



**PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES - PCS**  
PROYECTO 00062396 MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA –PNUD  
PROYECTO 00076485 CIUDADES SOSTENIBLES INDECI - PNUD



**ESTUDIO PCS**  
**“MAPAS DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS, PLAN DE**  
**USOS DEL SUELO ANTE DESASTRES, PROYECTOS Y MEDIDAS**  
**DE MITIGACIÓN DE LA COSTA VERDE”**

San Miguel - Magdalena del Mar - San Isidro – Miraflores - Barranco – Chorrillos

**INFORME FINAL**  
DICIEMBRE 2014

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL – INDECI**



**General de División (R)**  
**ALFREDO ENRIQUE MURGUEYTIO ESPINOZA**  
JEFE DEL INDECI

**Magister**  
**ELENA TANAKA TORRES**  
SECRETARIA GENERAL DEL INDECI

**Proyecto 00062396 Municipalidad metropolitana de Lima - PNUD**  
**Proyecto 00076485 Ciudades Sostenibles INDECI - PNUD**



**Arq. JENNY PARRA SMALL**  
Coordinadora Nacional  
del Programa Ciudades Sostenibles

**Ing. ALFREDO PÉREZ GALLENO**  
Asesor PNUD  
del Programa Ciudades Sostenibles

**Ing. CARMEN VENTURA BARRERA**  
Especialista en Gestión del Riesgo de Desastres  
del Programa Ciudades Sostenibles

**Ing. MELIDA AREVALO GONZÁLEZ**  
Especialista en Gestión de Proyectos  
del Programa Ciudades Sostenibles

**CPC PATRICIA ALARCÓN MORALES**  
Administradora  
del Programa Ciudades Sostenibles



**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO - PNUD**

**MARIA LUISA SILVA**  
Representante Residente PNUD

**MARIA EUGENIA MUJICA**  
Especialista de Programa PNUD



**Municipalidad de Lima**

**MUNICIPALIDAD DE LIMA METROPOLITANA  
AUTORIDAD DEL PROYECTO COSTA VERDE  
APCV**

**Ing. RICARDO DE LA PIEDRA CASSINELLI**  
Presidente y Gerente General

**Arq. RUTH FERNANDEZ GONZALES**  
Gerente Técnico

## **INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI**



### **EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR**

**MSC TEOFILO ALLENDE CCAHUANA**  
Coordinador y Especialista en Geología

**Arq. MARIA MANUELA CHAVEZ ALVA**  
Especialista en Planificación Urbana

**Ing. DANIEL OLCESE HUERTA**  
Especialista en Oceanografía

**Ing. HIPOLITO BLANCAS POVIS**  
Especialista en Geotecnia

**Ing. LUIS A. ZELADA SANCHEZ**  
Especialista Estructural

**Ing. FRANZ LOPEZ OCAMPO**  
Especialista en Hidrología e Hidráulica

**Ing. JOSE REYNALDO CARRANZA ZAA**  
Especialista Ambiental y en Peligros Tecnológicos

**Ing. LUIS MARTINEZ BARRAZA**  
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

## PRESENTACION

El Proyecto 00076485 Ciudades Sostenibles INDECI-PNUD, que ejecuta el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD en el marco del Programa Ciudades Sostenibles, viene desarrollando Estudios en ciudades y centros poblados del país que sufren los efectos de diversos eventos naturales y tecnológicos que ponen en riesgo la vida y patrimonio de su población, contribuyendo a su desarrollo sostenible incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres - GRD en la planificación del desarrollo local, identificando las zonas más seguras para su crecimiento y densificación, así como los proyectos y medidas de mitigación necesarios para reducir los niveles de riesgo ante desastres, a través del desarrollo de Estudios referidos a Mapas de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgo, Plan de Usos del Suelo ante Desastres y Proyectos y Medidas de Mitigación para peligros de origen natural o tecnológico.

El presente Estudio “Mapa de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde”, se ha desarrollado en el Marco del Proyecto “Apoyo al Fortalecimiento y Modernización de la MML” suscrito entre el PNUD y la Municipalidad Metropolitana de Lima, el Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional suscrito entre el INDECI y la Autoridad del Proyecto Costa Verde – APCV y la Carta de Acuerdo suscrita entre el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el INDECI, teniendo como ámbito de intervención el área de la Costa Verde correspondiente a la competencia de la APCV.

Los objetivos del Estudio PCS de la Costa Verde consideran orientar el desarrollo de dicho espacio urbano, sobre las zonas que presentan las mejores condiciones de seguridad física, así como preservar su patrimonio cultural y natural de los efectos de peligros de origen natural y tecnológico, sobre la base de los resultados del Estudio, el cual se ha ejecutado con la participación activa de autoridades y funcionarios municipales, instituciones públicas y privadas, así como representantes de organizaciones sociales y diversos usuarios involucrados en el desarrollo de la Costa Verde.

El Estudio comprende la caracterización de peligros de origen natural tales como sismos, tsunamis, deslizamientos, caída de rocas, lluvias extraordinarias; así como peligros tecnológicos relacionados a la contaminación del aire, agua y suelos, evaluados técnicamente y zonificados según nivel de peligro, y relacionado con los niveles de vulnerabilidad físico-estructural identificados, obteniéndose Mapas de Peligros de origen natural y tecnológicos; mapas de Vulnerabilidad y de Riesgos.

La propuesta general del Estudio PCS “Mapa de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde” está conformada por Pautas Técnicas, Medidas de Prevención y Mitigación, Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Proyectos y Acciones Específicas de Intervención, Estrategias para la Implementación del Proyecto.

La Autoridad del Proyecto Costa Verde – APCV, tomará como base el Estudio PCS “Mapa de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde”, para su incorporación en la actualización del Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde.

## **CONTENIDO**

### **I. MARCO DE REFERENCIA.**

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Marco Conceptual
- 1.3 Objetivos del Estudio
- 1.4 Ámbito del Estudio
- 1.5 Horizontes de Planeamiento y ejecución del Estudio
- 1.6 Metodología

### **II. CONTEXTO REGIONAL.**

- 2.1 Condiciones naturales
  - 2.1.1 Localización.
  - 2.1.2 Clima
  - 2.1.3 Morfología
  - 2.1.4 Hidrografía
  - 2.1.5 Recursos naturales
    - A. Recurso Hídrico
    - B. Recurso Suelo
    - C. Recurso Forestal
    - D. Recursos Turísticos
- 2.2 Sistema urbano regional
- 2.3 Sistema e infraestructura vial
- 2.4 Seguridad físico – ambiental a nivel regional
  - 2.4.1 Peligros naturales
  - 2.4.2 Medio ambiente

### **III. CONTEXTO URBANO**

- 3.1 Ubicación geográfica
- 3.2 Referencia histórica
- 3.3 Caracterización urbana
  - 3.3.1 Crecimiento demográfico
  - 3.3.2 Usos del suelo
  - 3.3.3 Equipamiento urbano
  - 3.3.4 Materiales y sistemas de construcción
  - 3.3.5 Patrimonio monumental
  - 3.3.6 Servicios básicos
  - 3.3.7 Accesibilidad, infraestructura y circulación vial
- 3.4 Medio ambiente
  - 3.4.1 Normatividad ambiental
  - 3.4.2 Sistemas ecológicos

#### IV. CARACTERIZACION FÍSICO GEOGRÁFICA

- 4.1 Problemática y Análisis ambiental
  - 4.1.1. Sustancias peligrosas en el ámbito urbano
  - 4.1.2. Plagas
  - 4.1.3. Salubridad pública
  - 4.1.4. Áreas verdes
  - 4.1.5. Problemática ante el cambio climático
  
- 4.2 Geología y Geomorfología
  - 4.2.1 Geología regional.
  - 4.2.2 Geomorfología regional
  - 4.2.3 Morfología local
  - 4.2.4 Geología local
  - 4.2.5 Morfogénesis
  
- 4.3 Hidrología
  - 4.3.1 Información climática.
  - 4.3.2 Hidrología superficial
  - 4.3.3 Hidrología subterránea
  - 4.3.4 Estructuras hidráulicas
  - 4.3.5 Problemática hidrológica y climática
  
- 4.4 Geotecnia
  - 4.4.1 Exploración geotécnica
  - 4.4.2 Ensayos de laboratorio
  - 4.4.3 Clasificación de suelos
  - 4.4.4 Evaluación de la capacidad portante
  - 4.4.5 Caracterización geotécnica del suelo
  - 4.4.6 Zonificación geológico geotécnico
  - 4.4.7 Análisis y evaluación de talud
    - i. Análisis de carga crítica
    - ii. Análisis de la distan de alejamiento
    - iii. Modelamiento de caída de roca
  
- 4.5 Oceanografía
  - 4.5.1 Caracterización de los parámetros oceanográficos y obras marinas
    - i. Temperatura
    - ii. Salinidad.
    - iii. Circulación marina en la visión de la Gestión de riesgo.
  - 4.5.2 Comportamiento de las Olas y Corrientes marinas
  - 4.5.3 Caracterización de los sedimentos marinos
  - 4.5.4 Evaluación de la infraestructura marina
  - 4.5.5 Datos históricos de la erosión marina
  - 4.5.6 Estabilidad del perfil costero
  - 4.5.7 Problemática de los parámetros oceanográficos

## V. EVALUACION DE PELIGROS

- 5.1 Peligros geológicos generados en el interior de la tierra.
  - 5.1.1 Modelo Sismotécnico
  - 5.1.2 Historia sísmica
  - 5.1.3 Distribución espacial de los sismos
  - 5.1.4 Zonificación sísmica
  - 5.1.5 Evaluación del Peligro Sísmico
  
- 5.2 Peligros geológico generado en la superficie de la tierra
  - 5.2.1 Derrumbes
  - 5.2.2 Caída de roca
  - 5.2.3 Deslizamiento
  - 5.2.4 Reptación de suelo
  - 5.2.5 Mapa Síntesis de Peligros geológicos
  
- 5.3 Peligros hidrológico
  - 5.3.1 Evaluación del Fenómeno del Niño y Cambio climático
  - 5.3.2 Inundaciones por agua pluviales
  - 5.3.3 Inundaciones por agua subterránea
  - 5.3.4 Inundaciones por aguas residuales.
  - 5.3.5 Inundaciones por aguas de regadío
  - 5.3.6 Erosión hídrica
  - 5.3.7 Flujo de lodo
  - 5.3.8 Síntesis de los peligros de origen hidrológico
  
- 5.4 Peligros geotécnicos
  - 5.4.1 Problemas planteados por los suelos en ingeniería (licuación, colapsabilidad del suelo)
  - 5.4.2 Zonificación peligro geológico geotécnico
  - 5.4.3 Sectores críticos por condiciones geotécnicas
  
- 5.5 Peligros marino
  - 5.5.1 Tsunamis
  - 5.5.2 Erosión y Sedimentación marina
  - 5.5.3 Síntesis del peligro por tsunamis
- 5.6 Mapa Síntesis de Peligros naturales
  
- 5.7 Peligros tecnológicos
  - 5.7.1 Deforestación
  - 5.7.2 Contaminación ambiental
  - 5.7.3 Residuos sólidos
  - 5.7.4 Incendios urbanos
  - 5.7.5 Problemas de saneamiento básico
  - 5.7.6 Peligros de Sustancias peligrosas
  - 5.7.7 Mapa Síntesis de peligros tecnológicos.

## VI. EVALUACION DE VULNERABILIDAD.

- 6.1 Asentamientos humanos
  - 6.1.1 Densidades urbanas
  - 6.1.2 Materiales de construcción y estado de conservación
  - 6.1.3 Estratos sociales
  
- 6.2 Infraestructuras y servicios vitales
  - 6.3 Líneas de agua y desagüe
  - 6.4 Líneas de electricidad y comunicaciones
  - 6.5 Accesibilidad y circulación
  - 6.6 Servicios de emergencia
  
- 6.3 Actividad económica
  - 6.4 Lugares de concentración pública
  - 6.5 Patrimonio histórico
  - 6.6 Vulnerabilidad físico estructural
    - 6.6.1 Problemática y caracterización estructural y no estructural
    - 6.6.2 Exposición de la estructura urbana
    - 6.6.3 Fragilidad de la estructura urbana
    - 6.6.4 Resiliencia de la estructura urbana
    - 6.6.5 Evaluación de la vulnerabilidad estructural
    - 6.6.6 Mapa Vulnerabilidad físico estructural (fragilidad)
    - 6.5.7 Mapa Vulnerabilidad físico estructural (exposición)
    - 6.5.8 Sectores críticos por infraestructura urbana
    - 6.5.9 Vulnerabilidad de la infraestructura hidráulica
    - 6.5.10 Vulnerabilidad de la estructura marina

## VII. ESTIMACION DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

- 7.1 Riesgo en escenario sísmico.
- 7.2 Riesgo en escenario hidrológico
- 7.3 Riesgo en escenario ante cambio climático
- 7.4 Identificación de áreas ambientalmente críticas
- 7.5 Identificación de áreas críticas ante desastres

## VIII. PROPUESTA GENERAL

- 8.1 Objetivos
- 8.2 Misión de la Autoridad del Proyecto Costa Verde
- 8.3 Análisis estratégicos
- 8.4 Modelo Urbano y de Ordenamiento ambiental
- 8.5 Objetivos Estratégicos de Desarrollo Urbano sostenible
- 8.6 Estrategias de Desarrollo Urbano sostenible
  
- 8.7 **Propuesta de medidas de prevención y mitigación ante desastres**
  - 8.7.1 Naturaleza de la propuesta
  - 8.7.2 Objetivos de las medidas de prevención y mitigación ante desastres
  - 8.7.3 Medidas de prevención y mitigación ante desastres
    - a. Medidas preventivas a Nivel de Política Institucional
    - b. Medidas preventivas para el Sistema de Agua
    - c. Medidas preventivas para el Sistema de Desagüe
    - d. Medidas preventivas para el Sistema de Energía Eléctrica
    - e. Medidas preventivas para el Sistema de Comunicaciones

- f. Medidas preventivas a nivel de proceso de planificación
  - g. Medidas preventivas a nivel socio-económico y cultural
  - h. Medidas Preventivas ante Peligro geotécnico
  - i. Medidas Preventivas ante Peligro hidrológico
- 8.7.4 Medidas Preventivas a Nivel Ambiental
- a. Medidas Preventivas ante Peligros tecnológicos
- 8.8 **Plan de usos del suelo**
- 8.8.1 Objetivos del Plan de uso de suelos
- 8.8.2 Clasificación del suelo por condiciones generales de uso
- a. Suelo Urbano
  - b. Suelo no Urbanizable.
- 8.9 Pautas técnicas
- a. Pautas Técnicas para las Habilitaciones Urbanas Existentes
  - b. Pautas Técnicas para Nuevas Habilitaciones Urbanas
  - c. Pautas Técnicas para las Edificaciones
  - d. Pautas Técnicas ante peligros geotécnicos
  - e. Pautas Técnicas ante peligros tecnológicos
  - f. Pautas Técnicas para el Refugio y Medidas de Salud Ambiental
  - g. Rutas de evacuación, señalización, refugios y albergues temporales en áreas de la Costa Verde y áreas de la ciudad que ofrecen las condiciones y seguridad durante la etapa de respuesta ante emergencias por desastres en el ámbito de Estudio.
- 8.10 Proyectos y acciones específicas de intervención
- 8.10.1 Identificación de proyectos
  - 8.10.2 Criterios para la evaluación de proyectos
  - 8.10.3 Proyectos priorizados
  - 8.10.4 Listado de proyectos priorizados
- 8.11 Estrategia de implementación del Estudio “Mapas de Peligros, Mapas de Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de usos del suelo ante desastres, Fichas de proyectos y Medidas de mitigación de la Costa Verde (Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena, San Miguel).”

## **ANEXOS**

- Anexo I: Fichas de Sectores Críticos
- Anexo II: Fichas Técnicas de proyectos
- Anexo III: Ensayos
  - a. Ensayos de Mecánica de Suelos
  - b. Análisis de Agua, suelo y aire.
  - c. Ensayos de Refracción Sísmica.
- Anexo IV: Talleres de Validación del Diagnóstico y Propuesta
- Anexo V: Trabajo de Campo
- Anexo VI: Glosario de términos.
- Anexo VII: Mapas

## RELACIÓN DE CUADROS

|              |   |              |
|--------------|---|--------------|
| Cuadro N° 1  | Subunidades hidrográficas de la cuenca del río Rímac  | Capítulo III |
| Cuadro N° 2  | Distribución del uso de los suelos de la cuenca   | Capítulo III |
| Cuadro N° 3  | Características de los distritos que conforman la Costa Verde                                       | Capítulo III |
| Cuadro N° 4  | Costa Verde: Crecimiento demográfico  | Capítulo III |
| Cuadro N° 5  | Resumen del Marco Legal Ambiental aplicable al Estudio Costa Verde                                  | Capítulo III |
| Cuadro N° 6  | Determinación de Control de la Calidad Microbiológica   | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 7  | Determinación de Control de la Calidad de Limpieza  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 8  | Determinación de Control de la Presencia de Servicios Higiénicos                                    | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 9  | Calificación Sanitaria de las Playas de la Costa Verde  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 10 | Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM)             | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 11 | Fuentes de los Peligros tecnológicos  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 12 | Unidades morfológicas en la Costa Verde   | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 13 | Columna estratigráfica generalizada en la Costa verde   | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 14 | Temperatura media mensual (°C), Promedio multimensual   | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 15 | Temperatura máxima media mensual (°C).  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 16 | Temperatura mínima media mensual (°C).  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 17 | Humedad relativa media mensual (%) - Promedio multimensual  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 18 | Velocidad media mensual (m/s) - Promedio multimensual   | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 19 | Precipitación total mensual (mm) – Promedio multimensual  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 20 | Precipitación Máxima de 24 horas en las Estaciones climatológicas en la zona en estudio.            | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 21 | Análisis de frecuencias de precipitaciones máximas anuales. Estación Hipólito Unanue                | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 22 | Parámetros de distribución de frecuencias. Precipitaciones máximas anuales-Estación Hipólito Unanue | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 23 | Precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno. Estación Hipólito Unanue       | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 24 | Precipitaciones máximas (mm). Estación Hipólito Unanue  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 25 | Precipitaciones máximas (mm/hora). Estación Hipólito Unanue   | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 26 | Caudal máximo en las principales Bajadas a la Playa en la Costa Verde                               | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 27 | Velocidad y altura de agua en las principales Bajadas a la Playa en la Costa Verde                  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 28 | Distribución de las Calicatas en el presente Estudio  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 29 | Clasificación de suelos obtenidos de las calicatas realizadas en el presente proyecto               | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 30 | Distribución de DPSH  | Capítulo IV  |
| Cuadro N° 31 | Resultados de los ensayos de laboratorio  | Capítulo IV  |

|                |   |             |
|----------------|---|-------------|
| Cuadro N° 32   | Clasificación de suelos obtenidos de las calicatas realizadas en el presente proyecto   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 33   | Parámetros dinámicos del suelo de acuerdo a estudios antiguos   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 34   | Parámetros dinámicos del suelo de acuerdo a los estudios complementarios del Estudio PCS de la Costa Verde (2014)                     | Capítulo IV |
| Cuadro N° 35   | Parámetros dinámicos del suelo en la Costa Verde  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 36   | Línea Sísmica LS-SM-01 (Longitud 960 m)   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 37   | Línea Sísmica LS-SM-02 (Longitud 276 m)   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 38   | Línea Sísmica LS-MM-03 (Longitud 138 m)   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 39   | Línea Sísmica LS-MM-04 (Longitud 195 m)   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 40   | Línea Sísmica LS-MM-05 (Longitud 138 m)   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 41   | Línea Sísmica LS-MM-06 (Longitud 336 m)   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 42   | Criterios de Estabilidad  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 43   | Criterios de Diseño   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 44   | Resultados del Análisis de Carga crítica  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 45   | Resultados estáticos del análisis de distancia de alejamiento   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 46   | Resultados Pseudo-Estáticos del Análisis de Distancia de Alejamiento  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 47-a | Resultados Estáticos del Análisis de Distancia de Alejamiento   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 47-b | Resultados Pseudo Estáticos del Análisis de Distancia de Alejamiento  |             |
| Cuadro N° 48   | Resumen de Valores de Salida del Programa RocFall   |             |
| Cuadro N° 49   | Tipos de sedimento del fondo superficial marino en bahía Miraflores Diciembre 2008 - Mayo 2009  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 50   | Composición granulométrica del sedimento del fondo superficial  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 51   | Sedimento en playa: Resumen de la composición granulométrica del sedimento playas entre Carpayo y La Herradura de la Bahía Miraflores | Capítulo IV |
| Cuadro N° 52   | Diámetros (D50 y D90) del sedimento superficial del fondo marino y playa - Franja costera de la bahía de Miraflores                   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 53   | Tamaño de partículas de sedimento superficial del fondo marino. Franja costera de la bahía de Miraflores. Diciembre 2008              | Capítulo IV |
| Cuadro N° 54   | Tamaño de partículas de sedimento superficial del fondo marino. Franja costera de la bahía de Miraflores. Diciembre 2008.             | Capítulo IV |
| Cuadro N° 55   | Cálculo de las pendientes en las 18 transectas  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 56   | Estándares de calidad ambiental para aguas-Perú   | Capítulo IV |
| Cuadro N° 57   | Características del agua de mar entre las Playas La Chira y Villa al sur de Bahía Miraflores - Mayo 2009                              | Capítulo IV |
| Cuadro N° 58   | Concentración de sedimentos en suspensión en el agua de mar - Diciembre 2008  | Capítulo IV |
| Cuadro N° 59   | Sedimentos en suspensión en columna de agua en transectas frente a playas La Chira y Villa - Mayo 2009                                | Capítulo IV |
| Cuadro N° 60   | Valores de PGA (%g) en roca, según Nivel sísmico y Fuente Sismogénica participante  | Capítulo V  |
| Cuadro N° 61   | Valoración de peligro hidrológico   | Capítulo V  |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| Cuadro N° 62 | Sectores propensos a derrumbes  | Capítulo V |
| Cuadro N° 63 | Magnitud del Tsunami según Imamura  | Capítulo V |
| Cuadro N° 64 | Magnitud del Tsunami según Iida   | Capítulo V |
| Cuadro N° 65 | Criterio de caracterización de peligro ante tsunamis  | Capítulo V |
| Cuadro N° 66 | Peligro de Contaminación Físico-Química de Agua para Consumo Humano   | Capítulo V |
| Cuadro N° 67 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Residuos Sólidos en Playas  | Capítulo V |
| Cuadro N° 68 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Residuos Sólidos en Acantilados   | Capítulo V |
| Cuadro N° 69 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación de Suelos-Sector Costa Verde Distritos: Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro.      | Capítulo V |
| Cuadro N° 70 | Valoración de Peligros Ambientales  | Capítulo V |
| Cuadro N° 71 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación de Suelos-Sector Costa Verde: Distritos: Magdalena del Mar y San Miguel                     | Capítulo V |
| Cuadro N° 72 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Mercados Mercado de San Isidro  | Capítulo V |
| Cuadro N° 73 | Valoración de Peligros Ambientales  | Capítulo V |
| Cuadro N° 74 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Mercado de Productos Hidrobiológicos – Muelle Artesanal de Pescadores                   | Capítulo V |
| Cuadro N° 75 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación Ambiental de Ecosistema Costero Marino por Residuos Sólidos en el Mar de la Costa Verde     | Capítulo V |
| Cuadro N° 76 | Valoración de Peligros Ambientales  | Capítulo V |
| Cuadro N° 77 | Matriz de evaluación del peligro de contaminación de aire, agua, suelo y ecosistema natural y urbano  | Capítulo V |
| Cuadro N° 78 | Valoración de peligros ambientales  | Capítulo V |
| Cuadro N° 79 | Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación de Aire, Agua, Suelo y Ecosistema Natural y Urbano por Actividades del Muelle de Pescadores | Capítulo V |
| Cuadro N° 80 | Valoración de peligros ambientales  | Capítulo V |
| Cuadro N° 81 | Capacidad Almacenada de GLP   | Capítulo V |
| Cuadro N° 82 | Niveles de Peligro de Inflamabilidad, Toxicidad y Reactividad del GLP   | Capítulo V |
| Cuadro N° 83 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 84 | Nivel de Peligro de Inflamabilidad  | Capítulo V |
| Cuadro N° 85 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 86 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 87 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 88 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 89 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 90 | Capacidad Almacenada de Petróleo  | Capítulo V |
| Cuadro N° 91 | Clasificación de Peligros Tecnológicos  | Capítulo V |
| Cuadro N° 92 | Síntesis de Peligros Tecnológicos   | Capítulo V |

|                 |  |              |
|-----------------|--|--------------|
| Cuadro N° 93    | VARIABLES para el análisis de la vulnerabilidad  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 94    | Lugares de concentración pública en la Costa Verde   | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 95    | Efectos de orden físico, económico y social inmediatos de la ocurrencia por tipo del peligro natural   | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 96    | Factores de Vulnerabilidad en la Costa Verde   | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 97    | Indicadores de la Vulnerabilidad por exposición de Edificaciones e Infraestructura (Has)               | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 98    | Factores de Riesgo y la resiliencia a los desastres  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 99    | Participación en equipo para la reducción del riesgo   | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 100   | Ventaja de prioridad a la resiliencia  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 101   | Resiliencia y desarrollo sostenible  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 102   | Formato de Cuestionario de resiliencia a aplicar a la población  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 103   | Material constructivo predominante   |              |
| Cuadro N° 104   | Sistema constructivo predominante  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 105   | Altura de edificación y técnica de construcción  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 106   | Estado de daños  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 107   | Tipo de material de fundación  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 108   | Ubicación de la edificación  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 109   | Numeración de los Parámetros   | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 110   | Rango de Valores del nivel de vulnerabilidad   | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 111   | Matriz de Evaluación de la Vulnerabilidad por cada unidad de Edificación                               | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 112   | Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito de San Miguel/Costa Verde. | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 113   | Síntesis de vulnerabilidad - Distrito de San Miguel  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 114   | Vulnerabilidad por exposición de infraestructura - Distrito Magdalena del Mar/Costa Verde              | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 115   | Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Magdalena del Mar.  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 116   | Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito San Isidro/Costa Verde     | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 117   | Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de San Isidro  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 118   | Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito de Miraflores/Costa Verde  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 119   | Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Miraflores  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 120   | Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito Barranco/Costa Verde       | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 121   | Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Barranco  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 122   | Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura. Distrito Chorrillos- Costa Verde     | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 123   | Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Chorrillos  | Capítulo VI  |
| Cuadro N° 124   | Porcentaje de lotes afectados según niveles de riesgo  | Capítulo VII |
| Cuadro N° 125-a | Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Muy alto  | Capítulo VII |
| Cuadro N° 125-b | Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Alto  | Capítulo VII |

|                 |  |               |
|-----------------|--|---------------|
| Cuadro N° 125-c | Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Medio   | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 125-d | Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Bajo  | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 126   | Población afectada por niveles de riesgo   | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 127-a | Población flotante (bañistas) afectada por niveles de riesgo   | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 127-b | Población diurna (temporada de verano) de la Costa Verde:<br>Plataforma superior e inferior          | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 127-c | Población nocturna de la Costa Verde   | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 128   | Áreas Críticas ante Desastres  | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 129   | Altura máxima de la ola ante un sismo de una magnitud de 9.0<br>Mw y tiempo de arribo de primera ola | Capítulo VII  |
| Cuadro N° 130   | Medidas de Prevención de Riesgos Tecnológicos  | Capítulo VIII |
| Cuadro N° 131   | Identificación de Proyectos de intervención  | Capítulo VIII |
| Cuadro N° 132   | Priorización de Proyectos de intervención  | Capítulo VIII |
| Cuadro N° 133   | Perfiles de proyecto de intervención Urbano y Estructural  | Capítulo VIII |

## RELACIÓN DE GRÁFICOS

|              |  |             |
|--------------|--|-------------|
| Gráfico N° 1 | Hidrogramas de la Precipitación Máxima de 24 horas   | Capitulo IV |
| Gráfico N° 2 | Evolución del nivel freático entre los años 1955 a 1997                                      | Capitulo IV |
| Gráfico N° 3 | Evolución del nivel freático entre los años 1998 y 2001                                      | Capitulo IV |
| Gráfico N° 4 | Perfil de velocidades de Ondas de corte del ensayo MASW-1D del MASW-SM-02                    | Capitulo IV |
| Gráfico N° 5 | Perfil de velocidades de Ondas S del ensayo MAM 1D del MAM-MM-01                             | Capitulo IV |
| Gráfico N° 6 | Distancias de alejamiento sin considerar las cargas  | Capitulo IV |
| Gráfico N° 7 | Tipo de sedimento del fondo superficial marino de la bahía Miraflores (Dic. 2008- Mayo 2009) | Capitulo IV |
| Gráfico N° 8 | Condiciones del Estado del Mar -Callao   | Capitulo IV |

## RELACIÓN DE FIGURAS

|              |   |              |
|--------------|---|--------------|
| Figura N° 1  | Cuenca y Subcuencas del río Rímac   | Capítulo II  |
| Figura N° 2  | Mapa de Uso mayor de los suelos en la cuenca del río Rímac.   | Capítulo II  |
| Figura N° 3  | Cobertura vegetal en la cuenca del río Rímac  | Capítulo II  |
| Figura N° 4  | Esquema de la circulación vial en la Costa Verde  | Capítulo III |
| Figura N° 5  | Gráfico que muestra la ola del tsunami que se parte por la Isla San Lorenzo y la ola se refracta y junta en la Costa Verde              | Capítulo III |
| Figura N° 6  | Mapa de Uso del Suelo – San Miguel  | Capítulo III |
| Figura N° 7  | Mapa de Uso del Suelo – San Miguel  | Capítulo III |
| Figura N° 8  | Mapa de Uso del Suelo – Magdalena del Mar   | Capítulo III |
| Figura N° 9  | Mapa de Uso del Suelo – Magdalena del Mar y San Isidro  | Capítulo III |
| Figura N° 10 | Mapa de Uso del Suelo – Miraflores Sector norte   | Capítulo III |
| Figura N° 11 | Mapa de Uso del Suelo – Miraflores Sector Sur   | Capítulo III |
| Figura N° 12 | Mapa de Uso del Suelo – Barranco  | Capítulo III |
| Figura N° 13 | Mapa Geológico litológico regional  | Capítulo IV  |
| Figura N° 14 | Mapa Geomorfológico regional  | Capítulo IV  |
| Figura N° 15 | Playas de la Costa Verde  |              |
| Figura N° 16 | Distribución espacial de la temperatura máxima media anual  |              |
| Figura N° 17 | Distribución espacial de la temperatura mínima media anual  | Capítulo IV  |
| Figura N° 18 | Variación de la humedad relativa media mensual  | Capítulo IV  |
| Figura N° 19 | Isoyetas - Variación de la precipitación media anual  | Capítulo IV  |
| Figura N° 20 | Morfología de nivel freático en junio de 1997   | Capítulo IV  |
| Figura N° 21 | Adquisición de datos del ensayo de refracción sísmica   | Capítulo IV  |
| Figura N° 22 | Temperatura de fondo del agua de mar  | Capítulo IV  |
| Figura N° 23 | Temperatura en la superficie del agua de mar (TSM).   | Capítulo IV  |
| Figura N° 24 | Salinidad en la superficie del agua de mar.   | Capítulo IV  |
| Figura N° 25 | Salinidad del fondo del agua de mar.  | Capítulo IV  |
| Figura N° 26 | Modelado de olas, dirección Suroeste en aguas intermedias en condiciones normales   | Capítulo IV  |
| Figura N° 27 | Modelado de olas, dirección Suroeste en aguas intermedias en condiciones de bravesas.   | Capítulo IV  |
| Figura N° 28 | Modelado de olas, dirección Sur en aguas intermedias en condiciones normales  | Capítulo IV  |
| Figura N° 29 | Modelado de olas, dirección Sur en aguas intermedias en condiciones de bravesas   | Capítulo IV  |
| Figura N° 30 | Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras, para la dirección de olas suroeste en aguas profundas, bajo condiciones normales            | Capítulo IV  |
| Figura N° 31 | Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras marinas, para la dirección de olas suroeste en aguas profundas, bajo condiciones de bravesas | Capítulo IV  |

|              |  |             |
|--------------|--|-------------|
| Figura N° 32 | Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras marinas, para la dirección de olas sur en aguas profundas, bajo condiciones normales  | Capítulo IV |
| Figura N° 33 | Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras marinas en condiciones de bravezas para la dirección de olas del sur en aguas profundas.  | Capítulo IV |
| Figura N° 34 | Modelado de olas en condiciones normales para la dirección de olas suroeste en aguas profundas.  | Capítulo IV |
| Figura N° 35 | Modelado de olas en condiciones de bravezas para la dirección de olas suroeste en aguas profundas  | Capítulo IV |
| Figura N° 36 | Modelado de olas con 3 (tres) estructuras marinas en condiciones normales, para la dirección de olas sur en aguas profundas  | Capítulo IV |
| Figura N° 37 | Modelado de olas con 3 (tres) estructuras marinas en condiciones de bravezas, para la dirección de olas del sur en aguas profundas   | Capítulo IV |
| Figura N° 38 | Modelación de corrientes. Marea descendente  | Capítulo IV |
| Figura N° 39 | Modelación de corrientes. Marea ascendente   | Capítulo IV |
| Figura N° 40 | Distribución de los tipos de sedimentos en la Costa Verde  | Capítulo IV |
| Figura N° 41 | Evolución de la línea de costa de los años 2000 y 2009   | Capítulo IV |
| Figura N° 42 | Batimetría de 18 perfiles longitudinales en la bahía de Miraflores - Diciembre 2008 y Mayo 2009  | Capítulo IV |
| Figura N° 43 | Carta batimétrica N° 2236 de la isla San Lorenzo a ensenada de Chorrillos – 1995   | Capítulo IV |
| Figura N° 44 | Resultados de la simulación en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar. Escenario 01, Sector 01. Periodo de simulación 1995 al 2005 (no se considera arrojamiento de desmonte en este sector) - Fuente: DHN 2009 | Capítulo IV |
| Figura N° 45 | Considerando arrojamiento de desmonte desde el año 2005 al 2010. Escenario 01, Sector 01. Fuente: DHN 2009   | Capítulo IV |
| Figura N° 46 | Considerando como supuesto que se deje de arrojar desmonte desde el año 2011 al 2020. Escenario 01, Sector 01. Fuente: DHN 2009  | Capítulo IV |
| Figura N° 47 | Resultados de la simulación en los distritos de San Isidro y Miraflores. Escenario 01, Sector 02   | Capítulo IV |
| Figura N° 48 | Resultados de la simulación específica de Barranco. Escenario 01, Sector 03  | Capítulo IV |
| Figura N° 49 | Resultados de la modelación de los espigones del Club Regatas. Escenario 01, sector 03. Fuente: DHN 2009   | Capítulo IV |
| Figura N° 50 | Resultados de la modelación en la playa La Herradura. Escenario 01, sector 03  | Capítulo IV |
| Figura N° 51 | Resultados de la modelación en la playa La Chira. Escenario 01, sector 03  | Capítulo IV |
| Figura N° 52 | Validación de resultados del modelo UNIBEST. Distritos de San Miguel y Magdalena   | Capítulo IV |
| Figura N° 53 | Validación de resultados del modelo UNIBEST en las instalaciones de Lima Marina Club   | Capítulo IV |
| Figura N° 54 | Modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 02. Periodo: 1995 al 2020  | Capítulo IV |
| Figura N° 55 | Detalle de la modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 02. Periodo: 1995 al 2020  | Capítulo IV |
| Figura N° 56 | Modelación de la variación del perfil de playa en los distritos de San Miguel y Magdalena. Escenario 03. Periodo: 2010 al 2020   | Capítulo IV |
| Figura N° 57 | Modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 03. Periodo: 1995 al 2020  | Capítulo IV |

|              |   |             |
|--------------|---|-------------|
| Figura N° 58 | Detalle de la modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 03. Periodo: 1995 al 2020                     | Capítulo IV |
| Figura N° 59 | PH en superficie. Diciembre 2008  | Capítulo IV |
| Figura N° 60 | PH en fondo. Diciembre 2008   | Capítulo IV |
| Figura N° 61 | Oxígeno superficial. Diciembre 2008   | Capítulo IV |
| Figura N° 62 | Oxígeno de fondo. Diciembre 2008  | Capítulo IV |
| Figura N° 63 | Sólidos en suspensión en la superficie del agua de mar  | Capítulo IV |
| Figura N° 64 | Distribución de los sólidos en suspensión en fondo del área de estudio  | Capítulo IV |
| Figura N° 65 | Distribución de los sólidos en suspensión frente a playa Agua Dulce   | Capítulo IV |
| Figura N° 66 | Distribución de los sólidos en suspensión frente a playa Mar Brava  | Capítulo IV |
| Figura N° 67 | Distribución de sólidos en suspensión en superficie. Transecta 16   | Capítulo IV |
| Figura N° 68 | Distribución de los sólidos en suspensión en superficie Transecta 17  | Capítulo IV |
| Figura N° 69 | Distribución de los sólidos en suspensión. Transecta 18   | Capítulo IV |
| Figura N° 70 | Modelo de Subducción Tipo Andina  | Capítulo V  |
| Figura N° 71 | Subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana.  | Capítulo V  |
| Figura N° 72 | Mapa Tectono-estructural del Perú   | Capítulo V  |
| Figura N° 73 | Distribución de Sismos según su magnitud para el área de influencia del Estudio                                       | Capítulo V  |
| Figura N° 74 | Distribución de Sismos según su profundidad para el área de influencia del Proyecto                                   | Capítulo V  |
| Figura N° 75 | Tipos de sismos en zonas de subducción y en corteza superficial.  | Capítulo V  |
| Figura N° 76 | Mapa de Zonificación Sísmica según Norma de Diseño Sismo Resistente E030 (2014).                                      | Capítulo V  |
| Figura N° 77 | Mapa de Isoaceleraciones en roca generado para un Período de retorno de 72 años (Elaborado: Teófilo Allende, 2014).   | Capítulo V  |
| Figura N° 78 | Mapa de Isoaceleraciones en roca generado para un Período de retorno de 475 años. (Elaborado: Teófilo Allende, 2014). | Capítulo V  |
| Figura N° 79 | Mapa de Isoaceleraciones en roca generado para un Período de retorno de 949 años. (Elaborado: Teófilo Allende, 2014). | Capítulo V  |
| Figura N° 80 | Variación de la temperatura máxima anual para el año 2030   | Capítulo V  |
| Figura N° 81 | Variación de la temperatura mínima anual para el año 2030   | Capítulo V  |
| Figura N° 82 | Variación porcentual de la precipitación para el año 2030   | Capítulo V  |
| Figura N° 83 | Mapa de inundación por napa freática superficial distrito Chorrillos  | Capítulo V  |
| Figura N° 84 | Erosión hídrica distrito Magdalena del Mar  | Capítulo V  |
| Figura N° 85 | Causas principales de generación de Tsunamis  | Capítulo V  |
| Figura N° 86 | Esquema general del proceso de subducción que se presenta a la costa sur del Perú                                     | Capítulo V  |
| Figura N° 87 | Zona de subducción inter-placas tectónicas  | Capítulo V  |
| Figura N° 88 | La Placa Continental se deforma lentamente, el proceso dura décadas o siglos, aumentando gradualmente la tensión      | Capítulo V  |
| Figura N° 89 | El terremoto ocurre cuando la Placa Continental se libera. El movimiento del fondo marino genera el tsunami.          | Capítulo V  |

|               |  |               |
|---------------|--|---------------|
|               | Paralelamente, el abultamiento superior desaparece, desciende o emerge la costa  |               |
| Figura N° 90  | Una parte del tsunami se dirige a las tierras cercanas, creciendo en altura a medida que se acerca a la costa. La otra parte, cruza el océano hacia costas lejanas | Capítulo V    |
| Figura N° 91  | Parámetros característicos de los Tsunamis.  | Capítulo V    |
| Figura N° 92  | Representación esquemática del avance del tsunami en un instante dado  | Capítulo V    |
| Figura N° 93  | Estado de conservación en el distrito de San Miguel  | Capítulo VI   |
| Figura N° 94  | Estado de conservación en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar  | Capítulo VI   |
| Figura N° 95  | Estado de conservación en los distritos de Magdalena del Mar y San Isidro  | Capítulo VI   |
| Figura N° 96  | Estado de conservación en el distrito de Miraflores.   | Capítulo VI   |
| Figura N° 97  | Estado de conservación en los distritos de Miraflores y Barranco   | Capítulo VI   |
| Figura N° 98  | Estado de conservación en los distritos de Barranco y Chorrillos   | Capítulo VI   |
| Figura N° 99  | Estado de conservación en el distrito de Chorrillos  | Capítulo VI   |
| Figura N° 100 | Mapa de vulnerabilidad físico estructural en los distritos San Miguel y Magdalena del Mar  | Capítulo VI   |
| Figura N° 101 | Mapa de vulnerabilidad físico estructural en el distrito Miraflores  | Capítulo VI   |
| Figura N° 102 | Mapa de vulnerabilidad físico estructural en los distritos Miraflores y Barranco   | Capítulo VI   |
| Figura N° 103 | Mapa de vulnerabilidad físico estructural en el distrito de Barranco - Chorrillos  | Capítulo VI   |
| Figura N° 104 | Mapa de vulnerabilidad físico estructural en el distrito de Chorrillos   | Capítulo VI   |
| Figura N° 105 | Mapa de Vulnerabilidad por Exposición en el distrito de San Miguel   | Capítulo VI   |
| Figura N° 106 | Mapa de vulnerabilidad por exposición de los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar   | Capítulo VI   |
| Figura N° 107 | Mapa de vulnerabilidad por exposición en el distrito de San Isidro   | Capítulo VI   |
| Figura N° 108 | Mapa de vulnerabilidad por exposición en el distrito de Miraflores   | Capítulo VI   |
| Figura N° 109 | Mapa de vulnerabilidad por exposición en los distritos de Miraflores y Barranco  | Capítulo VI   |
| Figura N° 110 | Mapa de vulnerabilidad por exposición en los distritos de Barranco y Chorrillos  | Capítulo VI   |
| Figura N° 111 | Mapa de vulnerabilidad por exposición en el distrito de Chorrillos   | Capítulo VI   |
| Figura N° 112 | Modelo actual de Desarrollo de la Costa Verde  | Capítulo VIII |
| Figura N° 113 | Modelo Ordenamiento Ambiental y Desarrollo sostenible de la Costa Verde  |               |

## RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

|                  |  |              |
|------------------|--|--------------|
| Fotografía N° 1  | Caídas de agua en Chorrillos   | Capítulo III |
| Fotografía N° 2  | Moderna construcción de Concreto Armado de un edificio multifamiliar en La Av. Bertolotto. | Capítulo III |
| Fotografía N° 3  | Vivienda unifamiliar de Albañilería confinada en distrito de San Miguel                    | Capítulo III |
| Fotografía N° 4  | Construcción de Adobe, casona en el Distrito de Barranco                                   | Capítulo III |
| Fotografía N° 5  | Viviendas Precarias en el AA.HH. Cerro Vilca - Chorrillos.                                 | Capítulo III |
| Fotografía N° 6  | Iglesia La Ermita de Barranco.   | Capítulo III |
| Fotografía N° 7  | Casonas ubicadas en el lado sur de la Bajada de Baños                                      | Capítulo III |
| Fotografía N° 8  | Cerros Bajos   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 9  | Acantilados en Chorrillos  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 10 | Planicie de poca Extensión   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 11 | Planicie de amplia Extensión   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 12 | Depósito de Relleno  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 13 | Depósito marino de arena   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 14 | Depósito marino de grava   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 15 | Depósito marino de grava   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 16 | Depósito de derrumbe   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 17 | Depósito Proluviales   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 18 | Depósito Proluviales   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 19 | Depósito de arcilla en Chorrillos  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 20 | Exposición de los bancos de gravas – Chorrillos  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 21 | Conformación del suelo en Barranco   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 22 | Conformación del suelo en Barranco   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 23 | Conformación del suelo en Miraflores   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 24 | Conformación del suelo en Miraflores   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 25 | Conformación del suelo en Miraflores   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 26 | Conformación del suelo en Magdalena del Mar  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 27 | Conformación del suelo en Magdalena del Mar  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 28 | Conformación del suelo en San Miguel   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 29 | Conformación del suelo en San Miguel   | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 30 | Conformación Salto del Fraile  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 31 | Formación Herradura  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 32 | Formación Marcavilca – Cerro Marcavilca  | Capítulo IV  |
| Fotografía N° 33 | Formación Salto del Fraile   | Capítulo IV  |

|                  |   |             |
|------------------|---|-------------|
| Fotografía N° 34 | Falla de tipo direccional   | Capítulo IV |
| Fotografía N° 35 | Falla Salto del Fraile de tipo vertical   | Capítulo IV |
| Fotografía N° 36 | Falla Chorrillos  | Capítulo IV |
| Fotografía N° 37 | Playa conformada por Material de depósito – San Miguel                                      | Capítulo IV |
| Fotografía N° 38 | Playa de Gravas - Miraflores  | Capítulo IV |
| Fotografía N° 39 | Canal Huatica – San Isidro  | Capítulo IV |
| Fotografía N° 40 | Tipo de material que conforma el fondo marino   | Capítulo IV |
| Fotografía N° 41 | Montículos de gravas – Playa Las Sombrillas   | Capítulo IV |
| Fotografía N° 42 | Daños producidos por socavamiento en el Balneario de Camaná por el Tsunami, Julio 2001      | Capítulo V  |
| Fotografía N° 43 | Daños producidos por Socavamiento en el Balneario de Camaná por el Tsunami, Julio 2001      | Capítulo V  |
| Fotografía N° 44 | Daños producidos por Fuerzas de Oleaje en el Balneario de Camaná por el Tsunami             | Capítulo V  |
| Fotografía N° 45 | Daños producidos por Fuerzas de arrastre e impacto en el Balneario de Camaná por el Tsunami | Capítulo V  |
| Fotografía N° 46 | Daños producidos por Fuerzas de Impacto.  | Capítulo V  |
| Fotografía N° 47 | Daños producidos por Fuerzas Hidrostáticas  | Capítulo V  |
| Fotografía N° 48 | Daños producidos por Fuerzas de empuje  | Capítulo V  |
| Fotografía N° 49 | Problemas de oxidación y corrosión de los refuerzos - Distrito de San Miguel                | Capítulo VI |
| Fotografía N° 50 | Proceso de erosión y procesos biofísicos - Distrito de San Miguel.                          | Capítulo VI |
| Fotografía N° 51 | Grietas asociadas a asentamiento del suelo, Distrito de Magdalena del Mar                   | Capítulo VI |
| Fotografía N° 52 | Oxidación y corrosión en elementos no estructurales, Distrito Chorrillos                    | Capítulo VI |

## I. MARCO DE REFERENCIA.

### 1.1 ANTECEDENTES

El litoral sur limeño desde la Provincia Constitucional del Callao hasta el distrito de Chorrillos se caracteriza por contar con un elevado acantilado, algunas quebradas, playas y espigones, estructurado en su plataforma inferior por el Circuito de Playas o Costa Verde, única vía que se encuentra debajo del acantilado y adyacente a la orilla del Océano Pacífico, la cual fue concebida como una vía de gran velocidad que, aparte de facilitar el tránsito por los distritos litorales de la ciudad, permitiría el acceso a las playas limeñas a las que, hasta entonces, se accedía mediante escaleras ubicadas en desfiladeros del acantilado conocidas como "bajadas de los baños", para ello se ganó terreno al mar con relleno que se extrajo de la construcción de la primera vía expresa de Lima.

Construida en los años 1960 cuando era Alcalde de Lima el señor Luis Bedoya Reyes, la Costa Verde fue una vía que, al estar al pie del acantilado, sufría constantes desprendimientos de rocas, por ello, el tramo correspondiente al distrito de San Miguel fue cerrado parcialmente y restringido a un solo sentido de circulación (de noroeste a sureste) cuando antes era de dos, debido a que la vía más cercana al acantilado (sureste a noroeste) era la más afectada por los deslizamientos.

En el terremoto del 15 de agosto del 2007, la vía sufrió nuevos deslizamientos por lo que se dispuso su cierre temporal; sin embargo, un par de meses después, y luego de arduas reparaciones, la vía fue reabierto al tránsito.

La presencia de los acantilados a lo largo de la vía Costa Verde y su composición geomorfológica, produce la presencia de derrumbes y desmoronamientos debido a las características físicas de los sedimentos (tipo de material que la constituye), a la circulación de aguas, las vibraciones del suelo, la sobrecarga y la erosión eólica.

En las playas, que son geoformas de acumulación-erosión marina, el oleaje acumula naturalmente gravas redondeadas en cordones de 0.5 a 1.0 m de altura, en 2 o 3 niveles paralelos a la línea de costa, y deposita artificialmente arenas, proceso forzado por la construcción de espigones rocosos; ese mismo oleaje erosiona los materiales antes mencionados, manteniéndose un equilibrio entre ambos procesos. La plataforma donde se desarrollan estas playas se viene construyendo artificialmente en los últimos 50 años.

Los oleajes anómalos se presentan en nuestras costas con una incidencia mayor en los meses de invierno y representan aproximadamente el 23% del total de oleajes ocurridos en el año (83 días). En los dos últimos años se han presentado los más intensos, como en el mes de julio del 2014 afectando la Costa Verde en diferentes playas de los distritos de San Miguel, Magdalena, San Isidro, donde se ha generado erosión en el perfil costero y siendo los distritos más perjudicados Miraflores Barranco y Chorrillos, donde se han producido pérdidas de bienes materiales (autos, lanchas artesanales y otros).

La expansión urbana, que ha determinado el crecimiento de la metrópoli en los últimos años de manera desordenada y sin una planificación adecuada, ha llevado a ocupar espacios de la Costa Verde no compatibles en gran parte, con los usos definidos en el Reglamento de Usos del Suelo y del Mar, Habilitación Urbana, Construcción y Medio Ambiente del Plan Maestro de la Costa Verde.

Considerando la importancia de la Costa Verde de Lima Metropolitana (tramo Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena y San Miguel) y el desarrollo urbano urbanístico, turístico y comercial que se viene dando en su plataforma superior, acantilados y playas, y en vista que es

necesario orientar el desarrollo de dicho espacio urbano, sobre las zonas que presentan las mejores condiciones de seguridad física, así como preservar su patrimonio cultural y natural de los efectos de peligros de origen natural y tecnológico, se ha previsto la realización del Estudio del Programa Ciudades Sostenibles – PCS Costa Verde, conformado por **Mapas de Peligros de origen Natural y Tecnológico, Mapas de Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación**, para lo cual el Instituto Nacional de Defensa Civil, a través del Proyecto Ciudades Sostenibles INDECI - PNUD, ha suscrito el Convenio de Cooperación Interinstitucional con la Autoridad del Proyecto Costa Verde - APCV, para la ejecución conjunta del Estudio del Proyecto Ciudades Sostenibles de la Costa Verde que comprende los ámbitos de los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.

## **1.2 MARCO CONCEPTUAL – Atributos de una Ciudad Sostenible**

El Programa Ciudades Sostenibles - PCS tiene por finalidad contribuir a lograr Ciudades Sostenibles, es decir ciudades seguras, saludables, atractivas, ordenadas con respecto al medio ambiente y a su heredad histórica y cultural, gobernables, competitivas, eficientes en su funcionamiento y desarrollo, de manera que sus habitantes puedan vivir en un ambiente confortable, propiciando el incremento de la productividad que se pueda legar a las futuras generaciones de las ciudades y centros poblados que no sean afectados severamente por fenómenos naturales intensos así como por los tecnológicos.

El PCS da énfasis a la “seguridad física de las ciudades” debido a que los efectos producidos por fenómenos naturales y tecnológicos intensos pueden causar pérdidas de gran magnitud en las ciudades, lo que originaría un brusco descenso en el nivel de vida de sus habitantes e imposibilitaría el desarrollo sostenible de éstas si es que no se toman las medidas preventivas adecuadas.

El PCS se enmarca en los compromisos de las cumbres mundiales relacionadas con la Gestión de Desastres y Desarrollo, como la III Cumbre de la Tierra sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro 1992, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo 2002 y la II Conferencia Mundial de Reducción de Desastres de Kobe 2005, así como en la 32 Política de Estado del Acuerdo Nacional sobre Gestión del Riesgo de Desastres.

La estrategia del PCS se basa en la participación activa de todos los actores interesados en un desarrollo urbano seguro: la población organizada, los Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales, los Sectores, las universidades, gremios profesionales e instituciones vinculadas con el desarrollo local.

## **1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Los objetivos del Estudio, concordantes con los objetivos del Programa Ciudades Sostenibles son:

- Determinar las áreas de la Costa Verde y su respectivo entorno urbano, incluyendo las zonas de probable expansión urbana, que se encuentran amenazadas por fenómenos naturales y tecnológicos, identificando, clasificando y evaluando los peligros que pueden ocurrir en ellas, teniendo en consideración la infraestructura física construida a la fecha.
- Evaluar la vulnerabilidad existente de los diferentes elementos expuestos tales como la población, bienes, infraestructura, patrimonio, líneas y redes vitales, actividades económicas y funciones vitales.

- Determinar el riesgo por el grado de afectación y pérdida, que podría resultar de la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico.
- Identificar las áreas más aptas para la expansión y densificación de la Costa Verde y sus entornos urbanos, comprendidos en el Estudio, desde el punto de vista de la seguridad física de los asentamientos y de la Gestión del Riesgo de Desastres.
- Incorporar criterios de Gestión del Riesgo de Desastres en el Plan Maestro de la Costa Verde a cargo de la APCV y Planes Urbanos Distritales para la zona de la Costa Verde a cargo de los gobiernos locales.
- Promover y orientar la racional ocupación del suelo urbano y de las áreas de expansión considerando la seguridad física, el rol de la Costa Verde en la ciudad y la problemática de los procesos de urbanización de su entorno urbano.
- Identificar Proyectos de Intervención, Pautas Técnicas y Medidas de Mitigación ante Peligros de origen natural y tecnológico, con énfasis en los procesos de Preparación, Respuesta y Rehabilitación, estructurados de manera tal que formen parte de una propuesta de políticas y acciones relacionadas a la Gestión del Riesgo de Desastres, que la Municipalidad Metropolitana de Lima, Municipalidades Distritales de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores Barranco, Chorrillos y otras instituciones vinculadas al desarrollo de la Costa Verde deban implementar.
- Formular Fichas de Proyectos de Intervención y Protección Ecológica ante Efectos de Cambio Climático (oleajes anómalos, fenómeno del Niño, tsunamis, erosión marina, transporte y aporte de sedimentos) para la Costa Verde.

#### **1.4 Ámbito del Estudio**

El ámbito territorial del presente estudio comprende el área de la Costa Verde correspondiente a la Provincia de Lima, teniendo un ámbito territorial de 22 Km de longitud de norte a sur y 210 Ha de superficie, aproximadamente, comprendido entre el Distrito de San Miguel (Calle Virú) y el Distrito de Chorrillos (Morro Solar). Abarca desde la línea de más alta marea hasta la parte alta del acantilado de los sectores de los distritos que se ubican en la Costa Verde (Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena y San Miguel).

#### **1.5 Horizontes de Planeamiento y ejecución del Estudio**

Para efectos del presente estudio el alcance temporal del PCS de la Costa Verde, estará definido por los siguientes horizontes de planeamiento:

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| Corto Plazo:   | 2015-2017 (2 años)  |
| Mediano Plazo: | 2015-2020 (5 años)  |
| Largo Plazo:   | 2015-2025 (10 años) |

Asimismo, con fines de programación de inversiones, se ha adoptado los siguientes horizontes de ejecución:

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| Corto Plazo:   | 2015-2017 (2 años) |
| Mediano Plazo: | 2018-2020 (3 años) |
| Largo Plazo:   | 2021-2025 (5 años) |

**Gráfico**  
**AMBITO DEL ESTUDIO**



## 1.6 Metodología

El proceso metodológico adoptado para la elaboración del presente Estudio, corresponde a la metodología general del Programa de Ciudades Sostenibles y se estructura en las siguientes etapas:

### PRIMERA ETAPA: ORGANIZACIÓN Y PREPARACIÓN DEL ESTUDIO

- Elaboración del Plan de Trabajo para el cumplimiento de las actividades a desarrollarse en el Estudio PCS de la Costa Verde.
- Coordinar y Gestionar la información secundaria con las autoridades de la Autoridad del Proyecto de la Costa Verde y las Municipalidades Distritales.
- Preparación de los instrumentos operativos para el desarrollo del estudio y el levantamiento de la información existente sobre el contexto regional y local, así como su selección y análisis preliminar, para la actualización de la caracterización de los componentes físico, físico urbano y ambiental de la Costa Verde.
- Revisión y evaluación de los documentos normativos, emitidos por el Gobierno Central, Regional, Provincial y Local relacionados con el desarrollo de la Costa Verde.
- Determinar las zonas de investigación geotécnica, geofísica y de monitoreo ambiental para desarrollar los estudios complementarios por especialidad.

### SEGUNDA ETAPA: FORMULACIÓN DEL DIAGNÓSTICO SITUACIONAL Y TENDENCIAL

Tiene cuatro componentes principales:

- 1) **EVALUACIÓN DE PELIGROS (P).**- Identifica los peligros de origen natural y tecnológico que podrían tener impacto sobre la Costa Verde y su entorno inmediato, comprendiendo dentro de este concepto a todos *“aquellos elementos del medio ambiente o entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él”*, así como los peligros tecnológicos, es decir aquellos originados por actividades humanas. Se obtienen los correspondientes Mapas Síntesis del Peligros. **Ver Mapa de Peligros**
- 2) **EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD (V).**- Permitirá determinar el grado de afectación y pérdida, que podría resultar de la ocurrencia de un evento adverso o de algún peligro natural en la ciudad. Se obtiene el Mapa de Vulnerabilidad de la Costa Verde, en el que se determinan las zonas de Muy Alta, Alta, Media y Baja Vulnerabilidad, según sea el tipo de fenómeno evaluado. Esta evaluación se realiza en el área ocupada de la Costa Verde, analizándose diferentes tipos de variables para determinar las áreas más vulnerables. **Ver Mapa de Vulnerabilidad**
  - ❖ **Asentamientos Humanos:** Análisis de la distribución espacial de la población (densidades), tipología de ocupación, características de las viviendas, materiales, estado de la construcción, etc.
  - ❖ **Servicios y Líneas Vitales:** Instalaciones más importantes de los sistemas de agua potable, desagüe, energía eléctrica, sistema vial, transportes y comunicaciones; y servicios de emergencia como hospitales, estaciones de bomberos y comisarias.
  - ❖ **Lugares de Concentración Pública:** Evaluación de colegios, iglesias, coliseos, mercados públicos, estadios, universidades, museos, y demás instalaciones donde exista una significativa concentración de personas en un momento dado. Se analiza el grado de

<sup>1</sup> Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación del Desarrollo Regional Integrado.  
Dep. de Desarrollo Regional y Medio Ambiente – Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales – Secretaría General-OEA.

afectación y daños que podrían producirse ante la ocurrencia de un fenómeno natural y situación de emergencia.

- ❖ **Patrimonio Cultural:** Evaluación de los bienes inmuebles, sitios arqueológicos y edificación de interés arquitectónico que constituyen el legado patrimonial de la Costa Verde.
  - ❖ **Infraestructura de Soporte:** Evaluación de la infraestructura de soporte, que permite el desarrollo de actividades económicas
- 3) **ESTIMACIÓN DEL RIESGO (R).**- Corresponde a la evaluación conjunta de los peligros que amenazan el entorno y la vulnerabilidad ante ellos. El Análisis de Riesgo es un estimado de las probabilidades de pérdidas esperadas para un determinado evento natural. De esta manera se tiene que:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

La identificación de Sectores Críticos como resultado de la evaluación de riesgos, sirve para estructurar la propuesta del Plan, estableciendo criterios para la priorización de los proyectos y acciones concretas orientados a mitigar los efectos de los fenómenos naturales.

- 4) **SÍNTESIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**- Se desarrolla en base a las condiciones peligro, vulnerabilidad y riesgo, vislumbrando un escenario de probable ocurrencia si es que no se actúa oportuna y adecuadamente.

### **TERCERA ETAPA: FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA.**

Desde el punto de vista de la seguridad física y en atención a las tendencias, escenarios de riesgos y posibilidades de crecimiento y desarrollo, se formula la Propuesta conformado por tres grandes componentes: El Plan de Usos del Suelo ante Desastres orientando una ocupación racional, sostenible y segura de la Costa Verde y de su entorno inmediato, Pautas técnicas de construcción y habilitación, Identificación de proyectos de Prevención y Mitigación de desastres.

## **II. CONTEXTO REGIONAL.**

### **2.1 Condiciones naturales**

#### **2.1.1 Localización**

Lima Metropolitana está ubicada geográficamente, en la costa central del territorio peruano, en el abanico aluvial del Valle del Río Rímac, en una superficie con una escasa pendiente hacia la dirección oeste, donde es interrumpido por un plano subvertical que corresponde a los acantilados el cual tiene una continuidad en el mayor tramo del sector litoral, llamado La Costa Verde.

La Costa Verde se sitúa a una distancia de 7 kilómetros del centro de Lima, está compuesta por parte marina, plataforma inferior con playas, el acantilado o talud y la plataforma superior, que tiene un valor paisajístico, urbano, cultural y natural. Se extiende entre los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, los cuales pertenecen a Lima Metropolitana, se estima que la Costa Verde tiene aproximadamente una longitud de 32.5 kms, y un área total de 270 Has., de los cuales 93 Has., se sitúan en los acantilados y 177 Has. en el área comprendida entre la parte inferior de dichos acantilados y la línea de más alta marea.

#### **2.1.2 Clima**

La zona en estudio, se encuentra situada en la costa central del país, a orillas del Océano Pacífico, formando parte del desierto costero, ubicada en una zona tropical a 12 ° de latitud sur y casi a nivel del mar, sin embargo debido a la influencia de la corriente fría de Humboldt, se presentan características especiales, como la ausencia de precipitaciones con alta humedad atmosférica y cobertura nubosa persistente, presentando un clima subtropical, fresco, desértico y húmedo a la vez.

La corriente fría de Humboldt que recorre la costa, enfría sensiblemente la temperatura del agua. Esta es mucho más fría que lo que correspondería a la latitud tropical en la que se sitúa la zona en estudio. Así, las condiciones de frío a nivel del mar con una atmósfera superior más caliente por la acción solar, genera una inversión térmica que impide el fenómeno de convección, por el cual el aire más cálido y menos denso asciende. Esto, unido a la cordillera andina circundante, hace que se presente una casi permanente capa de espesa nubosidad extremadamente baja (a menos de 500 m del suelo), que impide el paso de la radiación solar directa. A su vez, el bloqueo por una capa de aire caliente superior evita la formación de nubes de desarrollo vertical cumulonimbos, lo que explica la ausencia de precipitaciones. Esta es la razón de la paradoja de tener un clima extremadamente nuboso y húmedo y, sin embargo, desértico. Las escasas precipitaciones (menos de 8 mm anual) conocidas como garúa son producto de la condensación de la nubosidad baja que forma el sistema.

#### **2.1.3 Morfología**

Lima Metropolitana se sitúa en la costa central del país, en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, frente al Océano Pacífico y en tres cuencas hidrográficas: la Cuenca del río Chillón, la Cuenca del río Rímac y la Cuenca del río Lurín. Lima se encuentra rodeada por colinas y montañas, con laderas de pendiente moderada a fuerte, conformada por rocas plutónicas y volcánicas y en menor cantidad por rocas sedimentarias.

El espacio se caracteriza por un paisaje conformado por el litoral, el área desértica, los valles y lomas costeras, y la zona urbana. El litoral está conformado por terrazas de baja y mediana altura –como las de la Bahía de Chorrillos– y, en algunos casos, predomina una costa casi al nivel del mar –como en las playas del sur. Frente al litoral existen islas e islotes como la Isla de San Lorenzo (Provincia Constitucional del Callao) –la más grande del Perú–; y otras más

pequeñas frente al litoral, como Chiquitina, Brava, Mazorca, Islote Pelado, Asia, El Frontón, Pescadores, el Grupo Farallones, Pachacamac, etc.

El área desértica está conformada por una sucesión de pampas, colinas y tablazos, que se inician en las playas del litoral y se proyectan por el Este hasta el límite de las estribaciones andinas. Esta franja es bastante estrecha y poco accidentada, con un ancho promedio de 10 kilómetros. Los valles, los cuales han sido formados por las aguas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, que cuentan con caudal variable; y hacia el fondo de los valles,

#### **2.1.4 Hidrografía**

A escala regional, el área en estudio, se encuentra inmersa y pertenece a la cuenca del río Rímac (Figura N° 1).

El río Rímac tiene sus orígenes en los deshielos del nevado Uco, a 5.100 msnm, alimentándose con las precipitaciones que caen en la parte alta de su cuenca colectora y con los deshielos de sus nevados. La cuenca del río Rímac se encuentra ubicada geográficamente entre los meridianos 77°04'36" y 76°11'05" de longitud Oeste y los paralelos 12°05'47" y 11°36'52" de latitud Sur. Políticamente la cuenca del río Rímac se encuentra ubicada en su mayoría en el departamento de Lima y en menor proporción en el departamento de Junín; enmarcándose en las provincias de Lima, Huarochirí y Yauli, respectivamente. Limita por el Norte con la cuenca del río Chillón, por el Sur con la cuenca del río Lurín y Mala, por el Este con la cuenca del río Mantaro y por el Oeste con el Océano Pacífico.

La cuenca del río Rímac abarca 3.503,95 km.<sup>2</sup>, es de forma rectangular alargada (Noreste a Noroeste), en ella se encuentran lagunas, manantiales, ríos y quebradas que disminuyen su caudal en los meses de julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre.

La topografía de la cuenca del río Rímac es variada, encañonados en las márgenes de los ríos Santa Eulalia y Rímac (media y alta), que oscilan entre los 1000 a 3000 m; sin embargo por arriba de los 3500 msnm la topografía del terreno es ondulada y oscila entre 10 y 30% de pendiente.

El río Rímac presenta dos sub cuencas importantes, la del río Santa Eulalia y la del río San Mateo, al que también se le llama Rímac. La confluencia de ambos ríos se produce cerca de la localidad de Chosica.

Los ríos San Mateo y Santa Eulalia, hasta su confluencia, tienen una pendiente promedio de 4.94% y 6.33% respectivamente, en el curso inferior del río Rímac, desde la confluencia de los ríos Santa Eulalia y San Mateo, cuenta con una pendiente de 1.7%. A partir de la confluencia de dichos ríos, el valle empieza a abrirse y es en ese tramo que el río ha formado su cono de deyección sobre el cual se encuentra una importante zona agrícola y la ciudad de Lima.

A continuación se describen las Subcuenas que conforman el río Rímac:

##### **1. Subcuenca Baja río Rímac**

La Subcuenca Baja río Rímac políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Rímac, hidrográficamente se localiza en la parte baja del río Rímac, ocupa una superficie de 441.03 km<sup>2</sup> y representa el 12.59% de área total de la cuenca del río Rímac, cuya longitud de cauce principal es de 22.92 km. En esta Subcuenca se encuentra ubicada el área en estudio. Figura N° 01

##### **2. Subcuenca Qda. Jicamarca**

La Subcuenca de la Quebrada Jicamarca, hidrográficamente se localiza en la parte baja del río Rímac. La Subcuenca de la Qda. Jicamarca ocupa una superficie de 492.31 km<sup>2</sup>, y representa el 14.05% del área total de la cuenca del río Rímac. Cuya longitud de cauce principal es de 44.15 km.

**3. Subcuenca Jicamarca-Santa Eulalia**

La Subcuenca Jicamarca-Santa Eulalia políticamente se encuentra ubicada en los distritos de: Ate Vitarte, Chaclacayo y Chosica; hidrográficamente se localiza en la parte baja del río Rímac, ocupa una superficie de 267.60 km<sup>2</sup> y representa el 7.64% del área total de la cuenca del río Rímac, cuya longitud de cauce principal es de 34.81 km.

**4. Subcuenca Río Santa Eulalia**

La Subcuenca del río Santa Eulalia, políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Santa Eulalia, Callahuanca, San Pedro de Casta, Chicla, San Lorenzo de Huachupampa, San Juan de Iris, Laraos, Carampoma y Huanza. Ocupa una superficie de 1077.38 km<sup>2</sup>, representa el 30.75% de área total de la cuenca del río Rímac, cuya longitud de cauce principal es de 62.36 km., hidrográficamente es uno de los ejes principales de drenaje de la cuenca del río Rímac.

**5. Subcuenca Santa Eulalia-Parac**

La Subcuenca Santa Eulalia-Parac políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Ricardo Palma, Cocachacra, San Bartolomé, San Juan de Lanca, Surco y Matucana. La Subcuenca Santa Eulalia-Parac tiene una superficie de 633.71 km<sup>2</sup> y representa el 18.09% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 48.39 km, hidrográficamente se localiza en la parte media del río Rímac.

**6. Subcuenca Qda Parac**

La Subcuenca Qda. Parac tiene una superficie de 130.43 km<sup>2</sup> y representa el 3.72% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 20.55 km, hidrográficamente se localiza en el tramo Qda. Parac-Pachachaca-Tonsuyoc.

**7. Subcuenca Parac-Alto río Rímac**

La Subcuenca Parac-Alto río Rímac políticamente se encuentra ubicada en el distrito de San Mateo. La Subcuenca Parac-Alto río Rímac tiene una superficie de 55.93 km<sup>2</sup> y representa el 1.60% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 7.89 km, hidrográficamente se localiza en el tramo río Rímac parte alta.

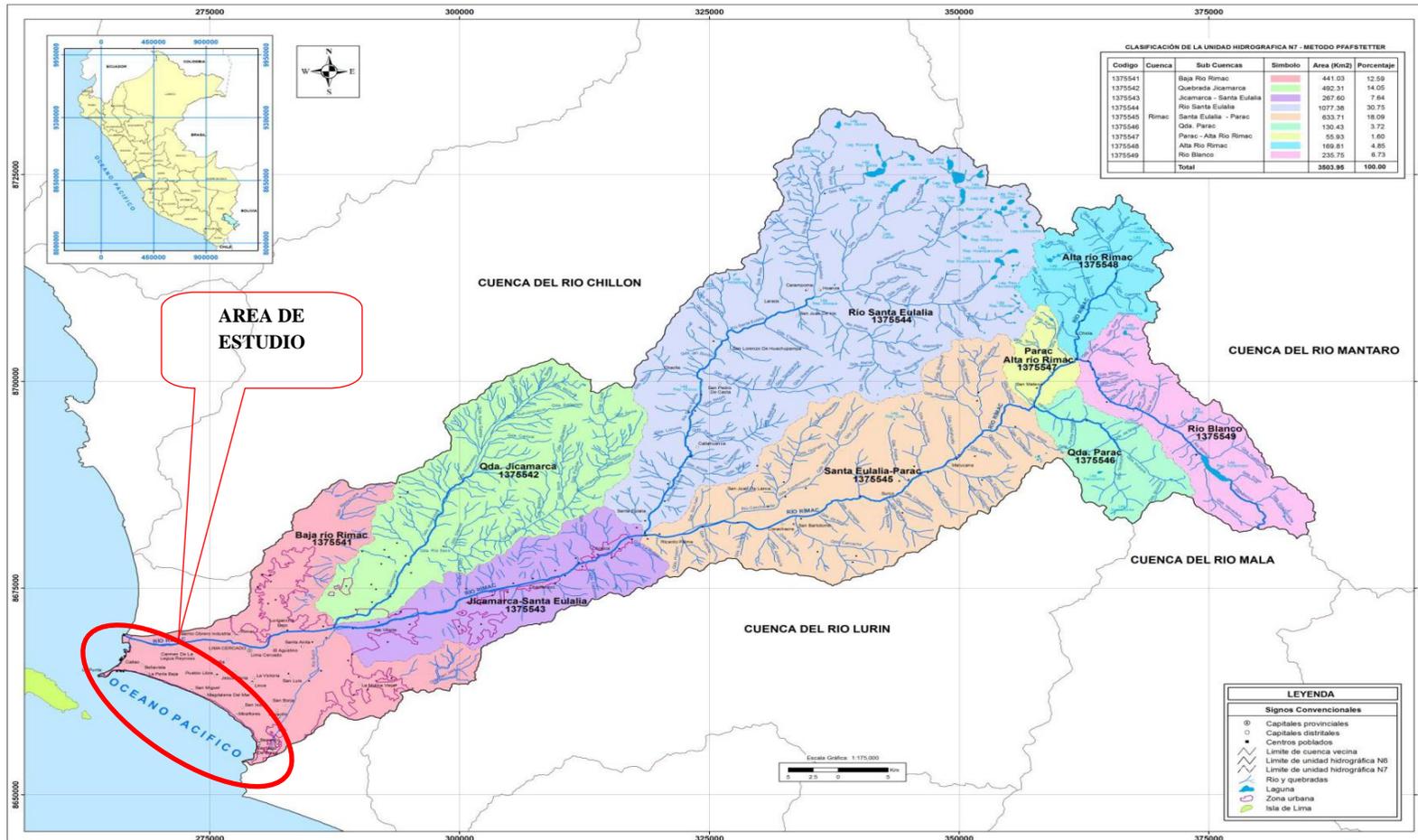
**8. Subcuenca Alto río Rímac**

La Subcuenca Alto río Rímac políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Chicla, tiene una superficie de 169.81 km<sup>2</sup> y representa el 4.85% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 18.18 km, hidrográficamente se localiza en la parte alta del río Rímac.

**9. Subcuenca río Blanco**

La Subcuenca río Blanco tiene una superficie de 235.75 km<sup>2</sup> y representa el 6.73% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 32.0 km.

Figura N° 1: Cuenca y Subcuencas del río Rímac.



Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

**Cuadro Nº 01. Subunidades Hidrográficas de la cuenca del río Rímac**

| Codigo Pfafstetter | Nivel | Unidad hidrográfica |                       | Rio principal y/o quebrada                 | Perimetro | Superficie |       | Long. Río principal | Pendiente rio principal (%) | Nº orden del río |
|--------------------|-------|---------------------|-----------------------|--|-----------|------------|-------|---------------------|-----------------------------|------------------|
|                    |       |                     |                       |  | (km)      | (km)       | (%)   | (km)                |                             |                  |
| 1375541            | 7     | Subcuenca           | Baja río Rimac        | Tramo Rimac (parte baja)                   | 156.24    | 441.03     | 12.59 | 22.92               | 0.02                        | 6                |
| 1375542            | 7     | Subcuenca           | Qda. Jicamarca        | Qda. Jicamarca-Huaycoloro                  | 113.25    | 492.31     | 14.05 | 44.15               | 2.07                        | 5                |
| 1375543            | 7     | Subcuenca           | Jicamarca-Sta Eulalia | Tramo Rimac (parte baja)                   | 92.48     | 267.6      | 7.64  | 34.81               | 0.02                        | 6                |
| 1375544            | 7     | Subcuenca           | Rio Sta Eulalia       | Rios Santa Eulalia-Macachaca-Pillca        | 181.24    | 1077.38    | 30.75 | 62.36               | 0.50                        | 5                |
| 1375545            | 7     | Subcuenca           | Sta Eulalia-Parac     | Tramo Rimac (parte media)                  | 133.63    | 633.71     | 18.09 | 48.39               | 0.08                        | 5                |
| 1375546            | 7     | Subcuenca           | Qda. Parac            | Qdas. Parac-Pachachaca-Tonsuyoc-Pucacorral | 56.05     | 130.43     | 3.72  | 20.55               | 1.27                        | 3                |
| 1375547            | 7     | Subcuenca           | Parac - Alta R. Rimac | Tramo Rimac (parte alta)                   | 34.36     | 55.93      | 1.6   | 7.89                | 0.03                        | 5                |
| 1375548            | 7     | Subcuenca           | Alta rio Rimac        | Tramo Rimac (parte alta)                   | 72.32     | 169.81     | 4.85  | 13.01               | 1.69                        | 4                |
| 1375549            | 7     | Subcuenca           | Río Blanco            | Río Blanco                                 | 90.23     | 235.75     | 6.73  | 32.07               | 1.99                        | 4                |
| 137554             | 6     | Cuenca              | Rimac                 | Río Rimac                                  | 149.5     | 3503.95    | 100   | 127.02              | 0.70                        | 6                |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

## 2.1.5 Recursos naturales

### A. Recurso Hídrico

El recurso hídrico correspondiente a la zona en estudio, corresponden a las aguas superficiales provenientes principalmente a las del río Rímac, el cual abastece en gran parte a la ciudad de Lima. En la cuenca del río Rímac, según un inventario realizado por la Autoridad Nacional del Agua, existen 630 fuentes de recurso hídrico superficial distribuido en: manantiales, quebradas, lagunas naturales, lagunas represadas, ríos y presas.

Otra de las fuentes importantes del recurso hídrico provienen de las aguas subterráneas, cuyo acuífero es recargado por el escurrimiento superficial de las aguas del río Rímac, las filtraciones que se producen en la parte media de la cuenca del río, así como por las infiltraciones en las zonas de riego de las áreas de cultivo.

### B. Recurso Suelo

La descripción de los suelos que se presentan en la cuenca del río Rímac, están clasificados en grandes grupos de suelos, entre ellos: Fluvisoles, Regosoles, Solonchack, Andosoles, Yermosoles, Xerosoles, Kantanozems, Paramosoles, Istosoles, Litosoles, Formaciones Líticas.

#### Fluvisoles

Dentro de éste grupo, se presentan tres unidades importantes de suelos: Fluvisol éútrico (irrigado), Fluvisol éútrico (seco) y Fluvisol éútrico (andino).

#### Fluvisol éútrico (irrigado)

Son suelos de relieve topográfico predominantemente plano y con perfiles Ap, AC o C. Presentan una morfología estratificada, habiéndose formado sobre depósitos recientes de origen aluvial. El horizonte A está débilmente desarrollado, presentando espesores y contenidos orgánicos variables. El horizonte (A) o C grada a un material mineral de rasgos morfológicos no diferenciados.

Estos suelos se distribuyen en su mayor extensión dentro del área agrícola de los valles de Chillón, Rímac y Lurín, y corresponden a los suelos aluviales irrigados de drenaje libre. Según su capacidad de uso pertenecen, en su mayor parte, a las clases I, II y III, es decir, aptos para fines agrícolas intensivos. Potencial y económicamente, representan al grupo edáfico de mayor valor para propósitos agrícolas.

#### Fluvisol éútrico (seco)

Son suelos con perfil C, formados por los rellenos aluviónicos del cuaternario, generados por las corrientes de curso intermitente, quebradas secas y pampas eriazas que se hallan enmarcadas en los valles o vecinos a éstos. El horizonte (A) es delgado y pálido (ócrico) y yace sobre una sección estratificada de texturas y espesores variables, predominando las fracciones gruesas, además de grava, guijarros y piedras. Pueden presentar una cantidad moderada de sales. Gran parte de estos suelos son de morfología esquelética o fragmentaria.

#### Regosol éútrico (seco)

Son suelos de perfil C, constituidos por materiales de textura gruesa y carente de horizontes diagnósticos; son de origen eólico y de morfología arenosa, mayormente constituidos por arenas finas acarreadas por acción del viento cuando son profundas; en otros casos, incluyen fragmentos gruesos de diversos orígenes. Presentan una topografía variada, desde plana, en las playas y partes bajas, hasta fuertemente inclinada a empinada, cuando se encuentran recubriendo las laderas y faldas de algunos cerros.

Se encuentran distribuidas en la mayoría de las pampas, siendo bien notorias en las pampas de Lurín y Ancón.

De acuerdo a su capacidad de uso, han sido clasificadas en la clase VII, pero la mayor parte corresponde a suelos sin valor para fines agrícolas (clase III).

### **Solonchaks**

Dentro de éste grupo edáfico, se presentan las siguientes unidades: Solonchak órtico y su fase hardpánica.

#### **Solonchak órtico**

Son suelos con perfil C, formados sobre depósitos de origen marino, aluvial y eólico. Presentan un horizonte sálico dentro de los 100 cm. Desde la superficie y la conductividad eléctrica en alguno de sus horizontes alcanza valores mayores de 16 mmhos/cm.

Son de textura predominantemente gruesa a moderadamente gruesa. El relieve topográfico es de plano a ligeramente ondulado por la presencia de dunas pequeñas; están distribuidas principalmente en Ventanilla y Punta Negra, así como en las zonas aledañas a Lurín.

La máxima capacidad de uso de estos suelos es VI, dominando las clases VII y VIII, ésta última no es apta para fines agropecuarios.

#### **Solonchak órtico, fase hardpánica,**

Son suelos con alta conductividad eléctrica, llegando hasta 90 mmhos/cm. en algún subhorizonte dentro del perfil; presentan una capa delgada, fuertemente cementada por sales, generalmente muy cerca de la superficie. El relieve es plano. Se le encuentra distribuida en las pampas, entre Lurín y Malanche, y al frente de Santa María. La máxima capacidad de uso de éstos suelos es de Clase VI, dominando las clases VII y VIII.

### **Histosoles**

Dentro de este grupo edáfico, se presenta una sola unidad. Esta unidad, que viene a ser ella misma, está conformada por suelos de naturaleza orgánica caracterizados por presentar un horizonte A hístico, profundo y de matices pardo grises muy oscuros.

Se distribuyen muy localmente, ocupando áreas depresionadas e hidromórficas. Por sus características morfológicas limitadas, sólo puede mantener una actividad pecuaria extensiva. Pertenecen a la clase VII de capacidad de uso.

### **Litsoles (Litosuelos)**

Dentro de este grupo edáfico y de acuerdo a su posición geográfica, condiciones climáticas prevalentes y grados de saturación de bases, se presentan las siguientes unidades: Litsoles desérticos, Litsoles andinos éutricos y Litsoles andinos dístricos.

#### **Litosol desértico**

Son suelos con perfiles (A) CR o (A) R. El horizonte (A) es muy delgado, pálido (ótrico) y generalmente, gravo-pedregoso, descansando sobre roca consolidada o detritus rocosos. La litología es variada, predominando las rocas sedimentarias y materiales tufáceos.

La topografía es abrupta, con pendientes dominantes de más de 70%. Este grupo en asociación con la formación lítica, se extiende desde los 300 msnm hasta aproximadamente los 2600 msnm.

Se presenta en asociación con los Xerosoles y Andosoles en su posición superior. Son suelos sin potencialidad agrícola por sus condiciones climáticas áridas, naturaleza superficial y pendientes extremadamente empinadas, por lo que se les considera de clase VIII de capacidad de uso de suelo; es decir, sin valor para propósitos agropecuarios.

## Uso mayor de los suelos

En la figura N° 02 se aprecia el Mapa de uso mayor de suelos, se presenta la distribución de los suelos por su capacidad de uso mayor, donde se observa la predominancia de los suelos de protección y de pastoreo limitado. Los suelos con aptitud para cultivos en limpio, representan una pequeña parte de los suelos de la cuenca, confinados a lo que queda del valle Rímac, San Mateo y Santa Eulalia.

El uso del suelo en la cuenca se puede agrupar en las siguientes categorías:

### **Cuenca Baja:**

Proceso de urbanización intensiva como parte de la expansión del área metropolitana de Lima, con múltiples usos incluyendo el habitacional, industrial, comercial y de servicios. El proceso de desarrollo a lo largo del río Rímac es muy intensivo, con una fusión de actividades a lo largo de la cuenca y creando ligas funcionales entre los diferentes poblados. La presencia de industrias metalúrgica, agroindustrial y papelera es notable en la zona. La zona de estudio está comprendida dentro de la Cuenca Baja

### **Cuenca Media:**

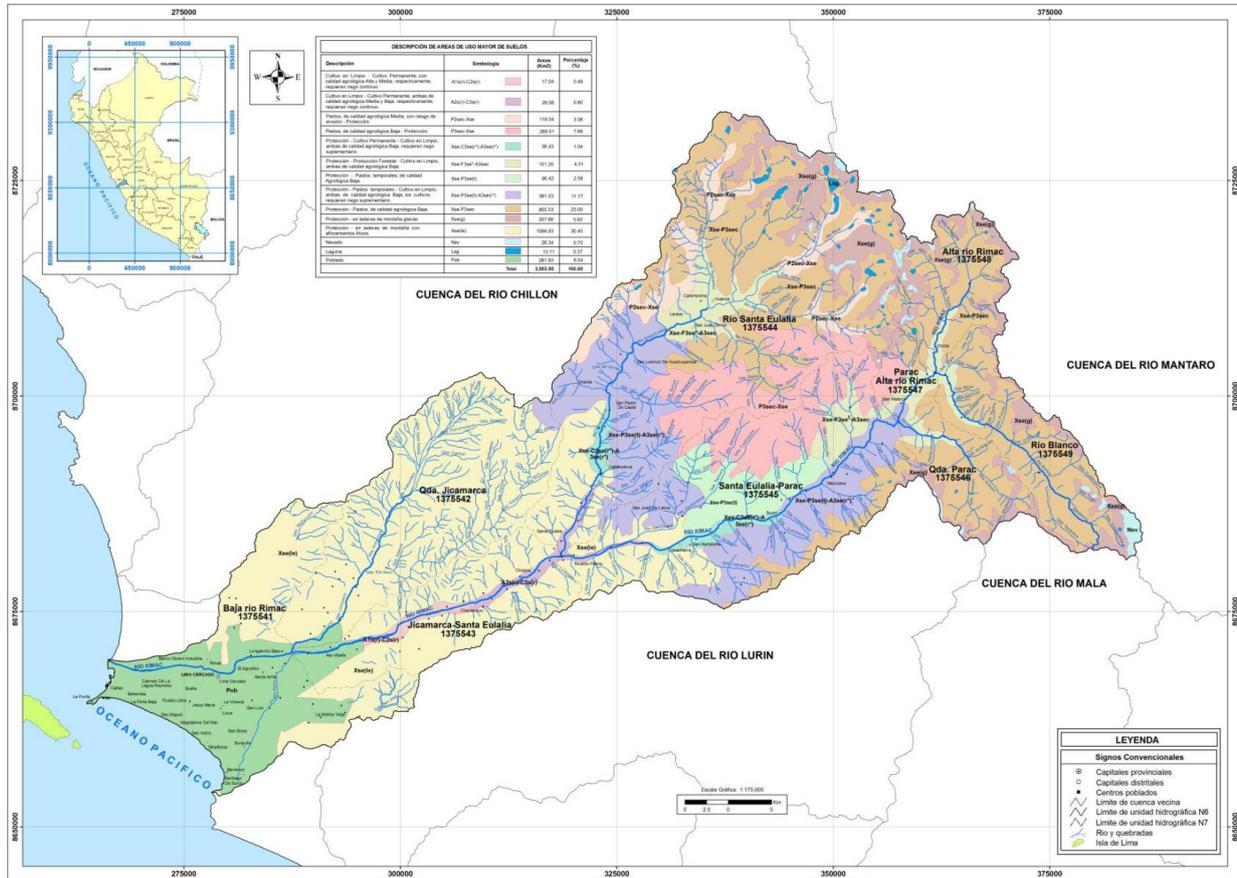
Desarrollo fraccionado debido a las condiciones topográficas, aunque prevalece el desarrollo de actividades a lo largo de la Carretera Central y el cauce del río Rímac. La confluencia del río Rímac y el río Santa Eulalia, marca el inicio de actividades menos intensivas y más dispersas espacialmente, producto de las condiciones geomorfológicas y sus limitaciones espaciales. En la cuenca media se localizan actividades industriales con impactos severos en la calidad del agua del río Rímac, debido a sus vertimientos sin tratamiento. En la Subcuenca del río Santa Eulalia, la ubicación de los distintos usos responde a la localización y al trayecto de la carretera principal y los caminos vecinos.

### **Cuenca Alta:**

A lo largo del río Rímac, el desarrollo ha girado históricamente en torno a la actividad minera. Gran parte de los poblados tienen su origen en la instalación de plantas concentradoras de minerales ubicadas al borde de la carretera central y/o en los márgenes del río Rímac. En la parte alta de la cuenca, zona oriental, se encuentra la Subcuenca del río Blanco, la cual presenta condiciones muy estables desde el punto de vista ambiental.

En la cuenca alta (subcuenca del río Santa Eulalia), se identifican áreas extensas de pastos altoandinos, con algunos centros de población que forman unidades económicas basadas en actividades de tipo pecuario, con una mayor fragmentación de la población en localidades por debajo de los 1,000 habitantes. En el cuadro N° 02, se presenta la distribución del uso de los suelos de la cuenca, representado en el mapa de uso mayor de suelos.

Figura N° 2. Mapa de Uso mayor de los suelos en la cuenca del río Rímac



Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

Cuadro N° 02. Distribución del uso de los suelos de la cuenca

| CATEGORÍAS   |  | Área (ha)      | %          |
|--------------|--|----------------|------------|
| 1            | Vegetación estacional tipo herbáceo – arbustiva                    | 46,092         | 14.86      |
| 2            | Vegetación estacional tipo herbáceo con cobertura mensual 20%      | 2,205          | 0.71       |
| 3            | Vegetación herbácea permanente tipo pajonal cobertura mensual 20%  | 43,425         | 14.00      |
| 4            | Vegetación herbácea permanente tipo pajonal cobertura mayo 20%     | 13,185         | 4.25       |
| 5            | Vegetación herbácea permanente tipo gramonal cobertura mayo 50%    | 20,771         | 6.70       |
| 6            | Vegetación herbácea permanente tipo gramonal cobertura mensual 50% | 60,717         | 19.58      |
| 7            | Áreas hidromórficas con vegetación permanente                      | 3,607          | 1.16       |
| 8            | Tierras en laderas intervenidas agrícolamente                      | 16,402         | 5.29       |
| 9            | Suelos desnudos (afloramientos líticos)                            | 21,071         | 6.79       |
| 10           | Bosques naturales  | 3,182          | 1.03       |
| 11           | Áreas agrícolas en valles  | 8,545          | 2.76       |
| 12           | Sin vegetación   | 59,654         | 19.23      |
| 13           | Usos urbanos   | 8,483          | 2.74       |
| 14           | Otros usos   | 2,802          | 0.90       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>310,141</b> | <b>100</b> |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

### C. Recurso Forestal

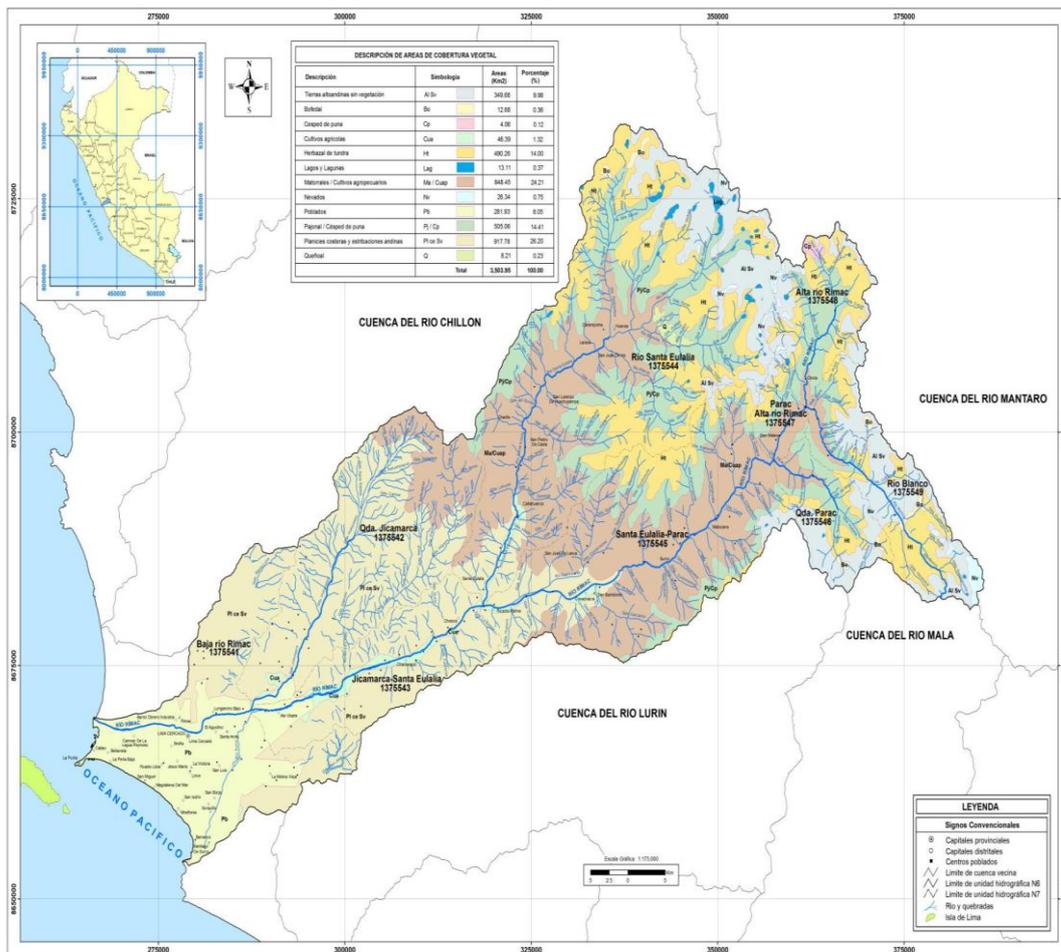
La cobertura vegetal está constituida exclusivamente por gramíneas de tipo forrajero. En el rango altitudinal entre 0 - 1,000 msnm, son áreas áridas o desiertas con pocas especies de Tillandsias que viven de la humedad atmosférica.

Entre los 1,000 y 2,000 msnm se considera una zona semiárida con especies tales como el molle (*Schinus molle*), la "tara" (*Caesalpnia tinctoria*) y varias especies de cactus.

En el rango de 2,000 a 4,000 msnm se presentan algunos arbustos y vegetación de pastos naturales estacionales. Entre los 4,000 y 5,000 msnm los pastos naturales son permanentes.

La cuenca del río Rímac abarca 3503,95 Km<sup>2</sup>, extensión que ha sido intervenida de manera intensiva por numerosas actividades de aprovechamiento y explotación, causando gran deterioro, como son los procesos erosivos, contaminación del agua y otros. En la figura N° 03, se aprecia la cobertura vegetal de la cuenca del río Rímac.

Figura N° 3. Cobertura vegetal en la cuenca del río Rímac



Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

## D. Recursos Turísticos

En el contexto de las características especiales identificadas en el ámbito de Estudio de la Costa Verde, encontramos recursos que por sus características físico-naturales y ambientales especiales; y su patrimonio cultural e históricos, definen a ésta como una zona con escenarios para impulsar, dinamizar y potenciar el desarrollo de la actividad turística y recreativa de manera sostenible.

Las características físico-naturales especiales que ofrece dicho espacio de manera integral, constituye un excelente atractivo no solo para la población de los distritos que integran dicha franja costera, sino en general como una zona de extensión recreativa de la ciudad de Lima Metropolitana y de otras procedencias.

Se han identificado a lo largo de la franja costera, dos escenarios para la actividad turística-recreativa:

Uno en el sector sur (distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro), dotado de áreas de atractivo natural y paisajístico (acantilados) y de playas, propio para la actividad de recreación y turismo de sol y playa, con mayor afluencia de público en los meses de verano.

Otro sector en la parte norte, espacio ganado al mar, propio para actividades recreativas y de esparcimiento que actualmente está en proceso de equipamiento.

En la plataforma alta, el patrimonio histórico y cultural complementa la actividad turística de temporada, constituido principalmente por:

- **Chorrillos:** La formación de los cerros del Morro Solar, declarado Zona Arqueológica Monumental, tiene en su cima el monumento al Soldado Desconocido, símbolo de la defensa de Lima, también se encuentra la gran Cruz que ilumina toda la Bahía y se aprecia desde cualquier punto de la Costa Verde, La Virgen del Morro y el monumento al héroe Miguel Iglesias.
- **Barranco:** Iglesia La Santísima Cruz de Barranco declarada patrimonio cultural, Bajada de los Baños, Puente de los Suspiros construido en 1876, Iglesia La Ermita, y el Museo Pedro de Osma, en el Centro Histórico de Barranco.

### 2.2 Sistema urbano regional

Lima Metropolitana, espacial y territorialmente constituye una unidad articulada y funcional, se concibe como un sistema urbano policéntrico, cuyos componentes, unos consolidados y otros en proceso de consolidación, muestran procesos diferenciados en su formación, transformación y morfología, definiendo a la vez su rol y funciones diversificadas, y grados de desarrollo, lo cual determina que como sistema cumple funciones diversificadas.

Con una gran dinámica en su proceso de urbanización, concentra aproximadamente el 30 % de la población total del país, así mismo es una ciudad atractiva para los flujos de migración, para las empresas, turismo e inversiones.

Seis de los distritos, parcialmente forman parte del Proyecto Costa Verde: Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena y San Miguel, cada uno con sus propias características que difieren entre ellos, en lo constructivo, paisajístico, social, cultural, económico, organización y gestión, entre otros aspectos. Desde el punto de vista poblacional, a nivel de distrito, el de mayor extensión territorial y de mayor población es el distrito de Chorrillos, siguiéndole San Miguel.

### 2.3 Sistema e infraestructura vial

No existe un Sistema Vial que integre la Costa Verde con los distritos de la plataforma superior, el desarrollo de las vías de la plataforma superior responde al sistema vial a nivel distrital o de Lima Metropolitana, solo la vía Circuito de Playas ha sido diseñada para la Costa Verde, pero vale acotar que como vía expresa no corresponde a las características propias y función de la Costa Verde.

Cabe indicar, que a los accesos a la Costa Verde, se les ha dado preferencia para el tránsito vehicular, sin considerar el uso de la Costa Verde, como área de recreación, balneario y turístico, donde gran afluencia de público baja a las playas, especialmente en verano. La descripción a continuación, demuestra cómo funcionan las vías de la plataforma superior con respecto a la vía Circuito de Playas (Figura N° 04).

Figura N°4. Esquema de la circulación vial en la Costa Verde.



**Vías Arteriales.** Estas vías permiten el tráfico y proporcionan continuidad permanente a lo largo de la faja costera, permiten el tránsito vehicular con media y alta fluidez y requiere de calles laterales de servicio y cuenta con accesos limitados con pocos cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones. En las vías arteriales, el estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido; la Vía Costanera que se inicia desde el distrito de San Miguel y recorre a lo largo de la plataforma Inferior adyacente al litoral es una vía rápida, es utilizada para el ingreso a las playas y el tránsito interdistrital, actualmente se encuentra equipada con infraestructura moderna de señalización y seguridad vial.

**Vías Colectoras.** La función de las vías colectoras es llevar el tránsito de las vías locales a las vías arteriales. Integran el circuito distribuidor principal, receptor del tráfico de las vías locales. Admite el transporte público en buses, camioneta rural y autos. Este tipo de vía, dentro del ámbito de estudio, está conformado por las avenidas que llevan directamente a la arteria principal o a las playas de la Costa Verde; son los accesos directos a la plataforma inferior; en el distrito de San Miguel las colectoras son: Av. Escardó, Inclán y Universitaria que desembocan directamente a la Av. Costanera. En el distrito de Magdalena, está la Av. Brasil y la Bajada Marbella. En San Isidro la Av. Salaverry y Coronel Portillo. En Miraflores la Bajada Armendáriz y Bajada Balta. Finaliza hasta el ingreso por la Av. Huaylas en el Distrito de Chorrillos.

**Vías Especiales.** Son todas aquellas vías cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente, se puede mencionar sin carácter restrictivo los siguientes tipos:

**Vías Turísticas Paisajísticas**, por las cuales se transita en la plataforma superior de los acantilados con vista al mar y tiene conexión con los parques y áreas verdes, conforman los accesos y vías angostas peatonales, veredas que llevan directamente a las pérgolas, parques y miradores; los cuales hay en San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos. También se pueden encontrar estas vías especiales en la plataforma inferior de la Costa Verde que conectan las playas Redondo, La Pampilla de Miraflores y en Barranco Los Yuyos, los Pavos.

**Vías malecón y de servicio**; comprenden los parques, ciclovías o rutas para ciclistas, rutas para atletas, en la plataforma superior solo en el distrito de Miraflores y en la Plataforma Inferior adyacente a la vía Costa Verde de forma discontinua desde San Isidro hasta Chorrillos (Club Regatas Lima).

Caminos o accesos peatonales de la plataforma superior hacia las playas mediante escalinatas, en Miraflores, San Isidro, Barranco y Chorrillos.

Boulevard Centro Comercial Larcomar: vías con tratamiento especial con normas específicas de ocupación y uso destinados a la actividad propia para usos especiales.

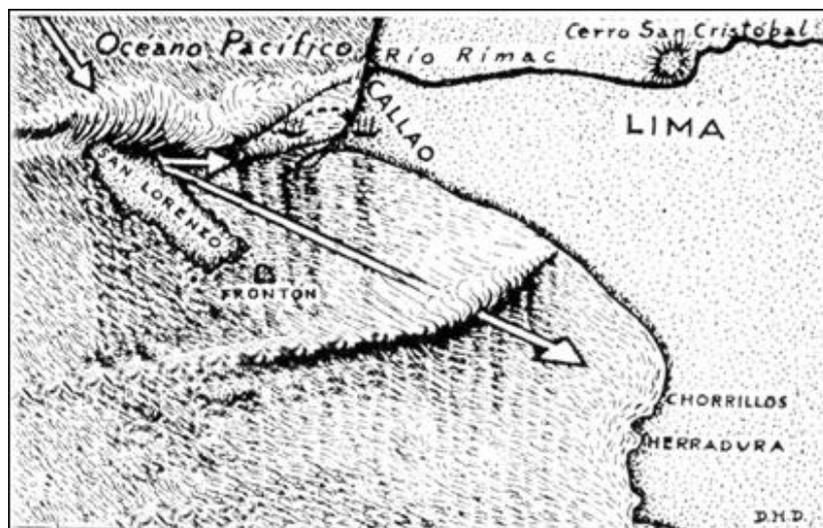
## 2.4 Seguridad físico – ambiental

Científicamente se reconoce que las zonas ubicadas en el Cinturón de Fuego o anillo de fuego del Pacífico soportan el 80% de la actividad sísmica y volcánica del planeta. La historia sísmica del Perú muestra que el litoral es una zona de alta actividad sísmica, siendo que la ciudad de Lima ha sufrido terremotos destructores seguidos de grandes maremotos.

La Costa Verde, está amenazada por fenómenos de origen Geológico, Marino, Climáticos, Geotécnicos, Tecnológicos. Entre ellos, los fenómenos Geológico marino y la actividad antrópica son los activadores de los peligros de remoción en masa como derrumbes, deslizamientos y caída de rocas, que afectan y definen las condiciones inestables de los acantilados.

De todos los sismos que han afectado el Perú, algunos han sido tan severos que han originado fenómenos conocidos como tsunamis. Los tsunamis son fenómenos que se originan en las profundidades de los océanos y muchas veces generan consecuencias más funestas que el sismo previo que la generó. El siguiente ejemplo nos da una idea de los daños que provocan los tsunamis: El Puerto del Callao, fue arrasado por un tsunami el 28 de Octubre de 1746, causando la muerte de 4800 personas de un total de 5000. Figura N° 05.

**Figura. N°5. Gráfico que muestra la ola del tsunami que se parte por la Isla San Lorenzo y la ola se refracta y junta en la Costa Verde.** Tomado del libro de Silgado.



Las características del suelo tendrán una importancia preponderante en el nivel de daños producidos por un terremoto de gran magnitud. Lima Metropolitana se asienta en su mayor parte sobre una suave llanura de material aluvional con pendiente de 4-5% en dirección NE-SO.

Los depósitos aluviales en Lima Metropolitana proceden en su mayoría del delta del río Rímac o del río Chillón, los cuales por su pronunciada pendiente arrastran abundante material erosionado. El suelo de la zona central de Lima, conglomerado de canto rodado y grava en una matriz limo-arenosa y con una napa freática muy profunda, es sísmicamente adecuado por su compacidad y resistencia, mostrando capacidad de carga de 3 kg/cm<sup>2</sup>. En la parte central del Callao, los estratos superficiales de capas de arena limosas arcillosas y una napa freática a 2 ó 3 metros, otorgan una presión admisible de 0,5 a 1 kg/cm<sup>2</sup>; en La Molina el suelo es de sedimentos de limo-arena-arcilla con gravas y lodos y la napa freática está a unos 13 metros, la resistencia del terreno es de 0,5 a 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. Se reconocen como suelos sísmicamente desfavorables los de sedimentos aluviales arenosos en Chorrillos, los acantilados costeros y los depósitos de basura en las riberas del río Rímac y San Martín de Porres.

Según el estudio “Plan de Manejo y Estudios de Factibilidad del Programa Ambiental de la cuenca del río Rímac”, INADE – 1998, señala que en la cuenca del río Rímac ocurrieron aproximadamente 1080 huaycos, y 21 inundaciones, lo que establece claramente que la cuenca del río Rímac es altamente inestable y propensa a que ocurran huaycos e inundaciones.

### **Medio ambiente**

A escala regional; la costa peruana en general está expuesta a los impactos ambientales generados por los efluentes industriales y domésticos vertidos directamente al Océano Pacífico. Algunas playas son utilizadas como botaderos a cielo abierto depositándose grandes cantidades de basura afectando el ecosistema regional como consecuencia de corrientes y mareas. A escala regional la contaminación por residuos sólidos es un problema de gestión municipal.

Las industrias principalmente pesqueras, conserveras y de harina de pescado contaminan significativamente la costa y la biomasa marina.

Estas industrias además de grifos y servicentros constituyen fuentes de explosión e incendio por sustancias peligrosas como el diesel y GLP principalmente. La actividad industrial y de servicios emite gases y partículas nocivas a la atmósfera.

### III. CONTEXTO URBANO

#### 3.1 Ubicación geográfica

El área de Estudio se encuentra ubicada entre los paralelos 12°04'42" y 12°10'05.1" de latitud sur y los meridianos 77°02'02.8" y 77°06'39.5" longitud oeste del meridiano de Greenwich, en la parte Baja del Valle del Río Rímac o planicie fluvio-aluvial, donde la pendiente del Valle del Río Rímac baja paulatinamente hacia la línea de costa, siendo abrupto el contacto mar-tierra, debido a la presencia de acantilados continuos en casi todo este sector del litoral. En el cuadro siguiente se observan las principales características de los distritos que conforman la Costa Verde:

**Cuadro N° 03. Características de los distritos que conforman la Costa Verde**

| Costa Verde | Distrito   | Dispositivo Legal de Creación | Altitud m.s.n.m. | Extensión km2 | Población 2007 |
|-------------|------------|-------------------------------|------------------|---------------|----------------|
| Distritos   | Chorrillos | Ley s/n 2-01-1857             | 37               | 38.94         | 286,977        |
|             | Barranco   | Ley s/n 26-10-1874            | 58               | 3.33          | 33,813         |
|             | Miraflores | Ley s/n 2-01-1857             | 79               | 9.62          | 85,065         |
|             | San Isidro | Decreto Ley 7113 24-04-1931   | 109              | 11.1          | 58,056         |
|             | Magdalena  | Ley 4101 10-05-1920           | 79               | 3.61          | 50,764         |
|             | San Miguel | Ley 4101 10-05-1920           | 50               | 10.72         | 129,107        |

#### 3.2 Referencia Histórica:

De acuerdo con las referencias históricas, a mediados del siglo XIX, mundialmente el mar era considerado solo como un medio de transporte y como fuente de recursos, las playas no eran aprovechadas como espacios de recreación y balnearios. En una entrevista al historiador Henry Mitrani efectuada para el programa "A la Vuelta de la Esquina", expresó que la gente acomodada en plena época de la revolución industrial comenzó a buscar espacios abiertos para salir de la ciudad; frente a esta situación el mar presentaba un panorama excelente, ante lo cual, comenzaron a construirse los balnearios, en el caso del Perú, en Lima se dio inicio en el distrito de Chorrillos. Así mismo señala que en la época del boom del guano, comenzaron a construirse casonas, palacetes y el malecón con sus lámparas de gas. En las estaciones de verano, la clase más selecta de la sociedad limeña paseaba por este lugar.

En la Guerra con Chile (1879), Chorrillos quedó destruido, pero a finales del siglo XIX, bajo el liderazgo del Club Regatas se vuelve a restablecer con la construcción de un local en ese lugar.

Más tarde, el distrito de Barranco empieza a competir con las playas de Chorrillos. En los años 20 se convirtió en el lugar de moda y el más progresista de la capital, ante ello se inicia la edificación del parque de Barranco el cual es construido por los propios vecinos, el Puente de los Suspiros y el funicular para bajar por el pasaje del mismo nombre, el cual se manejaba con balones de agua, no era eléctrico ni mecánico, simplemente con el uso del peso del agua.



Miraflores, es otro de los distritos que forma parte de la Costa Verde, un lugar que fue colonizado por inmigrantes europeos como Guillermo Schell y Domingo Porta quienes construyeron un rancho donde sembraron pinos. En el año de 1920 este distrito dio un gran salto con la construcción de la avenida Leguía, hoy llamada Arequipa que la une con el Centro de Lima. En 1937, el surfista Carlos Dogny estableció el surf en el Perú, y al comprobar que Miraflores tenía olas apropiadas, en el año 1942, fundó el Club Waikiki.

En 1960, debido a que los balnearios tradicionales y el transporte urbano eran insuficientes para la cantidad de habitantes que tenía Lima, se planificó y construyó una vía al pie de los acantilados que uniera la Punta con Chorrillos, de esta manera los distritos de Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores y Barranco tendrían sus propias playas. A finales de los 70 el circuito de playas ya era conocido como la Costa Verde.

En el 2009, las municipalidades de San Miguel y de Magdalena del Mar junto con el Gobierno Central iniciaron el proyecto de recuperación de la autopista de la Costa Verde, paralelo a ello, la descontaminación de la playa con el cierre del colector, para convertirlas en playas aptas para bañistas.

En el 2010, con una inversión de US\$ 220 millones, la Municipalidad Metropolitana de Lima inicia el proyecto “Costa Verde para todos”, iniciando la ejecución de las obras en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar, para beneficio de 600 mil vecinos de ambas comunas. Dentro de las obras ejecutadas al 2014, se encuentra:

- Construcción del puente peatonal cercano al Parque John Lennon, ubicado en la cuadra 3 de la Av. Bertolotto, para unir el acantilado con las playas en San Miguel, el cual fue inaugurado en Octubre del 2014.
- Construcción de dos rampas de acceso vehicular hacia la Costa Verde, en las bajadas de Sucre y Marbella.
- Construcción de 4,5 kilómetros de vía correspondientes al tercer carril.
- Construcción del Malecón Bertolotto que incluye: ciclovías de 3 metros de ancho (cuya extensión llega hasta la avenida Rafael Escardó), una pista de trote, un paseo peatonal, así como pérgolas. Además áreas de estacionamiento para bicicletas, entre otros.

### **3.3 Caracterización urbana**

#### **3.3.1 Crecimiento demográfico**

Lima es una ciudad cuyo crecimiento demográfico y ocupación urbana aumentan de manera exponencial año a año. Producto de este crecimiento, desde fines del siglo XX, ha tenido lugar en la ciudad, un redescubrimiento del litoral como un potencial espacio de desarrollo urbano. Así la Costa Verde constituye un foco de atracción para los inversionistas privados, lo que su vez ha contribuido a que en los últimos años se produzca un cambio en la dinámica de ocupación del litoral de Lima.

Ante ello, los distritos con jurisdicción en la Costa Verde, han potenciado el crecimiento urbano zonificando el uso del suelo en la plataforma superior a los acantilados, como zonas residenciales, encontrándose edificios multifamiliares hasta de 17 pisos, desde el distrito de San Miguel hasta Chorrillos, siendo el Distrito de San Isidro el único en reglamentar dentro de su Plan Urbano como ZRE (Zona de Reglamentación Especial) la zona aledaña a los acantilados.

Por ello, es importante señalar el crecimiento poblacional que se viene desarrollando, en la plataforma superior de la Costa Verde, con frente al malecón, ejecutándose construcciones de densidad muy alta, lo que enfrenta a los distritos a la necesidad de realizar nuevas inversiones y readecuar los servicios e infraestructura existentes.

Un elemento que debe tomarse en cuenta al analizar los impactos de los eventos naturales y su relación con el aumento poblacional, es la actividad turística, que reviste gran relevancia, especialmente en los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores, que en forma cíclica ven multiplicada su población en los meses de verano, la cual se contabiliza aproximadamente en unas 100,000 personas.

**Cuadro N°04. Costa Verde: Crecimiento demográfico**

| <b>Distrito</b> | <b>Extensión Km<sup>2</sup></b> | <b>Población<br/>2007 (Según INEI)</b> |
|-----------------|---------------------------------|--|
| Chorrillos      | 38.94                           | 286,977                                |
| Barranco        | 3.33                            | 33,813                                 |
| Miraflores      | 9.62                            | 85,065                                 |
| San Isidro      | 11.1                            | 58,056                                 |
| Magdalena       | 3.61                            | 50,764                                 |
| San Miguel      | 10.72                           | 129,107                                |

### **3.3.2 Usos del suelo**

La zona costera constituye una interfaz entre la tierra y el mar, en ella el uso de la tierra y las características ambientales afectan directamente las condiciones ecológicas marinas, y viceversa. Es un área de actividad muy dinámica, pero con una limitada capacidad para soportar las alteraciones antrópicas y los intensos procesos de producción, consumo e intercambio que en ella ocurren.

En la plataforma superior, en los 6 distritos que se encuentran dentro del ámbito de la Costa Verde, el uso predominante es el residencial de densidad alta, desde 9 pisos; señalando que con frente al acantilado, en todos los distritos, se están construyendo edificios de más de 9 pisos; los materiales predominantes son el ladrillo y concreto.

#### **1. Distrito de San Miguel**

Se encuentra en el extremo noroeste de la Costa Verde, siendo sus vías de acceso, en la plataforma superior, la Av. La Paz y su prolongación denominada Av. Federico Galessi, que lo conecta con el distrito de Magdalena. Por el malecón, se une al Callao y a Magdalena, por la Av. Costanera y Av. Bertolotto. En la plataforma inferior se une con los demás distritos por la Av. Circuito de Playas.

Este sector está consolidado con uso residencial, presentando construcciones antiguas en la plataforma superior. Todo este sector cuenta con los servicios básicos de agua, desagüe y energía eléctrica.

En la plataforma superior, se ha observado, que el uso residencial que predomina es de densidad baja, RDB, con viviendas de uno y dos pisos, siendo el material predominante el ladrillo.

En la plataforma superior, existen claramente tres sectores bien diferenciados, un primer sector, desde el Jr. Virú hasta Gamarra, con construcciones antiguas, autoconstruidas al margen de las normas, e industrias que funcionan sin licencia. Estas construcciones se encuentran en mal y regular estado de conservación. Dentro de este sector se están construyendo dos edificios de 15 pisos y también se ubica el Colegio Santo Domingo El Apóstol, que se encuentran en buen estado de conservación. El segundo sector, que se prolonga hasta la calle Independencia, se caracteriza por construcciones antiguas donde predominan las que se encuentran en regular estado de conservación, y el tercer sector que se

caracteriza, por tener edificaciones antiguas y modernos edificios, todos en buen estado de conservación.

A lo largo de todo este sector de San Miguel, frente a las Av. Bertolotto y Costanera, encontramos un proceso de cambio de baja densidad a muy alta densidad, con la construcción de edificios de hasta 15 pisos, localizados donde antes existían viviendas antiguas, que han sido demolidas para la construcción de los edificios. Así mismo se están construyendo edificios de hasta 8 pisos localizados en diferentes puntos de este sector.

Existe gran diversidad de comercios, que se desarrollan de preferencia a lo largo de la Av. La Paz, y alrededores, encontrándose talleres de mecánica, depósitos de carros, carpinterías, lubricentro, Plaza Veá, Mercado Cooperativo, Mercado 14 de Octubre, Mercado de Abastos, restaurantes, 2 hoteles y comercio local (panaderías, tiendas de abarrotes, bazares, etc.).

### **Equipamiento Básico**

#### Educación:

- Colegio "Cristo Es Mi Amigo"
- C.E.I. "Albert Einstein"
- Colegio " Santo Domingo El Apóstol"
- C.E. "Innova Schools"
- C.A.R. "San Miguel Arcángel"
- Colegio "Nuestra Señora Del Carmen"
- Centro Educativo Estatal
- I.E.P. Hogar Del Niño
- Colegio "Claret"
- C.E. "San Jorge"
- Centro Educativo Roque Sáenz Peña Sm-18
- C.E. "Almirante Grau"

#### Salud:

- Policlínico Municipal
- Centro de Rehabilitación

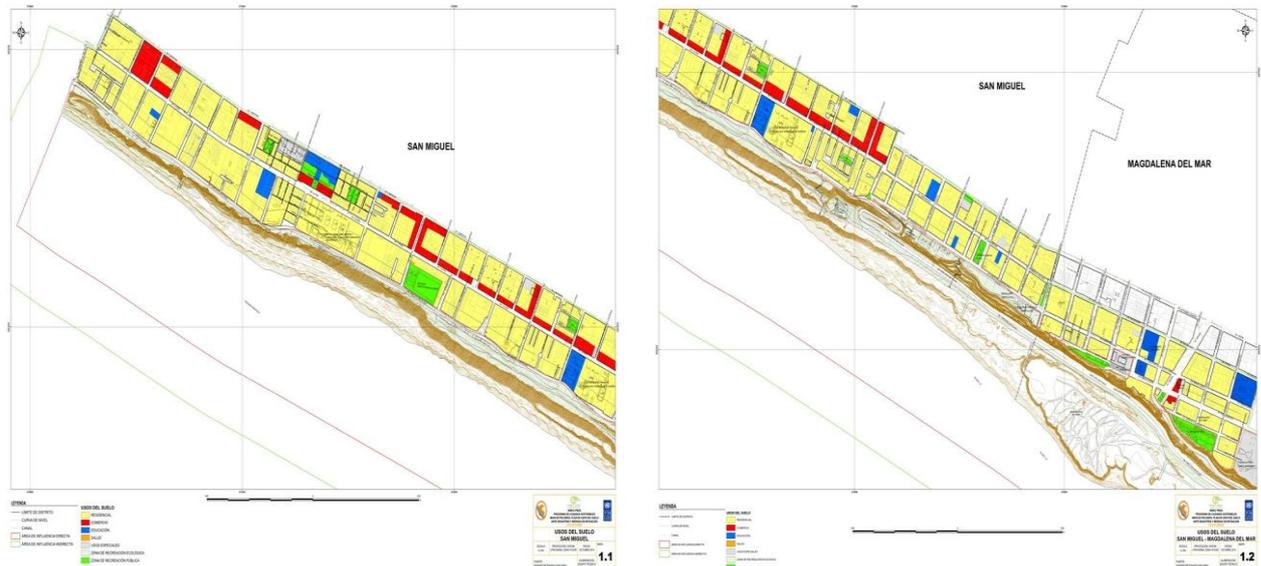
#### Usos Especiales:

- Municipalidad de San Miguel
- Iglesia Metodista de Miramar
- Club Jauja
- Estadio Adolfo Magallanes

En el área del malecón, predomina el uso recreacional, con parques y juegos para niños. Así mismo en el límite con el distrito de Magdalena del Mar se ha construido un edificio de 15 pisos, ubicado al borde del acantilado, el mismo que es vulnerable ante un sismo. El acantilado se encuentra en un proceso de protección con geo mallas.

La plataforma inferior en el distrito de San Miguel, igualmente se está implementando con uso recreacional. Se está construyendo infraestructura vial y peatonal, para acceso a la plataforma superior. En San Miguel no existe balneario, sin embargo a la zona de costa se le denomina Playa Mar Brava.

Figuras N° 6 y 7: Uso del suelo – Distrito de San Miguel



## 2. Distrito de Magdalena del Mar

Magdalena del Mar es un distrito que antiguamente contaba con un balneario, el cual tenía un amplio y atractivo malecón, el mismo que poco a poco se ha ido derrumbando. Posteriormente la plataforma superior, entro en un proceso de deterioro, con construcciones próximas al acantilado, y que por efectos del clima y falta de mantenimiento, estas presentaban un estado decadente. Cabe indicar que actualmente existe un grupo de viviendas en mal estado, localizadas en el Malecón Castañola.

Predomina el uso residencial. Al final del malecón, en el límite con San Miguel, existe una vivienda construida sobre el malecón, la cual es vulnerable ante deslizamientos que ya se han producido anteriormente. Las vías de integración, en la plataforma superior son el Jr. Salaverry y la Av. Del Ejército, que conectan Magdalena con los distritos de San Miguel y San Isidro, respectivamente. Por el malecón, se une a San Miguel por el Jr. López de Solís (Cmde. Espinar), que se conecta con la Av. Bertolotto. Sin embargo no existe malecón que lo una a San Isidro. En la plataforma inferior se une con los demás distritos por la Av. Circuito de Playas.

Actualmente, tanto en la plataforma superior como inferior, Magdalena ha ampliado áreas mediante rellenos. El Sector frente al malecón, se está consolidando con uso residencial de densidad alta, mediante la construcción de edificios de hasta 17 pisos. Así mismo se han construido parques implementados con juegos para niños.

El A.H. Medalla Milagrosa, ubicado en Magdalena, se ha construido sobre el acantilado, con un sistema constructivo deficiente, sin ninguna seguridad estructural, al margen de las normas de habilitación urbana.

### Equipamiento Básico

Educación:

- C. E. San Gabriel
- C.E. Santa María Eufrosia
- Colegio "San José De Cluny"
- Puericultorio Pérez Aranibar
- C.E. Virgen De La Medalla

Usos Especiales:

- Coliseo Chamochoy
- Centro Cultural Yuyachkani

**Figura N° 08: Usos del suelo –  
Distrito de Magdalena del Mar**



### 3. Distrito de San Isidro

San Isidro no acredita modificaciones en la plataforma superior ni en la plataforma inferior, con excepción de trabajos de estabilización del acantilado. En la plataforma superior, se observa un desarrollo urbano homogéneo, ubicándose con frente al borde del acantilado muy pocos edificios de alta densidad. No existe conexión con la plataforma inferior, por lo que no tiene acceso a la playa.

Este sector está consolidado con uso residencial, encontrándose a lo largo de la Av. Pérez Aranibar un proceso de consolidación de uso comercial. Con frente al malecón se han construido parques, debidamente implementados, en óptimas condiciones de mantenimiento.

En la plataforma inferior, San Isidro no ha implementado ningún tipo de infraestructura, salvo la vía Circuito Turístico que se está ampliando.

#### Equipamiento Básico

Educación:

- C. E. "María Reiche"

Salud.

- Instituto de Rehabilitación Infantil
- Centro de Salud "San Isidro"

Usos Especiales:

- Comisaría de San Isidro
- Seguridad Ciudadana
- Complejo Deportivo "San Isidro"
- Maestranza

**Figura N° 09. Mapa de Uso del suelo en los distritos de Magdalena del Mar y San Isidro**



#### 4. Distrito de Miraflores

El sector del distrito de Miraflores, en la plataforma superior presenta un frente urbano consolidado, mostrando a la vez una dinámica de cambio, con un proceso constructivo de alta densidad, siendo sus vías de acceso que la integran con San Isidro y Barranco, al norte la Av. Pérez Araníbar y la Av. De la Aviación, y por el sur la Av. Armendáriz.

En la plataforma superior predomina el uso residencial y comercial. En la zonificación de usos del suelo se observa que el 20% de la superficie corresponde a comercio, un porcentaje bastante alto, que podría verse afectado en caso de un evento adverso. Todas las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. Muchas de las viviendas se están ofreciendo en venta.

Hacia los bordes del acantilado, Miraflores dispone de los malecones Cisneros, Reserva y de La Marina, de los parques Salazar, Domodossola y Grau, como también jardines, en buen estado de conservación. El acantilado se encuentra protegido, por sectores con geomallas. Todo este sector cuenta con los servicios básicos de agua, desagüe y energía eléctrica.

#### Equipamiento Básico

Educación:

- Colegio "Mater Purísima"
- Centro Pre Univ. Ricardo Palma
- Colegio "Virgen De Fátima"

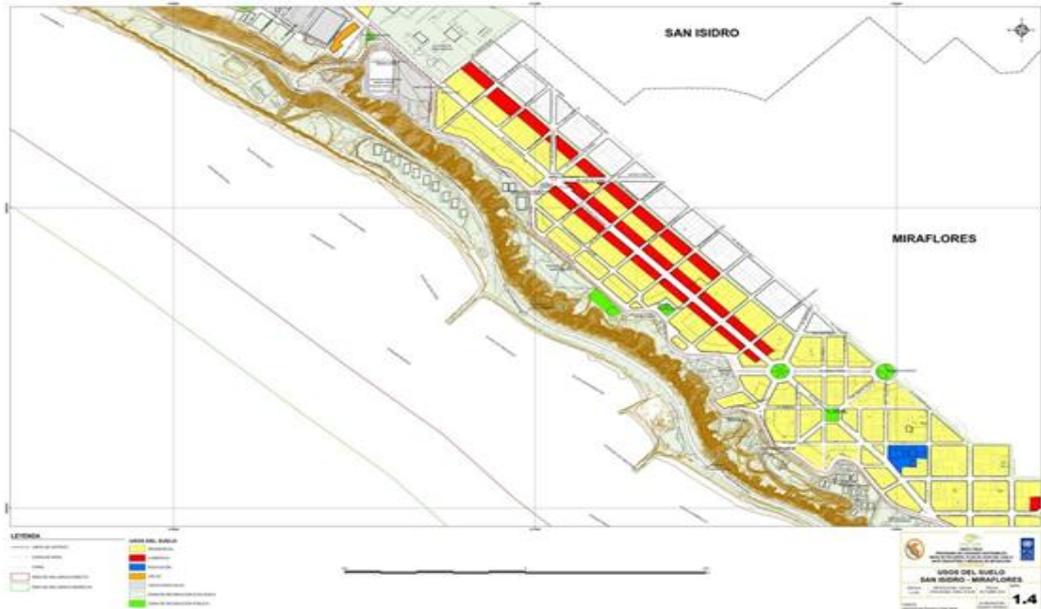
Salud.

- Clínica Good Hope

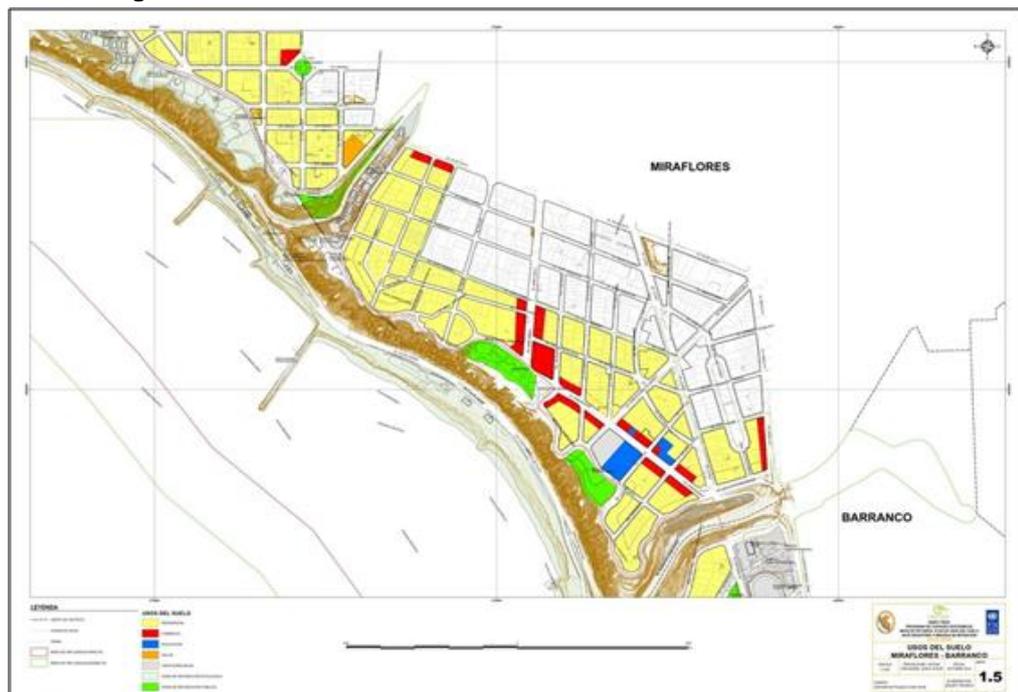
Usos Especiales:

- Iglesia "Virgen De Fátima"
- Casa Honorio Delgado – UPCH
- Estadio Manuel Bonilla

**Figura N° 10. Usos del suelo del Distrito de Miraflores – Sector norte**



**Figura N° 11. Uso del suelo en el distrito de Miraflores – Sector sur**



## 5. Distrito de Barranco

El Distrito de Barranco es Zona Monumental y Patrimonio Cultural de la Nación; la iglesia La Ermita, ubicada colindante con la Bajada de Baños, también es Monumento Histórico, encontrándose en el ámbito de la Costa Verde.

El sector de Barranco, en la plataforma superior, presenta un frente urbano consolidado, donde predomina el uso residencial. Muestra a la vez una dinámica de cambio, en un proceso constructivo de alta densidad, con edificaciones que superan los ocho pisos; sin embargo Barranco se caracteriza por el mantenimiento y conservación de sus casonas antiguas,

observándose que presenta un porcentaje importante de viviendas en regular estado de conservación, justamente por su antigüedad.

En la Bajada de Baños, observamos uso mixto de vivienda y comercio, en material de construcción de adobe y ladrillo, encontrándose algunas en mal estado de conservación. Entre las zonas monumentales de Barranco, en el ámbito de la Costa Verde, tenemos la plazuela donde se ubica la iglesia La Ermita. Cabe indicar que la iglesia se encuentra en muy mal estado de conservación.

Sus vías de articulación con Miraflores y Chorrillos son la Av. San Martín, que está calificada como Vía Colectora y la Av. Pedro de Osma. Hacia los bordes del acantilado, Barranco dispone de malecones, parques y jardines.

### Equipamiento Básico

Educación:

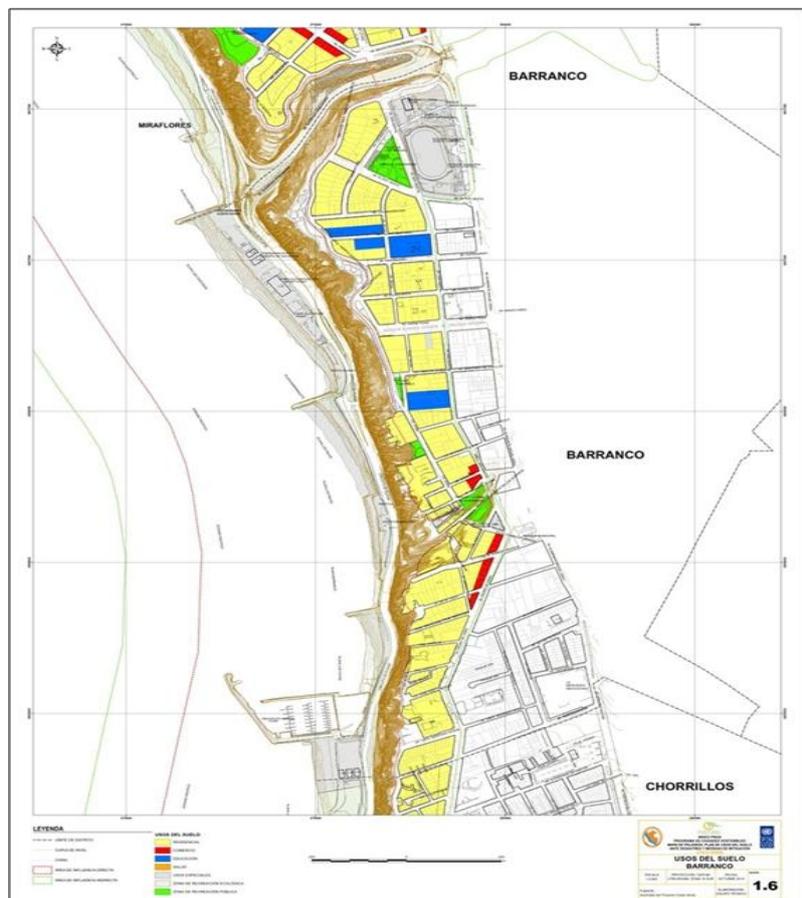
- Colegio Parroquial Santa Rosa
- Colegio "Don Bosco"

Usos Especiales:

- Barranco Tennis Club
- Parque Confraternidad
- Estadio Luis Gálvez Chipoco
- Centro de Formación en Turismo
- Iglesia La Ermita
- Municipalidad de Barranco
- Fundación Mutualista

Todo este sector cuenta con servicios básicos de agua, desagüe y energía eléctrica.

Figura Nº 12. Usos del suelo en el distrito de Barranco



## 6. Distrito de Chorrillos

“San Pedro de los Chorrillos”, fue la denominación oficial del distrito en alusión a los chorrillos de agua dulce que se desprendían de los barrancos hacia el lado de la playa Agua Dulce. (Mar del Sur, Historia de los Bañerios Limeños.



**Fotografía N°.1: Caídas de agua en Chorrillos**

Chorrillos es un balneario de gran afluencia en épocas de verano, sus visitantes proceden tanto del distrito de Chorrillos como de los diferentes distritos Lima Metropolitana.

En este distrito se ubican los cerros que conforman El Morro Solar, los cuales fueron escenario de una de las batallas más sangrientas que se libró en la denominada Guerra del Pacífico entre Perú y Chile. Fue declarado en 1977 Zona Intangible y el 30 de diciembre de 1986 Monumento Histórico de la Nación, sin embargo, en las últimas décadas esta área histórica viene siendo invadida por asentamientos humanos tales como: Miguel Iglesias, Nuevo Milenio, Marcavilca, entre otros, cuyas viviendas son construidas con material precario tales como esteras, madera, latas, igual situación está ocurriendo en el Cerro Marcavilca. En la plataforma superior, presenta un frente urbano consolidado, donde predomina el uso residencial.

Su vía de articulación con Barranco es la Av. Pedro de Osma. Hacia los bordes del acantilado, Chorrillos dispone de malecón, cuya área es reducida de ancho, siendo restringido su acceso, en algunos sectores, por disposición de los propietarios de las viviendas que han colocado rejas en la calle que da acceso al malecón. Todo este sector cuenta con los servicios básicos de agua, desagüe y energía eléctrica.

### Equipamiento Básico

Educación:

- C.E. "Sagrado Corazón Chalet"
- Colegio Parroquial Cristo Rey
- C.E. Angélica Recharte

Salud:

- Policlínico PN Chorrillos

Usos Especiales:

- Club Chorrillos
- Iglesia Central
- Estadio Municipal
- Estación de Bomberos

Un aspecto importante del crecimiento poblacional en los distritos de Chorrillos y parte de Magdalena, es la localización espontánea de asentamientos humanos sin planificación urbana, ocupación urbana accesible a los estratos sociales pobres, ya sea dentro de la ciudad o en la periferia.

El crecimiento de los asentamientos humanos es particularmente preocupante, debido a su ubicación y ocupación, como en el caso de Chorrillos, en las laderas del Morro Solar y Cerro Marcavilca, zona no considerada como expansión urbana del plano de zonificación del distrito. Carece de servicios básicos y por ser un crecimiento sin planeamiento urbano, sobreusan los servicios y equipamientos urbanos de la parte baja.

En el caso de Magdalena, el A.H. Medalla Milagrosa, de ocupación espontánea, se localiza sobre un espacio reducido y que corresponde a talud del acantilado, sensible a eventos naturales de carácter físico, erosión y derrumbes, principalmente. Por el lado constructivo, las edificaciones constituyen edificaciones irregulares (sin licencia y autoconstrucción). Así mismo presentan alta densidad, hacinamiento y limitaciones en los accesos, con pasajes y escaleras muy estrechos y de alta pendiente.

### **3.3.3 Equipamiento urbano**

En la Costa Verde existen equipamientos de Educación y Salud, mas no se puede determinar la cobertura por cuanto la ubicación de los equipamientos públicos está en función del servicio a nivel distrital.

Con relación al equipamiento de recreación pública, todos los distritos tienen áreas verdes en la plataforma superior, en mayor o menor dimensión, siendo San Isidro y Miraflores, los distritos que han implementado mayor cantidad de parques en el malecón. En la plataforma inferior, en San Miguel y Magdalena se encuentran en proceso de implementación de parques en la superficie ganada al mar. El equipamiento que se ubica en la Costa Verde, es el siguiente:

## Educación

|             |   |   |   |
|-------------|---|---|---|
| San Miguel: | Colegio "Cristo Es Mi Amigo"<br>C.E.I. "Albert Einstein"<br>Colegio " Santo Domingo El Apóstol"<br>C.E. "Innova Schools"<br>C.A.R. "San Miguel Arcángel"<br>Colegio "Nuestra Señora Del Carmen"<br>S<br>Centro Educativo Estatal<br>I.E.P. Hogar Del Niño<br>Colegio "Claret"<br>C.E. "San Jorge"<br>Centro Educativo Roque Sáenz Peña Sm-18<br>C.E. "Almirante Grau" | San Isidro:<br><br>Miraflores:<br><br>Barranco:<br>Santa Rosa<br><br>Chorrillos:<br>Corazón | C. E. "María Reiche"<br><br>Colegio "Mater Purísima"<br>Centro Pre Univ. Ricardo Palma<br>Colegio "Virgen De Fátima"<br><br>Colegio Parroquial<br><br>Colegio "Don Bosco"<br><br>C.E. "Sagrado Chalet"<br>Colegio Parroquial Cristo Rey<br><br>C.E. Angélica Recharte |
| Magdalena:  | C. E. San Gabriel<br>C.E. Santa María Eufrosia<br>Colegio "San José De Cluny"<br>Puericultorio Pérez Aranibar<br>C.E. Virgen De La Medalla  | San Miguel:<br><br>San Isidro:<br>Rehabilitación Infantil<br><br>Miraflores:<br>Chorrillos: | Policlínico Municipal Centro de Rehabilitación de Instituto de Centro de Salud "San Isidro"<br>Clínica Good Hope<br>Policlínico PN Chorrillos   |

**Ver Anexo VII: Mapa N° EU – 1.1 A EU – 1.7 - Equipamiento Urbano de la Costa Verde.**

### 3.3.4 Materiales y sistemas constructivos

Las Edificaciones urbanas asentadas en la plataforma superior de la Costa Verde en su mayor parte son construcciones modernas de concreto armado (concreto con refuerzos de acero), entre viviendas, edificios, condominios, edificios públicos y centros comerciales; seguidamente se encuentran las construcciones de albañilería con algunas particularidades en cuanto a técnicas de construcción y que generalmente son edificaciones construidas en los años 60, casas chalet de dos y hasta de tres niveles localizadas y sectorizadas dentro del ámbito de estudio; existen también casonas antiguas cuyos materiales de construcción son el adobe, quincha y madera, misceláneas típicas para construir en el siglo pasado y que hoy en día han adquirido un valor histórico como patrimonio cultural y que actualmente se han declarado como monumentos históricos; existen también, en ciertos sectores aislados como los asentamientos humanos, viviendas de madera prefabricada apoyadas sobre plataformas construida sobre el talud o ladera del cerro, con espacios y pasajes reducidos de difícil acceso.

La caracterización por el material de construcción de las edificaciones dentro del ámbito de estudio presenta variantes muy marcadas, debido, entre diversos factores, a las actividades comerciales que los habitantes desarrollan en cada zona diferenciada; así como los estilos de vida en zonas localizadas y sectores de consumo relacionados a recreación y diversión, que también ocupan espacios direccionados al turismo de la Costa Verde. El desarrollo de estas zonas depende mucho de los recursos económicos de sus habitantes, infraestructura de servicio con que cuenta cada distrito y las políticas de desarrollo que orienten sus autoridades.

La tipología de materiales y sistemas constructivos encontrados a lo largo de la faja costera señalada como el ámbito de Estudio de la Costa Verde son:

**Edificaciones de Concreto Armado.** Se componen de unidades estructurales de vigas, placas, columnas y losas como estructura de sostenimiento y trabajan como un material homogéneo; que tienen como materiales de construcción al cemento, agregados y al acero, la ventaja de este sistema constructivo es que tiene una resistencia muy alta a la compresión pero muy baja a la tracción motivo por el cual las armaduras de acero juegan un papel muy importante del cual depende mucho su seguridad y resistencia ante sollicitaciones; para las divisiones y distribución de los ambientes dentro de la edificación se suele utilizar cerramientos de mampostería que no son más que muros de ladrillo confinados y que no son portantes; por la poca exigencia en su mantenimiento, la seguridad que brinda y la disponibilidad en el medio; así como por la relativa economía para la adquisición se ha convertido en el sistema más utilizado en la industria de la construcción e inversiones inmobiliarias.



Fotografía N° 2. Moderna construcción de concreto armado de un edificio multifamiliar en la Av. Bertolotto.



Fotografía N°3. Vivienda unifamiliar de Albañilería confinada en distrito de San Miguel.

**Edificaciones de Albañilería Confinada.** Este sistema de construcción de viviendas está conformado por un sistema de muros en ambas direcciones confinados por vigas y columnas; inclusive las losas y vigas soleras suelen construirse monolíticamente y que en conjunto resisten las sollicitaciones; la técnica comprende primero la construcción del muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas.

En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc. Este sistema es adoptado generalmente en viviendas unifamiliares de dos a tres niveles, en la plataforma superior de la Costa Verde se ha verificado que existen construcciones con esta tipología, que en algunos casos recientes se observa que han sido edificadas con dirección técnica y con la utilización de materiales de calidad; sin embargo también existen edificaciones que carecen de estudio técnico, a cargo de un maestro de obras, con materiales que no son de calidad y que han sido construidas sin la fiscalización de las municipalidades distritales (autoconstrucción), en su mayoría con una antigüedad de 30 a 40 años.

**Edificaciones de Mampostería - Albañilería.** Este sistema de construcción fue muy utilizado durante la década del 60, es un sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser, por ejemplo: ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras, talladas en formas regulares o irregulares adheridos por un mortero que generalmente se compone de cal y/o cemento en proporción al árido.

Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y todos los elementos son portantes; no es recomendable para construcciones en grandes alturas y gran parte de la construcción no es estructural, por tanto no presta mayor seguridad frente a sollicitaciones sísmicas; se ha verificado la existencia de una importante cantidad de viviendas construidas con este sistema que están ubicadas principalmente en los distritos de San Miguel, Magdalena, Barranco y Chorrillos.

**Edificaciones de Adobe.** Los materiales usados para su construcción, son los habituales adobe, quincha, madera y otros, son sistemas constructivos que datan desde el año 1920 hacia adelante, estas viviendas generalmente tienen características arquitectónicas coloniales, algunas construcciones posteriores no lo son, por haber empleado estos sistemas por razones de economía, habitualmente son de un solo nivel predominando como unidad del sistema el adobe y cobertura con madera y torta de barro, quedando cimentadas sobre zanjas con relleno de piedra y barro.

Estas viviendas debido al deterioro que presentan y al uso inadecuado que tiene actualmente presentan riesgo de colapsar ante la acción de un sismo severo. Esta característica referida al material predominante de la edificación sirvió como línea base para el análisis de las demás características de las edificaciones. El distrito de Barranco es el que alberga la mayor cantidad de viviendas de esta tipología, principalmente en la Bajada de Baños, La Ermita, Jr. Ayacucho, Sectores aledaños al Puente de los Suspiros; y aún se pueden observar en los Distritos de San Miguel, Magdalena y Chorrillos.

**Construcciones Precarias.** Estos sistemas constructivos se encuentran en los asentamientos humanos, principalmente en los ubicados en las laderas del Cerro Marcavilca y en el Morro Solar en el Distrito de Chorrillos.

Son construcciones carentes de criterios técnicos para su edificación, dado que la utilización indiscriminada de materiales no apropiados ni las técnicas adecuadas durante el proceso constructivo asociado a la mala práctica de ocupación, constituyen un riesgo muy alto en caso de ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud. La autoconstrucción de viviendas en estos sectores conlleva a la utilización de materiales precarios generalmente la combinación de elementos de mampostería con la madera o la utilización del ladrillo con mortero hasta de tres niveles en superficie inclinada, erigida sobre una plataforma horizontal endeble conformada por pircas de piedra unidas con cemento y arena que no presta seguridad ni estabilidad. **Ver Anexo N° VIII: Material de Construcción: Mapa MC – 1.1 al Mapa MC – 1.7.**



Fotografía N°.4: Construcción de Adobe, casona en el Distrito de Barranco.



Fotografía N°.5: Viviendas Precarias en el A.H. Cerro Marcavilca - Chorrillos.

### 3.3.5 Patrimonio monumental

La zona Monumental lo constituye un sector del Distrito de Barranco el cual tiene un valor cultural, artístico, histórico y social. Acorde a Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, Ley N° 28296 que establece entre sus objetivos y políticas nacionales la defensa, protección, promoción, propiedad, régimen legal y destino de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación.

En virtud a ello se establece que la zona monumental debe conservarse por cualquiera de las razones siguientes:

- Porque poseen valor urbanístico de conjunto.
- Porque poseen valor como documento histórico y/o artístico.
- Porque en ellas se encuentran un número apreciable de monumentos o ambientes urbano monumentales.

Asimismo, de acuerdo con la Norma A.140 del Reglamento Nacional de Edificaciones, los inmuebles de valor monumental “son aquellos inmuebles que sin haber sido declarados monumentos revisten valor arquitectónico o histórico”.

La zona Monumental está delimitada principalmente por las calles Domeyer y Unión, Salaverry y Roosevelt, el camino a Chorrillos (avenida Grau) y la línea del Ferrocarril (avenida Bolognesi). La Bajada de Baños, el Parque Central con el Palacio Municipal, en el cruce de la avenida Grau y la avenida Pedro de Osma, generándose un nuevo nodo central que es la Ermita (Iglesia), El puente de los Suspiros y las casonas ubicadas a ambos lados del Jr. Ayacucho (lado sur de la Bajada de Baños).

Los materiales usados para la construcción, son los habituales de la época: adobe, quincha, madera, caña de Guayaquil y barro, los cuales han podido resistir varios terremotos, como el de 1974, donde varias casonas se dañaron, deterioro aunado a la falta de mantenimiento y uso inadecuado que visiblemente se observa en la actualidad.

En los últimos 60 años, estas zonas de Barranco se fueron consolidando y paralelamente se ha venido dando un proceso de deterioro urbano debido tanto a la demolición de muchas casonas antiguas, como a la presión inmobiliaria que desde los años 60 se ha desarrollado en el distrito, proceso que se da hasta el día de hoy con la densificación en altura mediante edificaciones multifamiliares para sectores A y B, sobre los acantilados, en zonas de protección paisajista, lo que ha traído grandes problemas de contaminación visual, generando deterioro urbano.

Una de las últimas situaciones que han ocasionado gran malestar en la población es la ocupación de equipamientos y comercios en las zonas destinadas a playa de manera ilegal en el litoral Barranquino.



Fotografía N° 6. Iglesia La Ermita de Barranco.



Fotografía N° 7. Casonas ubicadas en el lado sur de la Bajada de Baños

### 3.3.6 Servicios básicos

**Agua Potable.** De acuerdo a las informaciones del INEI, el 100% de las viviendas de los seis distritos cuentan con servicios de agua mediante conexiones a la red pública dentro de la vivienda, a excepción de los asentamientos humanos ubicados en el distrito de Chorrillos que aún no cuentan con el servicio de instalaciones domiciliarias, abasteciéndose de pilones públicos o mediante camiones cisternas, que proveen en pequeños tanques de almacenamiento de los usuarios.

**Alcantarillado.** Los seis distritos del ámbito de Estudio cuentan con el servicio básico de evacuación de aguas servidas; las tuberías de alcantarillado recogen las aguas de las áreas de la plataforma superior hacia colectores principales de cada distrito, a excepción de las áreas ubicadas a media ladera en el Distrito de Magdalena del Mar, en el tramo intermedio de la bajada hacia la playa; El Conjunto Habitacional Marbella, cuenta con una estación de bombeo de aguas servidas y que también recoge las aguas de las viviendas aledañas que se encuentran por debajo de la cota del sistema principal; entre ellas el Barrio La Medalla Milagrosa, etc. No se tiene información con relación al estado de conservación, mantenimiento ni capacidad de operación de estas redes, tampoco se tiene información de colapsos permanentes del sistema de alcantarillado dentro del ámbito de estudio. En los asentamientos humanos ubicados en el Distrito de Chorrillos el sistema de evacuación de aguas servidas solo está cubierto para algunas viviendas que se encuentran cercanas a las redes principales situadas en las partes bajas. **Ver Anexo N° VIII: Red de Agua y Alcantarillado: Mapa RAA – 1.1 al Mapa RAA – 1.7.**

**Energía Eléctrica.** Debido a las actividades que se desarrollan en las áreas de cada distrito que conforman el ámbito de estudio, las necesidades de energía eléctrica son atendidas acorde a la demanda. Para los edificios multifamiliares las necesidades son mayores que para las viviendas unifamiliares; así mismo para las actividades comerciales, industriales son satisfechas al 100%; mediante el cableado subterráneo desde los transformadores y las subestaciones existentes a lo largo del ámbito. En la Plataforma Inferior o Circuito de Playas de la Costa Verde, también se utiliza el mismo sistema, sin embargo por las necesidades comerciales las demandas son temporales.

### 3.3.7 Accesibilidad, infraestructura y circulación vial

La Costa Verde por sus características físicas, naturales y ambientales constituye un ecosistema, cuyo paisaje está configurado por los acantilados, playas y mar, en la plataforma inferior. En la plataforma superior, el paisaje lo configura su estructura constructiva, áreas verdes y el malecón, que constituye un balcón natural.

Por sus características y funciones propias de playa y zona de recreación pública, que atrae grandes flujos de población, principalmente en verano, la función de las vías y servicios debe ir acorde con las actividades que se desarrollan y no de tránsito rápido, situación que debería ser prevista y considerada por la Autoridad del Proyecto Costa Verde, en la actualización del Plan Maestro de la Costa Verde.

La Costa Verde cuenta con varios accesos vehiculares y actualmente se están incrementando los accesos peatonales con la construcción de escaleras en los distritos de San Miguel y San Isidro.

#### Accesibilidad a la Costa Verde:

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| San Miguel: | Bajada Escardo<br>Bajada N° 1   |
| Magdalena:  | Bajada Sucre<br>Bajada Marbella |

|                  |   |
|------------------|---|
| Miraflores:      | Bajada Circuito de Playas<br>Bajada Balta     |
| Bajada Barranco: | Bajada Armendáriz<br>Bajada de Baños          |
| Chorrillos:      | Bajada Calle Tenderini<br>Túnel de Chorrillos |

Como ya se ha mencionado, la vía Circuito de Playas o Costa Verde tiene la característica y función de vía Expresa, que no concuerda con las características y función de la Costa Verde, sirviendo como circulación para la interconexión de los distritos de la plataforma superior, como vía rápida, sin considerar a la población que recurre a la Costa Verde en busca de recreación, esparcimiento o a la playa; como también a muchos turistas que acuden durante todo el año a los restaurantes, equipamientos y servicios que se ubican en la Costa Verde.

### 3.4 Medio ambiente

#### 3.4.1 Normatividad ambiental

##### A. Normatividad Sectorial

A continuación se mencionan algunas de las principales normas legales ambientales referentes a la contaminación ambiental y al manejo de sustancias peligrosas.

- a. Ley del Ambiente N° 28611
- b. Residuos Peligrosos y Residuos de Origen Doméstico de Gestión Municipal
  - Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314.
- c. Agua
  - Resolución Legislativa 24926 (10-11-88). Convenio para la Protección del Medio Ambiente y la Zona Costera del Pacífico Sudeste y su Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación proveniente de Fuentes Terrestres.
  - Documentos que MITINCI presenta a consulta ciudadana; Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos. Separata Especial “El Peruano”. 11 de Julio de 1999.
  - Ley 26620 (09-06-96), Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas, Fluviales y Lacustres.
  - Decreto Supremo 004-99-PE (28-03-99), Reglamento General para la Protección Ambiental en las Actividades Pesqueras y Acuícolas, art. 9.
  - Decreto Ley 17752 (24-07-69), Ley General de Aguas, art. 14, 22,23 y 24.
  - Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas, modificado por Decreto Supremo 029-83-SA (25-08-83).
  - Resolución Directoral 0052-96-DCG (09-03-96), aprueban lineamientos para el desarrollo de estudios de impacto ambiental relacionados con los efectos que pudiera causar la evacuación de residuos por tuberías a los cuerpos de agua.
  - Resolución Directoral 0238-95-DCG (16-09-95), dictan normas técnicas a fin de prevenir y controlar las descarga de residuos, mezclas oleosas y otros en el área marítima por parte de las plataformas fijas o flotantes.
  - Resolución Directoral 0497-98-DCG (09-12-98), aprueban lineamientos para elaboración de planes de contingencia en caso de derrame de hidrocarburos y sustancias nocivas al mar, ríos o lagos navegables.

##### B. Normatividad Específica Internacional

A continuación se mencionan algunas de las principales normas legales ambientales internacionales referentes a la contaminación ambiental y al manejo de sustancias peligrosas en el mar:

- OILPOL.-Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos (International Convention For The Prevention of Pollution of The Sea by Oil celebrado en 1954 y modificado de acuerdo a sus protocolos de 1962, 1969 y 1971. Este convenio fue cambiado por MARPOL, constituyendo hitos en la prevención de la contaminación marina.

- LDC Dumping.-El convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.
- MARPOL.-Convenio internacional para la prevención de la contaminación por buques y lanchas, 1973.
- Intervention Convention.-convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en caso de accidentes que causen contaminación por hidrocarburos.
- OPRC.-Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos, Londres 1990.
- CLC.-Convenio internacional sobre responsabilidad civil nacida de daños debidos a contaminación por hidrocarburos.
- Fund. Convention.-Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños debido a contaminación.
- Nuclear Convention.-Convenio relativo a la responsabilidad civil por transporte marítimo de mercancías peligrosas.
- Carta de Belgrado.-1975, UNESCO, aprobada por el programa de educación ambiental marino costero impulsado por la dirección de asuntos marítimos.
- Código Marítimo Internacional de Sustancias Peligrosas.
- Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimientos de desechos y otros materiales.
- Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños debidos a la contaminación por hidrocarburos.
- Organización Marítima Internacional (OMI).-Instrumentos que previenen la contaminación marítima con daños ambientales.

Breve Legislación respecto a Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas

- Ley 14084 (08-06-62), sobre control de contaminación por fábricas de químicos y harina de pescado, art. 1.
- Ley 23407 (29-05-82).Ley General de Industrias. Art. 103.
- Decreto Supremo 019-97-ITINCI (01-10-97), Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera, art. 5.
- Decreto Supremo 044-99-PE (28-03-99), Reglamento General para la Protección Ambiental para la Protección Ambiental en las Actividades Pesqueras y Acuícolas, art.9.
- Decreto Supremo 019-97-ITINCI (01-10-97), Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera, art. 5.

En el siguiente cuadro se resumen los principales dispositivos legales aplicables al presente estudio en la especialidad de medio ambiente:

**Cuadro Nº 05 Resumen del Marco Legal Ambiental aplicable al Estudio Costa Verde**

| <b>Normatividad Ambiental Nacional</b>                  |   |
|---|---|
| Constitución Política del Perú, Título III, Capítulo II |   |
| Ley 28611   | Ley General del Ambiente  |
| Ley 17752   | Ley General de Aguas  |
| Ley 27867   | Ley Orgánica de Gobiernos Regionales  |
| Ley 27972   | Ley Orgánica de Municipalidades   |
| D. Leg. 757   | Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada                       |
| Ley 28245   | Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental                         |
| Ley 27314   | Ley General de Residuos Sólidos   |
| D.S. 057-2004-PCM                                       | Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos                            |
| Ley 28256   | Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos  |
| <b>Marco Legal para Estudios de Impacto Ambiental</b>   |   |
| Ley 27446   | Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental                          |
| Ley 26786   | Ley que Regula la Evaluación de Impactos Ambientales de Obras y Actividades |

|                |   |
|----------------|---|
| D.S.056-97-PCM | Establece los casos en los que se requerirá opinión técnica del INRENA para la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental.                   |
| D.S.061-97-PCM | Modifica el Decreto Supremo 056-97-PCM y establece plazo de 20 días para que el INRENA rinda opinión técnica sobre Estudios de Impacto Ambiental. |

### 3.4.2 Sistemas ecológicos

Los sistemas ecológicos constituyen los principales componentes ambientales a proteger en el ámbito de Estudio de la Costa Verde, los cuales se pueden definir como el conjunto de partes del espacio geográfico costero-marino mutuamente acopladas e interdependientes entre sí en sus fases sólida (tierra), líquida (agua) y gaseosa (aire) ocupados por la flora y fauna existente en todas sus formas con sus respectivos flujos de energía los cuales se pueden definir a escala local agrupados en áreas según se indica a continuación:

#### Áreas Ecológicas de la Zona Costera Continental

De acuerdo al Sistema de Clasificación Ecológica desarrollado por el Dr. L.R. Holdridge, la Costa Verde pertenece a la zona de vida Desierto Desecado- Subtropical (dd-S). Ecológicamente la Costa Verde presenta dos zonas ecológicas; una zona baja plana hidromórfica y salinizada; y una zona fuertemente accidentada que corresponde al acantilado:

##### a. Zona Ecológica Baja

Comprendida entre la plataforma de playa y el pie del acantilado. Esta zona tiene su mayor potencial sistémico en el área entre las playas Redondo y Agua Dulce. Esta zona a su vez se divide en dos (02) Sub Zonas Ecológicas.

###### a.1 Sub Zona Hidromórfica

Comprende los humedales de Agua Dulce y San Isidro; en estrecha relación con el acuífero subterráneo de Chorrillos- Barranco y la Sub Zona del Acantilado Húmedo.

###### a.2 Sub Zona de Plataforma

Comprende las plataformas formadas por acumulación de desmontes, con suelos para usos de infraestructura de servicios y plantaciones forestales (palmeras, etc.); que requieren de riego.

##### b. Zona Ecológica del Acantilado

Es muy inestable por su fuerte pendiente, in consolidación de clastos y derrumbes. En esta se identifican dos (02) Sub Zonas.

###### b.1 Sub Zona de Travertino Húmedo

De aproximadamente 10 a 15 metros de altura desde la base del acantilado con las siguientes características:

- Tramo de Acantilado Magdalena; el travertino no existe por desgaste marino del acantilado.
- Tramo de Acantilado San Isidro – Miraflores; el travertino es seco, con esporádicos carrizos, enredaderas mejoradas con riego por goteo.
- Tramo de Acantilado Miraflores- Chorrillos; el travertino es más húmedo con persistencia de cobertura vegetal arbórea, carrizos, pastos, enredaderas, etc.

###### b.2 Sub Zona de Acantilado Seco

Comprende la parte superior del acantilado sobre la Sub Zona de Travertino; que es desprovisto de todo tipo de cobertura vegetal y expuesta a la erosión eólica y derrumbes.

### **Ecosistemas Terrestres Litorales**

Estos forman dos ambientes distintos pero integrados hidrobiológicamente:

#### **a. Acantilados**

Los acantilados son geoformas originadas por la erosión de las masas rocosas y sedimentos que bordean el mar; que en conjunción con los afloramientos hídricos han dado lugar a la formación de ecosistemas aprovechados por algunas especies animales como son las aves de rapiña, aves migratorias, palomas, roedores, anuros, lagartijas y artrópodos (insectos y arañas principalmente); que lo utilizan como refugio, lugar de anidación, fuente de alimento, etc.; conformándose de esta manera un sistema de intercambio energético basado en una estructura de cadena trófica sumamente sensible.

#### **b. Terrazas-Playa**

Geoformas originadas por la acumulación marina y antropogénica que han dado lugar a planicies y depresiones hidromórficas que constituyen ecosistemas con menor contenido biológico por la ocupación humana; con vías de acceso, edificaciones y presencia humana veraniega; modificando y limitando extremadamente el desarrollo biológico; a excepción de algunas áreas hidromórficas muy restringidas en Agua Dulce.

### **Ecosistemas de Transición Litoral**

Estos constituyen el medio de mayor importancia biológica del litoral, por su dinámica intensa, su alta productividad primaria y secundaria y por su alta fragilidad y vulnerabilidad a los procesos de intervención y contaminación.

En este ecosistema de transición entre el mar y la tierra se consideran dos bioestructuras; el litoral rocoso y las playas arenosas y pedregosas, comprendidas entre el máximo nivel que alcanza las aguas (alta marea de sicigias) y el mínimo nivel (baja marea de sicigias); cuya amplitud depende de la morfología litoral, estas oscilaciones del nivel de mar son originadas por las influencias astronómicas en los solsticios.

#### **a. Litoral Rcoso**

Al igual que ocurre en el ecosistema de bosques, en los sistemas acuáticos marinos es posible determinar una estratificación marcada por la presencia de organismos característicos.

Esta unidad está formada por zonas protegidas, semi-expuestas, expuestas y muy expuestas. Este esquema es representativo de los acantilados y espigones de enrocado biológicamente consolidados (Agua Dulce).

### **Ecosistema Marino.**

Compuesto por una diversidad de especies de flora y fauna marina.

## **IV. CARACTERIZACION FÍSICO GEOGRÁFICA**

### **4.1 Problemática y Análisis Ambiental**

El problema ambiental en la Costa Verde se concentra en los peligros de polución de aire, suelo, agua y ecosistemas, además de la problemática del almacenamiento y manejo de sustancias químicas peligrosas anteriormente descritas, las cuales serán caracterizadas luego de la evaluación de los respectivos peligros o amenazas tecnológicas siguiendo la secuencia metodológica de identificación y posterior evaluación de Peligros en el contexto de la Costa Verde.

#### **a. Contaminación de Agua.**

El agua de diferentes usos se contamina debido a las acciones de la población en su quehacer cotidiano además de las actividades económico-productivas, alterándose sus características originales lo cual recae en el deterioro de la salud de los pobladores principalmente, a continuación se describen las principales áreas de contaminación.

##### **a.1 Contaminación de Agua para Consumo Humano**

Se ha evaluado la información respecto a la calidad de agua para consumo humano distribuida a través de las redes ubicadas en el área de influencia ambiental del Estudio de la Costa Verde; considerando principalmente la peculiaridad geotécnica y naturaleza de los suelos, por donde se emplazan las estructuras y tuberías hidráulicas de cobertura de saneamiento de agua y alcantarillado; caracterizados por lentes de arcillas, estratos de arena, limo y conglomerados masivos, además de emplazamientos sectorizados de travertinos. Razón por la cual se estima que el agua pudiera contaminarse por elementos externos como resultados de fallas en el suelo de fundación y antigüedad de las redes; llegando a provocar colapsos en las tuberías, cajas de registro etc.

##### **a.2 Contaminación Microbiológica de Agua**

En base a los resultados de los ensayos de la calidad microbiológica de agua efectuados por SEDAPAL, se han evaluado las fuentes de contaminación microbiológica mediante el análisis de sus principales parámetros.

- i. Contaminación de Agua para Consumo Humano en las redes de distribución domiciliaria  
Considerando el cumplimiento de los estándares sanitarios para el manejo de agua por parte de SEDAPAL, se estima el nivel de contaminación teniendo en cuenta posibles fallas en las tuberías, que por la naturaleza geológica y sísmica del acantilado, pueden llegar a producirse colapsos en las redes.
- ii. Contaminación de Pozos  
Destacan en este rubro los pozos de agua subterránea ubicados en el distrito de Chorrillos, los cuales surten de agua utilizada para regadío.
- iii. Contaminación de Reservorios  
Considerando las características de las infraestructuras como estado de conservación y material de construcción, presenta un nivel de contaminación.
- iv. Continuidad del Servicio de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano  
De acuerdo a la información con que se cuenta, la continuidad del servicio para los 06 distritos en el área de influencia de la Costa Verde correspondiente al casco urbano en la parte superior del acantilado es de 24 horas.

Sin embargo en las playas el suministro de agua para consumo humano está limitado únicamente a clubes, restaurantes y algunos baños públicos municipales. En la

actualidad ninguna playa cuenta con grifos de agua potable de uso público para bañistas principalmente.

En el caso de los establecimientos de venta de alimentos como quioscos ambulantes el agua es almacenada en depósitos y/o bidones o baldes. La carencia de agua obliga al comerciante a almacenar el agua en recipientes bajo condiciones de insalubridad, generándose fuentes de enfermedades infectocontagiosas.

En las zonas urbano marginales de Chorrillos ubicadas en el área de influencia ambiental del proyecto Costa Verde, el abastecimiento vía cisternas no asegura una buena calidad de agua. Se concluye que la limitada cobertura de este servicio en las playas es una de las causas principales de muchas enfermedades gastrointestinales y dermatológicas en los veraneantes y turistas.

### **a.3 Cobertura del servicio de Agua Potable y Alcantarillado**

Considerando que los 06 distritos integrantes del ámbito de estudio de la Costa Verde en su límite topográfico superior incluye el casco urbano con una cobertura de saneamiento básico de 100%; éste se considera desde el punto de vista básico, como suficiente.

Respecto al límite inferior del área de influencia del proyecto conformada por las playas e infraestructuras de servicios diversos, los cuales cuentan también con una cobertura de servicio de saneamiento equivalente al 100% a excepción de los servicios higiénicos y grifos de uso público de agua potable en las diferentes playas de la Costa Verde cuya cobertura se considera insuficiente siendo el déficit exacto, desconocido.

### **a.4 Contaminación del mar por efluentes domésticos e industriales**

Se describen a continuación los análisis del tipo científico, tecnológico y ambiental, acerca de la contaminación marina por efluentes domésticos e industriales:

#### **i. Análisis de base científica**

Del análisis ambiental correspondiente al mar de la Costa Verde, para determinar el grado de contaminación de los efluentes provenientes de los desagües domésticos e industriales que son vertidos al ecosistema marino, se concluye:

- En el cuerpo receptor marino existe un nivel de contaminación proveniente de vectores diferentes como son los desagües domésticos e industriales.
- Los efluentes del desagüe del Muelle Artesanal de Pescadores en el distrito de Chorrillos, está constituido por los residuos de la limpieza de productos hidrobiológicos como pescado, mariscos y crustáceos principalmente, incidiendo así en mayor medida con la contaminación microbiológica y el consiguiente incremento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).
- Por la experiencia en análisis ambientales de agua de mar; se tiene conocimiento que los niveles de la DBO5, durante los períodos de actividad industrial y vertimientos constantemente significativos, alcanzan valores altos los cuales disminuyen notablemente e incluso alcanzan valores por debajo de los establecidos en la Ley referida en el acápite anterior, cuando disminuyen los vertimientos de efluentes; reflejando la rápida recuperación del ecosistema marino. Sin embargo, en algunos lugares dichos valores permanecen elevados en el cuerpo receptor debido a que existen otras cargas contaminantes resultantes de la presencia de colectores del alcantarillado de las ciudades de cada distrito y la descarga de los ríos que vierten residuos provenientes de la agricultura y la minería, así como de otras actividades marinas no pesqueras.
- La persistencia de los contaminantes de origen terrestre en las diferentes áreas geográficas las playas y balnearios del litoral de los seis distritos que forman parte de la Costa Verde depende de las características particulares de estas, siendo entre otras, el sistema de corrientes, geomorfología, batimetría, etc.; características que son determinantes en la velocidad de dispersión, degradación y asimilación de la materia orgánica.

## ii. Análisis de base ambiental

- El uso de tecnologías y sistemas para el tratamiento de los efluentes reducirían los impactos negativos al ambiente marino reduciendo o eliminando el contenido de materia orgánica y elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de los desagües domésticos e industriales.
- Los informes antes mencionados describen las principales causas de la contaminación marina luego del análisis de las cargas contaminantes de fuentes industriales y domésticas y cuya concentración, dispersión y persistencia no constituyen las únicas causas de alteración del ecosistema marino debiéndose considerar factores como la morfología litoral y sistemas de circulación atmosférica y marina y su implicancia en la acumulación de contaminantes.

## iii. Análisis final de la contaminación marina por descargas de efluentes domésticos, comerciales e industriales

- La contaminación en el mar de la Costa Verde se debe en gran parte al vertimiento continuo de desagües y desechos domésticos e industriales, los cuales afectan principalmente a las zonas costeras ya que se producen cambios en la disponibilidad y utilización de recursos como alimentos, nutrientes, espacio entre otros dando lugar a la aparición de especies oportunistas, alterando la estructura de la comunidad que se refleja en los patrones de abundancia, diversidad y las propiedades fisicoquímicas del mar.
- La perturbación puede deberse al enriquecimiento del medio por materia orgánica, producto de la actividad antropogénica, como también por procesos naturales. Sin embargo la primera puede considerarse como una de las más importantes causas de los cambios de la estructura faunística en ambientes bentónicos del litoral (PEARSON Y ROSENBERG, 1978).
- El desarrollo prospero de la actividad turística, gastronómica e inmobiliaria en el ámbito de la Costa Verde contrasta con una insuficiente gestión de los residuos sólidos y un tratamiento de efluentes con una gran cobertura insatisfecha en la que pese a los esfuerzos desplegados por el gobierno central, gobiernos locales ya algunas industrias hasta el momento, aún resulta insuficiente en términos de tecnologías limpias orientadas hacia el logro del equilibrio ecológico costero-marino. Si a esto le agregamos la configuración de la bahía, caletas, playas, espigones y marinas; todo esto unido a los procesos lentos de circulación que no favorecen una dispersión y degradación rápida de la carga contaminante, los problemas de deterioro pueden llevar a efectos perjudiciales de mayor magnitud.
- La conclusión anterior se potencializa al considerar los grandes volúmenes de residuos sólidos domésticos, industriales y escombros de construcción que forman parte de las playas de los distritos de San Miguel, Magdalena y parte de San Isidro depositados desde hace aproximadamente cuatro décadas, los cuales constantemente aportan contaminantes al mar por la acción de la mecánica de olas y movimientos de tierra por las diferentes obras civiles que allí se realizan.

## iv. Características sobre las corrientes marinas que determinan la dispersión de contaminantes presentes en el mar de la Costa Verde

Es importante mencionar las características de las corrientes marinas, las cuales influyen notablemente en la dispersión y bio-depuración de efluentes y otras sustancias nocivas resultantes del lavado y lixiviación de los residuos sólidos y escombros de construcción en las playas del litoral de la Costa Verde.

- **Corriente Costera Oceánica.** Tiene una velocidad de 5 a 15 cm./seg., con mayor intensidad de flujo en los meses de Abril a Setiembre con un transporte confinado a los primeros 200 m. de profundidad. Esta corriente transporta 6 millones de m<sup>3</sup> por segundo de agua fría, con una temperatura de 14 grados Celsius durante el invierno y 21 grados Celsius durante el Verano, la salinidad es de 35 0/00 ups, su anchura es menor en verano y es de 100 millas de ancho durante el invierno con un espesor de 100 m. y depende en gran parte de los vientos alisios los cuales determinan zonas de mayor o menor **surgencia** de aguas.

- **Corriente Oceánica Peruana.** Tiene un ancho de 100 millas y un espesor de 700 m., transporta aguas cálidas, su flujo es de 8 millones de m<sup>3</sup> por segundo, su dirección es de sur a norte, su temperatura es de 24 grados Celsius y su salinidad es de 35 0/00 ups.

En general podemos afirmar que las corrientes marinas contribuyen a que los efluentes que en ella se depositan, disminuyan su potencial patógeno. Sin embargo, la configuración de la bahía e infraestructuras como marinas, espigones y muelles, impiden el libre desplazamiento de los vertimientos. La morfología costera contribuye a que en la bahía de Lima, el desplazamiento de las corrientes marinas locales y por lo tanto la dispersión de contaminantes se realice de manera lenta, razón por la cual el área crítica de peligro de contaminación marina se halla limitada por una línea equidistante de 0.5 Km. de la costa, debido a que a esa distancia aproximadamente se inicia la depuración natural de los contaminantes. **Ver Anexo VII: Mapa TN-7 - Contaminación de Agua por Emisores y Desagüe.**

### Contaminación de Playas

Los muestreos son realizados por personal profesional y técnico de las Direcciones de Salud, Direcciones Regionales de Salud o quien haga sus veces, son los que remiten a la DIGESA el resultado de dichos monitoreos. La toma de muestras se realiza en la temporada de invierno quincenalmente y en verano con una frecuencia semanal. **Ver Anexo VII: Mapa TN-3 - Contaminación de Playas.**

La Calificación Sanitaria de las playas se realiza aplicando el Índice de Calidad Sanitaria de Playas (ICSP), y se calcula según indicadores:

|  |             |      |
|--|-------------|------|
| Control de Calidad Microbiológica            |             | 0.50 |
| Control de Calidad de Limpieza               | 0.45        |      |
| - Limpieza de Playas                         |             | 0.40 |
| - Recipientes para Residuos Sólidos          |             | 0.05 |
| Control de Presencia de Servicios Higiénicos | <u>0.05</u> |      |
|  | 1.00        |      |

La calificación microbiológica del agua de mar, queda establecida por la variable densidad de coliformes fecales, determinada en la muestra del agua de mar recolectada en cada inspección de la playa.

Los resultados del análisis de coliformes fecales obtenidos de una playa, deben compararse con el rango de valores de coliformes fecales, para determinar su categoría y puntaje los cuales se indican en los cuadros N° 6, 7 y 8 de valoración elaborado por la DIGESA:

**Cuadro N° 6. Determinación de Control de la Calidad Microbiológica**

| Variable                        | Rango de Valor | Puntaje | Calificación | Puntaje Máximo por Variable |
|---------------------------------|----------------|---------|--------------|-----------------------------|
| Coliformes Fecales (NMP/100 ml) | 0 – 200        | 0.50    | Buena        | 0.50                        |
|                                 | 201 – 1000     | 0.25    | Regular      |                             |
|                                 | > 1000         | 0.00    | Mala         |                             |

Fuente: DIGESA.

Los resultados de la inspección de la limpieza, deben compararse con el rango de valores de coliformes fecales establecidos por cada categoría y su respectivo puntaje. Ver cuadro N° 06.

**Cuadro N°7. Determinación de Control de la Calidad de Limpieza**

| Variable   | Rango de Valor                          | Puntaje | Calificación | Puntaje Máximo por Variable |
|--|---|---------|--------------|-----------------------------|
| Limpieza de la Playa<br>(Residuos Sólidos/10 m2) | Ausencia de Residuos Sólidos            | 0.40    | Buena        | 0.40                        |
|  | Residuos Sólidos de 1 hasta 15 en 10 m2 | 0.20    | Regular      |                             |
|  | Residuos mayor de 15 en 10 m2           | 0.00    | Mala         |                             |
| Recipientes Para Residuos Sólidos                | Disponible y en buen estado             | 0.05    | Presencia    | 0.05                        |
|  | No Disponible o en mal estado           | 0.00    | Ausencia     |                             |

Fuente: DIGESA.

**Cuadro N°8. Determinación de Control de la Presencia de Servicios Higiénicos**

| Variable                               | Rango de Valor                          | Puntaje | Calificación | Puntaje Máximo Por Variable |
|--|---|---------|--------------|-----------------------------|
| Disponibilidad de Servicios Higiénicos | Disponible, limpios y en funcionamiento | 0.05    | Presencia    | 0.40                        |
|  | No Disponible, sucios o no funcionan    | 0.00    | Ausencia     |                             |

Fuente: DIGESA.

### Calificación Sanitaria

En la Calificación Sanitaria de las Playas de la Costa Verde elaborada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), son saludables las playas de los distritos de Miraflores (excepción de Las Piedritas) y las de Barranco. Cuadro N° 9.

**Cuadro N° 9. Calificación Sanitaria de las Playas de la Costa Verde**

| Distrito   | Playa                | Coliformes Fecales (NMP/100 ml) | Calificación Microbiológica | Calificación Estética | Baños | Tachos | Calificación Sanitaria |
|------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------|--------|------------------------|
| Miraflores | Los Delfines         | 1.8                             | Buena                       | Regular               | No    | No     | Saludable              |
| Miraflores | Punta Roquitas       | 1.8                             | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Miraflores | Pampilla             | 1.8                             | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Miraflores | Waikiki              | 7.8                             | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Miraflores | Makaha               | 6.8                             | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Miraflores | Redondo              | 1.8                             | Buena                       | Regular               | No    | No     | Saludable              |
| Miraflores | La Estrella          | 1.8                             | Buena                       | Buena                 | No    | No     | Saludable              |
| Miraflores | Las Piedritas        | 220                             | Regular                     | Mala                  | No    | No     | No Saludable           |
| Barranco   | Las Cascadas         | 7.8                             | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Barranco   | Barranquito          |                                 | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Barranco   | Los Pavos            | 1.8                             | Buena                       | Regular               | No    | No     | Saludable              |
| Barranco   | Barranco             | 49                              | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Barranco   | Los Yuyos            | 79                              | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Chorrillos | Agua Dulce Norte "B" | 17                              | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Chorrillos | Agua Dulce Sur "A"   | 33                              | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |
| Chorrillos | Los Pescadores       | 79                              | Buena                       | Regular               | Si    | Si     | Saludable              |

Fuente: Informe N° 005529-2014/DEPA/DIGESA

## **Conclusión**

En base a los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria de Playas de la Costa Verde efectuado por la DIGESA según el Informe N° 005529-2014/DEPA/DIGESA del 13 de Octubre del 2014, se tiene los siguientes resultados:

Las Playas de los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores según su escala de valoración y metodología descrita son calificadas en su mayoría como “Saludables” a excepción de la Playa “Las Piedritas” de Miraflores calificada como “No Saludable”. Las Playas “Caplina” y “La Herradura” del distrito de Chorrillos fueron calificadas como “Regularmente Saludables”.

Para tal evaluación sanitaria, la DIGESA, considera únicamente Balnearios a las playas de los Distritos Chorrillos, Barranco y Miraflores. Las playas de San Miguel y Magdalena no son consideradas balnearios; por lo tanto, allí no se efectúan ensayos de calidad de agua de mar.

No obstante, para fines del presente Estudio, se ha considerado además de manera complementaria el análisis y evaluación de otros parámetros según la metodología del Programa Ciudades Sostenibles (PCS) respecto a los peligros tecnológicos de contaminación marina evaluados; resultando niveles de calificación de peligros de contaminación de playas y agua de mar que difieren de la calificación realizada por DIGESA ya que para fines del presente estudio; las superficies costero-marinas son de mayor amplitud que las playas las cuales están limitadas por depósitos de arena o cantos rodados hacia el continente siendo el límite por el mar la distancia variable hasta donde los veraneantes, surfistas o practicantes de otros deportes náuticos como kayak, veleros o motos náuticas practican sus deportes.

### **a.5 Contaminación de Ecosistema Marino por Aguas Residuales Domésticas e Industriales**

Considerando el aporte de sustancias nocivas de los residuos sólidos arrojados al mar, residuos sólidos en balnearios, gruesos depósitos de escombros de construcción y residuos sólidos de origen doméstico e industrial en constante lavado y lixiviación por la acción de la mecánica de olas sobre las playas ganadas al mar en los distritos de San Miguel y Magdalena además de los desagües vertidos directamente por clubs, restaurantes, marinas y otros locales de afluencia masiva de turistas y veraneantes incluyendo el muelle artesanal de Pescadores.

Según las escala de valoración de contaminación microbiológica del PCS-1E, los valores hallados indican un nivel de contaminación marina calificado como Peligro Muy Alto (1.00) en el área de afectación definida por una envolvente equidistante 0.5 km desde la costa hacia el mar tal como se observa en el Anexo N° VII: Mapa TN-1- Mapa de Contaminación industrial, comercial y doméstica.

#### **b. Contaminación de Suelos.**

##### **b.1 Contaminación por Residuos Sólidos.**

Considerando que las playas de los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar y parte de San Isidro contienen grandes acumulaciones de basura de todo tipo principalmente escombros de construcción; se describe a continuación las principales características de la naturaleza de los impactos negativos:

Cuando los residuos sólidos domésticos, comerciales e industriales no son sanitariamente manejados el resultado es la acumulación de montículos de basura dispersos en diversos lugares del distrito, esto constituye fuente de malos olores, proliferación de vectores de enfermedades infectocontagiosas y presencia de roedores. El inadecuado manejo de residuos desde la fuente de generación, transporte y disposición final de los mismos implica en todos los procesos contacto con la población del medio urbano costero marino e impacto directo en su calidad de vida. Los residuos sólidos de origen urbano se descomponen rápidamente cuando el sistema de recolección no tiene la cobertura requerida. Los empaques resultados del consumo diario de víveres y otros productos

ofrecen mal aspecto cuando se hallan dispersos en plena vía pública. **Ver Anexo N° VII: Mapa TN-9 - Contaminación por residuos sólidos domiciliarios.**

Los residuos sólidos compuestos por recipientes metálicos y otros remanentes impactan directamente en el suelo cuando los elementos químicos que lo componen son depositados sin tratamiento previo, este es el caso de la chatarra de hierro, remanentes de plomo, cadmio, cobre, aluminio, arsénico, cromo, etc.

Las baterías y pilas contaminan el suelo por el contenido nocivo de litio, plomo y otros elementos químicos de larga presencia en el suelo y sin posibilidades de descomposición, síntesis o dilución.

Los residuos sólidos hospitalarios contienen patógenos, virus y bacterias presentes en los restos de tejidos de pacientes tratados en sus instalaciones. Los restos de material quirúrgico desechados sin ningún empaque de protección ocasionan un contacto directo de jeringas, agujas y bisturís con el suelo, contaminándolo. **Ver Anexo N° VII: Mapa TN-6 - Contaminación por residuos hospitalarios.**

Todos los contaminantes mencionados impiden el normal desarrollo edafogenético del suelo alterando su composición original media y consecuentemente los elementos y compuestos presentes en forma iónica. Los alimentos que crezcan en estos suelos absorberán los compuestos tóxicos impactando en el hombre cuando los consuma. El agua que entre en contacto con suelos contaminados transportara en suspensión o en solución los iones contaminantes hacia las aguas subterráneas y estas contaminaran el mar, sus productos hidrobiológicos y finalmente al ecosistema.

Se han observado acumulaciones de residuos sólidos y escombros de construcción dispuestos a lo largo de la costa, principalmente en algunos taludes de los distritos de Barranco y San Miguel.

Las mayores acumulaciones de basura se hallan en las playas adyacentes a los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar tal como se muestra en la cartografía de fuentes de contaminación ambiental.

#### **i. Contaminación por Mercados y Paraditas**

Los mercados constituyen centros de expendio de productos de todo tipo, principalmente alimentos de primera necesidad. Los impactos ambientales generados en estos establecimientos se asocian a acumulaciones de residuos sólidos orgánicos principalmente en el interior y exterior. En estas circunstancias, los residuos ofrecen un panorama desagradable y son el reflejo de una inadecuada gestión municipal. El orden, limpieza, accesibilidad y ocupabilidad definen las condiciones de seguridad física de cada mercado y determinan a su vez, de manera indirecta los impactos ambientales.

En el caso de las paraditas, la venta de alimentos perecibles al aire libre y el consumo de comida en plena vía pública son un grave problema de salubridad que ocasionan en muchos casos enfermedades gastrointestinales a los comensales cuando la higiene, la manipulación de alimentos no es la adecuada además de la carencia de agua potable en la preparación de alimentos en cada puesto o kiosco de comida al paso.

#### **Distrito de San Isidro**

El mercado Modelo de San Isidro es una edificación moderna construida con material noble, 01 nivel en buen estado de conservación, ocupa una extensión superficial de 1 ha aproximadamente, cuenta con agua potable y servicios higiénicos.

Respecto a la iluminación, orden y evacuabilidad se califica en un nivel regular calificado con un nivel de peligro medio.

Como resultado de la evaluación de campo se pudo constatar la situación de insalubridad de la zona en la que se encuentran los comerciantes ambulatorios en el perímetro del Mercado Modelo de San Isidro donde se expenden alimentos de todo tipo en condiciones de acumulaciones de residuos sólidos, aguas servidas y un paisaje urbano muy deteriorado.

El expendio de comida en plena vía pública en ausencia de agua potable, conlleva a la proliferación de enfermedades gastrointestinales. La generación de gases por descomposición de la materia orgánica presente en la basura acumulada en las cercanías del mercado incrementa el riesgo sanitario. En estas condiciones, prolifera la generación de plagas de roedores vectores de infecciones de todo orden.

Además el comercio informal ambulatorio origina aglomeración de comerciantes, puestos, triciclos y otros vehículos de traslado de mercaderías de todo tipo. En estas circunstancias, ante la ocurrencia de un sismo fuerte, por ejemplo, el desastre y los daños a la vida y la salud de las personas se incrementan considerablemente. Análogamente, es válido el análisis en caso de un incendio y/o explosión en el cual las vías de evacuación se encontrarían obstaculizadas. Tal escenario de desastres tecnológicos se puede aplicar al Mercado Modelo de San Isidro.

### **Distrito de Chorrillos**

El Mercado de Productos Hidrobiológicos – Muelle Artesanal de Pescadores, es una edificación moderna construida con material noble, 01 nivel en regular estado de conservación, ocupa una extensión superficial de 0.4 ha aproximadamente, cuenta con agua potable y servicios higiénicos.

Respecto a la iluminación, orden y evacuabilidad se califica en un nivel regular calificado con un nivel de peligro medio.

Como resultado de la evaluación de campo se pudo constatar la situación de insalubridad de la zona en la que se encuentran los comerciantes de kioscos y restaurantes ambulatorios en el perímetro del Mercado del Muelle de Pescadores donde se expenden alimentos principalmente marinos de todo tipo en condiciones de acumulaciones de residuos sólidos, aguas servidas y un paisaje urbano muy deteriorado.

El expendio de comida en las inmediaciones del muelle en ausencia de agua potable fiable, conlleva a la proliferación de enfermedades gastrointestinales. La generación de gases por descomposición de la materia orgánica presente en la basura acumulada en las cercanías del mercado incrementa el riesgo sanitario. Un importante foco de contaminación de los alimentos en restaurantes y kioscos lo constituyen los excrementos de aves principalmente pelicanos y gaviotas las cuales se posan en techos y tanques de agua rotoplast elevados cuya agua es destinada para consumo humano. En estas condiciones, prolifera la generación de plagas de roedores vectores de infecciones de todo orden.

Además el comercio informal ambulatorio origina aglomeración de comerciantes, puestos, triciclos y otros vehículos de traslado de mercaderías de todo tipo. En estas circunstancias, ante la ocurrencia de un sismo fuerte por ejemplo, el desastre y los daños a la vida y la salud de las personas se incrementan considerablemente. Análogamente, es válido el análisis en caso de un incendio y/o explosión ocasionado los denominados peligros múltiples en el cual las vías de evacuación se encontrarían obstaculizadas y los daños por la emergencia se incrementarían.

Completa el escenario los peligros de contaminación del ecosistema marino por desagües domésticos vertidos desde kioscos y restaurantes además de los residuos sólidos generados.

Tal escenario de desastres tecnológicos se puede aplicar al Mercado Artesanal del Muelle de Pescadores.

**c. Contaminación Acústica**

En la Vía Expresa de la Costa Verde, se encuentran los principales focos contaminantes de polución sonora debido a los ruidos molestos de claxon y bocinas de vehículos particulares principalmente los cuales transitan durante todo el día por esta importante arteria vial. **Ver Anexo N° VII: Mapa TN-8 - Peligros Tecnológicos por Contaminación Acústica.**

Se han identificado como principales fuentes de polución sonora a las proximidades del área donde se ubican las intersecciones, puentes, pasos a desnivel, vueltas en “U” etc. lugares donde se localiza la congestión de vehículos que originan ruidos molestos por sus bocinas.

Se concluye que los lugares por donde transitan los vehículos de todo tipo constituyen las principales fuentes de ruidos molestos en la zona de estudio.

**Calidad de ruido**

En el presente Estudio se realizó el monitoreo ambiental de la calidad del ruido en la Costa Verde, donde las estaciones de monitoreo de ruido ambiental fueron definidas teniendo en cuenta consideraciones en campo y ciertos criterios como: actividades a desarrollarse en la zona del proyecto, flujo de transporte etc.; de manera que las estaciones definidas puedan ser representativas para los efectos del presente estudio.

La norma a ser considerada es el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, el cual establece los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Ambiental y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible, a continuación se muestran en el cuadro N° 10.

**Cuadro N° 10. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM)**

| Zonas                       | Horario               |                         |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                             | Diurno (Decibeles dB) | Nocturno (Decibeles dB) |
| Zona de Protección Especial | 50                    | 40                      |
| Zona Residencial            | 60                    | 50                      |
| Zona Comercial              | 70                    | 60                      |
| Zona Industrial             | 80                    | 70                      |

## Resultados del Monitoreo de ruido

| Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) |       |      |          |            |
|---|-------|------|----------|------------|
|   | LMP   | ZPE  | Día (50) | Noche (40) |
| Chorrillos  | Día   | 62.1 | 48.8     | 63.0       |
|   | Noche | 61.9 | 48.3     | 64.3       |
| Barranco  | Día   | 63.1 | 61.7     | 64.8       |
|   | Noche | 72.3 | 55.5     | 76.2       |
| Miraflores  | Día   | 70.5 | 56.3     | 80.5       |
|   | Noche | 69.4 | 53.1     | 70.4       |
| San Isidro  | Día   | 55.7 | 66.8     | 68.8       |
|   | Noche | 68.2 | 51.3     | 69.4       |
| Magdalena   | Día   | 71.7 | 62.3     | 73.0       |
|   | Noche | 68.2 | 51.3     | 69.4       |
| San Miguel  | Día   | 62.2 | 68.6     | 58.1       |
|   | Noche | 69.7 | 50.6     | 69.8       |

### Interpretación de Resultados

#### Ruido Diurno

En todos los casos de medición de ruido nocturno, se registraron valores que superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) correspondiente a la Zona de Reglamentación Especial (ZRE); debido al ruido producido por el tránsito de vehículos durante el día.

#### Ruido Nocturno

En todos los casos de medición de ruido nocturno, se registraron valores que superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM); correspondiente a la Zona de Reglamentación Especial (ZRE); debido al ruido producido por el tránsito de vehículos durante la noche. **Ver Anexo N° III – Inciso b: Resultados de Monitoreo Ambiental-Equass S.A.**

#### d. Contaminación del aire

##### i. Contaminación por de Emisión de Efluentes Gaseosos

La Costa Verde presenta una gran concentración de actividades del tipo turístico, comercial y doméstico las cuales originan considerables emisiones gaseosas de impacto negativo al ecosistema urbano costero-marino.

Las vías de tránsito con flujo vehicular importante están extendidas en la vía metropolitana al lado de las playas y litoral de los 06 distritos que conforman el área de estudio con lugares que presentan congestionamiento de estas fuentes móviles de emisión sobre todo en las horas de mayor circulación vehicular. Las emisiones generadas por los vehículos en la Costa Verde se deben principalmente al tránsito vehicular urbano, debido a la combustión del combustible derivado del petróleo, cuyas tasas de emisión de contaminantes se ven incrementadas ante un deficiente mantenimiento del vehículo y de un insuficiente control de fiscalización sobre las emisiones vehiculares con un incremento además de los vehículos menores del parque automotor.

Asimismo las diversas fuentes de emisión existentes y denominadas como fuentes puntuales y de área, como restaurantes, pollerías y otras, constituyen una fuente importante, debido a su actividad que genera emisiones de humos, gases de combustión y material particulado cuyas descargas que realizan al aire, no necesariamente cuentan con el control de sus emisiones a través de sus sistemas captadores, filtros, lavadoras de gases, sistemas eficientes de combustión etc. Por otro lado la acción del viento (brisa y terral) contribuyen a la re-suspensión de polvo debido a la aridez del suelo constituyendo las fuentes emisoras adicionales que contribuyen con el deterioro de la calidad del aire y que impacta consecuentemente en la salud de las personas que transitan y habitan en el ámbito de estudio de la Costa Verde.

Considerando la alta humedad atmosférica relativa de la costa y el fenómeno de inversión térmica; es muy probable el origen de condensaciones ácidas como consecuencia de la combinación de los gases emitidos por la combustión incompleta del petróleo y gasolina y el agua atmosférica condensada en nieblas, neblinas y brumas características en el litoral.

## ii. Emisión de Efluentes Gaseosos del Parque Automotor

Se estima que los vehículos de todo tipo que circulan por la Vía Expresa de la Costa Verde, contribuyen notablemente a la emisión de gases contaminantes.

## e. Fuentes de contaminación

Las principales fuentes de sustancias peligrosas en el ámbito de la Costa Verde:

- Grifos autorizados
- Grifos Clandestinos
- Depósitos de Gas Propano
- Distribuidoras de Lubricantes.
- Tiendas de Fertilizantes.
- Farmacias y Boticas
- Talleres de Soldadura, Metal Mecánica y Vulcanizadoras.
- Establecimientos de Salud que Generan Residuos Hospitalarios.
- Restaurantes y Discotecas
- Marinas
- Clubes Privados

## Monitoreo ambiental de la calidad del aire

Con el fin de evaluar la calidad de aire como línea base del Estudio PCS Costa Verde, se efectuó el respectivo monitoreo, instalándose dieciocho estaciones de monitoreo (de las cuales, una se ubicó en sotavento y otra en barlovento en cada distrito; 12 en total), ubicadas según las variaciones de la dirección y velocidad del viento en el ámbito de investigación. **Ver Anexo N° VII: Mapa EM-1 - Estaciones de Monitoreo Ambiental.**

## a. Parámetros medidos

Los métodos de muestreo se han basado en procedimientos establecidos en el D.S. N° 074-2001-PCM, (ECA) que sirve como pauta para las empresas obligadas a implantar y poner en funcionamiento redes destinadas al monitoreo de la calidad del aire. Los parámetros evaluados se han basado en dicha norma, habiéndose evaluado los siguientes parámetros:

- Partículas en suspensión (PM-10)
- Plomo (Pb)
- Arsénico (As)
- Gas Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>)
- Gas de Carbono (CO)
- Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)

## **b. Resultados del Monitoreo de calidad de aire**

### **i. Partículas en Suspensión menores a 10 micras, PM-10**

En todas las estaciones de medición de la calidad de aire; se registraron concentraciones de partículas PM-10 que no superan el Estándar Nacional de Calidad de Aire a excepción de la estación de PM-10 ubicada en San Miguel en la cual los valores registrados superan el estándar nacional debido al movimiento de tierra que allí se realiza para las obras civiles unido a la brisa marina que transporta y sedimenta el polvo en suspensión.

Las partículas menores que 10 micras están suspendidas en el aire y poseen diferente composición química. Se producen por la quema de combustibles o la quema de carbón o madera; probablemente por el consumo de combustibles fósiles en los vehículos que circulan por la Vía Expresa (Pista) y debido al movimiento de tierra de las obras civiles que constantemente se realizan en la Costa Verde además del transporte de sedimentos, polvo, tierra y partículas, que allí se generan diariamente los cuales son removidos por acción del viento.

Las PM-10 afectan al sistema respiratorio y cardiovascular de la población asentada en el área de influencia del proyecto. Influyen notablemente en la dispersión y difusión de tales contaminantes las velocidad y dirección del viento prevaleciente y la conformación orográfica de las colinas que actúan como barrera natural para el desplazamiento de las partículas produciéndose el efecto denominado “drag” (depositación por choque de partículas).

### **ii. Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)**

Los resultados de los parámetros evaluados, se expresan en microgramos por metro cúbico de aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a condiciones estándar de temperatura y presión (25 °C y 760 mm Hg).

Las concentraciones de **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)** registradas son inferiores al Estándar Nacional de Calidad de Aire de **365  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO) registradas, **son inferiores al Estándar Nacional de Calidad de Aire de 10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Las concentraciones de **Plomo (Pb)** registradas en todos los casos; son inferiores al Estándar Nacional de Calidad de Aire de **0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Las concentraciones de **Arsénico (As)** registradas en todos los casos; son inferiores al Estándar Nacional de Calidad de Aire de **6.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Las concentraciones de **Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)** registradas en todos los casos; son inferiores al Estándar Nacional de Calidad de Aire de **150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

### **Conclusión**

Los elementos considerados contaminantes de mayor potencial presentes en el momento de elaboración de la línea de base ambiental son: Material Respirable: PM-10, el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Plomo (Pb), Arsénico (As) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S), generados por los motores de explosión de los vehículos que transitan en el interior y exteriores del área del proyecto, por lo que constituyen los elementos de principal análisis para la evaluación del efecto ambiental del entorno y zonas circundantes.

Los resultados en todos los casos indican que los parámetros analizados no superan los límites máximos permisibles a excepción de la estación de PM-10 ubicada en San Miguel en la cual los valores exceden el LMP debido probablemente al polvo y partículas generados por el movimiento de tierra producto de las obras civiles que se realizan actualmente en la playa y acantilado.

#### 4.1.1 Sustancias peligrosas en el ámbito urbano

Las sustancias peligrosas constituyen una amenaza para el desarrollo sostenible de espacios urbanos costeros como las playas de la Costa Verde, éstas son combustibles como el Gas Licuado de Petróleo (GLP), el Petróleo Diesel utilizado como combustible doméstico, la Gasolina y el Kerosene almacenados en grifos y servicentros.

**Cuadro Nº 11. Fuentes de los Peligros tecnológicos**

| Fuentes de Peligros Tecnológicos  | Contaminación Ambiental y Sustancias Químicas Peligrosas   |
|---|--|
| 1. Industrial, comercial y doméstica.   | Oceánica Marina, aguas superficiales y subterráneas, suelos, aire y atmósfera.                                       |
| 2. Almacenamiento y venta de combustibles en grifos, clubs, marina, restaurantes, Base de Salvataje Policía Nacional etc. | Aire, suelos, agua y ecosistema natural y urbano y Peligro de Derrame, Fuga y Explosión e Incendio por Hidrocarburos |
| 3. Playas.  | Aire, suelos, aguas, ecosistema costero marino   |
| 4. Restaurantes, Clubs, Marinas, Base de Salvataje PNP  | Residuos sólidos en suelos de ecosistema costero marino  |
| 5. Kioscos, Venta Ambulatoria de Alimentos.   | Residuos sólidos en suelos de ecosistema costero marino  |
| 6. Centros de salud, postas médicas y hospitales.   | Residuos hospitalarios en suelos de ecosistemas urbanos.   |
| 7. Emisores y desagües.   | Suelos y agua del ecosistema urbano y costero marino.  |
| 8. Áreas de ubicación de congestión vehicular en la Vía Metropolitana   | Contaminación de Aire y polución acústica en ecosistema urbano.  |
| 9. Mar de Costa Verde y Canales de Regadío.   | Residuos sólidos en suelo y agua-Visual o escénica en el ecosistema natural costero Marino                           |
| 10. Tendido de Redes de Energía Eléctrica y Torres  | Contaminación Electromagnética.  |
| 11. Estructuras hidráulicas de almacenamiento y distribución de agua potable.   | Suelos y agua de ecosistema natural y urbano.  |
| 12. Acantilados   | Visual o escénica del ecosistema costero y de Suelos y Acuífero por Residuos Sólidos.                                |
| 13. Muelle de Pescadores  | Contaminación de Ecosistema Marino   |
| 14. Ermita de Barranco  | Contaminación Ambiental por excretas de gallinazos   |

En los Hospitales y Centros de Salud se almacena y manipulan líquidos inflamables como alcohol, explosivos como el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) y corrosivos como diversos ácidos utilizados en tópicos, laboratorios y salas de operaciones. Estas sustancias son almacenadas también en farmacias y boticas. En las ferreterías se almacenan y manipulan ácidos y líquidos y material inflamable. Ver Anexo N° VII: Mapa TN - 2: Peligros Tecnológicos por Sustancias Químicas Peligrosas y Explosiones.

#### **4.1.2 Plagas**

Constituyen un grave problema de saneamiento ambiental representado en el área de Estudio principalmente por las plagas de roedores en el sector de playas compuestas por material de rellenos antropogénicos (desmontes de construcción y residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, industriales y domésticos) conformando gruesos depósitos en las playas y terrenos adyacentes al mar de los distritos de Magdalena del Mar y San Miguel.

Estos suelos por sus características de composición y estructura son hábitats de ratas (*Rattus rattus*) las cuales son transmisoras de graves enfermedades infectocontagiosas en perjuicio de la población que visita la zona y con implicancias además en los taludes y áreas verdes adyacentes a los acantilados hasta donde se desplazan y anidan en sus madrigueras constituyendo focos y fuentes de plagas las cuales es necesario controlar y erradicar mediante programa de desratización municipal. El problema se incrementa por la aplicación de medidas erróneas e inadecuadas de estabilización de taludes en las proximidades de estos nichos de roedores mediante la colocación de mallas combinadas con vegetación arbustiva y herbácea donde los roedores se proliferan aún más.

Como resultado del consumo de alimentos en las playas durante el verano y debido a la falta de cuidado del medio ambiente y a las prácticas inadecuadas de veraneantes se arrojan residuos orgánicos como restos de alimentos de todo tipo los mismos que se descomponen rápidamente por las altas temperaturas durante los meses de verano. En estas circunstancias se proliferan vectores de enfermedades infectocontagiosas con afectaciones a veraneantes y al ecosistema urbano costero. Las playas de arena principalmente se contaminan de esta manera transmitiendo los impactos negativos a los veraneantes. Las mareas, el oleaje y el viento completan el ciclo de contaminación del mar en un circuito cerrado de traslado de sustancias y materia nociva al área de estudio.

La consecuencia final es la generación de plagas diversas las cuales es imprescindible prevenir o controlar.

#### **4.1.3 Salubridad pública**

La salubridad pública del área de influencia ambiental del Estudio PCS de la Costa Verde está afectada por los peligros de contaminación de suelos por residuos sólidos domésticos e industriales y residuos de origen hospitalario principalmente en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar unidos a la probabilidad de generación de plagas de roedores además de la contaminación marina por efluentes de todo tipo.

Completa el conjunto de peligros tecnológicos con graves afectaciones e impactos a la salubridad pública la contaminación de toda índole en playas y balnearios.

#### **i. Contaminación Ambiental en Parques y Áreas Verdes por Excretas de Animales Domésticos (Mascotas)**

Las excretas de mascotas representan un grave problema de salubridad pública cuando son depositadas directamente en parques y jardines urbanos. La contaminación de estas áreas verdes traerá consigo la proliferación de enfermedades infectocontagiosas a la población de mayor exposición y vulnerabilidad; los niños que al jugar en el césped entrarán en contacto con microbios, virus y bacterias que luego de

incorporarse al suelo, secarse y pulverizarse serán trasladados por el viento a los alrededores. El contacto del suelo con el calzado de los niños hará que estos contaminantes sean transportados hacia los hogares incrementándose los lugares de contagio y personas expuestas. **Ver Anexo N° VII: Mapa TN-11 - Contaminación Ambiental en Parques y Áreas Verdes por excretas de animales domésticos (mascotas).**

Actualmente muchas municipalidades han aprobado ordenanzas que prohíben y sancionan la tenencia irresponsable de mascotas y las medidas de control de este tipo de contaminación se inician con el adiestramiento de canes e información a los dueños de los perros principalmente además de la instalación de rollos de bolsas plásticas en parques y jardines para depositar las excretas y colocarlas en depósitos especialmente acondicionados.

Este análisis de los peligros ambientales específicos y la recomendación propuesta está dirigida al manejo de todas las áreas verdes de los 06 distritos de la Costa Verde en la cual se deberán instalar los rollos de bolsas plásticas, letreros de comunicación e indicación mediante letreros con avisos de la Ordenanza Municipal especificando las sanciones a los vecinos que incumplan tales disposiciones municipales en beneficio de la salud fundamentalmente de los niños, para alcanzar el desarrollo sostenible de los seis distritos pertenecientes a La Costa Verde.

#### **ii. Contaminación Ambiental en el Muelle de Pescadores y Ermita de Barranco por Excretas de Pelicanos y Gallinazos respectivamente**

Estas aves depositan sus excretas en el área de influencia del proyecto constituyendo fuentes de enfermedades infectocontagiosas las cuales se necesitan prevenir mediante un adecuado plan de manejo ambiental especializado. **Ver Anexo VII: Mapa N° TN-10 - Contaminación en Muelle de Pescadores y Ermita de Barranco por Excretas de pelicanos y gallinazos.**

#### **4.1.4 Áreas verdes**

Constituyen el principal soporte a los impactos ambientales atmosféricos, como la calidad de aire considerando que la vegetación en todas sus formas fija el carbono en su biomasa vegetal mediante la fotosíntesis. Es así que son capturados el CO (Monóxido de Carbono) uno de los principales gases de efecto invernadero. La vegetación además contribuye a fijar otros elementos químicos presentes en el aire.

Las plantas transfieren la humedad atmosférica al suelo y aportan también agua en forma de vapor durante la evapotranspiración; contribuyendo al Ciclo Hidrológico. Desde el punto de vista escénico la vegetación es una parte importante del paisaje y constituye uno de los principales atractivos ecoturísticos de la Costa Verde. Desde el punto de vista de la Seguridad Física la vegetación resulta un excelente medio de estabilidad física cuando es bien manejada.

#### **4.1.5 Problemática ante el cambio climático**

Las manifestaciones a escala regional y local del “Cambio Climático” como consecuencia de la materialización de los riesgos tecnológicos y sus implicancias en el área de estudio; considerando su contexto de territorio costero marino con ecosistemas frágiles y de mayor exposición con poblaciones numerosas en situación de riesgo natural y tecnológico analizados integral y complementariamente incluyen los episodios en el escenario más desfavorable para la Costa Verde con un enfoque predictivo. Así tenemos las siguientes consecuencias hipotéticas de esta problemática:

- i. **Incremento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero** por combustión de hidrocarburos de vehículos y por combustión de GLP en Locales Comerciales.

- ii. **Calentamiento Global.**- Elevación de las Temperaturas Medias del Aire, Temperatura Superficial del Mar, Incremento de la Radiación Infrarroja Emergente, Intensificación de los Vientos en Superficie etc.
- iii. **Intensificación de la Oscilación Austral** ("El Niño" Southern Oscillation) en sus fases: Positiva (Episodio Cálido: Fenómeno del Niño) y Negativa (Episodios Frio: Fenómeno de la Niña) y toda la cadena de eventos climáticos asociados.
- iv. **Elevación del Nivel Medio del Mar** con grave afectación a las Poblaciones Ribereñas y a la Ecología Costera-Marina.
- v. **Incremento de Fenómenos Hidrometeorológicos** como lluvias intensas, desbordes e inundaciones en la Cordillera de los Andes y lluvias extraordinarias en la costa peruana con reactivación de flujos aluvionales y remociones de masas de flujo rápido como deslizamientos, avalanchas y derrumbes; con importante implicancia en todas las quebradas y microcuencas que desembocan al Océano Pacífico por la Costa Verde.
- vi. **Incremento del aporte de sedimentos** transportados por los ríos de la costa y en particular por las corrientes y flujos de lodo que desembocarían por las quebradas secas del área de estudio ocasionando transporte y sedimentación en el lecho marino; contribuyendo notablemente a los procesos de erosión.
- vii. **Afectaciones en la ecología costera**, flora y marina de la Costa Verde.
- viii. **Migración de especies hidrobiológicas** por variaciones de temperatura y disponibilidad de nutrientes.
- ix. **Altas temperaturas superficiales del mar** ocasionan mayores evaporaciones, condensaciones y precipitaciones como: nieblas, neblinas y brumas marinas las que ascender adiabáticamente se combinan con los gases emitidos por el parque automotor principalmente formando condensaciones ácidas con afectaciones a la salud de las poblaciones humanas y ecosistemas costeros.

En estas condiciones de inminente riesgos tecnológicos las medidas de prevención y mitigación se abordan a nivel global mediante compromisos internacionales y a nivel nacional se aplica la normativa referente a Medio Ambiente en los diferentes sectores productivos, extractivos, de transformación y de servicios.

## 4.2 Geología y Geomorfología

El área de influencia del Proyecto se ubica en el Departamento y Región de Lima, comprendiendo la Provincia de Lima, teniendo su ubicación específica en el ámbito de la Costa Verde, en la plataforma inferior, talud, y plataforma superior de los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.

Al igual que el conjunto de los distritos limeños, la Costa Verde ha sufrido un proceso de ocupación del suelo de manera horizontal, generando bajas densidades, en general, pero sobre todo, problemas de inestabilidad del suelo y de infraestructura urbana.

### 4.2.1 Geología Regional

El área metropolitana de Lima y Callao, está localizada sobre los abanicos de deyección cuaternarios de los ríos Rímac y Chillón, enmarcados en rocas sedimentarias del Jurásico Superior al Cretáceo Inferior y rocas plutónicas del Batolito de la Costa.

La estratigrafía del contexto regional, está comprendida dentro de la zona costanera de la provincia de Lima. Está mayormente constituida por rocas sedimentarias e ígneas y depósitos cuaternarios, cuyas edades se extienden desde el Jurásico al Cuaternario reciente. Tectónicamente, se trata de una suave estructura anticlinal, fallada por estructuras orientadas sensiblemente N-S, que condicionan un espesor entre 400 a 600 m de los depósitos aluviales, de características heterogéneas, rellenando probablemente una fosa tectónica. Se observan en la Figura N° 5.

**Depósitos Cuaternarios:**

En la zona urbana de Lima-Callao, los depósitos cuaternarios presentan amplia propagación en superficie, presentando diferencias en su origen, edad, composición y espesor; por lo general su espesor tiene grandes variaciones de un sector a otro, en la zona precordillerana está limitado a espesores menores a 1m, mientras que en la zona de planicies costeras y conos deyección los espesores varían entre 20 y más de 200 m. Estos depósitos son los más importantes del área, porque en ellos se instalarán los tubos del gasoducto. Entre estos depósitos se tienen:

**Depósitos aluviales antiguos:**

Están constituidos por cantos rodados y gravas heterométricas, con matriz arenolimoso. Ocupan el cauce actual de los ríos y terrazas anegadizas; también la zona de planicies costeras y antiguos conos deyección sobre la que se emplaza la gran Lima.

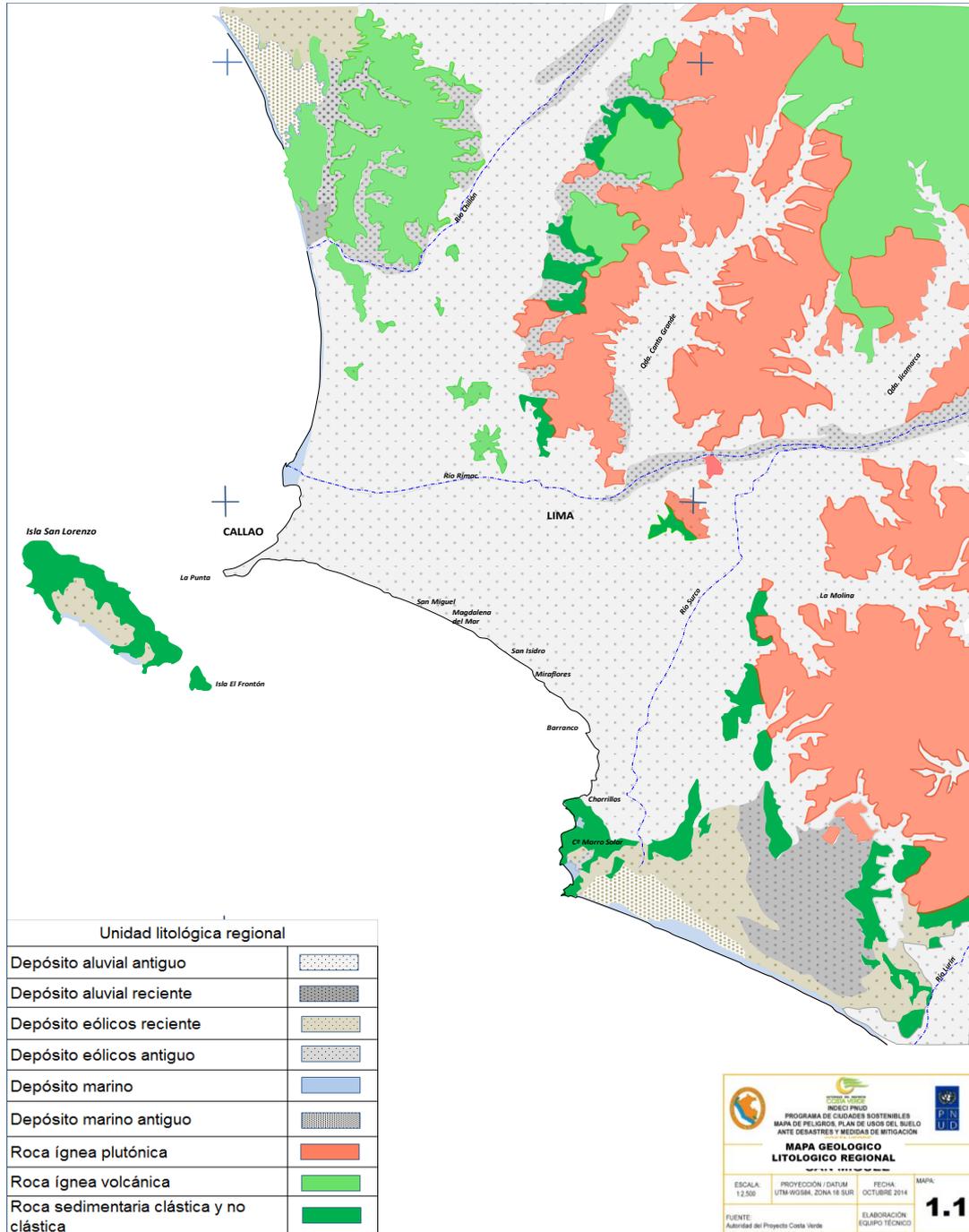
**Depósitos aluviales recientes:**

Se les denomina así a los materiales que ocupan el cauce de las quebradas secas. Están constituidas por acumulaciones de gravas y cantos de subangulosos a angulosos, heterométricos, con relleno de arena-limosa, poco a medianamente densos.

**Depósitos eólicos antiguos:**

Son acumulaciones de arena fina que se encuentran emplazados en diversos sectores de la costa. Por acción del viento han sido trasladados hasta la zona geomorfológica denominada Cerros Bajos. Por ejemplo, existen grandes acumulaciones en los cerros de Pachacamac, Lomo de Corvina, La Molina, etc.

**Figura N° 5 Mapa Geológico Litológico Regional**



Fuente. INGEMMET  
 Elaborado por el Equipo Técnico 2014

El espesor de estos depósitos es variable y fueron identificadas capas de arena eólica intercaladas con limos, con espesores mayores a 3 m, pero que pueden alcanzar espesores superiores a los 30 m.; generalmente son de consistencia suelta. Por acción de los movimientos sísmicos son proclives a la licuefacción, generando asentamientos en la superficie del suelo, debido a ello son poco favorables para la cimentación.

#### **Depósitos eólicos recientes:**

Se distribuyen al norte (Pachacutec-Ventanilla) y al sur (Las Delicias en Chorrillos y Villa El Salvador) de la ciudad de Lima.

Son depósitos de arena de grano medio a fino que se extienden a manera de mantos, está asociado a problemas de suelos, por lo que el uso de suelo ha sido considerado como de esparcimiento y áreas públicas.

#### **Depósitos marinos antiguos**

Se distribuyen en la zona de los humedales de Pantanos de Villa (Chorrillos) y de Ventanilla (Ventanilla), donde consisten en arena y limo con sales y está completamente saturado de agua.

Conforman un suelo con problemas de estabilidad del suelo por sus propiedades dinámicas y contenido de sales.

#### **Depósitos marinos recientes**

Se distribuyen a lo largo del litoral conformando las playas, ocupan extensiones longitudinales pero de corta extensión.

Estos depósitos consisten de arena, gravas y acumulación de residuos, los cuales están influenciados por las infraestructuras marinas (espigones y rampas), como en la Bahía Chorrillos-Callao y Callao -Ventanilla.

#### **Rocas ígneas plutónicas**

Las rocas ígneas plutónicas se hallan representadas por un conjunto de intrusiones del Batolito de la Costa, cuyas clasificaciones petrológicas varían desde granitos, monzonitas, granodioritas, dioritas a gabros; estas intrusiones ocurren en forma de cadenas de cerros prominentes de relieve abrupto, generalmente desprovistos de cobertura detrítica gruesa, salvo al pie de las vertientes. Presentan un moderado a alto grado de fisuramiento, así como una alteración superficial moderada a intensa, que produce su desintegración gradual, pero también presentan gran dureza cuando se hallan "frescas". En los taludes son estables, pero en ocasiones son proclives a la formación de bloques; la caída de estos fragmentos forma acumulaciones de coluvios en las bases y laderas de los cerros.

#### **Rocas volcánica y sedimentaria**

Conforman los Cerros bajos que se distribuyen al Norte de la ciudad de Lima en los distritos de Ventanilla, Puente Piedra, San Martín y Carabayllo, y consisten en bancos de rocas volcánicos andesíticos que se intercalan con capas delgadas de areniscas grises de grano fino y limolitas, continúa una secuencia de lutitas tobáceas, blandas, finamente estratificadas en láminas delgadas, suaves al tacto y pigmentadas por oxidaciones limoníticas, que se intercalan con derrames volcánicos, como las unidades litológicas: Volcánico Santa Rosa y Puente Inga.

En la parte superior consiste en una secuencia sedimentaria volcánica que se presenta en horizontes medios a gruesos bien estratificados; asimismo areniscas, capas de chert y algunos horizontes calcáreos que se intercalan con andesitas afaníticas, como las unidades litológicas Formación Ventanilla y Cerro Blanco.

### **Roca sedimentaria clástica y no clástica**

Comprende una secuencia de rocas sedimentarias clásticas que se distribuye en los primeros afloramientos de rocas al Este y Sur de la ciudad de Lima, que consiste de areniscas en bancos delgados intercaladas con niveles lutáceos, areniscas abigarradas y hacia el techo areniscas cuarzosas interestratificadas con limolitas.

En el Cerro Morro Solar y Marcavilca, la secuencia está constituida por areniscas cuarcíticas de grano fino a medio, con algunas intercalaciones de lutitas, como las unidades litológicas Morro Solar y Marcavilca.

Los primeros Cerros en el distrito de Surco, San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo al Sur y Sureste de la ciudad de Lima, están conformados por una alternancia de lutitas y calizas, en capas delgadas. Las rocas se muestran bastante fracturadas y alteradas, como las unidades litológicas como las formaciones Pamplona y Atocongo.

La secuencia continúa con calizas de tonalidades gris oscuras a azulinas estratificadas en bancos gruesos, con buzamiento hacia el Norte. En los afloramientos se observan regularmente fracturadas y poco alteradas.

### **Marco estructural regional**

En las rocas sedimentarias circundantes del área de los Pantanos de Villa, se aprecia que tienen un rumbo NW y se consideran como integrantes del flanco Oeste del Anticlinal de Lima.

En las imágenes satelitales se puede apreciar que existen varios lineamientos estructurales (Macharé et al 1986), siendo el principal N 60° E, además NS (Cuello de Villa) y EW en los Cerros Zigzag (Al Este de los Pantanos de Villa).

Los dos primeros ejercen un control tectónico sobre el acuífero que alimenta a los Pantanos. Los lineamientos EW controlan las fracturas de las rocas que propician el flujo de agua hacia la planicie de los pantanos.

### **Geología Estructural**

Lima Metropolitana se enmarca dentro del cuadro morfotectónico de la Costa y el borde occidental andino, habiendo sido afectado por una tectónica polifásica desarrollada durante la orogénesis andina, la misma que dio lugar a una deformación con plegamientos acompañada de ruptura.

### **Plegamientos**

Entre los importantes están el Anticlinal de Lima, que constituye un pliegue de extensión longitudinal, cuyo eje pasa por la ciudad de Lima, entendiéndose desde el Morro Solar en Chorrillos y La Campiña, donde tiene el cierre periclinal; hasta cerca de Ancón donde tiene la otra terminación periclinal Norte. La dirección promedio es N 15° O, pero más al Norte toma una dirección N-S, inflexionándose a la altura de Puente Piedra, para después tomar un rumbo N45°O hasta Ancón.

Está conformada por unidades litológicas de rocas ígneas y sedimentarias, las que se presentan en afloramientos alineados y discontinuos, debido a una intensa acción erosiva causada por los ríos Chillón y Rímac y facilitada por un fracturamiento transversal, que ha logrado retirar gran parte del núcleo de la estructura para desarrollar sobre ella los conos deyeectivos. Al sur de Lima, afloran rocas sedimentarias como testigo del flanco occidental y que se continúa por la Isla San Lorenzo, en San Juan buzan al SE, sobreyaciendo a las rocas calcáreas y formando el sector del flanco oriental, éste continua por Monterrico pasa por la UNI y continúa más al Norte por Zapallal.

El sinclinal de Pachacamac, comprende a un pliegue de plano axial ligeramente inclinado al Sureste, y con un eje de N30°O, al Sur de Lomo de Corvina se expone el

flanco occidental, el cierre de la estructura se encuentra entre las ruinas de Pachacamac, puente Lurín, la estructura se encuentra cubierto por depósitos eólicos.

El anticlinal de Atocongo, se ubica al Este y a continuación del sinclinal Pachacamac, conforma un pliegue afectado por el batolito y por tectonismo. Se expone en los Cerros Conchita y Atocongo con un eje en una dirección de N40°O inclinado al Noreste con flancos asimétricos.

### **Fallamientos**

Es evidente la presencia de fallas longitudinales, vinculadas a una fase de compresión intracretácea, así como un sistema de fracturas y fallas transversales formadas por proceso tectónicos de compresión post-Batolito.

### **Fallas longitudinales**

La mayoría abarcan longitudinales kilométricas y han producido dislocaciones en los flancos de los pliegues de Lima, y otros, habiéndose reconocido fallas inversas y fallas normales de menor orden localizadas en las zonas axiales. El Fallamiento longitudinal con una dirección NO-SE, paralela a la cadena andina. Asimismo muestran movimientos horizontales compatibles con los ejes de acortamiento de las fases terciarias, como la Falla Pueblo Viejo, Zapallal, José Gálvez, San Fernando, Falla Cerro La Milla entre otras.

### **Fallas transversales**

Estas fallas son de menor longitud, y están representadas por dos familias conjugadas una de rumbo Norte-Sur, variando entre N5°O y N10°E y otra de rumbo Este-Oeste variando entre N70°E a S60°E. Dentro de ellas tenemos. Falla Chorrillos, Falla Salto del Fraile, Falla El túnel, Falla La Chira y Falla Cuello de Villa.

### **Fracturamiento**

En todo el sector existe un marcado diaclasamiento transversal a la dirección andina, siendo dominante en Lima un sistema de rumbo N70°E, variando N80°E y a veces E-O. En el Cerro Morro Solar esta familia de fracturamiento se hace evidente en la carretera de Chorrillos a La Herradura, donde el talud del cerro pierde sustentación por este diaclasamiento.

### **Fallamiento y fracturamiento en afloramiento de rocas plutónicas (Batolito de la Costa)**

Comprende hasta tres familias de fracturas y/o fallas:

- Familia de dirección acimutal N10° a N30°
- Familia de dirección acimutal N70° a N100°
- Familia de dirección acimutal N165° a N180°

## **4.2.2 Geomorfología Regional**

El modelo para estructurar los procesos geodinámicos, la morfogénesis básica tiene como objetivo explicar formas del terreno cuyas configuraciones pueden considerarse "modales" y deben su origen a la articulación (no aleatoria) entre acciones de la dinámica terrestre. Figura N° 6.

Lo anterior queda formalizado mediante los procesos exógenos y la morfogénesis correspondientes. El grupo de fenómenos que coincide con los procesos o sistemas morfogenéticos, que en la ciudad de Lima han desarrollado el paisaje actual, son: litorales, fluviales, eólicos y denudación.

### **Procesos litorales**

La delimitación de estos procesos, más que por un agente, se realiza teniendo en cuenta el contexto fisiográfico, y corresponden al conjunto de interacciones dinámicas

circunscritas al área de contacto entre grandes masas de agua estabilizadas y aquellas tierras que las bordean o se hallan incluidas en su dominio, en Lima Metropolitana y Región Callao, los procesos han desarrollado: Playas, Islas, Bahía Chorrillos-Callao, Acantilados y Humedales.

### **Playas**

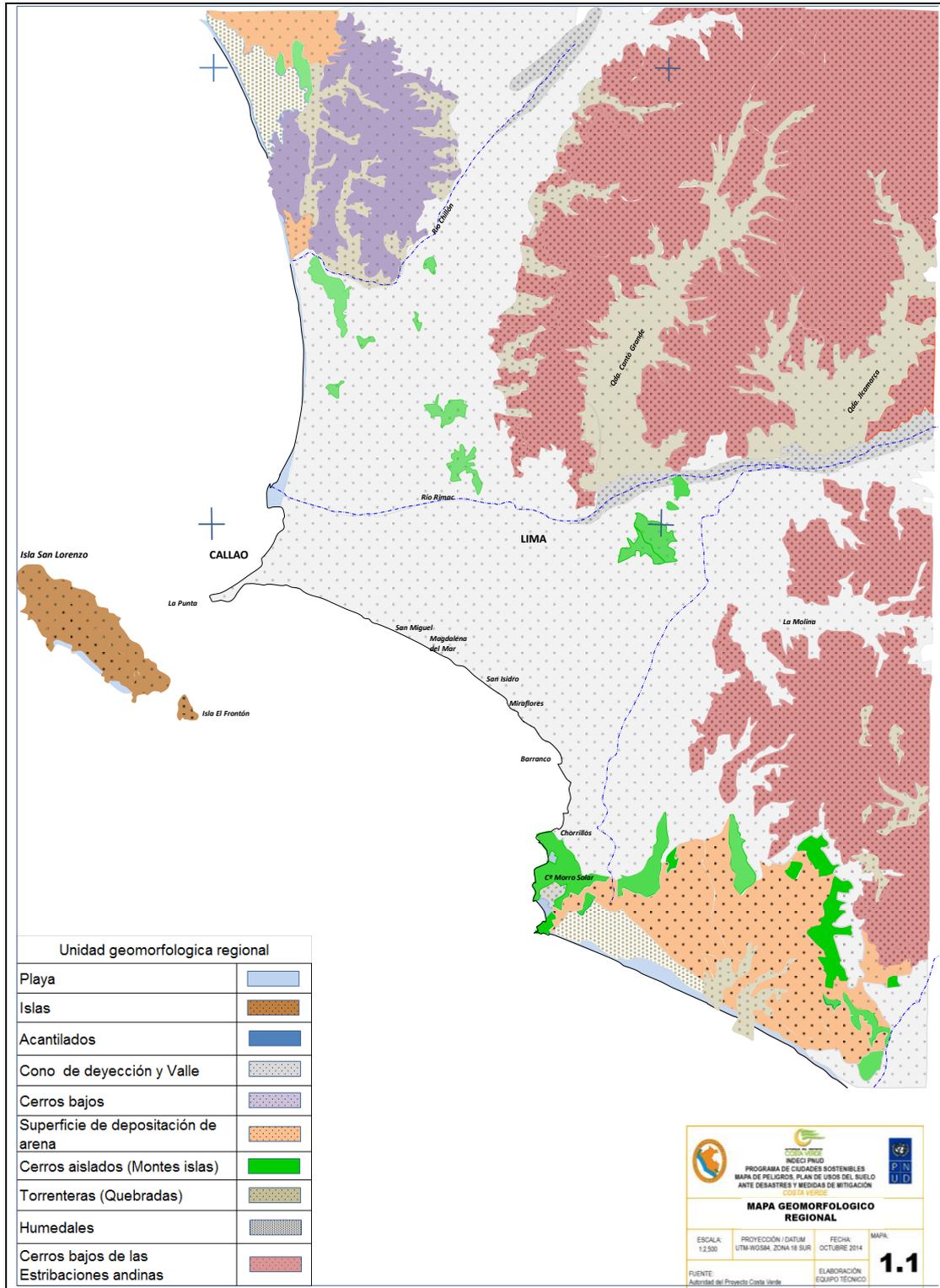
Constituye una franja costera debido a la acumulación de material. Éste procede en su mayoría del dominio terrestre y, por lo general, es fácilmente removilizable (grava, arena, arena limosa y similar), razón por la cual son morfologías en continuo reajuste. Hasta tal punto es así, que su perfil característico, escalonado y con decaimiento progresivo hacia el interior del mar, sufre notables variaciones durante el año y según los sucesivos temporales.

Líneas costeras deposicionales, que disfrutan de un adecuado suministro de sedimentos resultan ser bastante estables e incluso progradantes donde la acumulación de sedimentos clásticos supera la acción de los agentes erosivos marinos. Si la acreción o la trasgresión tienen lugar, depende de factores, tales como: el suministro de sedimentos de los cauces y su redistribución a lo largo de la costa, la pendiente de la línea de playa y el índice de subsidencia de la cuenca. Todos estos factores condicionan la secuencia sedimentaria que puede encontrarse. El material clástico puede ser aportado por ríos de las cercanías y transportado por las corrientes marinas a lo largo de la costa, o tramos erosionados de esta última río arriba, pueden ser la fuente del material sedimentario.

La influencia relativa del suministro de sedimentos, olas y mareas, determinan las formaciones costeras deposicionales. El índice de mareas es (de nuevo) un factor de gran importancia.

Se tienen playas abiertas por acumulación de canto rodado y arena a través de corrientes o por deriva litoral. Desde estas playas la arena es llevada al continente por acción eólica formando una unidad continua con la planicie costera.

**Figura N° 6 Mapa Geomorfológico Regional**



Fuente. INGEMMET  
 Elaborado por el Equipo Técnico PCS 2014

### **Islas**

Son porciones de territorio separados del continente, con una topografía de pequeñas colinas rocosas, bordeados por playas angostas y acantilados. Las islas son de dimensiones pequeñas, en comparación con los continentes.

Corresponden a los macizos líticos insulares ubicados a 4 km aproximadamente al Oeste de la zona continental, conformados a partir de los materiales de cobertura y de la roca de basamento.

Las islas presentes en el ámbito geográfico del Lima son, la Isla San Lorenzo y el Frontón.

### **Bahía**

Porción de un océano que penetra hacia el continente. Se caracteriza por una línea de costa cóncava hacia el exterior.

Comprende el área de tierra firme adyacente a la línea litoral, expuesto a la acción de las olas marinas. Se extiende de Sureste a Noreste en forma de una faja de ancho variable. Está conformado por: la bahía del Callao-Ventanilla, bahía Chorrillos-Callao y las playas adyacentes. La bahía del Callao-Ventanilla se extiende desde La Punta en el Callao hasta la Punta Pancha en Ventanilla, donde se encuentran La Punta, las playas Cantolao, Márquez-Oquendo, la ensenada (Puerto Callao) y la desembocadura del río Rímac. La bahía Chorrillos-Callao, se extiende desde la Punta Chorrillos hasta la Punta en el Callao, donde se encuentran las playas del balneario de la Costa Verde

### **Punta**

La Punta constituye un resto de erosión de los depósitos antiguos del río Rímac originado probablemente por la protección de las islas San Lorenzo y Frontón, presentándose la erosión marina en la zona Punta-Callao con mayor intensidad, disminuyendo hacia el este.

### **Proceso fluviales**

Deben su presencia a flujos de agua encauzados o semiencauzados, con colector sencillo o múltiple, sean efímeros, estacionales, intermitentes o perennes y tengan dinámica propia de alta, media o baja energía.

La morfología elemental asociadas a estos procesos están definidas por torrenteras, y los conos aluviales y el cono de deyección.

### **Torrenteras (Quebradas)**

Bajo esta denominación se consideran los tramos inferiores de los ríos Rímac, Lurín y Chillón. También se involucra a las quebradas tributarias, que permanecen secas, donde la escasa precipitación pluvial no favorece la erosión de los suelos y rocas; más bien sus cauces o depresiones favorecen la acumulación de detritus o material coluvial (escombros de talud), caso de la quebrada Canto Grande, Jicamarca, etc.

### **Cono de deyección**

Constituye una llanura aluvial cubierta por material de acarreo transportado por el río Rímac con interdigitaciones de materiales procedentes del río Chillón; muestra una topografía moderada con zonas planas y localmente con algunas lomadas y "montes islas". Tiene la forma de un abanico cuyo vértice se inicia en Vitarte, siendo sus otros vértices el Morro Solar y la ex Hacienda Bocanegra. Sobre esta llanura aluvial el río ha sufrido divagaciones y cambios de curso periódicos en diferentes épocas geológicas, hasta alcanzar su actual posición, constituyendo así en su conjunto, el colchón aluviónico o terreno de fundación del área de Lima metropolitana.

Esta unidad se desarrolla a lo largo de una faja, limitada al oeste por la ribera litoral y al este por una cadena de cerros bajos pertenecientes al primer contrafuerte andino, con un ancho promedio aproximado de 30 km.

#### Proceso denudacionales

Son las operaciones que rebajan o destruyen el relieve y tienden a nivelar la superficie. Éstas se caracterizan por: meteorización, transporte, erosión y sedimentación, las cuales están asociadas a la morfologías como: Colina (Cerros aislados), Montes islas, Cerros bajos de las estribaciones andinas.

#### 4.2.3 Morfología Local

El ámbito del presente Estudio ubicado la Costa Verde, presenta rasgos morfológicos como acantilados, taludes, cerros bajos y una planicie, que a continuación se describen. Cuadro N° 12.

**Cuadro N° 12. Unidades Morfológicas en la Costa Verde**

| UNIDADES MORFOLOGICAS         | CARACTERISTICA  |
|-------------------------------|---|
| Cerros Bajos                  | Conforman los rasgos deinifod por relieves con pendiente y con altitudes de hasta 200 msnm, constituidos por macizos rocosos ubicados en el distrito de Chorrillos  |
| Acantilados                   | Rasgo físico que se caracteriza por la pendiente del relieve que varia de 40° a 85° de formas mixtas y desarrollados en los depósitos aluviales y que se extienden en los (7) distritos   |
| Taludes de relleno            | Corresponden a los taludes formadons por materiales de desmonte, y que permanenten varían de forma por la actividad antrópica, se presenta en el distrito de San Miguel   |
| Planicie de poca extensión    | Conforma una superficie que se encuentra en la zona de entre el borde litoral y el acantilado, conformado por depósitos marinos y material de relleno, y formas un suelo con uso de esparcimiento, como las playas y luagras de estacionamiento y lozas deportivas. |
| Palinicie de amplia extensión | Conforma la superficie formada por la acumulación de los materiales transportados por el río rimac y donde estan desarrollados las zonas urbanizadas y urbanizables de los distrito de Lima Metropolitana   |

PREPARADO: TEOFILO ALLENDE CCAHUANA. Diciembre - 2012

Fuente: Caracterización geológica de la Costa Verde. APCV, 2012

#### Cerros Bajos

Se encuentran en el distrito de Chorrillos conformando los Cerros La Virgen, Morro Solar, Marcavilca y La Chira entre otros, que configuran rasgos dominantes constituidos por macizos rocosos. Presentan altitudes que alcanzan los 275 msnm como en el Cerro Marcavilca, presentan una irregularidad en la distribución de sus formas, desde algo suaves como son las cumbres, hasta accidentadas como la topografía accidentada. Fotografía N° 8.

Fotografía N°.8: Al sur del área de Estudio se presenta la morfología que sobresale como los Cerros Bajos, ubicados en el distrito de Chorrillos.



### **Acantilados**

Corresponden a un rasgo físico que se extiende entre los 6 distritos, y se caracterizan por la forma de relieve y con pendiente que varían de los 40° en la Bajada Armendáriz hasta 85° en el sector del acantilado del distrito de Miraflores, además recorta la prolongación hacia el Oeste de la planicie aluvial, cuya forma adaptada a la intensa actividad antrópica. El relieve mantiene formas cóncavas, convexas, rectas y mixtas. Fotografía N°.9.

Los Cerros Bajos están limitados por acantilados de forma irregular con pendientes verticales y de altura considerable, que están expuestos a la acción marina.

Fotografía N°.9: Una de las morfologías representativas que se extienden en los distritos, como el de distrito de Chorrillos. **¿ACANTILADOS?**



### Taludes de relleno

Se ubican en los taludes del distrito de San Miguel, tiene forma variada con una altura de 40 metros aproximadamente, se encuentran en permanente cambio debido a la actividad antrópica. Próximo al litoral se observa un talud de relleno producido por la acción marina y tiene una altura de 11 metros en San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel y menos de 5 metros de altura en los demás distritos.

**FALTA FOTO REPRESENTATIVA DEL TALUD DE RELLENO!!**

### Planicie de poca extensión

La parte baja del acantilado se prolonga hacia el Oeste como una superficie plana y de escasa inclinación, limitada por los taludes de relleno. La planicie ha conformado un suelo que tiene un uso de esparcimiento y estacionamiento, la zona de playa, con poca extensión y un desarrollo longitudinal. Fotografía N° 10.

Fotografía N°10. Morfología representativa se ubica y extiende desde la parte baja del acantilado. **¿PLANICIES?**



### Planicie de amplia extensión

Conforma la superficie formada por la acumulación de los materiales del río Rímac, tiene una escasa inclinación hacia el Oeste e interrumpido por el acantilado. Los rasgos físicos y la naturaleza de los materiales han permitido su uso como suelo urbano y urbanizable en los distritos de Lima Metropolitana. Fotografía N° 11.

Fotografía N°. 11. En la planicie de amplia extensión se encuentra el suelo de uso urbano. Vista desde la Bajada Armendáriz. **NO SE ENTIENDE EN LA FOTO CUAL ES LA “PLANICIE DE AMPLIA EXTENSION” CON USO URBANO!!**



#### 4.2.4 Geología local

Regionalmente la zona es de un relieve suave a accidentada, se encuentra dentro del cono de depositación del río Rímac. La configuración física ha sido generada por diversos episodios geotectónicos del ciclo andino que han modelado el patrón morfoestructural de la Cadena Andina y la región de la Costa.

Los rasgos físicos de Lima Metropolitana se han configurado en macizos rocosos y depósitos de diferentes edades y origen. El INGEMMET-1992, ha reportado materiales terrestres (macizos rocosos y depósitos), con edades del Mesozoico intermedio al Cenozoico. Los macizos rocosos son de origen ígneo y sedimentario se distribuyen conformando las elevaciones que rodean Lima Metropolitana, mientras los materiales inconsolidados definen la amplia superficie plana y que se encuentran recortados por los acantilados, y una superficie plana de extensión longitudinal que relaciona el mar con los acantilados. Ver Cuadro N° 13: Columna Estratigráfica generalizada de la Costa Verde.

**Cuadro N° 13. Columna estratigráfica generalizada en la Costa verde**

| UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS |               | UNIDAD ESTRATIGRAFICA |                          | UNIDAD LITOLÓGICA  |                                  |   |
|-------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------------|--|----------------------------------|---|
| Cenozoico                     | Cuaternario   | Holocénico            | Depósito antropogénico   | Qr - an  | <b>MATERIALES INCONSOLIDADOS</b> | Comprende los residuos sólidos domiciliarios, acumulados en la zona del acantilado y al pie de taludes  |
|                               |               |                       | Depósito desmonte        | Qr - ds  |                                  | Materiales gruesos y finos procedentes de las demoliciones y excavaciones del suelo, que se acumalan en el litoral del distrito de San Miguel y Magdalena   |
|                               |               |                       | Depósito de relleno      | Qr - r   |                                  | Materiales finos con cascajos para afirmado, para formar suelos para el emplazamiento de la vía Costa Verde y para uso del suelo como espacio público   |
|                               |               |                       | Depósito marino de arena | Qr - ma  |                                  | Acumulación de arena desplazados en el borde litoral, conformando las zonas de playa como espacio público   |
|                               |               |                       | Depósito marino de grava | Qr - mg  |                                  | Acumulación de gravas desplazados en el borde litoral, conformando las zonas de playa como espacio público. Acumulaciones de materiales finos y gruesos formado por el movimiento de masas de tierra recientes y antiguos |
|                               |               |                       | Depósito de derrumbe     | Qr - d   |                                  | Materiales gruesos y finos ubicados en la parte baja de los derrumbes y deslizamientos de tierra  |
|                               | Pleistocénico | Depósito proluviales  | Qr - p                   |  |                                  |   |
| Mesozoico                     | Cretáceo      | Valanginiano          | Fm La Chira              | Fm - ch  | <b>MACIZO ROCOSO</b>             | Areniscas cocolate, claro y negras, estratificación fina  |
|                               |               |                       | Fm. Marcavilca           | Fm - ma  |                                  | En la parte superior comprende arenisca blancas, estratificación cruzada. Arenisca cuarcíferas blancas, estratificación guesa. Arenisca blancascon estratificación fina y guesa   |
|                               |               |                       | Fm Morro Solar           | Fm - ms  |                                  | Lutita gris. Arenisca grises. Arenisca abigarrada cin estratificación fina  |
|                               | Berriasiano   | Fm Herradura          | Fm - he                  | Lutitanegra y gris, con sill profirítico. En la parte inferior Arenisca blanca con nódulos |                                  |   |
|                               |               | Fm Salto del Frayle   | Fm - sf                  | Arenisca cuarcífera blanca y gris, con estratificación fina y gruesa                       |                                  |   |

ELABORADO: TEOFILO ALLENDE CCAHUANA , Diciembre 2012.

Fuente: Caracterización Geológica de la Costa Verde. APCV. 2012

### **i. Depósito antropogénico**

Corresponde un conjunto de materiales transportados y acumulados por el hombre y retrabajados por la acción de un agente natural, y consiste en residuos sólidos en general, material de desmonte y de relleno.

#### **Residuos sólidos**

Estos depósitos ocupan espacios reducidos en la parte alta de los acantilados del distrito de Barranco, y en la parte baja de los depósitos de desmonte en los distritos de Magdalena y San Miguel donde ocupan espacios de poca extensión y en otros están conformando los botaderos de basura como en el distrito de Magdalena del Mar y San Miguel, lo cual crea focos de infección causantes de malos olores y presencia de vectores. Asimismo, a lo largo del borde litoral existen antiguas acumulaciones de residuos sólidos depositados por el mar y conforman las playas de los distritos de Magdalena del Mar y San Miguel.

Son acumulaciones de materiales que corresponden a los residuos sólidos domiciliarios que son arrojados por la población, comprende papeles, cartones, plásticos, palos, fierros, entre otros. Los residuos acumulados por el mar consisten en maderas, zapatos y plásticos.

En el litoral marino del distrito de San Miguel, en la Av. Costanera a lo largo de 2 km. desde las intersecciones con la Av. Echenique hasta el Jr. Comandante Ladislao Espinar en la zona conocida como bajada Escardó; se observan varios botadero de basura, donde se mezcla los residuos de construcción con residuos domésticos, en un área de aproximadamente 22 has.

#### **Depósito de desmonte**

Estos materiales ocupan ampliamente la zona litoral de los distritos de Magdalena del Mar y San Miguel; configurando relieves bastante irregulares que asemejan a taludes de altura variables y plataformas con extensiones de tamaños diferenciados.

Por razones técnicas, los depósitos han sido acumulados para ampliar el malecón y aprovechar estas áreas para la ubicación de espacios públicos para beneficio de la población.

Los depósitos están compuestos por materiales de demolición y excavaciones producto de las actividades constructivas aledañas. Estos depósitos consisten en gravas, limos y arcillas mezclados con bloque de muros de concreto, presentando baja compacidad con permanentes cambios en la forma de los taludes alcanzado una altura de aproximadamente 40 metros.

En los distritos de Magdalena del Mar y Miraflores, los depósitos de desmonte consisten de limo y grava con distribución irregular, donde han sido compactados y modelados para adaptar espacios públicos como zonas de parqueo y lozas deportivas.

#### **Depósito de relleno**

Son depósitos que se extienden en la parte baja de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, Magdalena del Mar y San Miguel. Estas áreas de relleno, se han depositado continuamente hasta configurar relieves de forma plana y con poca pendiente, adaptándose zonas de esparcimiento y recreación para el beneficio de la población.

Los materiales acumulados consisten de cascajos, con limo y arcilla, donde han adquirido propiedades óptimas del suelo mediante procesos de compactación controlado, alcanzando las condiciones necesarias para el desarrollo de obras tales

como: la Vía Expresa de la Costa Verde y zonas de playa en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel. Fotografía N° 12.

Fotografía N°. 12. Depósito de relleno que otorga al suelo condiciones de uso para espacio público, en el distrito de Miraflores.



Fuente: PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES – INDECI/PNUD

## ii. Depósito marino de arena (Depósito litoral de arena)

Corresponde a los materiales sometidos a la acción marina y son acumulados en los fondos marinos, incluyendo las riberas litorales. De acuerdo con el lugar de sedimentación los depósitos marinos se clasifican en: litorales, neríticos y batiales.

Los depósitos neríticos y abisales son acumulados en el talud y fondo marino respectivamente. Los depósitos de los bordes litorales son acumulados en el borde litoral y se distribuyen a manera de una franja angosta y longitudinal, consisten de acumulación de arenas (tamaño del clasto 2-1/16 mm), gravas o bloques (> 2mm) y algunos restos de crustáceos. Se debe anotar, que el cambio en la dirección de las corrientes internas marinas puede ocasionar en determinadas épocas del año la acumulación de gravas. La intensidad en la acumulación de arena puede ser manejada mediante la construcción de estructuras marinas como los espigones.

Los depósitos marinos consisten de arena, el cual ha configurado un relieve suave, determinando la morfología de playas, en los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores. Fotografía N° 13.

Fotografía N° 13. Depósito litoral de arena, como en la playa del distrito de Chorrillos. **INDICAR NOMBRE DE LA PLAYA ¿AGUA DULCE?**



Fuente: PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES – INDECI/PNUID

Los depósitos marinos de arena han desarrollado un suelo con propiedades que representan bajas condiciones de estabilidad. Se plantea que este tipo de depósito define un uso de suelo para espacio público.

### iii. Depósito marino de grava (Depósito litoral de grava)

Materiales acumulados en las riberas litorales, debido a las corrientes marinas que arrastran los materiales de sureste a noroeste. El depósito es persistente hacia el sector Sureste de la Costa Verde.

Los depósitos marinos de grava consisten en gravas de guijones y guijarros de origen predominantemente ígneo (rocas ígneas plutónicas y volcánicas), seguidas de rocas sedimentarias clásticas, de forma redondeada. Los depósitos conforman un suelo no cohesionado, con propiedades que definen condiciones inestables para soportar cargas externas como una infraestructura. Fotografías N° 14 y 15.

Los depósitos se distribuyen en una estrecha franja pero de extensión longitudinal en el borde litoral, configurando un relieve de forma poco regular definiendo la morfología de playas, la cual se distribuye en la zona litoral de los distritos de Magdalena del Mar y San Miguel. Estos depósitos han definido un uso de suelo para espacio público.

Fotografía N° 14. Depósito litoral de grava, en las playas del distrito de Miraflores, Magdalena del Mar y San Miguel



Fotografía N° 15. Gravas de guijarros y guijones en los depósitos litoral de grava, en la playa de Miraflores



#### iv. Depósito de derrumbes (Depósito de talud)

Estos depósitos se ubican en la base del talud, ocupando la parte inferior, intermedia y superior de los acantilados de la Costa Verde, y en la parte baja de las pequeñas torrenteras y quebradas. Los cuales por la acción del viento y las inundaciones por agua de regadío en la parte alta del acantilado, se exponen a permanente modificación de la forma del relieve. Los depósitos son persistentes en el acantilado que se extienden en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores y Magdalena del Mar, siendo menor hacia el distrito de San Miguel.

Los depósitos comprenden una acumulación de materiales que adquiere formas y tamaños diferentes con pendientes de 15° a 20°, de poca extensión y de distribución irregular, compuesto por fragmentos de roca de diferente tamaño y forma (normalmente redondeadas y subredondeadas), desprendidos de un talud muy empinado, todo bajo la influencia de la gravedad y sin intervención de otro agente en el proceso de transporte. Fotografía N° 16.



Fotografía N° 16. Depósito de derrumbe en la parte baja del acantilado en el distrito de Miraflores.

Algunos de estos depósitos han alcanzado la Vía Expresa y en algunos tramos se han implementado medidas de mitigación para minimizar este efecto, como el que se ubica en el distrito de Miraflores, donde se ha limitado un área entre la base de los acantilados donde se ubican estos depósitos y el borde de la vía.

#### v. Depósitos proluviales

Los depósitos proluviales se encuentran en la parte inferior de las quebradas ubicadas en los acantilados de la Costa Verde.

Son acumulaciones constituidas por una mezcla de gravas, arenas, limos y arcillas, con escasa cohesión y propiedades anisotrópicas. Los depósitos se originan por los flujos de detritos que se forman en la parte baja del talud, configurando un relieve que sobresale en el acantilado por la forma de un cono. En los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores, los depósitos se encuentran cubiertos por vegetación débil, siendo mayores los localizados en la quebrada denominada Bajada de Armendáriz y en la Bajada Balta.



Fotografía N° 17. Depósitos proluviales cubiertos con vegetación natural, cerca de la Playa los Delfines - Miraflores



Fotografía N° 18. Depósitos proluviales en el acantilado del distrito de San Miguel.

#### **vi. Depósito pleistocénico aluvial**

Comprende los materiales que fueron acarreados y acumulados por el río Rímac en una zona de escasa pendiente, se extienden desde el distrito de Chorrillos hasta la confluencia con el río Chillón en la Región del Callao y Lima Metropolitana al Norte, formando relieves característicos como una planicie de tipo aluvial, acantilados y la zona de playa.

Los depósitos fueron en forma de bancos de gravas de guijarros, arena y cantos rodados; correspondientes a lechos y canales fluviales rellenados.

En general, la caracterización litológica de los depósitos consiste en la parte superior de una capa de arcilla llamada "suelo agrícola" de espesores de hasta 1.5 metros, continua un paquete de limos y arcilla que se destaca por la coloración amarilla, de grosores medianos 2-6 metros, para continuar de una manera predominante con un banco de grava de guijarros con una matriz de limo y arcilla, que ha sido mal denominado como "conglomerado de Lima" con espesores de hasta 30.00 a 40.00 metros. En los niveles de limos y arcilla así como en las gravas se observan antiguos canales que se encuentran rellenados por arena.

En cuanto a la variabilidad litológica de los depósitos son notorios hacia el norte y sur de los depósitos, como en el distrito de Chorrillos y parte Barranco, así como en los distritos de San Miguel y parte de Magdalena del Mar; siendo el depósito con una característica litológica uniforme entre los distritos de Barranco y Miraflores.

A continuación, se describe la caracterización geológica específica de los depósitos pleistocénicos por distrito:

### **Distrito de Chorrillos**

En las cercanías del Club Regatas, en la parte inferior consiste de un banco de 4.00 metros de espesor alcanzando hasta los 10 metros hacia el norte, constituido de gravas, de arena y lodo, con granos de litología variada con predominio de roca volcánica. En esta parte destaca estructuras como canales y de canal de interdigitación rellenos con arena. Por correlación estratigráfica este nivel se extiende hacia el Norte del distrito manteniendo la misma característica litológica. Además, próximo al límite con el distrito de Barranco, el nivel de gravas contiene cemento de carbonatos formando travertinos que se destaca por la dureza y compacidad.

Sobreyace un paquete de 10.00 metros de espesor de arcilla de color gris claro donde es visible fracturas de desprendimiento, hacia el norte presenta intercalación de estratos de 1.00, 4.00 y 6.00 metros de gravas. Fotografía N°19. Ver Anexo VIII: Mapa Lito – Estratigráfico de Chorrillos: Del LTE - 1.6 al LTE - 1.7.



Fotografía N° 19. A 6.00 metros de la parte baja se exponen los niveles de arcilla en el acantilado del distrito de Chorrillos.

Pues encima de las gravas con travertinos los estratos de arcilla tiende a reducirse hasta los 4.00 metros, los estratos de grava se destacan por un dominante relieve irregular, presentando una coloración beige claro a oscuro. Los estratos de arcilla se destacan por el color gris claro a beige parduzco.

Continúa un banco con un espesor de 6 metros en promedio, de color gris claro, constituido por grava con matriz de arena y arcilla, presencia de estructura de canal con relleno de arena. Hacia el norte las gravas reducen el espesor hasta 2 metros para intercalarse con estratos de arcilla de color beige claro con fracturas bien marcadas. Hacia el norte, las gravas constituyen estratos dominantes con espesor de 22 metros donde se intercalan capas y estratos de arcillas. Encima yace un estrato de arcilla beige claro de 3.00 a 5.00 metros de espesor de arcilla, con fracturas de desprendimiento, y boques caídos de muros de contención. Fotografía N° 20.



Fotografía N° 20. Exposición de los bancos de gravas, arcillas en los depósitos aluviales.

### **Distrito de Barranco**

En la parte baja del acantilado se inicia con un banco con espesor de 20 metros de color gris claro, constituido de gravas con intercalaciones de estructuras de canal y con lentes y barras de material de limo y arcilla, con presencia de travertinos. Hacia el Norte del distrito, con ausencia de las estructuras de canal, y tienden a dominar los bancos de gravas 4.00 y 8.00 metros de espesor, de color gris claro y travertinos. Cerca del distrito de Miraflores, se presentan dominantes bancos de gravas de hasta 12.00 metros de espesor de color gris claro, y se intercalan gravas con estructuras de canal y barras de arena y limo.

Continúa un banco de hasta 30.00 metros de espesor de gravas, de color gris claro, con estructuras de barras de arena y en otros con intercalaciones de lentes de limo y arcilla, donde se observa fracturas de desprendimientos, dichas estructuras no tienen persistencia hacia el norte, donde se intercalan bancos de gravas, separados con algunos delgados estratos de arcilla de color gris claro.

En la parte superior, yacen estratos de 2.00 metros de arcilla con poca cantidad de limo de color beige claro. Ver fotografías N° 21 y 22; Anexo N° VIII: Mapa Lito – Estratigráfico de Barranco: Del LTE - 1.5 al LTE - 1.6.



Fotografía N° 21. Las gravas con estructuras de canal se destacan por la coloración gris y forma, la intercalación de niveles de arcilla y limo presentan coloración beige.



Fotografía N° 22. Hacia el Norte se presenta un aparente dominio del material gravoso, manteniéndose hacia la parte superior los niveles de arcilla y limo.

### **Distrito de Miraflores**

La parte baja del Acantilado comprende un banco de 40 metros de espesor, constituido por grava de guijarro y gránulo, de color gris claro con lentes de arena y limo, con cementos de travertinos, con presencia de humedad hacia la parte superior. Foto N° 24.

Hacia el Norte del distrito, se presentan estratos de 4.00 metros de arcilla y limo de color gris, el cual sigue un banco de 6.00 metros de grava con escasa estructura de canal, de color gris claro. En esta parte del distrito, los depósitos culminan con estrato de arcilla y limo de color beige que se encuentra cubierto por vegetación, y con

desarrollo de cárcavas. Foto N° 25. Anexo VIII: Mapa Lito – Estratigráfico de Miraflores: Del LTE - 1.4 al LTE - 1.5.



Fotografía N° 24. En la parte baja las gravas están cubiertas de travertinos, en la parte superior existe la tendencia de desarrollo de las cárcavas.



Fotografía N° 25. En el talud se observa un dominio del banco de gravas, y por efecto de la erosión hídrica se han desarrollado las cárcavas.

#### **Distrito de Magdalena del Mar**

La parte baja del Acantilado consiste de un banco con 40.00 metros de espesor, constituido por gravas de gránulo y guijarro, con lentes de limo arcilla con un mejor desarrollo hacia el norte, donde se encuentran intercalados a manera de estratos de arcilla y limo de 4.00metros. También se observa que por encima de los 25 metros de altura, persiste el banco de grava con 25.00metros de espesor, con desarrollo de cárcava por efecto de la erosión hídrica. La presencia de estratos de arcilla y limo, no tiene continuidad, pues hacia el norte se distinguen gravas de gránulo y guijarro con estructuras de canal y un desarrollo de cárcavas, y fracturas de desprendimiento.

Sobreyace estrato de arcilla de hasta 4.00metros de espesor de color beige, claro con fractura de desprendimiento, la cual ocurre hacia el extremo norte del citado distrito. Fotos N° 26 y 27. Anexo N° VIII: Mapa Lito – Estratigráfico de Magdalena del Mar: Del LTE - 1.2 al LTE - 1.3.

Fotografía N° 26. Un predominio de gravas con fragmentos redondeados y de tamaño mediano, y limo con escasos lentes de arcilla en los depósitos aluviales, siempre con desarrollo de las cárcavas en los niveles superiores, como en la parte sur del distrito de Magdalena del Mar.



Fotografía N° 27. En los depósitos aluviales se incrementa los niveles de arcilla en la parte media y baja del acantilado, mientras en los niveles superiores se mantienen aumento las gravas, en la parte central del distrito de Magdalena del Mar.



#### **Distrito de San Miguel**

En la parte baja del Acantilado se presenta un dominante banco de gravas de granulo y guijarro de 44.00 metros de espesor de color gris claro, con material fino parcialmente fracturado, y con estructura de canal y de barras. Hacia el norte, los estratos gruesos de grava incluyen fragmentos de cantos. Asimismo, en la parte superior de los niveles de gravas se observa el desarrollo de las cárcavas por efecto de la erosión hídrica.

Finalmente, sobreyace un estrato de hasta 2.00 metros de espesor de arcilla y limo de color beige. Presenta un mayor desarrollo hacia el norte, donde alcanza hasta 6.00 metros de grosor. Fotos N° 28 y 29. Anexo VIII: Mapa Lito – Estratigráfico de San Miguel: Del LTE - 1.1 al LTE - 1.2.



Fotografía N° 28. Los depósitos aluviales consisten en gravas con limo con estructuras de canal rellenas con arcillas, al sur del distrito de San Miguel.



Fotografía N° 29. Depósitos aluviales con predominio de gravas con limo, pero incluyen algunas estructuras de canal de arena (parte baja del acantilado) y arcilla (parte superior del acantilado), parte central del distrito de San Miguel.

### **vii. Macizos rocosos**

Corresponde a los materiales que han sufrido un proceso de diagénesis para conformar las rocas sedimentarias y en otros por el proceso de cristalización han generado las rocas ígneas (subvolcánicas).

En Lima Metropolitana los macizos rocosos se destacan por la conformación de la cadena de cerros de diferentes tamaños y formas y que flanquean la ciudad de Lima y que corresponde a las prolongaciones de la Cordillera de los Andes. En el área de estudio los macizos rocosos se exponen en el distrito de Chorrillos configurando el límite Sur de la Bahía Chorrillos, donde se destacan los Cerros bajos como los Cerros La Virgen, Morro Solar, Marcavilca y La Chira.

En el distrito de Chorrillos los macizos rocosos consisten en una secuencia de rocas de origen sedimentario, que según las investigaciones han sido separados en unidades litológicas en relación a la caracterización litológica, contenido de fósiles y comparaciones estratigráficas, Fernández Concha J. (1958), le asigna el nombre de Grupo Morro Solar, y donde se ha diferenciado las Formaciones Salto del Fraile, Herradura y Marcavilca. La secuencia de rocas se prolonga al Noroeste, por las islas San Lorenzo y el Frontón, y al Este por la Campiña.

#### **Formación Salto del Fraile**

La secuencia de rocas se exponen en las laderas del Cerro La Virgen, en el extremo noroeste del Cerro La Virgen y Morro Solar; constituyendo los barrancos hacia el mar; se le puede observar tanto en los cortes de la carretera de Chorrillos a Herradura, que bordea el lado norte de dicho Cerro, como también en la carretera que asciende al monumento del Soldado Heroico, y ocupan la base de la secuencia de rocas sedimentarias en el área de estudio.

Comprende una secuencia de estratos de areniscas cuarcíferas compacta de color blanco a gris parduzca en bancos medianos con buena estratificación cruzada, con un espesor de 50 metros aproximadamente. La secuencia corresponde al desarrollo de un sistema de barras tidales, que representa la parte distal de un sistema fluvio-deltaico de bajo una influencia importante de las mareas en su zona de desembocadura.

La unidad litológica contiene una variada y numerosa fauna. Lisson (1904) describió los icnofósiles "tigillites" que luego fueron red denominadas por Villavicencio (1984) y Geyer & Alleman (1984) como Diplocaterion Habichi. Estas huellas dejadas por organismos indican un medio de depósito litoral interdital a supradital, de relativa calma. Los datos actuales nos conllevan a considerar a la Formación Salto del Fraile como depositada durante el Valanginiano inferior.

La secuencia de rocas está inclinadas al Suroeste, en lento proceso de desintegración por la intensa acción de la meteorización de tipo químico. El corte de talud, donde se ubica la vía Chorrillos-La Herradura ha planteado condiciones inestables a las rocas de la formación. Foto N° 30.

Fotografía N° 30. Secuencia de rocas sedimentarias inclinadas de la Formación. Salto del Fraile.



### **Formación Herradura**

Comprende una secuencia de rocas sedimentarias que aflora en los sectores de La Herradura- La Chira, Salto El Fraile y en la base del Cerro Morro Solar; formando los acantilados originados por el socavamiento marino.

Constituida por lutitas oscuras laminadas, areniscas cuarzosas, de dureza y fracturamiento diferencial; es considerada como una unidad litológica incompetente dentro del Grupo Morro Solar debido a la litología arcillosa, y esto favorecido por su contenido de sales como yeso y cloruro de sodio, probablemente por fenómenos diagenéticos en un medio salino.

En los niveles de lutitas afectados por las deformaciones de la secuencia sedimentaria del Morro Solar, presentan pequeñas deformaciones con fracturas, y se presentan derrumbes y cuyos productos van formando los depósitos de derrumbes que se ubican en la parte baja de ladera del Cerro La Virgen. Foto N° 31.

La formación la Herradura estratigráficamente sobreyace a la formación Salto del Fraile, se reportan una numerosa fauna de cefalópodos asignada al Valanginiano (Rivera, 1979).

Fotografía N° 31. Secuencia de rocas sedimentarias de tipo lutitas gris oscura de la Formación Herradura, en el talud de corte para la vía Chorrillos-Herradura



### **Formación Marcavilca**

Se exponen al Suroeste del distrito de Chorrillos, donde sobreyacen a la Formación La Herradura, y conforman los Cerros Marcavilca y La Chira los dominantes acantilados que limitan el borde litoral del distrito. Fernández Concha J. (1953), la divide en tres miembros cuyas características litológicas son:

#### **a. Miembro Morro Solar**

Se expone en la parte superior del Cerro Morro Solar y se prolonga al sur para exponerse en la parte inferior del Cerro Marcavilca, estratigráficamente sobreyace a la Formación La Herradura.

Consiste de rocas clásticas constituida de areniscas cuarcíferas, duras y competentes, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada conspicua, se observan en menor proporción lutitas de color amarillento por efecto de las oxidaciones ferruginosas.

### **b. Miembro Marcavilca**

La unidad litológica se expone en los niveles intermedios y superiores del Cerro Marcavilca, y al extenderse hacia el sur conforma los Cerros Manchada y La Chira.

Está constituido por rocas competentes, duras, y compactas, La litología corresponde a una facies litoral de aguas agitadas por corrientes que han dado a una buena clasificación del grano y a una estratificación cruzada conspicua.

Consiste de arenisca cuarzosa de color gris claro, con cemento silíceo, de grano medio a grueso y hasta conglomerádico. Se exponen en menor proporción lutitas con un color amarillento por las oxidaciones ferruginosas.

### **c. Formación La Chira**

Presenta afloramientos limitados sólo a la cima del Cerro Marcavilca, pero con una distribución hacia el Noreste.

Corresponde a una secuencia litológica grabo-estrato creciente, está constituida por areniscas cuarcíferas blancas sacaroideas con estratificación cruzada muy conspicua y areniscas silíceas de color gris amarillento por el contenido de limonita. Foto N° 33.

Se ha reportado una diversidad de fauna como ammonites, bivalvos de edad de Valanginiano que corresponde al Cretáceo inferior.

Fotografía N° 32. Al frente se exponen las laderas septentrionales del Cerro Marcavilca constituidos por rocas sedimentarias clásticas de la Formación Marcavilca. En la parte baja y de coloración oscura se exponen rocas sedimentarias de la Formación Herradura, atravesada por el dique hoy erosionado.



### **Rocas de origen ígneo**

Corresponde a una andesita constituida por minerales con plagioclasa sódica, Horblenda, sanidina y cuarzo, de coloración gris verdosa.

En el área de Estudio conforman la estructura ígnea denominada dique, la cual estructura a manera tabular de un ancho de 2.00 metros tienen una posición subvertical, y atraviesan la Formación Salto del Fraile, Herradura y Marcavilca.

### **Manto interestratificado**

Reconocido como “sill”, representa un tipo de estructura ígnea que se encuentra interpuesta entre las rocas sedimentarias.

En los niveles intermedios y superior del Cerro La Virgen se exponen en el frente meridional del mencionado cerro, un manto de roca andesítica gris oscura, que se destaca por la coloración oscura y las prolongaciones a manera de puntones de los afloramientos, siguiendo la misma posición de la Formación La Herradura.

### **viii. Aspectos estructurales**

Comprenden las fallas que atraviesan los afloramientos rocosos como se observan en los Cerros Morro Solar, La Virgen, Marcavilca y La Chira. Como los pliegues afectan los macizos rocosos y se presentan a manera de una homoclinal y en ligeros pliegues desarrollados en los niveles plásticos de la Formación Herradura. Estas estructuras corresponden a deformaciones terrestres debido a la Fase tectónica Andina que afecto el territorio peruano a fines del Mesozoico.

#### **A. Fracturas y/o Diaclasas**

Los macizos rocosos de origen sedimentario e ígneo, presentan fracturamiento bien marcado. Trazando una dirección y buzamiento se evidencia dos grupos a  $N 0^\circ - 10^\circ W$  y a  $N 80^\circ - 90^\circ E$ ; los otros grupos a  $N 20^\circ - 40^\circ W$  y a  $N 60^\circ - 80^\circ E$ . Foto N° 33.

Todas las fracturas tienen buzamiento alto, las fracturas que presentan los sill y diques, corren paralelas a las cajas, lo que se evidencia, cuando ellos son intemperizados, en forma de numerosas fracturas poco espaciadas y agrupadas cerca al contacto. Cuando los diques y sill tienen una potencia de algunos metros, la parte central de ellos presenta una fractura en bloques alargados o lajas perpendiculares a las cajas.

El macizo del Morro Solar puede considerarse como un bloque sedimentario cuya posición es  $N-55^\circ-W$ ;  $10^\circ-SW$ . En relación con la estructura general de Lima podría formar parte del flanco occidental del anticlinal tendido conocido como anticlinal de lima o ser un simple bloque limitado por fallas.

Fotografía N° 33. Fracturas en los niveles superiores de la Formación Salto del Fraile, la cual ha generado condiciones inestables y la caída de bloques, se observa en el talud de corte próximo al Club Regatas.



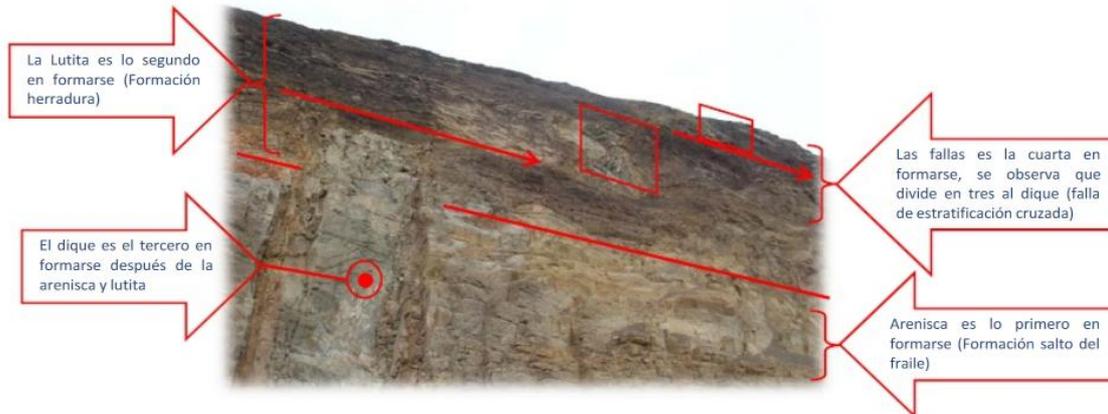
#### **B. Fallas**

##### **Falla de tipo direccional**

Corresponde a estructura que se caracteriza por la posición de mantener un movimiento entre los estratos de la Formación Salto del Fraile, con corrimiento de 1.00 metro hacia el Suroeste.

En el talud de corte de la vía Chorrillos–Herradura, se presenta el dique con desplazamiento en la dirección del buzamiento de los estratos de la formación Salto del Fraile. Foto N° 34.

Fotografía N° 34: El dique se encuentra atravesado por la Falla direccional



### Falla transversal

Son de menor magnitud, están representadas por dos familias conjuntas uno de rumbo Norte-Sur, variando entre N 5° 0 y N 10° E y otra de rumbo Este-Oeste variando entre N 70° E a S 60° E, como las fallas Chorrillos, Salto del Fraile, El túnel y la Chira.

### Falla Salto del Fraile

La Falla Salto del Fraile se expone cerca de la punta Salto del Fraile, en un corte de la pista a La Herradura, y a 300 metros antes de la playa La Herradura. Se encuentran cuarcitas de la formación Salto del Fraile en el lado Sur de la falla y las lutitas de la formación La herradura en el lado Norte de ella, habiéndose levantado el lado Sur. La falla corta los planos de estratificación y un dique; tiene un rumbo de N 75° E. La falla tiene una brecha angosta con fragmentos de arenisca cuarcífera y Lutita, hallándose cementados en una masa arcillosa con óxidos de fierro rojos que le dan un aspecto característico.



Fotografía N° 35. Falla Salto del Fraile tipo vertical, que desplaza la Formación Morro Solar y lo expone frente a la formación La Herradura

### Falla Chorrillos

La falla afecta a la Formación Salto del Fraile a la altura del Club Regatas visible a pocos metros de Chorrillos, en el corte de la carretera a La Herradura.

La falla Chorrillos delimita el extremo norte del Cerro La Virgen; su rumbo es Este – Oeste con un buzamiento de 65° N siendo el bloque Norte el hundido. La falla ha tenido un movimiento normal, y tiene un buen espejo donde se encuentra material molido con un espesor de 10m.

Fotografía N° 36. Falla Chorrillos cerca al Club Regatas, se observa en el corte de talud en la vía Chorrillos- Herradura.



#### **Falla el Túnel**

La falla del túnel corre en el lado Norte del túnel, desplazando el bloque Norte abajo; siendo su salto de 32 m. El plano de la falla también contiene una angosta brecha con abundancia de limonita rojiza que permite seguir fácilmente su trazo.

La falla afecta a las Formaciones Salto del Fraile y Herradura, corriendo paralela al túnel de la Herradura. El rumbo es N 60° E y el buzamiento del plano de falla es 75° al NO, con un movimiento de tipo sinistral normal.

#### **Falla la Chira**

La falla La Chira una de las principales del sistema N-S, delimita el extremo Oeste del Cerro Marcavilca y Morro Solar, y se evidencia por una ancha zona de fracturación en la que la erosión marina ha formado un dominante talud entre los sectores La Herradura y La Chira, conocido por el nombre de Paso de la Araña y gran zanjón al Norte de la playa La Chira.

En este lugar, se observan varios diques desplazados horizontalmente por la falla sobre una distancia de 35 a 40m, con un movimiento de la falla dextral normal.

#### **Pliegue Homoclinal**

Corresponde a la posición regional de los estratos de las unidades litológicas, la cual tienen un rumbo N 50° O con buzamiento de 20° SO, que varían por el desplazamiento de los bloques fallados.

En los estudios regionales, la posición regional de las macizos rocosos, se relaciona con una estructura macro reconocida con el nombre "Anticlinal de Lima", que tienen como flanco occidental se extiende por el Sur en los cerros Morro Solar y Marcavilca, y como flanco oriental se ha reconocido a la altura de los Cerros de la UNI.

### **4.2.5 Morfogénesis (Origen y Formación del relieve)**

Tiene como objetivo explicar formas del terreno cuya configuración deben su origen a las acciones de la dinámica terrestre. En el área de influencia del proyecto se distribuyen las formas de relieve que tienen como causa los procesos marinos y fluviales.

#### **A. Proceso marino**

En esta parte tienen que ver las interacciones dinámicas entre el mar y aquellas partes de tierra que las bordean.

Los procesos están relacionados principalmente al oleaje y al nivel de mareas que actúan intermitentemente y con intensidad variable, de modo que la línea de costa es bastante irregular, con entrantes y salientes agudas, en el distrito de Chorrillos. Estas irregularidades disminuyen hacia el Norte desde el borde de los Cerros Morro Solar debido a la presencia de material no rocoso.

En el área motivo del presente estudio, la acción del mar ha desarrollado formas topográficas representativas como Playas, Bahía, Acantilado y Plataforma de abrasión.

### Playas

Representa una franja de la costa que se caracteriza por presentar un relieve plano con una ligera inclinación. La mayoría de estas playas ocupan pequeñas extensiones, siendo reconocidas por la Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV); las cuales se pueden apreciar en la figura N° 11.

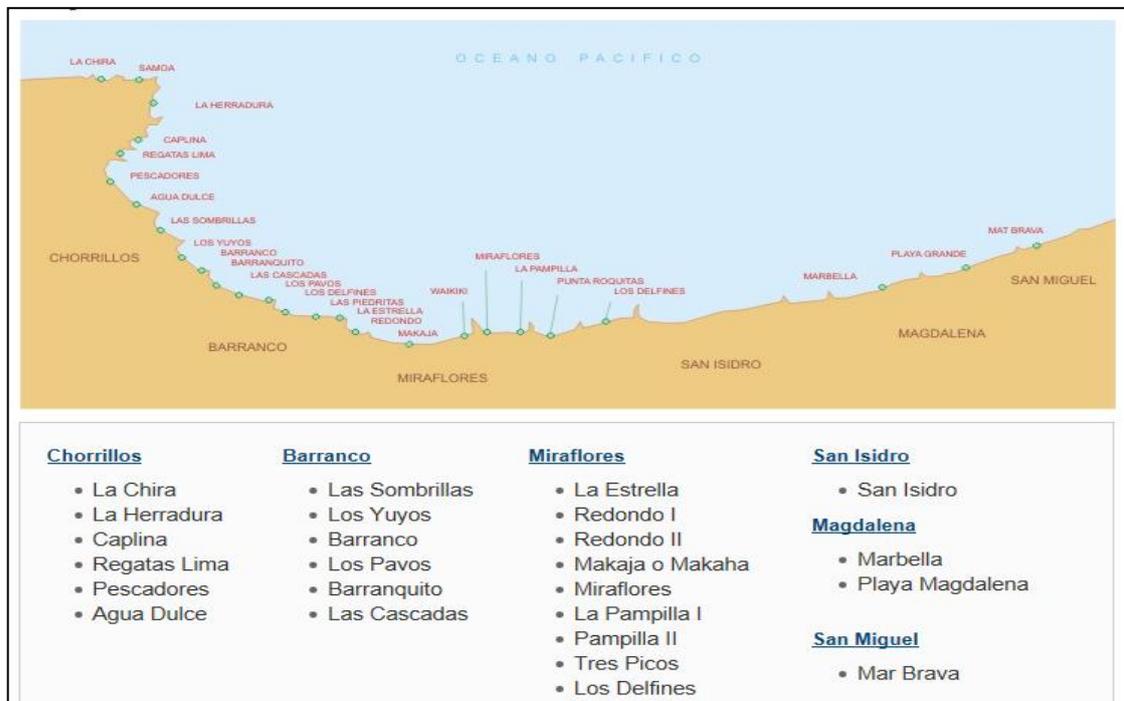


Figura N° 11. Playas de la Costa Verde  
 Fuente: APCV

Estas playas, se han formado por la acumulación de los depósitos marinos, constituidos por arena y algunos casos por la acumulación de gravas, ejemplo de estas, algunas playas ubicadas en los distritos de Barranco y Miraflores.

En los distritos de Magdalena del Mar y San Miguel, las playas se han formado producto del desmonte de las construcciones aledañas, acumulado en el transcurso de los últimos años, encontrándose dentro del mismo, restos de materiales de construcción y en algunas zonas residuos sólidos. En estas playas se presenta un suelo no cohesivo, con contenidos de sales por la influencia de la acción marina, cuya acción predominantemente es constructiva, representando un paisaje natural de interés turístico.

Fotografía N° 37. Vista del litoral en el distrito de San Miguel, se observa el material depositado para conformar la playa.



Fuente: PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES – INDECI/PNUID

Fotografía N° 38. Playa de gravas ubicada en Waikiki en Miraflores



### **Bahía**

Corresponde a una porción del mar que ingresa hacia el continente, presenta un relieve que se caracteriza por una línea de costa cóncava hacia el exterior, la más representativa es la Bahía Chorrillos- Miraflores; la cual se extiende y alcanza los distritos de la Costa Verde.

En general, el extremo sur del relieve está dominado por los macizos rocosos que se exponen en los Cerros Bajos en el distrito de Chorrillos, y el extremo Norte conformado por los depósitos marinos que ocupan la parte principal de la Bahía.

### **Acantilado**

Corresponde a un relieve fuertemente inclinado hasta vertical, desarrollado por la energía que se concentra en el choque, erosión y evacuación de que compone el acantilado; la forma y evolución dependen en gran medida de la litología y estructura.

Siendo los acantilados de la Costa Verde, el relieve más representativo de la zona de estudio.

### **Plataforma de abrasión**

Comprende una planicie irregular en la zona intermareal, debido a la acción conjunta entre la meteorización y el oleaje que descarga y removiliza los derrubios (fragmentos de roca) procedentes del retroceso en el acantilado.

Entre el Cerro La Virgen y el sector Salto del Fraile, se observa planicies que correspondieron a plataforma de abrasión, algunas de estas se encuentran elevadas o quedaron colgadas al descender el nivel del mar.

Por otra parte, en las plataformas de abrasión generalmente se presentan especies marinas que pueden ser aprovechados por las personas dedicadas a la pesca artesanal.

## **B. Proceso fluvial**

Los procesos fluviales deben su presencia a flujos de agua encauzados y/o semiencauzados, con colector simple o múltiple, sean efímeros, estacionales, intermitentes o perennes y tengan una dinámica propia de alta, media y baja energía.

En el proceso fluvial interviene la erosión, transporte y sedimentación de los materiales. El flujo de agua en su movimiento produce la acción hídrica (erosión) mediante el arranque y desgaste de los materiales, el volumen total de masa no acuosa que desplaza una corriente en un momento determinado, es movilizadora por el agua por disolución y suspensión, en materiales finos, y la carga de fondo para el transporte de materiales gruesos. Y la sedimentación tiene lugar según las modalidades de precipitación, decantación y abandono de carga de fondo.

Las formas que se producen por los procesos fluviales se desarrollan en las diferentes fases, dando lugar a torrenteras (quebradas), planicie aluvial, cárcavas y conos aluviales.

### **Torrenteras (Quebradas)**

Corresponde a relieves desarrollados en las vertientes de los cerros, originados por una escorrentía concentrada. El relieve tiene forma variada y presentan fondo estrecho y en otro amplio con una pendiente, y está limitado por taludes mixtos con fuerte inclinación.

En el ámbito de estudio, el relieve tiene una posición transversal al acantilado, y se han desarrollado en diferentes altitudes. Los materiales que rellenan el fondo manifiestan flujos violentos con alta carga de materiales de granulometría gruesa y fina. Mientras los taludes de baja altura y moderadamente inclinados formados por la erosión de los depósitos aluviales (Bajada de Armendáriz y Balta). En los macizos rocosos de los Cerros Bajos como Marcavilca y Morro Solar donde han perfilado torrenteras amplias y poco profundas como la Quebrada Herradura y La Chira.

Estos relieves presentan limitaciones para las actividades productivas como la agricultura, y la extracción de los materiales, y para el emplazamiento de alguna infraestructura, ese último puede mantenerse con las medidas estructurales que deben tener como objetivo principal el control de las aguas superficiales mediante un sistema de drenaje.

### **Cárcavas**

Corresponde a morfologías asociadas a procesos fluviales, que están definidas por sumideros o colectores lineales que sirven como conducto a la escorrentía.

Esta forma de relieve se desarrolla en las laderas con materiales fácilmente erosionables (depósitos aluviales), donde es notable la incisión lineal formando acanaladuras, y en otros se profundizan bajo la superficie estrechando los interfluvios; es decir, en las laderas se observan surcos y acanaladuras, e interfluvios, como en los niveles del acantilado de la Costa Verde.

### **Abanico aluvial**

Son formas de acumulaciones complejas, generadas por una corriente fluvial encauzada que deposita su carga allí donde emerge a una zona de menor pendiente y relieve no confinante. Se sitúan característicamente en el límite entre dos morfologías con marcado contraste como una torrentera y las acanaladuras y/o surcos.

Esta forma de relieve corresponde a la superficie de la parte superior del acantilado, donde se ubican la zona urbana de los distritos de Lima Metropolitana, formada por los materiales acarreados y depositados por el río Rímac, situados en el límite del valle del río Rímac y la cadena de la Cordillera de los Andes, la cual se encuentra recortada por los acantilados de la Costa Verde.

Además, el relieve formado en la parte baja del acantilado, se caracteriza por la configuración semicircular, de forma cóncava y con pendiente de 10°-20°, donde la forma del relieve cambia de forma por conformarse de materiales bajo condiciones de inestabilidad.

### **C. Proceso Antrópico**

Corresponde a intervenciones donde el agente principal es el hombre, siendo evidente su impacto en la plataforma superior del acantilado de la Costa Verde.

En el caso de la Costa Verde, se observa la ejecución de obras para diferentes usos, los cuales producen modificaciones al relieve mediante las excavaciones e instalación de muros, los cuales no consideran el valor natural del acantilado, rompiendo la armonía natural del entorno.

## 4.3 Hidrología

### 4.3.1 Información climática.

La caracterización climática está relacionada con los principales parámetros que son la temperatura, humedad relativa, precipitaciones, velocidad del viento.

Cercanas a la zona de estudio, se encuentran distintas estaciones meteorológicas, encargadas del registro de dichos parámetros, los cuales se describen a continuación.

#### Temperatura

Está referida a la temperatura del aire, el cual presenta variaciones diarias y estacionales. En los observatorios cercanos a la zona de estudio, el régimen de temperaturas medias, máximas y mínimas varía uniformemente durante todo el año de acuerdo a su ubicación geográfica espacial.

#### Temperatura media

Las temperaturas medias más bajas se producen en el mes de julio, mientras que las más elevadas se registran en los meses de noviembre a marzo, por lo general centradas en Enero. Se consideró la información histórica de 4 estaciones meteorológicas cercanas a la zona en estudio, las cuales se muestran en el Cuadro N° 15.

**Cuadro N° 14 Temperatura media mensual (°C), Promedio multimensual**

| Estación        | Altitud<br>msnm | Mes  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Prom.<br>anual |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
|                 |                 | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Oct  | Nov  | Dic  |                |
| Campo de Marte  | 159.0           | 22.0 | 23.8 | 23.0 | 21.2 | 18.6 | 16.5 | 17.3 | 16.5 | 16.2 | 16.8 | 18.9 | 20.8 | 19.3           |
| Hipólito Unanue | 70.0            | 22.0 | 22.6 | 22.3 | 20.7 | 19.0 | 17.8 | 16.9 | 16.5 | 16.6 | 17.4 | 18.9 | 20.6 | 19.3           |
| Rímac           | 35.0            | 23.3 | 24.3 | 23.9 | 22.3 | 19.6 | 17.8 | 17.2 | 16.6 | 16.4 | 17.1 | 18.9 | 20.8 | 19.9           |
| Las Palmas      | 76.0            | 22.0 | 23.5 | 23.1 | 21.4 | 19.5 | 18.0 | 17.2 | 16.6 | 16.6 | 17.6 | 19.3 | 20.6 | 19.6           |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

#### Temperaturas máximas

La temperatura máxima que se registran en las 4 Estaciones meteorológicas antes señaladas, presenta una variación térmica en forma mensual presentando la máxima media anual de 22.1°C, la mayor temperatura máxima se presenta en el mes de febrero con 28.2°C y la temperatura mínima se presenta en el mes de julio con 17.4°C.

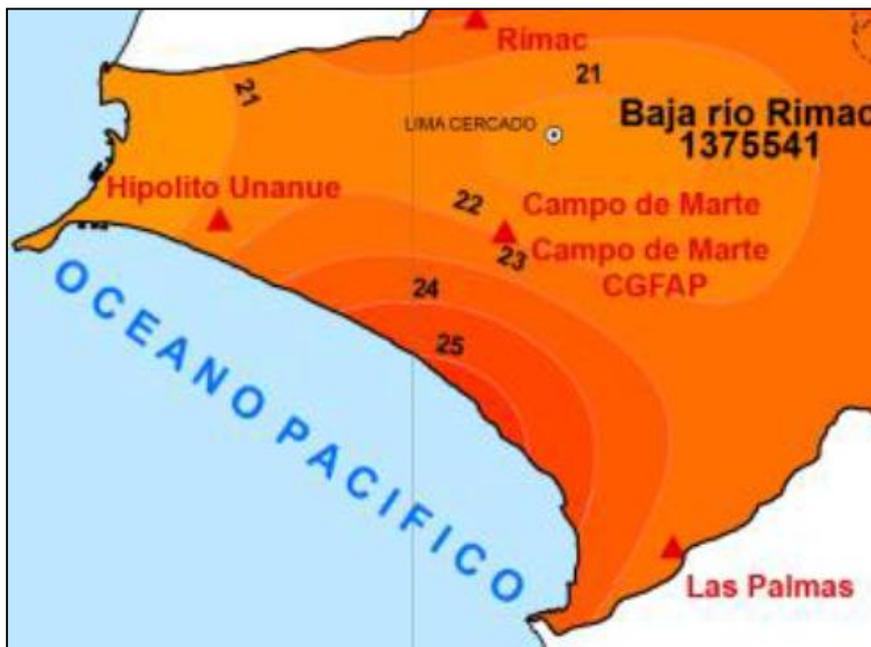
En el Cuadro N° 15 se presentan los valores de las temperaturas máximas media mensual y el promedio multianual.

**Cuadro N° 15. Temperatura máxima media mensual (°C).**

| Estación        | Altitud msnm | Mes  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Prom. anual |
|-----------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
|                 |              | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Oct  | Nov  | Dic  |             |
| Campo de Marte  | 159.0        | 25.2 | 26.4 | 26.3 | 24.2 | 20.7 | 18.2 | 17.4 | 17.6 | 17.9 | 19.1 | 20.9 | 22.9 | 21.4        |
| Hipólito Unanue | 70.0         | 24.4 | 25.2 | 24.7 | 23.1 | 21.2 | 19.5 | 18.5 | 18.0 | 18.4 | 19.5 | 21.1 | 22.9 | 21.4        |
| Rímac           | 35.0         | 26.7 | 28.2 | 28.2 | 25.6 | 22.5 | 20.1 | 19.2 | 18.6 | 19.2 | 20.1 | 22.4 | 24.8 | 23.0        |
| Las Palmas      | 76.0         | 26.2 | 27.2 | 26.7 | 24.8 | 22.2 | 20.2 | 19.3 | 18.6 | 18.7 | 20.2 | 22.1 | 24.3 | 22.5        |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

En la figura N° 12, se muestra la distribución espacial de las temperaturas máximas media mensual en la zona en estudio. En dicha figura se observa que las temperaturas máximas medias se presentan en la zona comprendida en los sectores de Miraflores y San Isidro.



**Figura N° 12. Distribución espacial de la temperatura máxima media anual (°C) – Isotermas en la zona en estudio - Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010**

### Temperaturas mínimas

La temperatura mínima, presenta variación térmica en forma mensual presentando la máxima media anual de 22.1°C, la mayor temperatura máxima se presenta en el mes de febrero con 28.2°C y la temperatura mínima se presenta en el mes de julio con 17.4°C.

En el cuadro N° 16 se presentan los valores de las temperaturas máximas media mensual y el promedio multianual.

**Cuadro N° 16. Temperatura mínima media mensual (°C).**

| Estación        | Altitud<br>msnm | Mes  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Prom.<br>anual |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
|                 |                 | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Oct  | Nov  | Dic  |                |
| Campo de Marte  | 159.0           | 18.8 | 21.1 | 19.7 | 18.3 | 16.6 | 14.7 | 17.3 | 15.4 | 14.5 | 14.5 | 16.9 | 18.7 | 17.2           |
| Hipólito Unanue | 70.0            | 19.5 | 19.9 | 20.0 | 18.2 | 16.9 | 16.2 | 15.3 | 14.9 | 14.8 | 15.4 | 16.7 | 18.2 | 17.2           |
| Rímac           | 35.0            | 19.9 | 20.5 | 19.7 | 19.0 | 16.8 | 15.6 | 15.3 | 17.0 | 14.2 | 15.0 | 15.7 | 17.3 | 17.1           |
| Las Palmas      | 76.0            | 17.7 | 19.9 | 19.5 | 18.1 | 16.7 | 15.9 | 15.1 | 14.6 | 14.4 | 15.0 | 16.6 | 17.0 | 16.7           |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

En la figura N° 13, se muestra la distribución espacial de las temperaturas mínimas medio mensual en la zona en estudio. Asimismo, se observa que las mayores temperaturas mínimas media anual, se presentan en la zona comprendida en los sectores de Miraflores y San Isidro.



**Figura N°13. Distribución espacial de la temperatura mínima media anual (°C) – Isotermas en la zona en estudio - Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010**

### Humedad Relativa

La humedad relativa, en las estaciones cercanas a la zona del Litoral, presentan los mayores valores de porcentaje de humedad.

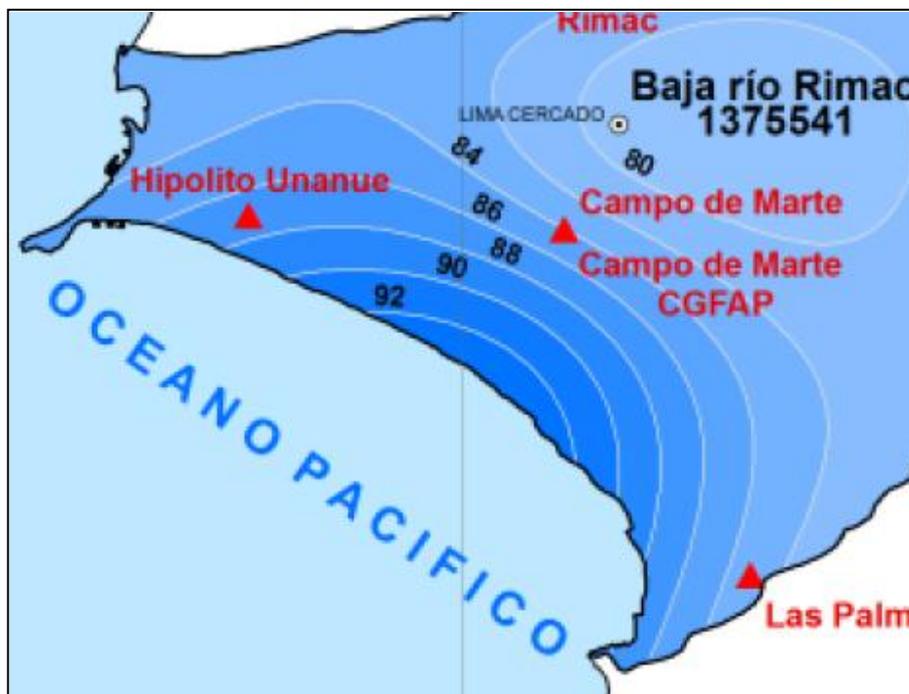
Los valores diarios de la humedad por lo general siguen los ciclos de la temperatura. Durante el día el valor de la humedad es bajo, mientras que en la noche tiende a aumentar como consecuencia de las temperaturas más bajas. La información de las estaciones cercanas a la zona en estudio se presenta en el cuadro N° 17.

**Cuadro N° 17. Humedad relativa media mensual (%) - Promedio multimensual**

| Estación        | Altitud<br>msnm | Mes  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Prom.<br>anual |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
|                 |                 | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Oct  | Nov  | Dic  |                |
| Campo de Marte  | 159.0           | 82.0 | 82.0 | 82.0 | 83.0 | 86.0 | 87.0 | 89.0 | 88.0 | 88.0 | 86.0 | 84.0 | 82.0 | 85.0           |
| Hipólito Unanue | 70.0            | 86.0 | 86.0 | 86.0 | 87.0 | 87.0 | 87.0 | 87.0 | 89.0 | 88.0 | 86.0 | 86.0 | 85.0 | 87.0           |
| Las Palmas      | 76.0            | 81.0 | 81.0 | 81.0 | 82.0 | 84.0 | 85.0 | 85.0 | 86.0 | 86.0 | 82.0 | 80.0 | 80.0 | 83.0           |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

La distribución espacial de la humedad relativa media mensual anual, se muestra en la figura N° 14.



**Figura N° 14. Variación de la humedad relativa media mensual.**

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. - ANA 2010

### Viento

El viento es el movimiento de aire en la superficie terrestre. Es generado por la acción de gradientes de presión atmosférica producida por el calentamiento diferencial de las superficies y masas de aire.

### Velocidad media del viento

La velocidad del viento es el promedio del movimiento del aire durante un período de tiempo preestablecido. Se ha recopilado información existente de 4 estaciones meteorológicas que tienen esta variable climatológica. El Cuadro N° 18 muestra la variación mensual de la velocidad del viento media mensual, donde la distribución de las velocidades del viento varía de mes a mes, acentuándose los valores más altos durante los meses de agosto hasta diciembre. En la estación Las Palmas se registran valores mayores de la velocidad del viento, que en otras estaciones que varían uniformemente. La mayor velocidad de viento media mensual, se ha registrado en la

estación Las Palmas en el mes de noviembre con 6 m/s y la menor se registra en la estación Campo de Marte en el mes de junio con 0.8 m/s.

**Cuadro N° 18. Velocidad media mensual (m/s) - Promedio multimensual**

| Estación        | Altitud<br>msnm | Mes |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Prom.<br>anual |
|-----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
|                 |                 | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |                |
| Campo de Marte  | 159.0           | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.1            |
| Hipólito Unanue | 70.0            | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.3 | 2.1 | 2.3 | 2.8 | 2.8 | 2.9 | 2.5            |
| Las Palmas      | 76.0            | 4.9 | 4.0 | 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.5 | 3.9 | 4.0 | 4.1 | 4.5 | 6.0 | 5.2 | 4.3            |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010.

### Precipitación

La precipitación se considera como la variable hidrológica importante y es la entrada natural del agua, dentro del balance hídrico de los agro-ecosistemas y de las cuencas hidrográficas.

La precipitación corresponde a la caída del agua de las nubes ya sea en estado sólido o en estado líquido. Las pequeñas gotas de agua que forman las nubes son de dimensiones tan diminutas que se necesita reunir unos cuantos cientos de miles de esas pequeñas gotitas para formar una gota de llovizna, y varios millones de gotas para formar una gota grande de lluvia.

En general la precipitación para la zona en estudio es bastante baja, presentando algunos meses sin precipitación, los cuales ocurren entre los meses de abril y mayo, en tanto que los mayores valores de precipitación se presentan en los meses de julio y agosto. El promedio total anual para las estaciones cercanas al área de estudio es de 7.8 mm.

En el Cuadro N° 19 se presenta el promedio multimensual de la precipitación total mensual, y en la Figura N° 15, se presenta la distribución espacial de la precipitación en toda la zona en estudio.

**Cuadro N° 19. Precipitación total mensual (mm) – Promedio multimensual**

| Estación        | Altitud<br>msnm | Mes |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Total<br>anual |
|-----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
|                 |                 | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |                |
| Campo de Marte  | 159.0           | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.9 | 1.2 | 2.2 | 1.1 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 7.8            |
| Hipólito Unanue | 70.0            | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 8.3            |
| Rímac           | 35.0            | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6            |
| Von Humboldt    | 238.0           | 1.0 | 1.1 | 0.5 | 0.6 | 1.7 | 2.1 | 1.7 | 2.2 | 1.8 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 14.5           |



Figura N° 15. Isoyetas - Variación de la precipitación media anual

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

#### **Análisis de las Precipitaciones Máximas de 24 horas**

Las precipitaciones máximas en 24 horas, correspondientes a las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Rímac más cercanas a la zona en estudio, sus valores máximos anuales se muestran en el cuadro N° 20.

El mayor valor de precipitación máxima de 24 horas registrada, corresponde a la Estación Hipólito Unanue, ocurrida el 15 de enero del año 1970 con un valor de 16mm, precipitada en 5 horas. Sin embargo para esa misma fecha en la Estación Campo de Marte, la precipitación máxima de 24 horas se registró el valor de 2.4mm, y para la estación Von Humboldt 9.7mm.

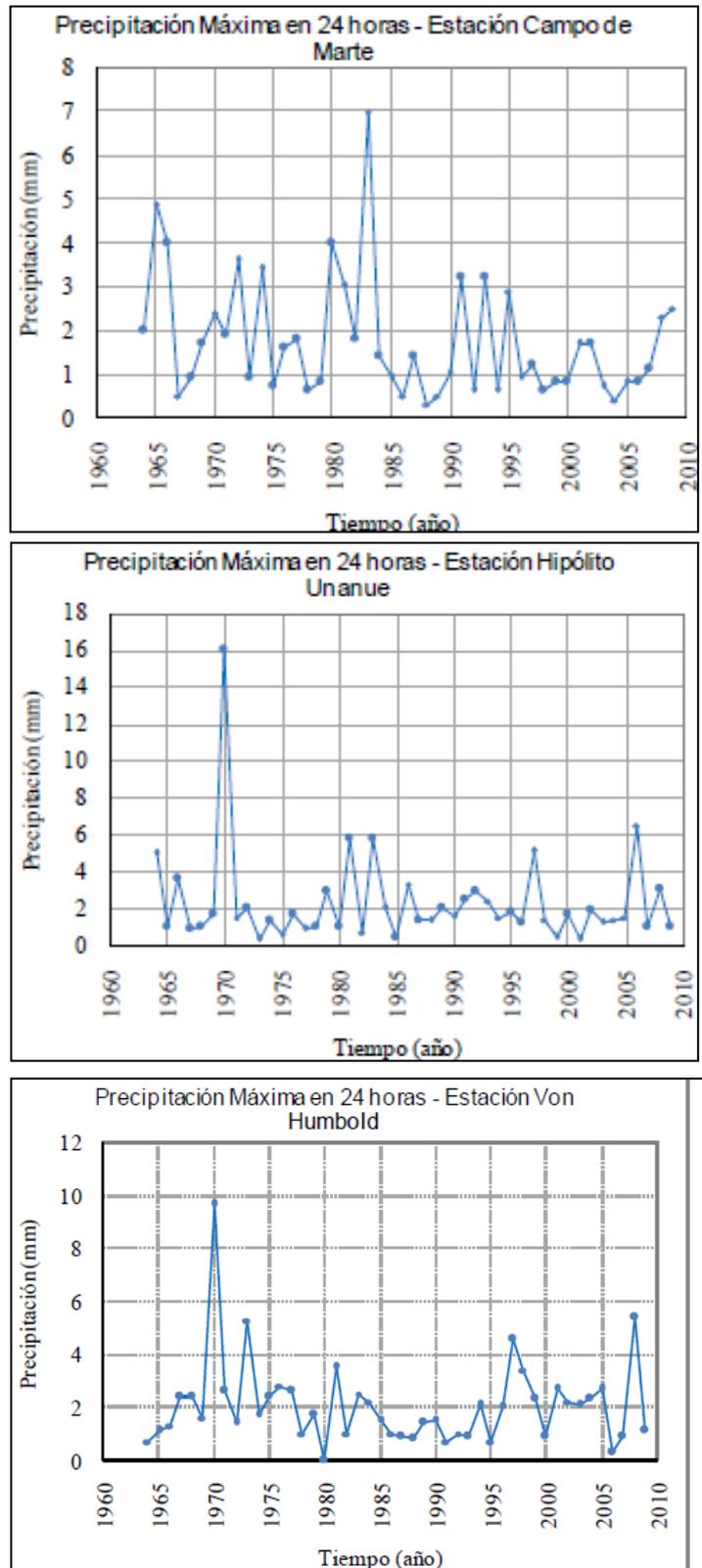
En el Gráfico N° 01, se muestra el hidrograma de las Precipitaciones Máximas de 24 horas para la estaciones Campo de Marte, Hipólito Unanue y Von Humboldt.

**Cuadro N° 20. Precipitación Máxima de 24 horas en las Estaciones climatológicas en la zona en estudio.**

| <i>AÑO</i> | <i>CAMPO DE MARTE</i> | <i>HIPOLITO UNANUE</i> | <i>VON HUMBOLT</i> |
|------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| 1964       | 2.0                   | 5.0                    | 0.7                |
| 1965       | 4.9                   | 1.0                    | 1.1                |
| 1966       | 4.0                   | 3.6                    | 1.3                |
| 1967       | 0.5                   | 0.9                    | 2.4                |
| 1968       | 0.9                   | 1.0                    | 2.4                |
| 1969       | 1.7                   | 1.7                    | 1.6                |
| 1970       | 2.4                   | 16.0                   | 9.7                |
| 1971       | 1.9                   | 1.5                    | 2.6                |
| 1972       | 3.6                   | 2.0                    | 1.4                |
| 1973       | 0.9                   | 0.3                    | 5.3                |
| 1974       | 3.4                   | 1.3                    | 1.7                |
| 1975       | 0.7                   | 0.5                    | 2.4                |
| 1976       | 1.6                   | 1.7                    | 2.8                |
| 1977       | 1.8                   | 0.9                    | 2.6                |
| 1978       | 0.6                   | 1.0                    | 1.0                |
| 1979       | 0.8                   | 2.9                    | 1.7                |
| 1980       | 4.0                   | 1.0                    | 0.0                |
| 1981       | 3.0                   | 5.8                    | 3.5                |
| 1982       | 1.8                   | 0.7                    | 1.0                |
| 1983       | 7.0                   | 5.8                    | 2.5                |
| 1984       | 1.4                   | 2.0                    | 2.2                |
| 1985       | 0.9                   | 0.4                    | 1.5                |
| 1986       | 0.5                   | 3.3                    | 1.0                |
| 1987       | 1.4                   | 1.3                    | 0.9                |
| 1988       | 0.3                   | 1.3                    | 0.8                |
| 1989       | 0.5                   | 2.0                    | 1.4                |
| 1990       | 1.0                   | 1.6                    | 1.5                |
| 1991       | 3.2                   | 2.5                    | 0.7                |
| 1992       | 0.6                   | 2.9                    | 1.0                |
| 1993       | 3.2                   | 2.4                    | 0.9                |
| 1994       | 0.6                   | 1.5                    | 2.1                |
| 1995       | 2.9                   | 1.8                    | 0.7                |
| 1996       | 0.9                   | 1.2                    | 2.0                |
| 1997       | 1.2                   | 5.1                    | 4.6                |
| 1998       | 0.6                   | 1.4                    | 3.4                |
| 1999       | 0.8                   | 0.4                    | 2.3                |
| 2000       | 0.8                   | 1.7                    | 0.9                |
| 2001       | 1.7                   | 0.3                    | 2.7                |
| 2002       | 1.7                   | 1.9                    | 2.2                |
| 2003       | 0.7                   | 1.2                    | 2.1                |
| 2004       | 0.4                   | 1.4                    | 2.3                |
| 2005       | 0.8                   | 1.5                    | 2.7                |
| 2006       | 0.8                   | 6.5                    | 0.3                |
| 2007       | 1.1                   | 1.0                    | 0.9                |
| 2008       | 2.3                   | 3.0                    | 5.4                |
| 2009       | 2.5                   | 1.0                    | 1.1                |
| 2010       | 3.1                   |                        |                    |
| 2011       | 0.8                   |                        |                    |
| 2012       | 0.9                   |                        |                    |
| 2013       | 1.2                   |                        |                    |
| 2014       | 2.0                   |                        |                    |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

**Gráfica N° 01. Hidrogramas de la Precipitación Máxima de 24 horas**



Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

### **Análisis estadístico de la precipitación máxima 24 horas.**

En base a la información recopilada y para la situación del evento máximo presentado, se realizó el análisis estadístico, con fines de definir las precipitaciones máximas en mm/hr, para diferentes periodos de retorno, los cuales permitirían determinar los caudales máximos de escurrimiento para las distintas zonas de interés.

Se utilizó con fines de análisis la información de Estación Meteorológica Hipólito Unanue, a las cuales se realizó al análisis de frecuencias de precipitaciones máximas anuales, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 21. Análisis de frecuencias de precipitaciones máximas anuales. Estación Hipólito Unanue**

| YEAR | DATA | ORDERED | RANK | PROB. | RET. PERIOD |
|------|------|---------|------|-------|-------------|
| 1    | 5    | 16      | 1    | 0.013 | 77          |
| 2    | 1    | 6.5     | 2    | 0.035 | 28.875      |
| 3    | 3.6  | 5.8     | 3    | 0.056 | 17.769      |
| 4    | 0.9  | 5.8     | 4    | 0.078 | 12.833      |
| 5    | 1    | 5.1     | 5    | 0.1   | 10.043      |
| 6    | 1.7  | 5       | 6    | 0.121 | 8.25        |
| 7    | 16   | 3.6     | 7    | 0.143 | 7           |
| 8    | 1.5  | 3.3     | 8    | 0.165 | 6.079       |
| 9    | 2    | 3       | 9    | 0.186 | 5.372       |
| 10   | 0.3  | 2.9     | 10   | 0.208 | 4.813       |
| 11   | 1.3  | 2.9     | 11   | 0.229 | 4.358       |
| 12   | 0.5  | 2.5     | 12   | 0.251 | 3.983       |
| 13   | 1.7  | 2.4     | 13   | 0.273 | 3.667       |
| 14   | 0.9  | 2       | 14   | 0.294 | 3.397       |
| 15   | 1    | 2       | 15   | 0.316 | 3.164       |
| 16   | 2.9  | 2       | 16   | 0.338 | 2.962       |
| 17   | 1    | 1.9     | 17   | 0.359 | 2.783       |
| 18   | 5.8  | 1.8     | 18   | 0.381 | 2.625       |
| 19   | 0.7  | 1.7     | 19   | 0.403 | 2.484       |
| 20   | 5.8  | 1.7     | 20   | 0.424 | 2.357       |
| 21   | 2    | 1.7     | 21   | 0.446 | 2.243       |
| 22   | 0.4  | 1.6     | 22   | 0.468 | 2.139       |
| 23   | 3.3  | 1.5     | 23   | 0.489 | 2.044       |
| 24   | 1.3  | 1.5     | 24   | 0.511 | 1.958       |
| 25   | 1.3  | 1.5     | 25   | 0.532 | 1.878       |
| 26   | 2    | 1.4     | 26   | 0.554 | 1.805       |
| 27   | 1.6  | 1.4     | 27   | 0.576 | 1.737       |
| 28   | 2.5  | 1.3     | 28   | 0.597 | 1.674       |
| 29   | 2.9  | 1.3     | 29   | 0.619 | 1.615       |
| 30   | 2.4  | 1.3     | 30   | 0.641 | 1.561       |
| 31   | 1.5  | 1.2     | 31   | 0.662 | 1.51        |
| 32   | 1.8  | 1.2     | 32   | 0.684 | 1.462       |
| 33   | 1.2  | 1       | 33   | 0.706 | 1.417       |
| 34   | 5.1  | 1       | 34   | 0.727 | 1.375       |
| 35   | 1.4  | 1       | 35   | 0.749 | 1.335       |
| 36   | 0.4  | 1       | 36   | 0.771 | 1.298       |
| 37   | 1.7  | 1       | 37   | 0.792 | 1.262       |
| 38   | 0.3  | 1       | 38   | 0.814 | 1.229       |
| 39   | 1.9  | 0.9     | 39   | 0.835 | 1.197       |
| 40   | 1.2  | 0.9     | 40   | 0.857 | 1.167       |
| 41   | 1.4  | 0.7     | 41   | 0.879 | 1.138       |
| 42   | 1.5  | 0.5     | 42   | 0.9   | 1.111       |
| 43   | 6.5  | 0.4     | 43   | 0.922 | 1.085       |
| 44   | 1    | 0.4     | 44   | 0.944 | 1.06        |
| 45   | 3    | 0.3     | 45   | 0.965 | 1.036       |
| 46   | 1    | 0.3     | 46   | 0.987 | 1.013       |

Fuente: Estudio hidrológico y ubicación de las estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac. ANA 2010

Los parámetros de distribución de frecuencias de las precipitaciones máximas anuales, para la estación Hipólito Unanue, para los modelos Gumbel Tipo I, Log Normal, Log Pearson III, se presentan en el cuadro N° 22.

**Cuadro N° 22. Parámetros de distribución de frecuencias. Precipitaciones máximas anuales-Estación Hipólito Unanue**

|   |       |        |                                  |
|---|-------|--------|----------------------------------|
| SAMPLE STATISTICS   |       |        |                                  |
| MEAN =  | 2.    | S.D. = | 2.6 C.S. = 3.7613 C.K. = 21.3673 |
| SAMPLE STATISTICS (LOGS)  |       |        |                                  |
| MEAN =  | .4740 | S.D. = | .8150 C.S. = .2471 C.K. = 3.9121 |
| SAMPLE MIN = 0. SAMPLE MAX = 16. N = 46   |       |        |                                  |
| PARAMETERS FOR GUMBEL I A = .848025 U = 1.  |       |        |                                  |
| PARAMETERS FOR LOGNORMAL M = .4740 S = .8150  |       |        |                                  |
| PARAMETERS FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL A = 0. M = .4081 S = .8687   |       |        |                                  |
| STATISTICS OF LOG(X-A)  |       |        |                                  |
| MEAN =  | .4081 | S.D. = | .8687 C.S. = .0722 C.K. = 3.9048 |
| PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS A = .1007 B = .6552E+02 LOG(M) = -6.1230 M = .2192E-02            |       |        |                                  |
| PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MAXIMUM LIKELIHOOD A = .0746 B = .1165E+03 LOG(M) = -8.2196 M = .2693E-03 |       |        |                                  |
| DISTRIBUTION STATISTICS MEAN = .4740 S.D. = .8055 C.S. = .1853  |       |        |                                  |

Posteriormente se determinó las precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno para cada uno de los modelos de distribución, los cuales se presentan en el cuadro N° 23.

**Cuadro N° 23. Precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno. Estación Hipólito Unanue**

| RETURN PERIOD | GUMBEL TIPO I     |                   | LOGNORMAL         |                   | THREE PARAMETER LOGNORMAL |                   | LOG PEARSON III   |                   |                   |                   |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|               | RAINFALL ESTIMATE | ST. ERROR PERCENT | RAINFALL ESTIMATE | ST. ERROR PERCENT | RAINFALL ESTIMATE         | ST. ERROR PERCENT | MAX. LIKELIHOOD   |                   |                   |                   |
|               |                   |                   |                   |                   |                           |                   | RAINFALL ESTIMATE | ST. ERROR PERCENT | RAINFALL ESTIMATE | ST. ERROR PERCENT |
| 1             | 0,9               |                   | 0,80              |                   | 0,8                       |                   | 0,80              |                   | 0,80              |                   |
| 2,            | 1,9               |                   | 1,60              |                   | 1,6                       |                   | 1,60              |                   | 1,50              |                   |
| 5,            | 3,2               | 9,73              | 3,2               | 14,00             | 3,2                       | 14,60             | 3,1               | 14,60             | 3,20              | 15,00             |
| 10,           | 4,1               | 9,79              | 4,6               | 16,20             | 4,7                       | 17,40             | 4,6               | 17,70             | 4,70              | 18,40             |
| 20,           | 4,9               | 9,93              | 6,1               | 18,40             | 6,3                       | 20,60             | 6,3               | 22,10             | 6,50              | 23,20             |
| 50,           | 6,1               | 10,10             | 8,6               | 21,20             | 9,0                       | 24,70             | 9,1               | 29,10             | 9,50              | 31,00             |
| 100,          | 6,9               | 10,20             | 10,7              | 23,10             | 11,4                      | 27,60             | 11,7              | 34,90             | 12,40             | 37,50             |
| 200,          | 7,7               | 10,30             | 13,1              | 25,00             | 14,2                      | 30,50             | 14,7              | 41,20             | 15,80             | 44,40             |
| 500,          | 8,8               | 10,40             | 16,8              | 27,30             | 18,4                      | 34,10             | 19,6              | 49,80             | 21,50             | 53,90             |
| 1000,         | 9,6               | 10,50             | 20,1              | 28,90             | 22,3                      | 36,70             | 24,2              | 56,60             | 26,90             | 61,60             |
| 2000,         | 10,4              | 10,60             | 23,6              | 30,50             | 26,5                      | 39,20             | 29,4              | 63,50             | 33,10             | 69,20             |
| 5000,         | 11,5              | 10,70             | 28,6              | 32,40             | 32,6                      | 42,20             | 37,3              | 72,40             | 42,80             | 79,10             |
| 10000,        | 12,3              | 10,70             | 33,3              | 33,80             | 38,1                      | 44,40             | 44,5              | 79,40             | 51,90             | 86,90             |

Fuente: Elaboración Equipo Técnico PCS Costa Verde

En base a la distribución de mejor ajuste Gaumbel Tipo I, se determinaron las precipitaciones máximas en mm, para distintos periodos de retorno (5 a 10 000 años) y duración (5 a 1 440 minutos), los cuales se muestran en el cuadro N° 24.

**Cuadro N° 24. Precipitaciones máximas (mm). Estación Hipólito Unanue**

| Duración (min) | T= 5 | T=10 | T= 20 | T= 50 | T = 100 | T = 200 | T = 500 | T= 1000 | T = 2000 | T = 5000 | T = 10000 |
|----------------|------|------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|
|                | 3,2  | 4,1  | 4,9   | 6,1   | 6,9     | 7,7     | 8,8     | 9,6     | 10,4     | 11,5     | 12,3      |
| 5              | 0,78 | 1,00 | 1,19  | 1,48  | 1,67    | 1,87    | 2,14    | 2,33    | 2,52     | 2,79     | 2,99      |
| 10             | 0,92 | 1,18 | 1,41  | 1,76  | 1,99    | 2,22    | 2,54    | 2,77    | 3,00     | 3,32     | 3,55      |
| 15             | 1,02 | 1,31 | 1,57  | 1,95  | 2,20    | 2,46    | 2,81    | 3,07    | 3,32     | 3,67     | 3,93      |
| 30             | 1,22 | 1,56 | 1,86  | 2,32  | 2,62    | 2,93    | 3,34    | 3,65    | 3,95     | 4,37     | 4,67      |
| 60             | 1,45 | 1,85 | 2,21  | 2,76  | 3,12    | 3,48    | 3,98    | 4,34    | 4,70     | 5,20     | 5,56      |
| 120            | 1,72 | 2,20 | 2,63  | 3,28  | 3,71    | 4,14    | 4,73    | 5,16    | 5,59     | 6,18     | 6,61      |
| 180            | 1,90 | 2,44 | 2,91  | 3,63  | 4,10    | 4,58    | 5,23    | 5,71    | 6,18     | 6,84     | 7,31      |
| 240            | 2,04 | 2,62 | 3,13  | 3,90  | 4,41    | 4,92    | 5,62    | 6,13    | 6,65     | 7,35     | 7,86      |
| 300            | 2,16 | 2,77 | 3,31  | 4,12  | 4,66    | 5,20    | 5,95    | 6,49    | 7,03     | 7,77     | 8,31      |
| 360            | 2,26 | 2,90 | 3,46  | 4,31  | 4,88    | 5,44    | 6,22    | 6,79    | 7,35     | 8,13     | 8,70      |
| 720            | 2,69 | 3,45 | 4,12  | 5,13  | 5,80    | 6,47    | 7,40    | 8,07    | 8,75     | 9,67     | 10,34     |
| 1440           | 3,20 | 4,10 | 4,90  | 6,10  | 6,90    | 7,70    | 8,80    | 9,60    | 10,40    | 11,50    | 12,30     |

Fuente: Elaboración Equipo Técnico PCS Costa Verde

Finalmente se determinó las precipitaciones máximas en mm/hr, para distintos periodos de retorno, y duración (min), los cuales se muestran en el cuadro N° 25.

**Cuadro N° 25. Precipitaciones máximas (mm/hora). Estación Hipólito Unanue**

| Duración (min) | T= 5 | T=10 | T= 20 | T= 50 | T = 100 | T = 200 | T = 500 | T= 1000 | T = 2000 | T = 5000 | T = 10000 |
|----------------|------|------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|
|                | 3,2  | 4,1  | 4,9   | 6,1   | 6,9     | 7,7     | 8,8     | 9,6     | 10,4     | 11,5     | 12,3      |
| 5              | 9,3  | 11,9 | 14,3  | 17,8  | 20,1    | 22,4    | 25,6    | 28,0    | 30,3     | 33,5     | 35,8      |
| 10             | 5,5  | 7,1  | 8,5   | 10,6  | 12,0    | 13,3    | 15,2    | 16,6    | 18,0     | 19,9     | 21,3      |
| 15             | 4,1  | 5,2  | 6,3   | 7,8   | 8,8     | 9,8     | 11,2    | 12,3    | 13,3     | 14,7     | 15,7      |
| 30             | 2,4  | 3,1  | 3,7   | 4,6   | 5,2     | 5,9     | 6,7     | 7,3     | 7,9      | 8,7      | 9,3       |
| 60             | 1,4  | 1,9  | 2,2   | 2,8   | 3,1     | 3,5     | 4,0     | 4,3     | 4,7      | 5,2      | 5,6       |
| 120            | 0,9  | 1,1  | 1,3   | 1,6   | 1,9     | 2,1     | 2,4     | 2,6     | 2,8      | 3,1      | 3,3       |
| 180            | 0,6  | 0,8  | 1,0   | 1,2   | 1,4     | 1,5     | 1,7     | 1,9     | 2,1      | 2,3      | 2,4       |
| 240            | 0,5  | 0,7  | 0,8   | 1,0   | 1,1     | 1,2     | 1,4     | 1,5     | 1,7      | 1,8      | 2,0       |
| 300            | 0,4  | 0,6  | 0,7   | 0,8   | 0,9     | 1,0     | 1,2     | 1,3     | 1,4      | 1,6      | 1,7       |
| 360            | 0,4  | 0,5  | 0,6   | 0,7   | 0,8     | 0,9     | 1,0     | 1,1     | 1,2      | 1,4      | 1,4       |
| 720            | 0,2  | 0,3  | 0,3   | 0,4   | 0,5     | 0,5     | 0,6     | 0,7     | 0,7      | 0,8      | 0,9       |
| 1440           | 0,1  | 0,2  | 0,2   | 0,3   | 0,3     | 0,3     | 0,4     | 0,4     | 0,4      | 0,5      | 0,5       |

Fuente: Elaboración Equipo Técnico PCS Costa Verde

### Clasificación climatológica

Se establece la clasificación climática basada en el sistema de Thornthwaite, el cual considera como variables de clasificación a la "precipitación efectiva" (PE) y a la "temperatura efectiva" (TE).

Ambas variables, se obtienen a partir de una relación entre la precipitación promedio anual y la temperatura media anual tal como establecen las fórmulas de Thornthwaite.

Para la descripción de la climatología de la cuenca se ha partido de una clasificación climática en función de los índices, los que dan márgenes de parámetros adimensionales en base a la información meteorológica como precipitación y temperatura. Los índices usados son:

### Clasificación de Thornthwaite

Índice de precipitación efectiva:

$$PE = \sum_{1}^{12} \left( \frac{2.82P_i}{1.8T_i + 22} \right)^{10/9}$$

Índice de temperatura efectiva:

$$TE = 5.4 * T$$

Donde:

|    |   |                                  |
|----|---|----------------------------------|
| PE | = | Índice de precipitación efectiva |
| Pi | = | Precipitación total anual        |
| Ti | = | Temperatura media anual          |
| TE | = | Índice de temperatura efectiva   |

Según los registros de los datos de la Estación Meteorológica de Campo de Marte, el clima para la zona en estudio corresponde a: *Árido Mesotérmico*.

#### 4.3.2 Hidrología Superficial

La hidrología superficial corresponde al de la cuenca del Rímac con un río de régimen intermitente torrentoso, con caudales extremos en los meses de avenidas (enero marzo) y caudales mínimos de estiaje (abril a diciembre).

Sin embargo estas condiciones han sido alteradas, especialmente en los caudales de estiaje que han aumentado, por efecto de varias obras de regulación y trasvases efectuadas en la cuenca propia y de la cuenca del Mantaro.

Las variaciones estacionales del régimen de descargas del río Rímac son consecuencia directa del comportamiento de las precipitaciones que ocurren en su cuenca húmeda, siendo muy leve la influencia de las obras de regulación existentes principalmente en la época de avenidas.

El agua que abastece a la ciudad de Lima, empleada para satisfacer los requerimientos agrícolas, energéticos, industriales, mineros y humanos se puede clasificar, de acuerdo a su procedencia en cinco tipos:

- Agua superficial de escurrimiento natural, proveniente de la cuenca del río Rímac
- Agua superficial de régimen regulado, proveniente de las lagunas embalsadas en la cuenca del río Rímac.
- Agua superficial de escurrimiento natural, derivado de la cuenca del río Mantaro.
- Agua superficial de régimen regulado, proveniente de las lagunas embalsadas en la cuenca del río Mantaro.
- Agua subterránea, extraída mediante bombeo de los pozos ubicados en el valle del Rímac.

Según el análisis de información hidrométrica para el río Rímac, presenta un régimen irregular de descargas, con una diferencia bastante pronunciada entre sus valores extremos, a pesar de las obras de regulación construidas en la cuenca y de las obras de derivación construidas en la cuenca del río Mantaro.

La descarga media máxima controlada en estación Chosica ocurrió en el año 1935 y fue de 145.67 m<sup>3</sup>/s y la mínima en el año 1973 y fue de 1.53 m<sup>3</sup>/s.

La descarga media anual presentada por el río, durante el período de registros 1912-2009 ha sido de 27.34 m<sup>3</sup>/s, que representa un volumen medio anual de 862.2 hm<sup>3</sup>.

### Modelación Hidrológica para la Costa Verde

Para la zona en estudio, la modelación hidrológica se realizará considerando la escorrentía máxima esperada, con base a la precipitación del evento máximo registrado, el cual corresponde al ocurrido en el año 1970 registrada en la Estación Hipólito Unanue (Cuadro N° 15).

Para ello se utilizará el Método Racional para áreas menor a 5 Km<sup>2</sup>, en base a parámetros de área, longitud, pendiente del cauce y considerando la precipitación máxima de 24 hrs = 12.6 mm, para un periodo de retorno (T) de 10 000 años.

Donde:

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = coeficiente de escorrentía (C = 0.80)

I = Intensidad en (mm)

A = área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

$$I = (0.451733 P_{max}) / (T_c^{0.4998})$$

P<sub>max</sub> = precipitación máxima de 24 hrs, en mm.

P<sub>max</sub> = 12.3 mm (Estación Hipólito Unanue)

$$T_c = (0.606 \times (L \times n)^{0.467}) / (S^{0.234})$$

Donde:

L = longitud del cauce (Km)

n = coeficiente de rugosidad, para zonas urbanas con pavimento n = 0.40

S = pendiente del cauce (m/m)

Para cada una de las quebradas o cauces antiguos, las que hoy corresponden a las Bajadas a la playa, se determinó el caudal máximo de escurrimiento, los cuales se presentan en cuadro N° 26.

**Cuadro N° 26. Caudal máximo en las principales Bajadas a la Playa en la Costa Verde.**

| N° | Curso principal y quebrada | Area (A) Cuenca (Km <sup>2</sup> ) | Long. Cauce (L) (Km) | Pendiente cauce (S) (m/m) | Coef. Rugosidad (n) | Tiempo de concentración (Tc) (hr) | Intensidad (mm) | Caudal Q (m <sup>3</sup> /s) |
|----|----------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 1  | Bajada Marbella            | 0.18                               | 1.75                 | 0.04000                   | 0.50                | 1.21                              | 5.05            | 0.73                         |
| 2  | Bajada Bonilla             | 0.15                               | 1.72                 | 0.04244                   | 0.50                | 1.18                              | 5.11            | 0.61                         |
| 3  | Bajada Balta               | 0.22                               | 2.50                 | 0.03040                   | 0.50                | 1.52                              | 4.50            | 0.79                         |
| 4  | Bajada Armendariz          | 0.27                               | 3.10                 | 0.02581                   | 0.50                | 1.75                              | 4.20            | 0.91                         |
| 5  | Bajada Baños               | 0.12                               | 0.90                 | 0.08444                   | 0.50                | 0.74                              | 6.44            | 0.62                         |
| 6  | Bajada Tenderini           | 0.11                               | 0.85                 | 0.07647                   | 0.50                | 0.74                              | 6.45            | 0.57                         |

Por otra parte, el agua del caudal máximo generado, se desplazará a las partes bajas de la playa a través de los cauces conformadas por las vías o carreteras.

Se verificará la capacidad de respuesta en cada una de las vías de la Bajada a la playa antes señalada. Para ello se utilizará la ecuación de Manning, para el flujo de agua por las Bajadas, cuyos parámetros y cálculos resultantes se muestran en el cuadro N° 27.

**Cuadro N° 27. Velocidad y altura de agua en las principales Bajadas a la Playa en la Costa Verde.**

| Nº | Curso principal y/o quebrada | Caudal Q (m <sup>3</sup> /s) | Ancho vía (m) | Pendiente vía (S) (m/m) | Coef. Rugosidad (n) | Velocidad (m/s) | Altura de agua (m) |
|----|------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| 1  | Bajada Marbella              | 0.73                         | 7.00          | 0.07778                 | 0.015               | 2.32            | 0.05               |
| 2  | Bajada Bonilla               | 0.61                         | 7.00          | 0.08111                 | 0.015               | 2.20            | 0.04               |
| 3  | Bajada Balta                 | 0.79                         | 7.00          | 0.10857                 | 0.015               | 2.65            | 0.04               |
| 4  | Bajada Armendariz            | 0.91                         | 14.00         | 0.05333                 | 0.015               | 1.72            | 0.04               |
| 5  | Bajada Baños                 | 0.62                         | 3.50          | 0.12667                 | 0.015               | 3.31            | 0.05               |
| 6  | Bajada Tenderini             | 0.57                         | 7.00          | 0.13000                 | 0.015               | 2.46            | 0.03               |

Como se puede observar, en el cuadro anterior la velocidad del agua de escurrimiento por las vías de las Bajadas están entre 1.72 m/s y 3.31 m/s, las cuales corresponden a velocidades erosivas. Por otra parte la altura de agua son menores a 0.05m ( 5 cm), por lo tanto dichas aguas se conducirán en la vía sin sobrepasar las soleras, sin embargo el escurrimiento de las aguas generarán arrastre de sedimentos a las partes bajas y además ocasionarán inundación.

#### 4.3.3 Hidrología subterránea

En este acápite, se desarrolla el tema del agua subterránea referido específicamente al acuífero de Lima.

##### i. Acuífero y características de la napa freática

El reservorio acuífero de la Gran Lima está constituido por depósitos aluviales del Cuaternario Reciente de los valles Rímac y Chillón. Estos depósitos están compuestos por cantos rodados, gravas, arenas y arcillas, intercalados en estratos y/o mezclados entre sí.

El acuífero tiene un ancho variable, cuyos sectores más estrechos corresponden a las partes altas de los valles, aguas arriba de Vitarte en el Rímac y de Punchauca en el Chillón. En estos lugares los depósitos aluviales tienen anchos aproximados de 1,5 Km. El sector más amplio se encuentra en la parte baja donde se unen los depósitos aluviales del río Rímac con los del Chillón, alcanzando a 27 Km de ancho en el litoral donde el flujo subterráneo descarga hacia el mar.

En total, el reservorio acuífero de la Gran Lima tiene una extensión aproximada de 390 km<sup>2</sup>. Su espesor saturado en la mayor parte del área varía entre 100 y 300 m, alcanzando mayores espesores (400 a 500 m) en la costa del distrito de La Perla. Sin embargo, todo este espesor saturado no es aprovechable debido a que una parte del acuífero presenta escasa o nula permeabilidad.

##### ii. Fuentes de alimentación del acuífero

Las principales fuentes de alimentación o recarga de la napa freática son las filtraciones de agua que se producen a través del lecho de los ríos Rímac y Chillón, así como desde los canales de regadío y áreas que se encuentran bajo riego (parques, jardines y parcelas). También contribuyen los flujos subsuperficiales provenientes de las partes altas de ambos valles, además de las pérdidas por fugas desde los sistemas de distribución de agua en las

áreas urbanas. Dada la reducción de las áreas bajo riego por el progresivo cambio de uso de las tierras de agrícola a urbana, las fuentes de recarga han disminuido significativamente.

### iii. Explotación del acuífero

En 1955 un caudal promedio de explotación del acuífero era 0.50 m<sup>3</sup>/s, encontrándose por entonces el nivel de la napa en el acuífero a escasa profundidad desde la superficie del suelo. La explotación fue creciendo hasta 12.4 m<sup>3</sup>/s en 1997, a través de 378 pozos y una galería filtrante de propiedad de SEDAPAL (8,98 m<sup>3</sup>/s) además de unos 800 pozos de terceros (3,4 m<sup>3</sup>/s).

Los sectores más explotados fueron los comprendidos entre La Punta y el cerro La Milla en el distrito de San Martín de Porres, así como en el distrito de Ate, en donde la extracción de agua subterránea sobrepasó los 10.000 m<sup>3</sup>/día/Km<sup>2</sup>, de caudal que representa el límite máximo habiendo llegado a la sobreexplotación, porque una situación equilibrada de explotación no debe de pasar de 6.00 m<sup>3</sup>/s.

Al 2004, SEDAPAL cuenta con 471 pozos operativos, de los cuales el 64.4% se encuentran en funcionamiento y el 35.6% restante en condición de reserva, de los cuales el 24% se encuentra completamente equipado, 25% parcialmente equipado y 51% sin equipo.

### iv. Morfología del nivel freático

El nivel freático para el valle del río Rímac, se presenta en la Figura N° 16 correspondiente a la carta de hidroisohipsas, elaborada para Junio de 1997, basada en mediciones del nivel freático y cotas de terreno.

En esta carta el flujo subterráneo en el valle del Chillón se produce de Nor-Este a Sur-Oeste, siguiendo la misma dirección del río Chillón hasta la altura del cerro Oquendo en donde por la presencia de los afloramientos rocosos se desvía en dirección Nor-Oeste a Sur-Este llegando hasta la confluencia con el acuífero del Rímac a la altura de los cerros Mulería y La Milla en el distrito de San Martín de Porres.

Las aguas subterráneas del valle del Rímac fluyen en el sentido Este a Oeste, siguiendo la dirección del río Rímac hasta las proximidades del Cerro El Agustino. A partir de este punto de afloramiento rocoso y debido a la mayor extensión del abanico aluvial del valle una parte del flujo continúa en el sentido Este a Oeste, mientras que la otra parte discurre de Nor-Este a Sur-Oeste, en ambos casos con dirección al océano Pacífico, donde finalmente descarga.

Debido a la sobreexplotación local en el sector comprendido entre los cerros Mulería, La Milla y la Punta se ha presentado una depresión hidráulica encontrándose el nivel freático por debajo del nivel del mar en un sector importante del acuífero del Rímac y en parte del acuífero del Chillón, quedando expuestos a problemas de intrusión marina. En el sector de Villa, en el distrito de Chorrillos también se observan riesgos de intrusión marina por encontrarse parte del nivel freático debajo del nivel del mar.

### v. Profundidad del nivel freático

En el valle del Chillón la profundidad del nivel freático variaba desde menos de 10 m en las proximidades del lecho del río y del litoral, hasta 60 m en la zona de Comas. En el valle del Rímac varió desde menos de 5 m en la zona de Villa a unos 100 m en La Victoria. Hacia el Norte la profundidad varió entre 50 y 90 m. Las zonas más deprimidas se encuentran en el distrito de La Victoria (100 m) y en Mayorazgo en Ate (90m.).

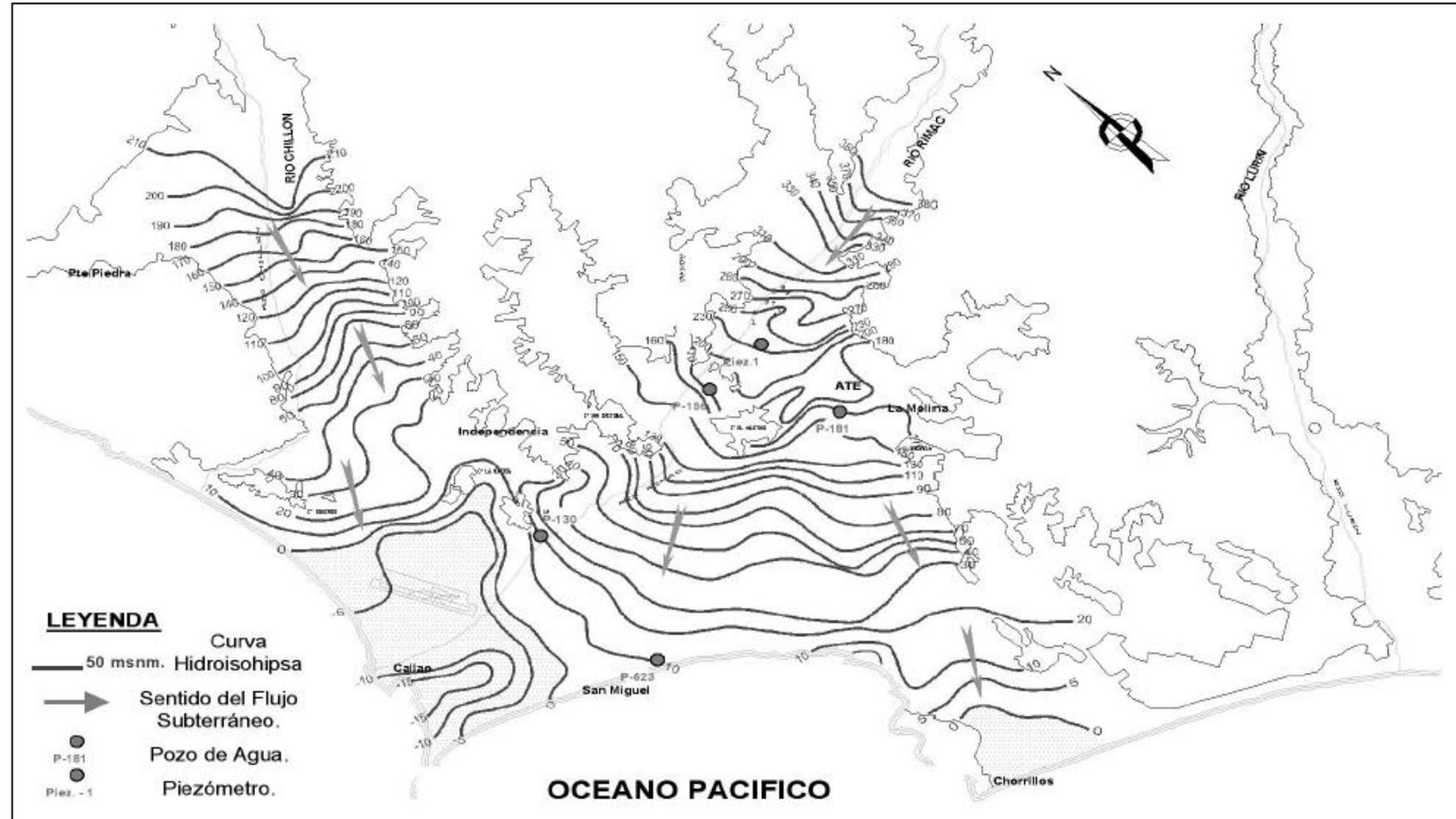
La evolución del nivel freático es controlada desde hace más de 20 años en una red de pozos de observación.

En el gráfico N° 02, se presenta la evolución de la explotación de las aguas subterráneas con pozos de SEDAPAL entre 1955 y 1997, en relación con el comportamiento del nivel

freático, observándose que al incrementar la explotación de las aguas subterráneas el nivel freático desciende progresivamente.

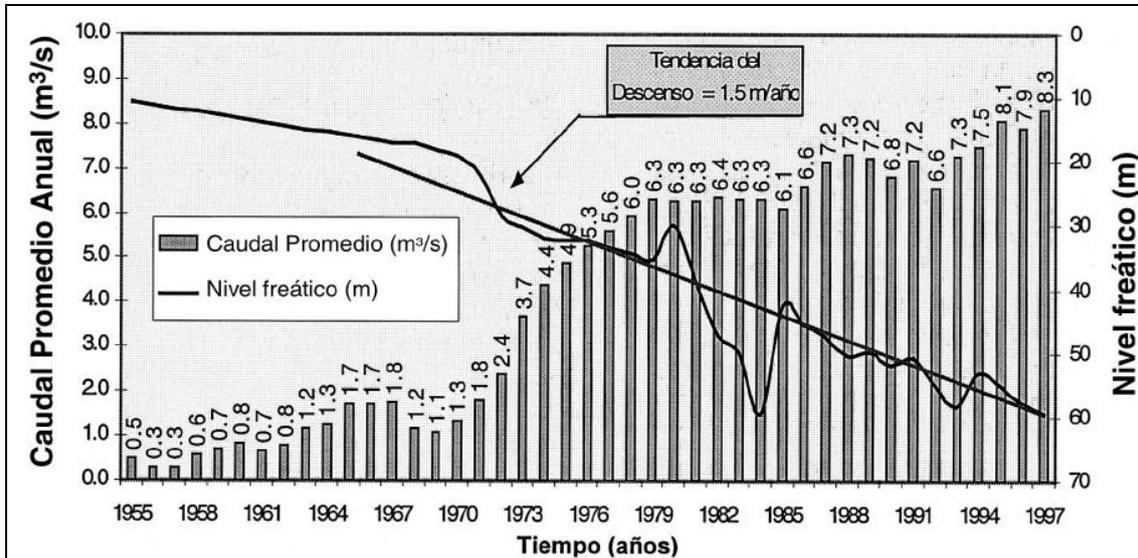
En el valle del Chillón, el descenso del nivel freático fue de 10 a 20 m, es decir, a razón de 1 a 2 m/año. Mientras que en el valle del Rímac la depresión fue más intensa, variando de 10 a 50 m, es decir, a razón de 1 a 5 m/año. Las zonas más deprimidas se encuentran aguas arriba del cerro El Agustino, sobre la margen izquierda hasta las proximidades de la urbanización Mayorazgo, y otra entre Surquillo y La Victoria.

Figura N° 16. Morfología de nivel freático en junio de 1997



Fuente: Evaluación del acuífero de Lima. Boletín Geológico y Minero, 113 (3): 303-312 - Quintana, J. y Tovar, J. 2002.

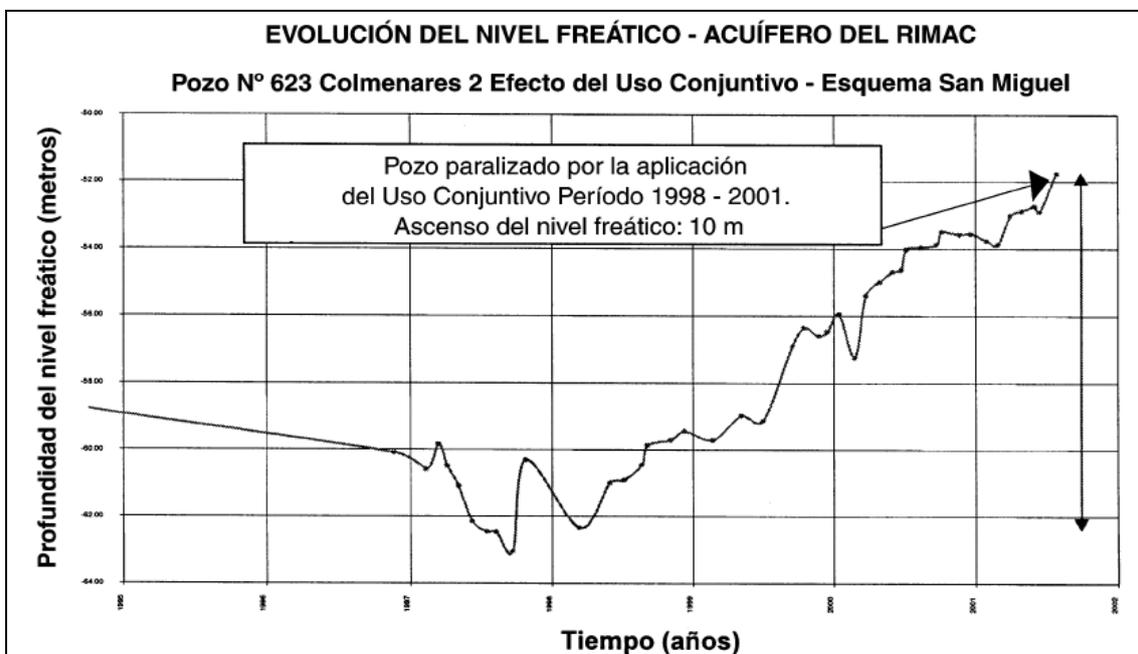
**Gráfico N° 02. Evolución del nivel freático entre los años 1955 a 1997**



Fuente: Evaluación del acuífero de Lima. Boletín Geológico y Minero, 113 (3): 303-312 - Quintana. y Tovar, J. 2002.

Desde 1977, SEDAPAL ha realizado distintas medidas para evitar la mayor explotación de las aguas subterráneas, dentro de ellas privilegiando mayor uso de aguas superficiales a través de proyectos de trasvase de aguas de otras cuencas, etc., logrando reducir la explotación de las aguas del acuífero con el consecuente recuperación del nivel freático, tal como se puede observar en el gráfico N° 03.

**Gráfico N° 03. Evolución del nivel freático entre los años 1998 y 2001**



Fuente: Evaluación del acuífero de Lima. Boletín Geológico y Minero, 113 (3): 303-312 - Quintana. y Tovar, J. 2002

#### 4.3.4 Estructuras Hidráulicas

Las estructuras hidráulicas en la zona de estudio presentes corresponden a la red de agua potable y alcantarillado emplazados en la parte superior de la plataforma y en la parte baja de la plataforma (zona de la costanera); también se presenta la red de riego (canales de riego y sistemas de riego presurizado).

##### i. Red de agua potable y alcantarillado

En relación a la red de agua potable y alcantarillado, la empresa prestadora de servicios de agua potable (SEDAPAL) es la responsable de la infraestructura de las redes antes señaladas, quienes tienen la información de la ubicación y estado de conservación, asimismo se encargan de la operación y mantenimiento siendo considerado dentro de sus planes anuales de mantenimiento y reparación.

Antiguamente las redes de alcantarillado de la parte baja de la plataforma (zona de la costanera – playas), descargaba hacia las playas ubicadas en la Costa Verde, siendo un factor de contaminación del agua marina; por ello la empresa prestadora del servicio procedió con la instalación de plantas de bombeo, las cuales impulsan las aguas negras hacia la red de alcantarillado ubicadas en la plataforma superior, para su posterior descarga al gran colector La Chira.

Sin embargo, este gran colector de aguas residuales La Chira descarga directamente al mar en la playa La Chira. Al respecto la empresa SEDAPAL está construyendo una gran planta de tratamiento de aguas residuales para el tratamiento preliminar avanzado y su posterior descarga al mar, en estricto cumplimiento con los estándares de calidad ambiental establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Según lo informado por SEDAPAL, dicha planta de tratamiento entrará en operación el año 2016.

##### ii. Red de Riego:

Con relación a la infraestructura asociada a las redes de riego, en la zona en estudio se presentan canales de riego y sistemas de riego presurizado para el riego de las áreas verdes.

La fuente de abastecimiento de agua para el riego proviene generalmente del río Rímac, la cual es captada y conducida a través de canales de riego. En la zona en estudio se tiene el Canal de derivación Huatica de 15,485m de longitud, el cual es Administrado por la Comisión de Regantes del Subsector de Riego Surco.

El canal Huatica presenta una red de canales laterales, de los cuales en la zona del proyecto se tienen al canal Lateral San Isidro (longitud = 10,030m) el cual descarga a la altura del Estadio Bonilla y el Monumento de La Memoria en el distrito de San Isidro; y al propio canal Huatica, el cual descarga en el mar a la altura del Puericultorio Pérez Aranibar, en el distrito de Magdalena – San Isidro.

Los canales de riego corresponden a conductos cerrados y se encuentran revestidos con concreto, los cuales presentan estructuras de control y operación, mediante compuertas metálicas de regulación. El estado de conservación de estas es regular, y el mantenimiento de la red está a cargo de la Comisión de Regantes del Subsector de Riego Surco.

En el caso particular de la descarga del canal Huatica, este se realiza en el acantilado en un desnivel de 20m aproximadamente, si una estructura de protección a la erosión. Al pie de esta caída se presentan estructuras de concreto armado correspondientes a caídas, canales y aliviaderos, los cuales se encuentran en malas condiciones y falta de mantenimiento. Esta descarga ha erosionado y sigue erosionando el acantilado, el cual pone en peligro a las estructuras y construcciones contiguas. Fotografía N° 39.

Fotografía N°39: Canal Huatica ubicado en el Distrito de San Isidro. ¿O MAGDALENA?



La descarga del canal Lateral San Isidro, actualmente se encuentra en mejoramiento por EMAPE, quienes están realizando trabajos en la Costanera. Dicho canal será entubado con tubería de HDPE, por lo que los peligros por erosión serán controlados.

En el distrito de San Miguel, el riego de las áreas verdes que se encuentran dentro del área de influencia directa del estudio, se realiza mediante sistemas de riego presurizado (aspersión y goteo), y mangueras riego con cisternas, no se ha observado el riego por inundación. Sin embargo, los sistemas de riego presurizado, se ha observado cajas o cámaras de válvulas sin protección o tapa, constituyendo un peligro porque puede ser manipulado sin control y generar inundación por descontrol del agua de riego. Por otra parte, en los parques que están emplazados en zonas de relleno no controlado, el agua de riego ha generado el acomodo de las partículas con el consecuente asentamiento diferencial. Es preciso señalar que en este distrito, el agua para riego de algunas áreas verdes es con aguas servidas tratadas.

En los distritos de Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco, Chorrillos, el riego es con las aguas provenientes del río Rímac, a través de la red de canales, las cuales son acumuladas en reservorios en los parques y posteriormente son bombeados para el riego con sistemas de riego presurizado (aspersión y goteo). El riego es también realizado con mangueras, camiones cisternas. En los distritos de Barranco y Chorrillos el riego de las áreas verdes es realizado con aguas subterráneas de buena calidad, extraídas de pozos y afloramientos.

#### 4.3.5 Problemática hidrológica y climática

En este aspecto, se descarta la presencia de peligros climáticos asociados a sequias, heladas, granizadas. En el aspecto hidrológico, los peligros están asociados a:

- **Lluvias intensas**

La presencia de lluvias intensas como la ocurrida en 1970, debido a la inexistencia de la infraestructura adecuada para la captación y conducción de las aguas pluviales, que generará inundaciones en las partes bajas de las playas, tanto en la costanera como en edificaciones existentes.

- **Erosión hídrica.**

A lo largo del acantilado de la Costa Verde, se presentan cárcavas que hace miles de años, fueron activadas por la escorrentía superficial debido a cauces antiguos de quebradas; en otros casos por el desagüe de aguas riego de las áreas de cultivo, los que han generado la formación de cárcavas en el acantilado.

Actualmente, la activación de las aguas de escorrentía superficial provenientes del río es nula, salvo el sector correspondiente a la descarga del canal Huatica, el cual actualmente es utilizado como desagüe de las aguas de riego.

▪ **Inundación por napa freática superficial.**

Debido a la sobre explotación de la napa freática, ésta se deprimió hasta el año 1997, a nivel de desaparecer los manantiales (Chorrillos) que se presentaban en los acantilados de Barranco y Chorrillos. Posteriormente por un conjunto de medidas adoptadas por SEDAPAL, dentro de las cuales han dejado de sobreexplotar las aguas subterráneas, el nivel freático se viene recuperando paulatinamente, presentando en algunos sectores niveles freáticos a nivel de la superficie.

Uno de los sectores que es afectado por la napa freática superficial se presenta en Chorrillos en la bajada hacia la playa, el sector de la Av. Tenderini, donde el agua inundaba la calzada en un sector de la costanera, la cual actualmente está controlada por la construcción de una zanja de drenaje.

Sin embargo, este peligro sigue latente, dado que la solución adoptada no contempla el drenaje de toda el área de la costanera donde el nivel freático se presentará a nivel de superficie, dado que este se encuentra en ascenso. Este hecho pone en peligro la infraestructura existente (carretera costanera y construcciones y edificaciones existentes) dentro de las playas de Barranco y Chorrillos.

▪ **Erosión y/o anegamiento por riego.**

El riego de las áreas verdes está adecuadamente controlado, porque es realizado mediante sistemas de riego presurizado (aspersión y goteo) y por mangueras con camiones cisternas, razón por la cual las pérdidas de agua por infiltración profunda más abajo de la zona radicular son controladas. En consecuencia el peligro por inundación por estos tipos de riego es bajo, e igual para el peligro de erosión.

El riego por inundación es una de las formas donde por la forma de aplicación del agua para riego de las plantas, genera erosión e inundación. En el caso de la zona en estudio, este tipo de riego no se presenta dentro de la zona de influencia directa del proyecto, en consecuencia el peligro asociado a este es muy bajo.

Los peligros potenciales de erosión e inundación por agua de riego se presentarán por descuido o falta de mantenimiento e inadecuada operación de los sistemas de riego presurizado (válvulas mal cerradas, tuberías rotas, descuido de las personas encargadas del riego, etc.).

**Conclusiones**

Los peligros climáticos asociados a temperatura, precipitaciones, asociadas a sequías, heladas, granizadas, son muy bajas, dentro de la zona en estudio.

Los peligros de erosión hídrica debidos a precipitaciones pluviales en años normales son muy bajos, al igual que las originadas por riego, a excepción de la descarga del canal Huatica. Sin embargo para precipitaciones extraordinarias como la ocurrida en 1970, la erosión es intensa, principalmente a través de las quebradas antiguas o bajadas a las playas (Bajadas Marbella, Balta, Armendáriz, Baños, Tenderini) y en las cárcavas en los acantilados. Los peligros de inundación por precipitaciones pluviales son bajas, en condiciones de años normales, sin embargo para precipitaciones en años extraordinarios, como la ocurrida en el año 1970, se generaría inundación a través de las quebradas antiguas o bajadas a las playas (Bajadas Marbella, Balta, Armendáriz, Baños, Tenderini).

El peligro de inundación por aguas subterráneas, está presente en la parte baja de las playas de Chorrillos y Barranco, el cual se manifiesta más en la costanera en Chorrillos límite con Barranco.

#### 4.4 Geotecnia

La geotecnia se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Investiga el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc.

##### 4.4.1 Exploración de campo

Los trabajos de exploración de campo consistieron en la ejecución de una red de exploración compuesta por un total de 12 calicatas de 3m de profundidad, con 60 ensayos de SPT, DPSH o CONO PECK, 24 análisis de Densidad de Campo y 6 líneas de refracción sísmica.

La ubicación de estas exploraciones, fueron distribuidas de tal forma que complementaran los estudios realizados por otras instituciones o empresas privadas, como se muestra en el Anexo N° VII: Mapas N° ES-1.1 a ES-1.7 - Ubicación de exploraciones realizadas por el PCS de la Costa Verde.

##### Excavación de Calicatas.

Las excavaciones de las calicatas se realizaron con herramientas manuales como pala, pico y barreta, hasta una profundidad máxima de 3.00 m. Los materiales encontrados son rellenos, arena, gravas, limo y arcilla, de consistencia media a compacta, de color beige a marrón oscuro.

En cada una de las calicatas excavadas se procedió a la toma de muestras de los diferentes tipos de suelos presentes siguiendo la norma de recolección y muestreo (ASTM D422-63(2002)), así mismo se realizó la clasificación visual del material encontrado en el campo de acuerdo a los procedimientos indicados en la norma NTP 339, 150 (2001).

**Cuadro N° 28. Distribución de las Calicatas en el presente Estudio**

| Distrito   | Calicata | Profundidad (m) | Coordenadas Este | Coordenadas Norte |
|------------|----------|-----------------|------------------|-------------------|
| San Miguel | C-1      | 6.5             | 270842           | 8663487           |
|            | C-2      | 3.0             | 272493           | 8662786           |
|            | C-3      | 3.0             | 274273           | 8661898           |
| Magdalena  | C-4      | 3.0             | 274695           | 8661648           |
|            | C-5      | 3.0             | 275699           | 8661111           |
| San Isidro | C-6      | 3.0             | 276184           | 8660627           |
| Miraflores | C-7      | 3.0             | 276592           | 8660337           |
| Barranco   | C-8      | 3.0             | 279563           | 8657458           |
|            | C-9      | 3.0             | 279454           | 8657135           |
|            | C-10     | 3.0             | 279696           | 8656575           |
|            | C-11     | 3.0             | 279769           | 8656057           |
| Chorrillos | C-12     | 3.0             | 279715           | 8655130           |

Fuente: Elaborado por Equipo Técnico PCS Costa Verde, 2014

**Cuadro N° 29. Clasificación de suelos obtenidos de las calicatas realizadas en el presente proyecto**

| Distrito   | Calicata | SUCS                 | ASSHTO  |
|------------|----------|----------------------|---|
| San Miguel | C - 1    | CL ; ML; SM          | A - 4 (4) ; A - 4(0)                            |
|            | C - 2    | Relleno con Desmonte |   |
|            | C - 3    | GM                   | A - 2 - 4 (0)                                   |
| Magdalena  | C - 4    | GP - GM              | A - 1 - a (0)                                   |
|            | C - 5    | GP-GM / SP-SM        | A - 1 - b (0)                                   |
| San Isidro | C - 6    | GM                   | A - 1 - b (0)                                   |
| Miraflores | C - 7    | SM                   | A - 2 - 4 (0)                                   |
| Barranco   | C - 8    | ML ; GM              | A - 4 (0) ; A-1-b (0)                           |
|            | C - 9    | ML ; GP              | A - 4 (0) ; A - 1 - a (0)                       |
|            | C - 10   | ML ; GW              | A - 4 (0) ; A - 1 - a (0)                       |
|            | C - 11   | SP; GP               | A - 1 - b (0); A - 1 - a                        |
| Chorrillos | C - 12   | ML ; SM ; CL         | A - 4 (0) ; A - 4 (0) ; A-7 - 6(26)<br>A-6 (11) |

Fuente: Elaborado por Equipo Técnico PCS Costa Verde, 2014

#### **Ensayos de Penetración Estándar (SPT).**

Consiste en hincar a golpes un muestreador de cuchara partida, registrando los golpes para penetrar tres tramos de 6" = 45 cm, utilizando una masa de 140 libras, la cual se deja caer desde una altura de 30" = 76.2 cm.

#### **Penetración Dinámica Super Pesada (DPSH)**

El DPSH se considera penetrómetro continuo, ya que proporcionan una medida continua de la resistencia a la penetración, desde la superficie hasta la profundidad máxima que se quiere alcanzar con el ensayo, o hasta obtener el rechazo a la hinca.

Consiste en hincar un elemento con punta generalmente cónica en el terreno, desde su superficie hasta la profundidad deseada o hasta alcanzar el rechazo, midiendo la energía necesaria para profundizar intervalos de longitud definida, siendo esta energía el número de impactos de una maza que se eleva a una altura determinada y se deja caer libremente, esto se realizó en 6 lugares. Cuadro N° 30.

**Cuadro N° 30. Distribución de DPSH**

| Número    | Coordenadas UTM |        | Profundidad      | Angulo de fricción interna |
|-----------|-----------------|--------|------------------|----------------------------|
|           | Norte           | Este   |                  |                            |
| DPSH - 01 | 8663292         | 271313 | 0.00 m - 06.00 m | 19.7 - 43.6                |
| DPSH - 02 | 8662782         | 272495 | 0.00 m - 13.00 m | 21.7 - 39.1                |
| DPSH - 03 | 8661923         | 274254 | 0.00 m - 07.20 m | 24.4 - 41.4                |
| DPSH - 04 | 8660631         | 276155 | 0.00 m - 20.00 m | 23.8 - 30.0                |
| DPSH - 05 | 8660290         | 276674 | 0.00 m - 05.60 m | 23.4 - 42.4                |
| DPSH - 06 | 8655087         | 279726 | 0.00 m - 12.40 m | 23.0 - 38.1                |

Equipo Técnico, 2014

## Ensayos de laboratorio

Con el objetivo de determinar las propiedades geo mecánicas de los suelos se realizaron la identificación visual de las muestras de suelo en las calicatas para prever el tipo y número de ensayos que se deben ejecutar. Los ensayos de laboratorio considerados son los siguientes:

Análisis Granulométrico, grueso, fino y global.

Material más Fino que la Malla N° 200

Contenido de Humedad de Suelos

Límite Líquido

Límite Plástico

Clasificación SUCS

Gravedad Específica

Corte Directo de Suelos Cohesivos

Sales solubles totales

Contenido de cloruros

Contenido de sulfatos

Comprensión Triaxial UU

**Cuadro N° 31. Resultados de los ensayos de laboratorio**

| Calicata   | Clasificac. SUCS | Malla 200 (%) | Humedad | L. L. | L. P. | I. P |
|------------|------------------|---------------|---------|-------|-------|------|
| C - 1 - 1  | CL               | 80.9          | 4.5     | 24    | 16    | 8    |
| C - 1 - 2  | ML               | 69.5          | 4.2     | NP    | NP    | NP   |
| C - 1 - 3  | SM               | 22.4          | 1.9     | NP    | NP    | NP   |
| C - 1 - 4  | ML               | 65.5          | 8.4     | NP    | NP    | NP   |
| C - 3      | GM               | 30.9          | 5.3     | NP    | NP    | NP   |
| C - 4      | GP – GM          | 5.2           | 1.1     | NP    | NP    | NP   |
| C - 5      | GM               | 30.5          | 7.4     | NP    | NP    | NP   |
| C - 6 - 1  | GM               | 16.2          | 5.5     | NP    | NP    | NP   |
| C - 6 - 2  | GM               | 17.6          | 4.9     | NP    | NP    | NP   |
| C - 7      | SM               | 27            | 8.8     | NP    | NP    | NP   |
| C - 8 - 1  | ML               | 57.4          | 7       | NP    | NP    | NP   |
| C - 8 - 2  | GM               | 24.9          | 4.7     | NP    | NP    | NP   |
| C - 9 - 1  | ML               | 62.6          | 6.3     | NP    | NP    | NP   |
| C - 9 - 2  | GP               | 2             | 1.6     | NP    | NP    | NP   |
| C - 10 - 1 | ML               | 81.7          | 22      | NP    | NP    | NP   |
| C - 10 - 2 | ML               | 63.8          | 17      | NP    | NP    | NP   |
| C - 10 - 3 | GW               | 3.6           | 2.4     | NP    | NP    | NP   |
| C - 11 - 1 | SP               | 2.7           | 0.8     | NP    | NP    | NP   |
| C - 11 - 2 | GP               | 2.8           | 1.6     | NP    | NP    | NP   |
| C - 12 - 1 | ML               | 53            | 13.5    | NP    | NP    | NP   |
| C - 12 - 2 | SM               | 44            | 7.1     | NP    | NP    | NP   |
| C - 12 - 3 | CL               | 93.1          | 18.3    | 48    | 23    | 25   |
| C - 12 - 4 | CL               | 87            | 17.3    | 34    | 21    | 13   |
| C - 12 - 5 | SM               | 45.5          | 9.1     | NP    | NP    | NP   |

Equipo Técnico PCS, 2014

#### 4.4.2 Clasificación de suelos.

##### Sistema SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado.

##### Sistema ASSHTO

Este sistema describe un procedimiento para clasificar suelos en siete grupos, basado en las determinaciones de laboratorio de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. Se informa en números enteros y si es negativo se informa igual a 0.

El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo, se usa para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de sub rasante, sub bases y bases. El primer grupo desde la izquierda que satisface los datos de ensaye es la clasificación correcta. Todos los valores límites son enteros, si alguno de los datos es decimal, se debe aproximar al entero más cercano. El valor del índice de grupo debe ir siempre en paréntesis. Cuadro N° 31.

**Cuadro N° 32. Clasificación de suelos obtenidos de las calicatas realizadas en el presente proyecto**

| Distrito   | Calicata | SUCS         | ASSHTO                              |
|------------|----------|--------------|-------------------------------------|
| San Miguel | C -1     | CL ; ML      | A - 4 (4) ; A - 4(0)                |
|            | C -2     | Desmonte     |                                     |
| Magdalena  | C - 3    | GM           | A - 2 - 4 (0)                       |
|            | C - 4    | GP - GM      | A - 1 - a (0)                       |
|            | C - 5    | GM - GP      | A -1 - 4 (0)                        |
|            | C - 6    | GM           | A -1 - b (0)                        |
| Miraflores | C - 7    | SM           | A -2 - 4 (0)                        |
| Barranco   | C - 8    | ML ; GM      | A - 4 (4) ; A - 4(0)                |
|            | C - 9    | ML ; GP      | A - 4 (0) ; A - 1 - a (0)           |
|            | C - 10   | ML ; GW      | A - 4 (0) ; A - 1 - a (0)           |
|            | C - 11   | GP           | A - 1 - a (0)                       |
|            | C - 12   | ML ; SM ; CL | A - 4 (0) ; A - 4 (0) ; A-7 - 6(11) |

Equipo Técnico, 2014

Las investigaciones abiertas (Calicatas) en el presente Estudio y las investigaciones efectuadas por otros autores e instituciones están presentes los siguientes materiales de acuerdo a la clasificación SUCS: GP/ GP – GM/ GM/ GM-GP/ML-GW/ CL-ML/GP-SM.

#### 4.4.3 Evaluación de la capacidad portante

La capacidad portante es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan fallas por corte del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales.

Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento. Con respecto a los parámetros de resistencia de los materiales conformantes del acantilado de acuerdo a estudios antiguos, se presenta en el cuadro N° 33.

**Cuadro N° 33. Parámetros dinámicos del suelo de acuerdo a estudios antiguos**

| Distrito   | Tipo de suelos     | Cohesión <sup>2</sup><br>Kg/cm | Ángulo de fricción | Densidad natural <sup>3</sup><br>tn/m | Capacidad portante <sup>2</sup><br>kg/cm | Cota Msnm |
|------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|-----------|
| Chorrillos | ML, CL, SM         | 0.90                           | 28.5               | 1.60–1.80                             | 3.10                                     | 20        |
| Barranco   | ML, SM, SP, CL, CH | 0.20                           | 38 - 40            | 1.40–1.80                             | 3.10                                     | 22        |
| Miraflores | GP, GM, SM,ML,     | 0.55                           | 40                 | 1.40–2.50                             | 4.78                                     | 40        |
| San Isidro | GP, GM, SM,ML      | 0.50                           | 33.7               | 1.4                                   | 4.70                                     | 15        |
| Magdalena  | GP,GM,CL           | 0.20                           | 24.7               | 1.51                                  | 1.57                                     | 20        |
| San Miguel | GP,GM,CL           | 0.50                           | 29.9               | 2.20                                  | 4.39                                     | 20        |

Elaborado: Equipo Técnico, 2014

**Cuadro N° 34. Parámetros dinámicos del suelo de acuerdo a los estudios complementarios del Estudio PCS de la Costa Verde (2014).**

| Distrito   | Tipo de suelos     | Cohesión <sup>2</sup><br>Kg/cm | Ángulo de fricción | Densidad natural <sup>3</sup><br>g/cm | Capacidad portante (promedio) <sup>2</sup><br>kg/cm | Profundidad de ensayo (m) |
|------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|
| Chorrillos | ML, CL, SM         | 0.90                           | 28.5               | 1.60 - 1.80                           | 3.57  | 3.00                      |
| Barranco   | ML, GM, GP, GW, SP | 0.20 – 1.60                    | 37 - 39            | 1.62 – 2.22                           | 4.65 – 3.75   | 3.00                      |
| Miraflores | GP, GM, SM,ML,     | 0.35                           | 34.00              | 1.40 – 2.50                           | 4.78  | 3.00                      |
| San Isidro | GP                 | 0.35                           | 34.0               | 1.66                                  | 2.00 - 2.43   | 3.00                      |
| Magdalena  | GP,GM,CL           | 0.20                           | 35.0               | 1.89                                  | 2.56 - 4.92   | 3.00                      |
| San Miguel | GP,GM,CL           | 0.90                           | 22.3               | 1.67                                  | 2.56  | 6.00                      |

**Cuadro N° 35. Parámetros dinámicos del suelo en la Costa Verde**

| Distrito   | Calicata | Df (m) | Estrato sobre la cimentación |     |          | Estrato abajo de la cimentación |     |          |         |        |             |         |
|------------|----------|--------|------------------------------|-----|----------|---------------------------------|-----|----------|---------|--------|-------------|---------|
|            |          |        | SUCS                         | Z1  | $\gamma$ | SUCS                            | Z2  | $\gamma$ | C       | $\phi$ | Estado      | q       |
|            |          |        |                              | (m) | (tn/m3)  |                                 | (m) | (tn/m3)  | (tn/m2) |        |             | (tn/m2) |
| San Miguel | C-1      | 4.9    | CL                           | 4.4 | 1.40     | ML                              | 0.5 | 1.70     | 0.90    | 22.3   | Medio Denso | 7.01    |
|            | C-2      | 2.0    | GM                           | 1.5 | 1.50     | GM                              | 0.5 | 1.50     |         | 23.0   | Relleno     | 3.00    |
|            | C-3      | 2.0    | GM                           | 1.5 | 1.50     | GM                              | 0.5 | 1.50     |         | 23.0   | Relleno     | 3.00    |
| Magdalena  | C-4      | 1.5    | GP-GM                        | 1.0 | 1.70     | GP-GM                           | 0.5 | 1.70     | 0.10    | 32.5   | Medio Denso | 2.55    |
|            | C-5      | 2.0    | GP-GM                        | 1.5 | 1.70     | GP-GM                           | 0.5 | 1.80     | 0.10    | 34.3   | Denso       | 3.45    |
| San Isidro | C-6      | 2.0    | GM                           | 1.5 | 1.50     | GM                              | 0.5 | 1.50     | 0.40    | 22.8   | Relleno     | 3.00    |
| Miraflores | C-7      | 1.5    | SM                           | 1.0 | 1.50     | SM                              | 0.5 | 1.50     | 0.50    | 24.9   | Relleno     | 2.25    |
| Barranco   | C-8      | 2.8    | ML                           | 2.3 | 1.60     | GM                              | 0.5 | 1.70     | 0.40    | 25.2   | Medio denso | 4.53    |
|            | C-9      | 1.9    | ML                           | 1.4 | 1.60     | GP                              | 0.5 | 1.70     |         | 34.4   | Medio denso | 3.09    |
|            | C-10     | 1.9    | ML                           | 1.4 | 1.60     | GW                              | 0.5 | 1.70     |         | 35.0   | Medio denso | 3.09    |
|            | C-11     | 1.5    | SP                           | 1.0 | 1.70     | GP                              | 0.5 | 1.70     |         | 33.9   | Medio denso | 2.55    |
| Chorrillos | C-12     | 3.3    | CL                           | 2.8 | 1.60     | SM                              | 0.5 | 1.80     |         | 31.0   | Denso       | 5.38    |

Elaborado: Equipo Técnico, 2014

Ver Anexo N° III - EMS de la Costa Verde

### Ensayos de Geofísica de Refracción sísmica, MASW y MAM

En el Estudio PCS se han realizado Ensayos de geofísica que comprende un conjunto de técnicas que investiga el subsuelo a partir de las variaciones detectadas en parámetros físicos significativos y de su correlación con las características geológicas, para el caso se ha utilizado el parámetro sísmico (velocidad de propagación de ondas sísmicas), entre los ensayos geofísicos considerados: refracción sísmica, MASW y MAM.

Planificación de los ensayos geofísicas

| Distrito          | Refracción Sísmica | Longitud (m) |
|-------------------|--------------------|--------------|
| San Miguel        | LS- SM – 01        | 968          |
|                   | LS- SM - 02        | 276          |
|                   | LS- SM - 03        | 138          |
| Magdalena del Mar | LS- MM - 04        | 195          |
|                   | LS- MM - 05        | 138          |
|                   | LS- MM - 06        | 336          |

| Distrito          | Análisis de arreglo Multicanal de ondas superficiales (MASW) | Unidad |
|-------------------|--|--------|
| San Miguel        | MASW - SM - 01   | 1      |
|                   | MASW - SM - 02   | 1      |
| Magdalena del Mar | MASW - MM - 03   | 1      |
| San Isidro        | MASW - SI - 04   | 1      |
| Miraflores        | MASW - MI - 05   | 1      |
|                   | MASW - MI - 06   | 1      |

| Distrito          | Medida de Arreglos de Microtremor ( MAM) | Unidad |
|-------------------|--|--------|
| Magdalena del Mar | MAM - MM - 01                            | 1      |
| San Isidro        | MAM - SI - 02                            | 1      |
| Miraflores        | MAM - MI - 03                            | 1      |
| Barranco          | MAM - BA - 04                            | 1      |
| Chorrillos        | MAM - CH - 05                            | 1      |
|                   | MAM - CH - 06                            | 1      |

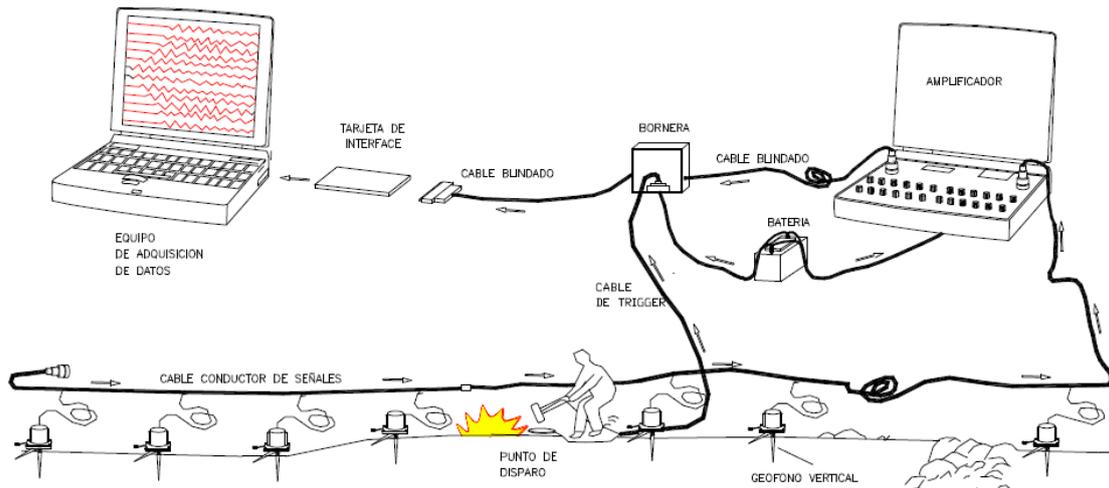
#### Ensayo de Refracción sísmica

El ensayo de refracción sísmica es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que lo conforman. Este método consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de compresión (Ondas P) y algunas veces de las ondas de corte (Ondas S) generadas por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno.

Este ensayo se encuentra normalizada de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.157:2001, en la Guía Normalizada para el uso del Método de Refracción Sísmica en las Investigaciones del Subsuelo. Se programaron más de 2.0 km. de ensayos geofísicos por el método de refracción sísmica.

La energía, que se propaga en forma de ondas, es detectada, amplificada y registrada de tal manera que puede determinarse su tiempo de arribo en cada punto. El tiempo cero o inicio de la grabación es generado por un dispositivo de arranque o "trigger" que activa el sistema de adquisición de datos al momento de producirse el impacto o explosión. La diferencia entre el tiempo de arribo y el tiempo cero permite evaluar el tiempo de propagación de las ondas desde la fuente de energía hasta el lugar en que éstas son registradas.

**Figura N° 17. Adquisición de datos del ensayo de refracción sísmica**

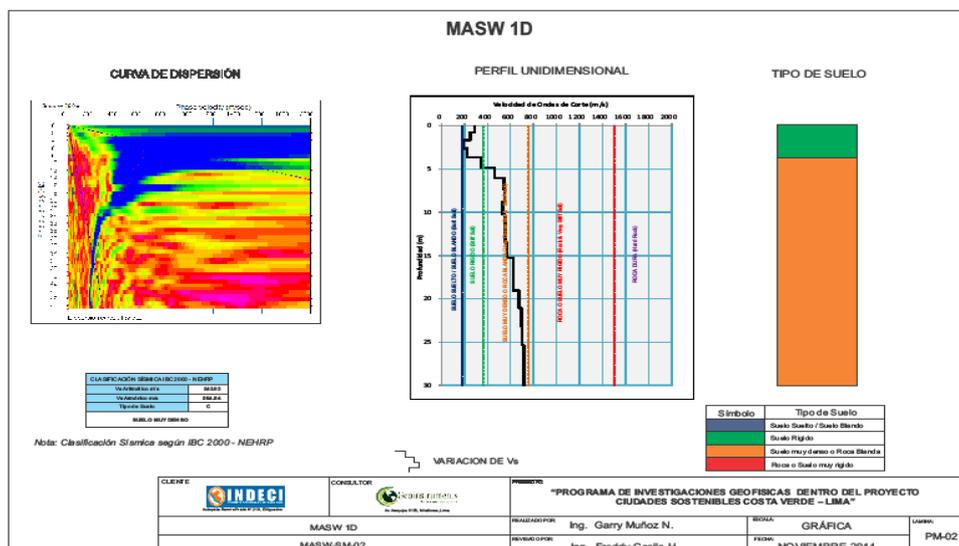


Los datos de tiempo y distancia obtenidos para diferentes ubicaciones del punto de aplicación de la energía (shot), nos permite determinar las velocidades de propagación de ondas P a través de los diferentes estratos de suelos y rocas cuya estructura, geometría y continuidad son investigadas.

**Ensayo de MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave)**

Es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman. Este método consiste en la interpretación de las ondas superficiales (Ondas Rayleigh) de un registro en arreglo multicanal, generadas por una fuerte de energía impulsiva en puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte ( $V_s$ ) para el punto central de dicha línea. Ver Gráfico N° 4.

**Gráfico N° 4. Perfil de velocidades de Ondas de corte del ensayo MASW-1D del MASW-SM-02**



En el perfil, se puede observar un estrato superior de baja velocidad (suelo rígido) que sobreyace a otro estrato con mayor velocidad (suelo muy denso).

La interpretación de los registros consiste en obtener de ellos una curva de dispersión (un trazado de la velocidad de fase de las ondas superficiales versus la frecuencia), filtrándose solamente las ondas superficiales ya que su velocidad de fase se aproxima en un 90 a 95% del valor de  $V_s$ , y luego mediante un cálculo inverso iterativo (método de inversión) se obtiene el perfil  $V_s$  desde la curva de dispersión calculada para cada punto de estudio.

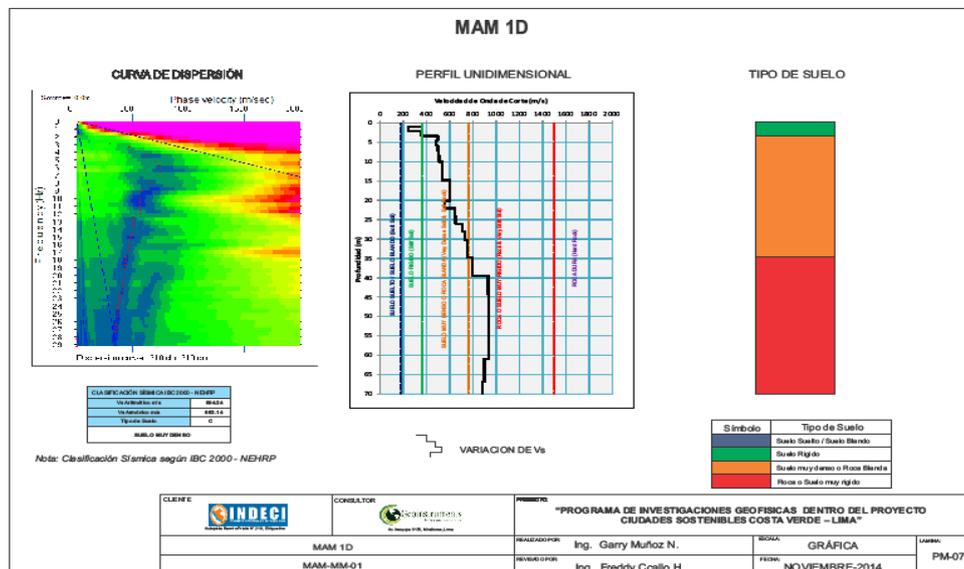
### Ensayo de MAM (Micro-Tremor Array Measurement)

El ensayo MAM o Medida de Arreglos de Microtremor es un método pasivo de exploración geofísica basado en el análisis de los microtremores. No se requiere que se genere ninguna señal, como las producidas para registrar las señales de los ensayos de Refracción Sísmica y MASW. Se utiliza un arreglo instrumental bidimensional sobre la superficie. El análisis de los datos registrados se puede realizar con métodos de dispersión de ondas superficiales o por medio de las características de las capas superficiales. Gráfico N° 05.

Este método permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte ( $V_s$ ) para el punto central de dicha línea. Presentándose resultados obtenidos de la combinación de los análisis de MASW y MAM.

Esta técnica presenta buenas correlaciones con los perfiles estratigráficos del suelo en los casos donde se han realizados perforaciones diamantinas, así como con los resultados de los ensayos SPT, por lo que tiene una buena confiabilidad y constituye una alternativa muy económica para la evaluación de los parámetros dinámicos del suelo de fundación.

**Gráfico N° 05. Perfil de velocidades de Ondas S del ensayo MAM 1D del MAM-MM-01**



En el perfil se puede observar un estrato superior de baja velocidad (suelo rígido) que sobreyace a otro estrato con mayor velocidad (suelo muy denso) y continúa otro estrato de mayor velocidad en profundidad.

### Resultados de los Ensayos de geofísica

- i. Ensayo de Refracción sísmica. Cuadros N° 35 al 40.

**Cuadro N° 36. Línea Sísmica LS-SM-01 (Longitud 960 m)**

| Capa | Espesor (m)  | Velocidad Vp (m/s) | Descripción   |
|------|--------------|--------------------|---|
| 1    | 1.08 - 6.28  | 322 - 398          | Material superficial de Baja Compacidad, compuesto por material de relleno y gravas.  |
| 2    | 2.28 – 11.10 | 423 - 625          | Material de Baja a Mediana Compacidad, compuesto por gravas y arenas limo arcillosas. |
| 3    | >20          | 651 - 850          | Material de Mediana a Alta Compacidad.  |

**Cuadro N° 37. Línea Sísmica LS-SM-02 (Longitud 276 m)**

| Capa | Espesor (m)  | Velocidad Vp (m/s) | Descripción  |
|------|--------------|--------------------|--|
| 1    | 1.96 – 7.25  | 379 – 497          | Material superficial de Baja Compacidad, compuesto por material de relleno y gravas. |
| 2    | 3.09 – 14.07 | 527 - 792          | Material de Mediana Compacidad, compuesto por gravas y arenas limo arcillosas.       |
| 3    | >20          | 821 - 909          | Material de Mediana a Alta Compacidad, compuesto por gravas.                         |

**Cuadro N° 38. Línea Sísmica LS-MM-03 (Longitud 138 m)**

| Capa | Espesor (m) | Velocidad Vp (m/s) | Descripción  |
|------|-------------|--------------------|--|
| 1    | 1.35 – 3.98 | 248 - 397          | Material superficial de Baja Compacidad, compuesto por material de relleno y gravas. |
| 2    | 2.34 – 9.83 | 446 - 943          | Material de Mediana Compacidad, compuesto por gravas y arenas limo arcillosas.       |
| 3    | >20         | 993 - 1141         | Material de Alta Compacidad, compuesto por gravas.                                   |

**Cuadro N° 39. Línea Sísmica LS-MM-04 (Longitud 195 m)**

| Capa | Espesor (m)  | Velocidad Vp (m/s) | Descripción  |
|------|--------------|--------------------|--|
| 1    | 2.03 – 8.89  | 363 - 572          | Material superficial de Baja Compacidad, compuesto por material de relleno y gravas. |
| 2    | 0.33 – 22.03 | 662 -1340          | Material de Mediana Compacidad, compuesto por gravas y arenas limo arcillosas.       |
| 3    | >25          | 1410 - 1619        | Material de Alta Compacidad, compuesto por gravas.                                   |

**Cuadro N° 40. Línea Sísmica LS-MM-05 (Longitud 138 m)**

| Capa | Espesor (m) | Velocidad Vp (m/s) | Descripción  |
|------|-------------|--------------------|--|
| 1    | 1.69 – 3.22 | 367 - 603          | Material superficial de Baja Compacidad, compuesto por material de relleno y gravas. |
| 2    | 1.52 – 7.23 | 662 - 1252         | Material de Mediana Compacidad, compuesto por gravas y arenas limo arcillosas.       |
| 3    | >20         | 1311 - 1428        | Material de Alta Compacidad, compuesto por gravas.                                   |

**Cuadro N° 41. Línea Sísmica LS-MM-06 (Longitud 336 m)**

| Capa | Espesor (m)  | Velocidad Vp (m/s) | Descripción  |
|------|--------------|--------------------|--|
| 1    | 2.21 – 7.61  | 329 - 572          | Material superficial de Baja Compacidad, compuesto por material de relleno y gravas. |
| 2    | 2.76 – 17.57 | 621 - 1059         | Material de Mediana Compacidad, compuesto por gravas y arenas limo arcillosas.       |
| 3    | >20          | 1107 - 1203        | Material de Alta Compacidad, compuesto por gravas.                                   |

En general las investigaciones del suelo reportan la existencia de 3 capas de materiales terrígenos:

- Material superficial de baja compacidad, compuesto de material de relleno y gravas.
- Material de mediana compacidad, compuesto por gravas y arenas arcillosas
- Material de alta compacidad compuesto por gravas.

En los lugares explorados por el método de MASW y MAM se concluye: De acuerdo a la clasificación de suelos en función a la velocidad Vs (Velocidad Promedio de la Media Armónica de la Onda de corte S) dada por la Norma *IBC 2000* y *NEHRP* en 1993. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio el material analizado está dentro de la clasificación **TIPO C**, que corresponde a un suelo muy denso o roca blanda.

#### 4.4.4 Caracterización Geotécnica del Suelo.

La caracterización geotécnica del suelo se ha realizado obteniendo las informaciones de la bibliografía existente y de las investigaciones efectuadas en el presente Estudio.

##### **Distrito de San Miguel**

En esta zona se han excavado tres calicatas C-1, C-2 y C-3, se realizaron tres pruebas de Penetración Dinámica Superpesado (DPSH). La excavación de la calicata C-1 cruza dos estratos de suelos finos, la primera que se le ubica superficialmente compuesto por la arcilla arenosa (CL) y la segunda capa subyacente compuesta por limo arenoso (ML), medio denso, ubicado a 4.90 m de profundidad.

La resistencia al corte del limo arenoso ensayadas, resulta  $\phi = 22.3$  grados y  $C=0.9$  tn/m<sup>2</sup>. Las excavaciones de las calicatas C-2 y C-3, cruzan una estrato de relleno conformado por la grava limosa (GM), suelta, la resistencia al corte directo es igual a  $\phi = 23^\circ$ .

En los ensayos de Penetración Dinámica DPSH-1 se encontró suelo suelto a la profundidad de 0.80 a 5.0 m, muy suelto a 5.20 m, en el resto suelo medianamente suelto, con un ángulo de fricción interna que varía entre 22.5° a 28°.

En los ensayos en el DPSH se exploró entre 2.20 a 6.6 m suelo suelto y en el resto suelo medianamente suelto, sus ángulos de fricción interna varían entre 22° a 32.2°.

En los ensayos en el DPSH se encontraron suelos sueltos entre 2.60 a 6.8 m, en el resto se encontraron suelos medianamente sueltos, los ángulos de fricción interna varía entre 24.4° a 30.8°.

#### **Distrito de Magdalena**

Se han excavado dos calicatas C-4 y C-5. Las excavaciones de la calicata C-4 y C-5 cruzan estratos de grava limosa (GP-GM), medio denso a denso, su resistencia ensayada al corte directo son  $\phi = 32.5$  y  $\phi = 34.3$  grados y cohesión igual a 0.10tn/m<sup>2</sup>.

#### **Distrito de San Isidro**

Se ha excavado la calicata C-6 y se realizó la prueba de DPSH-4. La calicata C-6 cruza un depósito de relleno conformado por la grava limosa (GM), suelta, su resistencia al corte resulta igual a  $\phi = 22.8$ ° y cohesión 0.40tn/m<sup>2</sup>. El ensayo de DPSH-4 realizado en este punto, muestran suelos alternados con medianamente sueltos entre 0.20 a 10.20 m, en el resto de estratos indican suelos medianamente sueltos, sus ángulos de fricción interna varían entre 24° a 36°.

#### **Distrito de Miraflores**

Se ha excavado la calicata C-7 y se realizó la prueba dinámica DPSH-5. La calicata C-7 cruza un depósito de relleno conformado por la arena limosa (SM), suelta, su resistencia en muestras investigadas a la profundidad de 1.5 resulta con ángulo de fricción interna igual a  $\phi = 24.9$  grados y cohesión 0.50tn/m<sup>2</sup>.

El ensayo de DPSH-5 realizado en este sondaje, muestran suelos sueltos alternados con medianamente sueltos entre 0.60 a 4.40 m, en el resto de estratos indican suelos medianamente sueltos, sus ángulos de fricción interna varían entre 24.1° a 37.2°.

#### **Distrito de Barranco**

En esta zona se han excavado cuatro calicatas, identificadas como: C-8, C-9, C-10 y C-11. Las cuatro calicatas cruzan entre 1 a 2.30 m a limo arenoso (ML), suelto, subyace la grava mal gradada (GP), grava bien gradada (GW) y la grava limosa (GM), medianamente denso. Los parámetros de resistencia al corte directo comprenden:

- Grava mal gradada (GP) investigadas en muestras a 1.50 y 1.90 de profundidad, sus parámetros resultan  $\phi = 33.9$ ° y  $\phi = 34.4$ °.
- Grava bien gradada (GW) investigadas en muestras a 1.90 de profundidad la prueba de corte directo resulta  $\phi = 35$ °.
- Grava limosa (GM) investigada en muestras a 2.80 de profundidad su parámetro de corte resulta  $\phi = 25.2$ ° y cohesión 0.40tn/m<sup>2</sup>.

#### **Distrito de Chorrillos**

Se han excavado la calicata C-12 y se realizó el ensayo de Penetración Dinámica DPSH-6. La excavación de la calita C-12 cruza dos estratos la superficial de 2.80 de espesor compuesta por la arcilla limosa (CL), blanda, subyace a la capa superficial la arena limosa (SM), densa, la resistencia para este tipo de material en ensayos de corte directo es igual a  $\phi = 31$ °.

El ensayo de DPSH-6, muestran suelos sueltos alternados con medianamente sueltos entre 0.40 a 8.0 m, en el resto de estratos indican suelos medianamente sueltos, sus ángulos de fricción interna varían entre 22.5° a 36.2°.

#### 4.4.5 Evaluación de la Estabilidad de Talud

En esta sección se describen los análisis de estabilidad de taludes desarrollados para el cálculo de los factores de seguridad (FS) de los sectores críticos identificados en la Costa Verde. El análisis ha sido desarrollado sobre un total de 11 secciones críticas y de interés, las cuales han sido determinadas sobre la base geológica (estratigrafía) y la configuración topográfica de la zona (inclinación del talud general), las que serán analizadas (06) secciones por el método Equilibrio Límite (LEM) y (05) secciones por el método de Elementos Finitos (FEM). Además, se tuvieron en cuenta las propiedades geotécnicas de los materiales, para lo cual se utilizó la información existente y reciente de ensayos de laboratorio ejecutados por el Laboratorio de Mecánica de suelos de HOL PERU CONSULTORES EIRL.

#### Metodología de Evaluación de Estabilidad de Taludes

La evaluación de estabilidad de taludes para el área del proyecto fue desarrollado utilizando el software *Slide* en su versión 5.0, perteneciente a la firma *Rocscience*, el cual permite al usuario calcular la estabilidad del talud por el método de equilibrio límite (LEM) para buscar la superficie potencial de falla, es decir, la superficie con menor valor de factor de seguridad. Paralelamente se ha realizado el análisis por el método de Elementos Finitos (FEM) aplicando para ello el software *Slope* en su versión 2012, perteneciente a la firma *GeoSlope*.

La evaluación de la estabilidad se realizó considerando condiciones de carga estática y el efecto del sismo. Los análisis estáticos fueron realizados para asegurar que los materiales de los taludes presenten adecuada estabilidad para soportar las fuerzas gravitacionales, adoptando una escala de factores de seguridad según se muestra en el cuadro N°42; el cual es considerado apropiado para el periodo de operación de este tipo de estructuras. Los análisis bajo condiciones de sismo fueron desarrollados de acuerdo a las recomendaciones para el diseño sísmico presentadas en la sección correspondiente al estudio de riesgo sísmico.

**Cuadro N°42. Criterios de Estabilidad**

| Clasificación | Descripción                       | Condición                |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Clase 01      | Probablemente inestable o crítica | $FS \leq 1.10$           |
| Clase 01      | Medianamente estable              | $1.10 \leq FS \leq 1.20$ |
| Clase 01      | Estable                           | $1.20 \leq FS \leq 1.40$ |
| Clase 01      | Muy estable                       | $FS \geq 1.40$           |

Fuente. “Memoria Descriptiva Análisis de Estabilidad física de Taludes para el ámbito de Estudio de la Costa Verde”, T. Allende. Lima Perú, 2014.

#### Propiedades de los Materiales

Con el fin de establecer las propiedades de los diferentes tipos de materiales relevantes para los análisis de la estabilidad del talud en el área de Estudio, se han examinado e interpretado cuidadosamente la información obtenida de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio realizados. Para el análisis de estabilidad ha sido considerado los tipos materiales, que se detallan en el cuadro N°43.

**Cuadro N°43. Criterios de Diseño**

| Tipo de Análisis            | Tipo Material  | Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Fricción Interna (°) | Criterio Rotura |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Método de Equilibrio Límite | Arena-limosa   | 0.01                           | 35                   | Mohr-Coulomb    |
|                             | Limo-arcilloso | 0.80                           | 29                   | Mohr-Coulomb    |
|                             | Conglomerado   | 0.55                           | 40                   | Mohr-Coulomb    |
| Método de Elementos Finitos | Suelo Gravoso  | 0.55                           | 39.9                 | C/Phi Reduction |
|                             | Suelo Fino     | 0.90                           | 28.5                 | C/Phi Reduction |

Fuente. “Memoria Descriptiva Análisis de Estabilidad física de Taludes para el ámbito de Estudio de la Costa Verde”, T. Allende. Lima Perú, 2014.

## **i. Análisis de Estabilidad por Equilibrio Límite- LEM**

El análisis de estabilidad de taludes por el método de Equilibrio Límite, se basan exclusivamente en las leyes de la estática para determinar el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable. No tienen en cuenta las deformaciones del terreno; y suponen que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de toda la superficie de corte.

Se puede distinguir aquí entre los métodos (M. Exactos y M. No Exactos), que consideran el equilibrio global de la masa deslizante, hoy prácticamente en desuso, y los métodos de dovelas que consideran a la masa deslizante dividida en una serie de fajas verticales.

En el primer caso la hipótesis previa suele hacerse respecto a la distribución de tensiones normales en la superficie de deslizamiento. Tal es el caso del método de círculo de fricción o desplazamiento.

En los métodos de dovelas dicha distribución no es un dato del problema sino un resultado de la resolución. Las hipótesis previas se refieren generalmente a las fuerzas laterales entre las dovelas y existe una gran variedad de métodos que consideran diferentes hipótesis.

En la casi generalidad de los métodos de equilibrio límite la seguridad de un determinado talud se cuantifica por medio del factor (o coeficiente) de seguridad, FS, que se define como el cociente entre la resistencia al corte de la superficie de deslizamiento y la necesaria para mantener el equilibrio estricto de la masa deslizante.

### **Secciones analizadas**

Se ha llevado a cabo el análisis de 06 secciones, para identificar las superficies de falla más críticas (factores de seguridad más bajos). La ubicación de los perfiles a analizar se encuentra en las siguientes zonas:

- Perfil 1: Ubicado en entre la bajada a la Av. Costanera y la Calle Villarreal
- Perfil 2: Ubicado en la zona que cubre el Parque María Reiche
- Perfil 3: Ubicado en cerca de la Bajada Balta frente al Club Waikiki
- Perfil 4: Ubicado en la zona que cubre el Parque Miguel Grau
- Perfil 5: Ubicado en la zona que cubre el Parque Itzhak Rabín
- Perfil 6: Ubicado en la zona que cubre el Parque El Faro

Para el análisis, el modelo contará con algunas restricciones que a continuación se describen:

- No se considerará el efecto de los escombros en el pie de los acantilados debido a que éstos no ofrecen resistencia al deslizamiento en el caso de considerar la falla global en el talud debido a la carga de las edificaciones.
- No se considerará el efecto del nivel freático debido a que no se llegó a encontrar dicho nivel de agua en la exploración de campo realizada, y además en anteriores investigaciones se tiene que dicho nivel está aún más por debajo del pie del talud.
- Se considerará los lentes erráticos que aparecen alternadamente en la cara expuesta del acantilado, solo en los casos que este se considere que puede tener algún efecto en la estabilidad del talud del acantilado de Miraflores.

## **ii. Análisis de carga crítica:**

El objetivo de este análisis es determinar la carga máxima o crítica que puede soportar el acantilado de la Costa Verde. Para ello, se procederá a realizar corridas iterativas hasta encontrar la carga que hace que el factor de seguridad para la estabilidad del acantilado sea igual a la unidad. En el desarrollo del proceso se calcula el F.S. para diferentes cargas en los 06 perfiles.

De los resultados obtenidos en el análisis de esfuerzo-deformación para determinar la carga crítica, se concluye que los acantilados en los perfiles analizados pueden soportar cargas máximas que oscilan entre 380 kN/m<sup>2</sup> y 539 kN/m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que los valores más altos de carga deben ubicarse en las zonas en donde el acantilado tenga una menor pendiente. Cabe resaltar que los valores de carga crítica se redujeron del análisis de esfuerzo-deformación, debido a que con ello se puede controlar los asentamientos producidos por la acción de las cargas, siendo menor a los obtenidos por estabilidad global (equilibrio límite). Cuadro N° 43.

**Cuadro N° 44. Resultados del Análisis de Carga crítica**

| P-1                        |      | F.S.                       |      |
|----------------------------|------|----------------------------|------|
| Carga (kN/m <sup>2</sup> ) |      |                            |      |
| 200                        | 1.15 |                            |      |
| 300                        | 1.10 |                            |      |
| 400                        | 1.06 |                            |      |
| 500                        | 1.01 |                            |      |
| 600                        | 0.98 |                            |      |
|                            |      | F.S.                       | 1.00 |
|                            |      | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | 539  |

| P-2                        |      | F.S.                       |      |
|----------------------------|------|----------------------------|------|
| Carga (kN/m <sup>2</sup> ) |      |                            |      |
| 200                        | 1.12 |                            |      |
| 300                        | 1.07 |                            |      |
| 400                        | 1.03 |                            |      |
| 500                        | 0.98 |                            |      |
|                            |      | F.S.                       | 1.00 |
|                            |      | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | 460  |

| P-3                       |       | F.S.                       |      |
|---------------------------|-------|----------------------------|------|
| Carga(kN/m <sup>2</sup> ) |       |                            |      |
| 100                       | 1.107 |                            |      |
| 200                       | 1.073 |                            |      |
| 300                       | 1.029 |                            |      |
| 400                       | 0.992 |                            |      |
|                           |       | F.S.                       | 1.00 |
|                           |       | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | 380  |

| P-4                        |      | F.S.                       |      |
|----------------------------|------|----------------------------|------|
| Carga (kN/m <sup>2</sup> ) |      |                            |      |
| 200                        | 1.12 |                            |      |
| 300                        | 1.06 |                            |      |
| 400                        | 1.02 |                            |      |
| 500                        | 0.98 |                            |      |
|                            |      | F.S.                       | 1.00 |
|                            |      | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | 450  |

| P-5                        |      | F.S.                       |      |
|----------------------------|------|----------------------------|------|
| Carga (kN/m <sup>2</sup> ) |      |                            |      |
| 200                        | 1.10 |                            |      |
| 300                        | 1.05 |                            |      |
| 400                        | 1.01 |                            |      |
| 500                        | 0.98 |                            |      |
|                            |      | F.S.                       | 1.00 |
|                            |      | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | 430  |

| P-6                        |      | F.S.                       |      |
|----------------------------|------|----------------------------|------|
| Carga (kN/m <sup>2</sup> ) |      |                            |      |
| 200                        | 1.10 |                            |      |
| 300                        | 1.06 |                            |      |
| 400                        | 1.02 |                            |      |
| 500                        | 0.99 |                            |      |
| 600                        | 0.96 |                            |      |
|                            |      | F.S.                       | 1.00 |
|                            |      | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | 468  |

### iii. Análisis de la distancia de alejamiento

Con la finalidad de proponer a que distancia del borde deben estar alejadas las edificaciones que se encuentran sobre la corona del talud de la costa Verde; se plantea que dicha carga debe estar alejada con la condición de que el F.S  $\geq$  1.50 mediante el análisis estático. De esta manera se podrá encontrar la carga crítica sobre el talud, para cada uno de los seis perfiles obteniendo el resumen de resultados que se muestra en el cuadro N°44.

Del resultado obtenido para el análisis de la estabilidad del talud mediante los métodos de Equilibrio límite y Esfuerzo-deformación, se concluye que los valores de alejamiento desde el borde de la corona del acantilado están en el rango de 29.00 a 42.00 m., recomendando asumir una separación de 50.00 m del borde de la corona del acantilado para asegurar las construcciones que se ejecuten en los distritos que cuentan con zonas urbanas en los acantilados de la Costa Verde.

**Cuadro N° 45. Resultados estáticos del análisis de distancia de alejamiento**

| Perfil | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | Distancia Alejamiento (m) |
|--------|----------------------------|---------------------------|
| P-1    | 539                        | 32.00                     |
| P-2    | 460                        | 29.00                     |
| P-3    | 380                        | 39.00                     |
| P-4    | 450                        | 29.00                     |
| P-5    | 430                        | 34.40                     |
| P-6    | 468                        | 39.00                     |

De acuerdo a lo revisado en la parte teórica, la acción sísmica es influyente en la estabilidad de los taludes, razón por la cual se desarrolla a continuación el análisis pseudoestático, para lo cual se añade una carga sísmica de 0.21g al modelo.

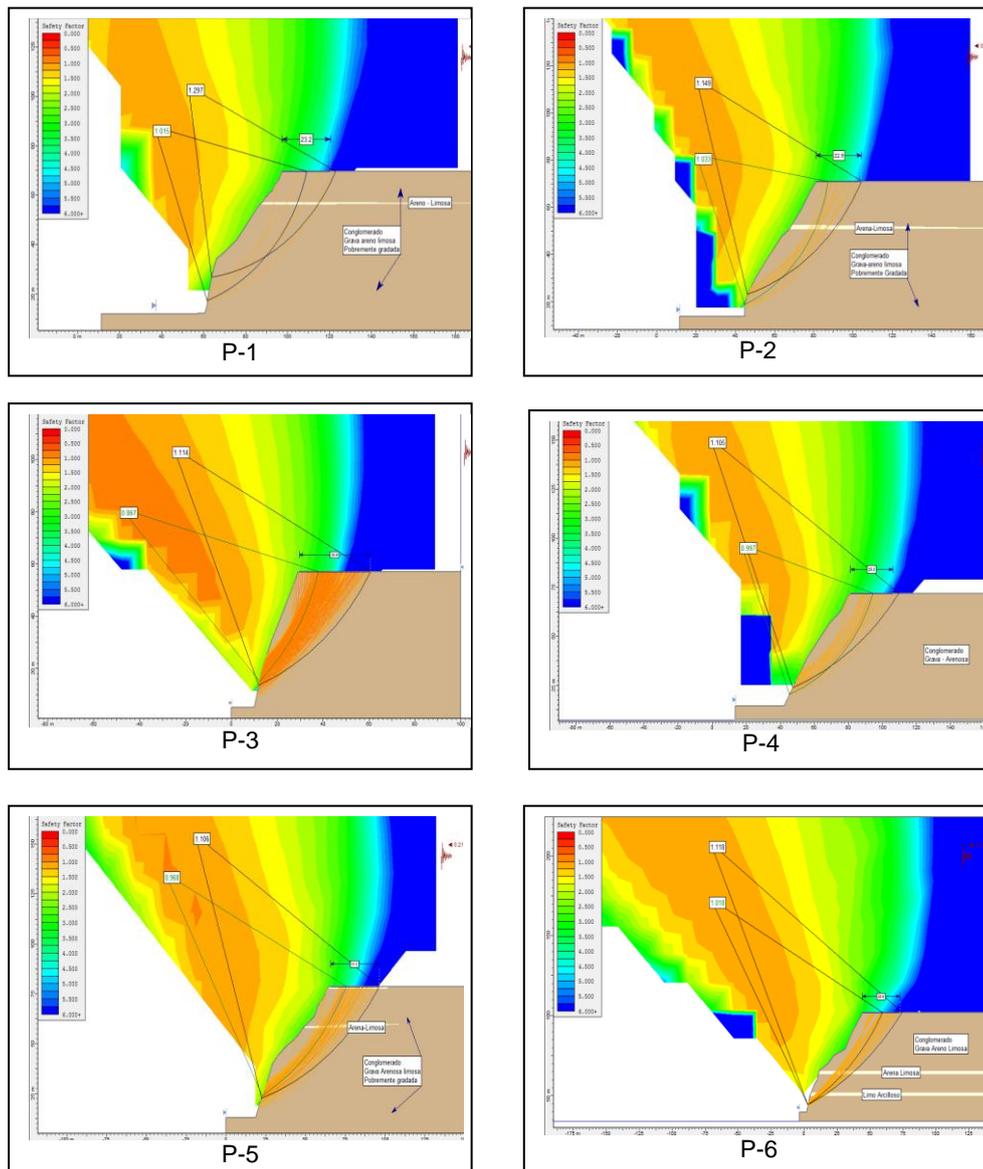
Como ya se sabe la condición que se debe de verificar es que el F.S.>1.10 que es lo que exige para el análisis pseudoestático de los taludes, trabajando para ello inicialmente con la carga crítica y el alejamiento encontrados en el análisis estático. Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro N°46. Resultados Pseudo-Estáticos del Análisis de Distancia de Alejamiento**

| Perfil | Carga (kN/m <sup>2</sup> ) | Distancia Alejamiento (m) | F.S   | Distancia Alejamiento 2 (m) | F.S   |
|--------|----------------------------|---------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| P-1    | 539                        | 32.00                     | 1.160 | ---                         | 1.160 |
| P-2    | 460                        | 29.00                     | 1.159 | ---                         | 1.159 |
| P-3    | 380                        | 39.00                     | 1.078 | 43.00                       | 1.132 |
| P-4    | 450                        | 29.00                     | 1.105 | ---                         | 1.105 |
| P-5    | 430                        | 34.40                     | 1.101 | ---                         | 1.101 |
| P-6    | 468                        | 39.00                     | 1.092 | 42.00                       | 1.109 |

Como se observa sólo en los perfiles P-3 y P-6 se requieren de un alejamiento adicional para el correcto valor del F.S. En los demás casos se cumple dicho requerimiento. Gráfico N° 6.

**Gráfico N° 6: Distancias de alejamiento sin considerar las cargas**



Los resultados de los análisis de la estabilidad indican que los taludes existentes son inestables a poco estables en la mayoría de los casos para la condición pseudoestática global, ya que los factores de seguridad para las fallas analizadas presentan factores de seguridad entre 0.867 y 1.033. Para el caso del análisis de las superficies de fallas, en el que se involucra a los materiales correspondientes a los depósitos fluvio - aluviales superficiales, se evidencia que los factores de seguridad están por debajo de lo recomendable. Ello se interpreta como inestabilidades en los sectores identificados también en campo por la presencia de conos de derrubios al pie del talud. Así mismo los agentes desencadenantes vienen representados por la sobrecarga en la corona del talud (edificaciones); y el movimiento sísmico asociado a la zona de estudio.

### **Análisis de la distancia de alejamiento**

Con la finalidad de proponer a que distancia del borde deben estar alejados las edificaciones que se encuentran sobre la corona del talud de la costa Verde; se plantea que dicha carga debe estar alejada con la condición de que el F.S  $\geq 1,00$  mediante el análisis estático. De esta manera, de las corridas realizadas se podrá encontrar el F.S. para la carga crítica sobre el talud, para cada uno de las cinco secciones identificadas.

En los cuadro N°47-a y 47-b se presentan los resultados del análisis de estabilidad de talud para las secciones analizadas. Los resultados incluyen superficies de falla potenciales del tipo circular para la condición estática y pseudoestáticas, respectivamente.

Cuadro N°47-a. Resultados Estáticos del Análisis de Distancia de Alejamiento

| <b>Perfil</b> | <b>Carga Crítica (KN/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Distancia de Alejamiento (m)</b> |
|---------------|---|-------------------------------------|
| Sección I     | 627,00                                  | 26,950                              |
| Sección II    | 543,80                                  | 34,069                              |
| Sección III   | 346,40                                  | 29,968                              |
| Sección IV    | 433,70                                  | 25,000                              |
| Sección V     | 471,10                                  | 22,962                              |

Cuadro N° 47-b. Resultados Pseudo Estáticos del Análisis de Distancia de Alejamiento

| <b>Perfil</b> | <b>Carga Crítica (KN/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Distancia de Alejamiento (m)</b> |
|---------------|---|-------------------------------------|
| Sección I     | 627,00                                  | 31,251                              |
| Sección II    | 543,80                                  | 34,069                              |
| Sección III   | 346,40                                  | 30,442                              |
| Sección IV    | 433,70                                  | 29,328                              |
| Sección V     | 471,10                                  | 31,366                              |

Del análisis de estabilidad de talud por el método FEM y de esfuerzo-deformación, los valores de alejamiento desde el borde de la corona del acantilado están en el rango de 23,00 – 34,00 m. Pudiéndose asumir finalmente un alejamiento de 50,00 m con fines de seguridad.

#### iv. Modelamiento de caída de rocas

Los procesos de caída de rocas en la Costa Verde constituyen un riesgo geológico potencial, que pone en peligro inminente a los usuarios de la vía costanera ubicada al pie del talud. En ese escenario, resulta gravitante un conjunto de medidas de protección afín de salvaguardar las vidas humanas e infraestructura civil.

El análisis de caída de rocas es un proceso previo, que permite obtener una probable trayectoria de la roca desde su desprendimiento hasta su ubicación final. Se recomienda realizar este análisis antes de cualquier obra de estabilidad de taludes, con el cual se obtendrá información complementaria que permita diseñar un sistema adecuado de protección.

Los modelos de simulación de caídas de rocas para el presente estudio fueron realizados con el software RocFall v.4.0 perteneciente a la firma *Rocscience*. Este permite analizar el comportamiento de los desprendimientos, desde que se inicia el movimiento hasta el momento en que la roca se detiene. Empleando dichos modelos, podemos calcular las trayectorias, energía y altura de saltos de cada una de las rocas en su descenso por el talud o ladera.

#### Trayectoria de caídas y energía cinética asociada

El cálculo de las trayectorias, energías y alturas de saltos obtenidos con el modelo computacional, servirán para como base para el posterior diseño ingenieril y localización de pantallas dinámicas y/o estáticas, según sea el caso más óptimo recomendado por futuros estudios de Ingeniería de detalle.

Es importante mencionar que la topografía de la zona de estudio es muy variable en extensión lateral, por lo que los valores mostrados pueden variar según sea el lugar en específico donde se realice el perfil topográfico para el modelamiento. Los valores de salida calculados se presentan en el Cuadro N°48.

**Cuadro N° 48. Resumen de Valores de Salida del Programa RocFall**

| Perfil N° | Alcance de Impacto (m) | Altura de Impacto (m) | Energía Cinética Asociada (J) | Perfil N° | Alcance de Impacto | Altura de Impacto | Energía Cinética Asociada |
|-----------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|
| PF-01     | +2.5                   | 3.5                   | 900                           | PF-13     | N.A                | -                 | -                         |
| PF-02     | +6.0                   | 2.0                   | 850                           | PF-14     | N.A                | -                 | -                         |
| PF-03     | -5.0                   | 4.5                   | 950                           | PF-15     | N.A                | -                 | -                         |
| PF-04     | +6.0                   | 2.5                   | 600                           | PF-16     | N.A                | -                 | -                         |
| PF-05     | -7.0                   | 1.5                   | 700                           | PF-17     | +5.0               | 0.8               | 500                       |
| PF-06     | +10.0                  | 5.0                   | 1200                          | PF-18     | +5.0               | 4.5               | 950                       |
| PF-07     | +8.0                   | 2.5                   | 800                           | PF-19     | +2.5               | 0.6               | 600                       |
| PF-08     | +2.0                   | 0.5                   | 350                           | PF-20     | +2.5               | 1.0               | 650                       |
| PF-09     | -3.0                   | 1.5                   | 500                           | PF-21     | +0.5               | 0.40              | 100                       |
| PF-10     | N.A                    | -                     | -                             | PF-22     | N.A                | -                 | -                         |
| PF-11     | -5.0                   | 1.5                   | 950                           | PF-23     | N.A                | -                 | -                         |
| PF-12     | N.A                    | -                     | -                             | PF-24     | N.A                | -                 | -                         |

Fuente. "Memoria Descriptiva Análisis de Estabilidad física de Taludes para el ámbito de Estudio de la Costa Verde", T. Allende. Lima Perú, 2014.

(\*) Se considera el pie del talud como punto de referencia (0,0). Valores positivos (+) de alcance horizontal están hacia el oeste; y valores negativos (-) al este.

(\*\*) N.A.= No Adverso. La configuración topográfica no permite alcances ni rebotes importantes.

Las aproximaciones al modelamiento de caída de rocas realizado con el software RocFall v.4.0 de la firma Rocscience, permite modelar las trayectorias probables de caídas en función de la

topografía existente. De las 4 secciones por distrito realizadas, para los casos de Chorrillos, Barranco y Magdalena, se estimaron alcances horizontales máximos de: 6m., 10m., 5m.; respectivamente. Menores valores se obtuvieron para los casos de Miraflores y San Isidro, ya que la cobertura vegetal existente por tramos evita el desprendimiento de rocas sueltas. Así mismo, para los sectores de Magdalena se estimaron alcances horizontales de hasta 5m. sobre el pie del talud; y para San Miguel, de 0,5 – 1,5 m., aminorando el riesgo por caída de rocas en dirección hacia La Punta, por la menor altura e inclinación de los taludes en ese sector.

Del análisis anterior, se observa que los valores de alcance para el Impacto de la caída de roca desde el acantilado hacia el litoral, oscila entre 2.5 m a 10 m. Por ello, se recomienda establecer una longitud de alejamiento desde la base del talud de 10 m. con fines de seguridad por caída de roca.

## 4.5 Oceanografía

### 4.5.1 Caracterización de los parámetros oceanográficos y obras marinas

En el estudio "Estudio de la Dinámica Costera en la Bahía de Miraflores" realizado por la DHN en el 2008, a solicitud de la Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV) se presentan las siguientes conclusiones con respecto a la caracterización de los parámetros oceanográficos y obras marinas:

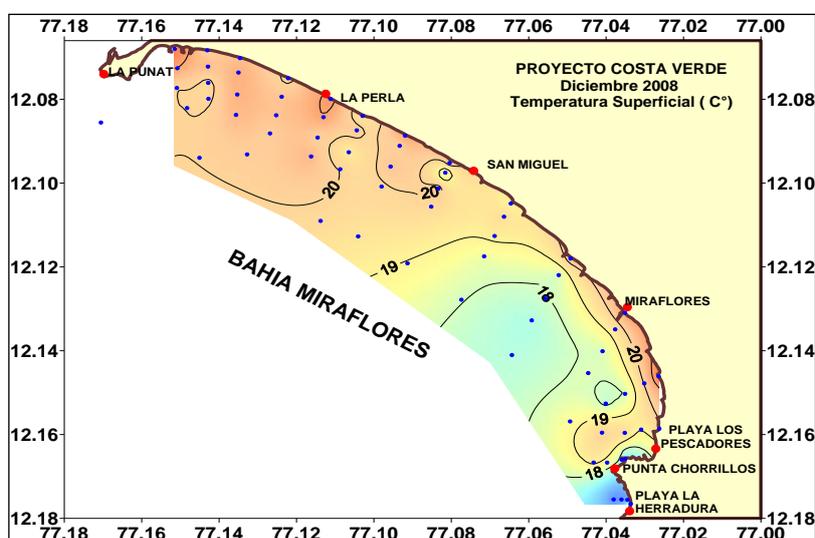
#### i. Temperatura

La temperatura del agua de mar a nivel de superficie (TSM) registró valores comprendidos entre 14,9 y 21,8°C, con un promedio de 19,4°C. Como se observa en la figura N° 18, los valores más altos entre 19,0 y 20,0°C se extendieron en gran parte del área en estudio, indicando el ingreso de aguas de menor temperatura frente a la playa La Herradura.

En el fondo del mar la temperatura del agua de mar presentó una significativa disminución con un promedio de 16,69°C, y una variación entre 13,6 y 21,8°C, demarcando isótermas graduales paralelas a la línea de costa; dejando notar focos de mayor temperatura frente San Miguel y La Perla (transectas P10, P09 y P08), así como, frente a la Playa Los Pescadores (transecta P03). Figura N° 19.

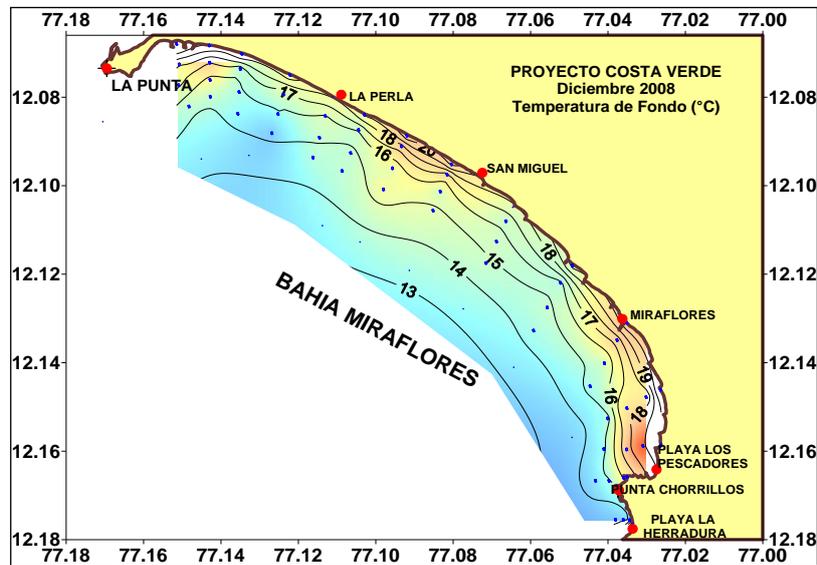
En Mayo 2009, la TSM de la zona sur de la bahía Miraflores (playa La Chira - playa Villa) registró un promedio de 17,9 °C con una fluctuación entre 20,5 y 16,1 °C. Los mayores valores se localizaron frente a la playa La Chira y los menores frente a la playa Villa.

Figura N° 19. Temperatura de fondo del agua de mar.



Fuente: DHN, 2009

Figura N°18 .Temperatura en la superficie del agua de mar (TSM).



Fuente DHN, 2009

Presentando en el fondo del mar una temperatura que registró una disminución (entre 1,4 y 2,3°C), con un promedio de 15,5°C y una variación entre 18,20 y 14,7°C; mostrando la misma tendencia de la distribución temperatura superficial.

El registro multianual (1950-2009) de la TSM en el área de la bahía Callao, indica un promedio anual de 16,30°C con una fluctuación promedio entre 17,8°C (Marzo) y 15,1°C (Octubre), correspondiendo a Junio un promedio de 16,6°C. En esta serie multianual se han registrado años muy fríos, asociados a eventos La Niña (1985) con un promedio anual de TSM de 14,87°C, a diferencia del Niño (1983) con una máxima de TSM de 20,14°C. Con relación a los promedios mensuales en Octubre y Noviembre del 2001, se registró 13,6°C considerada la mínima TSM desde 1950, mientras que las máximas TSM mensuales se registraron en Junio de 1983 (24,2°C) y en Febrero de 1998 (24,1°C).

## ii. Salinidad

Con respecto a la salinidad se indica que las aguas a lo largo de la costa peruana se hallan influenciadas por las aguas subtropicales superficiales al oeste, al norte por las aguas ecuatoriales superficiales y al sur por las aguas Sub-Antárticas. Las aguas de afloramiento, corresponden a la corriente costera peruana (ACF) con salinidad de 35,10 - 34,80 UPS y temperatura de 15°C a 21°C durante el año.

Por otra parte, la salinidad en la capa superficial del agua de mar (figura N° 81) presentó un promedio de 34,7355 UPS con valores que fluctuaron entre 35,0483 y 34,0676 UPS. El mayor valor se registró frente a la playa Mar Brava (estación P15T). Como se observa en la figura N° 20, concentraciones entre 34,5 y 35 UPS predominaron el área de estudio.

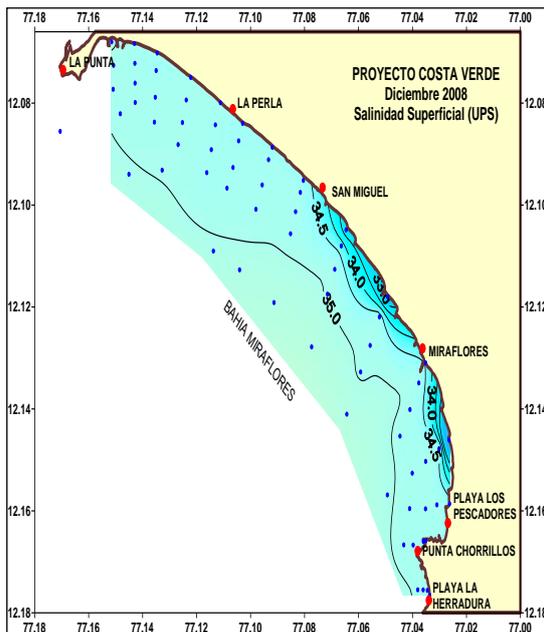


Figura N° 20. Salinidad en la superficie del agua de mar. Fuente DHN, 2008.

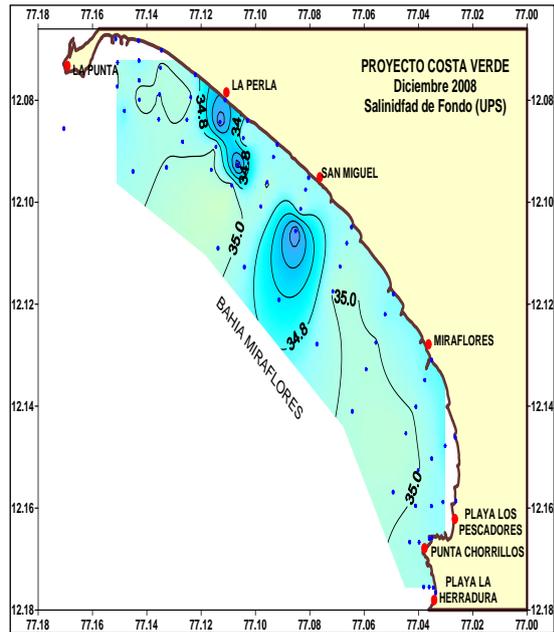


Figura N° 21. Salinidad del fondo del agua de mar. Fuente DHN, 2008

La salinidad en el fondo presentó un promedio de 34,9050 UPS con valores que fluctuaron entre 35,0776 y 34,0099 UPS. A diferencia de la capa superficial el rango de variación fue más estrecho, y con variaciones menos diferenciadas. Figura N° 21.

Al sur de la bahía (entre playa La Chira y playa Villa), en Mayo 2009 la salinidad superficial del agua de mar, presentó un promedio de 34,9051 con una variación entre 35,0580 y 34,7123 UPS. En el fondo, la concentración presentó un moderado incremento variando entre 35,1097 y 34,8300 UPS con un promedio de 35,0249. Los valores registrados responden a las correspondientes a las aguas costeras frías que recorre nuestro litoral costero; y en particular a la influencias (especialmente en la capa superficial) de la descarga en el área de las aguas residuales a través del emisor La Chira (con un caudal aprox. 5,2 m<sup>3</sup>/s.

### iii. Circulación marina en la visión de la Gestión de riesgo

A lo largo del litoral Peruano predomina el Sistema de Corrientes del Perú; dentro de este sistema, la corriente Costera Peruana que se dirige hacia el norte, serpentea a lo largo de la costa siguiendo el perfil de los accidentes costeros y las curvas batimétricas de la plataforma continental.

Además, superpuesta a esta corriente está aquella que se produce debido al oleaje que al aproximarse a la costa del sur y suroeste, genera las corrientes litorales que son las más importantes en el transporte de sedimentos. Esta corriente litoral es también en general hacia el norte. En resumen, todo el sistema de corrientes costeras en el litoral peruano tiene predominantemente dirección de sur a norte.

A pesar que a lo largo de la costa la dirección predominante es hacia el norte; dentro de una bahía, el sistema de corrientes responde también a otros factores como las mareas, la topografía del fondo de la bahía, los vientos locales, etc. Esto hace que las corrientes dentro de las bahías sean muy variables y difíciles de describir.

Sin embargo, gracias a frecuentes mediciones de corrientes efectuadas en la bahía de Miraflores, en diferentes épocas del año y estados diferentes de las mareas, se ha podido

inferir un patrón de circulación que proporciona una idea bastante aproximada de la posible circulación predominante en el área.

#### 4.5.2 Comportamiento de las Olas y Corrientes marinas

##### 4.5.2.1. Olas

La zona de estudio, que abarca gran parte de la bahía de Chorrillos - Miraflores, muestra un oleaje que se vuelve de menor a mayor altura y energía de sur a norte, es decir, desde Chorrillos hacia San Miguel, debido principalmente a la protección de punta Chorrillos, que ocasiona por un lado, procesos de refracción mayores en la zona sur de la bahía y por otro lado, procesos de difracción de olas principalmente en el sector de Chorrillos, donde el oleaje bajo condiciones normales pasa prácticamente desapercibido.

Cabe resaltar, que como consecuencia de las características batimétricas, podemos observar que el oleaje entre el límite del distrito de Barranco, pasando por Miraflores, hasta un sector del distrito de San Isidro, rompe bastante lejos de costa, adquiriendo rompientes en muchos casos aptas para surcarlas, como consecuencia de la relativa poca profundidad y pendiente existente en esa zona. Los distritos de Magdalena del Mar y San Miguel muestran pendientes mayores, que originan rompientes relativamente más severas, con alturas de olas mayores y anchos de rompientes cercanos a costa. Esta situación imposibilita surcar olas y hace que las estructuras marinas que puedan instalarse o construirse en dicha zona, deben de contener mucho más material y mayor resistencia, por lo que las hace más costosas.

##### Cálculo de alturas de olas

El análisis del oleaje realizado se establece por medio de la información reconocida en Ventanilla, proporcionada por la estadística del Sailing Directions, del Modelo Numérico WaveWatch III que publica el NCEP-NOAA y según las observaciones visuales efectuadas en el área de estudio del año 2009 por la DHN para la Autoridad del Proyecto Costa Verde. Este dato de Ventanilla se trabaja y se transforma por el método para la bahía de la Costa Verde. El método consiste en obtener los cálculos de altura y período de olas en aguas profundas. Con dicha información y con base a la batimetría levantada con equipos para la zona de interés, se calculó el oleaje por el método de las ortogonales hasta el área de interés, y mediante diagramas de refracción aplicando la ley de Snell (Wiegler), desarrollando los cálculos de altura de ola utilizando los coeficientes de refracción y de cambio de profundidad correspondiente, en el área de Estudio.

La altura de una ola en aguas poco profundas está dada por la siguiente fórmula:

$$H = K_r \cdot K_s \cdot K_d \cdot H_o$$

Donde:

- $K_r$  = Coeficiente de refracción
- $K_s$  = Coeficiente por cambio de profundidad
- $K_d$  = Coeficiente de difracción
- $H_o$  = Altura de ola en aguas profundas

El coeficiente de refracción a 20 metros de profundidad en Ventanilla es: 0,8940

$$K_d = 1$$

$$K_s = 0,9806$$

De la clasificación de períodos promedios máximos  $T = 14$  s

La longitud de onda está dada por  $L_o$  en aguas profundas.

Reemplazando para una altura máxima observada en Ventanilla, que corresponde a un estado de braveza de mar de 3,41 m y una altura significativa promedio de 1,12 metros, se obtiene:

$$H_o = 3,41 / 0,894 \cdot 0,9806 = 3,89 \text{ m}$$

$$H_o = 1,12 / 0,894 \cdot 0,9806 = 1,28 \text{ m}$$

Para olas con dirección suroeste:

- a. A 20 m de profundidad

$$H = (0,8452) (0,9805) (1) (3,89) = 3,22 \text{ m}$$

$$H = (0,8452) (0,9805) (1) (1,28) = 1,06 \text{ m}$$

- b. A 05 m. de profundidad

$$H = (0,6325) (1,2850) (1) (3,89) = 3,16 \text{ m}$$

$$H = (0,6325) (1,2850) (1) (1,28) = 1,04 \text{ m}$$

Para olas con dirección sur:

- a. A 20 m. de profundidad

$$H = (0,6482) (0,9805) (1) (3,89) = 2,47 \text{ m}$$

$$H = (0,6482) (0,9805) (1) (1,28) = 0,81 \text{ m}$$

- b. A 05 m. de profundidad

$$H = (0,4472) (1,2850) (1) (3,89) = 2,24 \text{ m}$$

$$H = (0,4472) (1,2850) (1) (1,28) = 0,74 \text{ m}$$

### **Características del oleaje en la zona**

La altura de ola en el área de Estudio, calculada en base a los datos obtenidos del Sailing Directions y del modelo numérico WaveWatch III que publica el NCEP-NOAA con referencia a los de Ventanilla, es de 0,81 y 0,74 m a 20 y 05 m de profundidad respectivamente, para la altura de ola significativa; y de 2,47 y 2,24 m para la altura significativa máxima a 20 y 05 m de profundidad respectivamente.

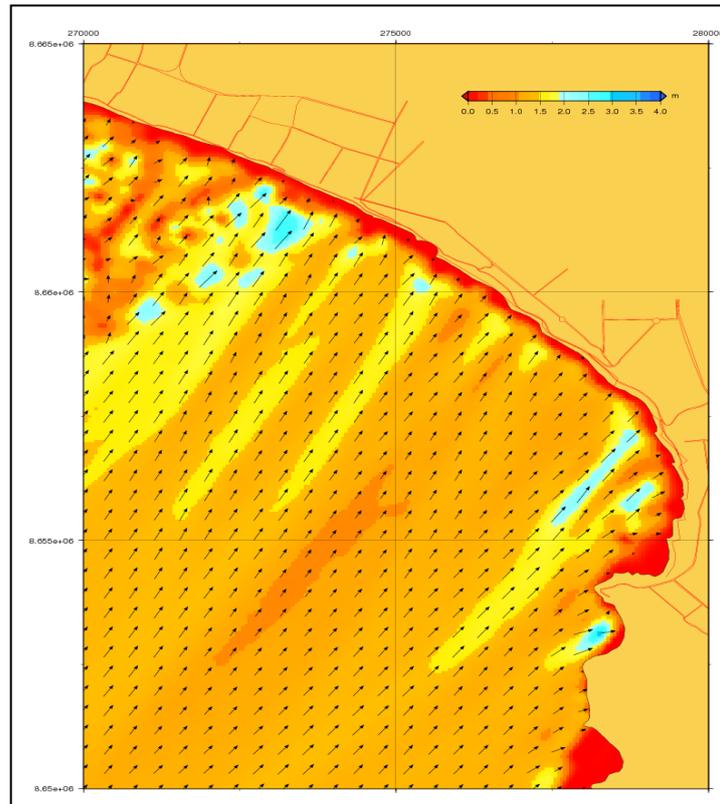
### **Modelado numérico de olas**

Al efectuar el modelado numérico de olas, se establecieron corridas para condiciones normales de oleaje y condiciones de bravesas de mar en cada uno de los escenarios (distritos de la Costa Verde), pero siempre teniendo en cuenta las direcciones predominantes en el área de estudio, las cuales son de dirección suroeste y sur.

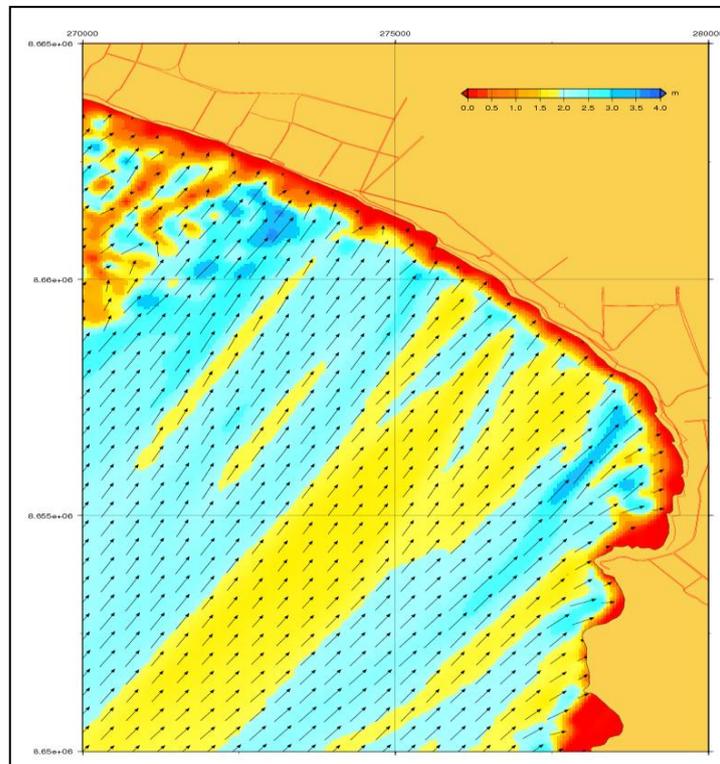
En el caso de representar la propagación del oleaje en condiciones normales, se asume la altura de ola significativa como el promedio del tercio superior de alturas de olas de toda la estadística, así mismo, para el caso de bravesas de mar, se asume la altura máxima de la ola de toda la estadística. En ambos casos se tomaron las direcciones predominantes que se presentan en la Costa Verde, las cuales son dirección suroeste y sur.

**Escenario 01:**

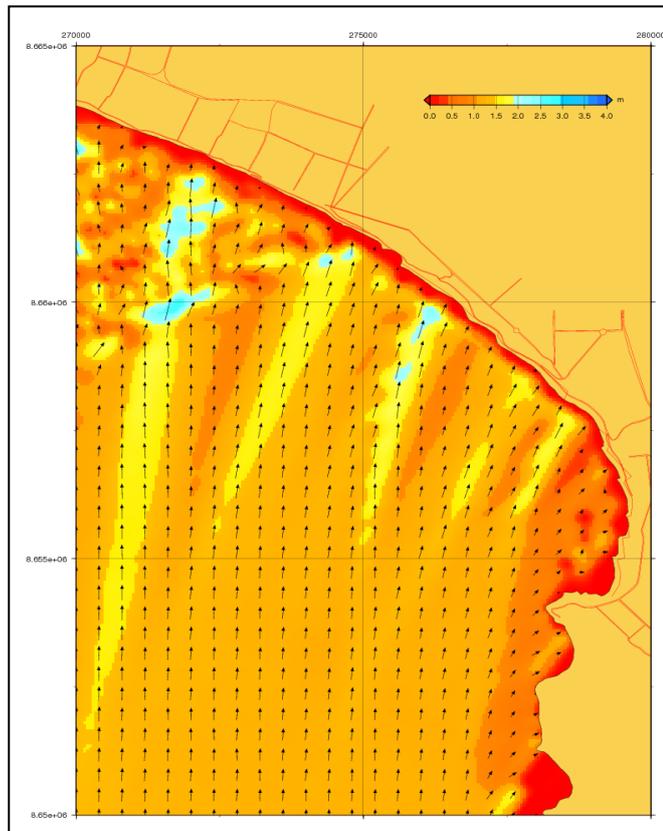
**Figura N° 21. Modelado de olas, dirección Suroeste en aguas intermedias en condiciones normales.**



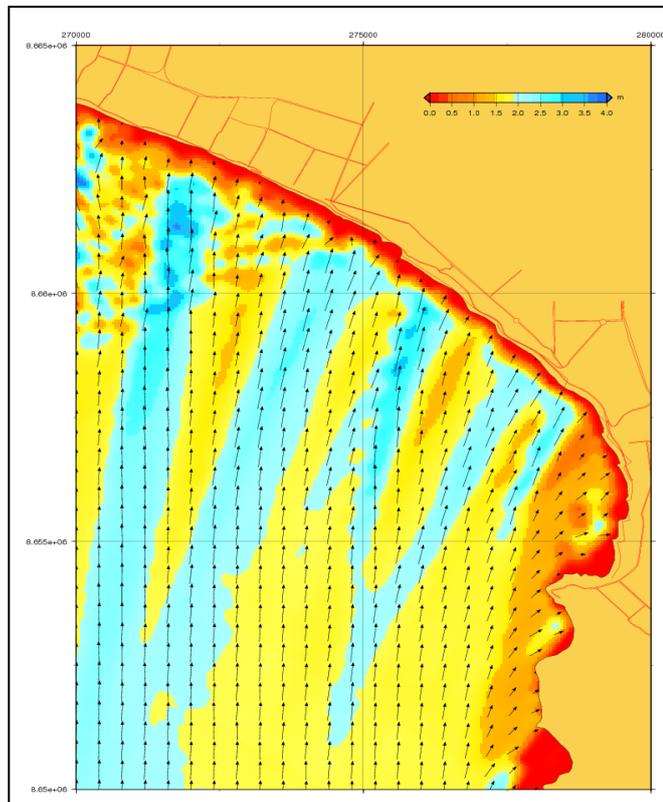
**Figura N° 22. Modelado de olas, dirección Suroeste en aguas intermedias en condiciones de bravezas.**



**Figura N° 23. Modelado de olas, dirección Sur en aguas intermedias en condiciones normales.**



**Figura N° 24. Modelado de olas, dirección Sur en aguas intermedias en condiciones de bravesas.**



De los resultados del modelado de olas para el Escenario 01 que han sido presentados en las figuras N° 21 a 24, se concluye lo siguiente:

#### **Dirección de olas:**

En la bahía de la Costa Verde, las olas son transformadas por la morfología de la batimetría en toda la bahía, siendo importantes los efectos de refracción sobre la dirección de las olas. Por este efecto, se observa que las olas que provienen del sur son las más afectadas por los efectos de refracción, en comparación a las condiciones de olas modeladas para una dirección de propagación del suroeste en aguas intermedias.

La figura N° 83, representa las condiciones de ocurrencia de olas más frecuentes, ya que principalmente el tren de olas conforme se acerca hacia las zonas de poca profundidad, cambia su dirección de aproximación en la dirección suroeste. De esta manera, la zona de estudio puede ser dividida en dos áreas que se detallan a continuación:

- **Área 01:** Donde la dirección del tren de olas no se ve afectada considerablemente por efectos de la refracción y comprende principalmente la parte central de la bahía de Miraflores, abarcando los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro y Miraflores.
- **Área 02:** Donde los efectos de refracción son importantes, ya que se presentan cambios considerables en la dirección de olas con respecto a su dirección inicial en aguas profundas (suroeste). Esta área comprende principalmente los distritos de Barranco y Chorrillos, en la parte sur de la bahía de Miraflores, siendo más significativa en las zonas que comprenden las playas Agua Dulce, las playas del Club Regatas Lima, la playa La Herradura y la playa La Chira.

#### **Altura de olas:**

Para condiciones normales:

- En dirección Suroeste, de manera general, se observa que las alturas de olas significantes varían entre los 1,5 a 2,0 m en la zona de estudio, apreciando de manera particular, que en la parte central las alturas de olas son mayores, ya que como se mencionó anteriormente, los efectos de refracción son menos considerables en esta zona, por lo que estaría más expuesta a los efectos del oleaje durante todo el año. Por otro lado, en la zona sur de la bahía, se observa que las playas del Club Regatas Lima y la playa Agua Dulce se presentan alturas de olas significantes menores a 1 m, esta condición está influenciada por efectos de refracción antes mencionados y adicionalmente por los efectos de difracción que son producidos por la punta Chorrillos.

Para condiciones de bravesas

- En condiciones de bravesas de mar muy fuertes, se observa que las alturas de olas se incrementan considerablemente en toda la bahía, tanto para la dirección de aproximación de olas del suroeste como las del sur, presentando alturas de olas máximas que varían entre 1,5 a 3,0 m.
- Sin embargo, se observa que las zonas que abarcan las playas del Club Regatas Lima, así como, la playa Agua Dulce, presentan cierta protección contra la acción de las olas en estados de bravesas de mar en general.

### Escenario 02:

En este escenario, se incluye la construcción de un espigón perpendicular a la costa de aproximadamente 80 m de largo y 4 m de ancho, en la zona del restaurante Rústica. En este escenario no fue necesario correr el modelado de olas, debido a que el espigón no tiene un ancho suficiente como para modificar el patrón de olas en la zona.

### Escenario 03: Distritos de San Miguel y Magdalena del Mar.

Figura N° 25: Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras, para la dirección de olas suroeste en aguas profundas, bajo condiciones normales.

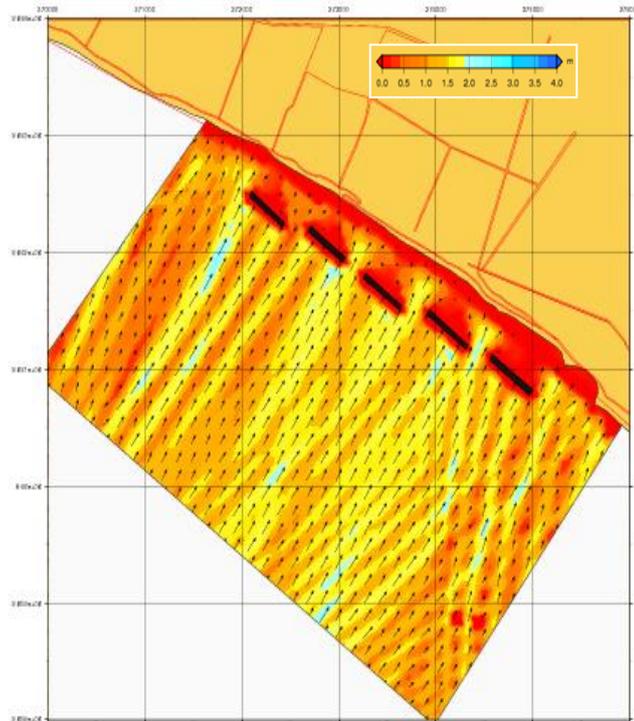
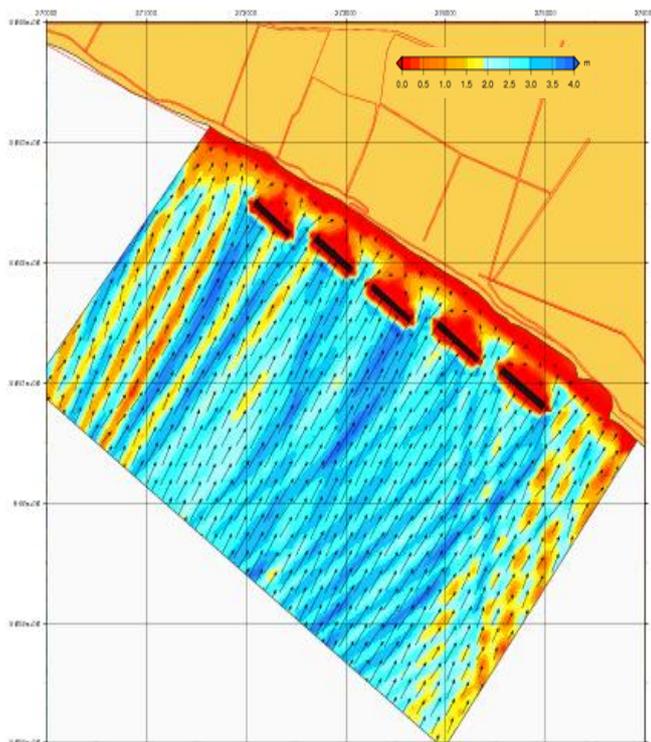
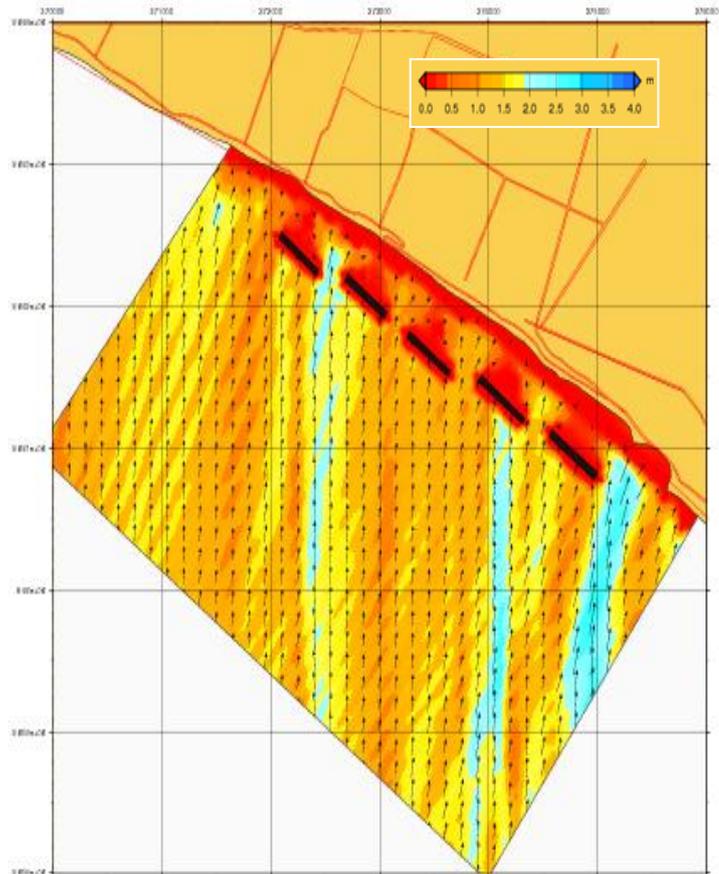


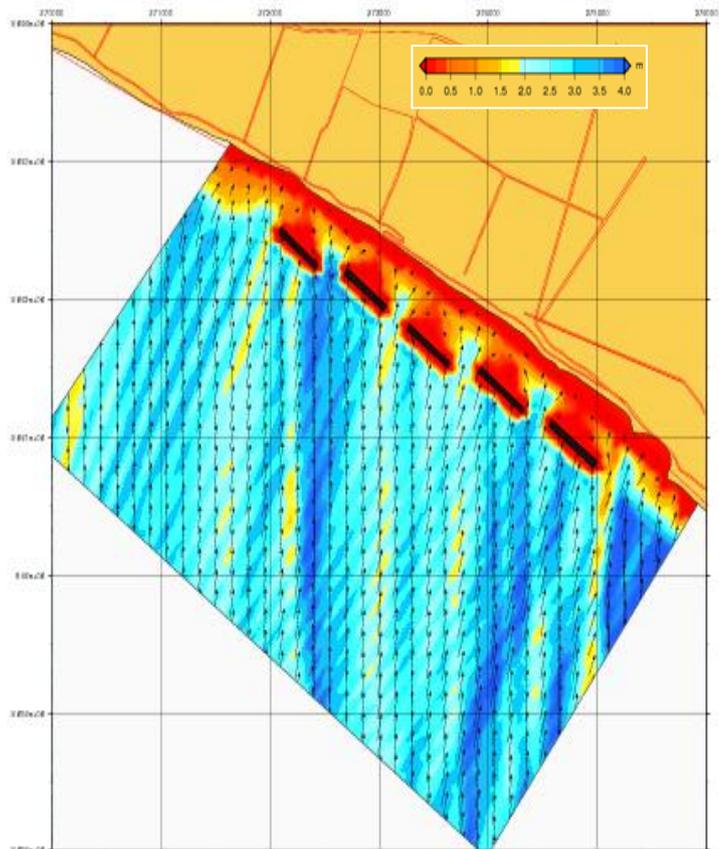
Figura N° 26: Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras marinas, para la dirección de olas suroeste en aguas profundas, bajo condiciones de bravesas.



**Figura N° 27. Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras marinas, para la dirección de olas sur en aguas profundas, bajo condiciones normales.**

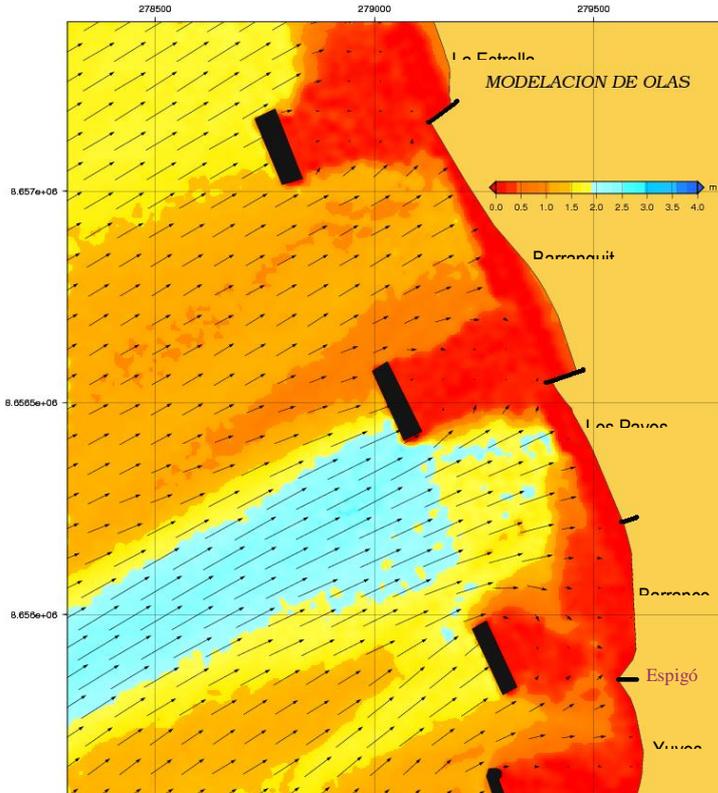


**Figura N° 28. Modelado de olas con 5 (cinco) estructuras marinas en condiciones de bravezas para la dirección de olas del sur en aguas profundas.**

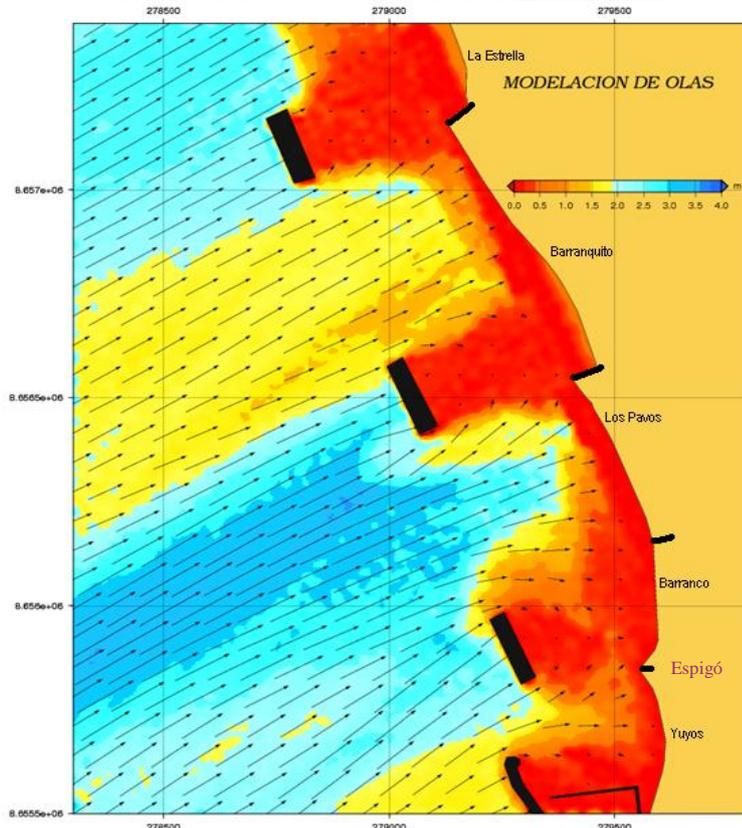


### Distritos de Miraflores y Barranco

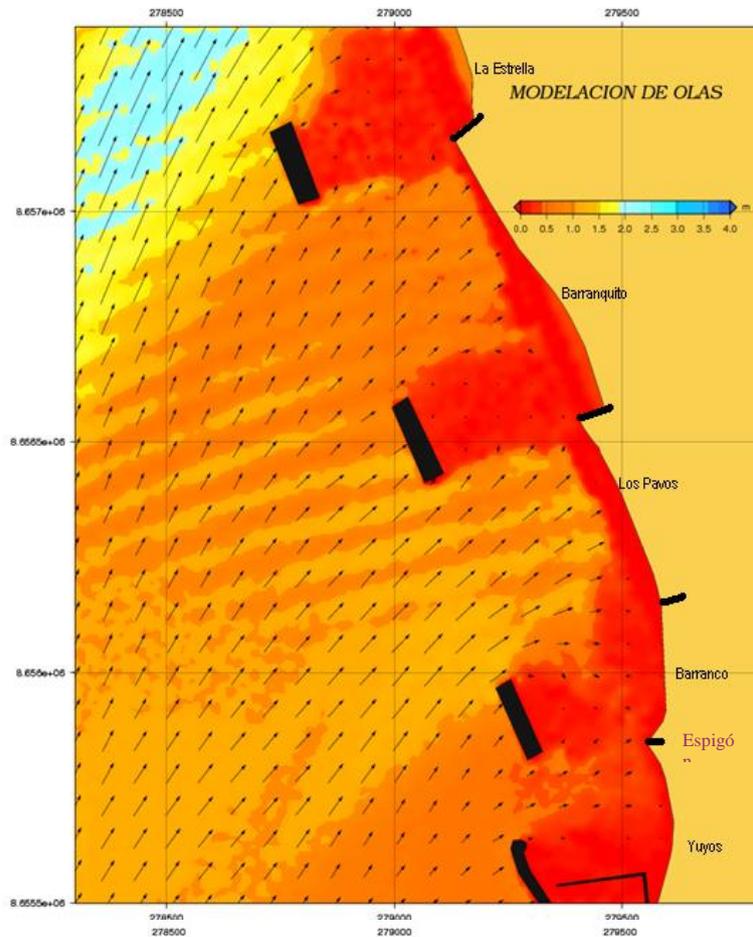
**Figura N° 29. Modelado de olas en condiciones normales para la dirección de olas suroeste en aguas profundas.**



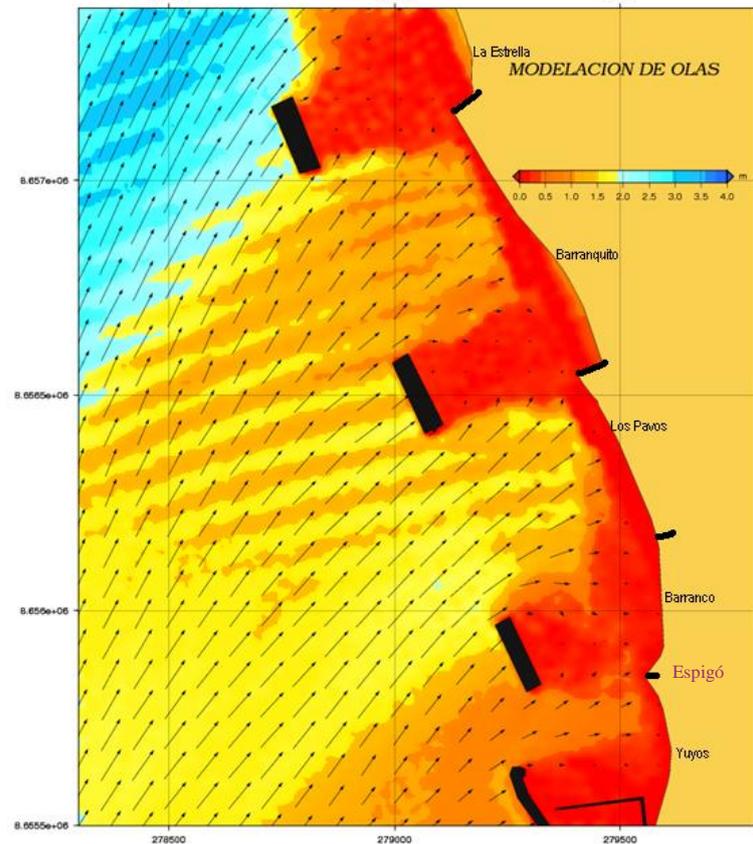
**Figura N° 30. Modelado de olas en condiciones de bravezas para la dirección de olas suroeste en aguas profundas.**



**Figura Nº 31. Modelado de olas con 3 (tres) estructuras marinas en condiciones normales, para la dirección de olas sur en aguas profundas.**



**Figura Nº 32. Modelado de olas con 3 (tres) estructuras marinas en condiciones de bravezas, para la dirección de olas del sur en aguas profundas.**



Los resultados del modelado numérico de olas en este escenario presentados en las figuras 25 a la 32 demuestran lo siguiente:

- A diferencia de los escenarios anteriores, se aprecia que la inclusión de cinco y tres estructuras en dos sectores de la bahía tienen una fuerte influencia en la variación de las condiciones del oleaje, tanto en altura como en dirección, apreciándose claramente la formación de zonas de sombra donde las alturas de olas son menores a los 0,5 m, tanto en condiciones normales como en condiciones de bravesas de mar.
- En estas condiciones, las playas ubicadas en estas zonas (playas de San Miguel y Magdalena), y por otro lado las playas (Barranco, Barranquito y La Estrella) se encontrarían protegidas de los efectos del oleaje, sobre todo en épocas de bravesas de mar, ya que su energía, se ve fuertemente disminuida localmente, por lo que procesos asociados a esta condición, como el transporte de sedimentos, también se verían disminuidos.
- En la zona de sombra, generada por la inclusión de las estructuras, antes mencionadas, se observa una convergencia en la dirección de olas, por lo que se espera que en esta zona se presenten procesos de sedimentación, lo cual será analizado con la aplicación del modelo de variación de línea de costa.

Cabe destacar que la influencia de estas estructuras sobre el patrón del oleaje es sólo local, las condiciones de oleaje en el resto de la bahía mantienen sus características, tanto en condiciones normales como en condiciones de bravesas de mar.

#### **4.5.2.2. Corrientes**

Durante el invierno los vientos alisios son más intensos, lo que origina que el sistema de corrientes del Perú que se dirige hacia el norte, y específicamente la corriente Costera Peruana, y al igual que el oleaje, la corriente va a ser más intensa y por lo tanto la componente norte va ser predominante en las regiones costeras. Sin embargo, existe la influencia de las mareas, que en el caso de la bahía de la Costa Verde, proceden del norte, lo que origina, especialmente en áreas estrechas, como el canal existente entre La Punta y la isla San Lorenzo, cambios en la circulación entre las pleamares y bajamares.

Otra de las causas que influyen en la circulación en el área de estudio, es la morfología costera, en este caso, la bahía de Miraflores y específicamente la península de La Punta.

Los vientos locales, al parecer, y según muchos de los trabajos realizados en el área, no muestran una buena correlación con la circulación superficial, por lo tanto, su influencia no es significativa; esto no descarta que durante ciertas horas de vientos fuertes o ráfagas exista cierta influencia, aunque en términos generales parece que ésta no es apreciable.

Considerando lo descrito anteriormente, tenemos que la corriente superficial ingresa a la bahía de Miraflores por el lado sur. Uno de los flujos se desplaza en forma costera siguiendo la forma de la bahía, ayudada por la corriente litoral producida por el ángulo de incidencia del oleaje que llega refractado. Al extremo de La Punta, el flujo pasa por el estrecho pegado a costa para dirigirse a la bahía del Callao.

Entre la corriente costera y las aguas fuera de la influencia de la bahía, tenemos una corriente que se dirige hacia el sur y antes de salir de la bahía se curva para retornar hacia el norte, en algunos casos, es probable la formación de remolinos en la parte central de la bahía, corrida ligeramente hacia el sur. Esta "contra-corriente" se forma probablemente por el retorno que se produce al "chocar" las corrientes principales con la península de La Punta, y también a la influencia de la corriente de marea, que pasa por el estrecho de La Punta y la isla San Lorenzo, durante una marea ascendente.

Durante la presencia de una marea descendente, el flujo principal es hacia el norte, lo que origina que la corriente litoral sea más importante. El paso por el estrecho entre La Punta y la isla San Lorenzo es más significativo por ambos extremos y débiles por el centro.

Cuando la marea pasa a fase ascendente, la corriente costera se debilita notoriamente, la "contra-corriente" amplía su flujo, y en la parte central del estrecho entre La Punta y la isla San Lorenzo, la corriente se torna predominantemente hacia el sur. Sin embargo, el paso hacia el norte por los extremos del estrecho no se interrumpe, aunque si se debilita significativamente.

Cabe resaltar, que en algunos casos entre La Punta y principios del distrito de San Miguel, la corriente litoral se invierte hacia el sur, sobre todo en épocas de oleaje intenso, debido principalmente al ángulo de incidencia del oleaje en esa zona.

### **Variación de las corrientes dentro de la bahía Costa Verde**

En algunas mediciones efectuadas en el área, se presenta una distribución de la velocidad de la corriente de 10 cm/seg, cuyo rango de velocidad predominante en dichas observaciones fue a intervalos de 10 a 20 cm/seg. Sin embargo, en la mayoría de las observaciones, el intervalo de velocidad más probable de 10 cm/seg fue determinado en un rango de 0 a 10 cm/seg (o más precisamente, en un rango de 7 a 8 cm/seg). Estas discrepancias podrán resultar de un número de diferencias entre diferentes condiciones ambientales. Por ejemplo: los dos datos fueron colectados i. En diferentes lugares dentro de la bahía, ii. A diferentes profundidades (entre la superficie y los 10 m de profundidad) iii. En diferentes años iv. En diferentes estaciones del año.

En general, la corriente neta en las estaciones dentro de la bahía de Miraflores, así como, al sur de la bahía de Miraflores, fue hacia arriba de la costa (norte). Las diferentes mediciones se efectuaron durante el invierno y el verano, esto sugiere que el flujo neto a través del área puede ser hacia arriba de la costa durante todo el año.

### **Descripción de la circulación en la bahía Costa Verde**

En este estudio se hace un análisis preliminar de las corrientes costeras en el área, debido a que el número de estaciones de medición de corrientes y el número de profundidades muestreadas son muy limitadas; el periodo de medición es muy corto y restringido estacionalmente, como para proporcionar una figura definitiva de la circulación en esta área. No obstante, podría ser útil al aplicar los resultados de este estudio, en el desarrollo de una descripción conceptual de la circulación que puede existir en esta área. Este modelo conceptual puede:

- Asistir en el desarrollo de un plan experimental para un estudio más comprensivo de las corrientes marinas en el área.
- Ser usado como perfil para examinar con más detalle las características de las corrientes observadas en este Estudio.
- Proporcionar cierta perspectiva en lugares donde las características del flujo de las corrientes son favorables para la distribución o extensión de los sedimentos.

### **Las principales características de esta circulación incluyen:**

- Una corriente costera neta que fluye hacia el norte, que ocupa la región cercana a la costa desde punta La Chira, bahía de Miraflores, isla San Lorenzo y bahía del Callao. Esta corriente se espera tenga características similares a las características observadas en los datos colectados en las estaciones de medición.
- Un flujo neto (a una profundidad de 3 a 10 m) que corre a través de la bahía de Miraflores del sureste al noroeste. Este flujo es sugerido por las corrientes netas medidas a profundidades de 10 y 3 m.

En este modelo conceptual, permanece el criterio de una corriente costera cercana a la costa con flujo neto hacia el norte. En algunas estaciones de muestreo se observan dos picos en la distribución direccional (bimodal), sin embargo, los dos picos en la dirección bimodal, no fueron siempre de  $180^\circ$  cada uno, esto sugiere que el patrón del flujo en estas estaciones puede cambiar cuando la corriente costera revierte la dirección del flujo. Este cambio en el patrón de circulación asociado con un cambio en la dirección del flujo costero, no debe sorprendernos, ya que la batimetría de las aguas costeras inmediatas es una mezcla compleja de bahías, islas, arrecifes submarinos, condiciones que llevan a la formación por ejemplo de remolinos en el sotavento de las puntas. Sin embargo, la banda de sotavento de estas características batimétricas, parece cambiar con una inversión en la dirección del flujo de la corriente costera.

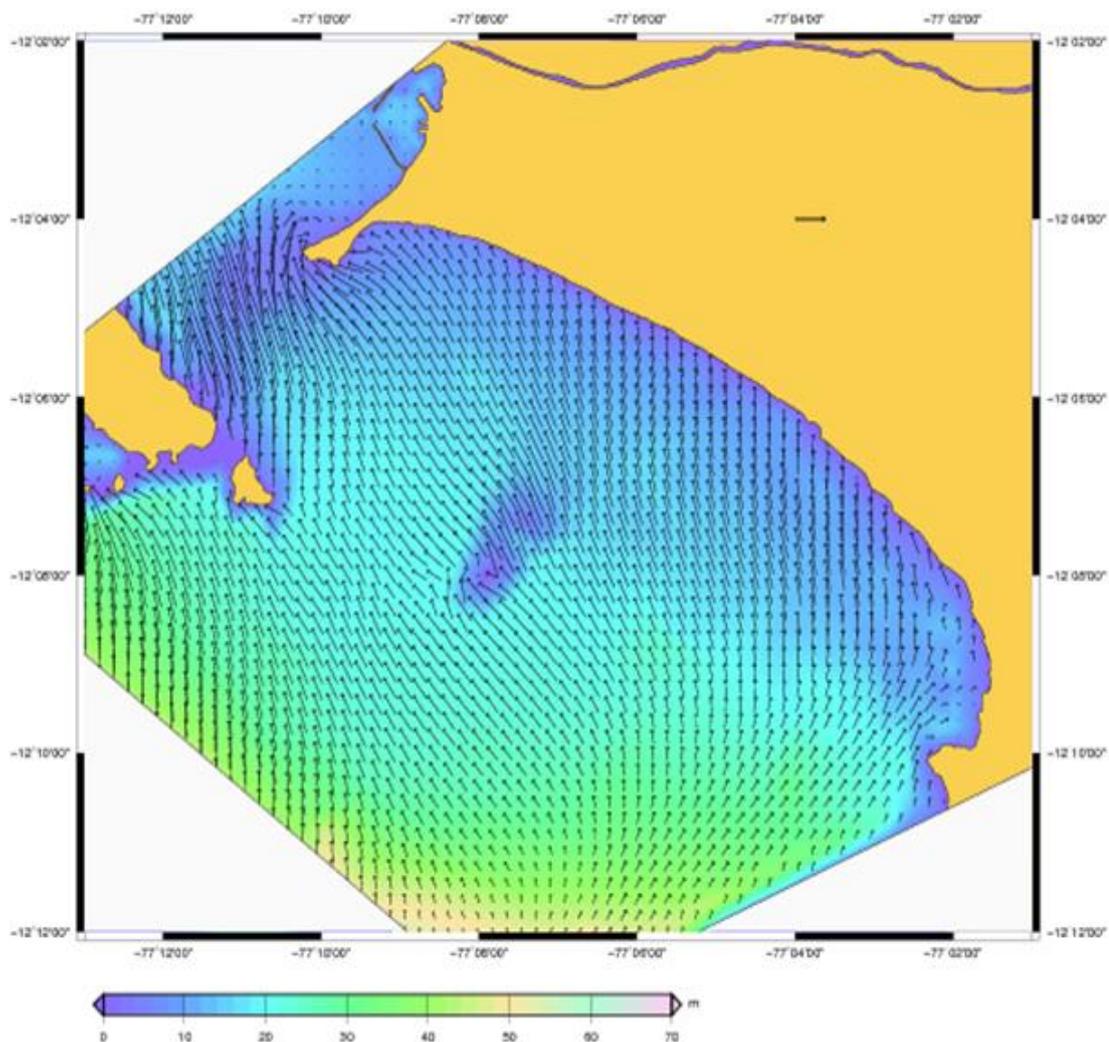
Por ejemplo, este mecanismo puede considerarse para la observación de flujos netos en la dirección opuesta (la formación de uno o más remolinos en sotavento a la isla San Lorenzo y La Punta, por el flujo neto cercano a la costa en dirección norte).

Circulaciones complejas que fluctúan temporal y espacialmente, también parecen que están presentes dentro de la bahía de Miraflores en el sotavento de punta La Chira durante periodos de flujo con dirección norte más allá de la costa, y en el sotavento de San Lorenzo y La Punta, durante periodos de flujo con dirección sur cercano a la costa.

### Modelo de corrientes POM

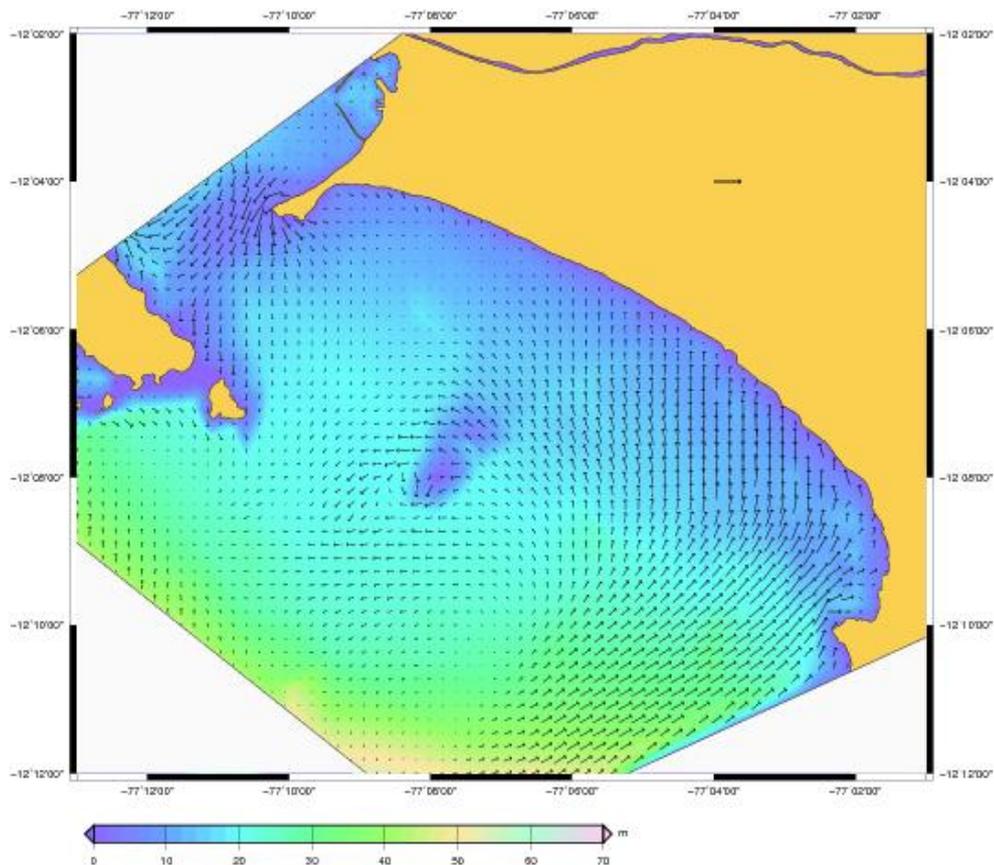
Los resultados de la modelación de corrientes se presentan a continuación:

Figura N° 33. Modelación de corrientes. Marea descendente



En la figura 33, durante la marea descendente, se observa que la corriente cercana a costa tiene una dirección predominante hacia el noroeste, es decir que ingresa por el sur y se proyecta hacia la costa, casi paralela a la misma (Costa Verde), hasta que ingresa a la bahía del Callao.

**Figura Nº 34. Modelación de corrientes. Marea ascendente**



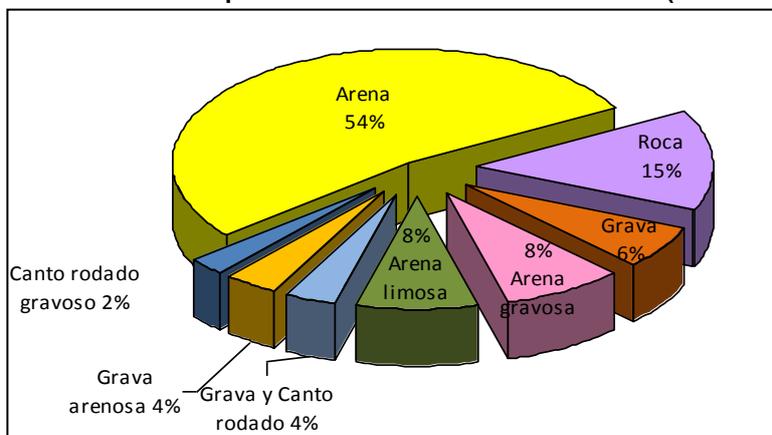
En la figura 34, durante la marea ascendente, se observa una disminución de la velocidad de la corriente e incluso se observa formaciones de remolinos casi en medio de la bahía de la Costa Verde. Así mismo, cerca la Costa, entre La Punta y el distrito de La Perla, la corriente se invierte, y en el distrito de San Miguel pierde gran fuerza.

### 4.5.3 Caracterización de los sedimentos marinos.

#### 4.5.3.1. Granulometría del fondo superficial

Las muestras del sedimento del fondo superficial marino obtenidas en el área de estudio (Bahía Miraflores o Costa Verde) comprendidas entre la playa Carpayo al norte y la playa Villa por el sur y entre la línea de playa y el veril de 20m constituidas por materiales arenosos, rocosos, gravas y arenas limosas correspondiente a muestras de tamaño gruesos.

**Gráfico N° 6.**  
**Tipo de sedimento del fondo superficial marino de la bahía Miraflores (Dic. 2008- Mayo 2009).**



Fuente: DHN, 2009.

**Cuadro N° 49. Tipos de sedimento del fondo superficial marino en bahía Miraflores Diciembre 2008 - Mayo 2009**

| N° Muestras | Porcentaje | Tipo Sedimento       |
|-------------|------------|----------------------|
| 44          | 53%        | Arena                |
| 12          | 15%        | Roca                 |
| 5           | 6%         | Grava                |
| 7           | 8%         | Arena gravosa        |
| 7           | 8%         | Arena limosa         |
| 3           | 4%         | Grava y Canto rodado |
| 3           | 4%         | Grava arenosa        |
| 2           | 2%         | Canto rodado gravoso |

Fuente DHN, 2009.

En el cuadro N° 46 y Gráfico N° 6 se puede observar, que de las 83 muestras de sedimento obtenidas en la bahía Miraflores: el 53% fue arena, el 15% roca; así como, 6% grava, 8% arena gravosa, 8% arena limosa, acompañado también 4% de grava y canto rodado, 4% de grava arenosa y 2% de canto rodado gravoso, catalogados por ello como materiales de grano grueso.

**Cuadro N° 50. Composición granulométrica del sedimento del fondo superficial**

| Distrito   | Playa        | Secc. | Est. | Limo | Arena | Grava | Canto Rod. | Descripción               |
|------------|--------------|-------|------|------|-------|-------|------------|---------------------------|
|            |              |       |      | (%)  | (%)   | (%)   | (%)        |                           |
| Chorrillos | La Herradura | P1    | T    |      |       |       | 100,00     | Canto rodado gravoso      |
|            |              |       | A    | 1,60 | 98,40 |       |            | Arena (sobre roca)        |
|            |              |       | B    | 0,51 | 99,49 |       |            | Arena                     |
|            |              |       | C    | 1,20 | 82,37 | 16,43 |            | Arena                     |
|            | Pescadores   | P2    | T    | 0,05 | 99,95 |       |            | Arena                     |
|            |              |       | A    |      | 99,33 | 0,67  |            | Arena                     |
|            |              |       | B    | 0,02 | 99,50 | 0,48  |            | Arena                     |
|            |              |       | C    | 0,19 | 84,02 | 15,79 |            | Arena gravosa             |
|            | Agua Dulce   | P3    | T    | 0,01 | 99,99 |       |            | Arena                     |
|            |              |       | A    | 0,02 | 99,98 |       |            | Arena                     |
|            |              |       | B    | 0,07 | 99,91 | 0,02  |            | Arena                     |
|            |              |       | C    | 0,01 | 8,92  | 1,01  | 90,06      | Canto rodado (sobre roca) |
| Barranco   | Barranquito  | P4    | T    | 0,01 | 99,99 |       |            | Arena                     |
|            |              |       | A    |      |       |       | 100,00     | Canto rodado (sobre roca) |
|            |              |       | B    | 0,52 | 99,48 |       |            | Arena                     |

| Distrito   | Playa         | Secc. | Est. | Limo  | Arena | Grava | Canto Rod. | Descripción                       |
|------------|---------------|-------|------|-------|-------|-------|------------|-----------------------------------|
|            |               |       |      | (%)   | (%)   | (%)   | (%)        |                                   |
| Miraflores | Redondo II    | P5    | C    | 0,62  | 82,51 | 16,87 |            | Arena gravosa                     |
|            |               |       | D    | 0,10  | 6,86  | 93,04 |            | Arena                             |
|            |               |       | T    |       | 10,49 | 26,88 | 62,63      | Canto rodado gravoso              |
|            |               |       | A    |       | 35,52 | 64,48 |            | Arena gravosa (sobre roca)        |
|            |               |       | B    | 0,01  | 99,99 |       |            | Arena                             |
|            |               |       | C    | 13,53 | 86,47 |       |            | Arena limosa                      |
|            | Los Delfines  | P6    | T    |       | 41,15 | 58,85 |            | Grava arenosa                     |
|            |               |       | A    |       |       | 21,89 | 78,11      | Canto rodado gravoso (sobre roca) |
|            |               |       | B    | 0,10  | 99,90 |       |            | Arena (sobre roca)                |
|            |               |       | C    | 13,53 | 86,47 |       |            | Arena limosa                      |
|            |               |       | D    |       |       | 17,97 | 82,03      | Canto rodado (sobre roca)         |
|            |               |       | T    |       |       | 75,05 | 24,94      | Grava y canto rodado              |
|            |               |       | A    | 13,74 | 82,26 |       |            | Arena limosa (sobre roca)         |
|            |               |       | B    |       |       | 13,26 | 86,74      | Canto rodado gravoso (sobre roca) |
| San Isidro | Pera del Amor | P7    | C    |       |       | 13,00 | 87,00      | Canto rodado gravoso (sobre roca) |
|            |               |       | D    | 37,80 | 62,20 |       |            | Arena limosa                      |
|            |               |       | T    |       | 38,44 | 61,56 |            | Grava arenosa                     |
|            |               |       | A    | 5,60  | 94,40 |       |            | Arena                             |
|            |               |       | B    | 10,90 | 89,10 |       |            | Arena                             |
|            |               |       | C    | 24,06 | 75,94 |       |            | Arena limosa                      |
| Magdalena  | Marbella      | P8    | D    | 35,35 | 64,65 |       |            | Arena limosa                      |

Fuente DHN, 2009

**Cuadro N° 51. Sedimento en playa: Resumen de la composición granulométrica del sedimento playas entre Carpayo y La Herradura de la Bahía Miraflores**

| Estación        | Playa             | Secc.  | Est | Limo  | Arena  | Grava  | Canto Rod. | Descripción                       |
|-----------------|-------------------|--------|-----|-------|--------|--------|------------|-----------------------------------|
|                 |                   |        |     | (%)   | (%)    | (%)    | (%)        |                                   |
| San Miguel      | Grande            | P9     | T   |       |        | 100,00 |            | Grava                             |
|                 |                   |        | A   | 5,58  | 94,42  |        |            | Arena                             |
|                 |                   |        | B   |       | 100,00 |        |            | Arena                             |
|                 |                   |        | C   | 5,02  | 94,98  |        |            | Arena                             |
|                 | Grande            | P10    | T   |       |        | 73,46  | 26,54      | Grava y Canto rodado              |
|                 |                   |        | A   | 2,02  | 57,88  | 39,10  |            | Arena gravosa                     |
|                 |                   |        | B   | 14,52 | 85,48  |        |            | Arena limosa                      |
|                 |                   |        | C   |       |        | 29,58  | 70,40      | Canto rodado gravoso (sobre roca) |
|                 |                   |        | D   |       | 16,06  | 25,62  | 58,32      | Canto rodado (sobre roca)         |
|                 | Grande            | P11    | T   |       |        | 100,00 |            | Grava                             |
|                 |                   |        | A   | 2,91  | 96,31  | 0,78   |            | Arena                             |
|                 |                   |        | B   | 1,31  | 98,69  |        |            | Arena                             |
|                 |                   |        | C   | 7,74  | 92,26  |        |            | Arena limosa                      |
|                 | La Perla - Callao | Grande | P12 | T     |        | 1,17   | 78,83      | 20,00                             |
| A               |                   |        |     | 2,17  | 97,83  |        |            | Arena                             |
| B               |                   |        |     | 2,63  | 67,77  | 29,60  |            | Arena gravosa                     |
| C               |                   |        |     | 4,68  | 71,35  | 23,97  |            | Arena gravosa                     |
| D               |                   |        |     | 5,08  | 94,92  |        |            | Arena                             |
| Mar Brava       |                   | P13    | T   |       |        | 100,00 |            | Grava                             |
|                 |                   |        | A   | 1,91  | 98,09  |        |            | Arena                             |
|                 |                   |        | B   | 3,77  | 96,23  |        |            | Arena                             |
|                 |                   |        | C   | 2,55  | 61,46  | 35,99  |            | Arena gravosa                     |
| Playa Mar Brava |                   | P14    | T   |       |        | 100,00 |            | Grava                             |
|                 |                   |        | A   | 3,15  | 96,85  |        |            | Arena                             |
|                 |                   |        | B   | 1,44  | 92,78  | 7,10   |            | Arena                             |
|                 |                   |        | C   | 6,90  | 93,10  |        |            | Arena                             |

| Estación          | Playa                                 | Secc. | Est | Limo | Arena | Grava  | Canto Rod. | Descripción   |
|-------------------|---------------------------------------|-------|-----|------|-------|--------|------------|---------------|
|                   |                                       |       |     | (%)  | (%)   | (%)    | (%)        |               |
|                   | Playa Carpayo                         | P15   | T   |      |       | 100,00 |            | Grava         |
|                   |                                       |       | A   | 1,86 | 96,10 | 2,04   |            | Arena         |
|                   |                                       |       | B   | 0,79 | 38,96 | 60,25  |            | Grava arenosa |
|                   |                                       |       | C   | 3,76 | 96,24 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | D   | 4,41 | 95,59 |        |            | Arena         |
| La Perla - Callao | Playa Carpayo                         | E16   | E16 | 2.12 | 70.17 | 27.71  |            | Arena gravosa |
| Chorrillos        | Frente a Playa La Chira               | P17   | T   | 0,01 | 99,99 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | A   | 0,54 | 99,46 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | B   | 0,91 | 99,09 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | C   | 0,73 | 99,27 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | D   | 4,12 | 95,88 |        |            | Arena         |
|                   | Frente a Playa Villa (Planta SEDAPAL) | P18   | T   |      | 100   |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | A   | 0,06 | 99,94 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | B   | 0,15 | 99,85 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | C   | 1,37 | 98,63 |        |            | Arena         |
|                   | Frente a Playa Villa (Conchán)        | P19   | D   | 4,87 | 95,13 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | T   | 0,01 | 99,99 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | A   | 0,06 | 99,94 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | B   | 0,96 | 99,04 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | C   | 0,72 | 99,28 |        |            | Arena         |
|                   |                                       |       | D   | 1,83 | 98,17 |        |            | Arena         |

Fuente DHN, 2009

Como se observa en la fotografía N° 40, en la Estación P6C (casi a 2 Km de la playa) sobre un fondo rocoso se encontró muestras de canto rodado con material de concreto adherido y en otros casos con incrustaciones de pico de loro; indicando en el primer caso la evidencia y el alcance del material proveniente de tierra y en el segundo, la evidencia del tipo de vida marina.



Fotografía N°40. Tipo de material que conforma el fondo marino del área de estudio.

Las muestras de arena limosas obtenidas en la parte central hacia la parte norte del área de estudio, presentaron olores fétidos (características fangosas). Cabe precisar que las muestras P4A, P6A y P6B que indican "canto rodado sobre roca" y "arena sobre roca" se refieren al tipo de material encontrado sobre manto rocoso, por tanto dichas muestras son catalogadas como muestras rocosas.

La distribución del tipo de sedimento en la franja costera se presenta en la figura 88, en la cual se puede observar la predominancia de material arenoso a partir de las estaciones ubicadas

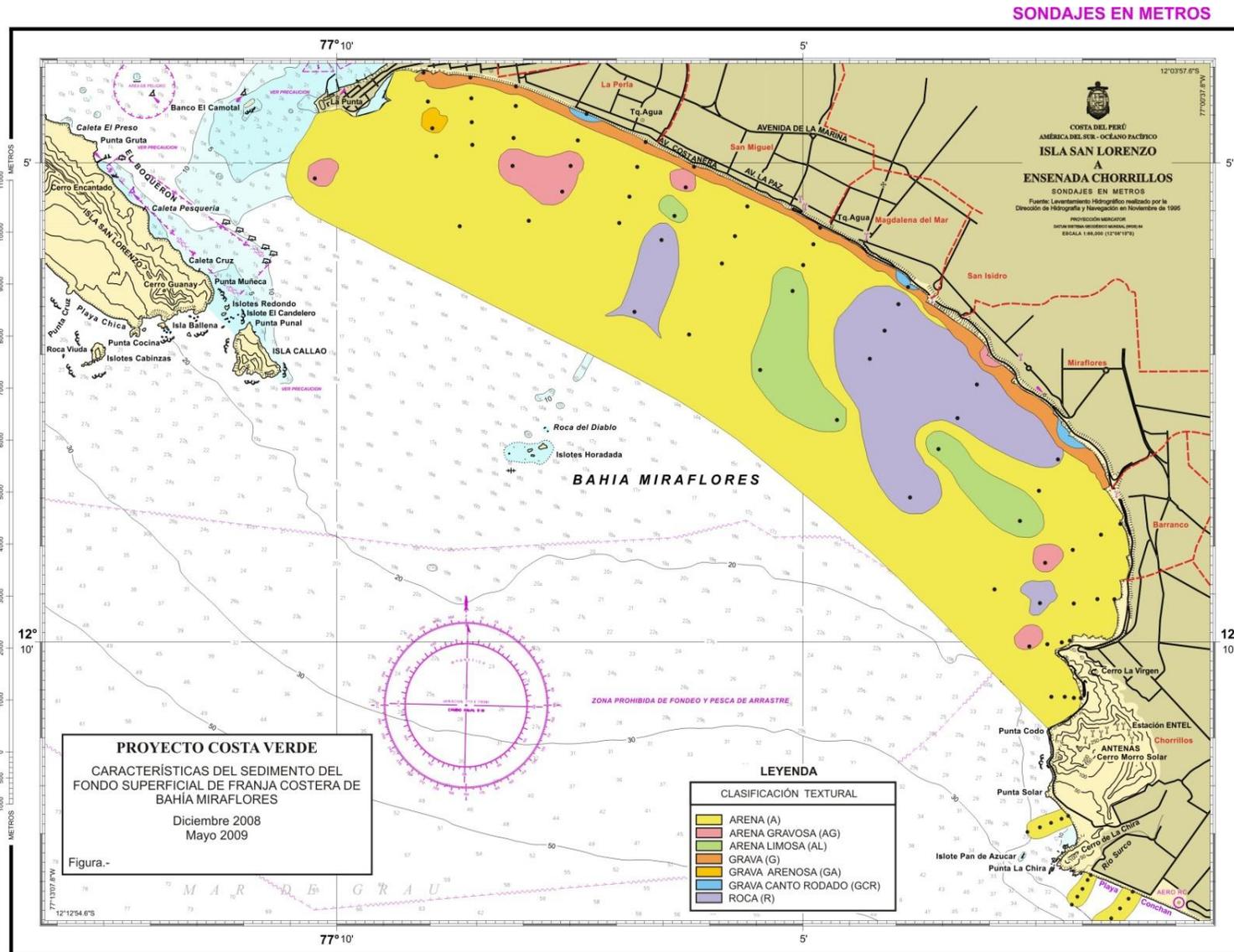
detrás de la línea de rompiente; asimismo, destaca la presencia de un manto rocoso en la zona sur, entre las transectas P4 y P7 y otra de menor tamaño en la zona centro (transecta P10).

Es decir en las playas La Chira y Villa los sedimentos del fondo superficial marino estuvieron constituidos sólo por arena en algunos casos acompañados de limo en menor porcentaje.

La distribución del tipo de sedimento en la franja costera se presenta en la figura 35, en la cual se puede observar la predominancia de material arenoso en las tres transectas.

En relación al sedimento de las playas, como se observa en los cuadros N° 47 y 48, el 80 % están constituidas por material gravoso y canto rodado, y el 20 % por material arenoso. En el primer caso se encuentran las playas comprendidas entre el distrito de Chorrillos y el distrito de San Miguel inclusive La Perla), excepto las Playas Los Yuyos, Barranquito y las Cascadas. En el segundo caso o playas arenosas se identificaron a las localizadas el distrito de Chorrillos correspondiente a las playas Pescadores y Las Sombrillas.

Figura Nº 35. Distribución de los tipos de sedimentos en la Costa Verde.



**Cuadro N° 49. Sedimento en playa: Resumen de la composición granulométrica del sedimento playas entre Carpayo y La Herradura de la Bahía Miraflores.**

| Distrito   | Playa      | Secc. | Est. | Limo | Arena  | Grava  | Canto Rod. | Descripción          |
|------------|------------|-------|------|------|--------|--------|------------|----------------------|
|            |            |       |      | (%)  | (%)    | (%)    | (%)        |                      |
| Chorrillos | Chira      | P16   | T    |      | 100,00 |        |            | Arena                |
|            | Villa      | P17   | T    |      | 100,00 |        |            | Arena                |
|            |            | P18   | T    |      | 100,00 |        |            | Arena                |
|            | Herradura  | P1    | T    |      |        |        | 100,00     | Canto rodado gravoso |
|            | Pescadores | P2    | T    | 0,05 | 99,95  |        |            | Arena                |
|            | Agua dulce | P3    | T    | 0,01 | 99,99  |        |            | Arena                |
| Barranco   | Los Pavos  | P4    | T    | 0,01 | 99,99  |        |            | Arena                |
| Miraflores | Redondo II | P5    | T    |      | 10,49  | 26,88  | 62,63      | Canto rodado gravoso |
|            | Delfines   | P6    | T    |      | 41,15  | 58,85  |            | Grava arenosa        |
| San Isidro | Marbella   | P7    | T    |      |        | 75,05  | 24,94      | Grava y Canto rodado |
| Magdalena  | Marbella   | P8    | T    |      | 38,44  | 61,56  |            | Grava arenosa        |
| San Miguel | Mar Brava  | P9    | T    |      |        | 100,00 |            | Grava                |
|            | Mar Brava  | P10   | T    |      |        | 73,46  | 26,54      | Grava y Canto rodado |
|            | Mar Brava  | P11   | T    |      |        | 100,00 |            | Grava                |
| La perla   | Mar Brava  | P12   | T    |      | 1,17   | 78,83  | 20,00      | Grava y canto rodado |
|            | Mar Brava  | P13   | T    |      |        | 100,00 |            | Grava                |
|            | Mar Brava  | P14   | T    |      |        | 100,00 |            | Grava                |
|            | Mar Brava  | P15   | T    |      |        | 100,00 |            | Grava                |

Ref.: Transectas P01 a P15 realizadas en diciembre 2008 y las transectas P16 a P18 en mayo 2009.  
 Fuente DHN, 2009.

Durante una inspección realizada al área de estudio en el mes de febrero 2009, se encontró montículos de gravas en la zona norte de la playa Las Sombrillas, las cuales no fueron ubicadas durante el muestreo en el mes de diciembre 2008.

Las Playa Redondo I y II, Makaha y los Pavos según carta de Levantamiento Hidrográfico en 1995 efectuada por la DIHIDRONAV fueron arenosas, sin embargo en la actualidad son gravosas. Fotografía N° 44 y 45.

**Foto N° 44. Playa Redondo II en la actualidad conformada por material gravoso (antes arenoso).**



**Foto N° 45. Material gravoso constituyente principal de las playas de la Costa Verde.**



Por otro lado, en la playa Las Sombrillas, de acuerdo a versiones de personas que se encontraban por las inmediaciones, las gravas ubicadas en el sector norte de dicha playa, son producto de los fuertes oleajes que golpearon y arrancaron parte del material de las estructuras de las obras en construcción, localizadas al sur de esta playa.

Aunque se estima que es parte del material dragado y arrojado hacia el lado oeste del rompeolas que forma la Marina de “Lima Marina Club” y que las corrientes se encargaron de depositarlas en ese sector. Fotografía N° 46.

**Fotografía N° 41. Montículos de gravas en el sector norte de la playa Las Sombrillas**



Las muestras de sedimento obtenidas en la zona de playa entre La Chira y Villa estuvieron conformadas por arena; en algunos casos con escaso acompañamiento de limo.

#### 4.5.3.3. Diámetro $D_{50}$ y $D_{90}$ del sedimento

El tamaño de los diámetros  $D_{50}$  y  $D_{90}$  de las partículas que constituyen el sedimento del fondo marino se presenta en los Cuadros N° 51 al 53, en las cuales se pueden observar que los valores  $D_{50}$  variaron entre 0.08 mm y 140 mm. Los menores valores estuvieron localizados en la estación P7D (frente a los distritos de San Isidro y Magdalena, y los mayores en la estación P3C (1,6 Km frente al distrito de Chorrillos).

Al respecto se puede decir que el  $D_{50}$  de la muestra P7D, está conformada por partículas cuyos diámetros son menores a 0.08mm, asimismo, para el caso del  $D_{90}$ , se registró partículas cuyos diámetros son menores de 0.14mm.

**Cuadro N° 52. Diámetros ( $D_{50}$  y  $D_{90}$ ) del sedimento superficial del fondo marino y playa. Franja costera de la bahía de Miraflores.**

| Distrito               | Referencia                                  | ESTACION          | $D_{50}$ | $D_{90}$ |
|------------------------|---|-------------------|----------|----------|
|                        |   |                   | (mm)     | (mm)     |
| Distrito de Chorrillos | Playa Villa                                 | P18T              | 0.62     | 1.20     |
|                        |   | P18A              | 0.18     | 0.35     |
|                        |   | P18B              | 0.15     | 0.33     |
|                        |   | P18C              | 0.18     | 0.34     |
|                        |   | P18D              | 0.13     | 0.23     |
|                        | Playa Villa (Planta SEDAPAL - Emisor Surco) | P17T              | 0.67     | 1.40     |
|                        |   | P17A              | 0.46     | 1.40     |
|                        |   | P17B              | 0.17     | 0.35     |
|                        |   | P17C              | 0.15     | 0.33     |
|                        |   | P17D              | 0.14     | 0.23     |
|                        | Playa La Chira                              | P16T              | 0.70     | 1.50     |
|                        |   | P16A              | 0.13     | 0.21     |
|                        |   | P16B              | 0.13     | 0.22     |
|                        |   | P16C              | 0.14     | 0.28     |
|                        |   | P16D              | 0.14     | 0.25     |
|                        | Playa La Herradura                          | P1T               | 0,23     | 0,34     |
|                        |   | P1A               | 0,17     | 0,28     |
|                        |   | P1B               | 0,16     | 0,23     |
|                        |   | P1C               | 0,23     | 3,30     |
|                        | Playa Pescadores                            | P2T               | 0,15     | 0,48     |
| P2A                    |   | 0,40              | 0,69     |          |
| P2B                    |   | 0,33              | 0,56     |          |
| P2C                    |   | 0,27              | 3,00     |          |
| Playa Agua Dulce       | P3T   | 0,26              | 0,40     |          |
|                        | P3A   | 0,22              | 0,32     |          |
|                        | P3B   | 0,17              | 0,27     |          |
|                        | P3C   | 140,00            | 170,00   |          |
|                        | Distrito de Barranco                        | Playa Barranquito | P4T      | 0,24     |
| P4A                    |   |                   | 125,00   | 140,00   |
| P4B                    |   |                   | 0,15     | 0,23     |
| P4C                    |   |                   | 0,18     | 9,00     |
| P4D                    |   |                   | 28,00    | 44,00    |
| P6C                    |   |                   | 0,13     | 0,27     |
| P6D                    |   |                   | 75,00    | 95,00    |

Ref.: Transectas P01 a P15 realizadas en diciembre 2008 y las transectas P16 a P18 en mayo 2009.  
 Fuente: DIHIDRONAV.

**Cuadro N° 53. Tamaño de partículas de sedimento superficial del fondo marino.  
 Franja costera de la bahía de Miraflores. Diciembre 2008.**

| Distrito               | Referencia                               | ESTACION | D <sub>50</sub> | D <sub>90</sub> |
|------------------------|--|----------|-----------------|-----------------|
|                        |  |          | (mm)            | (mm)            |
| Distrito de San Isidro | Playa Pera del Amor                      | P7T      | 42,00           | 70,00           |
|                        |  | P7A      | 0,18            | 0,19            |
|                        |  | P7B      | 100,00          | 120,00          |
|                        |  | P7C      | 110,00          | 135,00          |
|                        |  | P7D      | 0,08            | 0,14            |
| Distrito de Miraflores | Playa Waikiki                            | P5T      | 79,00           | 180,00          |
|                        |  | P5A      | 4,10            | 12,00           |
|                        |  | P5B      | 0,18            | 0,28            |
|                        |  | P5C      | 0,14            | 0,25            |
|                        | Malecón de la Marina -Playa Los Delfines | P6T      | 3,10            | 20,00           |
|                        |  | P6A      | 90,00           | 120,00          |
|                        |  | P6B      | 80,00           | 95,00           |
| Distrito de Magdalena  |  | P8T      | 2,50            | 4,00            |
|                        |  | P8A      | 0,12            | 0,14            |
|                        |  | P8B      | 0,09            | 0,13            |
|                        |  | P8C      | 0,088           | 0,130           |
|                        |  | P8D      | 0,085           | 0,130           |
| Distrito San Miguel    | Playa Grande                             | P9T      | 27,000          | 60,000          |
|                        |  | P9A      | 0,120           | 0,150           |
|                        |  | P9B      | 0,130           | 0,400           |
|                        |  | P9C      | 0,120           | 0,140           |
|                        | Playa Grande                             | P10T     | 52,000          | 70,000          |
|                        |  | P10A     | 0,500           | 37,000          |
|                        |  | P10B     | 0,100           | 0,140           |
|                        |  | P10C     | 70,000          | 150,000         |
|                        |  | P10D     | 70,000          | 95,000          |
|                        | Playa Grande                             | P11T     | 15,000          | 30,000          |
|                        |  | P11A     | 0,130           | 0,800           |
|                        |  | P11B     | 0,130           | 0,170           |
|                        |  | P11C     | 0,120           | 0,140           |

Ref.: Transectas P01 a P15 realizadas en diciembre 2008 y las transectas P16 a P18 en mayo 2009. Fuente: DIHIDRONAV.

**Cuadro N° 54. Tamaño de partículas de sedimento superficial del fondo marino.  
 Franja costera de la bahía de Miraflores. Diciembre 2008.**

| Distrito                      | Referencia        | ESTACION              | D <sub>50</sub> | D <sub>90</sub> |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|                               |                   |                       | (mm)            | (mm)            |
| Distrito La Perla -<br>Callao | Playa Grande      | P12T                  | 25,000          | 78,000          |
|                               |                   | P12A                  | 0,120           | 0,170           |
|                               |                   | P12B                  | 0,140           | 28,000          |
|                               |                   | P12C                  | 0,140           | 6,500           |
|                               |                   | P12D                  | 0,130           | 0,150           |
|                               | Playa Mar Brava   | P13T                  | 34,000          | 58,000          |
|                               |                   | P13A                  | 0,130           | 0,150           |
|                               |                   | P13B                  | 0,130           | 0,150           |
|                               |                   | P13C                  | 0,310           | 12,000          |
|                               | Playa Mar Brava   | P14T                  | 27,000          | 33,000          |
|                               |                   | P14A                  | 0,125           | 0,150           |
|                               |                   | P14B                  | 0,130           | 0,180           |
|                               |                   | P14C                  | 0,120           | 0,140           |
|                               | Playa Carpayo     | P15T                  | 33,000          | 58,000          |
|                               |                   | P15A                  | 0,120           | 0,150           |
| P15B                          |                   | 4,000                 | 28,000          |                 |
| P15C                          |                   | 0,125                 | 0,150           |                 |
| P15D                          |                   | 0,120                 | 0,150           |                 |
| Distrito La Punta             | Playa La Arenilla | P <sub>Arenilla</sub> | 1,000           | 8,500           |

Ref.: Transectas P01 a P15 realizadas en diciembre 2008 y las transectas P16 a P18 en mayo 2009. Fuente: DIHIDRONAV.

#### 4.5.4 Evaluación de la infraestructura marina

El objetivo de la evaluación de la infraestructura marina, es ofrecer seguridad a las diversas actividades que se realizan en ese sector, evitando procesos de erosión que normalmente ocurren cuando se presentan oleajes de braveza de mar. Asimismo, los rompeolas tienen un toque arquitectónico que armoniza con el ambiente de su entorno, contribuyendo con la belleza de la bahía y específicamente para el distrito, mostrando respeto por el medio ambiente.

Con respecto a la infraestructura marina de la Costa Verde, se encuentra en buen estado de conservación, solo hay algunos que tienen un grado de deterioro, porque tal vez no fueron construidos como deben ser o son muy pequeños para el oleaje que soportan estas estructuras las 24 horas del día por el intenso oleaje y bravezas de mar.

Cabe mencionar que el espigón que está cerca al restaurant Rustica, es muy angosto, por lo cual se tendría que ampliarlo longitudinalmente hasta 80 m. y ancharlo hasta unos 15 m. Esto se concluye del modelado de olas.

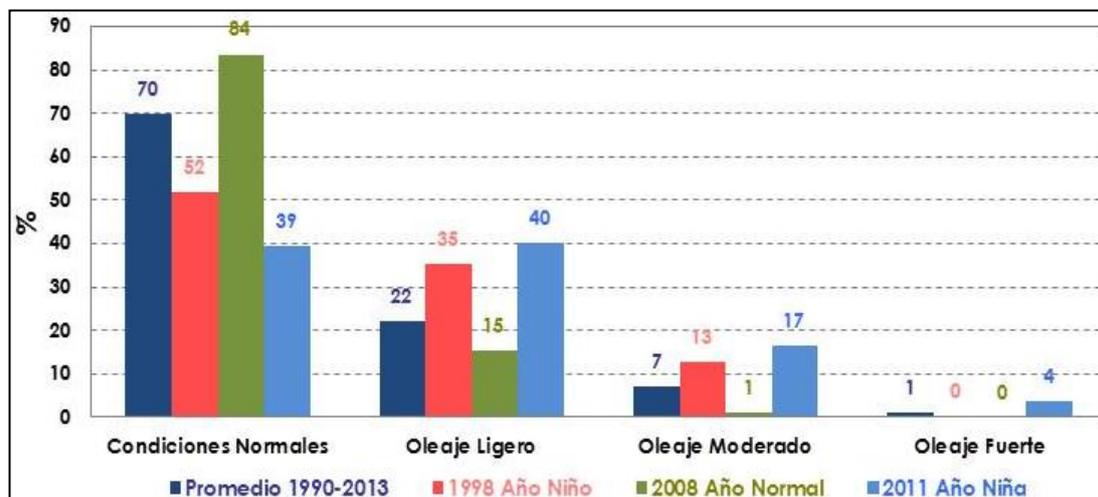
#### 4.5.5 Datos históricos de la erosión marina

El oleaje que se presenta a lo largo del litoral costero presenta características variables, debido a la configuración natural del perfil que conforman las islas, bahías, penínsulas, playas abiertas y modificaciones artificiales, como espigones, muelles y rompeolas, así como también, la pendiente del fondo marino, que condiciona que las olas rompan gradualmente o abruptamente.

En algunas oportunidades, durante el año, el comportamiento del oleaje presenta alteraciones en su amplitud y altura respecto de las condiciones normales. A estos cambios los pobladores ribereños de nuestro litoral denominan comúnmente "bravezas de mar". Si bien es cierto que existen años en que las bravezas se producen con mayor o menor frecuencia, el porcentaje de ocurrencias, en cierta época del año, es bastante alto. Normalmente estas bravezas ocasionan pérdidas económicas al paralizar las actividades en un puerto.

Estadísticamente (período 1990-2013), el porcentaje de ocurrencia de oleajes anómalos en el Puerto del Callao es 30 % (70% de condiciones normales) y de éstas el 73% son de oleaje anómalo ligero, 24% de oleaje anómalo moderado y 3% de oleaje anómalo fuerte, lo que significa que, 255 días al año, el estado del mar presenta condiciones normales, 80 días de oleaje anómalo ligero, 26 días de oleaje anómalo moderado y 4 días al año de oleaje anómalo de fuerte intensidad (Gráfico N° 7).

**Gráfico N° 7. Condiciones del Estado del Mar -Callao**



Fuente: DHN, 2013

Las olas de bravezas tienen un período diferente al de las olas que caracterizan la zona, las primeras se presentan con períodos entre 15 a 20 segundos, mientras que las otras alcanzan nuestras playas con períodos que oscilan entre 10 y 14 segundos. La duración promedio de una braveza fluctúa entre 2 y 5 días, ocasionando con frecuencia el cierre de puertos.

Las direcciones de aproximación de las olas más frecuentes son del Sur-oeste y Sur, y la fuente generadora generalmente se localiza en latitudes medias del Océano Pacífico Sur (APS); estos oleajes principalmente afectan las zonas costeras cuya orientación está expuesta hacia el Sur y Sur-oeste; sin embargo, también se presentan oleajes del Oeste y Nor-oeste, este último proveniente del hemisferio norte, que ocurren con mayor frecuencia durante el verano o cuando el APSO y el viento se debilitan durante un periodo considerable y coincidentemente se generan intensos oleajes en el hemisferio norte, que logran con facilidad extenderse hacia nuestro dominio marítimo y zonas costeras; estos oleajes anómalos principalmente afectan las zonas costeras cuya orientación está expuesta hacia el Nor-oeste y Oeste.

Los oleajes anómalos o Bravezas de Mar son de mayor impacto, cuando coinciden con las pleamares (máximas amplitudes) y/o con el debilitamiento de los vientos en el litoral. Si bien es cierto que existen años en que las bravezas se producen con mayor o menor frecuencia, el porcentaje de ocurrencias, en cierta época del año, es bastante alto. Normalmente estas bravezas ocasionan pérdidas económicas al paralizar las actividades en un puerto.

Con la presencia del fenómeno "El Niño", las bravezas pueden ser más destructivas, debido a que los niveles del mar se incrementan, ocasionando que el oleaje ingrese con mayor frecuencia hacia la playa produciendo inundaciones, asimismo, aumenta la frecuencia de oleajes anómalos del Noroeste, afectando las áreas que normalmente están protegidas de este oleaje, que conjuntamente con la elevación del nivel del mar, magnifica su impacto sobre las playas y acantilados, siendo sometidos a procesos de erosión, y con ello se incrementan los riesgos en las actividades portuarias, faenas de pesca, deportivas y de recreo, ocasionando el cierre de los puertos. Mientras que, en épocas de La Niña, hay una mayor frecuencia de oleajes anómalos (mayor días de braveza de mar), que favorece los efectos erosivos del oleaje y no necesariamente son de fuerte intensidad.

**Estación Mareográfica de La Punta - Callao**  
**Condiciones del Estado del Mar**

| Año  | Normal |      | Ligero |      | Moderado |      | Fuerte |      | Suma   |      |
|------|--------|------|--------|------|----------|------|--------|------|--------|------|
|      | %      | Días | %      | Días | %        | Días | %      | Días | %      | Días |
| 1990 | 93.58  | 342  | 6.07   | 22   | 0.35     | 1    | 0.00   | 0    | 100.00 | 365  |
| 1991 | 82.08  | 300  | 12.48  | 46   | 5.17     | 18   | 0.27   | 1    | 100.00 | 365  |
| 1992 | 85.71  | 314  | 9.68   | 35   | 4.61     | 17   | 0.00   | 0    | 100.00 | 366  |
| 1993 | 67.77  | 247  | 20.22  | 74   | 10.35    | 38   | 1.66   | 6    | 100.00 | 365  |
| 1994 | 67.33  | 246  | 19.06  | 70   | 12.70    | 46   | 0.91   | 3    | 100.00 | 365  |
| 1995 | 72.51  | 265  | 17.92  | 65   | 8.56     | 31   | 1.01   | 4    | 100.00 | 365  |
| 1996 | 73.70  | 270  | 20.47  | 75   | 4.82     | 18   | 1.01   | 4    | 100.00 | 366  |
| 1997 | 75.25  | 275  | 18.45  | 67   | 5.64     | 21   | 0.66   | 2    | 100.00 | 365  |
| 1998 | 51.70  | 189  | 35.11  | 128  | 12.75    | 47   | 0.44   | 2    | 100.00 | 365  |
| 1999 | 63.13  | 230  | 26.15  | 95   | 10.72    | 39   | 0.00   | 0    | 100.00 | 365  |
| 2000 | 68.77  | 252  | 21.17  | 77   | 9.20     | 34   | 0.85   | 3    | 100.00 | 366  |
| 2001 | 59.93  | 219  | 28.92  | 106  | 9.09     | 33   | 2.07   | 7    | 100.00 | 365  |
| 2002 | 79.01  | 288  | 13.31  | 49   | 6.75     | 25   | 0.94   | 3    | 100.00 | 365  |
| 2003 | 77.85  | 284  | 17.90  | 65   | 4.25     | 16   | 0.00   | 0    | 100.00 | 365  |
| 2004 | 77.08  | 282  | 19.46  | 71   | 3.16     | 12   | 0.30   | 1    | 100.00 | 366  |
| 2005 | 84.81  | 310  | 12.66  | 46   | 2.53     | 9    | 0.00   | 0    | 100.00 | 365  |
| 2006 | 75.03  | 274  | 22.57  | 82   | 2.08     | 8    | 0.32   | 1    | 100.00 | 365  |
| 2007 | 70.13  | 256  | 26.05  | 95   | 3.82     | 14   | 0.00   | 0    | 100.00 | 365  |
| 2008 | 83.58  | 306  | 15.46  | 57   | 0.96     | 3    | 0.00   | 0    | 100.00 | 366  |
| 2009 | 67.83  | 248  | 27.73  | 101  | 4.24     | 15   | 0.21   | 1    | 100.00 | 365  |
| 2010 | 56.14  | 205  | 35.33  | 129  | 7.68     | 28   | 0.84   | 3    | 100.00 | 365  |
| 2011 | 39.49  | 144  | 40.29  | 147  | 16.54    | 60   | 3.69   | 14   | 100.00 | 365  |
| 2012 | 51.56  | 189  | 31.35  | 115  | 13.67    | 50   | 3.42   | 12   | 100.00 | 366  |
| 2013 | 54.36  | 198  | 33.50  | 122  | 8.71     | 32   | 3.42   | 13   | 100.00 | 365  |

Fuente: DHN, 2013

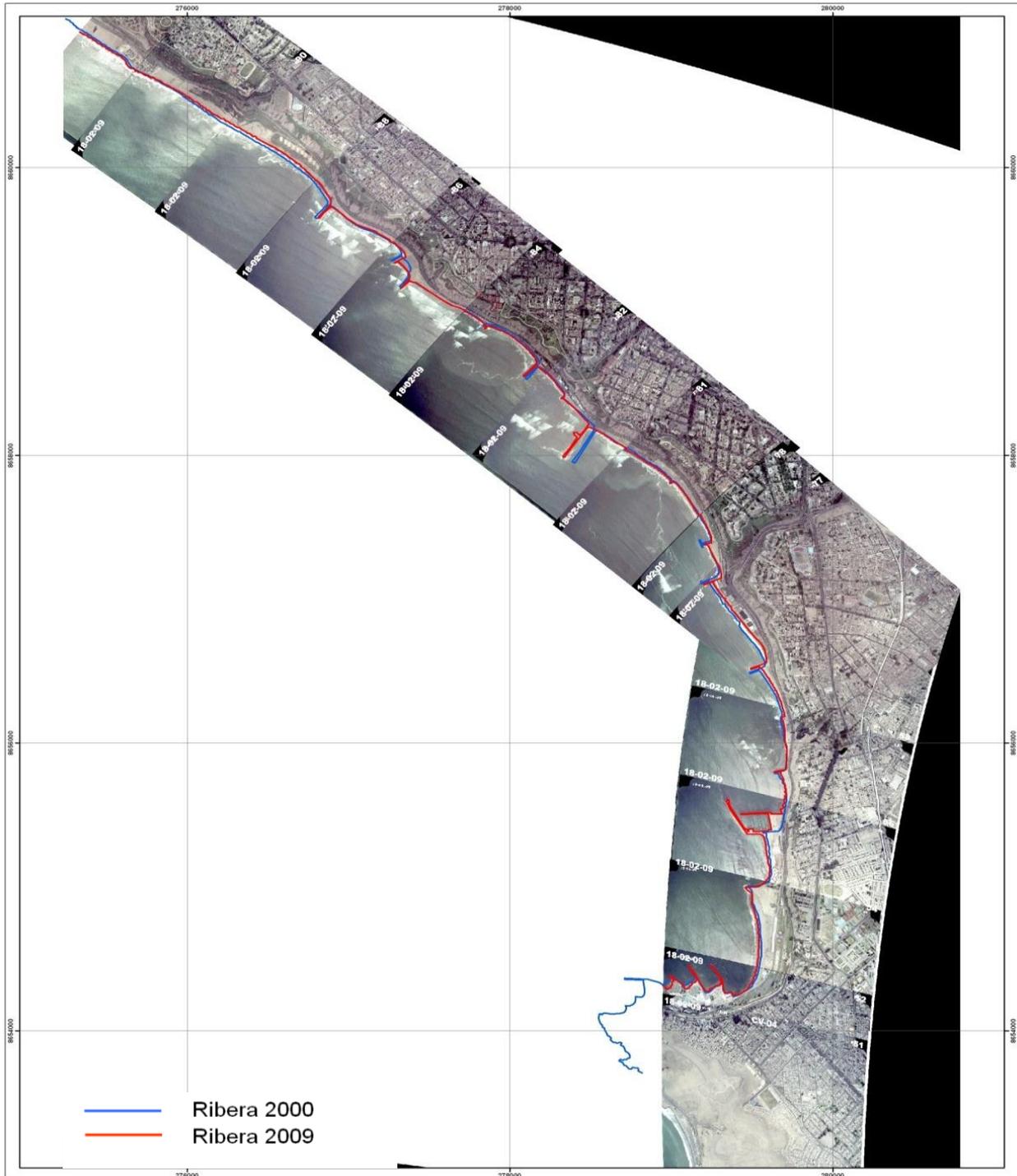
#### 4.5.6 Estabilidad del perfil costero

##### 4.5.6.1. Perfil de costa

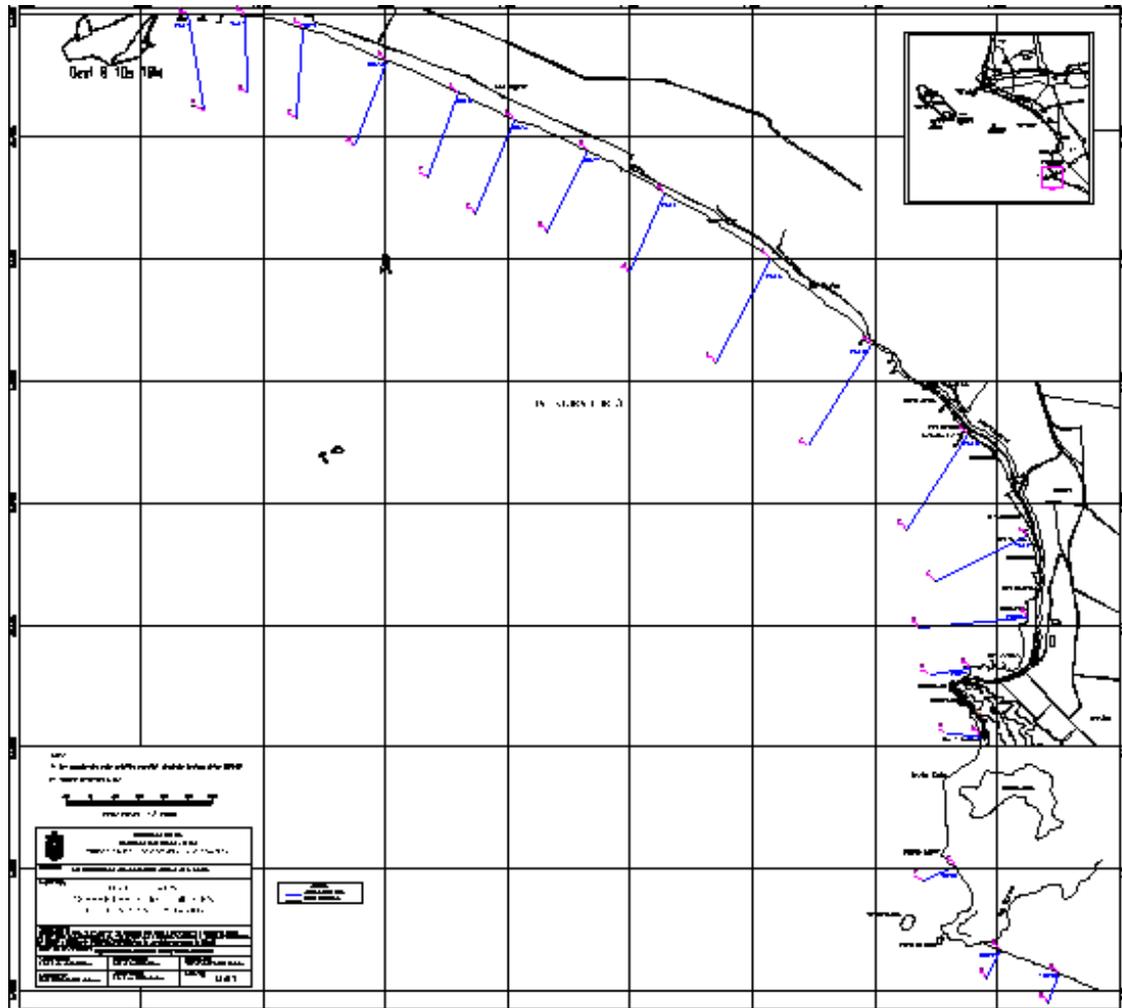
En la figura N° 37, se observa que en general, la mayor parte de la zona de estudio presenta una orientación de la costa en el sentido noroeste-sureste, principalmente desde el límite distrital de San Miguel hasta la zona de Barranco. Por otro lado, hacia la zona sur de la bahía, se presenta un cambio en la orientación del perfil costero, haciendo predominante la orientación norte-sur, desde la playa Los Yuyos hasta el Cerro La Chira. Este cambio de orientación de la costa permite evaluar las condiciones de transporte de sedimentos, en relación a la dirección de aproximación de las olas, y de las alturas que estas puedan alcanzar como consecuencia de los procesos de refracción que se presentan al acercarse a costa.

Así mismo, la figura N° 36 muestra una variación multitemporal de la línea de costa entre los años 2000 y 2009, en la que se observa un ligero retroceso gradual de la línea de costa en la zona sur de la bahía y una zona de sedimentación en los distrito de San Miguel y Magdalena, debido al arroj de sedimentos en estos distritos durante los últimos años.

**Figura N° 36. Evolución de la línea de costa de los años 2000 y 2009**



**Figura N° 37. Batimetría de 18 perfiles longitudinales en la bahía de Miraflores.  
Diciembre 2008 y Mayo 2009.**



Fuente: DHN, 2009

#### 4.5.6.2. Batimetría

La figura N° 38 muestra la carta batimétrica N° 2236 de la isla San Lorenzo a la ensenada de Chorrillos, elaborada en el año 1995 por la DHN. Las características más resaltantes son las siguientes:

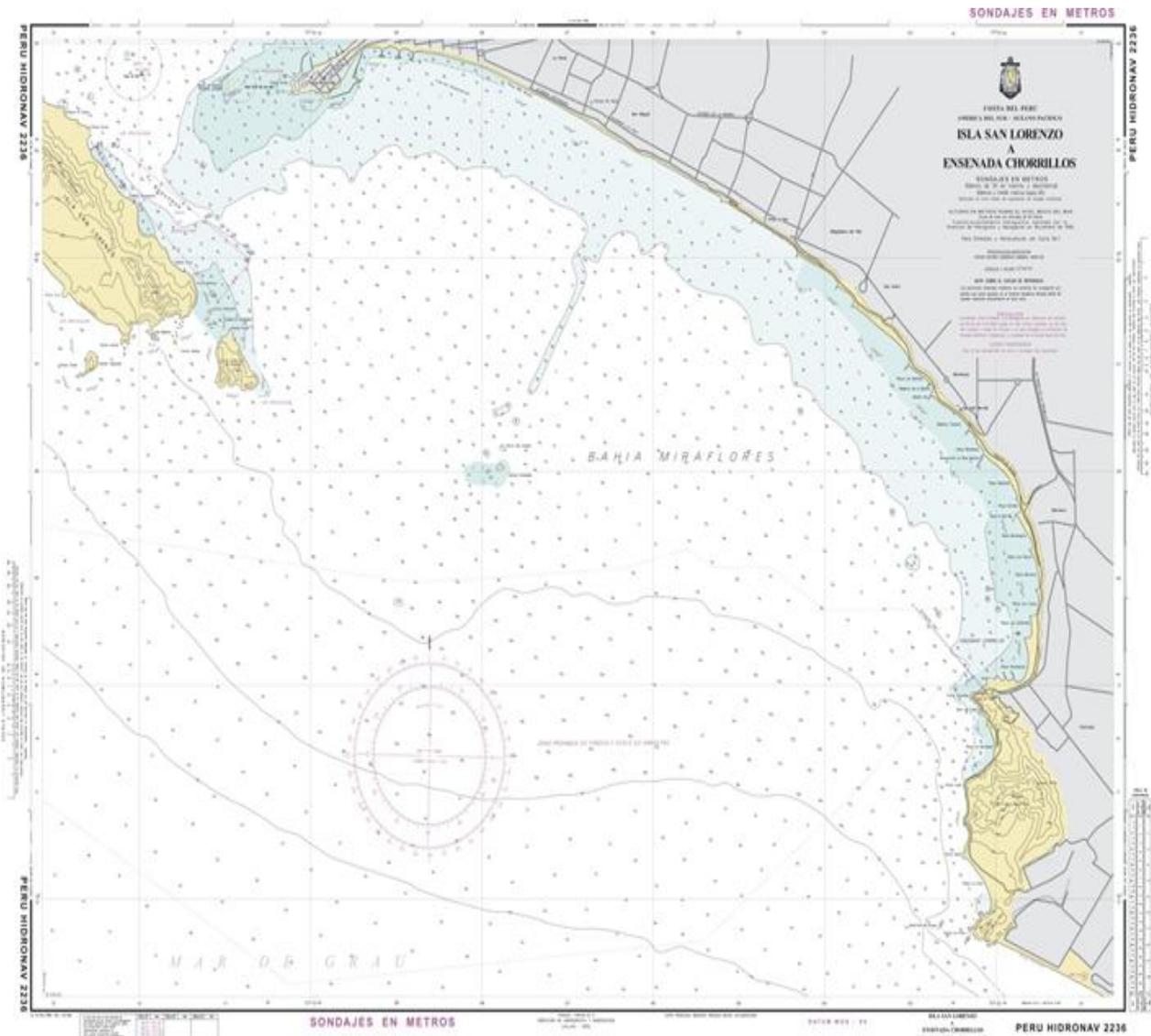
- De manera general, se aprecia que los veriles de 5 y 10 m tienen una configuración casi paralela al perfil de costa en gran parte de la zona de estudio.
- En los distritos de San Miguel y Magdalena, correspondientes a la parte central de la bahía, se aprecia una distancia menor del veril de 5 m con respecto al perfil de costa. Así mismo, en este sector se aprecia la formación de una cuña del veril de los 10 m frente a los islotes La Horadada, lo que indica la presencia de afloramientos rocosos, a manera de una pequeña dorsal delgada perpendicular a costa.
- En los distritos de San Isidro, Miraflores y Barranco, es apreciable una mayor distancia del veril de 5 m con respecto a la posición del perfil costero, lo que caracteriza a esta zona la presencia de una pendiente suave.

- El veril de los 20 m se encuentra muy alejado de costa en la mayor parte de la bahía, sin embargo, en la zona sur de esta, se observa que la distancia del veril de los 20 m hacia la costa va disminuyendo, hasta presentarse muy cerca de la costa frente a las playas La Herradura y La Chira, lo que indica una fuerte pendiente en esta parte de la bahía.

De las 18 secciones medidas a los largo de la bahía, se observa que en la zona sur, las transectas P01, P16, P17 y P18 muestran características de pendiente fuerte (desde la playa Villa a Punta Chorrillos), mientras que las transectas P02 al P06 se caracteriza por tener una pendiente suave (distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro); y las transectas P07 al P15 se observa pendientes regulares (distritos de Magdalena, San Miguel y La Perla). Cuadro N° 54.

La transecta P16 presenta mayor pendiente con respecto a las demás transectas, dentro de los primeros 5 y 10 m de profundidad, así mismo, la transecta P06 presenta menor pendiente con respecto a las demás transectas, lo que podría indicar una mayor acumulación de sedimentos en esta zona. Cuadro N° 54.

**Figura N° 38**  
**Carta batimétrica N° 2236 de la isla San Lorenzo a ensenada de Chorrillos – 1995.**



Fuente: DHN, 1995

**Cuadro Nº 55. Cálculo de las pendientes en las 18 transectas.**

| Veril (m)         | Distancia de Costa (m) | Veril/distancia | Pendiente aproximada |
|-------------------|------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Perfil L01</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 120                    | 0.04167         | 1:24                 |
| 10                | 290                    | 0.01724         | 1:58                 |
| <b>Perfil L02</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 175                    | 0.02857         | 1:35                 |
| 10                | 390                    | 0.01282         | 1:78                 |
| <b>Perfil L03</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 520                    | 0.00962         | 1:104                |
| 10                | 1350                   | 0.00370         | 1:270                |
| <b>Perfil L04</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 830                    | 0.00602         | 1:166                |
| 10                | 1550                   | 0.00323         | 1:310                |
| <b>Perfil L05</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 600                    | 0.00833         | 1:120                |
| 10                | 1360                   | 0.00368         | 1:272                |
| <b>Perfil L06</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 540                    | 0.00926         | 1:108                |
| 10                | 1300                   | 0.00385         | 1:260                |
| <b>Perfil L07</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 160                    | 0.03125         | 1:32                 |
| 10                | 1200                   | 0.00417         | 1:240                |
| <b>Perfil L08</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 160                    | 0.03125         | 1:32                 |
| 10                | 1150                   | 0.00435         | 1:230                |
| <b>Perfil L09</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 170                    | 0.02941         | 1:34                 |
| 10                | 1200                   | 0.00417         | 1:240                |
| <b>Perfil L10</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 170                    | 0.02941         | 1:34                 |
| 10                | 1500                   | 0.00333         | 1:300                |
| <b>Perfil L11</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 110                    | 0.04545         | 1:22                 |
| 10                | 1500                   | 0.00333         | 1:300                |
| <b>Perfil L12</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 140                    | 0.03571         | 1:28                 |
| 10                | 1200                   | 0.00417         | 1:240                |
| <b>Perfil L13</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 140                    | 0.03571         | 1:28                 |
| 10                | 1300                   | 0.00385         | 1:260                |
| <b>Perfil L14</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 130                    | 0.03846         | 1:26                 |
| 10                | 1200                   | 0.00417         | 1:240                |
| <b>Perfil L15</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 200                    | 0.02500         | 1:40                 |
| 10                | 1400                   | 0.00714         | 1:140                |
| <b>Perfil L16</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 60                     | 0.08333         | 1:12                 |
| 10                | 190                    | 0.05263         | 1:19                 |
| <b>Perfil L17</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 140                    | 0.03571         | 1:28                 |
| 10                | 250                    | 0.04000         | 1:25                 |
| <b>Perfil L18</b> |                        |                 |                      |
| 5                 | 100                    | 0.05000         | 1:20                 |
| 10                | 210                    | 0.04762         | 1:21                 |

Fuente: DHN, 2009

### 4.5.6.3. Variación del perfil costero

Habiendo determinado e ingresado al modelo, las condiciones del oleaje, de las mareas y las corrientes marinas, así como, las características granulométricas del fondo marino, la batimetría, morfología costera y estimada un volumen del transporte real de sedimentos que estaría actualmente circulando por la zona, se procede a mostrar los resultados obtenidos por el modelo UNIBEST.

#### Escenario 01.

#### Sector 01:

Figura N° 39. Resultados de la simulación en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar. Escenario 01, Sector 01. Periodo de simulación 1995 al 2005 (no se considera arrojó de desmonte en este sector) - Fuente: DHN 2009.

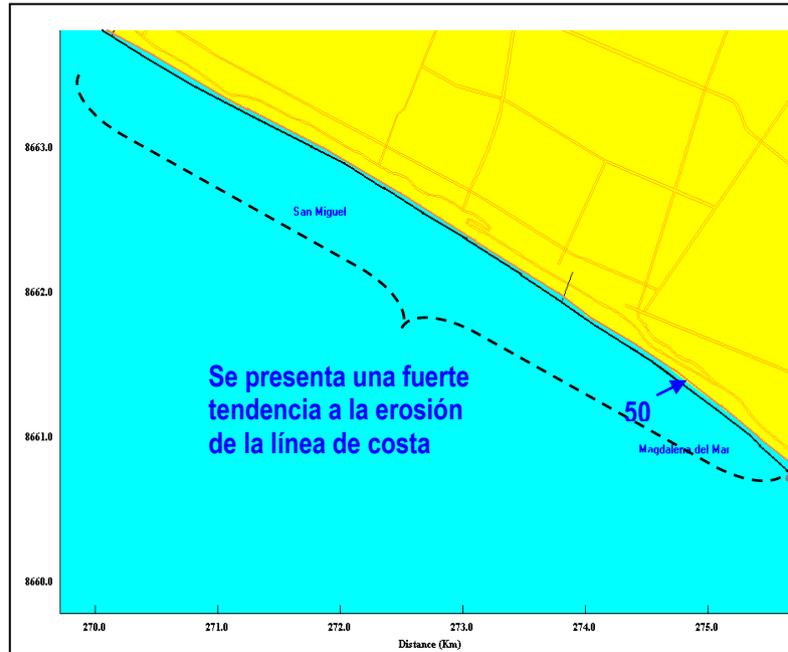


Figura N° 40. Considerando arrojó de desmonte desde el año 2005 al 2010. Escenario 01, Sector 01. Fuente: DHN 2009.

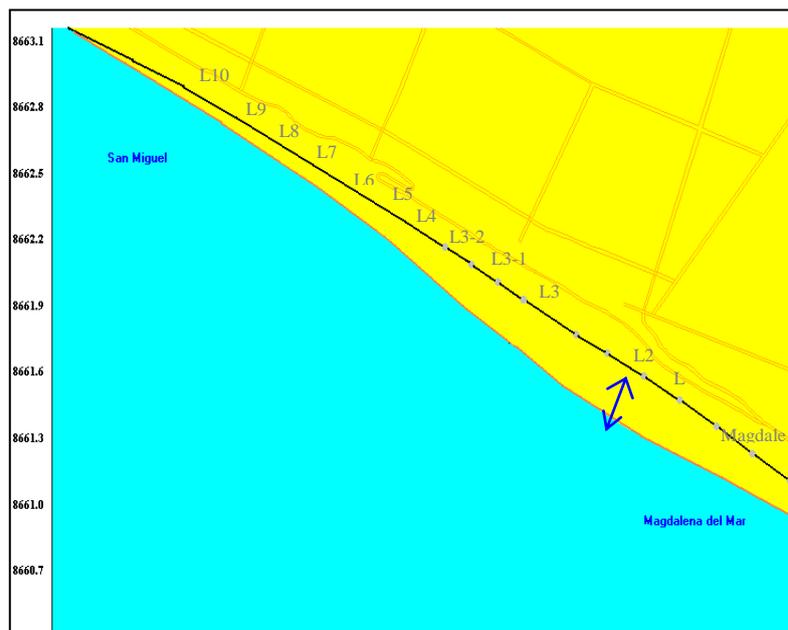
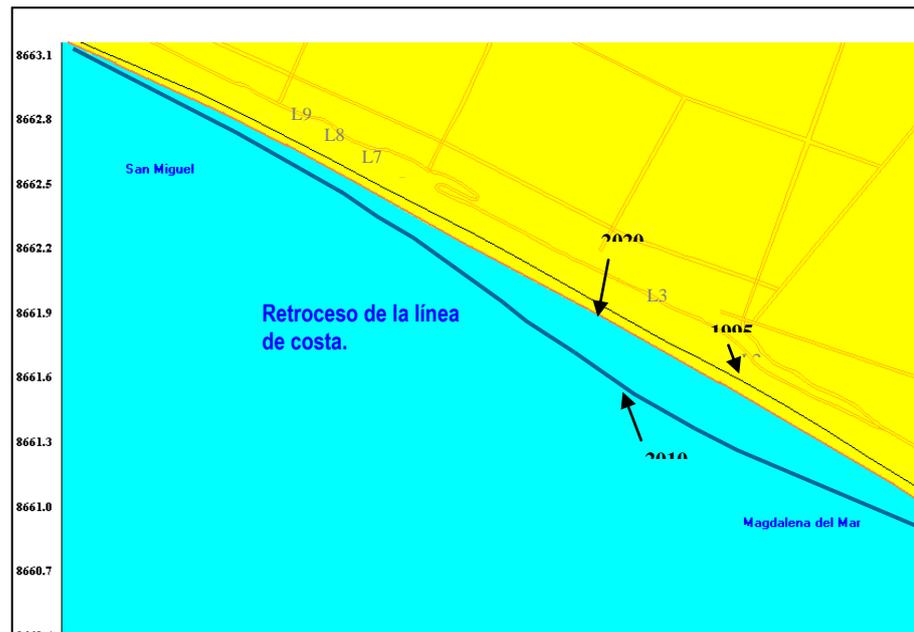


Figura N°41.  
Considerando como supuesto que se deje de arrojar desmonte desde el año 2011 al 2020. Escenario 01, Sector 01. Fuente: DHN 2009



De los resultados obtenidos en el escenario 01, se plantea el siguiente análisis:

**El Sector 1**, es el sector que ha presentado mayor variación de la línea de costa durante todo el periodo de simulación, debido a que en la actualidad, existe una fuente importante de ingreso de sedimentos, producto del arrojado de desmonte que se realiza en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar.

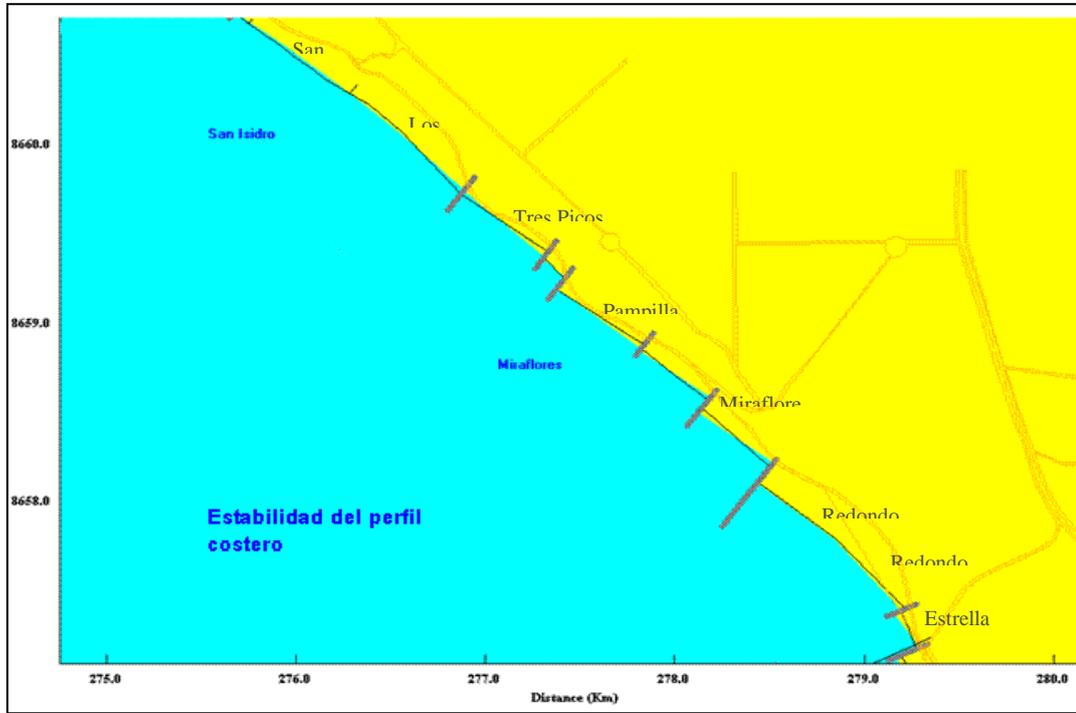
De esta manera, se observa que en el periodo de 1995 al 2005, periodo en el que no se ha considerado el arrojado de desmonte en la playa, la línea de costa muestra una tendencia general a la erosión, alcanzando una disminución de aproximadamente 50 m de ancho (figura N° 39). Esta condición, representa el proceso natural de evolución de la línea de Costa.

Durante el periodo de simulación de 2005 al 2010, se consideró el volumen de sedimentos que se viene arrojando en la bahía ( $220 \text{ m}^3/\text{año}$  por cada metro), obteniendo como resultado un ensanchamiento significativo de la línea de costa en este sector, alcanzando un ancho máximo de sedimentación de 200 m. Este ensanchamiento de la línea de costa, se viene presentando actualmente, en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar. Figura N° 40.

Durante el periodo de simulación 2011 al 2020, periodo en el que se ha considerado que supuestamente se deja de arrojar desmonte a la bahía, se observa que la línea de costa comienza a erosionarse considerablemente, hasta alcanzar un ancho de playa de aproximadamente 50 m, con respecto a la línea de costa inicial (año 1995). Se espera que con el transcurrir del tiempo se presente la condición de erosión, que se presentó en el periodo de simulación del año 1995 al 2005. Figura N° 41.

**Sector 02:**

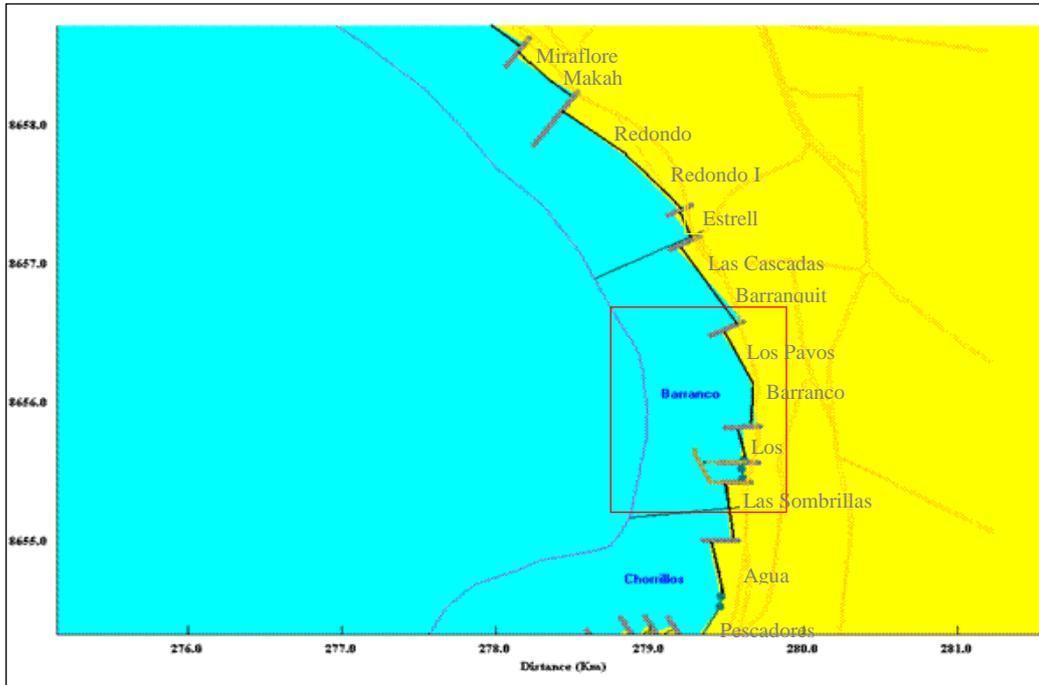
Figura N° 42.  
Resultados de la simulación en los distritos de San Isidro y Miraflores. Escenario 01, Sector 02.



Fuente: DHN 2009

**Sector 02** (figura N°42): Se caracteriza por ser el sector más estable de la zona de estudio, ya que al observar los resultados obtenidos, no se aprecian cambios significantes en el perfil de playa a pesar de la existencia de numerosas estructuras perpendiculares al mismo. Así mismo, se aprecia una tendencia al desplazamiento del sedimento hacia el norte de la bahía, lo que indica que en la zona adyacente norte de cada espigón, se presentará una tendencia a la erosión, mientras que en el lado sur, se presenta una tendencia a la sedimentación. Sin embargo, estos cambios en el perfil de costa no son significantes, estando dentro de la variabilidad estacional normal que sufre un perfil de playa.

Figura N°44. Resultados de la simulación específica de Barranco.  
Escenario 01, Sector 03.



**Sector 03:**

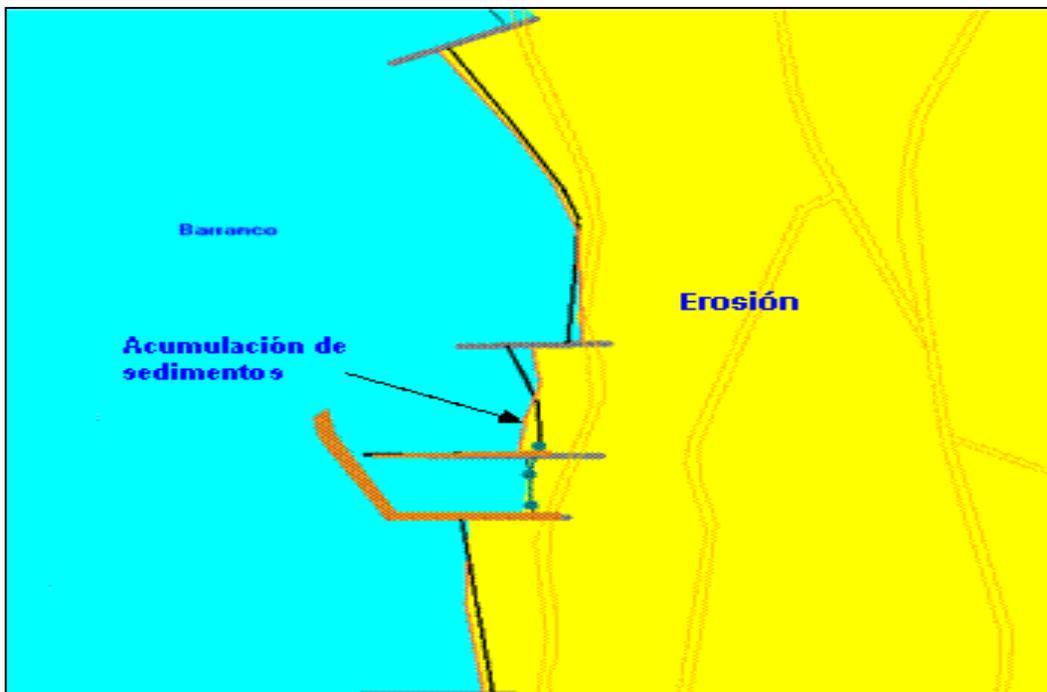


Figura N°45. Resultados de la modelación de los espigones del Club Regatas.  
Escenario 01, sector 03. Fuente: DHN 2009

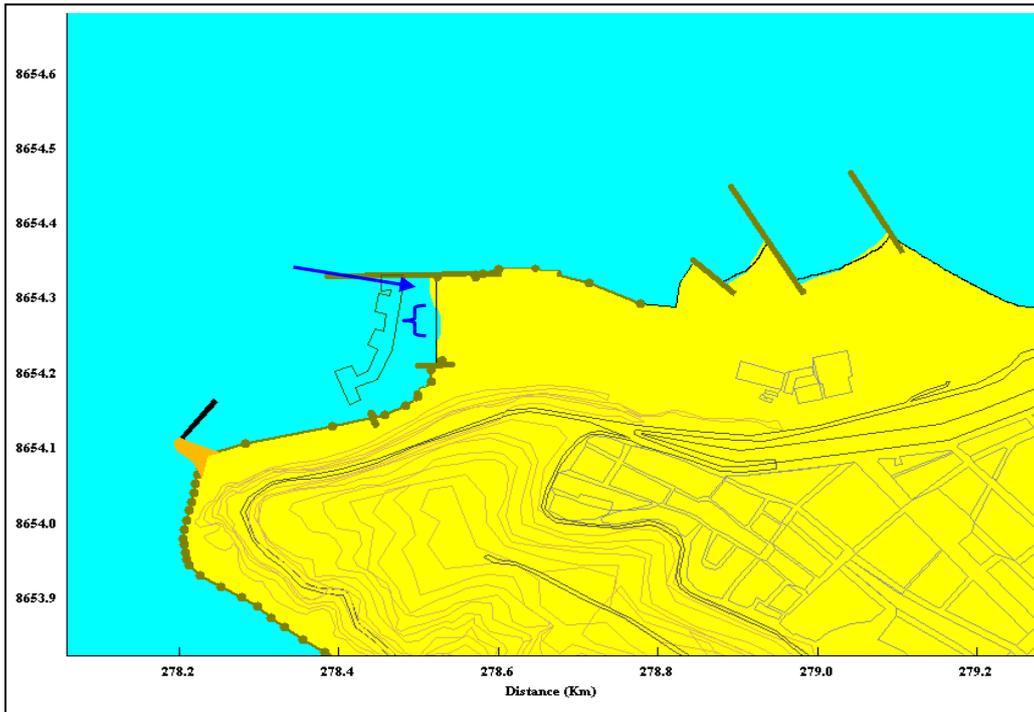
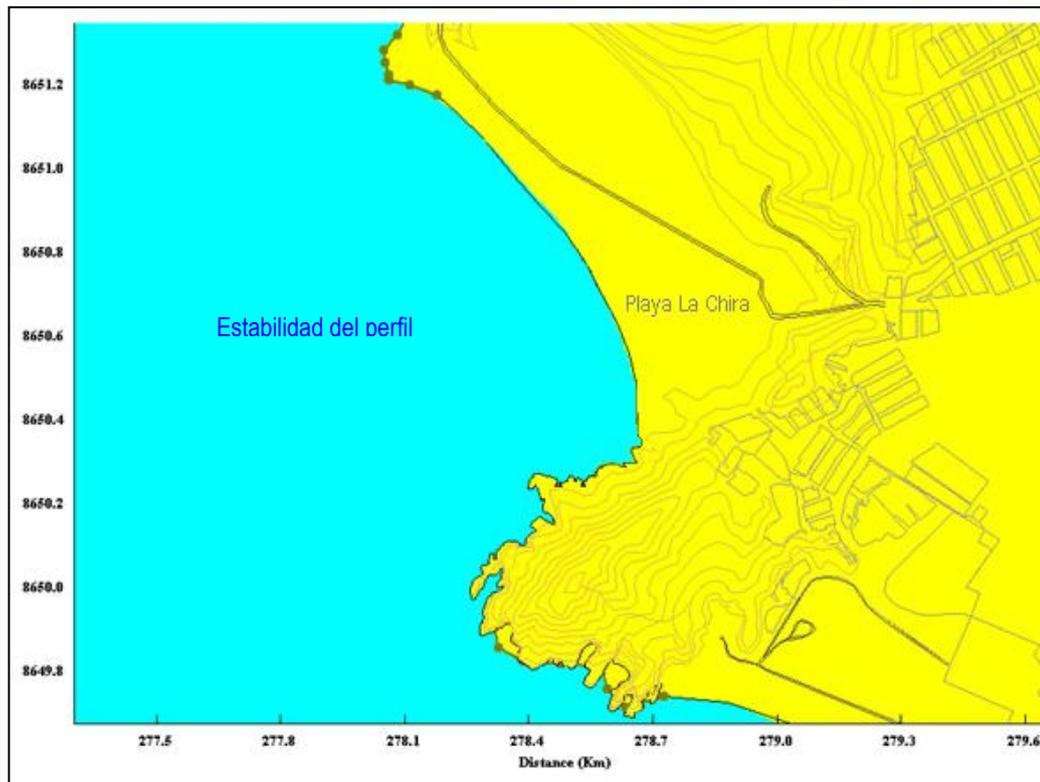


Figura N°46. Resultados de la modelación en la playa La Herradura.  
Escenario 01, sector 03.



Figura N° 47. Resultados de la modelación en la playa La Chira. Escenario 01, sector 03.



En el Sector 3 (figuras N°43 y 44) tampoco se presentan cambios significantes en el perfil de playa, condición que podría estar influenciada por la relativa baja intensidad de las olas y corrientes marinas, con respecto a los otros dos sectores descritos anteriormente.

En el caso particular de las instalaciones del Lima Marina Club (figura N° 45), se observa como esta estructura tiene un efecto de protección sobre la playa que se encuentra adyacente a esta, provocando una redistribución de sedimentos, lo que origina la sedimentación en esta playa (Los Yuyos).

En la figura N° 46, se observa una pequeña zona de erosión en la zona central de la playa 03 del Club Regatas, y un proceso de sedimentación en el extremo norte de dicha playa, mientras que en las zonas adyacentes, no se observan cambios relevantes y sólo estacionales, mostrando en general una línea de costa en equilibrio.

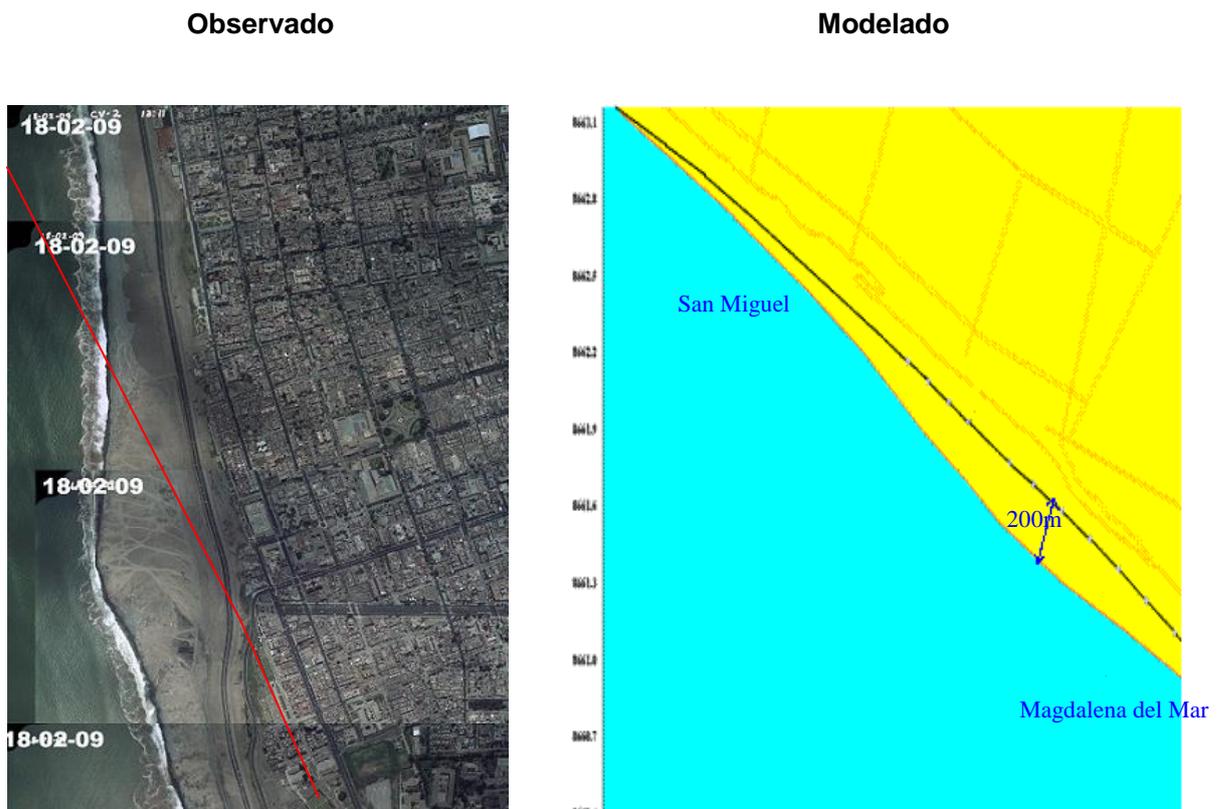
La playa La Herradura, presenta dos zonas de erosión en la zona norte y sur de dicha playa, producto de la fuerte intensidad de la ola en estos dos sectores, mientras que en la parte central muestra en general una zona de equilibrio.

La playa La Chira presenta una estabilidad del perfil costero, con pequeños cambios propio de las variaciones estacionales; es una playa que no ha sido afectada con procesos de erosión como la playa La Herradura, lo que demuestra que el problema se debe a que existe una obstrucción del paso del sedimento entre La Herradura y la Playa La Chira. Figura 47.

#### 4.5.6.4. Validación de los resultados

Los resultados del modelo han sido validados empleando imágenes aéreas proporcionadas por la APCV, así como, imágenes descargadas del Google Earth. Los resultados se presentan en las figuras N° 48 y 49.

Figura N° 48. Validación de resultados del modelo UNIBEST. Distritos de San Miguel y Magdalena.



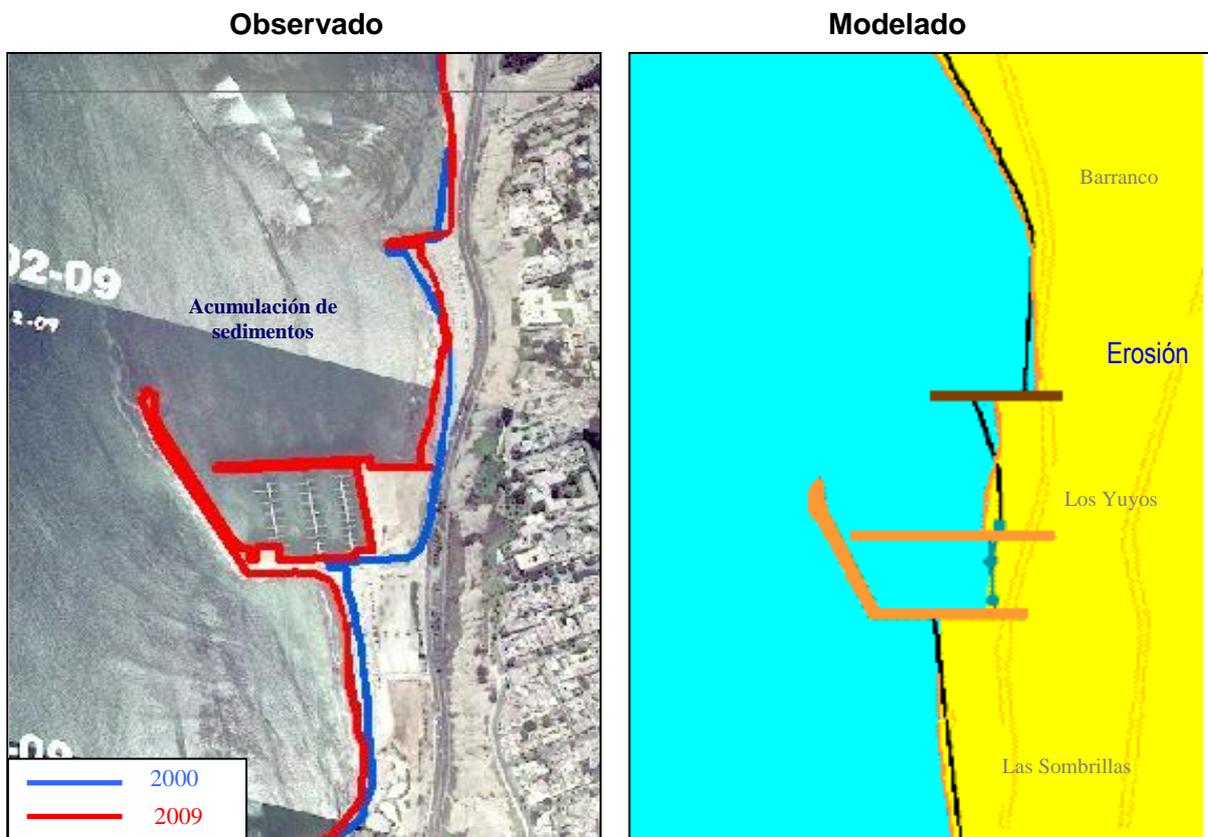


Figura Nº 49. Validación de resultados del modelo UNIBEST en las instalaciones de Lima Marina Club.

La validación mostrada en la figura 49, indica que el modelo está representando de manera adecuada, los procesos de erosión y sedimentación que se presentan en la zona de estudio, y como se observa en el distrito de San Miguel y Magdalena del Mar; la fotografía aérea muestra las evidencias del proceso de sedimentación de este sector de la bahía.

Por otro lado, se observa la similitud entre los resultados obtenidos con el modelo UNIBEST y los del análisis multitemporal realizados para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2009, donde se observa, como característica resaltante, la distribución del sedimento en la playa Los Yuyos.

#### Escenario 02:

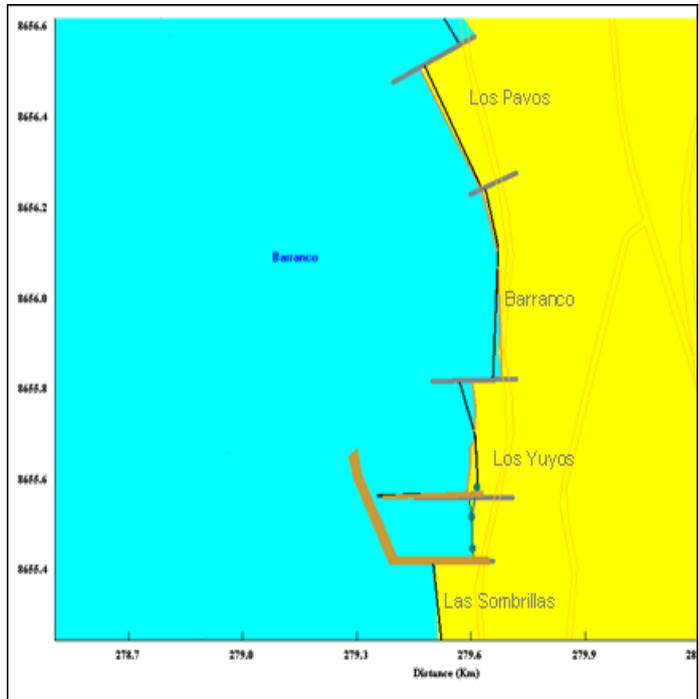
Los resultados de la modelación de olas mostrados en este escenario, indican que la inclusión del espigón de Rústica no tiene influencia en la propagación de las olas desde aguas profundas hasta la zona costera, ya que su principal función es de ensanchar playa y no de disminuir la energía del tren de olas incidente.

### Variación del perfil de playa

Figura N° 50. Modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 02. Periodo: 1995 al 2020.



Figura N°51. Detalle de la modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 02. Periodo: 1995 al 2020.



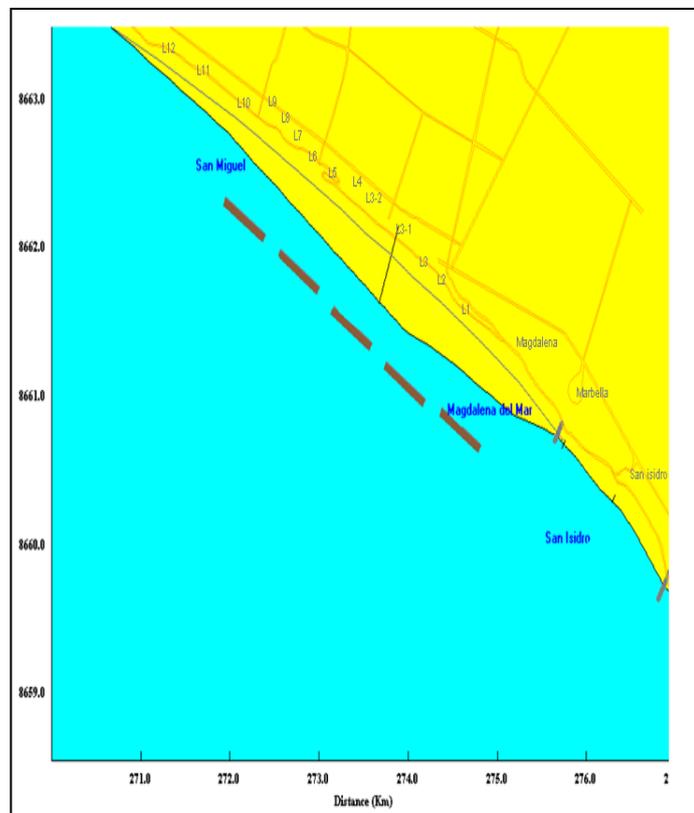
Los resultados obtenidos en las figuras N° 50 y 51 indican lo siguiente:

- Se observa un comportamiento similar a la evolución de la línea de costa con respecto al escenario 01. apreciándose que al final del periodo de simulación el perfil costero entra a un estado de equilibrio.
- Se aprecia una ligera sedimentación hacia el lado norte del espigón de Rústica, el mismo que alcanza un valor de aproximadamente 08 m.
- De esta manera, se observa que el espigón de Rústica, no ejercería influencia significativa sobre los cambios producidos en el perfil de playa por los alrededores de este espigón y menos aún en los sectores 01 y 03.

### Escenario 03:

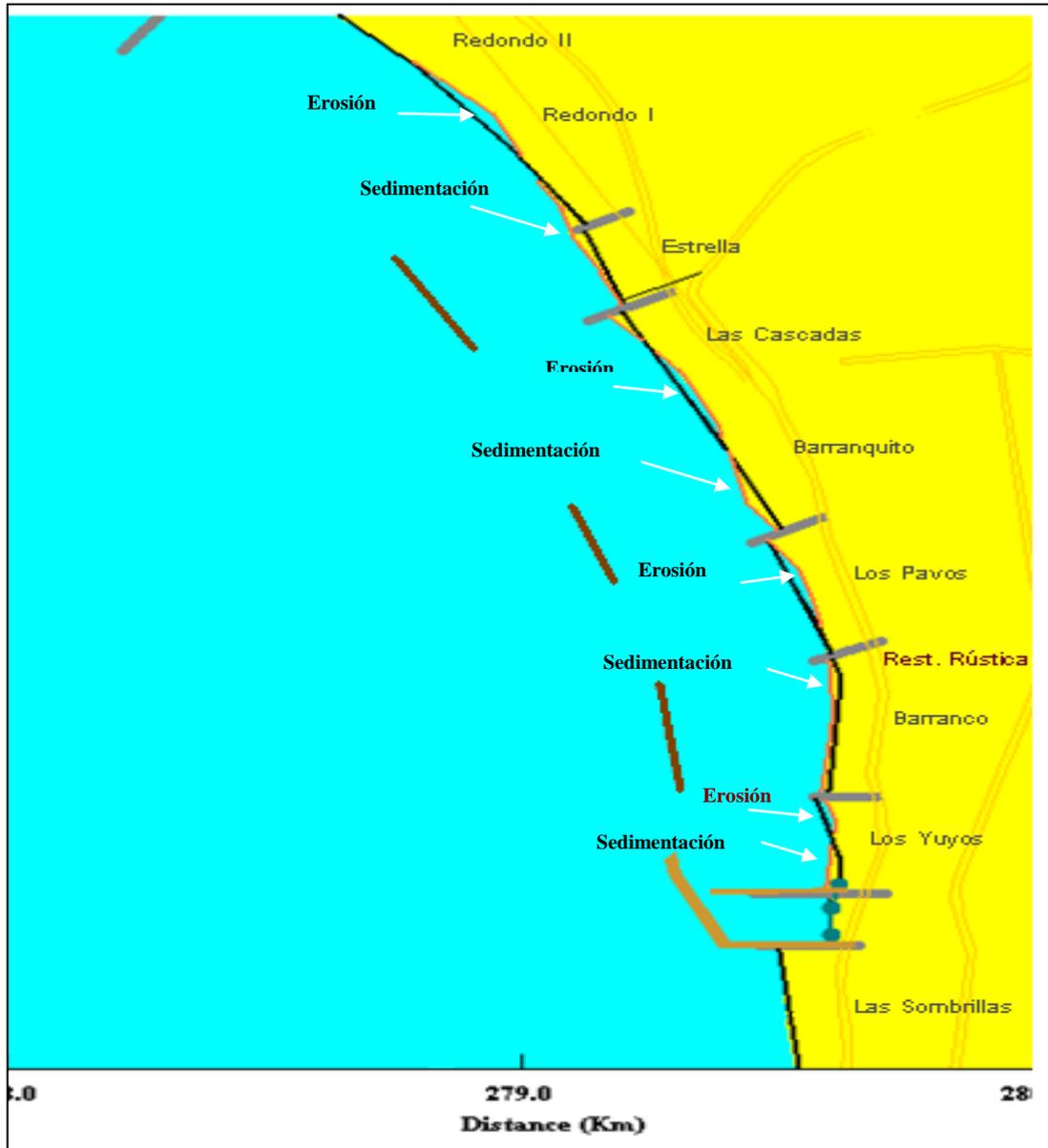
Caso 01: Variación del perfil de playa en los distritos de San Miguel y Magdalena

Figura N° 52. Modelación de la variación del perfil de playa en los distritos de San Miguel y Magdalena. Escenario 03. Periodo: 2010 al 2020.



## Caso 02: Variación del perfil de playa en Miraflores y Barranco

Figura N° 53.  
Modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 03. Periodo: 1995 al 2020.



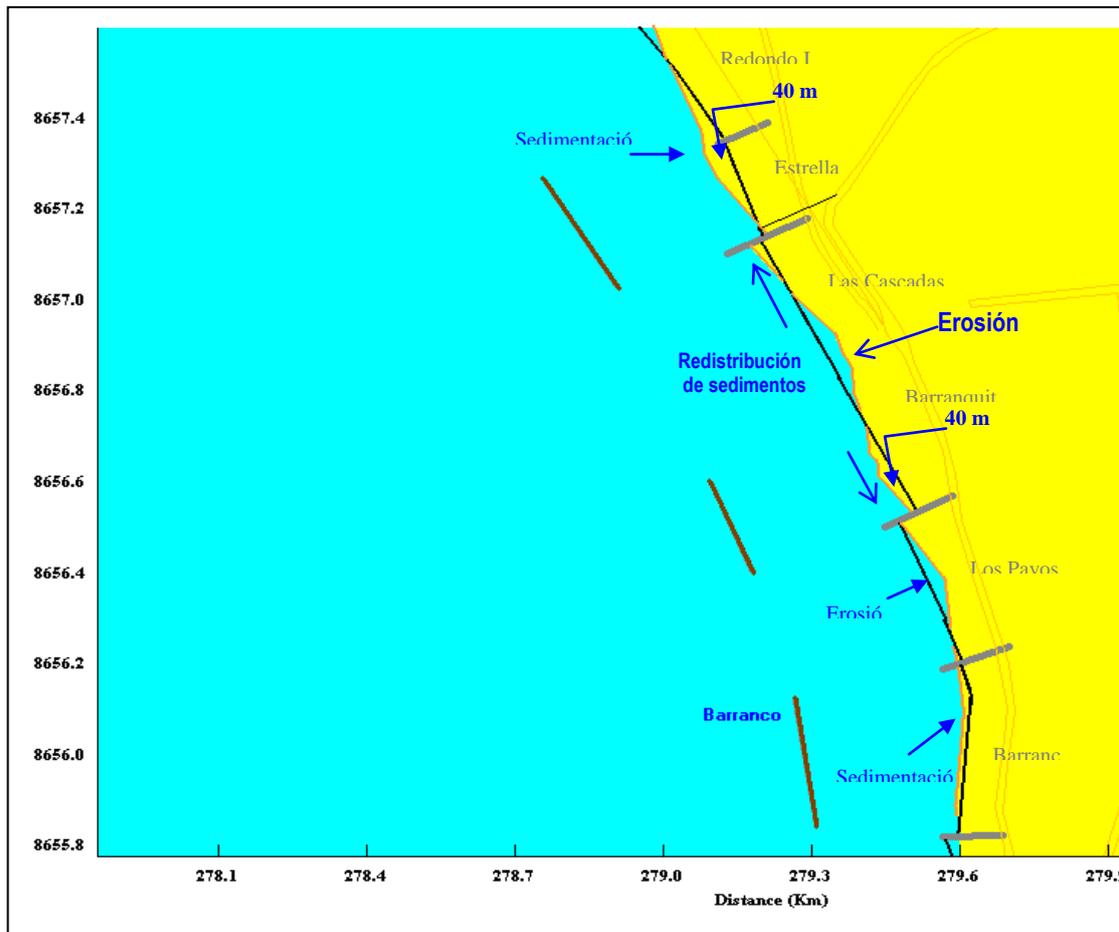


Figura N° 54. Detalle de la modelación de la variación del perfil de playa. Escenario 03. Periodo: 1995 al 2020.

Los resultados mostrados en las figuras N° 52 al 54, respecto a la variación de la línea de costa, indican lo siguiente:

- En el sector 01, playas de San Miguel y Magdalena, se observa que la inclusión de 05 rompeolas paralelos a costa muestran que es posible retener los procesos de erosión, y que eventualmente los terrenos ganados al mar por el arrojado de desmonte sufran sólo una redistribución, presentando una ondulación del litoral.
- En el sector 02 y 03, producto de la inclusión de 03 estructuras en parte de los distritos de Miraflores y Barranco y el ensanchamiento de las playas en aproximadamente 60 m, se presenta una redistribución de dichos sedimentos colocados artificialmente, en las playas Barranco, Barranquito y La Estrella, apreciándose la acumulación de sedimentos cercano a los espigones ubicados en estas playas. Así mismo, se observa en general, una redistribución del sedimento sin pérdidas relevantes de las áreas ganadas al mar.
- En la zona central de cada playa, se observa la presencia de un efecto de erosión costera, lo que indica que este sedimento que es removido, es acumulado muy cerca a los espigones. Este proceso de erosión se estima que no es significativo, debido a que después del periodo de simulación, la playa aún mantiene un ancho considerable con respecto a los escenarios anteriores.

#### 4.5.7 Problemática de los parámetros oceanográficos.

Las condiciones oceanográficas frente a la costa peruana responden fundamentalmente a los cambios estacionales e interanuales; así como, a eventos naturales como el Fenómeno El Niño, La Niña y los afloramientos costeros. Estos a su vez repercuten en el régimen hidrográfico, así como, en la presencia de los recursos hidrobiológicos, pelágicos (superficial) y bentónicos (fondo) y en los procesos biológicos asociados.

Frente a la costa central del Perú, particularmente en la Bahía Miraflores, la Dirección de Hidrografía y Navegación en 1993 realizó un estudio de la problemática de los parámetros oceanográficos y condiciones de la bahía donde se determinó las características del fondo superficial marino. Asimismo, en 1997, el Proyecto PROMAR, realizó un estudio en la bahía dirigido a conocer los efectos de los colectores Surco en Chorrillos y el Costanero en el distrito de San Miguel, considerados como las principales fuentes de contaminación de Lima.

Las aguas costeras frías fluyen frente al Callao y se caracterizan por temperaturas menores de 18°C, salinidad entre 34,9 a 35,05 ups, concentración de oxígeno menor a 5 ml/L y alto contenido de nutrientes, las cuales sufren serias alteraciones al mezclarse con las aguas continentales (de ríos y descargas domésticas).

El Decreto Supremo N°002-2008-MINAM de fecha 31/07/2008 emitió los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECAS), en el cual, en relación a la Categoría 2: "Actividades Marino Costeras", "Sub Categoría 3", "Otras Actividades (C3)", establecen los valores de concentración de las sustancias presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo para la salud de las personas ni para el medio ambiente, los resultados se pueden contrastar en el Cuadro N° 54.

El presente estudio se realizó finalizando la estación de primavera (Diciembre 2008) y Mayo – Otoño 2009 (iniciando el otoño). Cabe resaltar que la información de las características del agua del mar de diciembre 2008, no han sido representadas en un mismo gráfico que las mayo 2009, por ser de periodos estacionales distintos.

**Cuadro N° 56. Estándares de calidad ambiental para aguas-Perú.**

| Parámetro             | Unidades     | D.S. N° 002-2008-MINAM | OBSERVACIÓN   |
|-----------------------|--------------|------------------------|---------------|
| Temperatura           | Celsius      | *** Δ 3 °C             |               |
| pH                    | Unidad de pH | 6,8 – 8,5              |               |
| Oxígeno Disuelto      | mg/l         | ≥2,5                   | ≥1,7 ml/L     |
| Fosfatos              | mg/l         | 0,1                    | 3.23 ug-at/L* |
| Silicatos             | mg/l         | **                     |               |
| Nitritos              | mg/l         | -                      |               |
| Nitratos              | mg/l         | 0,3                    | 21,4 ug-at/L* |
| Sólidos Suspendidos T | mg/l         | 70                     |               |
| Salinidad             | UPS          |                        |               |

\*Equivalentes.

Fuente: DHN, 2009

Los resultados de las mediciones de los parámetros efectuados in situ, así como, los analizados en el laboratorio, entre las Playas La Chira y Villa se presentan a continuación en el Cuadro N° 55.

**Cuadro N° 57. Características del agua de mar entre las Playas La Chira y Villa al sur de Bahía Miraflores. Mayo 2009.**

| Distrito   | Playa                             | Sección Transversal | Estac.                         | Nivel | T (°) | PH   | (O <sub>2</sub> mg/L) | S (UPS) |      |         |
|------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------|-------|------|-----------------------|---------|------|---------|
| Chorrillos | La Chira                          | P17                 | T                              | S     | 19,30 | 7,49 | 7,18                  | 35,0580 |      |         |
|            |                                   |                     | A                              | S     | 20,50 | 7,43 | 4,13                  | 34,9844 |      |         |
|            |                                   |                     |                                | F     | 18,20 | 7,29 | 4,88                  | 34,9959 |      |         |
|            |                                   |                     | B                              | S     | 20,20 | 7,42 | 4,26                  | 34,9834 |      |         |
|            |                                   |                     |                                | F     | 16,60 | 7,29 | 3,68                  | 34,9592 |      |         |
|            |                                   |                     | C                              | S     | 19,50 | 7,63 | 3,64                  | 34,9886 |      |         |
|            |                                   |                     |                                | F     | 15,50 | 7,58 | 2,43                  | 35,0448 |      |         |
|            |                                   |                     | D                              | S     | 20,00 | 7,83 | 3,48                  | 34,9191 |      |         |
|            |                                   |                     |                                | F     | 15,50 | 7,50 | 1,79                  | 35,0933 |      |         |
|            |                                   |                     | Playa Villa (frente a SEDAPAL) | P18   | T     | S    | 16,20                 | 7,35    | 7,99 | 34,7552 |
|            |                                   |                     |                                |       | A     | S    | 16,50                 | 7,52    | 5,85 | 34,8200 |
|            |                                   |                     |                                |       |       | F    | 15,40                 | -       | 3,01 | 34,8300 |
|            | B                                 | S                   |                                |       | 16,60 | 7,63 | 4,09                  | 34,9809 |      |         |
|            |                                   | F                   |                                |       | 15,00 | 7,50 | 2,13                  | 35,0884 |      |         |
|            | C                                 | S                   |                                |       | 17,20 | 7,66 | 3,65                  | 34,9753 |      |         |
|            |                                   | F                   |                                |       | 14,80 | 7,55 | 2,00                  | 35,0705 |      |         |
|            | D                                 | S                   |                                |       | 17,20 | 7,73 | 4,70                  | 34,9268 |      |         |
|            |                                   | F                   |                                |       | 14,80 | 7,55 | 2,29                  | 35,0853 |      |         |
|            | Playa Villa (frente a Club Villa) | P19                 |                                |       | T     | S    | 16,10                 | 7,34    | 7,60 | 34,9873 |
|            |                                   |                     |                                |       | A     | S    | 16,40                 | 7,63    | 5,77 | 34,8300 |
|            |                                   |                     |                                |       |       | F    | 15,90                 | 7,59    | 3,01 | 34,8600 |
|            |                                   |                     | B                              | S     | 17,50 | 7,85 | 4,86                  | 34,7938 |      |         |
|            |                                   |                     |                                | F     | 14,90 | 7,60 | 2,73                  | 35,1097 |      |         |
|            |                                   |                     | C                              | S     | 17,40 | 7,85 | 2,13                  | 34,8615 |      |         |
| F          |                                   |                     |                                | 14,70 | 7,58  | 2,31 | 35,0804               |         |      |         |
| D          |                                   |                     | S                              | 17,20 | 7,80  | 2,19 | 34,7123               |         |      |         |
|            |                                   |                     | F                              | 14,90 | 7,55  | 1,75 | 35,0815               |         |      |         |

Fuente: DHN, 2009

### Potencial de Hidrogeno (PH)

El potencial de hidrógeno (PH) en la superficie del agua de mar registró un promedio de 7,89 con una fluctuación entre 8,28 y 7,37. Los valores entre 7,9 y 8 predominaron en el área; mientras que los valores más bajos se localizaron en la transectas 1, 5 y 3. Figura N° 55.

En el fondo del mar el PH presentó valores menores con respecto a la superficie, con un promedio de 7,50 y una variación entre 8,04 y 7,31. A inversa de la capa superficial los valores 7,5 predominaron en el área. Figura N° 56.

Al sur de la bahía, en Mayo 2009 el PH en la superficie del agua de mar, presentó un promedio de 7,61 con una variación entre 7,85 y 7,34. En el fondo, el PH varió entre 7,60 y 7,29 con un promedio de 7,51. Los valores registrados se encuentran por debajo del rango promedio para el medio marino que varía entre 7,8 y 8,4.

Figura N° 55.  
PH en  
superficie.  
Diciembre  
2008. Fuente:  
DHN, 2008

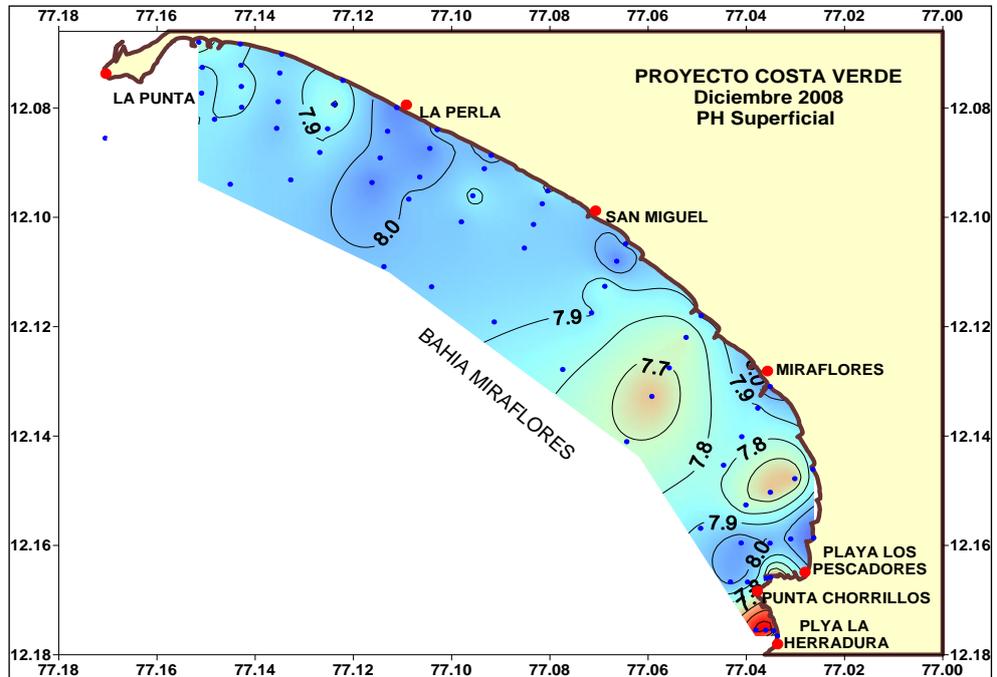
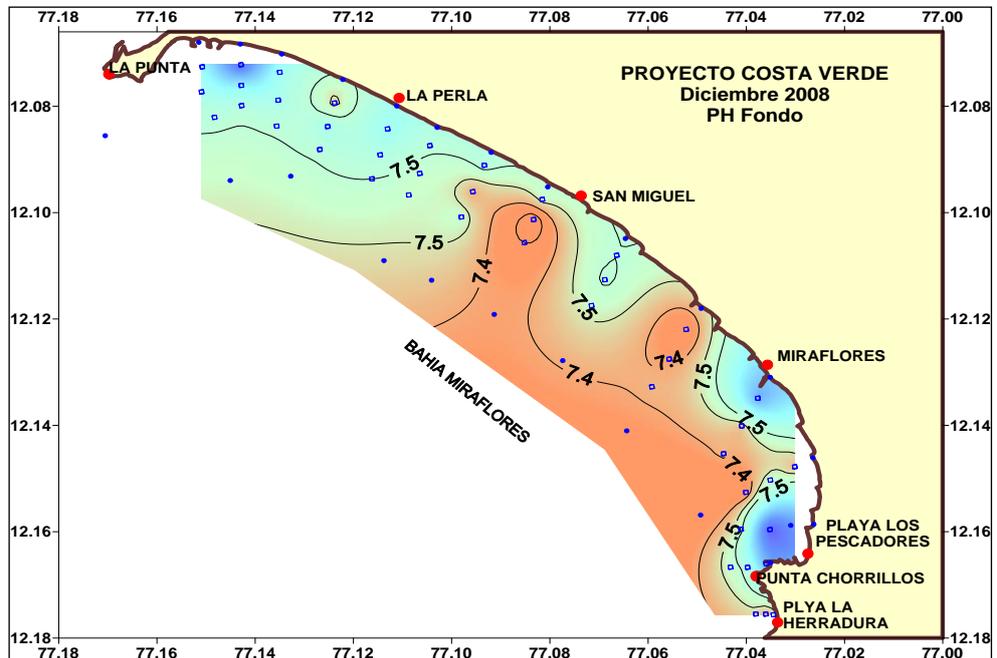


Figura N° 56.  
PH en fondo.  
Diciembre  
2008  
Fuente: DHN,  
2008.



El PH en el agua de mar regularmente varía entre 7,8 y 8,4; sin embargo, en el área de estudio hay una tendencia hacia los valores bajos, inclusive menores al límite inferior lo cual requiere de un seguimiento y su correlación con otras variables.

## Oxígeno

El oxígeno disuelto en la superficie del agua de mar presentó un promedio de 6,844 mg/L con valores que fluctuaron entre 10,108 y 2,432 mg/L. Como se observa en la figura 65, en casi toda el área predominaron concentraciones entre 5,0 y 8,0 mg/L, formando núcleos en toda la bahía. Figura N° 57.

En el fondo (figura N° 58), el oxígeno disuelto presentó una significativa disminución con un promedio de 3,154 mg/L con valores que fluctuaron entre 8,746 y 0,350 mg/L; registrando la mayor concentración en la estación P3A frente a la playa Agua Dulce y la menor concentración frente en la estación P1C frente a la playa La Herradura. En la figura N° 119, se puede observar la distribución de los niveles de oxígeno que indica valores bajos con tendencia a la anoxia.

Entre las playas La Chira y Villa el oxígeno a nivel de superficie presentó un promedio de 4,77 mg/L con una fluctuación entre 2,13 y 7,99 mg/L. y en el fondo un promedio de 2,67 mg/L con una fluctuación entre 1,75 y 4,88 mg/L.

La presencia de oxígeno disuelto en la bahía Miraflores es mayor que las de frente a Callao, donde el oxígeno de las aguas subsuperficiales costeras son deficientes prácticamente todo el año, debido a la presencia de aguas de la zona mínima de oxígeno (ZMO).

Figura N° 57.  
Oxígeno superficial.  
Diciembre 2008

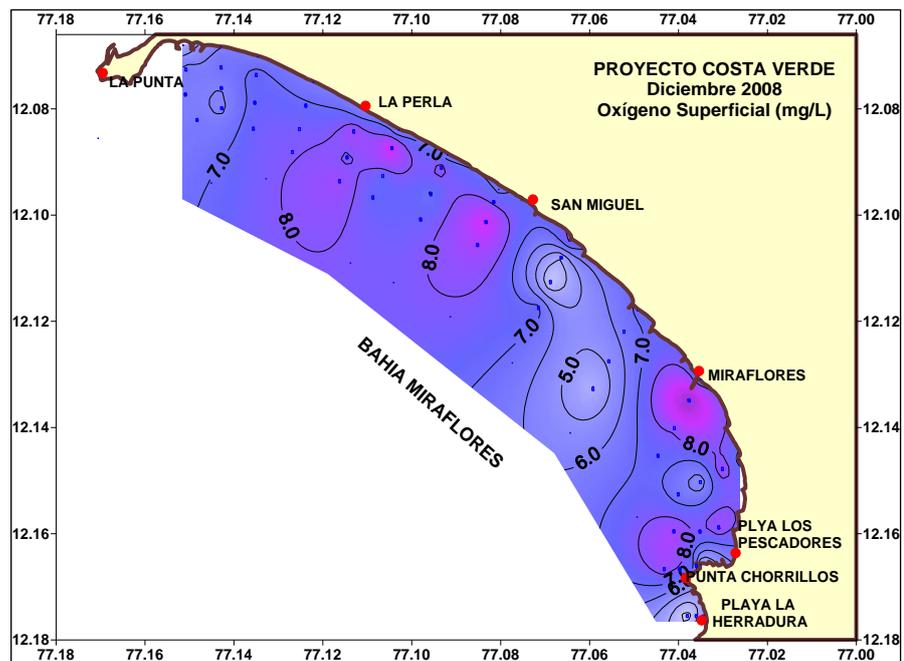
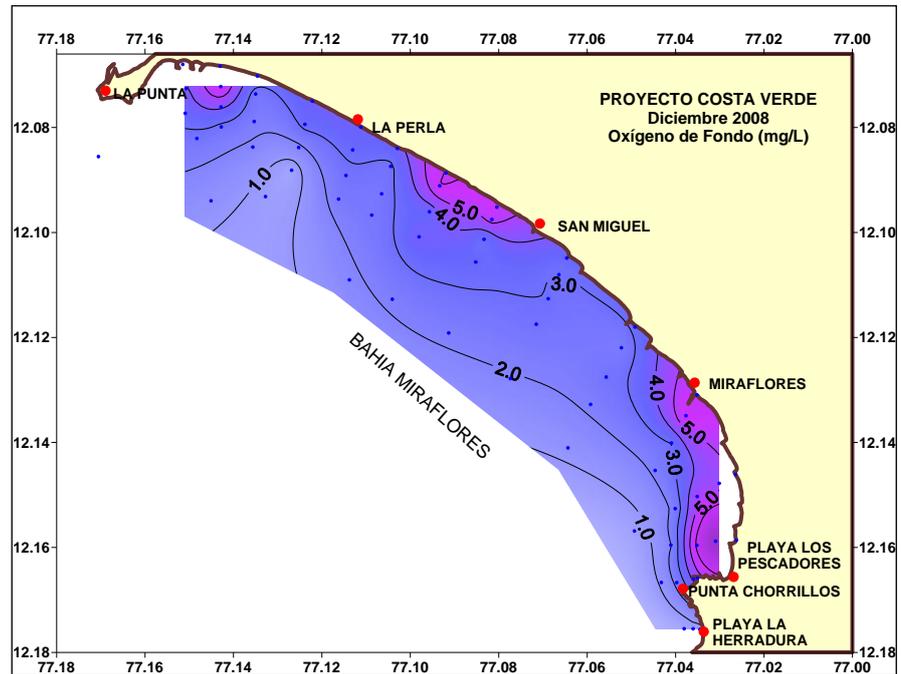


Figura N° 58. Oxígeno de fondo. Diciembre 2008



### Sedimentos en suspensión

Como se presenta en el Cuadro N° 65, la concentración de sólidos o sedimentos en suspensión en la capa superficial del agua de mar en el área de estudio, registraron valores entre 138 mg/L y 483 mg/L. El mayor valor se registró en la estación P3C (frente a la playa Agua Dulce; y el menor valor en la estación P4T (frente a la playa Los Pavos).

Al respecto, la norma legal vigente (Estándar de Calidad Ambiental para Aguas - ECAS), en este caso para ambiente marino clasificado como "otras actividades", establece 70 mg/L como concentración máxima de sedimentos en suspensión; en tal sentido, la concentración de sedimentos en suspensión registrados en el área de estudio sobrepasa la norma indicada.

**Cuadro N° 58.**  
**Concentración de sedimentos en suspensión en el agua de mar.**  
**Diciembre 2008**

| DISTRITO   | PLAYA                           | SECCIÓN       | EST. | S.S.<br>(mg/L) |     |
|------------|---------------------------------|---------------|------|----------------|-----|
| CHORRILLOS | Villa                           | P17           | T    | 177            |     |
|            |                                 |               | A    | 165            |     |
|            |                                 |               | B    | 149            |     |
|            |                                 |               | C    | 171            |     |
|            |                                 | P18           | D    | 174            |     |
|            |                                 |               | T    | 174            |     |
|            |                                 |               | A    | 160            |     |
|            |                                 |               | B    | 138            |     |
|            | La Chira                        | P16           | C    | 159            |     |
|            |                                 |               | D    | 160            |     |
|            |                                 |               | T    | 159            |     |
|            |                                 |               | A    | 161            |     |
|            | La Herradura                    | P1            | B    | 128            |     |
|            |                                 |               | C    | 219            |     |
|            |                                 |               | D    | 158            |     |
|            | Pescadores                      | P2            | T    | 190            |     |
|            |                                 |               | A    | 181            |     |
|            |                                 |               | B    | 200            |     |
| Agua Dulce | P3                              | C             | 212  |                |     |
|            |                                 | T             | 182  |                |     |
|            |                                 | A             | 196  |                |     |
| BARRANCO   | Barranquito                     | P4            | B    | 154            |     |
|            |                                 |               | C    | 160            |     |
|            |                                 |               | T    | 259            |     |
| MIRAFLORES | Waikiki                         | P5            | A    | 236            |     |
|            |                                 |               | B    | 214            |     |
|            |                                 |               | C    | 263            |     |
|            | Malecón de la Marina Miraflores | P6            | T    | 390            |     |
|            |                                 |               | A    | 362            |     |
|            |                                 |               | B    | 214            |     |
|            |                                 |               | C    | 312            |     |
|            | SAN ISIDRO                      | Pera del Amor | P7   | T              | 138 |
|            |                                 |               |      | A              | 156 |
|            |                                 |               |      | B              | 163 |
| C          |                                 |               |      | 191            |     |
| MAGDALENA  |                                 | Marbella      | P8   | T              | 216 |
|            |                                 |               |      | A              | 283 |
|            |                                 |               |      | B              | 214 |
|            |                                 |               |      | C              | 263 |
| SAN MIGUEL |                                 | Grande        | P9   | T              | 390 |
|            |                                 |               |      | A              | 362 |
|            |                                 |               |      | B              | 214 |
|            |                                 | Grande        | P10  | C              | 312 |
|            |                                 |               |      | T              | 190 |
|            |                                 |               |      | A              | 181 |
| Grande     |                                 | P11           | B    | 200            |     |
|            | C                               |               | 212  |                |     |
|            | T                               |               | 182  |                |     |
| LA PERLA   | Grande                          | P12           | A    | 196            |     |
|            |                                 |               | B    | 154            |     |
|            |                                 |               | C    | 160            |     |
|            | Mar Brava                       | P13           | T    | 259            |     |
|            |                                 |               | A    | 236            |     |
|            |                                 |               | B    | 215            |     |
|            | Mar Brava                       | P14           | C    | 483            |     |
|            |                                 |               | T    | 138            |     |
|            |                                 |               | A    | 156            |     |
| Carpayo    | P15                             | B             | 163  |                |     |
|            |                                 | C             | 191  |                |     |
|            |                                 | T             | 216  |                |     |

La distribución de las concentraciones de los sedimentos en suspensión en la superficie del agua de mar se presenta en la figura N° 58 en la cual se observa que el sedimento se encuentra ampliamente disperso en toda el área, visualizados las mayores concentraciones como manchas parduzcas de aspecto turbio, excepto, en las zonas desde el espigón de la Rosa Náutica hacia el sur de la bahía. Esta dispersión se debe principalmente a la activa dinámica de la zona que mantiene en suspensión los materiales finos como arcillas y limos provenientes de la disposición de materiales en la zona de playa.

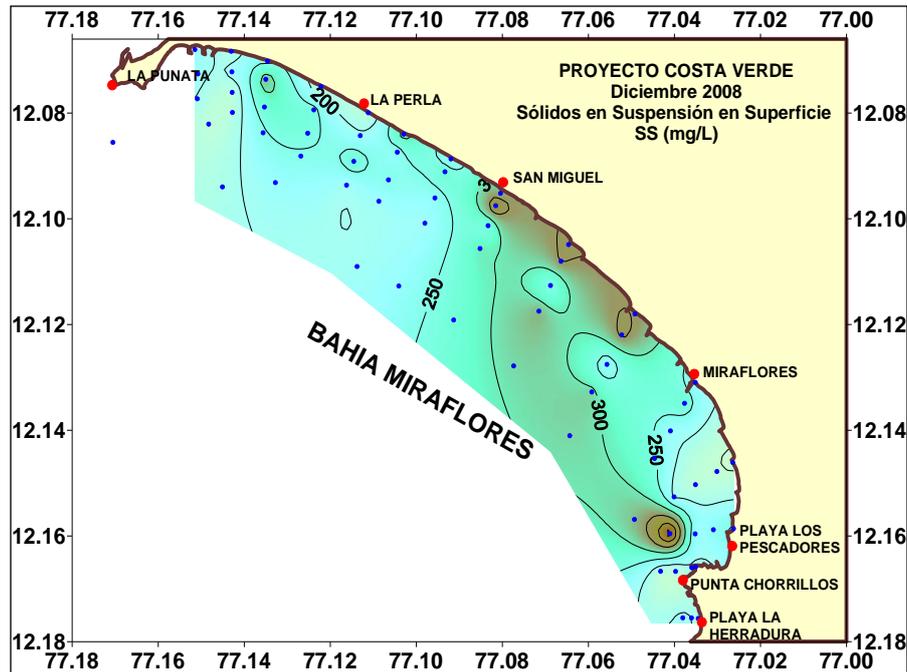


Figura N° 58. Sólidos en suspensión en la superficie del agua de mar.

Igualmente, en el fondo marino la concentración de sólidos en suspensión registró magnitudes similares, manteniendo la misma tendencia de la capa superficial. Como se observa en las figuras N° 58 y 59, estas estuvieron distribuidas casi en toda el área acentuándose hacia las zonas central y norte de las bahías muy próximas a costa, comprendidas entre los distritos de Magdalena y San Miguel.

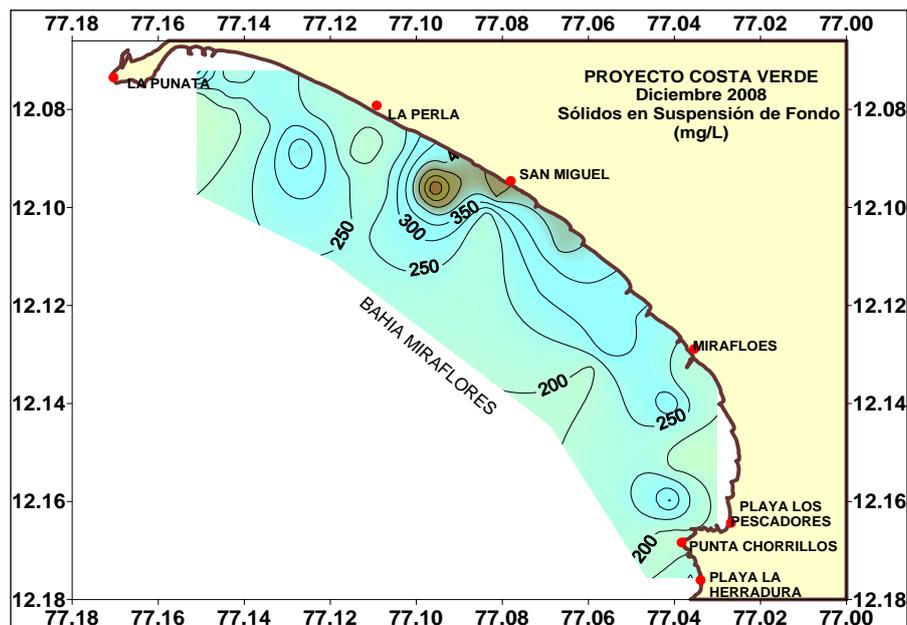


Figura N° 59. Distribución de los sólidos en suspensión en fondo del área de estudio.

Las elevadas concentraciones de los sedimentos en suspensión están asociadas a la disposición de residuos sólidos en el área de estudio, particularmente los denominados "desmorte" en la línea de playa; situación que afecta la estética de la playa, así como el normal desarrollo de los procesos fotosintéticos.

Adicionalmente en las secciones comprendidas del tramo la Chira hasta Villa la concentración de los sólidos en suspensión presenta valores en promedio ligeramente más bajos que en toda la bahía.

Es importante resaltar, que los materiales que se disponen en la playa debido a la dinámica marina, no solamente son trasladados hacia el norte, particularmente los materiales finos como limos y arcillas como se observa en la figura N° 122.

### Distribución vertical

En la columna de agua los sedimentos en suspensión se encontraron distribuidos indistintamente dependiendo de la ubicación de la playa y de las influencias de las actividades realizadas en esta, particularmente las disposiciones de sedimento (desmontes), en las figuras N° 60 y 61, correspondientes a los perfiles o secciones transversales frente a la playa Agua Dulce y frente a la playa Mar Brava, respectivamente; puede observarse un asentamiento en el fondo del sedimento con registros de concentraciones del orden de 300 a 600 mg/L.

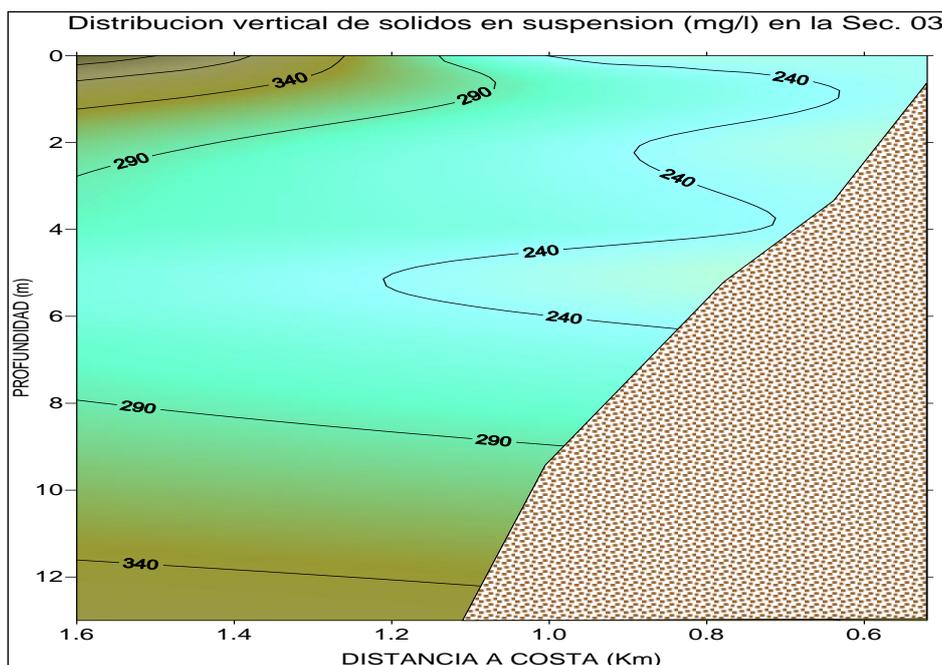
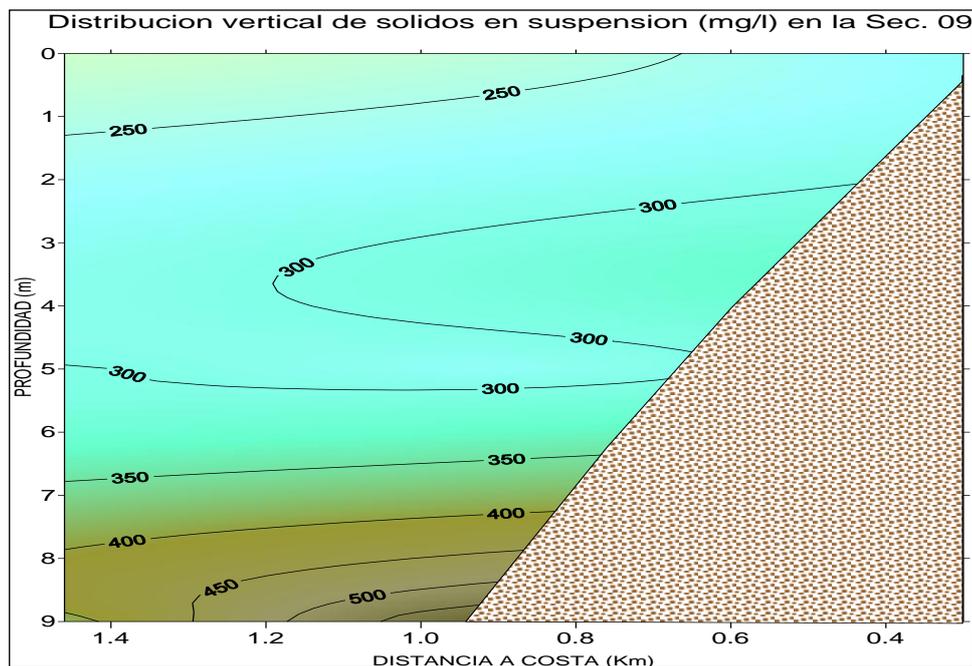


Figura N° 60. Distribución de los sólidos en suspensión frente a playa Agua Dulce.  
Fuente: DHN 2009



**Figura N° 61. Distribución de los sólidos en suspensión frente a playa Mar Brava**  
 Fuente: DHN 2009

En el cuadro N° 57, se presentan las concentraciones de sólidos o sedimentos en suspensión (SS) en la columna de agua de mar y correspondiente a su distribución vertical (Figuras N° 62, 63 y 64) en el área de estudio, correspondientes a las tres transectas ubicadas frente a las playas La Chira y Villa.

**Cuadro N° 59. Sedimentos en suspensión en columna de agua en transectas frente a playas La Chira y Villa. Mayo 2009.**

| Transecta 16 |           | Transecta 17 |           | Transecta 18 |           |
|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Estación     | SS (mg/L) | Estación     | SS (mg/L) | Estación     | SS (mg/L) |
| P16T         | 159       | P17T         | 177       | P18T         | 174       |
| P16A0m       | 161       | P17A 0m      | 165       | P18A         | 160       |
| P16B 0m      | 128       | P17B 0m      | 149       | P18B 0m      | 138       |
| P16C 0m      | 219       | P17C 0m      | 171       | P18C 0m      | 159       |
| P16D 0m      | 158       | P17D 0m      | 174       | P18D 0m      | 160       |

En la transecta frente a la playa La Chira (estaciones P16T, P16A, P16B, P16C, P16D) se encontraron valores entre 219 y 115 mg/L, con un promedio de 156 mg/L. (cuadro N° 57 y figura N° 62). En esta zona se registraron los valores más elevados con respecto a las otras dos transectas, es decir las ubicadas en la playa Villa; y puede estar influenciada por la presencia del colector La Chira que tiende a retener en suspensión la arena fina o limo.

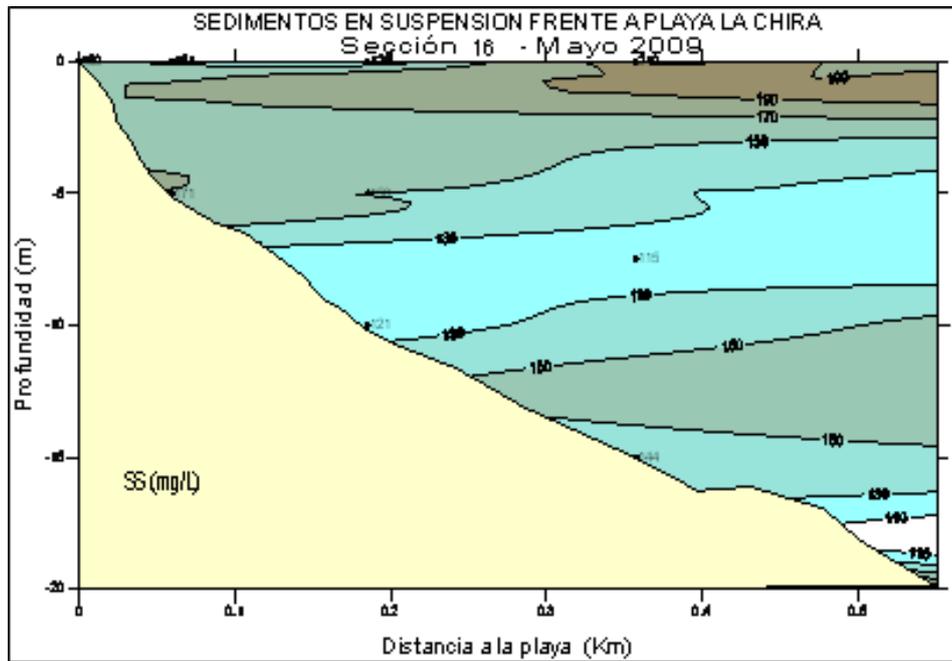


Figura Nº 62. Distribución de sólidos en suspensión en superficie. Transecta 16  
Fuente: DHN 2009

En la transecta frente a playa Villa (estaciones P17T, P17A, P17B, P17C, P17D) las concentraciones de sedimentos en suspensión registraron valores entre 136 mg/L y 177 mg/L, con un promedio de 157 mg/L (figura Nº 63).

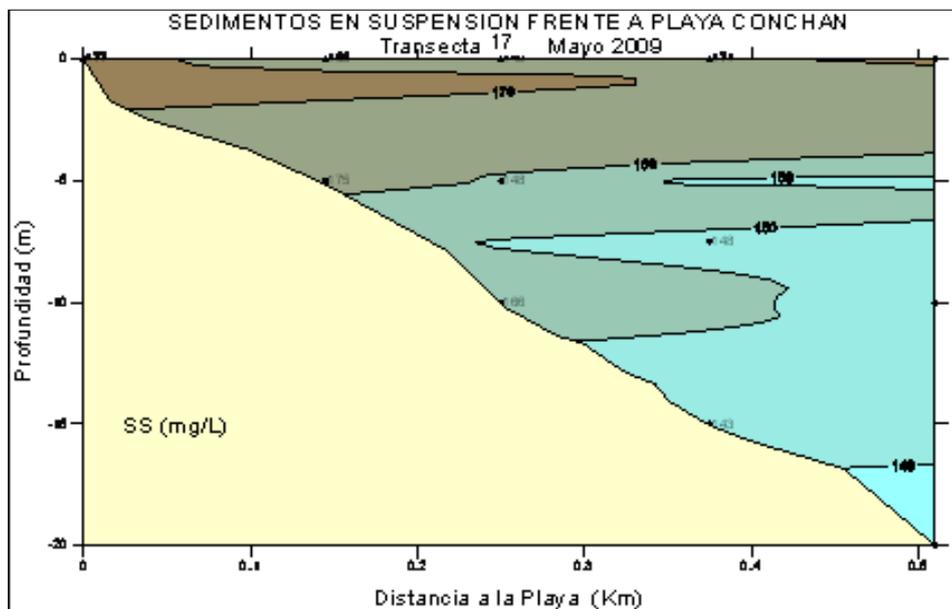


Figura Nº 63. Distribución de los sólidos en suspensión en superficie Transecta 17.  
Fuente: DHN 2009.

En la transecta frente a playa Villa (estaciones P18T, P18A, P18B, P18C, P18D) se encontraron valores entre 132 mg/L y 174 mg/L, con un promedio de 157 mg/L (Figura N° 64).

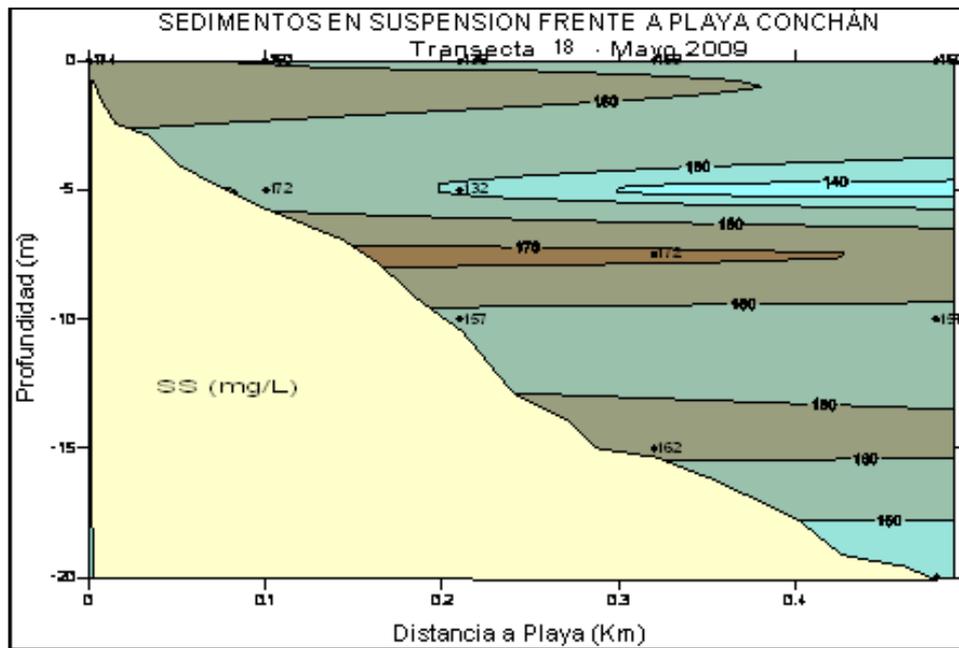


Figura N° 64. Distribución de los sólidos en suspensión. Transecta 18  
Fuente: DHN 2009.

Al respecto, la norma legal vigente (Estándar de Calidad Ambiental para Aguas - ECAS), para ambiente marino clasificado como "otras actividades", establece como máximo 50 mg/L; por tanto las concentraciones de sedimentos en suspensión encontrados en el área de Estudio sobrepasan la norma indicada.

La distribución de los sedimentos en suspensión en las figuras anteriores indica la dispersión en la columna de agua, donde se puede observar que las manchas parduzcas corresponden a los mayores valores o concentraciones del sedimento en suspensión.

## Conclusiones

### a. Geomorfología Costera

#### i. Batimetría y Perfil de costa

- Se ha observado un ensanchamiento de costa en los distritos de San Miguel y Magdalena, alcanzando un incremento máximo de aproximadamente 350 m, producto del arrojado de desmante en la zona.
- En otros sectores de la bahía, se observa un proceso gradual poco perceptible de una mayor tasa de erosión, lo que permite destacar la pérdida de arena en algunas playas.

#### b. Sedimento del fondo superficial marino Granulometría del fondo superficial

- El sedimento del fondo superficial marino del área de estudio está constituido principalmente por material arenoso y en menor porcentaje por material rocoso y material gravoso.
- Parte del desmante arrojado en playa constituye el terreno ganado al mar, la otra parte es redistribuido por la dinámica marina, en el fondo los materiales gruesos

(arena, grava, etc.) y en suspensión los finos (limo, arcilla) siendo luego transportado a la zona norte (bahía Callao).

#### **c. Diámetro D50 y D90 del fondo marino y playa**

Entre las Playas Carpayo y La Herradura el tamaño de las partículas que conforman el sedimento, que pasan el 50% (D50) y el 90% (D90) están constituidos por materiales cuyas magnitudes están comprendidas entre 0.08 y 170 milímetros, los primeros corresponden a partículas finas como limos (localizados a partir de 1 km de la playa y hacia el norte) y los últimos a materiales gruesos como gravas y canto rodado (próximos a las estaciones cercanas a la línea de costa y hacia el sur). Entre las playas La Chira y Villa, el D50 presentó un promedio de 0.384 mm; y el D90 un promedio de 0.783 mm.

#### **d. Dinámica Marina Costera**

##### **i. Olas**

La altura y energía de las olas, en la bahía de Miraflores, son menores de sur a norte, por lo que los distritos de Chorrillos y Barranco son los más protegidos de la dinámica marina reinante mar afuera, luego le siguen los distritos de Miraflores y San Isidro y finalmente los distritos de Magdalena y San Miguel.

Las olas de mayor dominancia en la zona son las que proceden del suroeste y luego las del sur; las olas del noroeste no tienen relevancia, ya que la bahía de Miraflores se encuentra protegida de ese oleaje por la isla San Lorenzo y la península de La Punta.

##### **ii. Mareas**

Las mareas tienen amplitudes medias de 0,54 m, mientras que durante las mareas de sicigias alcanzan amplitudes de hasta 0,97 m. Se resalta el hecho de que son evidentes los incrementos del nivel del mar frente a las costas del Perú por efectos del calentamiento global, y estos incrementos están a razón de aproximadamente 1,39 mm/año.

##### **iii. Corrientes**

Las corrientes muestran un patrón de circulación diferenciado en las etapas de marea ascendente y descendente, donde se observa que durante esta última etapa, las direcciones de las corrientes cercanas a costa tienen una predominancia hacia el noroeste, es decir siguiendo el perfil de costa, siendo a su vez de mayor intensidad que durante la otra etapa de marea (ascendente), donde se observa un flujo costero en los distritos del Callao, pasando por La Perla hasta San Miguel e incluso hasta Magdalena con dirección sureste.

#### **e. Estimación del volumen de sedimentos**

##### **f. Variación batimétrica**

La zona norte de la bahía de Miraflores, presenta una acumulación de sedimentos (artificial) debido al arrojado de desmonte en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar.

##### **g. Variación del perfil costero**

- Entre San Isidro y Chorrillos, existe ligeros cambios en la morfología de costa no relevantes, que muestran ligeras tendencias a la erosión hacia el lado norte, mientras que en el distrito de Chorrillos y parte de Barranco una ligera tendencia a la sedimentación; sin embargo, estos cambios pueden ser atribuibles a la variabilidad estacional e interanual que sufre el oleaje.

- No se observan cambios relevantes como consecuencia de la instalación del espigón de Rústica, que puedan evidenciar ensanchamiento o erosión de las playas a barlovento y sotavento en forma natural.
- La playa La Herradura muestra signos evidentes de erosión, con cantos rodados y grava en playa, que denotan una fuerte pendiente, ocasionando la formación de corrientes de retorno por el fondo de fuerte magnitud.
- Se estima, que es posible la protección de playas y un ensanchamiento artificial de las mismas, que pueda aumentar las áreas recreativas y de esparcimiento para la población en general; dicha protección es más factible desde el punto de vista de dinámica marina en los sectores de Chorrillos, Barranco y parte de Miraflores. En los otros sectores para proteger las playas y ensancharlas, la inversión sería mucho mayor (San Miguel y Magdalena).

#### **h. Temperatura y Salinidad**

La temperatura y la salinidad del agua de mar respondieron a las características de las aguas costeras frías (ACF) que recorren nuestras costas, con temperaturas entre 15,7 y 21,0°C y salinidades entre 34,0 y 35,1 UPS.

### **Recomendaciones**

El ensanchamiento de playas de preferencia debería efectuarse en los sectores de Chorrillos, Barranco y parte de Miraflores, dado que fuera de estos sectores, los costos de implementación y mantenimiento serían más elevados, por efectos de la morfología, profundidad y dinámica costera.

Se recomienda, considerar en el futuro diseño de las construcciones que se quieran realizar en la franja costera de la bahía de Miraflores, un incremento del nivel del mar de aproximadamente 80 cm, que se estima ocurra en los próximos 90 años.

Considerar, en la inclusión del espigón de Rústica, un ensanchamiento artificial, a fin de cumplir con el objetivo de ensanchar la playa, en vista que el modelo no muestra ningún cambio significativo en la línea de costa.

Proteger la ribera en los sectores de San Miguel y Magdalena, donde se está arrojando desmonte, a fin de evitar que el terreno ganado al mar se erosione gradualmente, perdiendo la inversión.

Verificar que donde se ubiquen las infraestructuras de protección costera, no interfieran sobre las características de las olas aptas para ser surcadas, ni afecten la zona de rompiente.

Dado que la forma de ganar terreno al mar está alterando las características del agua, así como modificando la topografía submarina, reflejados en una pérdida de la profundidad de la bahía, se debe utilizar métodos y/o medios menos “nocivos” al ecosistema.

## V. EVALUACION DE PELIGROS

### 5.1 Peligro geológico generado en el interior de la tierra

#### 5.1.1 Modelo sismotectónico

##### i. Sismicidad y Peligro sísmico para el ámbito de la Costa Verde de Lima Metropolitana

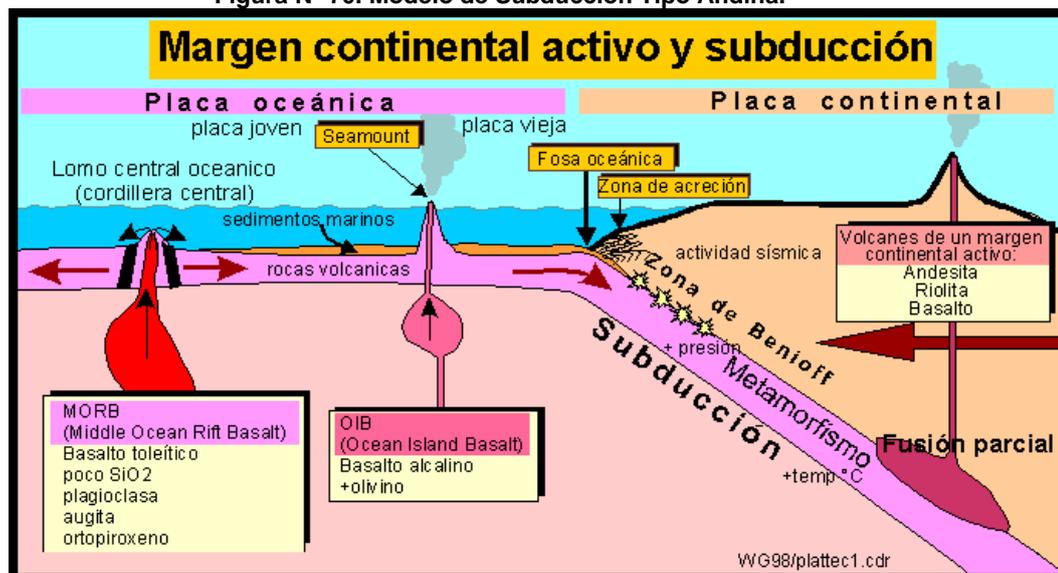
La ocurrencia de sismos de gran magnitud en el borde oeste de Sudamérica nos reafirma la importancia de los análisis de peligro sísmicos para estimar las consecuencias de estos eventos. Los resultados de la evaluación de peligro sísmico probabilístico desarrollados para el departamento de Lima, donde está ubicada la ciudad capital; y el área de estudio correspondiente a los Acatilados de la Costa Verde, permitirá estimar valores de aceleraciones espectrales en roca y suelo firme para la región y los potenciales efectos de estos sobre la infraestructura civil y urbana.

Para el análisis de peligro sísmico probabilístico se utilizó la nueva configuración de fuentes sismo génicas definidas por Gamarra, C. (2009); y se aplicaron las leyes de atenuación propuestas por Youngs et al (1997) y Sadigh et al. (1997) para sismos de subducción y continentales respectivamente.

##### ii. Caracterización Sismotectónica General

El Perú está localizado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, caracterizado por presentar un alto nivel de sismicidad que es originada por la subducción de la Placa Oceánica de Nazca debajo de la Placa Continental Sudamericana (Figura N°65), desarrollándose a una velocidad de convergencia entre ambas placas del orden de 8cm/año (DeMets et al, 1990; Norabuena et al, 1999). Como resultado de ello, se han formado la Cadena Andina y la Fosa Perú-Chile, en diferentes etapas evolutivas. El continuo interaccionar de estas dos placas ha configurado las principales características sísmicas, estructurales y tectónicas de la región occidental de Sudamérica. Las mismas, que se detallan en los siguientes acápite.

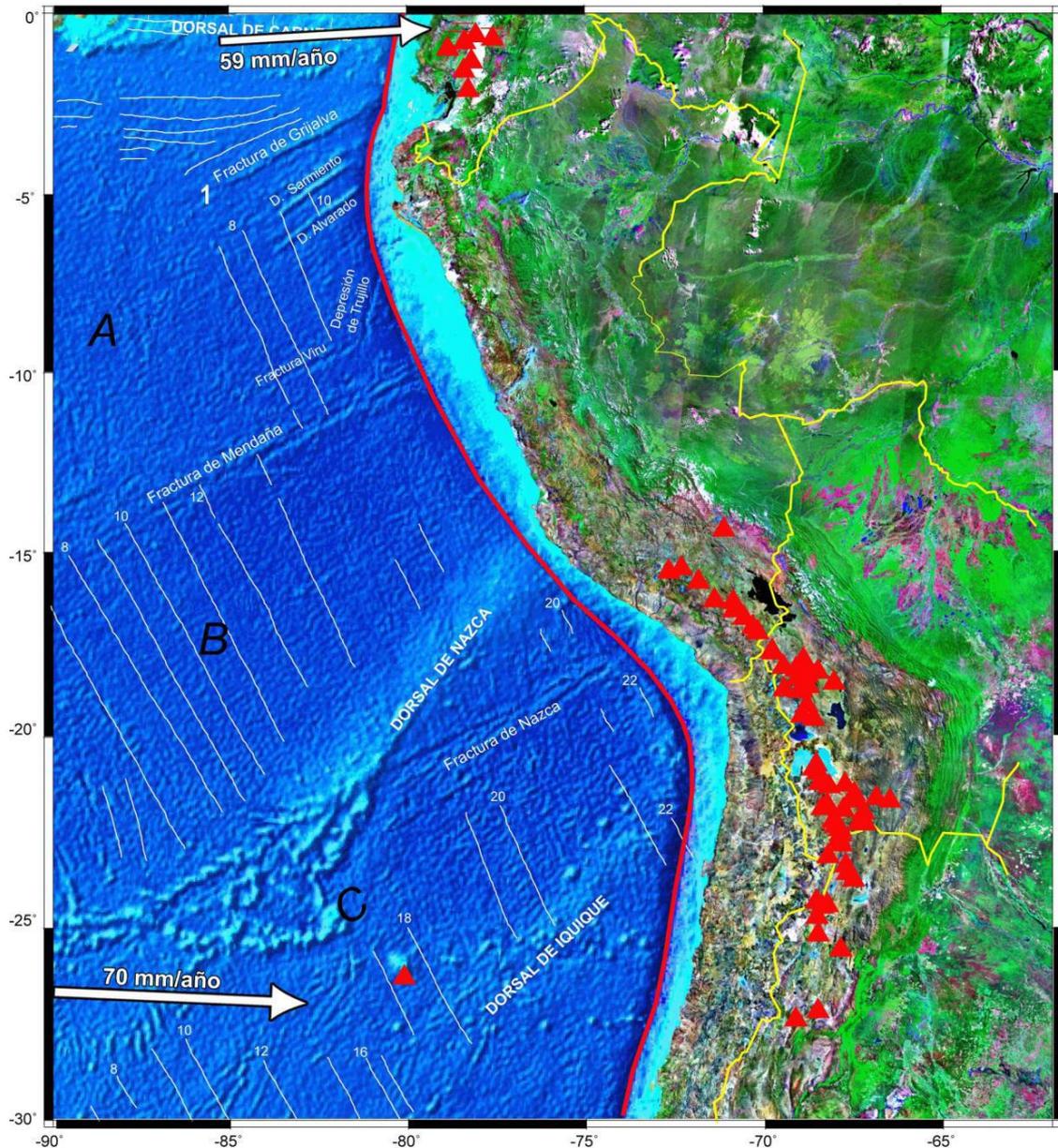
Figura N° 70. Modelo de Subducción Tipo Andina.



### iii. Ambiente Sismogénico Regional

En la región Central del Perú, zona en la que se ubica el Área de Estudio, la mayor parte de los sismos se generan por la energía liberada del contacto entre las placas tectónicas. Esto resulta de la subducción de la placa de Nazca bajo el continente Sudamericano hasta profundidades de por lo menos 200 km en el Perú central (Barazangi and Isacks, 1976).

Figura N° 71. Gráfico generalizado de la Subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana.



Los triángulos rojos indican zonas de vulcanismo activo en los últimos 10 000 años. Los números representan la edad de la litosfera oceánica inferida de anomalías magnéticas. Las etiquetas blancas representan los rasgos tectónicos más importantes de la Placa de Nazca. Las flechas blancas de borde negro indican el movimiento relativo de las placas a partir de

datos gps REVEL -2000 (Sella et al., 2002). Las letras A, B y C corresponden a tres edades relativas. Nótese que estas áreas ubican sus límites en las zonas de fractura, indicando posiblemente Rift oceánicos i.e. la fractura de Mendaña, las edades van de 0 a 3 Ma. [Chen et al., 2001].

El proceso de subducción a lo largo del plano de Benioff (Figura N°71), representa el control sismotectónico que gobierna el patrón de distribución espacial de la sismicidad (Barazangi & Isacks, 1976), originando la casi totalidad de los sismos de la región (sismos de interplaca subductivos y sismos de intraplaca de profundidades intermedias). En el interior del continente, se presentan también sismos de foco superficial (sismos de intraplaca corticales) producto de acumulaciones de tensiones corticales generadas durante el proceso de convergencia asociado a la subducción.

#### **iv. Rasgos Tectono-Estructurales**

La Orogenia Andina ha hecho posible la generación de los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica y en especial la configuración tectónica del Perú, la que está definida por el estado esfuerzos y deformaciones que ocurren como resultado de la interacción de la Placa de Nazca y Sudamérica. Este proceso de colisión y fricción ha originado diferentes estructuras tectónicas que modifican el comportamiento de la sismicidad en el Perú.

A continuación se presenta la descripción y características más importantes de cada estructura, dividiéndola según su lugar de formación, clasificándola en tres principales áreas: A. Placa de Nazca, B. Placa sudamericana; y C. Zona de Transición.

##### **A. Placa de Nazca -PN**

La PN presenta una geometría heterogénea, caracterizada por dos diferentes modos de subducción (horizontal y normal; al norte y sur del Perú respectivamente). La PN soporta varias contorsiones en toda su extensión, una de ellas está localizada al sur en Arequipa. Las principales estructuras lineales de la configuración geométrica de la PN son: La Dorsal de Nazca, la Dorsal de Sarmiento y Alvarado, la Fractura de Mendaña, la Fractura de Nazca, la Fractura Virú y la Depresión Submarina de Trujillo.

##### **B. La Placa Sudamericana - PS**

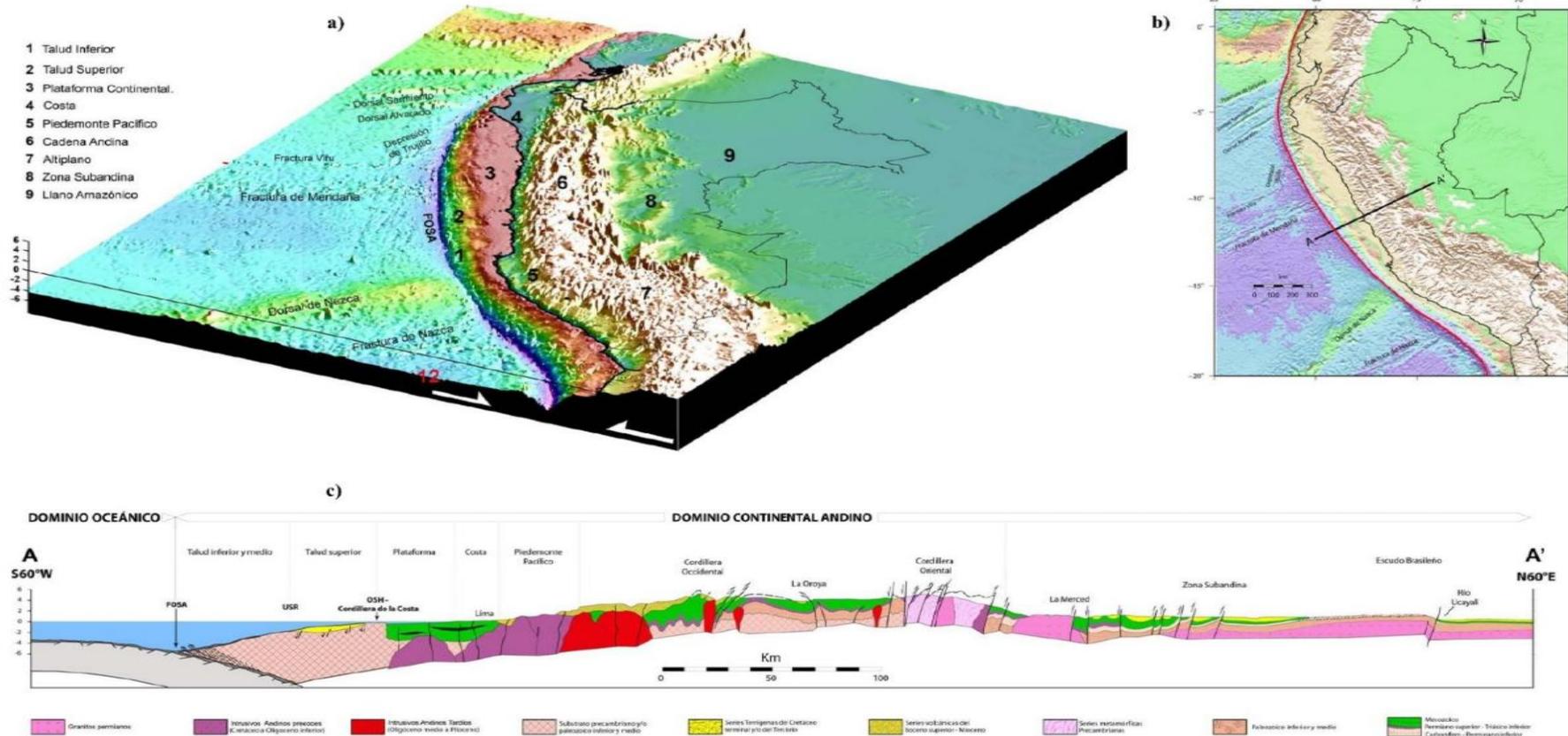
La interacción de la PN y la PS modifica la corteza superficial a través del tiempo, causando procesos de deformación que han generado estructuras tectónicas e importantes sistemas de fallas. Las principales características geológicas y tectónicas de la corteza se deben al proceso de subducción; un ejemplo de esto sería el segmento de los Andes, localizado al este del Perú. La configuración estructural de la PS se describe como sigue: el Talud Inferior y Medio, el Talud Superior, la Plataforma Continental, la Zona Costanera, Pie de Monte Pacífico, la Cordillera Occidental, el Altiplano, la Cordillera Oriental, la Zona Subandina, los sistemas de fallas, la cadena volcánica y la Llanura Amazónica.

##### **C. La Zona de Transición: PN - PS**

Se desarrolla en la Fosa Perú-Chile y marca el inicio del proceso de subducción de la PN bajo la PS sobre una longitud de más de 5000 km que abarca desde Colombia hasta Tierra del Fuego en Chile.

**Figura N°72. Mapa Tectono-estructural del Perú.**

a) Visualización en 3D de los Andes Peruanos, los datos de la batimetría y topografía fueron obtenidos de Smith & Sandwell (1997), y computados en el software GMT- Generic Mapping Tools (Wessel & Smith, 1988). b) Mapa tectono-estructural, vista de planta. c) Perfil Geológico, según (b). La sección corresponde al perfil del Perú Central mostrando las principales características geológicas (modificado de Mégard, 1978).



## 5.1.2 Historia Sísmica

Los historiadores han documentado una larga lista de eventos sísmicos que ocasionaron gran destrucción en la zona costera y andina del litoral central del país en los últimos cinco siglos. A continuación se resume los datos de los terremotos destructivos que afectaron el litoral central del país y cuya historia se conoce, siendo los más importantes:

- 20 de octubre de 1687 (04.15 h): Fue el terremoto más destructor ocurrido en Lima desde su fundación. Lima y Callao quedaron reducidos a escombros. El maremoto en el Callao causó la muerte de 100 víctimas. Intensidad: IX MM.
- 28 de octubre de 1746 (22.30 h). Es el terremoto más fuerte ocurrido en la historia de Lima donde de 3000 casas solo 25 quedaron en pie muriendo 1141 de sus 60 mil habitantes. El Callao fue totalmente destruido por un tsunami, muriendo 4800 de sus 5 mil habitantes. Fue sentido desde Guayaquil hasta Tacna. Intensidad: X MM.
- El 04 de marzo de 1904 (05.15 h). Los mayores daños ocurrieron en La Molina, Chorrillos y el Callao. Intensidad: VII-VIII MM.
- El Sismo del 24 de mayo de 1940 (11.35 h). Cinco mil casas destruidas en el Callao, 179 muertos y 3500 heridos en Lima, 80% de viviendas colapsadas en Chorrillos, el malecón se agredió y hundió en tramos. Las construcciones antiguas en Lima sufrieron grandes daños. Averías en construcciones de concreto armado en el Callao (Compañía Nacional de Cerveza) y 2 edificios de la Universidad Agraria de La Molina Algunos hundimientos en la zona portuaria con daños a los muelles y la vía férrea. Interrupciones en la carretera Panamericana Norte por deslizamientos de arena en el sector de Pasamayo. Tsunami con retiro del mar a 150 m y retorno con olas de 3 m de altura que anegó totalmente los muelles. Magnitud: 8,2 Ms (Ritcher). Intensidad: VIII MM.
- El 17 de octubre de 1966 (16.41 h). Los mayores daños ocurrieron en San Nicolás, a 120 Km de Lima, IX MM, Huacho VIII MM y Puente Piedra. En Lima alcanzó VI MM en la parte central. En las zonas antiguas del Rímac y del Cercado, zonas adyacentes a los cerros y una banda a lo largo del río Rímac incluyendo el Callao llegó a VII MM. En La Molina VIII MM. Magnitud: 7,5 (Ritcher). Intensidad: VIII-IX MM.
- El 31 de mayo de 1970 (15.33 h). Uno de los más destructivos sismos en el siglo en el hemisferio sur. La mayor destrucción ocurrió a 350 Km de Lima. Causó 65 mil muertes, 160 mil heridos y daños estimados en 550 millones de US\$. En Lima registró aceleraciones de 0,1 g a pesar que el epicentro estuvo a 400 Km al NO. Los mayores daños en Lima ocurrieron en La Molina. Magnitud: 7,8 (Ritcher). Intensidad: VIII MM

Se concluye que de acuerdo a la historia sísmica del área de proyecto, han ocurrido sismos con magnitudes de hasta 8.2 (Richter), y cuyas intensidades alcanzaron el grado X en la escala Mercalli Modificada (MM).

## Sismicidad Instrumental

La información sismológica utilizada en el presente estudio ha sido obtenida del Catálogo Sísmico revisado y actualizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el cual es una versión revisada del Catálogo Sísmico del Proyecto SISRA - 1982 (Sismicidad de la Región Andina) para el periodo 1471 – 1982, y elaborado por el propio IGP para el periodo 1982 – 2001. Esta información ha sido complementada hasta Setiembre del 2014 utilizando la información del Catálogo Sísmico del *National Earthquake Information Center* (NEIC) y del Instituto Geofísico del Perú (IGP) para lo cual se ha uniformizado las magnitudes utilizadas.

### 5.1.3 Distribución espacial de los sismos

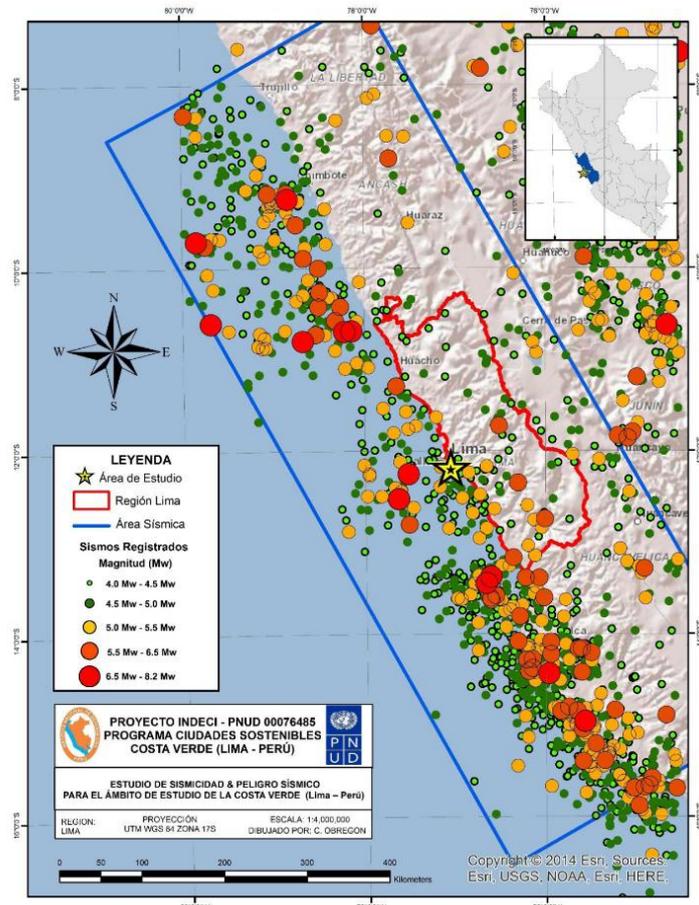
En las figuras N°73 y 74, se presenta la distribución de epicentros en el área de influencia del Estudio. En la figura N°73 se presenta la ubicación de los sismos ocurridos entre los años 1963 - 2014, con magnitudes  $M_w$  mayores o iguales que 4.0. En la figura N°70 se ubican los sismos con diferentes profundidades focales, tales como sismos superficiales (0-70 km) y sismos intermedios (70-300 km).

En un perfil transversal perpendicular a la costa, se observa que la sismicidad con foco superficial se localiza principalmente en la zona oceánica en dirección paralela a la línea de costa, donde se producen sismos de magnitud moderada con relativa frecuencia. Otro grupo importante de sismos con foco superficial son los producidos por la subsidencia del Escudo Brasileño bajo la Cordillera Andina, estando la mayor parte de estos sismos localizados en la zona de transición entre la Cordillera Oriental y el margen occidental de la zona Subandina (entre 3° S y 13° S). En la zona altoandina se han registrado sismos superficiales e intermedios en menor cantidad y más dispersos. Estos sismos presentan magnitudes moderadas y son menos frecuentes, y estarían relacionados a posibles fallas existentes. Figura N° 70.

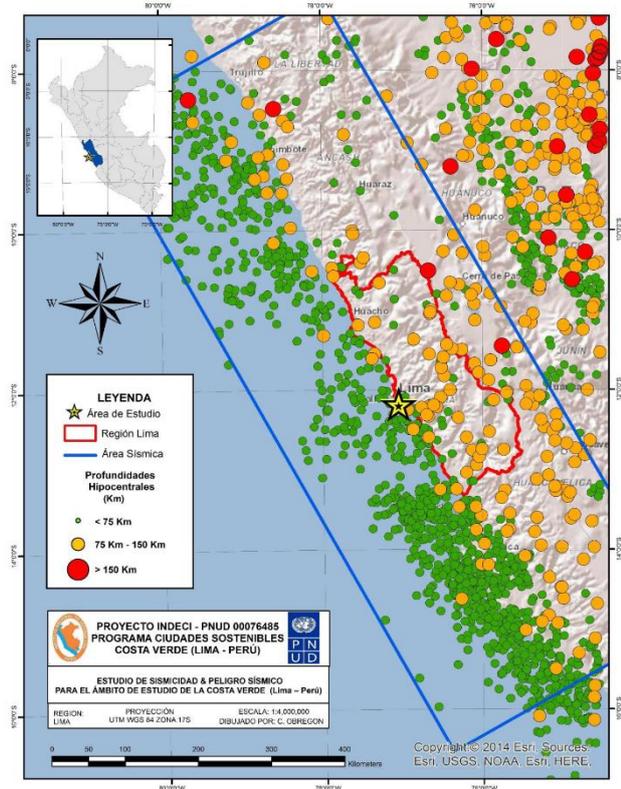
Los sismos con foco a profundidad intermedia (70 km - 300 km) se distribuyen de manera irregular por debajo del continente, formando un plano con un ángulo de buzamiento promedio de 30° en la región sur, donde se aprecia la subducción de la placa de Nazca, ya que hacia el continente la profundidad focal de los sismos aumenta.

La actividad sísmica con foco profundo (300 km - 700 km) se localiza en la región centro y sur de la Llanura Amazónica; siendo esta sismicidad mayor en la región central (borde Perú-Brasil) y menos numerosa y más dispersa en la región sur (borde Perú-Bolivia).

Figura N°73. Distribución de Sismos según su magnitud para el área de influencia del Estudio



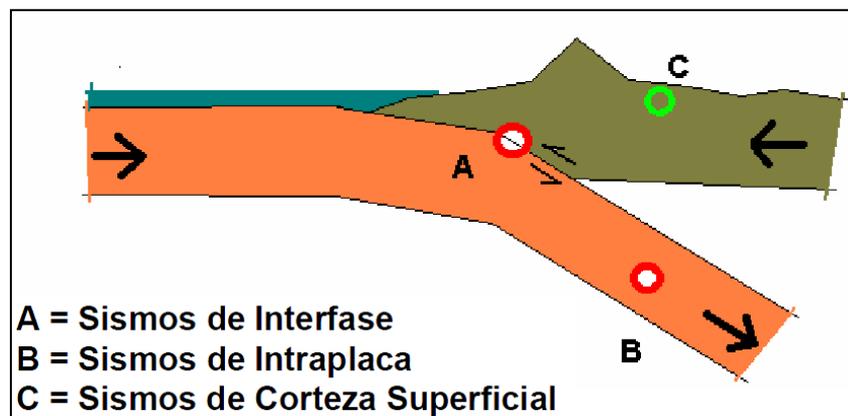
**Figura N°74. Distribución de Sismos según su profundidad para el área de influencia del Proyecto**



Los sismos que afectan a la zona efectiva del área de Estudio (figura N°75) son:

- Sismos Interplaca Subducción o de zona de Benioff (Sismos de interface).
- Sismos Intraplaca cortical (Sismos de corteza superficial).
- Sismos Intraplaca profundidad intermedia (Sismos de Intraplaca).

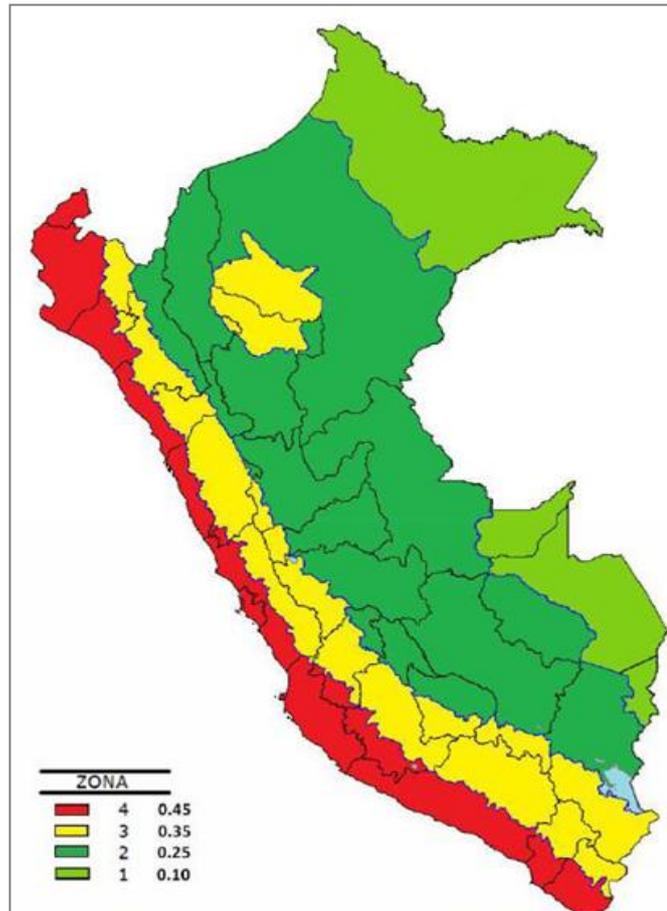
**Figura N° 75. Tipos de sismos en zonas de subducción y en corteza superficial.**



#### 5.1.4 Zonificación sísmica

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica (figura 76), propuesto en la Norma de Diseño Sismo Resistente E030, del Reglamento Nacional de Edificaciones (2014), el área de Estudio se encuentra comprendida en la Zona 04, correspondiéndole un Factor de Zona igual a 0.45. Este representa la máxima aceleración horizontal (%g) para el sismo de diseño calculado para un 10% de probabilidad de excedencia, es decir, aquel con un periodo de retorno de 475 años.

Figura N°76. Mapa de Zonificación Sísmica según Norma de Diseño Sismo Resistente E030 (2014).



#### 5.1.5 Evaluación del Peligro Sísmico

##### i. Estimación Probabilística del OBE (Operating Basic Earthquake)

El espectro de respuesta de aceleraciones probabilística del OBE puede ser representado como el espectro de respuesta con 5 % de amortiguamiento crítico obtenido para un 10% de probabilidad de excedencia y 50 años de periodo de exposición sísmica, el cual corresponde a un periodo de retorno de 475 años. De esta consideración podemos estimar la aceleración horizontal máxima (PGA) para el OBE, la cual correspondería al valor de la ordenada para un periodo  $T=0s$  del espectro de respuesta de aceleraciones probabilística del OBE.

De acuerdo a los resultados mostrados en el cuadro N°60, obtenidos mediante el modelo de atenuación de aceleraciones espectrales propuesto por Youngs et al, 1997 para fuentes de subducción aplicable a roca (Tipo B), se tiene un PGA de 0.43 g. para Lima, considerando la media (P.50) del modelo de atenuación para la zona del proyecto. Así mismo, de acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro N°65, obtenidos mediante el modelo de atenuación de aceleraciones espectrales propuesto por Youngs et al, 1997 para fuentes de subducción y aplicable para suelo (Tipo D), se tiene un PGA de 0.63 g. para Lima.

La respuesta estructural de obras de ingeniería derivada por métodos espectrales deberá considerar, a partir de valores de aceleración propuestos, la amplificación estructural y las reducciones por ductilidad, amortiguamiento y los coeficientes de seguridad de diseño. Los valores de aceleración de diseño propuesto no reflejan la amplificación local del suelo, en caso de existir.

**Cuadro N°60. Valores de PGA (%g) en roca, según Nivel sísmico y Fuente Sismogénica participante**

| Capital Provincial | Sismo de Servicio (TR=72 años) |                   |                 | Sismo de Diseño (TR=475 años) |                   |                 | Sismo Máximo Capaz (TR=949 años) |                   |                 |
|--------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|
|                    | Efecto Interplaca              | Efecto Intraplaca | Efecto Cortical | Efecto Interplaca             | Efecto Intraplaca | Efecto Cortical | Efecto Interplaca                | Efecto Intraplaca | Efecto Cortical |
| Barranca           | 0.34                           | 0.18              | 0.03            | 0.63                          | 0.37              | 0.07            | 0.76                             | 0.46              | 0.09            |
| Cajatambo          | 0.19                           | 0.22              | 0.05            | 0.37                          | 0.42              | 0.09            | 0.46                             | 0.52              | 0.11            |
| Canta              | 0.21                           | 0.22              | 0.05            | 0.41                          | 0.43              | 0.09            | 0.50                             | 0.54              | 0.11            |
| Cañete             | 0.30                           | 0.21              | 0.04            | 0.57                          | 0.42              | 0.09            | 0.69                             | 0.52              | 0.11            |
| Huaral             | 0.31                           | 0.20              | 0.04            | 0.58                          | 0.40              | 0.09            | 0.71                             | 0.50              | 0.11            |
| Huachirí           | 0.20                           | 0.22              | 0.04            | 0.39                          | 0.43              | 0.09            | 0.48                             | 0.54              | 0.11            |
| Huaura             | 0.29                           | 0.21              | 0.04            | 0.54                          | 0.42              | 0.09            | 0.66                             | 0.52              | 0.12            |
| Lima               | 0.33                           | 0.19              | 0.03            | 0.63                          | 0.38              | 0.07            | 0.75                             | 0.47              | 0.09            |
| Oyón               | 0.18                           | 0.21              | 0.05            | 0.34                          | 0.42              | 0.09            | 0.42                             | 0.52              | 0.11            |
| Yauyos             | 0.18                           | 0.22              | 0.05            | 0.35                          | 0.44              | 0.09            | 0.44                             | 0.54              | 0.11            |

Los resultados finales de aceleraciones se muestra el Mapa de peligro sísmico probabilístico de isoaceleraciones máximas (PGA) en relación a las fuentes de subducción de interplaca y de acuerdo al periodo de retorno del sismo para 72, 475, y 949 años. Estos mapas representan las aceleraciones máximas (PGA) con una probabilidad de excedencia de 10% en 50 años, equivalente a un periodo de retorno de 475 años.

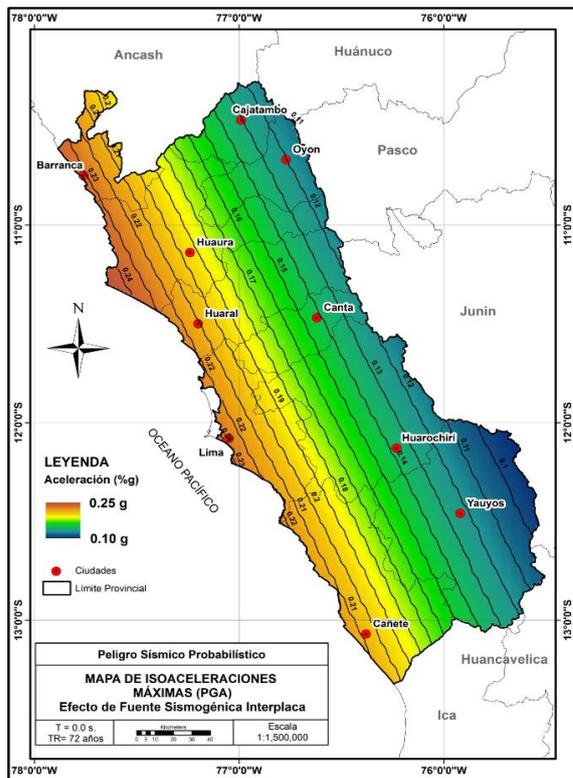


Figura N° 77. Mapa de Isoaceleraciones en roca generado para un Período de retorno de 72 años (Elaborado: Teófilo Allende, 2014).

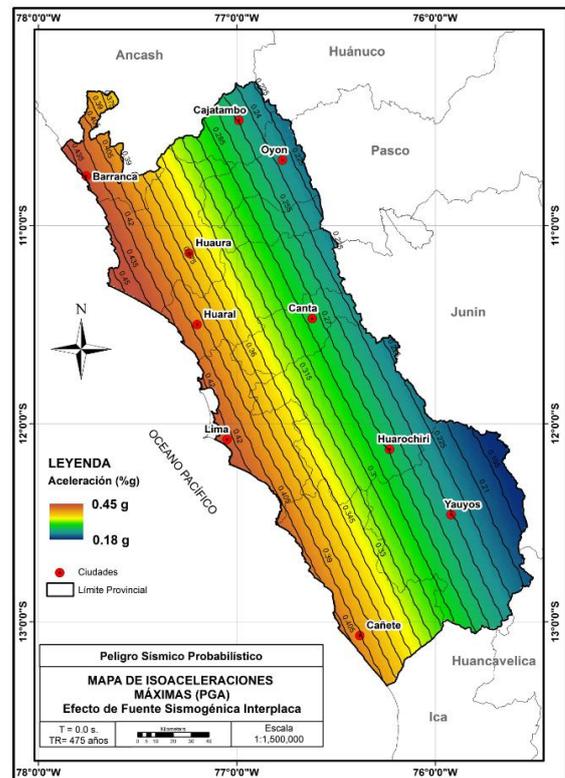


Figura N° 78. Mapa de Isoaceleraciones en roca generado para un Período de retorno de 475 años. (Elaborado: Teófilo Allende, 2014).

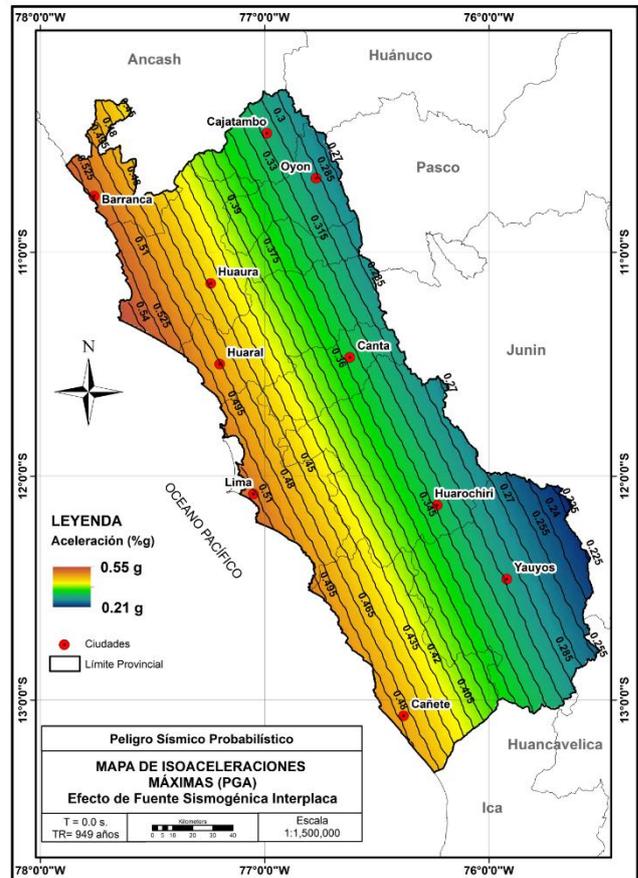


Figura N° 79. Mapa de Isoaceleraciones en roca generado para un Período de retorno de 949 años. (Elaborado: Teófilo Allende, 2014).

## ii. Coeficiente Sísmico de Diseño

El coeficiente sísmico es usualmente calculado como una fracción de la aceleración máxima esperada en la zona del proyecto a nivel de superficie. Por ejemplo, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers), recomienda el uso de un coeficiente sísmico pseudo-estático igual al 50% de la aceleración pico máxima. La literatura técnica internacional acepta el uso de una fracción que varía entre 1/2 a 1/3 de la máxima aceleración esperada.

Del análisis de peligro sísmico Determinístico y Probabilístico, se determinan los siguientes valores de la aceleración pico y efectiva de diseño:

### Parámetros sísmicos para Acantilados de la Costa Verde (Lima – Perú)

Aceleración Pico Máxima Suelo: 0.63 g  
 Aceleración Pico Máxima Roca: 0.43 g

Para el Coeficiente Sísmico lateral, consideraremos una fracción correspondiente al 50% de la aceleración pico, así tenemos:

Coeficiente sísmico horizontal:

$$K_h = 0.50 \times A_{\text{máx}}$$

Para Roca:

Donde,  $A_{\text{máx horizontal}} = 0.43$ , luego:

$$K_h = 0.50 \times 0.43$$

$$K_h = 0.21$$

Para Suelo:

Donde, A máx horizontal = 0.63, luego:

$$K_h = 0.50 \times 0.63$$

$$K_h = 0.31$$

Por lo tanto, para el diseño de taludes empleando el método pseudo estático, se recomienda utilizar los siguientes valores de coeficiente sísmico lateral de:

Coeficiente sísmico horizontal:

$\alpha = 0.21$  g para diseño en roca

$\alpha = 0.31$  g para diseño en suelo

## 5.2 Peligro geológico generados en la superficie de la tierra

Corresponde a los procesos de movimientos en masa, considerados como parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos, químicos, y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrósfera y la atmósfera. La meteorización, las lluvias, los sismos, y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) actúan sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición más plana. Esto implica que la posibilidad de ocurrencia de un movimiento en masa comienza desde el mismo momento en que se forma una ladera natural o se construye un talud artificial.

### Tipos de movimientos en masa

En la Costa Verde los procesos de remoción en masa están representados por caída de roca, deslizamientos, deformación superficial y derrumbes, y que han sido cartografiados en los siguientes mapas.

#### 5.2.1 Derrumbes

Es un fenómeno natural donde la tierra se mueve, se cae o se desplaza porque ha perdido su estabilidad en lugares de mayor pendiente. Básicamente, es el movimiento descendente de suelo, rocas y materiales orgánicos bajo el efecto de la gravedad. Cuando una masa de tierra, roca y escombros se desprende y baja por la pendiente (inclinación natural del suelo) o talud hasta encontrar un sitio plano. La tierra puede caer de forma rápida o lenta. Si el movimiento es rápido, puede provocar daños a las propiedades y muertes. Si el movimiento es lento, la parte superior del terreno va cediendo con el tiempo, y es posible tomar medidas para prever daños.

En la Costa Verde las causas de los derrumbes son el tipo de talud (pendiente empinada y vertical), la erosión hídrica (aguas de regadío de las áreas verdes), la mala compactación del suelo de relleno como en el distrito de San Miguel y Magdalena del Mar. Como causas activadoras y condicionantes del proceso de los derrumbes son sísmicos y la acción eólica.

El área donde ocurren los procesos de derrumbes tiene una forma variada, e inclusive incrementa los depósitos en los conos aluviales que se asienta en la parte baja del talud, con una ocurrencia mayor en los distritos de Miraflores y Barranco.

## **5.2.2 Caída de roca**

Es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento.

El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir con velocidades mayores a 5 x 10 mm/s.

Una característica importante de las caídas es que el movimiento no es masivo ni del tipo de flujo. Existe interacción mecánica entre fragmentos individuales y su trayectoria, pero no entre los fragmentos en movimiento.

En la Costa Verde la caída de roca tienen como causa el tipo de talud (pendiente muy inclinado e empinado), y la presencia de las aves que se sostienen en las gravas del talud procurando la inestabilidad del mismo.

Otras, variables por la ubicación de la Costa Verde como la erosión eólica, que en la acción permanente golpea la pared del talud, aflojando los componentes gruesos del depósito (gravas), y la actividad sísmica considerada como una zona de alta sismicidad con un valor de isoaceleración de 0,4.

La caída de roca ocurre en los taludes ubicados en los distritos de San Isidro, Miraflores y Barranco, siendo en estos últimos distritos que han ocasionado daños materiales

## **5.2.3 Deslizamiento**

Es un movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

En el sistema de Varnes (1978), se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslaciones y rotacionales.

Las variables consideradas como causas de los deslizamientos en la Costa Verde son el tipo de talud (pendiente muy inclinado e empinado), el permanente cambio en la sobrecarga de materiales (construcciones de infraestructura de vías y edificios), la erosión hídrica de las aguas superficiales y la filtración de agua de agua subterránea.

Las construcciones en el borde del acantilado han formado fractura en el suelo y ello se convierte en falla a través del cual ocurre el deslizamiento, y como factores activadores es la ubicación geográfica de la Costa Verde en una zona de alta sismicidad.

En la Costa Verde se observan deslizamientos antiguos los cuales se encuentran algo estabilizados como en los distritos de Miraflores y Barranco, y otros procesos de menor dimensión que tienen una ocurrencia reciente y que se diferencian por la tonalidad de la Costa Verde.

## **5.2.4 Deformación superficial (Deslizamiento)**

Se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva o cóncava.

La intersección del plano de falla con la superficie, sigue un lineamiento irregular pero con planos superficiales ligeramente inclinados producidos por el movimiento irregular, dando una configuración superficial de un suelo con deformación.

En la Costa Verde, la deformación superficial de suelo es un proceso que ha afectado infraestructura y en otros el borde de los acantilados, los cuales tienen como causa: la compactación de los suelos de relleno, el tránsito de vehículos y el lento escurrimiento superficial como en el distrito de San Miguel, Magdalena del Mar y San Isidro. Así como la lenta filtración de agua el cual arrastra los materiales finos aflojando los componentes del suelo.

Otra causa principal, es la carga representada por la infraestructura física ubicada en el borde del talud que soporta el material que transmite cargas y se acentúa por la sismicidad de la región, que se manifiesta en la deformación del suelo como en los distritos de Miraflores, Barranco y Chorrillos. Ver Anexo N° XXX: Mapa de Tipos de Peligros Geológicos del PG – 1.1 al PG – 1.7.

### **Síntesis de los Peligros geológicos**

La síntesis de los peligros geológicos implica realizar una integración de variables como son los sismos y los procesos de remoción en masa, y la identificación del territorio en zonas con diferentes niveles de peligrosidad.

La peligrosidad se debe expresar en una jerarquización, para la cual se asegura que tanto los aspectos cualitativos como cuantitativos (indicadores) de los peligros geológicos sean incorporados en el proceso de evaluación.

Para alcanzar el nivel de jerarquización se trabajará en una matriz de comparación entre la unidad de análisis y los peligros geológicos, donde se realizarán las comparaciones por pares de los peligros naturales en relación a su importancia y la correspondiente unidad de análisis.

En este proceso de comparación a pares la asignación de los valores dependerá de los indicadores de cada variable y del mejor conocimiento (peligros geológicos) del especialista.

A continuación se presenta la caracterización de los niveles de peligros geológicos por distrito:

#### **i. Peligros geológicos en el distrito de San Miguel**

Ver Anexo N° VIII. Mapa N° PG –1.1 a PG - 1.2

##### **Nivel Muy Alto.**

Comprende el borde litoral y algunos sectores del talud, existe derrumbes sobre todo en el tramo de Ca. Virú hasta Ca. 19 de la Urb. Ciudad de Papel, como a la altura de la Ca. A. Gamarra Messia y en la Ca. Miguel Grau, donde la ocurrencia es puntual. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con un bajo comportamiento dinámico del suelo. Existencia de depósitos de derrumbes en la parte inferior del talud.

##### **Nivel Alto**

Conformada por una morfología con pendiente empinado y vertical (>55°), donde existen condiciones. Algunos sectores de la plataforma superior por donde se extiende la antiguas cárcavas, con problemas de inestabilidad por la constitución de suelo blando (relleno) y suelo rígido, con altos parámetros dinámicos afectando la superficie con asentamientos diferenciales.

##### **Nivel medio**

Se extiende entre la Av. Bolognesi, la Ca. Grau y la Av. Bertolotto, con una morfología con pendiente ligeramente inclinada, constituida por suelos blandos (relleno).

### **Nivel Bajo**

Conformada por una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ). Comprende la plataforma superior constituido por suelo rígido tipo (C), con bajo parámetros dinámicos.

## **ii. Peligros geológicos en el distrito de Magdalena del Mar.**

Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PG - 1.2 a PG – 1.3.

### **Nivel Muy Alto**

Comprende borde litoral, plataforma inferior, y algunos sectores del acantilado siendo afectada la infraestructura vial. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con un bajo comportamiento dinámico del suelo. Presencia de procesos de remoción en masa donde se produce en la parte baja del talud los depósitos de derrumbes, el talud que limita el Malecón Grau presenta problemas de remoción en masa como en el talud que limita el Puericultorio. La zona de la bajada a Baños de Marbella y en el Sector de Medalla Milagrosa puede ser expuesta a escurrimientos de fluidos.

### **Nivel Alto**

Conformada por una morfología con pendiente empinado y vertical ( $>55^\circ$ ), en condiciones inestables por la acción antrópica, como en el malecón Castañola y Malecón Grau. Comprende algunos sectores de la plataforma superior por donde se extiende las antiguas cárcavas, en el talud se han producido procesos de remoción.

### **Nivel Medio**

Comprende el borde superior del talud y los sectores del talud ocupados por la población como la Medalla Milagrosa y en la zona baja como Marbella, donde se ha tratado el talud.

### **Nivel Bajo**

Conformada por una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ). Comprende la plataforma superior constituido por suelo rígido tipo (C) con buenas propiedades dinámicas.

## **iii. Peligros geológicos en el distrito de San Isidro.**

Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PG - 1.3

### **Nivel Muy Alto**

Comprende el borde litoral, plataforma inferior, y el talud conformada por suelo de relleno afectando la infraestructura vial y algunas edificaciones. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con bajo comportamiento dinámico del suelo. Un sector afectado por deformación superficial afectando la infraestructura de la Maestranza de la Municipalidad.

### **Nivel Alto**

Conformada por una morfología con pendiente empinado. El talud está conformado por suelo de relleno, donde existen pésimas propiedades dinámicas.

### **Nivel Medio**

Comprende espacios ubicados en el borde superior del talud y en los sectores del talud que han sido tratados.

### **Nivel Bajo**

Conformada por una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ). Comprende la plataforma superior constituido por suelo rígido tipo (C).

iv. **Peligros geológicos en el distrito de Miraflores.**

Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PG - 1.4 a PG - 1.5.

**Nivel Muy Alto**

Comprende el borde litoral, plataforma inferior, y algunos sectores del talud donde ocurre deslizamientos y derrumbes donde afectada la infraestructura vial y algunas edificaciones como la parte posterior del estadio M. Bonilla. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con bajo comportamiento dinámico del suelo.

**Nivel Alto**

Comprende el talud que presenta una morfología dominante con una pendiente empinada. El talud está conformado por depósito aluvial, expuesto a la acción de las aguas superficial y subterránea donde se presenta condiciones inestables con sectores de derrumbes.

**Nivel Medio**

Comprende algunos sectores de la plataforma superior ubicados en suelo de relleno y en los sectores del talud con pendiente empinada, afectado por el escurrimiento de aguas de regadío, y las modificaciones del talud por la actividad antrópica como el área del Coliseo Manuel Bonilla.

**Nivel Bajo**

Comprende la plataforma superior, con una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ), constituido por suelo rígido tipo (C), en condiciones estables a partir de la distancia de 50, del borde del talud.

v. **Peligros geológicos en el distrito de Barranco.**

Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PG - 1.5 - PG - 1.6.

**Nivel Muy Alto**

Comprende el borde litoral, plataforma inferior, y algunos sectores del talud por la ocurrencia de deslizamiento y derrumbes, afectando la infraestructura vial y edificaciones. Asimismo, áreas en la plataforma inferior con un bajo comportamiento dinámico del suelo, con la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos y caída de roca tienen como causa zonas de fuerte escurrimiento de agua superficial por la parte baja de las quebradas.

**Nivel Alto**

Comprende áreas el talud donde la morfología es dominante con una pendiente empinada. El talud conformado por depósito aluvial, está expuesto a la acción de las aguas superficial y subterránea, y a las modificaciones de la forma del talud tienen como causa la ubicación de infraestructuras no adecuadas, y los movimientos sísmicos lo colocan en condiciones inestables.

**Nivel Medio**

Corresponde algunos sectores del talud que limitan las paredes de las quebradas Balta y la Bajada de Baños, donde ocurre caída de roca y desprendimientos debido a las modificaciones del talud por la actividad antrópica.

**Nivel Bajo**

Comprende la plataforma superior, con una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ), constituido por suelo rígido, con mejores propiedades dinámicas del suelo.

vi. **Peligros geológicos en el distrito de Chorrillos. –**

Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PG - 1.6 a PG - 1.7.

**Nivel Muy Alto**

Comprende zonas del borde litoral, la plataforma inferior y algunos sectores del talud, donde la caída de roca y derrumbes afectan la infraestructura vial y edificaciones como en la zona del Malecón y la vía entre Chorrillos a la Herradura. Asimismo, una zona de la plataforma inferior con un bajo comportamiento dinámico del suelo.

#### **Nivel Alto**

Comprende el talud con una morfología y las vertientes del Cerro Morro Solar y Marcavilca con una dominante pendiente empinada. El talud está conformado por depósito aluvial y los macizos rocosos como en el Cerro Morro Solar, expuesto a la acción de las aguas superficiales, y donde los movimientos sísmicos lo colocan en condiciones inestables.

#### **Nivel Medio**

Corresponde a sectores de la plataforma superior ubicados en el talud donde la pendiente es empinada, y donde el talud es afectado por el movimiento sísmico, por el escurrimiento lento de aguas de regadío y las modificaciones del talud por la actividad antrópica.

#### **Nivel Bajo**

Comprende la plataforma superior, con una morfología de planicie y ligeramente inclinada (0-2° y > 2°), constituido por suelo en condiciones estables con parámetros dinámicos del suelo mejorados.

### **5.3 Peligro hidrológico**

#### **5.3.1 Evaluación del Fenómeno El Niño y Cambio Climático**

El Fenómeno El Niño (FEN) en nuestro país, se manifiesta en distintas características e intensidades según las zonas geográficas.

En la zona en estudio, la presencia de los Fenómenos de El Niño, ha ocasionado el aumento de precipitaciones extremas, pero que han sido de menor intensidad a la ocurrida en enero del año 1970, cuyo evento no coincide con un evento del FEN, tal como se puede apreciar a continuación, según los datos de registros existentes.

| Año FEN   | Precipitación máxima 24 hrs (mm) por Estación |              |                 |
|-----------|---|--------------|-----------------|
|           | Campo de Marte                                | Von Humboldt | Hipólito Unanue |
| 1982-1983 | 7.0   | 2.5          | 5.8             |
| 1997-1998 | 1.2   | 4.6          | 5.1             |
| 1970 (*)  | 2.4   | 9.7          | 16.0            |

1970 (\*), año de ocurrencia del mayor valor de pmax 24 horas

El impacto del Fenómeno El Niño, por la ocurrencia de precipitaciones extremas han sido verificadas en el análisis estadístico de eventos extremos por precipitaciones máximas de 24 hrs, presentadas en el cuadro 22 (Inciso 4.3.1 Información climática), para la situación del máximo valor registrado que se cuenta a la fecha (desde 1964 al 2014), para la estación climatológica Hipólito Unanue.

En relación al Cambio Climático, según la comunicación de la Comisión Nacional de Cambio Climático, quienes en base al análisis de distintos modelos de simulación y para un escenario de Alta emisión de gases CO<sub>2</sub>, etc. para la proyección al año 2030, señalan:

#### **i. En las temperaturas extremas**

Los efectos sobre la temperatura máxima mostraría variaciones positivas más intensas en el periodo de invierno con valores de +1.2 °C a + 2.0°C (en promedio 0,53°C/década), en el

territorio peruano. La temperatura mínima del aire cercana a la superficie, aumentaría entre 0.4 y 1,4 °C (en promedio 0,47°C/década), principalmente en el sector de la costa y selva norte.

En las figuras N° 77 y 78, se presenta la variación de la temperatura máxima y mínima al año 2030. En ambos casos, la temperatura no genera peligros climáticos en la zona en estudio.

ii. **En las precipitaciones**

La precipitación presentaría incrementos y disminuciones no muy significativas en promedio para la década del 2030 entre +10% a -10% en relación a su clima actual.

En la costa y sierra norte, parte de la sierra central y selva sur, se registrarían incrementos de hasta 20% y disminuciones también de hasta 20% en la selva norte y parte de la sierra central y sur.

Las lluvias extremas estimadas mostrarían un probable decrecimiento en los próximos 30 años en gran parte del territorio. En las figuras N° 80, 81 y 82 se presenta la variación porcentual de la precipitación al año 2030.

En conclusión, los efectos del Cambio Climático en la temperatura y precipitaciones la generación de peligros climáticos en la zona en estudio sería moderado.

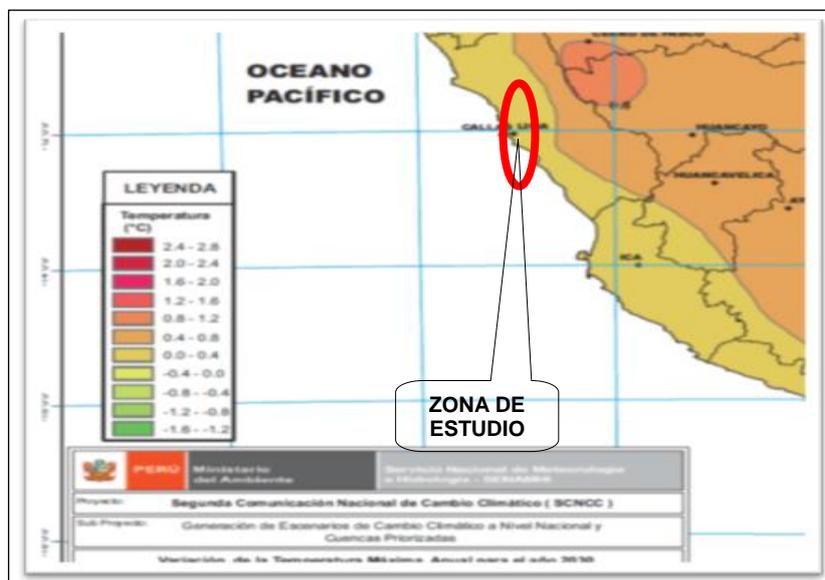
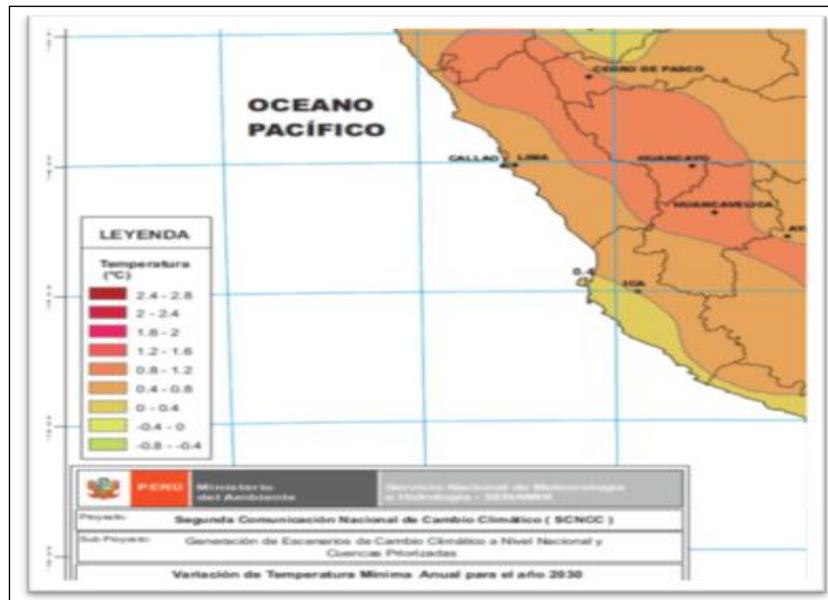
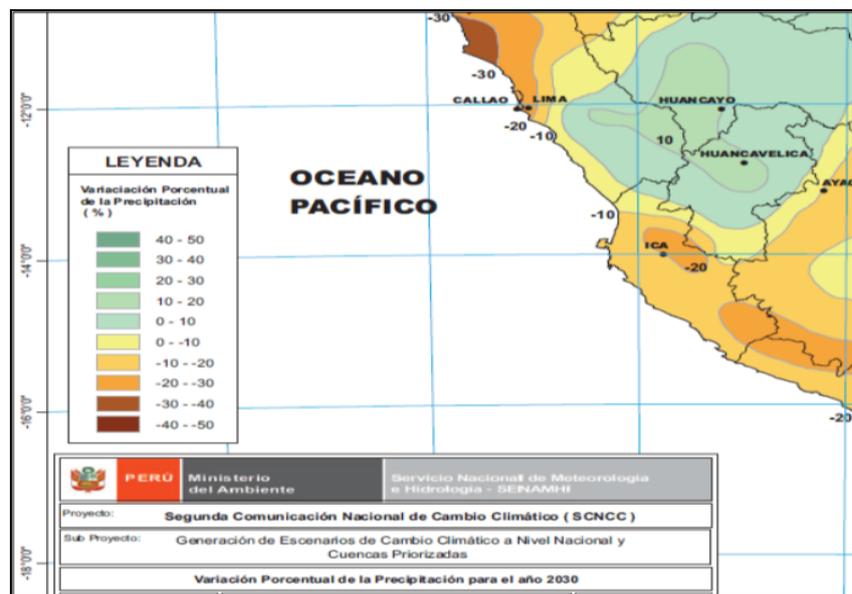


Figura N° 80. Variación de la temperatura máxima anual para el año 2030



**Figura N°81. Variación de la temperatura mínima anual para el año 2030 –**  
 Fuente Ministerio del Ambiente: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (SCNCC).



**Figura N°82. Variación porcentual de la precipitación para el año 2030**

### 5.3.2 Inundaciones por agua pluviales

Debido a los bajos valores de precipitación normal, la ocurrencia de inundaciones por este parámetros se descarta para condiciones normales, sin embargo de presentarse una precipitación como la del año 1970, se generaría erosión en las principales vías de las Bajadas a las playas como la Bajada Tenderini, Bajada Baños de Barranco, Bajada Armendáriz, Bajada Balta, Bajada Marbella; anegamiento e inundaciones, en las partes bajas de las playas e inundaciones en la costanera y en la zona de la plataforma comprendida entre las cotas 10 y 5 msnm.

### 5.3.3 Inundaciones por aguas subterránea

Las aguas subterráneas en general presentan niveles freáticos elevados en la parte baja de la Bajada de Tenderini, en el distrito de Chorrillos, donde inunda la calzada de la Carretera Costanera. Asimismo se presentan afloramientos en la playa Los Pavos, los cuales no generan daños a la infraestructura existente, y éstas son aprovechadas para el riego de áreas verdes. Figura N° 83.



Figura N°83. Mapa de inundación por napa freática superficial distrito Chorrillos

### 5.3.4 Inundaciones por aguas residuales

En la plataforma superior al acantilado, la red de alcantarillado se encuentra en condiciones de funcionamiento normal, sin embargo, dada la antigüedad de las tuberías, es probable que se puedan estar presentando algunas fugas de agua, pero que no generarían inundaciones, solo recarga o humedecimiento del perfil del suelo.

En el acantilado, carecen de red de alcantarillado, y los que existieron fueron clausurados; en consecuencia en este sector se descarta inundaciones en esta unidad de análisis.

En la plataforma inferior al acantilado, a lo largo de la costanera, existen algunas instalaciones de red de alcantarillado, asociados a algunas instalaciones de restaurant, clubes, etc., las cuales son conducidas a plantas de bombeo evacuando dichas aguas a la red de alcantarillado de la parte superior de la plataforma. En este caso las inundaciones se podrían generar por la falla del sistema de bombeo de las estaciones ubicadas en la parte baja o costanera.

### 5.3.5 Inundaciones por aguas de regadío.

El riego está presente en las áreas verdes de parques y jardines, ubicadas en tres unidades de análisis correspondientes a la plataforma superior, acantilado y plataforma inferior al pie del acantilado.

En todos los casos el riego es controlado, dado que utilizan riego presurizado (aspersión, goteo y microaspersión), riego con mangueras y riego con tanques cisternas, inexistente riego por inundación. En algunos casos puntuales el exceso de riego ocasiona pérdidas de agua por infiltración profunda los cuales se reflejan en la presencia de filtraciones en algunas edificaciones profundas.

Las fuentes de agua para el riego, proveniente mayoritariamente del río Rímac, río Surco, para San Isidro, Miraflores, y en algunos casos con aguas servidas tratadas; en tanto que para las

áreas de Chorrillos y Barranco utilizan aguas subterráneas las cuales son trasladadas en camiones cisternas.

Las inundaciones por riego, se descartan dado que la aplicación del agua es controlada, a excepción de algunos sectores donde la eficiencia de riego es baja que generan infiltraciones profundas más abajo de la zona radicular.

### 5.3.6 Erosión hídrica

Con fines de análisis se ha definido la **erosión hídrica interna** y la **erosión hídrica superficial**.

**La erosión hídrica interna**, se define como la acción del agua que origina el desplazamiento de las partículas al interior de la estructura del suelo, generando conductos o espacios que posteriormente por peso propio del material y/o carga presente sobre el suelo, ocasiona asentamientos. Este caso se presenta en sectores de rellenos no controlados, como es en el caso de las plazuelas en San Miguel.

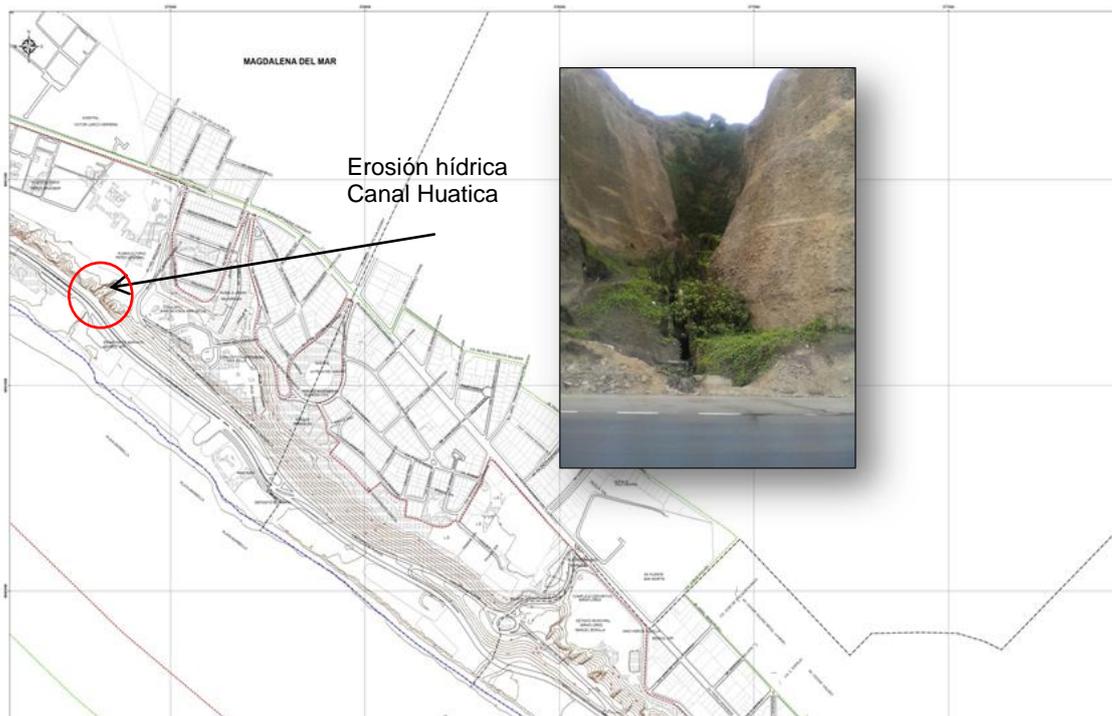
**La erosión hídrica superficial**, definida como la acción de agua que genera el arrastre de material de la superficie del suelo.

En la parte de la plataforma superior, la erosión superficial es muy baja debido a que está se encuentra protegido por asfalto, concreto (pistas y veredas), también a la escasa precipitación, además por presentar una baja pendiente.

El mayor peligro de erosión hídrica se presenta en los acantilados por presentar alta pendiente y escasa protección, salvo en los sectores con vegetación abundante.

En el caso del canal Huatica, la erosión es ocasionada en la zona del acantilado debido a la descarga del canal y la energía erosiva por la diferencia de cota entre la parte superior del acantilado y la parte inferior y carecer de un sistema adecuado de protección. Figura N° 79.

**Figura N°84. Erosión hídrica distrito Magdalena del Mar**



### 5.3.7 Flujo de lodo

El flujo de lodo se podría presentar en las cárcavas existentes ante la presencia de escurrimiento de agua y la remoción de abundante material suelto.

En la zona en estudio, este peligro se podría generar en las cárcavas existentes y en los antiguos cauces de las quebradas como la Bajada Balta, quebrada Armendáriz, Bajada 28 de Julio, Bajada a los Baños, y desencadenados por un evento extremo de alta precipitación.

### 5.3.8 Síntesis de peligros de origen hidrológico

Para determinar los peligros de origen hidrológico, se establecieron unidades de análisis definidas en función a sectores de características uniformes en la plataforma superior, acantilado y plataforma inferior para cada distrito de la Costa Verde, relacionadas con los escenarios de presencia hídrica, definidas como sigue:

- Erosión hídrica interna, comprende al acomodo de las partículas internas del suelo, por efecto o presencia del agua, correspondiente principalmente a rellenos no controlados presentes en distintos lugares (plataforma superior e inferior de la Costa Verde)
- Erosión hídrica superior, definida a la ocasionada por el escurrimiento superficial del agua, bien de origen pluvial o de riego.
- Inundación por precipitación
- Inundación por riego
- Inundación por presencia de napa freática alta

Posteriormente se definieron niveles críticos de peligro, cuya valoración asignada es:

| Niveles críticos | Valoración |
|------------------|------------|
| Bajo             | 0 - 2      |
| Medio            | 2 - 4      |
| Crítico          | 4 - 6      |
| Muy crítico      | 6 - 8      |

Luego de haber establecido para cada unidad de análisis el nivel de criticidad, se determinó el nivel de peligro definido como:

- Peligro Bajo  Con bajo nivel de erosión e inundación
- Peligro Medio  Con presencia de medio nivel de erosión e inundación
- Peligro Alto  Con alto nivel de erosión e inundación
- Peligro Muy Alto.  Con muy alto peligro de erosión e inundación.

En el Cuadro N° 62, se presenta la valoración del nivel de peligro para cada unidad de análisis realizado para cada distrito, cuyos resultados son mostrados en los planos de peligros hidrológicos.

**Cuadro N° 61. Valoración de Peligro Hidrológico**

| DISTRITO   | UNIDAD DE ANALISIS | EROSION HIDRICA INTERIOR | EROSION HIDRICA SUPERIOR | INUNDACION POR PRECIPITACION | INUNDACIÓN POR RIEGO | NAPA FREATICA | TOTAL |    |
|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------|---------------|-------|----|
| SAN MIGUEL | SM1                | 0                        | 2                        | 6                            | 0                    | 0             | 8     | B  |
|            | SM2                | 4                        | 2                        | 2                            | 2                    | 0             | 10    | M  |
|            | SM3                | 2                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | SM4                | 4                        | 4                        | 6                            | 0                    | 0             | 14    | A  |
|            | SM5                | 8                        | 0                        | 2                            | 4                    | 0             | 14    | A  |
| MAGDALENA  | MA1                | 0                        | 2                        | 6                            | 0                    | 0             | 8     | B  |
|            | MA2                | 0                        | 4                        | 4                            | 4                    | 0             | 12    | A  |
|            | MA3                | 2                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | MA4                | 4                        | 4                        | 6                            | 0                    | 0             | 14    | A  |
|            | MA5                | 2                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | MA6                | 0                        | 8                        | 0                            | 6                    | 0             | 14    | A  |
|            | MA6a               | 0                        | 4                        | 6                            | 2                    | 0             | 12    | M  |
|            | MA7a               | 0                        | 8                        | 6                            | 2                    | 0             | 16    | MA |
|            | MA7b               | 0                        | 8                        | 2                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | MA7c               | 0                        | 8                        | 2                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | MA8                | 0                        | 8                        | 2                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | MA9                | 0                        | 8                        | 6                            | 2                    | 0             | 16    | MA |
| MA10       | 0                  | 6                        | 8                        | 0                            | 0                    | 14            | A     |    |
| MA11       | 0                  | 4                        | 2                        | 2                            | 0                    | 8             | B     |    |
| MA12       | 0                  | 6                        | 2                        | 2                            | 0                    | 10            | M     |    |
| SAN ISIDRO | SI1                | 0                        | 8                        | 2                            | 2                    | 0             | 12    | M  |
|            | SI2                | 0                        | 8                        | 2                            | 2                    | 0             | 12    | A  |
|            | SI3                | 0                        | 8                        | 2                            | 0                    | 0             | 10    | M  |
|            | SI4                | 4                        | 4                        | 4                            | 0                    | 0             | 12    | A  |
| MIRAFLORES | MI1                | 2                        | 6                        | 2                            | 2                    | 0             | 12    | M  |
|            | MI2                | 0                        | 8                        | 6                            | 2                    | 0             | 16    | MA |
|            | MI3                | 4                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 12    | M  |
|            | MI3a               | 0                        | 6                        | 4                            | 4                    | 0             | 14    | M  |
|            | MI3b               | 0                        | 6                        | 4                            | 2                    | 0             | 12    | M  |
|            | MI4                | 0                        | 8                        | 6                            | 0                    | 0             | 14    | A  |
|            | MI4a               | 2                        | 8                        | 0                            | 2                    | 0             | 12    | M  |
| MI5        | 0                  | 2                        | 8                        | 2                            | 0                    | 12            | M     |    |
| BARRANCO   | BA1                | 4                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 12    | M  |
|            | BA2                | 0                        | 8                        | 6                            | 0                    | 0             | 14    | A  |
|            | BA2a               | 2                        | 8                        | 4                            | 2                    | 0             | 16    | MA |
| BA3        | 2                  | 8                        | 0                        | 0                            | 0                    | 10            | B     |    |
| CHORRILLOS | CH1                | 4                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 12    | M  |
|            | CH2                | 0                        | 0                        | 8                            | 0                    | 6             | 14    | A  |
|            | CH3                | 4                        | 8                        | 0                            | 0                    | 0             | 12    | M  |
|            | CH4                | 0                        | 8                        | 4                            | 0                    | 0             | 12    | M  |
|            |                    | Valoración               | Codigo                   | Rango superior               | Rango inferior       |               |       |    |
|            |                    | BAJO                     | B                        | 0.020                        | 0.025                |               |       |    |
|            |                    | MEDIO                    | M                        | 0.025                        | 0.030                |               |       |    |
|            |                    | ALTO                     | A                        | 0.030                        | 0.035                |               |       |    |
|            |                    | MUY ALTO                 | MA                       | 0.035                        | 0.040                |               |       |    |

En el mapa síntesis de Peligros Hidrológicos del área de estudio de la Costa Verde Chorrillos – Barranco – Miraflores - San Isidro - Magdalena Del Mar - San Miguel (Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PH - 1.1 a PH - 1.7) se identificaron cuatro niveles de peligro, los que se distribuyen espacialmente de acuerdo a la siguiente descripción:

**A. Zona de Peligro Muy Alto**

Consiste básicamente en la zona amenazada por el peligro de alta escorrentía superficial ante la presencia de lluvias extraordinarias, que se desarrollarían a través de los cauces de quebradas antiguos, referidos a las Bajadas Marbella, Bajada Balta, Bajada Armendáriz, Bajada Baños de Barranco, Bajada Tenderini. En este caso el peligro directo es de origen hidrológico climático.

Otro sector también amenazado por peligro de alta erosión hídrica, corresponde a la descarga del canal Huatica, el cual ha generado y genera alta erosión en el acantilado.

**B. Zona de Peligro Alto.**

Corresponde básicamente en zonas amenazadas por peligros de inundación en el escenario de altas precipitaciones extraordinarias, que se emplazarían en la parte de la terraza inferior (comprendida entre las cotas 0 a 10 msnm). En este caso el peligro directo es origen

climático –hidrológico. Se encuentran en este caso las playas de la Costa Verde comprendidas entre 0 a 10 m.

### **C. Zona de Peligro Medio**

Comprenden zonas donde la presencia de peligros por inundación es baja y además donde la erosión por escorrentía es de Peligro Medio, ante la presencia de eventos de alta pluviometría extraordinaria. Se encuentran en este caso la zona de alta pendiente que se encuentran a lo largo de toda la Costa Verde.

### **D. Zona de Peligro Bajo**

Las zonas de Peligro Bajo, comprenden aquellos lugares donde la presencia de inundaciones por altas precipitaciones extremas las inundaciones y erosión es baja. En el área en estudio dichas zonas están emplazadas en la zona de la terraza alta.

## **5.4 Peligros Geotécnicos**

### **5.4.1 Problemas planteados por los suelos en ingeniería (licuación y colapsabilidad del suelo)**

#### **i. Licuación de suelos**

Describe el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa (carga), en ciertas circunstancias pasan de un estado sólido a un estado líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado. Es uno de los fenómenos más dramáticos y destructivos y, además, más polémicos y peor explicados que pueden ser inducidos en depósitos por acciones sísmicas.

Los suelos mal gradados son más susceptibles de presentar licuación que los suelos bien gradados; en el caso de las arenas, el problema de licuación será mayor si se tiene un coeficiente de uniformidad mayor o igual a 2. Las arenas finas uniformes son más propensas a licuarse que las arenas gruesas uniformes. La saturación del suelo es condición necesaria para que ocurra licuación, por lo tanto la profundidad del nivel freático tiene influencia.

Las condiciones antes mencionada se presenta en la plataforma inferior entre límite Chorrillos-Barranco, y Magdalena del Mar- San Isidro, donde el suelo presenta una permanente humedad.

#### **ii. Colapsabilidad del suelo**

Los suelos colapsables son aquellos que pierden estabilidad al producirse variación en algunas condiciones propias, como son el aumento del grado de saturación que puede activar las sales solubles presentes, aumento del nivel de esfuerzo actuante que pueda producir una disminución de la relación de vacíos, etc.

Los suelos colapsables experimentan una súbita disminución de su resistencia al corte. En área de estudio se ha observado que este fenómeno podría ocurrir en la parte baja de los taludes de los distritos de Barranco y Miraflores, donde la cobertura de travertinos es afectada por la disolución de las aguas subterráneas.

#### **iii. Asentamiento por densificación del suelo**

El suelo de relleno está constituido por material de excavación, de demolición y desmonte, y cuyo problema es la compresibilidad del suelo. Este problema consiste en la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas y por el acomodamiento de su estructura granular debido a estar sometido a presiones (asentamiento de suelo).

La plataforma inferior del área de Estudio está conformado por relleno de materiales, el cual persiste en los sectores donde el suelo tiene un uso para esparcimiento (zona de playa, estacionamiento, áreas verdes), bermas y vías. El asentamiento de suelo se presenta con la deformación de las pérgolas, de las vías y en las bermas laterales.

Este problema se acentúa por la compactación del suelo, el agua subterránea, excavaciones, la sismicidad y la carga externa (tránsito de vehículos e infraestructura física).

#### **iv. Macizo rocoso deformado, fracturado y fallado**

Se ubica al Sur de la Costa Verde representando las elevaciones de los Cerros Morro Solar y Marcavilca, está limitado por laderas y taludes de corte, y son elevaciones de baja altura.

El macizo rocoso está constituido de rocas sedimentarias con deformación regional, el macizo está atravesado por fracturas (dos familias) que se orientan perpendicularmente, y por fallas verticales. En el trazo de la vía Chorrillos y La Herradura, la posición del macizo rocoso y el talud de corte, así como las excavaciones realizadas por el poblador para la ubicación de viviendas ha producido la caída de rocas.

#### **v. Asentamiento por compresibilidad del suelo**

Corresponde a zonas ubicadas en la parte baja de la ladera septentrional del Cerro Morro Solar y la quebrada La Herradura, conformando una peniplanicie formada por la acumulación de materiales.

Esta peniplanicie sigue la prolongación del macizo rocoso, que en algunas partes se observa el afloramiento del macizo rocoso. En ese sentido la zona se encuentra en el contacto entre los materiales de la peniplanicie y el macizo rocoso. La quebrada La Herradura, es una forma de relieve rodeado de laderas y una superficie rellena de materiales. En ambos, se ha configurado un factor de sitio que influye en el movimiento de las ondas sísmicas produciendo una amplificación. En consecuencia, la sensibilidad ante un movimiento sísmico es mayor.

#### **vi. Área con deformación superficial ante una carga crítica (> 500 KN/m<sup>2</sup>)**

Comprende la zona donde los esfuerzos de tensión (cargas críticas) tienden a debilitar la superficie inclinada. La superficie inclinada es el talud natural (distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores San Isidro y del distrito de Magdalena) y los taludes artificiales (distrito de San Miguel, Magdalena del Mar y algunos sectores de San Isidro), con pendiente (> 15°), y factores de seguridad que varían de 0,7 a 1,4.

La zona presenta problemas de deformación superficial ante una carga mayor de 500 KN/m<sup>2</sup>, donde la carga crítica puede generar la ruptura del talud, la cual se acentúa por la morfología del talud, los sismos, el escurrimiento de agua superficial y la ubicación de infraestructura física con una carga mayor de 500KN/m<sup>2</sup>.

#### **vii. Problemas relacionados con la estabilidad de laderas**

Comprende los problemas como la deformación superficial, derrumbes y deslizamientos, los cuales generalmente están condicionados por factores naturales, aunque frecuentemente desencadenados por actuaciones antrópicas.

Estos problemas están relacionados a las fallas de talud, condicionados por la acción de gravedad, al debilitamiento progresivo de los materiales, así como a la meteorización y la acción de los peligros naturales y antrópicos. Además, de los factores geomecánicos del suelo que influyen en los procesos de rotura e inestabilidad y los mecanismos de rotura del talud.

La inestabilidad en las laderas, se debe a un mecanismo en el desequilibrio entre las fuerzas internas y externas que actúan sobre el talud, de tal manera que las fuerzas

desestabilizadoras superan a las fuerzas estabilizadoras. Este desequilibrio puede ser debido a una modificación de las fuerzas existentes o a la aplicación de nuevas fuerzas externas estáticas o dinámicas.

Estos problemas llegan a constituir un tipo de peligro geotécnico, que pueden causar daños económicos y sociales al afectar las actividades y construcciones humanas.

#### 5.4.2 Sectores críticos por condiciones geotécnicas

**Licuefacción.** Este proceso podrá ocurrir a lo largo de la zona de playas desde la base del acantilado hasta el nivel de las mareas en el límite de los distritos Chorrillos-Barranco y a la altura del canal Huatica.

#### **Inestabilidad de Taludes y Desprendimiento de Rocas.**

Estos procesos podrán acontecer a lo largo de los acantilados de la Costa Verde sin embargo los derrumbes están más propensos en los siguientes lugares. Cuadro N°. 63.

**Cuadro N° 62. Sectores propensos a derrumbes**

| Localización                          | Distrito   | Localización                       | Distrito   |
|---------------------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| Frente al Jirón Espinar               | San Miguel | Calle Porta                        | Miraflores |
| Pasaje Miramar                        | San Miguel | Larcomar                           | Miraflores |
| Calle San Martín                      | Magdalena  | Calle Las Acacias                  | Miraflores |
| Coliseo Chachi Dibós                  | Magdalena  | Quebrada Armendáriz Margen derecha | Miraflores |
| Av. Larco Herrera                     | Magdalena  | Avda. Sáenz Peña                   | Barranco   |
| Puericultorio Pérez Aranibar          | Magdalena  | Calle Abregu                       | Barranco   |
| Calle Uno                             | San Isidro | Jirón 28 de Julio                  | Barranco   |
| Frente Calle Esparta                  | San Isidro | Calle Castilla                     | Barranco   |
| Estadio Manuel Bonilla                | Miraflores | Calle La Española                  | Chorrillos |
| Complejo Deportivo Federico Villareal | Miraflores | Jirón Pardo                        | Chorrillos |
| Parque El Faro                        | Miraflores |                                    |            |

#### 5.4.3 Niveles de Peligros Geotécnicos:

##### **Niveles de Peligros Geotécnicos:**

Si bien los estudios de suelo que se han realizado a lo largo de la Costa Verde mayormente, arrojan parámetros dentro de los rangos ideales de capacidad portante de suelos y por asumirse a los suelos gravosos como uno de los mejores para la cimentación, se omiten los factores condicionantes y desencadenantes que originan la inestabilidad de los acantilados de la Costa Verde, los cuales se han considerado en la clasificación de niveles de peligros geotécnicos.

Estos factores se pueden clasificar de la siguiente manera:

##### Factores Condicionantes:

- Tipo de Material que conforman los suelos: Gravas englobadas por material fino, mayormente limos. Inconsolidados.
- Topografía:

- Pendiente del Talud: 20° a 90°
- Cota: máxima 70 msnm
- Relieve: Abrupto con presencia de cárcavas que forman depósitos sueltos hacia la base con formas de conos o pequeños abanicos.
- Taludes Eriazos: Ausencia de vegetación (condicionando la erosión de las laderas).

#### Factores Desencadenantes:

- Naturales
  - Viento: Que denuda la cara del talud no revegetado exponiendo la grava y los cantos.
  - Geodinámica: Intervienen varios factores: Fuerza de gravedad, viento, lluvia; generando derrumbes y asentamientos.
  - Hidrología: Precipitaciones pluviales
  - Hidrogeología: Aguas Subterráneas
  - Tectónica: Sismicidad alta hasta IX de Intensidad Escala de Mercalli
- Antrópicos:
  - Desarrollo Urbano: Edificaciones multifamiliares, centros comerciales y vías de transporte.

Una vez analizado estos factores, el tipo de suelo y la capacidad portante, se clasificaron los siguientes niveles de peligro geotécnico:

- **Distrito de San Miguel**

No se consideran zonas de peligro alto en la plataforma superior del acantilado por que las pendientes de esta zona son aprox. menores al 10%, y los suelos que la conforman se ubican en el rango de regulares a buenos, por ello se clasifica a esta plataforma como zona de peligro medio.

#### **Zona de Peligro Muy Alto:**

Corresponde desde el borde del litoral, plataforma inferior y acantilado. La plataforma inferior y el acantilado, están conformados por suelos de relleno no controlados, susceptibles a erosionarse producto de la humedad y el oleaje, en los cuales ante un evento sísmico de gran magnitud puede llegar a producirse la licuación de estos suelos, provocando fuertes asentamientos en la zona de playa, donde la capacidad portante es menor a 0.50 kg/cm<sup>2</sup>. Sobre el talud, desde la Av. Circuito de Playas hasta la Av. Bertolotto (Parque Belén), se observan asentamientos y deslizamientos, y ante la ocurrencia de un evento sísmico, pueden producirse deslizamientos y derrumbes debido a la poca cohesión del suelo que lo conforma.

#### **Zona de Peligro Medio:**

Corresponde desde la plataforma superior del acantilado hasta 200 metros hacia el continente. En esta zona, se encuentra predominio de suelos conformados por arenas limosas (SM), arcillas de plasticidad baja a media (CL), gravas limosas (GM) de compacidad suelta a medianamente compactas, encontradas hasta una profundidad de 6 metros. Terrenos ubicados sobre pendientes suaves menores a 2 %, con capacidad portante promedio de 2.56 kg/cm<sup>2</sup>.

Debido a la composición del suelo y factores ambientales como la humedad, pueden provocar hundimientos graduales del suelo por consolidación, imperceptibles a corto plazo,

pero con el paso de los años, estos suelos tienden a presentar asentamientos, provocando problemas tales como: cambios en el drenaje natural de la zona en hundimiento, agrietamientos o desplazamientos verticales del terreno que afectan a la infraestructura civil. Asimismo, ante la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud pueden producirse desplazamientos verticales que provoquen grietas y/o rajaduras en viviendas y edificios.

- **Distrito de Magdalena del Mar**

No se consideran zonas de peligro alto en la plataforma superior del acantilado por que las pendientes de esta zona son aprox. menores al 10%, y los suelos que la conforman se ubican en el rango de regulares a buenos, por ello se clasifica a esta plataforma como zona de peligro medio.

#### **Zona de Peligro Muy Alto**

Corresponde desde el borde del litoral, plataforma inferior y acantilado. La plataforma inferior está conformada por suelos de relleno no controlados, susceptibles a erosionarse producto de la humedad y el oleaje, en los cuales ante un evento sísmico puede llegar a producirse la licuación de suelos, provocando fuertes asentamientos en la zona de playa, donde la capacidad portante es menor a 0.50 kg/cm<sup>2</sup>.

En el acantilado, debido a la composición del material granular del talud y las cargas a la que está expuesto (edificios construidos sobre el acantilado), se podrían llegar a producir derrumbes y deslizamientos en este sector, los cuales ante un evento sísmico se podrían potenciar, ocasionando la remoción de masas en el talud y el colapso de las infraestructuras construidas al borde del talud. En este sector se ubican Malecón Castañola, AA.HH Medalla Milagrosa, Conjunto Habitacional Marbella y la Av. Bajada de Baños Marbella.

#### **Zona de Peligro Medio**

Este sector corresponde a terrenos ubicados desde el borde superior del talud hasta aproximadamente 100 metros de proyección ortogonal hacia el área urbana (plataforma superior). Suelos conformados por gravas mal gradadas en matriz limosa (GP-GM), arena limosa (SM) y arenas mal gradadas (SP), hasta una profundidad de 3 metros. Con capacidad portante de 2.56 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta zona se sitúa sobre una pendiente de 5 a 15%, conformados por gravas, limos y arenas, de baja plasticidad, los cuales son considerados entre los suelos de regular a bueno para la cimentación. En este sector se ubica Puericultorio Pérez Aranibar (sector de la Av. El Ejército), Malecón Sergio Bernales.

#### **Zona de Peligro Bajo**

Este sector comprende a la plataforma superior, franja paralela (100 metros de ancho aprox.) a la proyección ortogonal de 100 metros desde borde superior del acantilado hacia la zona urbana. Suelos conformados por gravas mal gradadas en matriz limosa (GP-GM), arenas mal gradadas con limos (SP-SM) y arena limosa (SM) hasta una profundidad de 3 metros. Con capacidad portante de 4.92 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta zona se considera de peligro bajo por la alta capacidad portante que tienen y el tipo de suelos que la conforman, los cuales se encuentran entre los suelos regulares a bueno para la cimentación.

- **Distrito de San Isidro**

No se consideran zonas de peligro alto en la plataforma superior del acantilado por que las pendientes de esta zona son aprox. menores al 15%, y los suelos que la conforman se ubican en el rango de regulares a buenos, por ello se clasifica a esta plataforma como zona de peligro medio.

#### **Zona de Peligro Muy Alto**

Corresponde desde el borde del litoral, plataforma inferior y acantilado. La plataforma inferior está conformada por suelos de relleno, susceptibles a erosionarse producto de la humedad y el oleaje, los cuales ante un evento sísmico puede llegar a producir la licuación de estos suelos, provocando fuertes asentamientos en la playa, cuya capacidad portante es menor a 0.50 kg/cm<sup>2</sup>. En el acantilado, debido a la composición del material granular del talud y las cargas a la que podrían estar expuesto, puede ocasionar derrumbes y deslizamientos, y ante la ocurrencia de un evento sísmico, pueden producirse deslizamientos y derrumbes debido a la poca cohesión del suelo que lo conforma, ocasionando la remoción de masas en el talud y el colapso de las infraestructuras construidas al borde del mismo.

Cabe señalar, que el distrito de San Isidro ha implementado medidas de protección en esta franja (zonas de parques) y dentro de su planeamiento urbano, ha establecido la zona como zona de reglamentación

#### **Zona de Peligro Medio**

Este sector corresponde a terrenos ubicados desde el borde superior del talud hasta aproximadamente 100 metros de proyección ortogonal hacia el área urbana (plataforma superior). Suelos conformados por gravas mal gradadas en matriz limosa (GP-GM), arena limosa (SM), hasta una profundidad de 3 metros. Con capacidad portante de 2.43 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta zona se sitúa sobre una pendiente de 5 a 15%, conformados por gravas, limos y arenas, de baja plasticidad, los cuales son considerados entre los suelos de regular a bueno para la cimentación. En este sector se ubica Calle Paracas, Parque La Pera del Amor.

#### **Zona de Peligro Bajo**

Este sector comprende a la plataforma superior, franja paralela (100 metros de ancho aprox.) a la proyección ortogonal de 100 metros desde borde superior del acantilado hacia la zona urbana. Suelos conformados por gravas limosas, mezclas de grava, arena y limos (GM). Con capacidad portante de 4.70 m<sup>2</sup>.

Esta zona se considera de peligro bajo por la alta capacidad portante que tienen y el tipo de suelos que la conforman, los cuales se encuentran entre los suelos regulares a bueno para la cimentación.

- **Distrito de Miraflores**

No se consideran zonas de peligro alto, debido a que en la plataforma superior del acantilado las pendientes del terreno son aprox. menores al 10%, y los suelos que la conforman se ubican en el rango de regulares a buenos, estableciéndose nivel medio de peligro para esta zona.

### **Zona de Peligro Muy Alto**

Corresponde desde el borde del litoral, plataforma inferior y acantilado. La plataforma inferior está conformada por suelos de relleno, susceptibles a erosionarse producto de la humedad y el oleaje, los cuales ante un evento sísmico pueden sufrir la licuación del suelo, provocando fuertes asentamientos en la playa e infraestructura construida, debido a que la capacidad portante de éstos es menor a  $0.50 \text{ kg/cm}^2$ .

En el acantilado, debido a la composición del material granular del talud y a las cargas a las que está expuesto (edificios construidos sobre el acantilado), se podrían llegar a producir derrumbes y deslizamientos en este sector, los cuales ante un evento sísmico se podrían potenciar, ocasionando la remoción de masas en el talud y el colapso de las infraestructuras construidas al borde del mismo. Así mismo, se localizó una zona de relleno en la plataforma superior paralela al acantilado, en la cual se ubican el Estadio Municipal Manuel Bonilla (donde se observan asentamientos del suelo), Bajada María Reiche, Parque El Faro de La Marina y Parque del Amor.

### **Zona de Peligro Medio**

Este sector corresponde a terrenos ubicados desde la franja paralela al acantilado conformada por suelos de rellenos (Estadio Municipal Manuel Bonilla, Bajada María Reiche, Parque El Faro de La Marina y Parque del Amor) hasta aproximadamente 100 metros de proyección ortogonal hacia el área urbana (plataforma superior). Suelos conformados por gravas mal gradadas en matriz limosa SM, ML, GP-GM, hasta una profundidad de 7 metros. Con capacidad portante de  $4.78 \text{ kg/cm}^2$ .

Esta zona se sitúa sobre una pendiente de 5 a 15%, conformados por gravas, los cuales son considerados entre los suelos de regular a bueno para la cimentación. Ubicándose la Av. De La Aviación, Malecón Cisneros y Plaza Balta.

### **Zona de Peligro Bajo**

Este sector comprende a la plataforma superior, franja paralela (100 metros de ancho aprox.) a la proyección ortogonal de 100 metros desde borde superior del acantilado hacia la zona urbana. Suelos conformados por gravas limosas, mezclas de grava, arena y limos (GM). Con capacidad portante de  $4.78 \text{ Kg/cm}^2$ .

Esta zona se considera de peligro bajo por contar con una alta capacidad portante del suelo y su clasificación, los cuales se ubican entre los suelos regulares a bueno para la cimentación.

- **Distrito de Barranco**

No se consideran zonas de peligro alto, debido a que en la plataforma superior del acantilado las pendientes del terreno son aprox. menores al 15%, y los suelos que la conforman se ubican en el rango de regulares a buenos, estableciéndose los siguientes niveles de peligro:

### **Zona de Peligro Muy Alto**

Corresponde desde el borde del litoral, plataforma inferior y acantilado. La plataforma inferior está conformada por suelos de relleno, susceptibles a erosionarse producto de la humedad y el oleaje, en los cuales ante un evento sísmico puede llegar a producirse la licuación de suelos, provocando fuertes asentamientos en la playa, debido a que la capacidad portante de estos suelos es menor a  $0.50 \text{ kg/cm}^2$ . En el acantilado, por la

composición del material granular (gravas, arenas y limos poco plásticos) del talud y las cargas a la que está expuesto (edificios construidos sobre el acantilado), se podrían llegar a producir derrumbes y deslizamientos en este sector, los cuales ante un evento sísmico se potencian, ocasionando la remoción de masas en el talud y el colapso de las infraestructuras construidas al borde del mismo. En este sector se ubican La Bajada de Baños, Calle Junín, Calle Fernando Lavalle.

### **Zona de Peligro Medio**

Este sector corresponde a terrenos ubicados desde el borde superior del talud hasta aproximadamente 100 metros de proyección ortogonal hacia el área urbana (plataforma superior). Suelos conformados por gravas mal gradadas en matriz limosa (GP, GM), gravas bien gradadas (GW), Limos inorgánicos con arenas mal gradadas, arcillosos poco plásticos (ML - SP), hasta una profundidad de 7 metros. Con capacidad portante de 4.65 kg/cm<sup>2</sup>.

Se considera peligro medio, por presentar suelos con una buena capacidad portante conformada por limos, gravas y arenas de baja plasticidad, pero debido a la proximidad del acantilado se recomienda no asentar estructuras urbanas que puedan exponerse a deslizamientos o derrumbes.

### **Zona de Peligro Bajo**

Este sector comprende a la plataforma superior, franja paralela (100 metros de ancho aprox.) a la proyección ortogonal de 100 metros desde borde superior del acantilado hacia la zona urbana. Suelos conformados por gravas pobremente graduada con arcilla de plasticidad baja a media (GP-CL), Gravas pobremente graduadas con arena limosas (GP-ML), Gravas pobremente graduadas con arena limosa (GP-SM). Con capacidad portante de 3.10 m<sup>2</sup>.

Si bien este sector, presenta estratos con presencias de arcilla, estos se ubican en la capa superficial del subsuelo, encontrándose suelos gravosos y limosos por debajo de este estrato a una profundidad aprox. de 2 metros; con una capacidad portante regular y con una pendiente menor a 15%, considerándose la zona de peligro bajo.

- **Distrito de Chorrillos**

### **Zona de Peligro Muy Alto**

Corresponde desde el borde del litoral, plataforma inferior y acantilado. La plataforma inferior está conformada por suelos de relleno, susceptibles a erosionarse como producto de la humedad y el oleaje, en los cuales ante un evento sísmico puede llegar a producirse licuación de suelos, provocando fuertes asentamientos en la playa, debido a que la capacidad portante de estos suelos es menor a 0.50 kg/cm<sup>2</sup>. En el acantilado, por la composición del material granular (gravas, arenas y limos poco plásticos) del talud y las cargas a la que están expuesto (edificios construidos sobre el acantilado), se podrían llegar a producir derrumbes y deslizamientos en este sector, los cuales ante un evento sísmico se potencian, ocasionando la remoción de masas en el talud y el colapso de las infraestructuras construidas al borde del mismo.

### **Zona de Peligro Medio**

Este sector corresponde a terrenos ubicados desde el borde superior del talud hasta aproximadamente 100 metros de proyección ortogonal hacia el área urbana (plataforma superior). Suelos conformados por arcilla limosa poco plásticas o de plasticidad mediana (CL - ML), arena limosa con arcilla de plasticidad baja a media (SM - CL), hasta una profundidad de 7 metros. Con capacidad portante de 3.10 kg/cm<sup>2</sup>.

Se considera, peligro medio por la conformación del suelo y su capacidad portante, presentando suelos con arcilla de plasticidad media predominando hasta un estrato de 7 metros de profundidad y una pendiente menor al 20 % de regular capacidad portante.

### **Zona de Peligro Bajo**

Este sector comprende a la plataforma superior, franja paralela (100 metros de ancho aprox.) a la proyección ortogonal de 100 metros desde borde superior del acantilado hacia la zona urbana. Suelos conformados por gravas pobremente gradadas con arena limosa (GP-SM). Con capacidad portante de 3.10 m<sup>2</sup>.

Se considera peligro bajo, por contar con una capacidad portante de regular a buena, con suelos conformados por limos, gravas y arenas de baja plasticidad.

## **5.5 Peligros Oceanográficos**

### **5.5.1 Tsunamis**

Tsunami es una palabra de origen japonés, usada internacionalmente y designa al fenómeno oceánico conocido como maremoto. En dicho idioma, "Tsu", significa puerto y "Nami", ola. Literalmente significa grandes olas en el puerto: no causa daños en alta mar, pero es destructivo en las costas.

Entonces los Tsunamis son una serie de ondas marinas generadas por una perturbación sísmica o una violenta alteración del fondo oceánico, dichas ondas no son percibidas en alta mar, pero al acercarse a la costa, las olas incrementan su altura. Los tsunamis son más peligrosos cuando se originan cerca de tierra firme, aunque siempre no sucede esto.

En Camaná, Arequipa el 23 de Junio del 2001, ocurrió un tsunami que se generó por efecto del terremoto y destruyó más de 2,000 edificaciones a lo largo de 20 Km. en la costa de Camaná, dejando un saldo de 23 muertos y 62 desaparecidos. El Puerto del Callao, fue arrasado por un tsunami el 28 de Octubre de 1746, causó la muerte de 4800 personas de un total de 5000.

Es importante diferenciar entre que es un tsunami, que son movimientos de aguas profundas, y los maretaos, que son movimientos de aguas superficiales. Lo que equivale a diferenciar que es una onda y una ola. Las ondas son el resultado de movimientos vibratorios, mientras que la ola es un movimiento complejo que tiene por origen diversas causas y muy en particular el viento.

#### **5.5.1.1 Generación de Tsunamis**

Los tsunamis se generan por las causas siguientes:

- Por movimientos sísmicos de origen tectónico con epicentro en mar.
- Por grandes erupciones volcánicas.
- Por deslizamientos o derrumbes submarinos o superficiales.
- Por caída de asteroides en el mar.
- Por acción del hombre (fenómenos antropogénicos tales como: explosiones de bombas atómicas en atolones, bahías, etc.)

#### **Movimiento sísmico de origen tectónico con epicentro en el mar.**

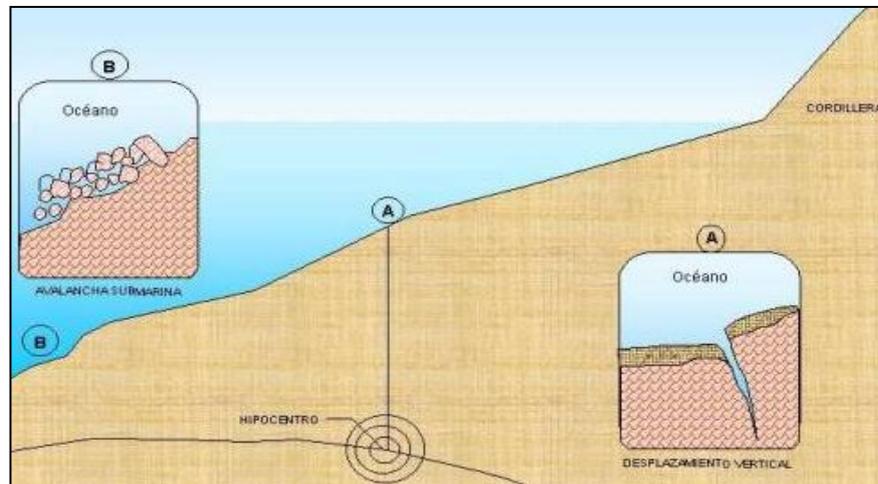
Este fenómeno geodinámico es la causa más común para la generación de tsunamis. Cuando es generado por un sismo, se le conoce como sismo tsunamigénico, por lo tanto, no todos los sismos generan tsunamis. Al ocurrir un sismo con epicentro en el mar, se originan grandes

fracturas en el fondo oceánico y se asumen que estas superficies falladas tienen la forma de elipses alargadas, en donde el eje mayor coincide con el eje de la falla.

En el caso de terremotos superficiales y con epicentro en el mar, el mecanismo de generación de ondas tsunamigénicas se conoce por la teoría de la tectónica de placas, que presenta a la litosfera formada por un número de rígidas placas que se encuentran en continuo movimiento. En el eje de una cordillera oceánica tectónicamente activa (dorsales) donde las placas se separan, se forma nuevo material cortical debido a una continua acreción de corteza oceánica generada por corrientes de convección del manto.

En este proceso, la placa es empujada desde las dorsales hacia la zona de subducción (la Placa de Nazca avanza 80 mm/año hacia la zona de subducción. Figura N° 85), donde va gradualmente consumiéndose conforme va deslizándose al interior del manto.

**Figura N° 85. Causas principales de generación de Tsunamis**



Fuente: Tesis: Fenómeno geodinámica interna: Tsunami Camaná 2001, UNI 2004

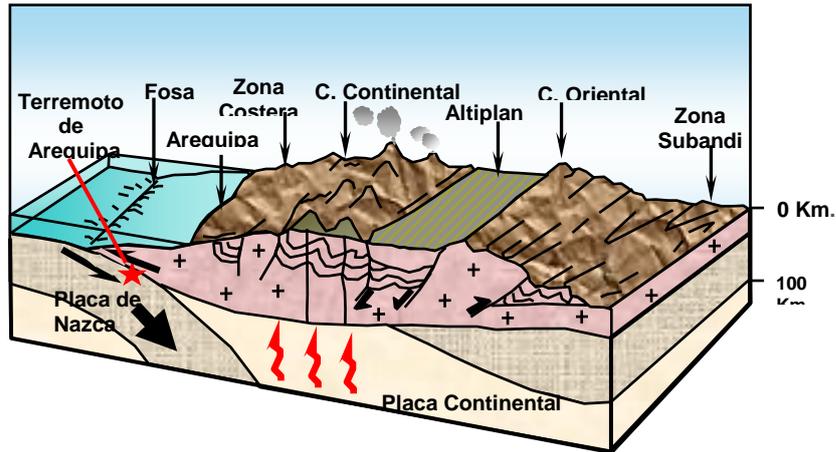
Este tipo de límite de placa se encuentra en el Océano Pacífico, representado por dorsales y fosas oceánicas, provocando intensa actividad sísmica de foco superficial, intermedia y profundo. De allí que, de aproximadamente 2000 tsunamis registrados en la historia de la humanidad, el 83% han ocurrido en el Océano Pacífico, generados por sismos en el perímetro costero conformado por las zonas de ruptura de subducción inter-placas tectónicas (Farreras, S. 1995).

Los tsunamis ocurren después de un gran terremoto de foco superficial bajo el mar. Sin embargo, hay un número de ejemplos donde el terremoto ocurrió tierra adentro. Entonces, deducimos que los tsunamis pueden ser generados por cambios del fondo del mar (fallamiento) o por ondas sísmicas superficiales que pasan a través de la somera plataforma continental. Las ondas sísmicas superficiales de período largo (ondas Rayleigh) tienen una componente vertical y transmiten una buena cantidad de energía del sismo al agua. En las figuras N° 86 a 90; se muestra el proceso de generación de las ondas de un tsunami.

**Por erupción volcánica submarina.-** Por esta causa se presentan en porcentaje mucho menor. Ejemplo el ocurrido en 1883 en la Isla Krakatoa, Indonesia, una serie de erupciones volcánicas, generaron un poderoso tsunami, que a medida que avanzaba sobre las islas de Java y Sumatra hundió más de 5.000 botes, devastó cerca de 300 aldeas matando a más de 36.000 personas en muchas islas pequeñas. El tsunami al llegar a las costas generó olas tan altas como un edificio de 12 pisos.

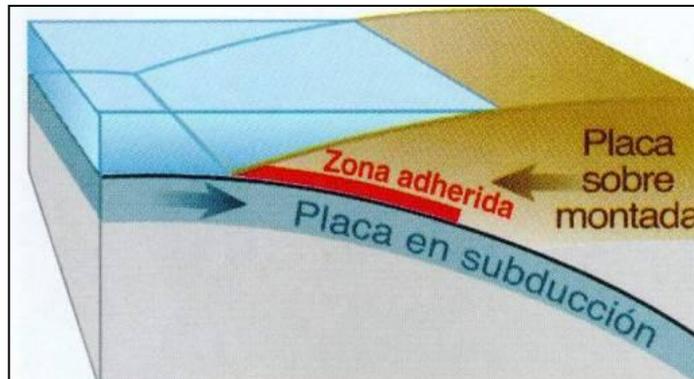
**Por deslizamientos de sedimentos de los fondos marinos o superficiales.-** Ejemplo de esta causa es la ocurrida durante el terremoto de Alaska en 1964. El sismo provocó un derrumbe de aproximadamente 81 millones de toneladas de hielo y rocas que se precipitaron a la Bahía de Lituya, el deslizamiento creó un tsunami que se precipitó a través de la bahía. Las olas producidas treparon hasta una altura de 350 a 500 metros; las olas más altas jamás registradas. Estas olas dejaron la pendiente de los cerros limpios de todos los árboles y arbustos.

**Figura N°86. Esquema general del proceso de subducción que se presenta a la costa sur del Perú.**



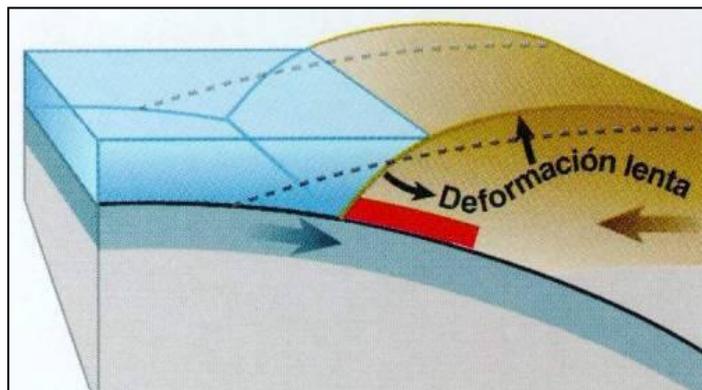
Fuente: Tesis: Fenómeno geodinámica interna: Tsunami Camaná 2001", UNI 2004.

**Figura N° 87. Zona de subducción inter-placas tectónicas.**



Fuente: USGS, 2004

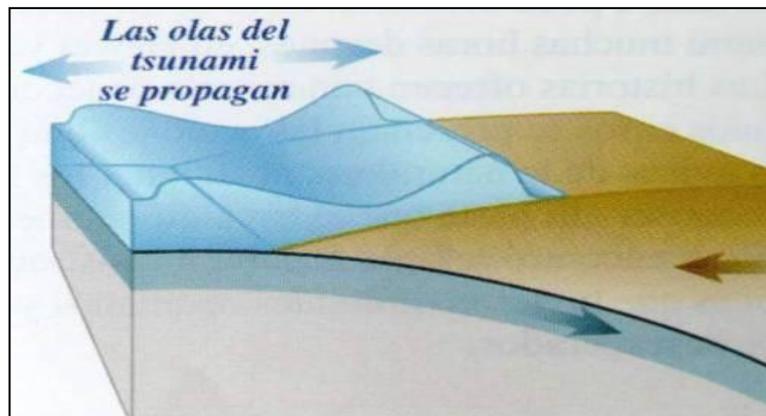
**Figura N° 88. La Placa Continental se deforma lentamente, el proceso dura décadas o siglos, aumentando gradualmente la tensión.**



**Figura N°89. El terremoto ocurre cuando la Placa Continental se libera. El movimiento del fondo marino genera el tsunami. Paralelamente, el abultamiento superior desaparece, desciende o emerge la costa.**



**Figura N°90. Una parte del tsunami se dirige a las tierras cercanas, creciendo en altura a medida que se acerca a la costa. La otra parte, cruza el océano hacia costas lejanas.**



#### 5.5.1.2. Tipos de Tsunamis según la distancia de origen

- i. **Tsunamis de Origen Cercano o Local.** Si el lugar de arribo a la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación del tsunami, o a menos de una hora de tiempo de viaje desde su origen. Podemos cuantificar la distancia indicando que se encuentra en un rango de kilómetros hasta un ciento de kilómetros. Son los más peligrosos por el tiempo de arribo a la costa, este tiempo es de 5 a 30 minutos después de ocurrido el sismo.
- ii. **Tsunamis de Origen Regional.** Si el lugar de arribo en la costa está a más de 1000 Km de distancia de la zona de generación, o a pocas horas de tiempo de viaje desde esa zona. Ejemplo: el tsunami generado por un sismo en las costas de Colombia el 12 de Diciembre de 1979, tardó 4 horas en llegar a Acapulco, otro ejemplo es el ocurrido en julio de 1993, en el mar de Japón produjo 120 víctimas en dicho país. Hubo daños también en Corea y Rusia, pero no en otros países ya que el tsunami estuvo confinado dentro del mar de Japón. Este tsunami es denominado un "Evento Regional" ya que su impacto estuvo confinado a un área relativamente pequeña.

- iii. **Tsunamis Origen Lejano o Transoceánico.** Si el lugar de arribo se encuentra en costas extremo opuestas a través del Océano Pacífico, a miles de kilómetros de distancia de la zona de generación. Ejemplos: el tsunami generado por un sismo en las costas de Chile el 22 de Mayo de 1960 que tardó 13 horas en llegar a Ensenada (México) y el tsunami generado en las costas de Japón el 16 de Mayo de 1968, que tardó 14 horas en llegar a Manzanillo (México).

### 5.5.1.3. Condiciones para la generación de Tsunamis

- i. Que el epicentro del sismo, o una parte mayoritaria de su área de ruptura, esté bajo el lecho marino a una profundidad focal menor a 60 Km
- ii. Que ocurra en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas, es decir que la falla tenga movimiento vertical.
- iii. Que el sismo libere suficiente energía en un cierto lapso de tiempo, y que ésta sea eficientemente transmitida.

El estado actual del conocimiento científico sobre la condición (iii) es insuficiente, no habiendo aún ningún modelo teórico ni método operacional totalmente favorable que permita determinar si un sismo es tsunamigénico o no, ni de que "tamaño" (magnitud, intensidad, o altura de olas) será ese tsunami generado. Tradicionalmente se usó como indicador de generación de tsunami, que la Magnitud del sismo ( $M_s$ ) fuera mayor que 7.5, sin embargo este no es un indicador confiable para sismos muy grandes o de duración larga (mayor que 20 segundos).

Por otra parte, han ocurrido sismos de Magnitud menor que 7.0, pero de larga duración, que han producido tsunamis grandes respecto de lo esperado (se denominan Sismo-Tsunami y un ejemplo es el tsunami destructivo ocurrido en la Fosa Mesoamericana frente a Nicaragua en Septiembre de 1992).

Hay consenso actualmente en que el Momento Sísmico ( $M_o$ ), que es proporcional al área de ruptura y a la dislocación vertical de la falla, y que se determina de los registros de sismógrafos de banda ancha, es el parámetro que mejor estima la certeza de generación de tsunamis para  $M_o$  mayor que  $10^{22}$  Newton-metros.

### 5.5.1.4. Características de los Tsunamis

Al hablar de los tsunamis debemos recordar que son ondas grandes, teniendo estas ondas como principales características o parámetros la Altura de la Ola ( $H$ ), la Amplitud de la Ola ( $A$ ), la Longitud de la Ola ( $L$ ), el Periodo de la Ola ( $T$ ), la Velocidad de Fase ( $C_w$ ) y la Velocidad de Grupo de la Ola ( $C_g$ ), la Velocidad de la Partícula ( $v$ ), la Pendiente de la Ola ( $S$ ), el Perfil de la Ola ( $n$ ), etc. Sin embargo, podemos estudiar los tsunamis con los parámetros más importantes de las ondas, las cuales son: Velocidad de Propagación, Periodo, Longitud de Onda y Altura de Onda.

#### 1. Velocidad de Propagación ( $v$ ).

La velocidad de propagación del tsunami en agua profunda viene expresada por la fórmula siguiente:

$$v = \sqrt{(g)(d)}$$

$v$  = velocidad en m/s

$g$  = 9,8 m/s<sup>2</sup>

$d$  = profundidad de la masa de agua en metros

La fórmula anterior nos dice claramente que la velocidad es función de la altura  $d$ , que es la profundidad del océano o profundidad de la masa de agua.

Si asumimos como profundidad promedio del Océano Pacífico la mitad de la profundidad máxima, que es de 11,022 m, el tsunami tendría una velocidad de 837 Km/h, velocidad similar a la de un avión.

A medida que la onda se acerque a la costa, la velocidad va disminuyendo hasta hacerse mínima, según  $v = \sqrt{(g)(d)}$ . Pero la onda adquiere energía potencial, que se manifiesta luego en la altura de ola en la costa y que es la que provoca los daños.

## 2. Periodo (T).

Se define como el intervalo de tiempo determinado por el paso de dos crestas sucesivas por un punto fijo. Se ha establecido, en forma teórica, que en la zona de origen del Tsunami se genera ondas que se propagan en varias direcciones con un amplio espectro de periodos.

El periodo se ve modificado durante la propagación de la onda, debido a los accidentes de fondo y causas oceanográficas. Al aproximarse la onda hacia la costa, el periodo se ve influenciado también por las condiciones batimétricas locales.

Recordemos que el periodo depende si el tsunami es de origen lejano o cercano, siendo de 40 a 70 minutos para el primero y de 7 a 30 minutos para el segundo. TAKAHASHI propone para calcular el periodo:

$$\log T = 0,57 Ms - 2,85$$

T = periodo en minutos

Ms = magnitud del sismo en la escala de Richter

## 3. Longitud de Onda (L).

Es la distancia que separa a dos crestas sucesivas. Se estima que la longitud de onda inicial es igual a la dimensión mayor (eje) del área dislocada del fondo oceánico. Inicialmente los valores de las longitudes de ondas son grandes, pudiendo ser desde unas decenas de kilómetros hasta unos 240 Km aproximadamente, lo que explicaría que su paso por altamar es difícilmente percibido por los navegantes. El valor de la longitud de onda puede obtenerse de la relación:

$$L = v T$$

L = longitud de onda en m.

v = velocidad de propagación en m/s

T = periodo en segundos

Por ejemplo, un tsunami que en un instante tiene un periodo de 20 minutos y que viaja con una velocidad de 200 m/s, tendrá una longitud de onda de 240 Km.

## 4. Altura de Onda (H).

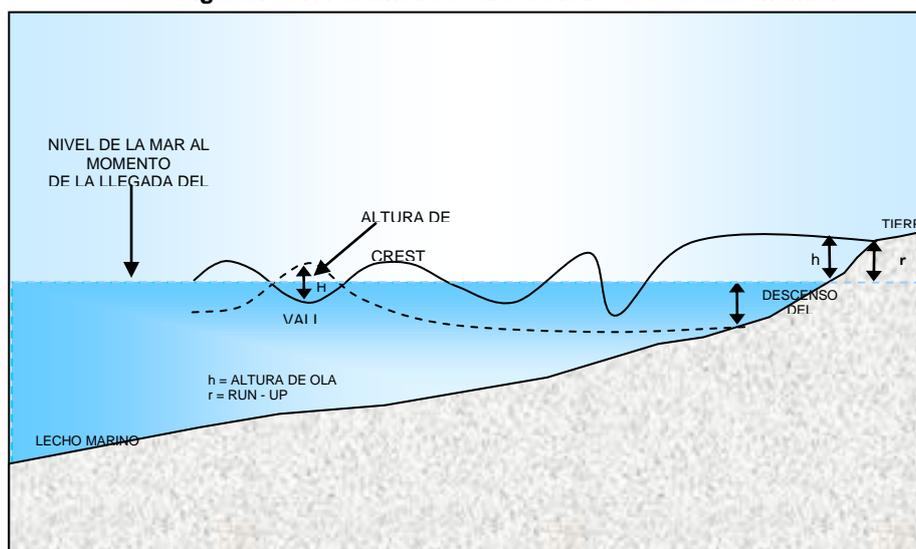
Es la distancia entre la cresta y el valle de la respectiva longitud de onda. En alta mar este valor también pasa desapercibido porque llega a ser de apenas unos decímetros y la longitud de onda varias decenas de kilómetros (hasta 240 kilómetros), pero en el litoral pueden alcanzar grandes alturas que se conocen como Altura de Ola. Las mayores alturas de ola han excedido los 30 m al llegar a la costa, como el ocurrido en Sanriku Japón, en 1933.

## 5. Magnitud y Energía.

Para poder clasificar los tsunamis de acuerdo a su magnitud y energía, se necesitarían registros instrumentales regulares de las ondas en las proximidades de la fuente, lo que no se ha logrado todavía. Por esto la clasificación se basa en sus manifestaciones cerca de la costa.

**a. Magnitud.** En la actualidad, muchos autores dan diferentes criterios para medir la magnitud de un tsunami. Las escalas más conocidas son las de IMAMURA, esta se basa en la máxima altura de la ola y la destrucción que causa en costa; y la de IIDA, basada en la energía del tsunami y considera que cada vez que la energía se duplica corresponde a un incremento de 0,5 en la magnitud del tsunami.

**Figura N°91. Parámetros característicos de los Tsunamis.**



Fuente: Tesis: Peligro geológico, fenómeno geodinámica interna: Tsunami. Estudio del Origen y consecuencias del Tsunamis del 23 de Julio 2001 en la Costa Sur del Perú, UNI 2004.

IMAMURA dedujo su escala observando los efectos de los tsunamis en costas japonesas, en Sanriku, donde debido a la desfavorable combinación de batimetría y topografía las olas son muy altas. Por lo cual, para la costa occidental de Sudamérica, la escala es aplicable con reserva, debiéndose tener en cuenta las condiciones locales.

Se ha determinado que la magnitud del tsunami y su poder destructivo, dependen de varios factores:

- i. Magnitud del sismo y su profundidad focal.
- ii. El área de dislocación de la corteza terrestre, que depende de la velocidad y de la manera en que se deforma el fondo oceánico.
- iii. Propagación del tsunami, depende de la topografía submarina.
- iv. Influencia en la orientación del eje de la bahía con respecto al epicentro.
- v. Configuración de la bahía, que modifica la altura del tsunami; y
- vi. Topografía de la zona inundada.

**Cuadro N° 63. Magnitud del Tsunami según IMAMURA**

| Magnitud del tsunami (m) | Altura máxima de la ola (m) | Descripción de los daños  |
|--------------------------|-----------------------------|---|
| 0                        | 1 a 2                       | No se producen  |
| 1                        | 2 a 3                       | Se inundan las casas. Las de madera sufren daños. Botes arrasados y/o destruidos. |
| 2                        | 4 a 6                       | Edificaciones, embarcaciones y personas son arrastradas.                          |
| 3                        | 10 a 20*                    | Graves daños a lo largo de 400 km de costa.                                       |
| 4                        | Más de 30*                  | Graves daños a lo largo de más de 500 km de costa.                                |

Fuente: IMAMURA.

Nota del Autor: Estas alturas se alcanzarían si se tienen aguas profundas cerca de la costa, y los vértices de bahías.

**Cuadro N° 64. Magnitud del Tsunami según IIDA**

| Grado del Tsunami | Energía (ergios)        | Máxima Altura del Run-up (m) |
|-------------------|-------------------------|------------------------------|
| 5,0               | 25.6 x 10 <sup>23</sup> | 32                           |
| 4,5               | 12,8                    | 24 - 32                      |
| 4,0               | 6,4                     | 16 - 24                      |
| 3,5               | 3,2                     | 12 - 16                      |
| 3,0               | 1,6                     | 8 - 12                       |
| 2,5               | 0,8                     | 6 - 8                        |
| 2,0               | 0,4                     | 4 - 6                        |
| 1,5               | 0,2                     | 3 - 4                        |
| 1,0               | 0,1                     | 2 - 3                        |
| 0,5               | 0,05                    | 1,5 - 2                      |
| 0,0               | 0,025                   | 1 - 1,5                      |
| -0,5              | 0,0125                  | 0,75 - 1                     |
| -1,0              | 0,006                   | 0,50 - 0,75                  |
| -1,5              | 0,003                   | 0,30 - 0,50                  |
| -2,0              | 0,0015                  | 0,30                         |

Fuente: IIDA

En esta escala se indica el valor de la máxima altura del run-up. El run-up es la máxima altura que la ola alcanza en tierra firme.

**b. Energía.** Para medir la energía de un tsunami existen también diversos criterios. WILSON, WEBB Y HENDRICKSON consideran que la energía  $E_T$  de un tsunami está dada por la fórmula siguiente:

$$E_T = \frac{1}{8} \rho g H^2 L$$

- $E_T$  = energía hidrodinámica del tsunami (ergios)
- $\rho$  = densidad del agua de mar ( $\text{gr/cm}^3$ )
- $g$  = gravedad ( $\text{m/s}^2$ )
- $H$  = altura de onda (m)
- $L$  = longitud de onda (m)

IIDA considera que un 10% de la energía sísmica de los terremotos tsunamigénicos es transformada en energía hidrodinámica  $E_T$ ; Y según GUTEMBERG Y RICHTER la energía sísmica se puede obtener a partir de la siguiente fórmula

$$\log E = 1,5 M_s + 11,8$$

- $E$  = energía de un sismo (ergios)
- $M_s$  = magnitud del sismo en la escala de RICHTER

En 1981 KAJIURA propone una nueva relación para medir la energía total del tsunami. Esta relación toma en cuenta el problema de la saturación de las amplitudes de las ondas sísmicas que sufren la escala de RICHTER en el caso de grandes sismos ( $M_s > 7,5$ )

$$\log E_T = 2 M_0 + \log F + 5,5$$

ET = energía total del tsunami (ergios)  
 M<sub>0</sub> = magnitud de KANAMORI  
 F = constante de los parámetros de falla.  
 F<sub>MAX</sub> = 0,1

Durante la propagación la mayor energía tiende a concentrarse en el frente de onda, la cual es liberada con poder destructivo cuando llega a la costa. Cuando el tsunami se propaga por aguas profundas la pérdida por fricción con el fondo marino no es significativa; por esto el tsunami mantiene casi toda su energía hasta el momento en que llega a encontrarse con la plataforma continental, que le provoca una gran pérdida de su energía debido a efectos de fricción. La plataforma continental se extiende a lo largo de nuestra costa de modo variable.

Para poder entender mejor el concepto de energía de un tsunami, debemos tener presente la ley de GREEN. El conocimiento de la ley de GREEN es importante también para entender el método de las Curvas o Diagramas de Refracción.

Según esta ley, se puede considerar que la energía de un tsunami se mantiene constante a través de un canal formado por dos líneas imaginarias ortogonales, a pesar que la fricción a lo largo del lecho marino y otras causas disipen la energía ondular. La variación del ancho de este canal imaginario, originado por la variación de la profundidad del agua, indicará ya sea una concentración o bien una dispersión de la energía del tsunami.

En la figura siguiente se muestra un esquema que representa el avance del tsunami en un instante dado. Si en ella llamamos B al ancho del canal, la energía que fluye por este es:

$$E_T = \frac{1}{8} B \rho g H^2 L$$

Suponiendo que el periodo se mantiene constante en ese instante y haciendo uso de la expresión básica de la velocidad de ondas tenemos que:

$$C = L/T = \sqrt{(g)(d)}$$

Entonces:  $L = T \sqrt{(g)(d)}$

Obtiene:

$$E_T = \frac{1}{8} B \rho g H^2 T \sqrt{(g)(d)}$$

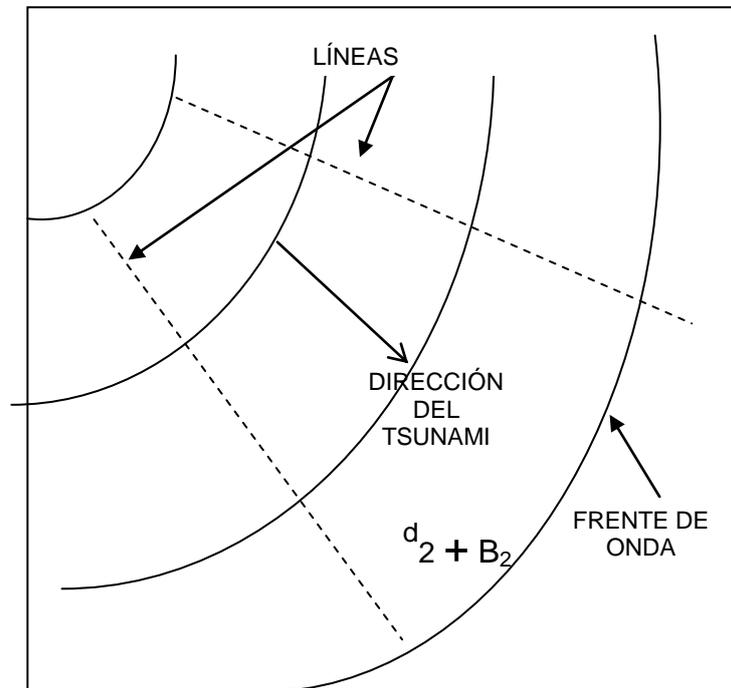
En la figura siguiente aplicamos el principio de la conservación de la energía entre los puntos 1 y 2.

Energía en la posición 1:  $E_T = \frac{1}{8} B_1 \rho g H_1^2 T \sqrt{(g)(d_1)}$

Energía en la posición 2:  $E_T = \frac{1}{8} B_2 \rho g H_2^2 T \sqrt{(g)(d_2)}$

Como la energía se mantiene constante, se tiene E<sub>1</sub> = E<sub>2</sub> reemplazando obtenemos la ley de GREEN.

Figura N°92. Representación esquemática del avance del tsunami en un instante dado.



Fuente: Tesis: Peligro geológico, fenómeno geodinámica interna: Tsunami. Estudio del origen y consecuencias del Tsunamis del 23 de Julio 2001 en la Costa Sur del Perú, UNI 2004.

$$\frac{H_2}{H_1} = \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^{\frac{1}{4}} \left( \frac{B_1}{B_2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

H = altura de onda  
d = profundidad del mar  
B = ancho del frente de onda

Siendo esta relación útil para poder determinar los coeficientes de concentración o dispersión de energía y que se aplica en las Curvas de Refracción.

### c. Daños Producidos por Tsunamis.

- i. **Daños producidos por el Momento de Flujo.** La masa de agua impacta contra las construcciones, muros, árboles, etc., provoca que colapsen las estructuras no muy resistentes. El impacto es incrementado por los objetos que arrastra la onda. Cuando el agua retorna ocasiona mayores daños debido a que arrastra mayor cantidad de objetos. Se ha observado que los daños producidos por el momento del flujo son más graves en bahías en forma de V, que son azotados por tsunamis de periodos cortos.
- ii. **Daños producidos por Inundación.** Si la velocidad del flujo al momento de ingresar el tsunami no es muy grande, la inundación puede originar que las estructuras de madera que no estén fuertemente ancladas a la cimentación floten, y que las edificaciones únicamente tengan daños producidos por el agua al irrumpir en ellos.
- iii. **Daños producidos por Socavamiento.** Se ha observado cuando el tsunami se aproxima a la costa mueve el fango y arena del fondo del mar, socavando las cimentaciones de las estructuras portuarias y edificaciones costeras, lo mismo ocurre

cuando se retira el mar a su lugar de origen. En este caso, las estructuras colapsan por falla en la cimentación. Como una manera de prevenir tales socavaciones, la cimentación debe ser protegida con rocas o bloques de concreto.

**Fotografía N°42. Daños producidos por socavamiento en el Balneario de Camaná por el Tsunami, Julio 2001.**



**Fotografía N° 43. Daños producidos por Socavamiento en el Balneario de Camaná por el Tsunami, Julio 2001.**



### 5.5.2 Fuerzas Generadas

De la observación de los daños se concluye que el tsunami, al interactuar sobre las estructuras, genera los siguientes tipos de fuerzas:

- i. **Fuerzas de Oleaje.** Causadas por el borde de ataque de la ola chocando contra la estructura.

**Fotografía N°44. Daños producidos por Fuerzas de Oleaje en el Balneario de Camaná por el Tsunami**



- ii. **Fuerzas de Arrastre.** Causadas por la alta velocidad del tsunami. Estas fuerzas desplazarán edificios u otras estructuras en la dirección de la corriente y la alta velocidad de flujo causará una gran erosión en la cimentación.

**Fotografía N°45. Daños producidos por Fuerzas de arrastre e impacto en el Balneario de Camaná por el Tsunami.**



- iii. **Fuerzas de Impacto.** Causadas por edificaciones, botes u otros materiales arrastrados por la corriente. Estas fuerzas destruyen otras edificaciones, las cuales sumados a otras fuerzas moverán las estructuras con dirección del flujo.

**Fotografía N°46. Daños producidos por Fuerzas de Impacto.**



- iv. **Fuerzas Hidrostáticas.** Causadas cuando las estructuras se encuentran total o parcialmente sumergidas. Estas fuerzas son relativamente pequeñas comparadas con las fuerzas de arrastre.

**Fotografía N°47. Daños producidos por Fuerzas Hidrostáticas.**



- v. **Fuerzas de Empuje.** Cuando el agua se introduce bajo una estructura, las fuerzas de empuje tienden a elevar la estructura y arrancarla de su cimentación

**Fotografía N°48. Daños producidos por Fuerzas de empuje.**



#### **Límite de inundación de agua de mar (tsunami) por distritos mediante mareograma sintético**

Una forma de determinar las zonas de inundación de un posible maremoto local o distante, y, a partir de eso estimar el potencial daño, es usar la simulación numérica.

La metodología consiste en utilizar el modelo numérico, el cual requiere como datos de entrada el modelo digital de elevación (topografía y batimetría) de Lima Metropolitana y el modelo de la fuente sísmica que proporciona la condición inicial del tsunami. La salida corresponde a la altura de la ola en la línea de costa, mareograma sintético, tiempo de arribo y un mapa de inundación de la zona a modelar. Se debe considerar las limitaciones del modelo numérico debido a la resolución del modelo digital de elevación y a la transferencia de energía del medio sólido (corteza terrestre) al medio líquido (océano).

En este estudio, se han tomado escenarios sísmico de referencia: a) Un escenario análogo al terremoto de 1746 (magnitud = 9.0 Mw), con área de ruptura desde Chimbote (al norte de Lima) hasta el sur de Pisco. Es el peor escenario sísmico que ha ocurrido en el Perú y uno de los peores que podría ocurrir. Los resultados para cada distrito se presentan en el Anexo N° VIII: Mapas PTs – 1.1 al PTs – 1.7.

#### **5.5.3 Erosión y sedimentación marina**

El perfil costero de la bahía de Miraflores, se presenta en forma de C echada y ha sido creada por la acción o dinámica marina, tiene una orientación aproximada de noroeste-sureste, sobre el cono de deposición del río Rímac defendida al norte, en lo que corresponde a La Punta, por las Islas de San Lorenzo y El Frontón y al sur por las formaciones de arenisca compacta del Morro Solar en Chorrillos.

El proceso de erosión y sedimentación a lo largo del litoral se entiende por la acción del oleaje que incide con una dirección, 191° suroeste-noreste, atacando los depósitos y produciendo un arrastre por la corriente de litoral que genera de sur a norte y por la evolución del cauce del río Rímac con el desplazamiento de su descarga al mar al norte de La Punta, fuera de la Bahía Miraflores.

La misma formación de la Bahía, esto es la erosión de los depósitos, demuestra que los aportes de sedimentos desde el sur (río Lurín) no ayudan a las pérdidas por la dinámica oceánica ya sea por la erosión de la ribera y sus acantilados.

En el extremo norte de la Costa Verde, la protección que ofrecen las Islas San Lorenzo y El Frontón y el espacio entre las mismas así como entre las Islas y el balneario de La Punta,

produce oleajes y corriente complejos conjuntamente con la difracción del oleaje y la refracción en el tramo del balneario de La Punta en el que el fondo del mar se profundiza cerca de la línea de costa y se ofrece como una pared inclinada bajo el nivel del mar, en tanto que en el Sur, en las playas de Agua Dulce y por lo menos parte de Barranco se presenta la difracción del oleaje, las figuras N° 50 al 54 muestran esquemáticamente la dinámica del mar sobre la ribera de la Costa Verde.

Esta zonificación del oleaje se refleja, de acuerdo al estudio de la DHN. 2009, en la acumulación en playas de arena fina a media entre La Herradura y Barranco, se midieron diámetros cincuenta entre 0.17 mm a 0.19 mm, y de playas de gravilla y cantos rodados desde Miraflores hasta La Punta. Como se observa con la formación de playas de arena en la zona de descarga de las aguas del río Rímac al mar, es natural que la arena que llega a la Costa Verde desde el sur sea el producto del acarreo del río Lurín y transporte eólico de arenas desde lomo de Corvina y la acumulación de arena en la Chira, adicionalmente al producto de la propia erosión en los acantilados del litoral aunque, por el efecto del oleaje, el material fino, sería alejado de la línea de playa dejando los cantos conformando los bancos acumulados en las playas sobre todo a partir del distrito de Miraflores hasta La Punta.

En general el movimiento de sedimentos en la Bahía, que puede referencialmente establecerse a partir de la batimetría y las características del oleaje, estaría limitado a la franja cuya profundidad permita el movimiento incipiente de los sedimentos, aunque con mayor concentración se produzca este movimiento en la zona de rompiente de las olas.

Así, el mayor movimiento de los sedimentos se produciría con una profundidad del mar del orden de los 5.05 m. en las playas de Chorrillos y en Barranco. Sin embargo, aunque estas determinaciones deben revisarse, la profundidad que permite el movimiento fue calculado igual al del rompimiento de las olas en el Callao, para subir por la pendiente de las playas, a unas 3 veces en la zona de San Miguel y aún a 4 veces esta profundidad esto es del orden de los 21 m. en las playas de Chorrillos y Barranco.

La batimetría que se dispone para la Bahía no llega a cubrir esta profundidad calculada para el movimiento de sedimentos puestos que se limita a 10m. Entrando a Agua Dulce y menos de ello a las zonas de Magdalena y San Miguel, sin embargo, la propia acumulación de arena en el fondo del mar se reflejaría en esta Batimetría y el equilibrio dinámico podría estar funcionando.

Considerando además el volumen depositado por abajo del nivel del mar, el total sobrepasaría los 60,000 m<sup>3</sup> al año. El cálculo del transporte del Litoral potencial utilizando la fórmula de Caldwell se estableció entre los 540 m<sup>3</sup>/día a 2,400 m<sup>3</sup>/día lo que significaría como mínimo 3 veces el volumen calculado como depósito en los 3,750 m. de costa. No existe una cuantificación del volumen de erosión en la Costa Verde, salvo los efectos que se observaran por ejemplo en la rotura de la vía costanera construida en el sector de Magdalena, en 1995. En esta situación, es claro que no se ha establecido si la forma que muestra el litoral de la Costa Verde ha evolucionado a una condición de equilibrio aunque esta condición de equilibrio aún podría estar más cercana en el tramo correspondiente a Chorrillos.

La construcción de espigones, marinas y la protección lateral de la Costa estarían indudablemente afectando la tendencia al equilibrio en la Bahía puesto que disminuye los aportes locales y podría estar prolongando sensiblemente el límite de equilibrio en el litoral.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

- a. Desde hace más de 75 años se vienen ejecutando obras para la protección del pie de los acantilados y la formación de playas.
- b. La protección del pie de los acantilados se ha conseguido progresando desde el sur hasta el distrito de San Miguel con la construcción de una pista que se ubica longitudinalmente en

dicho pie. Para el relleno necesario para la construcción de las pistas se ha utilizado material adicional procedente por ejemplo de la excavación de la Vía Expresa, desmonte de orígenes varios, así como material del propio acantilado. En estos momentos ha sido reconstruida casi en su totalidad agregándole un carril más y es considerada vía expresa según La Municipalidad Metropolitana de Lima.

- c. Para la protección de esta vía y la formación de playas se construyeron espigones rectos en dirección relativamente perpendicular a la línea de costa que, en los Distritos en los que han atrapado arena, provocaron la acumulación en su cara sur formando una playa con borde aproximadamente paralelo a los frentes de ola. Sin embargo, el pie de lado norte en alguno de los espigones muestra erosión que llega el relleno, sugiriendo la necesidad de corregir su alineamiento.

Hace algunas décadas, los Concejos Distritales ribereños han construido espigones con características muy variada de longitud, cota de coronación y dimensiones de enrocado que pueden obtenerse con un levantamiento de campo y/o de mediciones en una aerofotografía reciente.

Complementaba la protección de las vías en San Miguel y Magdalena entre espigones, un enrocado y muros de sostenimiento en su talud lateral al mar, los cuales han sido tapados por el arrojado diario de desmonte a esas zonas.

- d. Debido a la construcción de marinas, o sea porque el volumen de arena aportado como transporte de litoral no es muy grande o porque el efecto del oleaje aleja el material fino de la ribera o ambos efectos, no se ha logrado formar mayores superficies de playas rellenas con arena sobre el nivel del mar.
- e. Observaciones de las playas con arena permiten concluir que desde 1971 en que se ejecutó el estudio de E. Aramburú – CORPEI el arenamiento de la Costa Verde no ha pasado del inicio del Distrito de Miraflores playa Redondo viniendo del sur y que la ampliación y construcciones del Club Regatas han aumentado su playa, reteniendo arena que de otro modo podía continuar su desplazamiento al norte.

- f. Las posibilidades de defensa de la línea de costa pueden diferenciarse en:  
De la zona con espigones, prolongando y mejorando los espigones actuales en función a la batimetría por sectores y la progresión del arenamiento; de ser necesario, intercalando otros espigones y/o protegiendo con enrocado entre espigones los rellenos de las vías.  
En forma referencial los espigones podrían prolongarse hasta cubrir por lo menos la cota batimétrica – 3.00 m., aunque conforme se progresa hacia el norte comenzando en San Isidro, podría extenderse aún más, dependiendo de la pendiente del fondo del mar.

En el distrito Magdalena y San Miguel, adicionalmente a la vía costanera, la conformación de áreas de recreación y playas, puede lograrse con espigones en forma de “L”, cada 500 m., y cuya proyección mar adentro sólo sería función de la extensión de dichas áreas y la evaluación económica-financiera.

- g. La ganancia de tierras al mar por los distritos de San Isidro, Magdalena y San Miguel en el corto y el mediano plazo ha servido para diseñar y construir sobre este terraplén de desmonte la ciclovía, canchas deportivas, etc., donde vienen realizándose eventos de gran envergadura, tal como ferias (Mixtura), circos, etc., cuya línea externa deberá seguir la línea actual de playas.

La ampliación del terraplén utilizado para recreación entre las playas de arena y las vías en Chorrillos, Barranco y Miraflores hasta la playa Redondo, requeriría de un relleno con material de préstamo que afectaría el volumen de arena que forma las playas con riesgo de pérdidas por recubrimiento y la necesidad de un tiempo adicional para su acumulación y para la reconstitución del perfil de las playas.

#### 5.5.4 Síntesis del Peligro por Tsunamis

De acuerdo a lo señalado anteriormente, se han determinado los niveles de peligro para tsunamis o maremotos, y se presenta en el Cuadro N° 65.

**Cuadro N° 65. Criterio de caracterización de peligro ante tsunamis**

| Nivel de Peligro | Caracterización del peligro por tsunamis (*)   |
|------------------|--|
| Muy Alto         | Zonas ubicadas por debajo la curva retirada una distancia entre los 0 m., hasta los 10 m., con respecto a la curva de 25 msnm. |
| Alto             | Zonas ubicadas por debajo de la curva anterior pero por debajo de los 25 msnm.   |
| Medio            | Zonas ubicadas por encima de la curva anterior pero por debajo de los 25 msnm.   |
| Bajo             | Zonas ubicadas por encima de la cota de los 50 msnm.   |

(\*) Es necesario señalar que los límites de nivel peligro han sido precisados teniendo en cuenta la topografía del área evaluada. En tal sentido, se ha considerado solo altura por la existencia del acantilado, la topografía permite discretizar en dos zonas de Inundación Alta y Media.

El nivel de 25 msnm ha sido determinado por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú mostrado en la Carta de Inundación del Distrito de Callao y Balnearios. El presente Estudio está asociado a un tsunami extremo, es decir no necesariamente representa el evento más frecuente, el que si podría ser tomado como el límite para establecer el nivel de Peligro Muy Alto. Se considera que la determinación del evento más frecuente corresponde a un estudio más detallado.

#### 5.6 Mapa síntesis de Peligros Naturales

La síntesis de los peligros naturales implica integrar los peligros de origen natural tales como: peligros geológicos, peligros geotécnicos, peligros oceanográficos y los peligros hidrológicos, y de esta forma determinar en el territorio las zonas que presentan los diferentes niveles de Peligros.

Los niveles de peligros se presentan en una jerarquización de los peligros naturales, para lo cual se asegura, que tanto los aspectos cualitativos como cuantitativos de los peligros naturales sean incorporados en el proceso de evaluación, durante el cual la opinión es extraída sistemáticamente por medio de comparaciones entre pares.

Para alcanzar el nivel de jerarquización se trabaja en una matriz de comparación entre la unidad de análisis y los peligros naturales, donde se realizaran las comparaciones por pares de peligros naturales en relación a su importancia con la unidad de análisis.

En este proceso de comparación la asignación de los valores dependerá de los indicadores de cada variable y en el mejor conocimiento del especialista respecto al comportamiento de los peligros naturales en el territorio.

**Distrito San Miguel** - Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PNS - 1.1 al PNS – 1.2.

- **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el acantilado hasta una altura de 21.6m recibirá el impacto de tsunamis. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con un bajo comportamiento dinámico del suelo y expuesta a la acción erosiva del mar. Existencia de depósitos de derrumbes en la parte inferior del talud.

- **Nivel Alto**  
Conformada por una morfología con pendiente empinado y vertical ( $>55^\circ$ ). Comprende las 3/4 de la parte superior del talud y algunos sectores de la plataforma superior por donde se extiende las antiguas cárcavas, con problemas de inestabilidad por la constitución de suelo blando (relleno) y suelo rígido. Las áreas verdes ubicadas en suelo de relleno condiciona la lenta filtración de las aguas de regadío afectando la superficie con asentamientos diferenciales.
- **Nivel Medio**  
Se extiende entre la Av. Bolognesi, la Ca. Grau y la Av. Bertolotto. Conformada por una morfología con pendiente ligeramente inclinada, constituida por suelos blandos (relleno).
- **Nivel Bajo**  
Conformada por una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ). Comprende la plataforma superior constituido por suelo rígido tipo (C).

**Distrito Magdalena del Mar** - Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PNS - 1.2 al PNS - 1.3.

- **Nivel Muy Alto**  
Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el acantilado, hasta una altura de 25.5 m recibirá el impacto de tsunamis, siendo afectada la infraestructura vial. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con un bajo comportamiento dinámico del suelo y expuesta a la acción erosiva del mar. Presencia de procesos de remoción en masa donde se produce en la parte baja del talud los depósitos de derrumbes, el talud que limita el Malecón Grau presenta problemas de remoción en masa como en el talud que limita el Puericultorio. La zona de la bajada a Baños de Marbella y en el Sector de Medalla Milagrosa puede ser expuesta a escurrimientos de fluidos.
- **Nivel Alto**  
Conformada por una morfología con pendiente empinado y vertical ( $>55^\circ$ ). Comprende las 3/4 de la parte superior del talud y algunos sectores de la plataforma superior por donde se extiende las antiguas cárcavas, en el talud se han producido procesos de remoción.
- **Nivel Medio**  
Ubicada en el borde superior del talud y en los sectores del talud ocupados por la población como la Medalla Milagrosa y en las zonas bajas como Marbella.
- **Nivel Bajo**  
Conformada por una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^\circ$  y  $> 2^\circ$ ). Comprende la plataforma superior constituido por suelo rígido tipo (C).

**Distrito San Isidro** - Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PNS - 1.3

- **Nivel Muy Alto**  
Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el acantilado hasta una altura de 25.5m recibirá el impacto de tsunamis, siendo afectada la infraestructura vial y algunas edificaciones. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con bajo comportamiento dinámico del suelo y expuesta a la acción erosiva del mar. Un sector afectado por el suelo de relleno es la infraestructura de la Maestranza de la Municipalidad.
- **Nivel Alto**  
Conformada por una morfología con pendiente empinado. El talud está conformado por suelo de relleno.

- **Nivel Medio**  
Ubicada en el borde superior del talud y en los sectores del talud que han sido tratados.
- **Nivel Bajo**  
Conformada por una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^{\circ}$  y  $> 2^{\circ}$ ). Comprende la plataforma superior constituido por suelo rígido tipo (C).

**Distrito Miraflores** - Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PNS - 1.3 al PNS - 1.4

- **Nivel Muy Alto**  
Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el acantilado hasta una altura de 25.4m. recibirá el impacto de tsunamis, siendo afectada la infraestructura vial y algunas edificaciones. Asimismo, en la plataforma inferior conformada por un suelo de relleno con bajo comportamiento dinámico del suelo. Un sector en el acantilado son las cárcavas donde persiste la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos.
- **Nivel Alto**  
Comprende el talud que presenta una morfología dominante con pendiente empinado. El talud está conformado por depósito aluvial, expuesto a la acción de las aguas superficial y subterránea donde se presenta condiciones inestables.
- **Nivel Medio**  
Algunos sectores de la plataforma superior ubicados en suelo de relleno y en los sectores del talud con pendiente empinada, afectado por el escurrimiento de aguas de regadío, y las modificaciones del talud por la actividad antrópica.
- **Nivel Bajo**  
Comprende la plataforma superior, con una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^{\circ}$  y  $> 2^{\circ}$ ), constituido por suelo rígido tipo (C), en condiciones estables a partir de la distancia de 50, del borde del talud.

**Distrito de Barranco** - Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PNS - 1.4 al PNS - 1.5

- **Nivel Muy Alto**  
Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el acantilado hasta una altura de 20.0 m. recibirá el impacto de tsunamis, siendo afectada la infraestructura vial y edificaciones. Asimismo, una plataforma inferior con un bajo comportamiento dinámico del suelo, y con sectores del acantilado donde persiste la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos y caída de roca, con zonas de fuerte escurrimiento de agua superficial por la parte baja de las quebradas.
- **Nivel Alto**  
Comprende el talud con una morfología y una dominante pendiente empinada. El talud está conformado por depósito aluvial, expuesto a la acción de las aguas superficial y subterránea y a las modificaciones de la forma del talud por la ubicación de infraestructuras no adecuadas, y donde los movimientos sísmicos lo colocan en condiciones inestables.
- **Nivel Medio**  
Corresponde a sectores de la plataforma superior ubicados en suelo de relleno y sectores del talud con pendiente empinada, afectado por el escurrimiento de aguas de regadío, y las modificaciones del talud por la actividad antrópica.
- **Nivel Bajo**  
Comprende la plataforma superior, con una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^{\circ}$  y  $> 2^{\circ}$ ), constituido por suelo rígido, en condiciones estables a partir de la distancia de 50, del borde del talud.

## **Distrito Chorrillos - Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PNS - 1.5 al PNS - 1.6**

### ▪ **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el acantilado hasta una altura de 17.3m. recibirá el impacto de tsunamis, siendo afectada la infraestructura vial y edificaciones. Asimismo, una plataforma inferior con un bajo comportamiento dinámico del suelo, y con sectores del acantilado donde persiste la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos y caída de roca, y escurrimiento de agua superficial por la bajada Tenderini.

### ▪ **Nivel Alto**

Comprende el talud con una morfología y las vertientes del Cerro Morro Solar y Marcavilca con una dominante pendiente empinada. El talud está conformado por depósito aluvial y macizos rocosos como en el Cerro Morro Solar, expuesto a la acción de las aguas superficiales, y donde los movimientos sísmicos lo colocan en condiciones inestables.

### ▪ **Nivel Medio**

Corresponde a sectores de la plataforma superior ubicados en sectores del talud con pendiente empinada, afectado por el escurrimiento de aguas de regadío, y las modificaciones del talud por la actividad antrópica, y que están afectados por los sismos.

### ▪ **Nivel Bajo**

Comprende la plataforma superior, con una morfología de planicie y ligeramente inclinada ( $0-2^{\circ}$  y  $> 2^{\circ}$ ), constituido por suelo en condiciones estables a partir de la distancia de 40 a 50 metros del borde del talud.

## **5.7 Peligros Tecnológicos**

Definiremos los Peligros Tecnológicos como aquellas amenazas inducidas por acción del hombre a través de las actividades económico-productivas que generan impactos negativos a la salud, la vida, la economía y la ecología de las poblaciones asentadas en espacios urbanos principalmente. La causa fundamental la constituyen los procesos tecnológicos manejados de manera inadecuada. El vertiginoso avance tecnológico de la química industrial trae como consecuencia la producción de sustancias cuyas características de peligrosidad es necesario identificar, evaluar y gestionar.

### **5.7.3 Deforestación**

El área de Estudio por pertenecer al Desierto del Pacífico de clima árido carece de Bosques de ningún tipo; no obstante las labores de re vegetación en laderas y terrazas de acantilados como en el distrito de San Isidro con fines de estabilización de taludes han permitido la formación de pequeños y muy focalizados bosquecillos de cipreses y molles en un contexto de agroforestería con plantaciones arbustivas y herbáceas mediante el riego por gravedad y por goteo (tecnificado) en algunos sectores. Destaca el vivero de almácigos y campanilla desarrollado en dichas laderas de San Isidro en el acantilado frente al mar. Consecuentemente no existe deforestación ni tala indiscriminada en el área de Estudio.

### **5.7.4 Contaminación ambiental**

Se evaluarán los Peligros Tecnológicos basados en la legislación ambiental vigente y en criterios ecológicos a partir de los estándares nacionales y de la OMS, valores a partir de los cuales se ha elaborado una escala cuantitativa desde cero correspondiente a un peligro nulo o inexistente hasta un valor máximo de uno correspondiente a un peligro muy alto. Debido a que la escala descriptiva propuesta por el programa de ciudades sostenibles está compuesta por 4 niveles de peligro sin incluir el peligro nulo correspondiente a cero, se ha elaborado una equivalencia entre la escala cuantitativa y descriptiva, tal como se describe en el siguiente cuadro a partir de una división proporcional entre los cuatro niveles de peligro, a cada uno de los cuales se ha hecho

corresponder un rango que tiene como valor base el límite máximo permisible para cada parámetro físico, químico y biológico.

#### a. Contaminación de agua

El agua de diferentes usos se contamina debido a las acciones de la población en su quehacer cotidiano además de las actividades económico-productivas, alterándose sus características originales lo cual recae en el deterioro de la salud de los pobladores principalmente, a continuación se describen las principales áreas de contaminación.

#### i. Evaluación del Peligro de Contaminación Físico-Química de Agua para Consumo Humano

Para la evaluación de la calidad de agua para consumo humano para el área estudio, se ha estimado el peligro con una calificación de nivel medio, teniendo en consideración que la empresa prestadora del servicio SEDAPAL realiza su propio control de calidad, siendo afectado probablemente por la antigüedad y estado de conservación de la redes de distribución de agua potable la cual puede contaminarse por fugas u otras causas hasta su suministro.

##### Nivel de Peligro Medio (0.50)

#### ii. Evaluación del Peligro de Contaminación Microbiológica de agua para consumo humano

No se cuentan con resultados de ensayos de la calidad microbiológica de agua para consumo humano para el área estudio; sin embargo, considerando las exigencias de la SUNASS referente a la calidad de agua que debe consumir la población; se estima como aceptable la calidad del servicio teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones de la calidad microbiológica de agua para consumo humano que consideran los parámetros: cloro residual, turbiedad, coliformes fecales, coliformes totales y bacterias heterótrofas. Por lo tanto, se estima el peligro con una calificación de nivel bajo lo cual indica que el agua potable que consumen los pobladores del área de influencia de la Costa Verde es de buena calidad.

##### Nivel de Peligro Bajo (0.25)

A continuación las tablas de evaluación en base a parámetros y rangos de peligro según la escala del Programa de Ciudades Sostenibles de Peligro de Contaminación Ambiental de Agua para Consumo Humano

**Cuadro N° 66. Peligro de Contaminación Físico-Química de Agua para Consumo Humano**

| Nivel de Peligro                                 | Bajo        | Medio                       | Alto                         | Muy Alto                     |
|--|-------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Equivalencia                                     | 0.25        | 0.50                        | 0.75                         | 1.00                         |
| Rango  | 0 a 0.25    | 0.25 a 0.50                 | 0.50 a 0.75                  | 0.75 a 1.00                  |
| 1.-Turbidez (UNT).                               | 0 - 2.5     | 2.5 - 10                    | 10 - 40                      | Mayor que 40                 |
| 2.-Sólidos Totales (mg/L).                       | 0 - 250     | 250 - 1000                  | 1000 - 4000                  | Mayor que 4000               |
| 3.-Sólidos T. Disueltos (mg/L).                  | 0 - 250     | 250 - 1000                  | 1000 - 4000                  | Mayor que 4000               |
| 4.-Cloruros (mg/L Cl).                           | 0 - 62.5    | 62.5 - 250                  | 250 - 1000                   | Mayor que 1000               |
| 5.-Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (mg/L).     | 0 - 1.25    | 1.25 - 5                    | 5 - 20                       | Mayor que 20                 |
| 6.-Sulfatos (mg/L SO <sub>4</sub> ).             | 0 - 62.5    | 62.5 - 250                  | 250 - 1000                   | Mayor que 1000               |
| 7.-Oxígeno Disuelto (mg/L O <sub>2</sub> ).      | 12 - 48     | 3 - 12                      | 0.75 - 3                     | 0 - 0.75                     |
| 8.-Cadmio (mg/L Cd).                             | 0 - 0.0025  | 0.0025 - 0.01               | 0.01- 0.04                   | Mayor que 0.04               |
| 9.-Hierro (mg/L Fe).                             | 0 - 0.075   | 0.075 - 0.3                 | 0.3 - 1.2                    | Mayor que 1.2                |
| 10.-Plomo (mg/L Pb).                             | 0 - 0.0125  | 0.0125 - 0.05               | 0.05 a 0.20                  | Mayor que 0.20               |
| 11.-Alcalinidad Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> ). | 0 a 125     | 125 a 500                   | 500 a 2000                   | Mayor que 2000               |
| 12.Potencial Hidrogeno-20 C.                     | Entre 6 y 9 | Entre 5 y 6<br>Entre 9 y 10 | Entre 3 y 5<br>Entre 10 y 12 | Entre 1 y 3<br>Entre 12 y 14 |

Fuente: Equipo Técnico

### iii. Evaluación del Peligro de Contaminación por Residuos Sólidos

| Evaluación de Campo de la Gestión Municipal | (-) Importante por Impacto.  |                |                   |                |        |        |        |        | (+) Importante por Impacto. |   |   |                    |   |               |                  |   |    |                 |                |
|---|------------------------------|----------------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|---|---|--------------------|---|---------------|------------------|---|----|-----------------|----------------|
|   | Nivel de Peligro Equivalente |                |                   |                |        |        |        |        | Bajo                        |   |   | Medio              |   |               | Alto             |   |    | Muy Alto        |                |
|   | 1<br>9                       | 1<br>8         | 1<br>7            | 1<br>6         | 1<br>5 | 1<br>4 | 1<br>3 | 1<br>2 | 1                           | 2 | 3 | 4                  | 5 | 6             | 7                | 8 | 9  | Califi_ cacion. | Ponde_ racion. |
| Etapas                                      | Extrema_ damente             | Fuerte_ mente. | Moderada_ damente | Ligera_ mente. |        |        |        |        | Ligeramente                 |   |   | Moderada_ damente. |   | Fuerte_ mente | Extrema_ damente |   |    |                 |                |
| I.-Recolección.                             |                              |                |                   |                |        |        |        |        |                             | 3 |   |                    |   |               |                  |   | 3  | 0.14            |                |
| II.-Recepción y Transporte.                 |                              |                |                   |                |        |        |        |        |                             |   |   | 5                  |   |               |                  |   | 5  | 0.24            |                |
| III.-Salud Ocupacional.                     |                              |                |                   |                |        |        |        |        |                             |   |   |                    |   | 7             |                  |   | 7  | 0.33            |                |
| IV.-Protección de los Trabajadores          |                              |                |                   |                |        |        |        |        |                             |   |   |                    | 6 |               |                  |   | 6  | 0.29            |                |
| Total                                       |                              |                |                   |                |        |        |        |        |                             | 3 |   | 5                  | 6 | 7             |                  |   | 21 | 1.00            |                |

**Cuadro Nº 67. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Residuos Sólidos en Playas**

Fuente: Equipo Técnico

**Nivel de Peligro Promedio**  
 $21/4 = 5.25$   
**Medio (0.5)**

### Evaluación del Peligro de contaminación por Residuos Sólidos

**Cuadro Nº68. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Residuos Sólidos en Acantilados**

| Evaluación de Campo de la Gestión Municipal | (-) Importante por Impacto.  |               |                   |               |        |        |        |        | (+) Importante por Impacto. |   |   |                 |   |               |                  |   |    |                 |               |
|---|------------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|---|---|-----------------|---|---------------|------------------|---|----|-----------------|---------------|
|   | Nivel de Peligro Equivalente |               |                   |               |        |        |        |        | Bajo                        |   |   | Medio           |   |               | Alto             |   |    | Muy Alto        |               |
|   | 1<br>9                       | 1<br>8        | 1<br>7            | 1<br>6        | 1<br>5 | 1<br>4 | 1<br>3 | 1<br>2 | 1                           | 2 | 3 | 4               | 5 | 6             | 7                | 8 | 9  | Califi_ cacion. | Ponde_ ración |
| Etapas                                      | Extrema_ damente             | Fuerte_ mente | Moderada_ damente | Ligera_ mente |        |        |        |        | Ligeramente                 |   |   | Moderada_ mente |   | Fuerte_ mente | Extrema_ damente |   |    |                 |               |
| I.-Recolección.                             |                              |               |                   |               |        |        |        |        |                             | 3 |   |                 |   |               |                  |   | 3  | 0.14            |               |
| II.-Recepción y Transporte.                 |                              |               |                   |               |        |        |        |        |                             |   |   | 5               |   |               |                  |   | 5  | 0.24            |               |
| III.-Salud Ocupacional.                     |                              |               |                   |               |        |        |        |        |                             |   |   |                 |   | 7             |                  |   | 7  | 0.33            |               |
| IV.-Protección de los Trabajadores          |                              |               |                   |               |        |        |        |        |                             |   |   |                 | 6 |               |                  |   | 6  | 0.29            |               |
| Total                                       |                              |               |                   |               |        |        |        |        |                             | 3 |   | 5               | 6 | 7             |                  |   | 21 | 1.00            |               |

Fuente: Equipo técnico

**Nivel de Peligro Promedio**  
 $21/4 = 5.25$   
**Nivel Medio (0.5)**

iv. Evaluación del Peligro de contaminación de Suelos.

**Cuadro N° 69. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación de Suelos-Sector Costa Verde Distritos: Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro.**

| Parámetros*  | B | M | A | MA | Total |
|--|---|---|---|----|-------|
| 1.-Impacto de los Efluentes Industriales           |   |   |   |    |       |
| Calificación                                       |   |   | 7 |    | 7     |
| 2.-Impacto de los Efluentes Domésticos.            |   |   |   |    |       |
| Calificación                                       |   |   | 8 |    | 8     |
| 3.-Impacto de los Residuos Sólidos Domésticos.     |   |   |   |    |       |
| Calificación                                       |   |   | 7 |    | 7     |
| 4.- Impacto de los Residuos Sólidos Hospitalarios. |   |   |   |    |       |
| Calificación                                       |   | 5 |   |    | 5     |
| 5.- Impacto de los Fertilizantes y Pesticidas.     |   |   |   |    |       |
| Calificación                                       |   |   | 8 |    | 8     |
| 6.-Impacto por Derrame de Hidrocarburos.           |   |   |   |    |       |
| Calificación                                       |   | 4 |   |    | 4     |
| TOTAL  |   |   |   |    | 39    |

**Cuadro N° 70. Valoración de Peligros Ambientales**

|  | (-) Importante por Impacto.  |                   |                       |                   |        |        |        |        | (+) Importante por Impacto. |                       |                   |                      |                    |                   |      |   |   |          |  |  |
|--|------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------|---|---|----------|--|--|
|  | Nivel de Peligro Equivalente |                   |                       |                   |        |        |        |        | Bajo                        |                       |                   | Medio                |                    |                   | Alto |   |   | Muy Alto |  |  |
| Valoración de Peligros según Importancia y Grado de Impacto. | 1<br>9                       | 1<br>8            | 1<br>7                | 1<br>6            | 1<br>5 | 1<br>4 | 1<br>3 | 1<br>2 | 1                           | 2                     | 3                 | 4                    | 5                  | 6                 | 7    | 8 | 9 |          |  |  |
|  | Extrema_<br>damente.         | Fuerte_<br>mente. | Moderada_<br>damente. | Ligera_<br>mente. |        |        |        |        | Ligera_<br>mente.           | Moderada_<br>damente. | Fuerte_<br>mente. | Extrema_<br>damente. | Califi_<br>cacion. | Ponde_<br>racion. |      |   |   |          |  |  |

Fuente: Equipo técnico

**Promedio de Peligro de Contaminación de Suelos:  
 Distritos: Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro  
 Nivel de Peligro Promedio**

$$39/6=6.5$$

**Nivel Alto (0.75)**

v. **Evaluación del Peligro de Contaminación de Suelos.**

**Cuadro Nº 71. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación de Suelos-Sector Costa Verde: Distritos: Magdalena del Mar y San Miguel**

| Parámetros*   | B | M | A | MA | Total |
|---|---|---|---|----|-------|
| 1.-Impacto de los Efluentes Industriales                      |   |   |   |    |       |
| Calificación  |   |   |   | 9  | 9     |
| 2.-Impacto de los Efluentes Domésticos.                       |   |   |   |    |       |
| Calificación  |   |   | 8 |    | 8     |
| 3.-Impacto de los Residuos Sólidos Domésticos e Industriales. |   |   |   |    |       |
| Calificación  |   |   |   | 9  | 9     |
| 4.- Impacto de los Residuos Sólidos Hospitalarios.            |   |   |   |    |       |
| Calificación  |   |   | 8 |    | 8     |
| 5.- Impacto de los Escombros de Construcción.                 |   |   |   |    |       |
| Calificación  |   |   | 8 |    | 8     |
| 6.-Impacto por Derrame de Hidrocarburos.                      |   |   |   |    |       |
| Calificación  |   |   |   | 9  | 9     |
| TOTAL   |   |   |   |    | 51    |

Fuente: Equipo Técnico

**Promedio de Peligro de Contaminación de Suelos:  
 Distritos: Magdalena y San Miguel  
 Nivel de Peligro Promedio  
 $51/6=8.5$**

**Nivel Muy Alto (1.00)**

vi. **Evaluación del Peligro de Contaminación por Mercados.**

**Cuadro Nº 72. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Mercados Mercado de San Isidro**

| Parámetros*   | B | M | A | MA | Total | Ponderación |
|---|---|---|---|----|-------|-------------|
| 1.-Sistema de Agua Potable inadecuado.                        | 3 |   |   |    | 3     | 0.12        |
| 2.-Sistema de Alcantarillado Inadecuado                       |   |   | 7 |    | 7     | 0.28        |
| 3.-Higiene Insuficiente.                                      | 3 |   |   |    | 3     | 0.12        |
| 4.-Estructura s de Acopio Insuficiente (Contenedores).        | 3 |   |   |    | 3     | 0.12        |
| 5.-Servicios Higiénicos Insuficientes.                        | 3 |   |   |    | 3     | 0.12        |
| 6.-Depósitos de Basura al interior del Mercado Insuficientes. | 3 |   |   |    | 3     | 0.12        |
| 7.-Espacio y Ventilación Insuficientes.                       | 3 |   |   |    | 3     | 0.12        |
| TOTAL   |   |   |   |    | 25    | 1.00        |

| Valoración de Peligros según Importancia y Grado de Impacto. | (-) Importante por Impacto. →  |               |                   |               |   |               |                   |               | (+) Importante por Impacto. → |                |               |       |   |   |      |   |          |  |
|--|--------------------------------|---------------|-------------------|---------------|---|---------------|-------------------|---------------|-------------------------------|----------------|---------------|-------|---|---|------|---|----------|--|
|  | Nivel de Peligro Equivalente → |               |                   |               |   |               |                   |               | Bajo                          |                |               | Medio |   |   | Alto |   | Muy Alto |  |
|  | 1                              | 1             | 1                 | 1             | 1 | 1             | 1                 | 1             | 1                             | 2              | 3             | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9        |  |
|  | Extrema_damente.               | Fuerte_mente. | Moderada_damente. | Ligera_mente. |   | Ligera_mente. | Moderada_damente. | Fuerte_mente. | Extrema_damente.              | Califi_cacion. | Ponde_racion. |       |   |   |      |   |          |  |

### Cuadro Nº 73. Valoración de Peligros Ambientales

Fuente: Equipo Técnico.

(\*) Criterios Sanitarios, de Ingeniería Ambiental y Biogeografía Urbana.

#### Promedio de Peligro de Contaminación por Mercados

Nivel de Peligro Promedio

$$25/7 = 3.5$$

Nivel Medio (0.5)

#### vii. Evaluación del Peligro de Contaminación por Mercados.

#### Cuadro Nº 74. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación por Mercado de Productos Hidrobiológicos – Muelle Artesanal de Pescadores

| Parámetros*   | B | M | A | MA | Total | Ponderación |
|---|---|---|---|----|-------|-------------|
| 1.-Sistema de Agua Potable inadecuado.                        |   |   |   | 9  | 9     | 0.18        |
| 2.-Sistema de Alcantarillado Inadecuado                       |   |   | 7 |    | 7     | 0.14        |
| 3.-Higiene Insuficiente.                                      |   |   | 8 |    | 8     | 0.16        |
| 4.-Estructuras de Acopio Insuficiente (Contenedores).         |   |   | 8 |    | 8     | 0.16        |
| 5.-Servicios Higiénicos Insuficientes.                        |   |   | 7 |    | 7     | 0.14        |
| 6.-Depósitos de Basura al interior del Mercado Insuficientes. |   |   | 7 |    | 7     | 0.14        |
| 7.-Espacio y Ventilación Insuficientes.                       | 3 |   |   |    | 3     | 0.08        |
| TOTAL   |   |   |   |    | 49    | 1.00        |

Fuente: Equipo Técnico.

(\*) Criterios Sanitarios, de Ingeniería Ambiental y Biogeografía Urbana.

#### Promedio de Peligro de Contaminación por Mercados

Nivel de Peligro Promedio

$$49/7 = 7.0$$

Nivel Alto (0.75)

**i. Contaminación ambiental del Ecosistema Costero Marino por residuos sólidos en el mar de la Costa Verde**

**Cuadro N° 75. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación Ambiental de Ecosistema Costero Marino por Residuos Sólidos en el Mar de la Costa Verde**

| Parámetros*   | B | M | A | MA | Total     |
|---|---|---|---|----|-----------|
| 1.-Impacto Escénico en el Paisaje Marino            |   |   |   |    |           |
| Calificación  |   |   |   | 9  | 9         |
| 2.-Impacto de los residuos en la superficie del mar |   |   |   |    |           |
| Calificación  |   |   |   | 9  | 9         |
| 3.-Impacto Negativo en la flora y fauna marina      |   |   |   |    |           |
| Calificación  |   |   |   | 9  | 9         |
| 4.- Impacto de los Residuos Sólidos en la Playa     |   |   | 7 |    |           |
| Calificación  |   |   | 7 | 27 |           |
| <b>Total</b>  |   |   |   |    | <b>34</b> |

\* Criterio de Ecología Básica.  
 Fuente: Equipo Técnico, 2014.

**Promedio de Peligro de Contaminación por Residuos Sólidos en el Mar**  
**Nivel de Peligro Promedio**  
 $34/4 = 8.5$

**Peligro de Nivel Muy Alto (1.00)**

**Cuadro N°76. Valoración de Peligros Ambientales**

|  | (-) Importante por Impacto. →  |               |                   |               |     |     |     |     | (+) Importante por Impacto. → |                   |               |                  |                |               |      |   |          |  |  |
|--|--------------------------------|---------------|-------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|-------------------|---------------|------------------|----------------|---------------|------|---|----------|--|--|
|  | Nivel de Peligro Equivalente → |               |                   |               |     |     |     |     | Bajo                          |                   |               | Medio            |                |               | Alto |   | Muy Alto |  |  |
| Valoración de Peligros según Importancia y Grado de Impacto. | 1/9                            | 1/8           | 1/7               | 1/6           | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1                             | 2                 | 3             | 4                | 5              | 6             | 7    | 8 | 9        |  |  |
|  | Extrema_damente.               | Fuerte_mente. | Moderada_damente. | Ligera_mente. |     |     |     |     | Ligera_mente.                 | Moderada_damente. | Fuerte_mente. | Extrema_damente. | Califi_cacion. | Ponde_racion. |      |   |          |  |  |

ii. **Evaluación del Peligro de Contaminación de Aire, Agua, Suelo y Ecosistema Natural y Urbano por Locales Comerciales, Restaurants, Clubs, Marinas, Bases de Salvataje de la Policía Nacional**

**Cuadro Nº 77. Matriz de evaluación del peligro de contaminación de aire, agua, suelo y ecosistema natural y urbano**

| Parámetros*                              | B | M | A | MA | Total     |
|--|---|---|---|----|-----------|
| 1.-Emisiones Atmosféricas.               |   |   | 7 |    | 7         |
| 2.-Vertimiento de Efluentes.             |   |   | 8 |    | 8         |
| 3.-Desechos Sólidos.                     |   |   | 8 |    | 8         |
| 4.-Impacto Escénico.                     |   | 6 |   |    | 6         |
| 5.-Impacto a la Biomasa Marina.          |   | 6 |   |    | 6         |
| 6.-Impacto al Ecosistema Costero Urbano. |   |   | 8 |    | 8         |
| 7.-Impacto al Suelo.                     |   | 6 |   |    | 6         |
| <b>Total</b>                             |   |   |   |    | <b>49</b> |

\*Criterios Ecológicos.  
 Fuente: Equipo Técnico, 2011.

**Cuadro Nº 78. Valoración de peligros ambientales**

| (-) Importante por Impacto.  |         |           |         |     |     |     |     | (+) Importante por Impacto. |           |         |          |         |        |          |   |   |
|------------------------------|---------|-----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-----------|---------|----------|---------|--------|----------|---|---|
| Nivel de Peligro Equivalente |         |           |         |     |     |     |     | Bajo                        |           | Medio   |          | Alto    |        | Muy Alto |   |   |
| 1/9                          | 1/8     | 1/7       | 1/6     | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1                           | 2         | 3       | 4        | 5       | 6      | 7        | 8 | 9 |
| Extrema_                     | Fuerte_ | Moderada_ | Ligera_ |     |     |     |     | Ligera_                     | Moderada_ | Fuerte_ | Extrema_ | Califi_ | Ponde_ |          |   |   |
| damente.                     | mente.  | damente.  | mente.  |     |     |     |     | mente.                      | damente.  | mente.  | damente. | cacio_  | racio_ |          |   |   |
|                              |         |           |         |     |     |     |     |                             |           |         |          | n.      |        |          |   |   |

Fuente: Equipo Técnico.

**Promedio de Peligro de Contaminación**  
**7+8+8+6+6+8+6/7**

**Promedio = 7.00**

**Nivel de Peligro Alto (0.75)**

iii. **Evaluación del Peligro de Contaminación de Aire, Agua, Suelo y Ecosistema Natural y Urbano por actividades en el Muelle Artesanal de Pescadores**

**Cuadro N° 79. Matriz de Evaluación del Peligro de Contaminación de Aire, Agua, Suelo y Ecosistema Natural y Urbano por Actividades del Muelle de Pescadores**

| Parámetros*  | B | M | A | MA | Total     |
|--|---|---|---|----|-----------|
| 1.-Emisiones Atmosféricas.   |   |   | 8 |    | 8         |
| 2.-Vertimiento de Efluentes.                                       |   |   |   | 9  | 9         |
| 3.-Desechos Sólidos.   |   |   | 8 |    | 8         |
| 4.-Impacto Escénico Paisajístico                                   |   |   | 8 |    | 8         |
| 5.-Impacto a la Biomasa Marina.                                    |   |   |   | 9  | 9         |
| 6.-Impacto al Ecosistema Marino                                    |   |   |   | 9  | 9         |
| 7.-Impacto al Mar por derrame de Hidrocarburos desde Embarcaciones |   |   |   | 9  | 9         |
| <b>Total</b>   |   |   |   |    | <b>60</b> |

\* Criterios Ecológicos.

Fuente: Equipo Técnico, 2014.

**Cuadro N° 80. Valoración de peligros ambientales**

| (-) Importante por Impacto.  |                   |                       |                   |     |     |     |     | (+) Importante por Impacto. |                   |                       |                   |                      |               |                   |   |          |  |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|---------------|-------------------|---|----------|--|
| Nivel de Peligro Equivalente |                   |                       |                   |     |     |     |     | Bajo                        |                   |                       | Medio             |                      |               | Alto              |   | Muy Alto |  |
| 1/9                          | 1/8               | 1/7                   | 1/6               | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1                           | 2                 | 3                     | 4                 | 5                    | 6             | 7                 | 8 | 9        |  |
| Extrema-<br>damente.         | Fuerte-<br>mente. | Moderada-<br>damente. | Ligera-<br>mente. |     |     |     |     |                             | Ligera-<br>mente. | Moderada-<br>damente. | Fuerte-<br>mente. | Extrema-<br>damente. | Califi-<br>n. | Ponde-<br>racion. |   |          |  |

Fuente: Equipo Técnico.

**Promedio de Peligro de Contaminación**  
 $8+9+8+8+9+9+9/7$

**Promedio = 8.5**

**Nivel de Peligro Muy Alto (1.00)**

### 5.7.5 Residuos sólidos

La prestación de un eficiente sistema de recolección de residuos sólidos, es un problema en las principales ciudades y en la Costa Verde es una de las principales causas de la contaminación de playas y el mar. La responsabilidad es compartida entre los pobladores que la generan y los 06 municipios distritales que la gestionan, un cálculo aproximado de veraneantes equivalente a las siguientes poblaciones por playas, según distrito, generaría los siguientes volúmenes considerando una producción por habitante de 0.50 kg de basura persona/playa/día:

|            |                                 |         |            |
|------------|---------------------------------|---------|------------|
| Chorrillos | 80 000 veraneantes X 0.5 kg/día | =       | 40 Tn/día. |
| Barranco   | 20 000 veraneantes X 0.5 kg/día | =       | 10 Tn/día. |
| Miraflores | 70 000 veraneantes X 0.5 kg/día | =       | 35 Tn/día. |
|            |                                 | Total = | 85 Tn/día  |

### 5.7.6 Incendios urbanos

Constituyen fuegos no controlados que consumen todo el material combustible a su paso y requieren de apoyo externo como unidades de bomberos y otros medios de extinción.

Para nuestro escenario de riesgo de Incendio Urbano, sin embargo, utilizaremos la hipótesis de ocurrencia de un incendio originado por explosión e incendio en un restaurante de la playa o del acantilado de Barranco en la "Bajada de Baños", en un día y hora de máxima temperatura del verano y por lo tanto con la máxima demanda de veraneantes en la Costa Verde. En tal caso, los efectos podrían ser los siguientes:

- No existen medios de extinción operativos cercanos como hidrantes o Bombas a excepción de San Isidro ubicada al lado del Taller de Maestranza pero ubicada en una zona de peligro y vulnerabilidad geológica y geotécnica muy grande (zona roja). Las unidades móviles de la compañía de bomberos tienen muy serias dificultades en poder ingresar al área debido al bloqueo de las calles. El incendio se propaga. Los ocupantes de las playas afectadas entran en pánico y tratan de salvar a sus seres queridos y a sus pertenencias. Los vendedores cercanos al foco del incendio se alarman y tratan de salvar sus propiedades y huir despavoridamente. Ninguno de los dos grupos puede evacuar con rapidez por la presencia del tumulto y aglomeración de gente. Los grupos de auxilio y curiosos pretenden acercarse al lugar del incendio mientras que, en sentido contrario, los afectados intentan evacuar. Durante la confusión, el incendio se sigue propagando. Cuando los bomberos y las ambulancias pueden llegar al lugar del incendio (o cuando el incendio se extiende hasta alcanzar el lugar en que se encuentran), éste ha alcanzado grandes proporciones. La cisterna del camión de bomberos se acaba muy rápidamente, llegando camiones cisterna en su apoyo, pero ya ha crecido tanto el incendio, que atacarlo por un solo frente no es suficiente.
- La afectación implicaría el colapso o daños considerables en gran cantidad de viviendas y/o infraestructuras, con pérdida de la mayor parte de los bienes que contenían, afectando a sus habitantes.
- Igualmente, implicaría daños por efecto de la irradiación del calor, por gases o por el agua, en las viviendas, afectando a habitantes adicionales.
- Reducción temporal de las actividades comerciales en la zona.
- Daños en las líneas eléctricas y de telefonía fija.

En este caso, se estima que además de la pérdida de vidas humanas y de los heridos causados por el humo y el fuego, muchos daños personales serían consecuencia de la aglomeración y la desesperación de la gente por salvar pertenencias.

### 5.7.7 Problemas de saneamiento básico

Los problemas de agua y alcantarillado radican en la antigüedad de los materiales de las redes de distribución soterradas en el sector de corona del acantilado los cuales originan fugas de desagüe contaminándose el ecosistema urbano. Las características de inestabilidad física de los taludes donde se ubican las tuberías y las peculiaridades geotécnicas del suelo condicionan

la rotura de algunas redes de agua potable la cual se contamina en su paso hasta el suministro.

En el sector de playa existe un déficit de cobertura de agua potable de suministro público mediante grifos y servicios higiénicos de uso público principalmente durante el verano, necesarios e imprescindibles para la inmensa masa de veraneante que frecuentan las playas y balnearios de la Costa Verde.

Los proyectos de ampliación y mejoramiento de agua y alcantarillado actuales y proyectados a futuro a corto plazo deberán considerar los fuertes impactos al sistema tradicional de saneamiento como consecuencia de la construcción de grandes condominios y edificios multifamiliares en la parte alta del alcantarillado cuyas redes de agua y desagüe serán incorporados al sistema tradicional considerando un gran incremento en la demanda de agua potable por cada hogar además del aumento de caudales de efluentes per-cápita.

Análogamente el incremento de producción de residuos sólidos será incrementado con la consiguiente demanda de gestión de servicios públicos o mejora en los sistemas de limpieza pública.

#### **5.7.8 Peligros de Sustancias químicas**

Las sustancias peligrosas han ocasionado muchas emergencias en diversas partes de nuestro país debido a sus propiedades de reactividad, toxicidad, radiactividad, volatilidad, entre otras; las mismas que es necesario identificar y controlar a fin de evitar daños a la población y entorno biogeográfico.

La alta industrialización y el uso de tecnologías en la actualidad hace imprescindible la utilización de las denominadas sustancias peligrosas las cuales luego de su identificación deberán ser evaluadas según su grado de nocividad en función de su naturaleza intrínseca, volúmenes de utilización, localización geográfica de precisión de las empresas que los contienen lo cual se complementará con los parámetros meteorológico - ambientales del ámbito de exposición. Esta investigación permitirá determinar las medidas de protección mínima y de contingencia en caso de presentarse una emergencia accidental o provocada.

En el contexto del Programa Ciudades Sostenibles; el primer atributo por definición de este reciente tipo de urbes lo constituye la seguridad física, la misma que implica ausencia de riesgos. En este sentido el estudio de peligros tecnológicos enfoca el diagnóstico a partir del análisis de sus factores activos o fenomenologías físico, química y biológicas y sus efectos en perjuicio de la población, sociedad y sistemas vivientes; obstaculizando su desarrollo.

En el área de Estudio no cuenta con un apropiado diagnóstico de estas sustancias peligrosas, el presente estudio constituye la primera aproximación a esta necesidad de protección de la población contra sus efectos estocásticamente no desestimables

Para los fines de la investigación deberá entenderse como sustancia peligrosa a todo material líquido, sólido o gaseoso que puede poner en peligro la vida, salud, propiedad y economía de la población por efecto de sus propiedades de inflamabilidad, explosividad, reactividad, toxicidad, corrosividad, fugacidad y volatilidad entre otras propiedades nocivas. Al respecto existen diversas definiciones adoptadas por organismos nacionales de diversos países, así como internacionales; en este sentido el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas, considera que son sustancias peligrosas todo material que en diversas cantidades y estado induce a un riesgo potencial hacia la salud, seguridad y propiedad cuando es transportada para su comercialización; siendo esta definición parcial, dado que deberán considerarse su fabricación, manipuleo, almacenamiento, utilización y distribución.

El conocimiento anticipado de sus propiedades físicas, químicas y organolépticas así como sus efectos y métodos para protegerse de ellas es indispensable para una eficaz prevención y mitigación de una eventual emergencia química; constituyendo esto uno de los principales peligros tecnológicos a ser identificados y evaluados en las ciudades mencionadas.

#### **a. Áreas Críticas por Sustancias Peligrosas**

Como resultado del análisis de gabinete y de la evaluación de campo que se llevara a cabo en los próximos meses en el ámbito de estudio de la Costa Verde, se definirán las siguientes áreas críticas:

- i. Áreas críticas de peligro de sustancias combustibles en grifos.
- ii. Áreas críticas de peligro de sustancias combustibles en depósitos de gas licuado de petróleo.
- iii. Establecimientos de Salud
- iv. Áreas críticas de peligros múltiples (Combustión de hidrocarburos y explosión e incendio en marina club, otros clubs y restaurantes).

#### **b. Zonificación por Fuentes de Sustancias Peligrosas**

Se ha zonificado las fuentes de sustancias químicas peligrosas como hidrocarburos, explosivos, agroquímicos además de material tóxico y radiactivo las mismas que han sido caracterizadas en cuanto a su naturaleza química.

El análisis de cada uno de las sustancias identificadas, ha permitido definir las fuentes de peligrosidad química para cada hidrocarburo en particular haciendo uso de la guía proporcionada por el IAEA, s/f, Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. IAEATECDOC-727, 1996 según sus niveles individuales de peligros de combustibilidad y toxicidad.

Se concluye que los volúmenes de gas licuado de petróleo almacenado representan el mayor peligro químico en el distrito como son los servicentros, grifos, depósitos de gas propano, restaurantes, clubs “Regatas Lima” y “Marina Lima Club” debido al grado de peligrosidad de inflamabilidad y explosividad del GLP principalmente y a los radios calculados con la anterior metodología para definir las áreas de peligro y cuyos resultados han sido sistematizados vía SIG y se representan en la cartografía respectiva.

Existen áreas urbanas y costeras en las cuales se ha identificado varios peligros los cuales podrían desencadenarse a partir de la ocurrencia de uno de ellos; incrementándose súbitamente el grado de amenaza; estos se describen brevemente a continuación:

#### **Marina Club.**

Considerando la cantidad de aproximadamente una centena de embarcaciones tipo yates y lanchas estacionadas en el Marina Club de Barranco; existe la probabilidad de derrame de combustible, explosión e incendio iniciado en una de las embarcaciones como consecuencia de un accidente de origen fortuito o provocado.

En estas condiciones el fuego por contacto y el calor y radiación de la onda expansiva originaria sucesivas explosiones de las naves; generándose un episodio de desastre de magnitud creciente con graves afectaciones a la vida de pasajeros y tripulantes y a la propiedad de los socios del club además de los impactos negativos en el ecosistema costero afectándose la flora y fauna marina y terrestre.

Serían también graves los impactos por daños al ecosistema costero; principalmente a las playas “Los Yuyos” del Distrito de Barranco y “Sombrillas” ubicada entre los Distritos de Barranco y Chorrillos con probables daños a la vida y la salud de veraneantes si la emergencia ocurriese en la estación de verano y durante el día.

Esta área de peligro tecnológico múltiple ha sido calificada como muy alta la cual está limitada por una envolvente cuyo radio de acción de explosión e incendio dista aproximadamente 100 m desde el centro del Club en su área marina.

#### **Agrupación de Viviendas “Medalla Milagrosa”**

Teniendo en cuenta la densidad poblacional, el estado de las edificaciones, las características de autoconstrucción y la ubicación del conjunto habitacional en un antiguo cauce fluvial; atributos entre otros que le confieren una alta vulnerabilidad frente a una probable explosión o incendio provocados por un corto circuito o por una fuga de gas propano en alguna de sus viviendas o tiendas en la cual el fuego se podría extender a las viviendas contiguas. Completa el escenario de peligros; las condiciones de salubridad por la cobertura insuficiente de saneamiento referidas al servicio de agua y desagüe las cuales sustentan la calificación de peligro múltiple de nivel muy alto con una envolvente desde el caso urbano distante aproximadamente 50 m hacia el exterior.

En este caso la ocupación indebida de la antigua quebrada con un crecimiento principalmente vertical y el espacio reducido de su única calle; dificultaría las tareas de evacuación, rescate, primeros auxilios y todo tipo de respuestas para neutralizar o reducir la emergencia tecnológica.

#### **c. Evaluación del Peligro por Sustancias Químicas**

Se describen a continuación los procedimientos seguidos para definir los niveles y áreas de peligro.

##### **i. Definición del Grado de Peligro**

Para definir el grado de peligro de inflamabilidad de las sustancias se procedió de la siguiente manera:

- Se clasificó la sustancia química combustible según los criterios de la NFPA (National Fire Protection Association).
- Se hace la equivalencia de la escala de 4 niveles de NFPA con la tabla de peligros tecnológicos del Programa de Ciudades Sostenibles 1-E.
- Se asigna un nivel y valor del peligro de inflamabilidad.

##### **ii. Definición de las Áreas de Peligro de Inflamabilidad.**

Para definir las áreas de peligro de inflamabilidad de las sustancias se procedió de la siguiente manera:

- Se identifica el número de referencia en la guía de evaluación de peligros químicos según el tipo de sustancia química de interés.
- Con el número de referencia se ingresa a la tabla de identificación de la categoría de sustancia en función de la cantidad almacenada expresada en toneladas.
- Con la categoría identificada se ingresa a la tabla de identificación de radios de peligro el cual determinara finalmente el área crítica.

#### **c.1 Depósitos de Gas Licuado de Petróleo (GLP)**

##### **Peligro de Incendio por Inflamabilidad de Gas Licuado de Petróleo**

**Cuadro 81. Capacidad Almacenada de GLP.**

| <b>Tipo de Combustible</b> | <b>Capacidad en Barriles</b> | <b>Capacidad en Galones.</b> |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Gas Licuado de Petróleo    | variable                     | variable                     |
| <b>Total</b>               | variable                     | variable                     |

Fuente: Equipo Técnico

## Peligro de Inflamabilidad, Toxicidad y Reactividad del GLP

**Cuadro Nº 82. Niveles de Peligro de Inflamabilidad, Toxicidad y Reactividad del GLP.**

| Nivel de Peligro  | Bajo |   | Medio | Alto | Muy Alto |
|---|------|---|-------|------|----------|
| Equivalencia  | 0.25 |   | 0.50  | 0.75 | 1.00     |
| Tipo de Sustancia:<br>Gas Licuado de Petróleo<br>Código Naciones Unidas: <u>UN 1075</u> | 0    | 1 | 2     | 3    | 4        |
| Grado de Peligro de Inflamabilidad  |      |   |       |      |          |
| Grado de Peligro de Toxicidad   |      |   |       |      |          |
| Grado de Peligro de Reactividad   |      |   |       |      |          |

Fuente: Equipo Técnico

### Descripción del Grado de Peligro de Reactividad del GLP

**Grado 0.-** Materiales que de por si son normalmente estables, aun en condiciones de incendio y que no reaccionan con el agua.

#### Nivel de Peligro de Reactividad Bajo: (0.25)

### Descripción del Grado de Peligro de Toxicidad del GLP

**Grado1.-** Sustancias que bajo exposición natural, causan irritaciones o solo daños residuales menores aun en ausencia de tratamiento médico. Incluye aquellas sustancias que requieren el uso de una máscara antigases de cartucho .Este grado incluye:

- Materiales que en condiciones de incendio liberan productos de combustión irritantes.
- Materiales que en contacto con la piel producen irritaciones sin dañar el tejido.

#### Nivel de Peligro de Toxicidad Bajo: (0.25)

### Descripción del Grado de Peligro de Inflamabilidad del GLP

**Grado 4.-** Sustancia que se vaporizan rápida y completamente a la temperatura y presión atmosférica ambiental, o que se dispersan o se quemen fácilmente en el aire. Este grado incluye:

- Gases.
- Sustancias criogénicas.
- Cualquier material líquido o gaseoso, el cual es líquido mientras este bajo presión y tenga un punto de ebullición por debajo de 73 grados Fahrenheit o 22 grados Celsius, y un punto de inflamación por debajo de 100 grados Fahrenheit o 37 grados Celsius, líquido inflamable Clase 10.
- Materiales por su forma física o condiciones ambientales pueden formar mezclas explosivas con el aire y que se dispersan fácilmente tales como el polvo de combustible sólido y vapor de las gotas o lloviznas de líquidos inflamables o combustibles.

#### Nivel de Peligro de Inflamabilidad Muy Alto: (1.00)

### Peligro de Incendio por Inflamabilidad de Gas Licuado de Petróleo

- Nivel de Peligro de Reactividad Bajo : (0.25)
- Nivel de Peligro de Toxicidad Bajo : (0.25)
- Nivel de Peligro de Inflamabilidad Muy Alto : (1.00)

Determinación del Área de Peligro de Inflamabilidad

- Volumen total = Variable
- Numero de Referencia = 7-9
- Categoría de Sustancia. = B
- Radio Máximo de Peligro = 50.00 m

#### c.2. Estación de Servicio

Peligro de Incendio por Inflamabilidad del Petróleo.

**Cuadro Nº 83. Capacidad Almacenada de Petróleo.**

| Tipo de Combustible | Capacidad en Barriles | Capacidad en Galones |
|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Petróleo            | variable              | variable             |
| <u>Total</u>        | variable              | variable             |

#### Peligro de Inflamabilidad

**Cuadro Nº 84. Nivel de Peligro de Inflamabilidad.**

| Nivel de Peligro                   | Bajo | Medio | Alto | Muy Alto |
|------------------------------------|------|-------|------|----------|
| Equivalencia                       | 0.25 | 0.50  | 0.75 | 1.00     |
| Grado de Peligro de Inflamabilidad | 1    | 2     | 3    | 4        |
| Tipo de Sustancia:                 |      |       |      |          |
| <u>Petróleo</u><br><u>UN 1223</u>  |      |       |      |          |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

#### Descripción del Grado de Peligro de Inflamabilidad

**Grado 2.-** Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición.

Materiales en este grado no forman atmósferas peligrosas con el aire en condiciones normales, pero bajo temperaturas ambientales altas o calor moderado pueden liberar vapor en cantidades suficientes capaces de producir atmósferas peligrosas con el aire.

Este grado incluye:

- Líquidos combustibles que tienen un punto de inflamación por encima de los 100 grados Fahrenheit o 37 grados Celsius pero sin exceder 200 grados Fahrenheit o 93.4 grados Celsius.
- Sólidos o semisólidos que liberan fácilmente vapores inflamables.

Determinación del Área de Peligro de Inflamabilidad

- Volumen total=Variable
- Numero de Referencia=1-3
- Categoría de Sustancia=B
- Radio Máximo de Peligro=50.00 m

### c.3. Club Regatas - Chorrillos

**Peligro de Incendio por Inflamabilidad por Petróleo.**

**Cuadro N° 85. Capacidad Almacenada de Petróleo.**

| Tipo de Combustible | Capacidad en Barriles | Capacidad en Galones |
|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Petróleo            | variable              | variable             |
| <u>Total</u>        | variable              | variable             |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

Determinación del Área de Peligro de Inflamabilidad

- Volumen total=Variable
- Numero de Referencia=1-3
- Categoría de Sustancia=B
- Radio Máximo de Peligro= 50m.

### c.4. Pollería Rockys - Chorrillos

**Peligro de Incendio por Inflamabilidad por Petróleo.**

**Cuadro N° 86. Capacidad Almacenada de Petróleo.**

| Tipo de Combustible | Capacidad en Barriles | Capacidad en Glns. |
|---------------------|-----------------------|--------------------|
| Petróleo            | variable              | variable           |
| <u>Total</u>        | variable              | variable           |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

Determinación del Área de Peligro

- Volumen total = Variable
- Numero de Referencia =1-3
- Categoría de Sustancia = B
- Radio Máximo de Peligro = 50.00 m

### c.5. Marina Club - Barranco

**Peligro de Incendio por Inflamabilidad por Petróleo.**

**Cuadro Nº 87. Capacidad Almacenada de Petróleo**

| <u>Tipo de Combustible</u> | <u>Capacidad en Barriles</u> | <u>Capacidad en Glns.</u> |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Petróleo                   | variable                     | variable                  |
| <u>Total</u>               | variable                     | variable                  |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

Determinación del Área de Peligro

- Volumen total = Variable
- Numero de Referencia = 1-3
- Categoría de Sustancia = B
- Radio Máximo de Peligro = 50.00 m

### c.6. Restaurant Rústica - Barranco

**Peligro de Incendio por Inflamabilidad por Petróleo.**

**Cuadro Nº 88. Capacidad Almacenada de Petróleo.**

| <u>Tipo de Combustible</u> | <u>Capacidad en Barriles</u> | <u>Capacidad en Galones</u> |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Petróleo                   | variable                     | variable                    |
| <u>Total</u>               | variable                     | variable                    |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

Determinación del Área de Peligro de Inflamabilidad

- Volumen total= Variable
- Numero de Referencia=1-3
- Categoría de Sustancia=B
- Radio Máximo de Peligro= 50.00 m

### c.7. Restaurant Costa Verde - Barranco

**Peligro de Incendio por Inflamabilidad por Petróleo.**

**Cuadro Nº 89. Capacidad Almacenada de Petróleo**

| <u>Tipo de Combustible</u> | <u>Capacidad en Barriles</u> | <u>Capacidad en Glns.</u> |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Petróleo                   | variable                     | variable                  |
| <u>Total</u>               | variable                     | variable                  |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

Determinación del Área de Peligro

- Volumen total = Variable
- Numero de Referencia = 1-3
- Categoría de Sustancia = B
- Radio Máximo de Peligro = 50.00 m

### c.8. Restaurant Rosa Náutica – Miraflores

#### Peligro de Incendio por Inflamabilidad por Petróleo.

**Cuadro N° 90. Capacidad Almacenada de Petróleo**

| <u>Tipo de Combustible</u> | <u>Capacidad en Barriles</u> | <u>Capacidad en Glns.</u> |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Petróleo                   | variable                     | variable                  |
| <u>Total</u>               | variable                     | variable                  |

**Nivel de Peligro Medio: (0.50)**

Determinación del Área de Peligro

- Volumen total = Variable
- Numero de Referencia = 1-3
- Categoría de Sustancia = B
- Radio Máximo de Peligro = 50.00 m

#### 5.7.9 Síntesis de Peligros Tecnológicos

La representación cartográfica de peligros tecnológicos muestra la delimitación de espacios bien definidos según las áreas críticas de contaminación ambiental y de sustancias químicas peligrosas. Ambos tipos de peligros resultan del análisis de los impactos negativos de cada una de las variables ambientales y de las distintas sustancias químicas identificadas en la ciudad. Los criterios de valoración de peligros por niveles son definidos con gran amplitud de conceptos en el capítulo correspondiente.

Estos polígonos de peligros específicos y sus atributos de calificación cualitativa y cuantitativa, han sido agrupados en superficies homogéneas y continuas en su mayoría para cada nivel. En el caso de las áreas superpuestas se ha calculado la superficie de intersección según el valor cuantitativo asignado al nivel de peligro en particular en función de su correspondiente área con respecto al área total común.

El resultado es un mapa temático caracterizado por 4 tipos de superficies de peligros de orden tecnológico con su respectivo nivel jerarquizado de amenaza antropogénica cuya simbología y color corresponde a la metodología utilizada por el Programa Ciudades Sostenibles.

Para la elaboración del Mapa Síntesis de Peligros Tecnológicos se realizó la categorización de los peligros identificados como contaminación y sustancias peligrosas.

Según la severidad y la frecuencia de los mismos, se considera los niveles de peligrosidad máximo: donde se le asigna a la contaminación (0.5) y Sustancias peligrosas (0.5).

Aplicando la matriz de comparación, rango de peligros (Bajo=1, Medio=2, Alto=3 y Muy Alto=4) y nivel máximo de los peligros tecnológicos (cc=0.5, sp=0.5) se obtiene los intervalos para determinar la clasificación de peligros en cuatro rangos (Cuadro N° 92); luego aplicando el "COMBINE" de ARCGIS, se procesa los datos para ser representado en la base de datos y finalmente para ser representado como Mapa Síntesis de Peligros Tecnológicos.

### Cuadro N° 91. Clasificación de Peligros Tecnológicos

|          |   |     | Cc   | Sc   |
|----------|---|-----|------|------|
|          |   |     | 0.50 | 0.50 |
| Muy alto | 4 | 0.4 | 0.20 | 0.20 |
| Alto     | 3 | 0.3 | 0.15 | 0.15 |
| Medio    | 2 | 0.2 | 0.10 | 0.10 |
| Bajo     | 1 | 0.1 | 0.05 | 0.05 |

En el cuadro N° 92 se sintetizan los Peligros Tecnológicos, por zonas, tipo y niveles de calificación de acuerdo a la metodología del Programa Ciudades Sostenibles - INDECI/PNUD.

### Cuadro N° 92. Síntesis de Peligros Tecnológicos

| Zona   | Peligro  | Nivel de Peligro |          |
|--|--|------------------|----------|
| 1.-Industrial, comercial y Urbana.   | Contaminación Oceánica Marina, aguas superficiales y subterráneas, suelos, aire y atmósfera por residuos sólidos y efluentes.  | Muy Alto         | Muy Alto |
| 2.-Almacenamiento y venta de combustibles en grifos, clubs, marina, restaurants, base de Salvataje Policía Nacional etc. | Contaminación de Aire, suelos, agua y ecosistema natural y urbano y Peligro de Derrame, Fuga y Explosión e Incendio por Hidrocarburos.   |                  |          |
| 3.-Playas  | Aire, suelos por residuos sólidos, agua, ecosistema costero marino.  |                  |          |
| 4.-Emisores y desagües.  | Suelos y agua del ecosistema urbano y costero marino.  |                  |          |
| 5.-Muelle de Pescadores  | Contaminación de Ecosistema Marino por efluentes y residuos sólidos.   |                  |          |
| 6.-Restaurants , Clubs, Marinas, Base de Salvataje PNP   | Residuos sólidos en suelos de ecosistema costero marino.   |                  |          |
| 7.-Marina Club   | Peligros Tecnológicos Múltiples de Explosión e Incendio por Derrame de Petróleo Diessel y Contaminación del Mar de "Costa Verde".  |                  |          |
| 8.-Agrupación de Vivienda "Medalla Milagrosa"  | Peligros Tecnológicos Múltiples de Explosión e Incendio por Fuga de GLP en viviendas o tiendas y Contaminación Ambiental Urbana por Cobertura Insuficiente de Saneamiento Básico (Agua y Desagüe). |                  |          |
| 9.-Via Principal y Áreas de ubicación de congestión vehicular en la Vía Metropolitana                                    | Contaminación de Aire y Polución Acústica en ecosistema urbano.  | Alto             | Alto     |
| 10.-Mar de Costa Verde y Canales de Regadío.   | Residuos sólidos en suelo y agua, Visual o escénica en el ecosistema natural costero Marino.   |                  |          |
| 11.-Tendido de Redes de Energía Eléctrica y Torres   | Contaminación Electromagnética.  |                  |          |
| 12.-Estructuras hidráulicas de almacenamiento y distribución de agua potable.  | Suelos y agua de ecosistema natural y urbano.  |                  |          |
| 13.-Acantilados  | Visual o escénica del ecosistema costero marino por residuos sólidos.  |                  |          |
| 14.-Muelle de Pescadores   | Contaminación Lumínica de Ecosistema Marino  | Medio            | Medio    |
| 15.-Kioskos, Venta Ambulatoria de Alimentos.   | Residuos sólidos y efluentes en suelos de ecosistema costero marino  |                  |          |
| 16.-Centros de salud, postas médicas y hospitales.   | Residuos hospitalarios en suelos de ecosistemas urbanos.   |                  |          |
| 17.-Otras Áreas de la Costa Verde  |  | Bajo             | Bajo     |

## 5.8 Mapa Síntesis de Peligros Tecnológicos

### **Nivel de Peligro Tecnológico Muy Alto.**

Comprende los envoltente compuesta por los servicentros, grifos y depósitos de GLP, Muelle de Pescadores, clubs, Marina Club, agrupación de viviendas “Medalla Milagrosa”, restaurantes, Base de Salvataje Policía Nacional etc.; áreas en las cuales debido al posicionamiento geográfico, las propiedades de peligrosidad de las sustancias químicas indican una notable amenaza de derrame, fuga, explosión e incendio por combustibles derivados del petróleo, las cuales unidas a las características de contaminación ambiental Oceánica Marina, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, contaminación de suelos, aire, atmósfera y ecosistema marino por residuos sólidos y efluentes, indican un nivel de peligro calificado como muy alto que es el resultado del análisis de los parámetros correspondientes. Este nivel es el primero en importancia donde es necesario aplicar medidas correctivas estructurales y no estructurales drásticas e inmediatas que neutralicen el peligro.

### **Nivel de Peligro Tecnológico Alto.**

Comprende la envoltente de Áreas de ubicación de congestión vehicular en la Vía Metropolitana; Mar de Costa Verde y Canales de Regadío, Tendido de Redes de Energía Eléctrica y Torres, Estructuras hidráulicas de almacenamiento y distribución de agua potable y Acantilados y Muelle de Pescadores; sectores de estudio en las cuales debido al posicionamiento geográfico, las propiedades de peligrosidad de las sustancias químicas unidas a las características de contaminación ambiental indican un nivel de peligro calificado como alto que es el resultado del análisis de los parámetros correspondientes. Este nivel es el segundo en importancia en el cual es necesario aplicar medidas correctivas estructurales y no estructurales que neutralicen el peligro.

### **Nivel de Peligro Tecnológico Medio**

Comprende el sector de Kioscos, Venta Ambulatoria de Alimentos en las Playas, Centros de salud, Postas Médicas y Hospitales y áreas en las cuales debido al posicionamiento geográfico, las propiedades de peligrosidad de las sustancias químicas peligrosas almacenadas unidas a las características de contaminación ambiental de las diversas actividades turísticas, comerciales, industriales y domésticas, indican un nivel de peligro calificado como medio que es el resultado del análisis de los parámetros correspondientes. Este nivel es el tercero en importancia en el cual es necesario realizar una vigilancia y monitoreo permanente además de tomar medidas correctivas estructurales de necesaria aplicación para reducir notablemente la amenaza.

### **Nivel de Peligro Tecnológico Bajo.**

Comprende todas aquellas áreas complementarias en las cuales no se han identificados potenciales actuales de contaminación ambiental las cuales han sido calificadas con un nivel de peligro calificado como bajo que es el resultado del análisis preventivo. Este nivel es el cuarto y último en importancia. Aquí no se requiere la aplicación de medidas estructurales salvo la vigilancia permanente que impida el incremento del grado de amenaza.

## VI. Evaluación de Vulnerabilidad

El mapa de vulnerabilidad caracteriza sectores urbanos en función al grado de resistencia de la infraestructura existente frente a la ocurrencia de los peligros identificados. La vulnerabilidad se mide como Muy Alta, Alta, Media y Baja.

Todas las variables de la vulnerabilidad están inherentemente vinculadas a los medios de vida de la población, por lo tanto la vulnerabilidad tiende a disminuir cuando los medios de vida son adecuados y estables. A continuación se indican en el Cuadro N°94 las variables de análisis para determinar el grado de vulnerabilidad.

**Cuadro N° 93. Variables para el análisis de la vulnerabilidad**

| Variables para el análisis de la vulnerabilidad |  |
|---|--|
| Asentamientos Humanos                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grado de consolidación.</li> <li>▪ Densidad poblacional.</li> <li>▪ Estratos socio económicos.</li> <li>▪ Materiales constructivos.</li> <li>▪ Altura de edificación.</li> <li>▪ Estado de conservación.</li> </ul>   |
| Líneas y Servicios Vitales                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Líneas de agua.</li> <li>▪ Desagüe.</li> <li>▪ Energía eléctrica.</li> <li>▪ Comunicaciones.</li> <li>▪ Accesibilidad y circulación.</li> <li>▪ SS Emergencias (Hospitales, C. Salud, Bomberos, Of. Defensa Civil, Gobiernos Locales y Regionales, Comisaría).</li> </ul> |
| Actividades Económicas                          | Comercio, industria, Turismo, Agricultura, Ganadería.  |
| Lugares de Concentración Pública                | Estadios, Coliseos, C. Educativos, Inst. Superiores, Universidades, iglesias, Mercados, C. Comerciales, Comercio Informal, Plazas  |
| Patrimonio Natural Cultural - Monumental        |  |

### 6.1 Asentamientos humanos

#### 6.1.1 Densidades urbanas.

Desde el punto de vista de la densidad poblacional, las zonas densamente pobladas, al igual que las más densamente construidas, serían las que presentan mayores niveles de vulnerabilidad y sufrirán los mayores daños personales y materiales.

La franja de la Costa Verde mayormente no presenta estas condiciones, en todo caso un sector del distrito de San Miguel, por la cantidad regular de solares que tiene, puede decirse que tiene una densidad alta, por la condición de hacinamiento poblacional que presentan.

En el distrito de Chorrillos igualmente, presenta zonas donde se aprecia mayor densidad, especialmente en las invasiones, donde se observa el levantamiento de viviendas precarias, sin lotización planificada.

#### 6.1.2 Materiales de construcción, Altura de edificación y Estado de conservación

El material de construcción y especialmente el estado de conservación nos muestra la vulnerabilidad física de las edificaciones. En la franja de la Costa Verde predomina el material noble en las edificaciones e igualmente el estado de conservación predominante es de regular a bueno.

San Miguel, es el sector donde se puede decir que existe un regular número de viviendas en mal estado de conservación; en Magdalena, Barranco y Chorrillos, con viviendas antiguas, es

donde más predominan las edificaciones en regular estado de conservación; no se consideran las viviendas de material precario de las invasiones en el Morro Solar y Cerro Vilca.

### 6.1.3 Estratos sociales

La pobreza debilita notablemente la posibilidad de respuesta de algunos sectores de la población, ante la presencia de un desastre y reduce su capacidad de recuperación en los periodos de tiempo posteriores. La vulnerabilidad socioeconómica puede ser identificada más fácilmente de forma visual a pesar de que es más difícil cuantificarla. La clasificación cualitativa pueden ser alto, medio y bajo.

En la franja de la Costa Verde, se observan las siguientes características para los estratos sociales asentados en los distritos que la conforman:

| Distrito          | Ubicación  | Estrato social |
|-------------------|--|----------------|
| San Miguel        | Entre las calles Virú y Gamarra                                | Bajo           |
|                   | Resto del distrito   | Medio          |
| Magdalena del Mar | AA.HH Medalla Milagrosa  | Bajo           |
|                   | Resto del distrito   | Medio          |
| San Isidro        | Grupos Sociales ubicados en la Costa Verde                     | Alto           |
| Miraflores        | Grupos Sociales ubicados en la Costa Verde                     | Alto           |
| Barranco          | Grupos Sociales ubicados en la Costa Verde                     | Medio y Alto   |
| Chorrillos        | AAHH ubicados en las faldas del Morro Solar y Cerro Marcavilca | Bajo           |
|                   | Grupos Sociales ubicados en la Costa Verde                     | Medio          |

## 6.2 Infraestructuras y servicios vitales

Las líneas vitales son sistemas que difieren de las estructuras por ser servicios elementales para la continuidad y supervivencia de las actividades humanas como son: los sistemas de agua, alcantarillado, energía eléctrica, comunicaciones, gas natural, combustibles líquidos, sistemas de transporte y los servicios de emergencia para la atención ante eventuales desastres.

El ser humano depende del comportamiento de estos sistemas durante su operación normal para realizar sus tareas cotidianas, siendo especialmente necesario el funcionamiento de estos sistemas al presentarse situaciones de recuperación y respuesta frente a emergencias, por ello es necesario que estas, estén ubicadas en sitios de baja vulnerabilidad ante peligros naturales principalmente terremotos, en cierta forma estos sistemas deberían estar diseñados con las consideraciones técnicas necesarias para su respuesta antes estas eventualidades.

### 6.2.1 Líneas de agua y desagüe

Debido a la antigüedad que tienen las tuberías de alcantarillado y el desgaste sin renovación de las redes de agua potable en el área de estudio, se sugiere un problema muy grave y califica a estos servicios como de vulnerabilidad Alta, durante la ocurrencia de un evento sísmico y las prioridades asociadas con la provisión del suministro de agua.

En algunos distritos más que en otros las necesidades aún son mayores, por ejemplo en Miraflores y San Isidro debido a la densidad y a las actividades propias requieren mayor interés en la renovación e reinstalación de estos sistemas, particularmente grifos para incendio. Eventualmente se sabe que las roturas durante excavaciones para instalaciones o mantenimientos causan a menudo aniegos indicando que estos se encuentran frágiles y que no cuentan con información cartográfica de interferencias.

En los distritos de Barranco, San Miguel y Magdalena los sistemas de agua y desagüe presentan la misma problemática que en los anteriores sin embargo debido a la actividad inmobiliaria que se produce por lo menos las instalaciones que van a las conexiones

domiciliarias son renovadas y pueden ubicarse las redes de agua y desagüe, sin embargo no dejan de tener un índice de vulnerabilidad Alta.

El sistema de Bombeo situado en la parte intermedia del acantilado, que recoge las aguas servidas del Conjunto habitacional Marbella y los Barrios de la Medalla Milagrosa, representan un nivel de vulnerabilidad Muy Alta, dado que la operación de este servicio depende básicamente del sistema energético lo cual indica que después de ocurrido el desastre la capacidad de almacenamiento desbordaría provocando la contaminación de áreas aledañas. A pesar de los daños ambientales y generar necesidades de agua luego de ocurrido el desastre, la interrupción de las líneas vitales puede producir grandes pérdidas económicas secundarias que se ven reflejadas en la economía de la población.

### **6.2.2 Líneas de electricidad y comunicaciones**

Las líneas de energía eléctrica para el consumo residencial, comercial e industrial dentro del área de Estudio es a través del cableado subterráneo el cual la cantidad de consumo para cada caso es variable; acorde a la zona y a las actividades a las que están orientadas cada zona, no se ha podido recabar información acerca de la localización y distribución de las estaciones de transformación ni subestaciones; sin embargo como se ha indicado se encuentra zonificado por la actividad que desarrollan; En los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar aún existen zonas manufactureras donde se pueden encontrar fábricas e industrias de transformación, donde las demandas son mayores a diferencia de las zonas residenciales y de establecimientos comerciales; sin embargo estas fábricas funcionan desde hace decenas de años, por informaciones levantadas in-situ; por lo que las instalaciones y el mantenimiento no son adecuados y representan un nivel de vulnerabilidad alto con riesgos a producirse incendios por cortocircuitos.

En los distritos de San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, por las actividades que desarrollan la demanda de energía eléctrica está orientada más al consumo comercial y residencial con la diferencia de que en estos sectores las condiciones de cableado subterráneo son mejores sustancialmente debido a que los nuevos requerimientos de potencia a instalar suelen modificarse el sistema de dotación con estudios técnicos que cumplan las normas establecidas, bajo estas consideraciones las líneas de energía eléctrica que abastecen estas zonas no representa riesgo alguno de complicar o sobrecargarse para producir cortocircuitos durante las solicitaciones sísmicas, sin embargo tienen un nivel de vulnerabilidad alto, por el hecho de estar enterrados, dado que las ondas de corte van a deformar las líneas en la medida que tan severo sea el sismo.

Toda el área de estudio, cuenta con sistemas de comunicaciones desde las fibras ópticas a transmisiones vía telefónica. Las redes de información dependen de las estaciones de repetidoras de manera que, una caída o deficiencias en la señal durante la ocurrencia de desastres naturales, significará estar incomunicado, daño que se ve reflejado en las unidades de rescate y auxilio ante las imperantes emergencias., considerando que el tiempo es de vital importancia para el salvamento de vidas humanas en caso de desastres. Por lo tanto, el sistema de comunicaciones va a estar garantizado debido a que visiblemente se encuentra el morro solar como estación de repetidora de los sistemas de comunicación e información.

### **6.2.3 Accesibilidad y circulación**

En la plataforma superior, el sistema vial cumple una función de accesibilidad entre los sectores de los seis distritos de la Costa Verde y actividades urbanas. El mantenimiento de esas condiciones de accesibilidad es imprescindible, con el objeto de garantizar el paso de los servicios de emergencia y permitir la atención adecuada de los servicios asistenciales a la población, como también facilitar las acciones de socorro y los movimientos de evacuación de personas y equipo. Igualmente, es importante, para promover la normalización de los flujos económicos, básicos para el proceso de recuperación del área afectada y la correspondiente restitución de la normalidad.

La población es vulnerable a los efectos directos de la interrupción de las vías, así como a los efectos secundarios que esto acarrea, como es la falta de acceso a los servicios de emergencia.

#### 6.2.4 Servicios de emergencia

Denominamos servicios de emergencia a aquellos que tienen por función acudir y actuar de inmediato ante la ocurrencia de algún evento natural o antrópico para prestar algún tipo de ayuda con carácter de urgencia, como por ejemplo, centros de salud, bomberos, defensa civil, servicios de comunicaciones, etc.

En la Costa Verde, existen los siguientes servicios de salud:

San Miguel: Policlínico Municipal, Centro de Rehabilitación

San Isidro: Instituto de Rehabilitación Infantil, Centro de Salud San Isidro

Miraflores: Clínica Good Hope

Chorrillos: PN Chorrillos

Todos los locales son de material noble y se encuentran en relativamente buenas condiciones.

En el área de Estudio, solo existen dos compañías de Bomberos, en San Isidro y Chorrillos. En San Isidro la Compañía de Bomberos, no se encuentra localizada en una vía principal, limitando su atención en casos de emergencia. Cabe señalar que el local de la Compañía de Bomberos de San Isidro se encuentra ubicado en zona de **Peligro Alto**, ante la ocurrencia de sismos por ser su suelo inestable (relleno).

#### 6.3 Actividad económica

La experiencia de eventos anteriores, nos enseñan que el comercio y los servicios suelen sufrir cierto grado de recesión al reducirse el nivel adquisitivo de la población, interrumpirse la ayuda externa, y reducirse el nivel de expectativas inmediatas.

En el distrito de Miraflores, casi un 20% del territorio del distrito es ocupado por el uso comercial, en este caso su desarrollo se vería afectado.

#### 6.4 Lugares de concentración pública

La excesiva cantidad de personas en estadios, coliseos, puentes, balcones, etc., genera diferentes amenazas. Estas se incrementan cuando se suman a la ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos como temblores o incendios. Cuadro N° 95.

En lugares de concentración pública, puede ocasionarse reacciones violentas e inesperadas, ante un evento natural, como por ejemplo las evacuaciones apresuradas con carácter de "estampidas" humanas, lo cual conlleva que las personas se causen lesiones entre ellas mismas. Debe tenerse especial cuidado en los lugares públicos y sobre todo en eventos tales como encuentros deportivos en estadios, funciones teatrales, fiestas populares, aglomeraciones en centros comerciales, entre otros.

**Cuadro N° 94. Lugares de concentración pública en la Costa Verde**

| San Miguel                | Magdalena                      | San Isidro                     | Miraflores                                      | Barranco                               | Chorrillos         |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--|--------------------|
| Estadio Adolfo Magallanes | Coliseo Chamochumbi            | Complejo Deportivo San Isidro. | Complejo Deportivo Chino Vásquez                | Estadio Municipal Luis Galvez. Chipoco | Complejo Deportivo |
|                           | Puericultorio Pérez Aranibar   |                                | Coliseo   |  |                    |
|                           | Universidad Federico Villareal |                                | Club Deportivo de Miraflores (Federación Tenis) |  |                    |
|                           |                                |                                | Complejo Deportivo San Isidro.                  |  |                    |

## 6.5 Patrimonio histórico

El patrimonio cultural nos remite a nuestro pasado y a nuestra identidad y por lo tanto, resulta un componente importante que no se puede soslayar ni minimizar en la determinación de la vulnerabilidad.

Debido a las características del ordenamiento territorial y la presión del uso de suelo, se observa un crecimiento urbano desordenado o semicontrolado, con gobiernos locales con serias limitaciones para desarrollar un adecuado manejo de su jurisdicción.

En este contexto hay que tener en cuenta las condiciones de los componentes actuales de la estructura urbana de los distritos que constituyen la Costa Verde.

Lo que se muestra, es que un porcentaje alto del territorio urbano, está ocupado de viviendas de densidad media, en Miraflores (74.2%), San Isidro (70.7%), San Miguel (61.5%) y Chorrillos (61.2%), las mismas que están expuestas de producirse un evento natural; en Miraflores igualmente existe un 13.7% de territorio con viviendas de densidad muy alta, que estaría expuesta ante la ocurrencia de un evento natural.

## 6.6 Vulnerabilidad físico estructural

Toda estructura que es utilizada para el desarrollo de las actividades humanas como: viviendas, oficinas, comercio, servicios médicos, actividades institucionales, etc. Se encuentran con predisposición a sufrir daños debido a posibles acciones externas, principalmente a los sismos; por la ubicación de la ciudad de Lima situada en una zona altamente sísmica convierte a esta región amenazada permanentemente ante el impacto de un sismo de gran magnitud; por ello las Normas peruanas establece los criterios de diseño fundamentales para garantizar que las edificaciones tengan un comportamiento sísmico tal, que se evite la pérdida de vidas, se asegure la continuidad de los servicios básicos y se minimicen los daños a la propiedad (Norma Técnica de Edificación – E.030 Diseño Sismoresistente, 2014). Filosofía basada en el comportamiento esperado de una estructura en caso de un evento sísmico vinculado a la zona sísmica, estos códigos establecen que las edificaciones deberán sufrir daños menores durante eventos suaves o moderados y que los daños sean reparables; sin embargo no se indica en cuanto a la categorización y frecuencia de los eventos, así como respecto a la cantidad y tipo de daño que puede ser reparado, autores Americanos proponen que las estructuras esenciales como aquellas que son necesarias (Hospitales, Centros de atención Médica) para las operaciones de emergencia post desastre natural debe diseñarse con mayores fuerzas laterales a fin de mantener el servicio de atención.

La vulnerabilidad estructural de las edificaciones en el área de Estudio depende de muchos factores entre ellos: Económicos, Cultural Previsionales, Usos, etc. Sin embargo el deterioro, la falta de mantenimiento, el uso inadecuado, El estado de conservación, el tiempo de construcción, juegan un papel importante dado que existe una mayoría de viviendas que han sido construidas hace más de cuatro décadas los cuales al momento de edificar estas viviendas y edificios no se han ajustado a la obligación del diseño y estructuración que hoy en día se exige ante la amenaza de la acción de un sismo de gran magnitud y que es inminente su ocurrencia de acuerdo a las investigaciones que se realizan fuentes responsables en esta materia.

### 6.6.1 Problemática y caracterización estructural y no estructural

Con la finalidad de identificar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones que se encuentran dentro del área de Estudio, se ha procedido a realizar un inventario de las estructuras (edificaciones, vías, cruces, etc.) en base a trabajos de campo realizados en los seis (6) distritos; se ha recopilado información acerca de la calidad o tipo de material utilizado, el sistema de construcción utilizados para la edificación de viviendas, establecimientos comerciales e industriales y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), así como para infraestructura civil socioeconómica (puentes, vías y cruces aéreos peatonales).

Otro aspecto a considerarse, de igual importancia, es la calidad de suelo y el lugar donde se asienta las edificaciones en la franja adyacente a los acantilados, o bien, en el borde de este, sobre un talud, sobre materiales de relleno, compactado o sin compactar o en zona de quebrada donde los efectos de cárcavas van generando deslizamientos, poniendo inestable el talud como es el caso de la bajada de Baños en Barranco, los establecimientos ubicados se encuentran sobre una zona de pendiente inclinada, talud con problemas de inestabilidad; situaciones que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad.

Para el análisis de la vulnerabilidad, es importante elaborar una matriz que contenga las principales variables e indicadores, según los materiales de construcción utilizados en las viviendas y establecimientos, así como en las obras de infraestructura vial existentes; su localización; características geológicas donde están asentadas; y, la normatividad existente.

**Cuadro N° 95. Efectos de orden físico, económico y social inmediatos de la ocurrencia por tipo del peligro natural**

| Tipo de peligro         | Pérdida de la vivienda | Daños a la vivienda | Pérdida del comercio | Daños a la infraestructura (vías, puentes, escaleras) | Alteración en el funcionamiento del mercado | Interrupción en los Sistemas de Transporte | Interrupción de las comunicaciones | Destrucción del Equipamiento Urbano | Pérdida de Vidas Humanas | Restricciones del Turismo | Paralización de las Actividades | Migraciones | Colapso de los servicios básicos (agua, desagüe, energía eléctrica) | Modificación en el paisaje | Alteración en los ecosistemas |
|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|---|---|--|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------|---|----------------------------|-------------------------------|
| Sismo                   | X                      | X                   | X                    | X   | X   | X  | X                                  | X                                   | X                        | X                         | X                               | X           | X   | X                          | X                             |
| Tsunami                 | X                      | X                   | X                    | X   | X   | X  | X                                  | X                                   | X                        | X                         | X                               | X           | X   | X                          | X                             |
| Deslizamiento           | X                      | X                   |                      | X   | X   | X  | X                                  |                                     | X                        | X                         |                                 |             |   | X                          | X                             |
| Derrumbe                | X                      | X                   |                      | X   | X   | X  | X                                  |                                     | X                        | X                         |                                 |             |   | X                          | X                             |
| Caída de rocas          | X                      |                     | X                    | X   |   | X  |                                    |                                     | X                        | X                         |                                 |             |   | X                          | X                             |
| Desprendimiento         |                        | X                   |                      | X   |   | X  |                                    |                                     | X                        |                           |                                 |             |   |                            | X                             |
| Erosión                 |                        | X                   |                      | X   |   |  |                                    |                                     |                          |                           |                                 |             |   |                            | X                             |
| Lluvias extraordinarias | X                      |                     | X                    | X   | X   | X  | X                                  | X                                   | X                        | X                         | X                               | X           | X   | X                          | X                             |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

### 6.6.2 Exposición de la estructura urbana

Los peligros naturales a los que esta afecta la Costa Verde son:

- Sismo
- Tsunami
- Deslizamiento
- Caídas de rocas
- Derrumbes
- Erosión hídrica
- Inundaciones

Entre los peligros naturales, existen los que no admiten intervención para reducirlos, es decir, no están influenciados por la actividad humana, como ejemplo tenemos los terremotos, tsunamis, lluvias extraordinarias, siendo resultado de la dinámica terrestre. Pero si existen otros peligros naturales, que mediante obras de prevención se mitiga el efecto, como deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, erosión e inundaciones; asimismo en algunos casos, influenciados por la acción que el hombre realiza en el entorno, aumenta la frecuencia y severidad de algunos de estos eventos, o reduce el efecto de mitigación que tienen los ecosistemas naturales.

En el Cuadro N° 96, se puede visualizar algunos efectos inmediatos que pueden producirse como consecuencia de los peligros naturales o antrópicos.

### Vulnerabilidad por Exposición

La vulnerabilidad es el resultado de los propios procesos de desarrollo no sostenible, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización social, educación, en sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de su localización en el territorio en el manejo del ambiente, en las características y capacidades propias para recuperarse y de su adecuación al medio y a los peligros que este mismo medio presenta.

**Cuadro N° 96. Factores de Vulnerabilidad en la Costa Verde**

| Exposición  | Fragilidad   | Resiliencia   |
|---|--|---|
| <b>Ocupación de Zonas Propensas a Peligros</b>                                  | <b>Inseguridad Estructural de Edificaciones</b>              | <b>Desarrollo Inadecuado de Base Productiva</b>   |
| Inexistencia de planes de ordenamiento territorial.                             | Incumplimiento de normas específicas de construcción.        | Escasa diversificación de actividades productivas.  |
| Limitada aplicación de políticas para uso del territorio; escasa supervisión.   | Falta de mantenimiento a la infraestructura.                 | Actividades agropecuarias dependientes de condiciones climáticas.                                       |
| Falta de acceso a tierras seguras y concentración poblacional.                  | Escasas posibilidades de supervisión.                        | Planificación de actividades productivas sin considerar escenarios probables de variabilidad climática. |
| Inexistencia de análisis del riesgo para la localización de inversiones.        | Deficiente infraestructura urbana.                           | Condiciones de pobreza de la población más afectada.  |
| Falta de conocimiento apropiado de peligros potenciales                         | Inexistencia de análisis del riesgo sobre aspectos técnicos. | Condiciones de pobreza de la población más afectada.  |
| Escasa conciencia a nivel técnico, político y social, de los peligros naturales | Inadecuado manejo de recursos naturales.                     | Falta de mecanismos para aprovechamiento de impactos positivos de fenómenos naturales.                  |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

La vulnerabilidad por Exposición, es una de las tres factores de la vulnerabilidad, como se puede apreciar en el Cuadro N° 96 y se define por la ubicación del sector urbano respecto a la zona de influencia del peligro.

**Cuadro N° 97. Indicadores de la Vulnerabilidad por exposición de Edificaciones e Infraestructura (Has)**

| Distritos  | Uso residencial |      |      |      |      |    | Comercio |     |     | Indust. |     | Equipamiento |      |     |     |       |     |     |     |      |    |
|------------|-----------------|------|------|------|------|----|----------|-----|-----|---------|-----|--------------|------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|------|----|
|            |                 |      |      |      |      |    |          |     |     |         |     | Educación    |      |     |     | Salud |     |     |     | ZRP  | OU |
|            | RDMB            | RDB  | RDM  | RDA  | RDMA | VT | CV       | CZ  | CM  | I.1     | I.2 | E.1          | E.2  | E.3 | E.4 | H.2   | H.3 | H.4 |     |      |    |
| San Miguel |                 |      | 61.5 | 13.4 |      |    | 3.6      | 4.6 |     |         |     | 2.7          |      |     |     |       |     |     | 3.2 | 1    |    |
| Magdalena  |                 | 4.7  | 14.4 | 8.2  |      |    | 0.2      | 0.7 |     |         |     | 0.2          |      |     |     |       |     | 21  | 2   | 2.1  |    |
| San Isidro |                 | 16.6 | 70.7 |      |      |    |          | 3.2 |     |         |     |              |      |     |     |       |     |     | 4.1 |      |    |
| Miraflores |                 |      | 74.2 |      | 13.7 |    | 8.9      | 7.9 | 2.9 |         |     | 1.7          | 0.08 |     |     | 0.3   |     |     | 5.5 | 3.5  |    |
| Barranco   |                 | 1.6  | 36.6 | 4.4  |      |    | 0.4      | 4.7 |     |         |     | 3.4          |      | 0.4 |     |       |     |     | 2.1 | 5.1  |    |
| Chorrillos |                 |      | 61.2 | 7.4  |      |    | 0.5      | 4.6 |     |         |     | 13.1         |      |     |     | 0.8   |     |     | 2.5 | 22.7 |    |

Elaborado. Equipo Técnico 2015

### **6.6.3 Fragilidad de la estructura urbana**

La fragilidad de un edificio está relacionada con su vulnerabilidad sísmica, la probabilidad de alcanzar o exceder un estado de daño límite específico, dada una respuesta estructural, ante una acción sísmica determinada (FEMA, 1999). Por lo tanto la fragilidad está ligado al nivel límite de daños estructurales producidos por las fuerzas sísmicas y que dependen de:

- La duración del movimiento sísmico.
- Tipo de suelo, características del movimiento y el espectro de respuesta.
- Terrenos con pendiente pronunciada.
- Cimentación inadecuada, insuficiente o mal arriostrada
- Falta de separación entre edificios colindantes.
- Tipología de las construcciones.
- Técnicas constructivas.

Las edificaciones que se encuentran dentro del ámbito de estudio aún no han experimentado movimientos sísmicos severos o de gran magnitud, de tal manera que pongan en el límite el estado de daños, de causar su colapso; los eventos sísmicos ocurridos hasta el momento no han sido relevantes como para evaluar el comportamiento de las estructuras que representen mayor nivel de vulnerabilidad; para la evaluación de la vulnerabilidad estructural por fragilidad se ha utilizado la metodología cualitativa utilizándose para la evaluación parámetros como: Tipo de Cimentación, Topografía del medio, técnicas constructivas y la tipología de las construcciones.

### **6.6.4 Resiliencia de la estructura urbana**

#### **i. Análisis de la Resiliencia de la Población, Organizaciones Públicas y Privadas, en relación con la Gestión del Riesgo.**

La Costa Verde, se encuentra ubicada geográficamente en la parte baja del Valle del río Rímac, donde se asienta el Área de Lima Metropolitana y Callao, donde la pendiente del Valle del Río Rímac baja paulatinamente hacia la línea costa, siendo abrupto el contacto mar-tierra, debido a la presencia de acantilados continuos en casi todo este sector litoral. Su plataforma superior, se encuentra a una altura que varía desde los 37 (distrito de Chorrillos) hasta los 109 m.s.n.m. (distrito de San Isidro).

La Costa Verde tiene una conformación física inestable, a causa de las condiciones de relleno de cárcavas, que presenta en la plataforma superior. Presenta laderas con altas pendientes, sectores erosionados, etc.

Con una ciudad construida en parte de los ámbitos de la Costa Verde, en zonas de relleno, la población se ve expuesta al riesgo, debido a la falta de una planificación adecuada. En este contexto hay dos asuntos que se deben tomar en consideración en la Costa Verde: la forma de prevenir, y rehabilitar y/o reforzar las zonas de los asentamientos e infraestructura ya existentes y la forma de planificar las nuevas infraestructuras, a la luz de los peligros actuales. Los gobiernos locales deben diseñar el enfoque a aplicar y mostrar la voluntad de realizar las labores necesarias, con la ayuda de las organizaciones no gubernamentales y el público, el cual debe tener presente los peligros ante los cuales están expuestos y los efectos que ocurrirían. El sector privado también debe contribuir. Mediante un plan de acciones claras, se debe permitir que las ciudades dentro del área de la Costa Verde, tomen pasos concretos y cooperen mutuamente, ya que todas enfrentan peligros similares, incluyendo a los miembros de las comunidades. No hay tiempo que perder, ya que la pérdida de más vidas y propiedades es algo inminente.

Los gobiernos locales tienen un estatus de primera línea en la respuesta a los desastres, a veces con amplias responsabilidades, pero con capacidades limitadas para ejercerlas. Están también al frente cuando se trata de anticipar, gestionar y reducir el riesgo de desastres, al igual que en la creación o la puesta en marcha de sistemas de alerta temprana, y en el establecimiento de estructuras de gestión de crisis/desastres específicos.

Los distritos involucrados en la Costa Verde, difieren en tamaño, perfiles sociales, económicos y culturales, pero por su ubicación no difieren mucho en cuanto a su exposición al riesgo, pero si es posible que cada una abordará las tareas de distinta manera.

El mensaje es: la resiliencia y la reducción del riesgo de desastres deben formar parte del diseño y estrategias urbanas para lograr un desarrollo sostenible. Se necesita que esta acción sea integral y con una amplia participación.

**A. Criterios para la medición de resiliencia de la infraestructura, población y autoridades.**

**Cuadro Nº 98. Factores de Riesgo y la resiliencia a los desastres**

| Factores de Riesgo  | Resiliencia ante desastres   |
|---|--|
| El crecimiento de la población y su creciente densidad, que ejerce presión en los suelos y servicios, y origina el aumento de asentamientos humanos a lo largo de laderas inestables, como los AA.HH. sobre el Morro Solar y Cerro Vilca y en zonas propensas al riesgo, como Medalla Milagrosa y ubicación de otras edificaciones en zonas de relleno. | En la Costa Verde los desastres son minimizados porque la población reside en viviendas y barrios que cuentan con servicios e infraestructura adecuados, que cumplen con códigos de construcción razonables, y en la que no existen asentamientos informales ubicados en faldas de cerros y acantilado, debido a la falta de otro terreno disponible.  |
| La concentración de recursos y capacidades a nivel nacional, con falta de recursos fiscales, humanos y limitadas capacidades en el gobierno local, incluyendo mandatos poco definidos para la reducción del riesgo de desastres y la respuesta.   | Tiene un gobierno local Incluyente, competente y responsable que vela por una urbanización sostenible y destina los recursos necesarios para desarrollar capacidades a fin de asegurar la gestión y la organización de la ciudad antes, durante y después de una amenaza natural.  |
| La débil gobernanza local y la pobre participación de la comunidad en la planificación y la gestión urbana.   | En la Costa Verde las autoridades locales y la población comprenden sus amenazas, y crean una base de información local compartida sobre las pérdidas asociadas a la ocurrencia de desastres, las amenazas y los riesgos, y sobre quién está expuesto y quién es vulnerable.   |
| La inadecuada gestión de los recursos hídricos, de los sistemas de alcantarillado y de los residuos sólidos, que son la causa de emergencias en materia de salud pública, después de producido un evento natural.   | En la Costa Verde las personas tienen capacidad y poder para participar, decidir y planificar su ciudad conjuntamente con las autoridades locales; y valoran el conocimiento, las capacidades y los recursos locales autóctonos.   |
| El declive de los ecosistemas debido a las actividades humanas como la construcción de vías, la contaminación, y la extracción insostenible de recursos que ponen en peligro la capacidad de brindar servicios básicos como la regulación y la protección en caso de inundaciones.  | Ha tomado medidas para anticiparse a los desastres y mitigar su impacto, mediante el uso de tecnologías de monitoreo y alerta temprana para proteger infraestructura, los activos y los integrantes de la comunidad, incluyendo sus casas y bienes, el patrimonio cultural y la riqueza medioambiental y económica. Además, es capaz de minimizar las pérdidas físicas y sociales derivadas de fenómenos meteorológicos extremos, terremotos u otras amenazas naturales o inducidas por el hombre. |
| Las infraestructuras debilitadas y los estándares de construcción inseguros que pueden provocar el desplome de estructuras, como sucede en la Bajada de los Baños de Barranco y en un sector de San Miguel.   | Es capaz de responder, implementar estrategias inmediatas de recuperación y restaurar rápidamente los servicios básicos necesarios para reanudar la actividad social, institucional y económica tras un desastre.  |
| La ubicación de equipamiento en zona de playa, vulnerable ante tsunamis.  | Comprende que la mayoría de los puntos anteriores también son primordiales para desarrollar una mayor resiliencia a las repercusiones medioambientales negativas, incluyendo el cambio climático.  |
| La construcción en laderas, que tienen el carácter de intangibles, como sucede en Barranco (edificios) y Miraflores (Larcomar),   |  |
| Los servicios de emergencia descoordinados, con la consiguiente disminución de la capacidad de respuesta rápida y del estado de preparación.  |  |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

**Cuadro N° 99. Participación en equipo para la reducción del riesgo**

| <b>Costa Verde: Trabajo en equipo para la reducción del riesgo</b>  |   |
|---|---|
| Municipalidad de Lima, Municipalidades de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena y San Miguel; y el INVERMET | Responsables del cumplimiento del Plan Maestro.   |
| Municipalidad de Lima   | Dicta disposiciones para mantener la unidad de las características técnicas y ornamentales de la Costa Verde  |
| Gobiernos Locales   | Administra y dispone de terrenos de la Costa Verde; autoriza o adjudica derechos, establece actividades, usos del suelo o construcciones; convoca a otros actores, supervisa.   |
| Autoridad de la Costa Verde   | Se pronuncie sobre los actos, las autorizaciones y/o las adjudicaciones de derechos efectuados por los Municipios, respecto de los terrenos de la Costa Verde, de su jurisdicción, ratificando o rechazando, según corresponda de conformidad con el Plan Maestro de Desarrollo, sus normas específicas y la normatividad vigente en general. |
| Sectores (Educación, Salud, Transporte, Medio Ambiente, etc.)   | Integren la reducción del riesgo de desastres dentro de los planes y responsabilidades, contribuyan con información y ejecute actividades.  |
| Sector académico, Centros de Investigación  | Proporcione análisis de datos, resultados de investigaciones y participe.   |
| Ciudadanos, grupos comunitarios, y otras poblaciones vulnerables  | Participe, infórmese activamente y asuma responsabilidad individualmente.   |
| Sector privado/comunidad empresarial  | Cumpla con las normas de seguridad; contribuya con la comunidad brindando conocimiento técnico (know-how) y continuidad en los negocios.  |
| Sociedad civil, organizaciones no gubernamentales (de base comunitaria, voluntarias, etc.)                                    | Participe, organice a las comunidades, coordine y ayude a supervisar  |
| Autoridades y parlamentarios gubernamentales  | Apoye a las capacidades descentralizadas con recursos, políticas y mediante la promulgación de leyes.   |
| Organizaciones internacionales  | Brinde cooperación técnica, mejore las capacidades, proporcione recursos y espacios para reuniones de trabajo.  |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

Las autoridades de la Costa Verde deben dar prioridad a la resiliencia dentro de su agenda política y de desarrollo sostenible. No existen acciones de coordinación entre los niveles locales del ámbito de la Costa Verde, para construir resiliencia en la población.

La reducción del riesgo de desastres puede ser una oportunidad de dejar un legado - poniendo atención a la protección, se incrementarían las condiciones socioeconómicas y medioambientales y la comunidad resultaría más próspera y segura que antes.

Teóricamente se asume que la construcción de resiliencia en las comunidades debería incorporarse en lo que es el enfoque de la gestión del riesgo, integrando la atención de desastres y la reducción de riesgos, un modelo integral, cuya aplicación lograría incorporar la gestión del riesgo en la planificación del desarrollo sostenible de la Costa Verde, el involucramiento de los actores sociales y el fortalecimiento de los niveles locales:

- El propósito general es hacer más eficaz la acción de las autoridades y de la sociedad en la gestión del riesgo y construir redes de resiliencia a nivel comunitario
- Elevar el conocimiento de comunidades resilientes a desastres naturales al nivel de políticas de Estado y de interés público.

El riesgo, de no prestar atención a la reducción del riesgo de desastres, puede provocar serios perjuicios a la economía y los ecosistemas, además originar una pérdida de confianza en la población y en los inversores. Los frecuentes desastres de bajo y mediano impacto y los desastres aislados pero intensos pueden perturbar seriamente los servicios básicos de la Costa Verde, como los sistemas de abastecimiento de agua, asistencia médica, transporte, y comunicación. Puede ser que empresas e inversores privados eviten invertir, donde se perciba cierta indiferencia por las acciones a favor de la reducción de riesgos.

Para superar la percepción de que el presupuesto para la gestión de riesgos de desastre compite por escasos recursos contra otras prioridades, la reducción del riesgo debe formar parte integrante del desarrollo local de la Costa Verde.

**Cuadro N° 100. Ventaja de prioridad a la resiliencia**

| Ventajas de la prioridad a la resiliencia |  |
|---|--|
| Un legado de liderazgo                    | Fortalecimiento de la confianza y legitimidad de la autoridad y las estructuras políticas locales.   |
|   | Oportunidades para descentralizar las competencias y optimizar los recursos.   |
|   | Conformidad con las normas y leyes vigentes.   |
| Beneficios sociales y humanos             | Protección de vidas y propiedades en caso de desastres o situaciones de emergencia, con una considerable reducción del número de víctimas mortales y heridos graves.   |
|   | Participación ciudadana activa y una plataforma para el desarrollo local.  |
|   | Protección de los logros alcanzados en la comunidad y del patrimonio cultural, empleando menos recursos urbanos para la recuperación y respuesta ante el desastre.   |
| Desarrollo económico y creación de empleo | La confianza de los inversores, previendo que habrá menos pérdidas en caso de desastre, conlleva a una mayor inversión privada en casas, edificios y otras propiedades que respetan los estándares de seguridad. |
|   | Mayor inversión de capitales en infraestructura, incluyendo el reforzamiento, la renovación y el reemplazo.  |
|   | Aumento de la base imponible, las oportunidades de negocio, el crecimiento económico y el empleo ya que ciudades más seguras y mejor gobernadas atraen mayor inversión.  |
| Comunidades más habitables                | Ecosistemas equilibrados que fomentan servicios como el agua potable y las actividades de ocio y los que disminuyen la contaminación.  |
|   | Una mejor educación en escuelas más seguras y mejores niveles de salud y bienestar general.  |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

**Cuadro N° 101. Resiliencia y desarrollo sostenible**

| Resiliencia y Desarrollo Sostenible |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Político e institucional</b>     | Fomentar la coordinación Interdistrital y el liderazgo para la reducción del riesgo de desastres.                           |
|                                     | Desarrollar capacidades institucionales y asignar recursos  |
|                                     | Regular el desarrollo urbano y local con base en principios de reducción de riesgos   |
| <b>Social</b>                       | Garantizar el acceso a servicios básicos para todos y proporcionar redes de protección social después del desastre          |
|                                     | Asignar un terreno seguro para refugio y para todas las actividades estratégicas  |
|                                     | Incentivar la participación de múltiples interesados en todas la etapas y fomentar alianzas y contactos sociales por la red |

| Resiliencia y Desarrollo Sostenible |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Ambiental</b>                    | Proteger, restaurar y mejorar los ecosistemas, laderas inestables y zonas costeras   |
|                                     | Involucrarse en la gestión de riesgos basado en el respeto de los ecosistemas  |
|                                     | Comprometerse en la mitigación de la contaminación, mejorando la gestión de los residuos y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero |
| <b>Económico</b>                    | Diversificar las actividades económicas locales y poner en práctica medidas para reducir pobreza   |
|                                     | Establecer un plan de continuidad de las operaciones comerciales para evitar su interrupción en caso de desastre                                   |
|                                     | Poner en pie un sistema de incentivos y penalidades para potenciar la resiliencia y mejorar el cumplimiento de los estándares de seguridad         |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

La gestión integral del riesgo de desastres es más atractiva cuando responde simultáneamente a las necesidades de muchos socios participantes y de las otras prioridades competidoras. Por lo general, los incentivos son mayores cuando la gestión de riesgos de desastres contribuye de manera visible en la mejora del bienestar económico y social.

La reducción del riesgo de desastres y la resiliencia forman parte integral de la dimensión ambiental, social y política del desarrollo sostenible de la Costa Verde.

#### **Medición de la resiliencia ante fenómenos naturales de la población de la Costa Verde**

La resiliencia es la capacidad de la comunidad o sociedad, expuestos a un evento natural, para resistir, absorber, adaptarse, y recuperarse de sus efectos, de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y restauración de sus componentes, estructuras y funciones básicas.

El efecto que los peligros naturales tienen sobre las poblaciones depende en gran medida de decisiones que tomamos, a nivel individual o colectivo, respecto a nuestras formas de vida y al medio ambiente: desde la planificación de nuestras ciudades hasta la enseñanza que recibimos en las escuelas.

Los diversos fenómenos naturales, ocasionados por el permanente movimiento y transformación de la naturaleza, tales como: sismos, lluvias constantes, tsunamis, entre otros, suelen provocar situaciones de desastres que causan grandes pérdidas humanas, materiales y ambientales, debido a los altos niveles de vulnerabilidad y exposición, en que vive gran parte de la población y las falencias de medidas de seguridad, atención y prevención.

Se coordinó con representantes de Defensa Civil a fin de verificar la resiliencia administrativa ante desastres obteniendo lo siguientes datos:

- **Municipalidad de San Miguel**  
 El Sub Gerente de Defensa Civil, informó que la Municipalidad tiene un Plan de Contingencia, en caso de desastres.
- **Municipalidad de Magdalena**  
 El Subgerente de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad de Magdalena, informó que tiene un Plan de Evacuación, donde coordinada con otros distritos se plantea en caso de la ocurrencia de un desastre, cerrar los puentes, desviar algunas rutas de carros y orientar a la gente para que salga caminando por las vías ya determinadas en el Plan. Así mismo informo que se han considerado como áreas de refugio temporal, el Lima Cricket, el Hospital Larco Herrera y el Colegio Miguel Grau para personas de la tercera edad y niños.

- **Municipalidad de Barranco**

El Sub Gerente de Defensa Civil, manifestó que con relación a la Costa Verde no se está realizando ninguna acción relacionada con riesgos ante fenómenos naturales.

### 6.6.5 Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural (fragilidad)

#### A. Estado de las Edificaciones como indicador de la Vulnerabilidad Estructural y no Estructural

**Mecánicas.** Los factores como sismos, asentamientos, años de antigüedad, desgaste natural o por cambios de uso o deficiencia de la construcción, debilitan la resistencia de las estructuras, que con el tiempo ponen en peligro la construcción y sus habitantes. Es importante detectar si hay fisuras o grietas en los muros, vigas y columnas y sobre todo, determinar si éstas sólo son superficiales o tienen un daño mayor. El daño estructural se refiere a los daños que hay dentro de la edificación, en muchos casos el daño es interno, imperceptible a la visión, pero que podría poner en riesgo la seguridad del edificio. Se pueden verificar los elementos que son estructurales y los que no lo son, los elementos estructurales, son los que mantienen de pie a la edificación en su mayoría son vigas, placas, columnas y lozas, preservando que estos elementos no deben estar alterados, en el caso de no estructurales, se consideran muros divisorios no portantes, tabiques, etc. en este caso las grietas son comunes y no representan mayor problema para la estructura general, tampoco es importante las grietas verticales u horizontales entre un muro confinado y tabique, esto debido a la diferencia de flexibilidad entre los dos materiales.

La problemática del cambio de uso de las edificaciones surge a exigencias de los efectos del movimiento sísmico, así como también por incendios de consideración; La edificación construida pasa de ser de una casa habitación a oficinas o un lugar público donde hay cambios en los muebles y el número de personas que transitarán en el lugar, así como también hay cambios de simples oficinas a fábricas completas, en donde si no se realiza una evaluación estructural de su resistencia puede haber grandes daños en los elementos estructurales. Esto es debido a que cada edificio, casa, fábrica, etc. está diseñado para soportar determinado peso y si se cambia de uso es probable que se incremente el mobiliario, las máquinas o la cantidad de personas que estarán ocupando dicho inmueble, consecuentemente a ello los elementos estructurales se encontrarán sobrecargados y con fatiga.

**Químicas.** La morfología que caracteriza al sector de la Costa Verde y el hecho de tener como frente al litoral; el ambiente marino suele ser perjudicial a las construcciones y estructuras civiles situadas a lo largo de la faja costera; la brisa marina resulta ser un problema ambiental, dado que es un agente que transporta partículas dañinas y agresivas para el concreto y el acero (componentes de los elementos estructurales); así como a aditamentos y accesorios de Metal de las edificaciones e infraestructura civil (elementos No estructurales).

Durante los trabajos de reconocimiento y levantamiento de información para el presente estudio se ha notado visiblemente deterioros estructurales por el ataque al concreto y acero de cloruros disueltos en el aire, presentes en los ambientes marinos con alta humedad relativa y acción constante del viento propio de la Costa Verde. En algunas circunstancias, el problema se agudiza por la presencia de la variada actividad industrial principalmente en los distritos de San Miguel y Magdalena del Mar.

**Físicas.** La aparición de la humedad en las edificaciones provoca deterioros como descomposiciones o disgregaciones de los materiales pero también la humedad en exceso es el origen de lesiones constructivas más graves que pueden llegar a implicar un elevado riesgo.

Por efectos de la capilaridad en edificios y viviendas que tengan contacto directo con la humedad (frente a los parques y áreas verdes con riego permanente) el agua que asciende por las paredes da la formación de depósitos cristalizados en la superficie del muro, de manera que cuando el agua se evapora, las sales que ésta contiene, en muchos casos de origen orgánico, quedan adheridas al edificio. Manifestándose en forma de eflorescencias salinas, mientras que el cloruro y nitratos producen manchas de humedad. Por tanto, la sintomatología de la humedad capilar no solo se manifiesta con la aparición de una banda húmeda y oscurecida localizada en las zonas bajas de la edificación, sino también con la presencia de un deterioro o levantamiento de los revestimientos de los muros (erosiones) por la acción eflorescente de las sales cristalizadas y transportadas hasta el punto de deterioro por el agua capilar.

**Fotografía N° 49. Problemas de oxidación y corrosión de los refuerzos. Distrito de San Miguel**



**Fotografía N° 50. Proceso de erosión y procesos biofísicos. Distrito de San Miguel.**



**Fotografía N° 51. Grietas asociadas a asentamiento del suelo, Distrito de Magdalena del Mar.**



**Fotografía N° 52. Oxidación y corrosión en elementos no estructurales, Distrito Chorrillos.**



## **B. Metodología de Evaluación**

La evaluación de la Vulnerabilidad estructural de las edificaciones que se encuentran dentro de los (06) seis distritos, en la franja asignada como el ámbito de estudio se ha efectuado utilizando la metodología Cualitativa, donde se evalúan las condiciones físicas en el que se encuentran frente a las solicitaciones sísmicas de las viviendas, edificios, locales comerciales, estaciones de servicio, instituciones, centros de salud, etc. Basado en la identificación de las características más relevantes e influyentes con relación al daño que sufrirá una edificación bajo la acción de un sismo de gran magnitud, la valoración de estas características se realizó mediante la determinación de siete (6) parámetros, a los cuales se le asignó un grado de vulnerabilidad y un valor de importancia relativa o peso frente a las demás, de tal manera que se pueda ponderar el valor total de vulnerabilidad (Índice de Vulnerabilidad) de cada unidad.

A cada parámetro se le ha asignado 4 condiciones de calidad desde el estado o condición más favorable hasta las condiciones muy desfavorables (de menor a mayor vulnerabilidad) que puede presentar la edificación, asignándoles valores de 0 a 1.

Considerando estas características que permiten integrar una serie de factores en el análisis, es posible realizar la evaluación a una escala media el cual consiste en agrupar edificaciones con similares características a fin de uniformizar la evaluación y otorgar el

nivel de vulnerabilidad que corresponde; en casos muy particulares cuando en la edificación se encuentran características que presenten indicios de tener vulnerabilidad alta o muy alta, se le ha realizado una evaluación pormenorizada a fin de confirmar lo estimado anteriormente.

### C. Variables para la Evaluación

#### i. Material constructivo predominante

**Cuadro N° 103. Material constructivo predominante**

| Condición de calidad           | Descripción  | Índice de vulnerabilidad |
|--------------------------------|--|--------------------------|
| Ladrillo y/o Bloque De Cemento | Edificaciones que tienen como material predominante sistemas constructivos soportados por elementos estructurales con losas de concreto armado, albañilería confinada y muros portantes.   | 0.0-0.33                 |
| Adobe                          | Edificaciones de vivienda con Unidades de construcción de adobe, asentados sobre barro y caña de Guayaquil, con cobertura de madera y torta de barro.<br>Quincha/Estera.- Viviendas que tienen las paredes y cobertura de carrizo y barro, muy utilizado en construcciones antiguas. | 0.34-0.66                |
| Precarios de Madera            | Edificaciones de vivienda con paredes de madera machihembrada, prefabricadas, cobertura de madera, tijerales.  | 0.67-1.0                 |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

#### ii. Sistema constructivo predominante.

**Cuadro N° 104. Sistema constructivo predominante**

| Condición de calidad                                     | Descripción  | Índice de vulnerabilidad |
|--|--|--------------------------|
| Aporticados y/o Albañilería Estructural                  | Edificaciones, que tienen como elementos de soporte principales; pórticos de concreto armado, placas, etc. En edificios multifamiliares. Sistemas de Vigas, columnas, losas y placas en viviendas unifamiliares. | 0.0-0.25                 |
| Albañilería De Cemento Y Ladrillo                        | Edificaciones de Muros de ladrillo y cemento, con sistemas de vigas y Columnas, escasamente distribuidos y visiblemente construidas sin normatividad, en Viviendas Unifamiliares.                                | 0.26-0.50                |
| Estructura Mixta, Con Madera y/o Prefabricados De Madera | Edificaciones construidas con ladrillos y mortero de cemento y arena, como tabiquería, sin columnas ni vigas con cobertura de madera. y/o Unidades de vivienda de madera prefabricada.                           | 0.51-0.75                |
| Adobe con caña de Guayaquil y Madera                     | Edificaciones construidas con adobe quincha, tejidos con caña de Guayaquil y coberturas de madera con torta de barro de 1 a 2 niveles.   | 0.76-1.0                 |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

### iii. Altura de Edificación y Técnicas de construcción

**Cuadro N° 105. Altura de edificación y técnica de construcción**

| Condición de calidad | Descripción  | Índice de vulnerabilidad |
|----------------------|--|--------------------------|
| Clase 1              | Construcciones de 1 a varios pisos, de concepción antisísmica comprobada, con asesoría y supervisión, de arquitectura homogénea o Edificaciones de 1 a 2 pisos, construidos con asesoría técnica con planos y de arquitectura homogénea. | 0.0-0.33                 |
| Clase 2              | Edificaciones hasta 4 niveles, construidos sin asesoría técnica ni planos de forma y sección irregular, sin simetría.  | 0.34-0.66                |
| Clase 3              | Edificaciones mayores a 5 pisos, construidos sin asesoría técnica de forma y sección irregular, sin simetría.  | 0.67-1.0                 |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

### iv. Estado de daños

**Cuadro N° 106. Estado de daños**

| Condición de calidad   | Descripción  | Índice de vulnerabilidad |
|------------------------|--|--------------------------|
| Sin daños              | Edificaciones en buen estado de conservación a nivel estructural y de soporte, 100% operativas y en servicio.  | 0.0-0.25                 |
| Daños moderados        | Edificaciones con grietas y fisuras muy pequeñas en los elementos principales de soporte, menores a 1 mm. De abertura, de longitudes cortas.   | 0.26-0.50                |
| Daños leves            | Edificaciones con grietas y fisuras en los elementos de soporte principales, mayores a 1 mm y menores a 2mm. De longitud prolongada Sin exposición de los refuerzos, principalmente en la base de los soportes horizontales (vigas y losas). | 0.51-0.75                |
| Daños de consideración | Edificaciones con grietas y fisuras excesivas mayores a 2 mm. Con exposición de los refuerzos de acero en proceso de corrosión, muros visiblemente agrietados en proceso de arenación y disgregación en porciones                            | 0.76-1.0                 |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

### v. Tipo de material de fundación

**Cuadro N° 107. Tipo de material de fundación**

| Condición de calidad  | Descripción  | Índice de vulnerabilidad |
|---|--|--------------------------|
| Cimentado sobre material natural                              | Sedimentos naturales recientes y/o antiguos.   | 0.0-0.25                 |
| Cimentado sobre relleno ingenieril                            | Suelo conformado por materiales de excavación clasificado y compactado por niveles.                      | 0.26-0.50                |
| Cimentados sobre relleno clasificado y no controlado          | Suelo conformado por materiales de excavación clasificada y sin clasificar ni compactar.                 | 0.51-0.75                |
| Cimentado sobre materiales de relleno con elementos orgánicos | Suelo tipo relleno, constituido por materiales de excavación o elementos de demolición, sin seleccionar. | 0.76-1.0                 |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

vi. **Ubicación de la Edificación.**

**Cuadro Nº 108. Ubicación de la edificación**

| Condición de calidad   | Descripción   | Índice de vulnerabilidad |
|--|---|--------------------------|
| Sobre Superficie horizontal a una distancia de Aislamiento del Acantilado. | Ubicada en la parte superior del acantilado, alejado del borde a una distancia mayor a 50 m.                  | 0.0-0.25                 |
| Al Borde del Acantilado  | Ubicada en la parte superior del acantilado, donde no se cumple con las distancias de aislamiento requeridas. | 0.26-0.50                |
| En Zona de Playas  | Ubicada en la zona de playas, al borde del mar.   | 0.51-0.75                |
| En Talud Pronunciada (AA.HH.)  | Ubicada sobre un terreno talud natural superior a 30°, sobre una plataforma horizontal construida.            | 0.76-1.0                 |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

La evaluación se efectúa para cada Distrito, teniendo en cuenta que para el ingreso de los valores, éstos se han uniformizado para las edificaciones de similares características físicas y estructurales, dado que el estado de conservación de los elementos a evaluarse es un componente que afecta a la vulnerabilidad.

**Cuadro Nº 109. Numeración de los Parámetros**

| Parámetros                                       | Nº |
|--|----|
| Material constructivo predominante               | 1  |
| Sistema constructivo predominante                | 2  |
| Altura de edificación y técnicas de construcción | 3  |
| Estado de daños.                                 | 4  |
| Tipo de material de fundación.                   | 5  |
| Ubicación de la edificación.                     | 6  |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

**Cuadro Nº 110. Rango de Valores del nivel de vulnerabilidad**

| Nivel de vulnerabilidad  | Rango de valores del índice de vulnerabilidad |
|--|---|
| Bajo      | 0.0 - 0.25                                    |
| Medio     | 0.26 - 0.50                                   |
| Alto      | 0.51 - 0.75                                   |
| Muy alto  | 0.76 - 1.00                                   |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

**Cuadro N° 111. Matriz de Evaluación de la Vulnerabilidad por cada unidad de Edificación**

| N° | Viviendas   | Parámetros |      |      |      |      |      | I.V. | Nivel de vulnerabilidad |
|----|---|------------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|
|    |   | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |      |                         |
| 1  | Viviendas ubicada entre la Av. Pedro de Osma Con el Jr. Montero Rosas.                | 0.25       | 0.25 | 0.15 | 0.60 | 1.10 | 0.15 | 0.42 | Medio                   |
| 2  | Viviendas entre el Jr. Independencia y la Av. Pedro de Osma                           | 0.15       | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.15 | Bajo                    |
| 3  | Edificaciones en borde de acantilado, Entre el Jr. Independencia y Jr. Montero Rosas  | 0.25       | 0.45 | 0.50 | 0.90 | 1.20 | 0.25 | 0.59 | Alto                    |
| 4  | Viviendas Frente al Malecón Grau, Adyacentes a los Acantilados.                       | 0.25       | 0.45 | 0.60 | 0.90 | 1.00 | 0.40 | 0.60 | Alto                    |
| 5  | Viviendas Ubicadas en el Malecón Grau, Con la Av. Lima.                               | 0.55       | 0.50 | 0.65 | 1.00 | 0.80 | 0.50 | 0.67 | Alto                    |
| 6  | Vivienda típica de AA.HH. Construido de ladrillo y cemento con columnas y vigas.      | 0.90       | 0.75 | 0.75 | 1.50 | 1.50 | 0.75 | 0.73 | Alto                    |
| 7  | Viviendas típicas de AA.HH. De Construido de ladrillo y cemento sin columnas y vigas. | 0.80       | 0.75 | 0.75 | 1.50 | 1.70 | 0.60 | 0.97 | Muy alto                |
| 8  | Viviendas de AA.HH. de material precario.   | 0.80       | 0.75 | 0.75 | 1.50 | 1.70 | 0.60 | 0.97 | Muy alto                |

Elaborado. Equipo Técnico 2014

### 6.6.6 Mapa Vulnerabilidad físico estructural (Fragilidad)

- a. **Distrito de San Miguel** - Ver Anexo VIII: Mapa N° VF-1 – VF-2: Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural.

Las viviendas son en su mayoría construcciones de Mampostería y/o albañilería de hace unos 30 a 40 años, las coberturas son de madera con caña de Guayaquil y torta de barro, los muros y paramentos presentan deterioro por la humedad, erosiones y los procesos biofísicos propios de una zona frente al litoral, con visibles lesiones por efectos de elementos nocivos transportados por la brisa. Estas características en cierto grado negativas reciben la calificación de Vulnerabilidad Alta a Muy Alta y en el mejor de los casos existen pocas viviendas con vulnerabilidad Media.

Debido a la etapa de desarrollo de la industria de la construcción, en el Distrito existe una fuerte tendencia de modernidad con la construcción de edificaciones frente al Litoral, principalmente en las Avenidas Costanera y Bertolotto, sin embargo las condiciones donde se encuentran ubicadas y el hecho de erigirse sobre una zona altamente sísmica, las construcciones de gran altura siempre van a representar un nivel de vulnerabilidad frente a los efectos de las fuerzas sísmicas.

A partir del centro educativo Roque Sáenz Peña y a lo largo de la Av. Bertolotto hasta el límite con el Distrito de Magdalena, la mayoría de las edificaciones son construcciones casi actuales, concreto armado y albañilería confinada para edificaciones de uno a dos plantas y con pórticos de concreto armado en edificios de gran altura y son visiblemente dirigidos con la planificación y técnicas del proceso constructivo moderno.

### **Vulnerabilidad Muy Alta**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones con más de 2 niveles, en mal estado de conservación por la antigüedad, tiene los elementos estructurales con un nivel de daños severos, algunos fundados sobre materiales de relleno no controlado y que se encuentran a una distancia muy corta al “acantilado”; se trata de edificaciones ubicados entre las manzanas de las calles 28 de Julio y San Martín con la Av. La Paz; así como los lotes ubicados entre las calles Virú y Talambo.

### **Vulnerabilidad Alta**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 más niveles, en mal estado de conservación por la antigüedad, algunos construidos de adobe, otros de albañilería con segundo nivel de madera, con daños visibles de erosión mecánica por el ambiente marino, estructuralmente con grietas de daño leves, se encuentran a una distancia muy corta del acantilado; se trata de edificaciones que se encuentran dispersos dentro de la franja costera señalada como ámbito de estudio; la mayor parte de viviendas con este nivel de vulnerabilidad se encuentran entre las Avenidas Virú y Santa Rosa perpendiculares a la Av. La Paz. Otro bloque se encuentra entre la Calle Gamarra y el Jr. Villavicencio que son perpendiculares a las avenidas La Paz y Costanera.

### **Vulnerabilidad Media**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 a 3 niveles, edificios con más de 5 pisos, de construcción actual o no mayor a 10 años, con sistemas constructivos de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Aporticados, en edificios multifamiliares pero que se encuentran en zonas muy cercanas al acantilado o que se encuentran fundadas en rellenos controlados o sobre materiales deficientes. Las viviendas de 2 a 3 pisos con este nivel de vulnerabilidad se caracterizan por presentar ciertos desgastes en los elementos no estructurales; se encuentran principalmente desde el Jr. Villavicencio hasta el límite con el distrito de Magdalena, perpendiculares a las avenidas La Paz y Costanera.

### **Vulnerabilidad Baja**

Comprenden principalmente viviendas unifamiliares, edificios con más de 5 pisos, de construcción actual o con una antigüedad no mayor a 10 años, con sistemas constructivos muy eficientes, de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Aporticados, en edificios multifamiliares; visiblemente de eficiente control técnico por el acabado y las formas y secciones homogéneas que presenta; estructuralmente consistente; son muy pocos y que se sitúan mayormente hacia el límite con el distrito de Magdalena.

- b. **Distrito de Magdalena** - Ver Anexo VIII: Mapa N° VF-2 – VF-3: Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural.

Las edificaciones tiene alguna similitud con relación a viviendas de uno a dos niveles construidos hace algunas décadas, algunas en mejores condiciones que otras, quintas donde el ingreso es a través de un angosto pasadizo, los materiales utilizados son mortero y ladrillo con algunas columnas de confinamiento, el segundo nivel suelen haber construcciones prefabricados de madera machihembrada, al igual las viviendas presentan deterioros principalmente en la fachadas o superficies expuestas al exterior, debido a los elementos nocivos transportados por las brisas y a los procesos de denudación natural. Las patologías más comunes por la humedad son: las eflorescencias en los zócalos y contrazócalos debido a la ascensión capilar del agua produciendo manchas y generación de hongos; así como la corrosión es implacable con las armaduras de acero, marcos de ventana, puertas y rejas metal, gran parte de edificaciones tienen un nivel de vulnerabilidad media a alta.

En el Asentamiento Humano La Medalla Milagrosa, las viviendas son de albañilería confinada y no confinada, sin embargo por la ubicación en zonas de pendiente con reducidos espacios para el tránsito peatonal, la autoconstrucción con carentes conocimientos técnicos del proceso constructivo y el incumplimiento de la normativa para habilitaciones urbanas, hacen de este sector una zona de vulnerabilidad muy alta.

#### **Vulnerabilidad Muy Alta**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones hasta de tres niveles, de sistema constructivo muy deficiente, en mal estado de conservación por la antigüedad, tiene los elementos estructurales con un nivel de daños severos, algunos fundados sobre materiales de relleno no controlado y que se encuentran a una distancia muy corta o al borde del “acantilado”; en zona de talud inestable con espacios de viabilidad reducidos. Se trata de edificaciones ubicadas al final de la Av. Larco Herrera al borde del acantilado; así como también sobre un talud inestable como es el caso de viviendas ubicadas en el AA. HH. La Medalla Milagrosa.

#### **Vulnerabilidad Alta**

Comprende viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 o más niveles, en mal estado de conservación por la antigüedad, algunos construidos de adobe, otros de albañilería con segundo nivel de madera, espacios reducidos en quintas, desgastes visibles de los elementos estructurales por el ambiente marino al que está expuesto, estructuralmente tienen grietas de daños moderados y leves, se encuentran a una distancia muy corta del acantilado; se trata de edificaciones que se encuentran mayormente en el borde del acantilado dispersos en la franja costera señalada como ámbito de estudio del distrito.

#### **Vulnerabilidad Media**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 a 3 niveles, edificios multifamiliares y comerciales con más de 5 pisos, de construcción actual o no mayor a 10 años, algunos antiguos pero en buen estado de conservación, con sistemas constructivos de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Aportcados, en edificios multifamiliares pero que se encuentran a una distancia al acantilado, el estado de daños es leve; se encuentran entre la Av. López de Solís y el Jr. Salaverry, entre la Av. El Ejército y la Av. García y García.

#### **Vulnerabilidad Baja**

Comprenden principalmente viviendas unifamiliares de 1 a dos niveles, edificios con más de 5 pisos, de construcción actual o con una antigüedad no mayor a 10 años, por la densidad de elementos estructurales se define como antisísmicos en algunos sectores, con sistemas constructivos muy eficientes, de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Aportcados, en edificios multifamiliares; visiblemente de eficiente control técnico por el acabado y las formas y secciones homogéneas que presenta; estructuralmente consistente; son muy pocos y que se sitúan mayormente en la Av. López de Solís hacia el límite con el Jr. Salaverry.

- c. **Distrito de San Isidro** - Ver Anexo VIII: Mapa N° VF-3: Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural.

El Distrito de San Isidro está considerado como el centro financiero de Lima, debido a la alta actividad comercial y de servicio; en el ámbito de estudio que corresponde la faja costera la demanda de la actividad inmobiliaria en este sector es continua por la existencia de modernos edificios oficinas y residencias unifamiliares y multifamiliares de gran altura visiblemente bien diseñadas, consistentes en su concepción calificados como vulnerabilidad Baja por la misma razón de estar alejadas de los acantilados y tener espacios para la evacuación durante la ocurrencia de un desastre.

### **Vulnerabilidad Muy Alta**

Las zonas de mayor vulnerabilidad corresponden las áreas que se encuentran muy cerca de la zona de coronación de los acantilados o que presenten algún deterioro en su estado físico, esta infraestructura comprende el complejo deportivo San Isidro, Se trata de espacios, accesos, muros perimétricos y zonas de aparcamiento en mal estado ubicado al final de la plaza Godofredo García, colindante con las áreas de las oficinas de Maestranza de la Municipalidad, estas áreas tiene suelos de relleno por lo que presenta inestabilidad y asentamientos de las estructuras.

### **Vulnerabilidad Alta**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 2 niveles, en mal estado de conservación por la falta de mantenimiento, que presenta algunas grietas y fisuras en los elementos de soporte principales; las oficinas de Maestranza se encuentra construida sobre rellenos no controlados, ya que en el sector donde colinda hacia la bajada a la playa; las oficinas presentan daños en su estructura debido al hundimiento y desplazamiento casi imperceptible; así como el local de los Bomberos frente a la Calle Godofredo García.

### **Vulnerabilidad Media**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 a 3 niveles, edificios residenciales con más de 5 pisos, de construcción actual o con una antigüedad no mayor a 15 años, en buen estado de conservación, con sistemas constructivos de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Apoticados, en edificios multifamiliares pero que se encuentran muy cerca al acantilado, el estado de daños es leve; se encuentran entre la calle Paracas y la calle Godofredo García, también el Centro de Salud que se encuentra en la Av. Del Ejército.

### **Vulnerabilidad Baja**

Comprenden principalmente viviendas residenciales de 2 a 4 niveles, edificios oficina con más de 5 pisos, de construcción actual o con una antigüedad no mayor a 10 años, por la densidad de elementos estructurales, con sistemas constructivos muy eficientes, de albañilería en residencias unifamiliares y sistemas Apoticados en edificios, oficina o comercios; visiblemente de eficiente control técnico durante el proceso constructivo por el acabado y las formas homogéneas que presenta; se sitúan a ambos márgenes de la Av. Del Ejército, hasta el límite con el distrito de Miraflores.

- d. **Distrito de Miraflores** - Ver Anexo VIII: Mapa N° VF-4 – VF-5: Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural.

El distrito de Miraflores anteriormente fue una zona netamente residencial de ambiente urbano consolidado, sin embargo hoy en día tiene una actividad comercial y su desarrollo está en función de la innovación urbana y el crecimiento inmobiliario; en la franja de la costa Verde que corresponde a este distrito, existen modernos edificios que albergan oficinas y consultorios muy bien equipados y confortables; así como también residencias multifamiliares visiblemente bien diseñadas, consistentes en su concepción con espacios adecuados para la evacuación durante la ocurrencia de un desastre.

### **Vulnerabilidad Alta**

Comprenden edificaciones de 2 a 4 niveles, en mal estado de conservación por falta de mantenimiento, que presentan algunas grietas y fisuras en los elementos de soporte principales; edificios comerciales y residenciales en regular estado de conservación, con cierto desgaste en los frentes por efecto del ataque de elementos nocivos arrastrados por las brisas marinas, procesos de oxidación y corrosión, parcialmente controlados, el mayor índice de vulnerabilidad se da por la ubicación frente al litoral y muy cerca al acantilado, ejerciendo inestabilidad a los taludes de los acantilados con riesgo a fallamientos y posterior colapso; es el caso de los edificios situados en el

Malecón de la Reserva con la Calle Porta, donde el carril de la vía se encuentra en el filo de la plataforma superior; así como la Clínica Good Hope en la Bajada Balta y el C. Comercial Larcomar por problemas de inestabilidad de taludes.

#### **Vulnerabilidad Media**

Comprenden residencias unifamiliares, edificaciones de 2 a 4 niveles, edificios residenciales con más de 5 pisos, de construcción actual o con una antigüedad no mayor a 15 años, en regular estado de conservación, con sistemas constructivos tradicionales que se encuentran adyacentes al acantilado, el estado de daños es leve; Estas edificaciones se sitúan en el Malecón de la Reserva, Malecón 28 de Julio, Malecón Balta, Parque Raimondi, Club tenis Las Terrazas, Parque del Faro.

#### **Vulnerabilidad Baja**

Comprenden principalmente viviendas residenciales de 2 a 4 niveles, edificios oficina con más de 5 pisos, de construcción actual o no mayor a 10 años de antigüedad, por la densidad de elementos estructurales que se compone, con sistemas constructivos muy eficientes, en residencias y en edificios, oficinas comerciales; visiblemente con control técnico durante el proceso constructivo, por el acabado y las formas homogéneas que presenta; Mayormente se sitúan a una distancia mayor a 50 m. de los acantilados hasta el límite del ámbito de Estudio.

- e. **Distrito de Barranco** - Ver Anexo VIII: Mapa N° VF-5 – VF-6: Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural

El distrito de Barranco es considerado como zona monumental en virtud a la Ley N° 28296 (Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación), debido a la existencia de casonas coloniales antiguas, cuyos materiales constructivos son el adobe, piedra, madera y caña de Guayaquil; sistema de construcción convencional en su época, pero muy vulnerable a los efectos de las fuerzas sísmicas, con riesgo a colapsar, también existen edificaciones de material noble con una antigüedad promedio de 60 años en regulares y malas condiciones de conservación, con deficiente concepción estructural; así como también existe modernas edificaciones construidas con las exigencias normativas actuales y que comprenden la mínima cantidad. Las patologías más comunes que presentan las edificaciones con daños son por la humedad: eflorescencias en los zócalos y contrazócalos, procesos de oxidación y corrosión de elementos de protección no estructurales del edificio, principalmente los ubicados frente el litoral marino; así como a las armaduras de acero expuestas. También el hecho de situarse en áreas de talud inestables le da a la edificación niveles de vulnerabilidad Media a Alta.

#### **Vulnerabilidad Muy Alta**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones hasta de 2 niveles, de sistema constructivo muy deficiente, el material utilizado es el adobe, piedra, quincha y madera, habitualmente en mal estado de conservación por la antigüedad, tiene un nivel de daños severos, en su mayoría en zonas de deslizamiento y caída de materiales térreos, se encuentran ubicados sobre una zona de topografía inclinada; corresponde a viviendas ubicadas en la Bajada de Baños, y la calle Ayacucho con Ramón Castilla y en el Pasaje Bresiani.

#### **Vulnerabilidad Alta**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 a 2 niveles, en mal estado de conservación por la antigüedad, algunos construidos de adobe, otros de albañilería con técnicas deficientes, se encuentra entre espacios reducidos (pasajes), desgastes visibles de los elementos estructurales por el ambiente marino al que está expuesto, tienen grietas y fisuras de daños moderados y leves, se encuentran al borde o a una

distancia muy corta del acantilado dispersos; se sitúan entre la calle Ramón Castilla hasta el Jr. Independencia límite distrital.

#### **Vulnerabilidad Media**

Comprenden viviendas unifamiliares, edificaciones de 1 a 3 niveles, edificios multifamiliares y comerciales con más de 5 pisos, de construcción actual o con antigüedad no mayor a 10 años, en buen estado de conservación, con sistemas constructivos de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Aportados en edificios multifamiliares, se encuentran a una distancia del acantilado o del talud de quebrada, el estado de daños es leve; se encuentran entre el malecón Paul Harrys hasta la Av. Sáenz Peña, la Av. San Martín con la Calle Colina y a lo largo de la Av. Pedro de Osma.

#### **Vulnerabilidad Baja**

Comprenden principalmente viviendas unifamiliares de 1 a dos niveles, edificios con más de 5 pisos, de construcción actual o con una antigüedad no mayor a 10 años, por la densidad de elementos estructurales se define como antisísmicos en algunos sectores, con sistemas constructivos muy eficientes, de albañilería en viviendas unifamiliares y concreto armado Aportados, en edificios multifamiliares; visiblemente de eficiente control técnico por el acabado y las formas y secciones homogéneas; se sitúan en la calle Las Mimosas, Av. el Sol Oeste, Jr. Las Magnolias y Jr. Pedro Marinto y dispersamente a lo largo de la Av. Pedro de Osma.

- f. **Distrito de Chorrillos** - Ver Anexo VIII: Mapa N° VF-6 – VF-7: Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural.

Las edificaciones que se encuentran en este distrito en su mayoría son modernas y en buen estado de mantenimiento, casas chalets de dos a tres niveles son los que predominan en las áreas situadas entre el borde del acantilado y a lo largo de la Av. Pedro de Osma, siendo las construcciones de concreto armado el sistema más utilizado, se pueden encontrar edificios de construcción aportados hasta siete niveles como muestras del desarrollo inmobiliario que se está generando en este espacio urbano, es común encontrar que las manzanas en este malecón, se encuentran limitadas al paso de los vehículos y peatones con la colocación de rejas a la entrada del malecón quedando controladas como una suerte de condominios.

Las edificaciones que se encuentran frente al mar, a lo largo del malecón Grau y que guardan una distancia prudente a los acantilados son construcciones modernas de concreto armado aportados, edificios multifamiliares, comerciales por lo que el estado de mantenimiento es regular sin embargo la corrosión es implacable por el hecho mismo de situarse frente al mar, las armaduras de acero, marcos de ventana, puertas y rejas metal, gran parte de edificaciones llevan las consecuencias hasta el deterioro.

Existen sectores localizados donde aún las edificaciones de adobe y quincha son utilizadas para viviendas, y hasta para usos comerciales, edificaciones antiguas principalmente por la parte posterior del malecón hacia las calles Santa Teresa y la Av. José Olaya.

Las laderas del Morro Solar han sido invadidas por los Asentamientos Humanos Miguel Iglesias, Nuevo Milenio, Marcavilca, entre otros, en los cuales las viviendas están sectorizadas; mayormente las que son de albañilería hasta de tres niveles se encuentran cerca a las urbanizaciones para aprovechar los servicios básicos y los que se encuentran en las partes altas están construidas de madera prefabricada con esteras sobre plataformas horizontales sin cimiento, situación que los hace aún más vulnerables ante una sollicitación sísmica.

### **Vulnerabilidad Muy Alta**

Comprenden unidades de viviendas ubicadas en las partes más elevadas de las laderas del Morro Solar, viviendas autoconstruidas que han sido levantadas sobre plataformas improvisadas construidas a base de “pircas” de piedra sin por lo menos excavar para cimentar, con la finalidad de darle horizontalidad al área donde ha de construirse la vivienda; mayormente son construcciones de madera machihembrada prefabricada con coberturas de madera, calamina y algunas veces con esteras; el factor de la vulnerabilidad muy alta se genera por que los espacios comunes son inaccesibles y peligrosos para transitar, en zonas de pendiente muy pronunciadas, dado que no existe infraestructura peatonal adecuada, considerando que habitan niños y adultos mayores. Este nivel de vulnerabilidad constituyen los Asentamientos Humanos situados en las partes más elevadas del Morro Solar: Miguel Iglesias, Nuevo Milenio, Marcavilca, entre otros, con viviendas construidas con material precario, de esteras, madera, latas. Análogamente la situación es la misma en el Cerro Marcavilca.

### **Vulnerabilidad Alta**

Está constituido por viviendas unifamiliares, edificaciones de dos hasta tres niveles, en mal estado de mantenimiento y conservación por la antigüedad, algunas viviendas son muy antiguas construidos de materiales mixtos como: adobe, quincha y cobertura de madera con torta de barro; otros de albañilería con muros de ladrillo vigas y columnas que no han sido espaciados de acuerdo a normas, con volados hacia la vía pública con fin de ganar espacio pero visiblemente no están bien reforzados, por lo que se nota que han sido construidos sin planos ni asesoramiento técnico. Este nivel de Vulnerabilidad se ha detectado en las viviendas situadas en las partes bajas del Morro Solar entre las Av. Ramón Castilla, Calle Miguel Iglesias, Calle Héroes del Pacífico (límites del área de estudio); así como en el sector bajo e intermedio camino al Morro, al final de la Av. Malecón Grau.

Las edificaciones señaladas con este nivel de vulnerabilidad comprendida entre la Av. Malecón Grau y la Av. José Olaya, son categorizadas por el desgaste visible que presentan sus elementos estructurales, tales como grietas, daños moderados y en algunos casos se encuentran a una distancia muy corta o al borde del acantilado; También las edificaciones antiguas de Adobe que se sitúan en la Av. Malecón Grau, y algunas en la Av. José Olaya.

### **Vulnerabilidad Media**

Comprenden viviendas unifamiliares hasta de tres niveles, edificios multifamiliares y comerciales mayores a cinco pisos, edificados con sistemas constructivos actuales, de concreto armado, vigas y columnas confinados a los muros y aporricados en edificios de gran altura, con antigüedad no mayor a 15 años, algunos antiguos pero en pleno servicio, en buen estado de mantenimiento y conservación; adoptan este nivel de vulnerabilidad debido a que las edificaciones se encuentran a una distancia muy cercana a los acantilados o que presentan daños leves que no ponen en riesgo su estabilidad estructural; la zonificación se inicia a lo largo de la Av. Malecón Grau, frente al litoral; el Centro Educativo Sagrado Corazón Chalet; edificaciones entre la Av. Malecón Grau y La Calle Santa Teresa; Así como las áreas ubicadas entre la Av. Fray Martín hasta la Av. José Olaya.

### **Vulnerabilidad Baja**

Las viviendas con este nivel de vulnerabilidad son mayormente residencias unifamiliares de 1 a dos niveles, edificios con más de 5 pisos muy bien estructurados, visiblemente elaborados en base a planos y con asesoría técnica y lo importante es que las construcciones son recientes con una antigüedad no mayor a 10 a 15 años, por la densidad de elementos estructurales se define como antisísmicos en algunos sectores, la arquitectura presentan son de acabados, formas y secciones homogéneas,

como recomienda el Reglamento Nacional de Construcciones; son contados las unidades de vivienda que presentan este nivel de vulnerabilidad, un bloque se sitúa ingresando al Distrito, a lo largo de la Av. Pedro de Osma hasta la Calle Enrique Nerine. Y edificaciones ubicadas entre la Av. José Olaya y la Calle Santa Teresa desde las inmediaciones de la bajada a Agua Dulce (Calle Tenderini) hasta la calle Tarapacá.

### 6.6.7 Mapa Vulnerabilidad (Exposición)

En la Costa Verde se observa que la existencia de la vulnerabilidad por exposición, del componente físico, tiene sus implicaciones en la población. Sin embargo esta vulnerabilidad es producto de la conducta de la sociedad, llámese administrativa o por necesidad o desconocimiento de la población. Esta afirmación se puede comprobar mediante la observación realizada en el trabajo de campo, de construcciones al borde del acantilado, construcciones sobre el malecón, ocupación y usos del suelo en áreas inadecuadas – incompatibles con fines de vivienda, construcciones sobre terrenos de relleno, estructuras y material de construcción antiguas, redes de agua y desagüe antiguas, a punto de colapsar, entre otros.

Como resultado del análisis mencionado, se obtendrá el Mapa de Vulnerabilidad, en el que se califican cualitativamente los diferentes sectores de la Costa Verde, clasificándolos en cuatro niveles de vulnerabilidad:

**Vulnerabilidad muy alta.** Zonas de gran debilidad estructural, en las que se estima que las pérdidas y daños ocasionados a la población y a la infraestructura urbana serían de alrededor del 70% o más, como producto de la ocurrencia de desastres que tendrían como efecto: colapso de edificaciones y destrucción de líneas vitales, serios daños a la integridad física de las personas, alto número de damnificados, etc.

**Vulnerabilidad alta.** Zonas de debilidad estructural, en las que, por las características de ocupación, densidades, infraestructura y usos, así como por la naturaleza e intensidad de la amenaza o peligro analizado, podrían ocurrir pérdidas importantes en niveles superiores al 50%.

**Vulnerabilidad media.** Zonas con algunas manifestaciones de debilidad, en las que los daños a la población y las pérdidas de obras de infraestructura ante la ocurrencia de desastres, puedan superar el 25%.

**Vulnerabilidad baja.** Zonas con manifestaciones de fortaleza, expuestas a niveles bajos o medios de peligro, que ante la ocurrencia de algún desastre tienen poca predisposición a sufrir pérdidas o daños, tanto entre los pobladores como en la infraestructura urbana.

Reducir la vulnerabilidad de la red de infraestructura física permitiría entonces, la minimización de las vulnerabilidades sociales y económicas de la plataforma superior del sector de San Miguel – Costa Verde.

- a) **Distrito de San Miguel** - Ver Anexo VIII: Mapa N° V-1.1– V-1.2: Mapa de Vulnerabilidad.

#### **Vulnerabilidad por Exposición**

Con respecto al nivel de vulnerabilidad por exposición, existen edificaciones puntuales, como también sectores vulnerables ante sismos por la antigüedad y el grado de conservación de las edificaciones, incompatibilidad de usos y el estrato socio económico de la población.

Con relación a las edificaciones puntuales tenemos las siguientes:

Por su ubicación sobre el Malecón y al borde del acantilado, son vulnerables por exposición ante fenómenos naturales (derrumbes, erosión hídrica) un edificio de 15 pisos (Cuadra 1 de la Av. Bertolotto), el Club Tenis San Miguel y el Centro Deportivo Juan Joya de la Municipalidad de San Miguel.

A la altura de la Av. Bertolotto y el Jr. Francisco Bolognesi, se está construyendo un conjunto de dos edificios de 15 pisos, pudiéndose observar que no existe un espacio aparente para la evacuación de los moradores en caso de sismo, generándose vulnerabilidad social.

## **Plataforma Superior**

### **a. Densidades Urbanas**

Se ha observado que el uso residencial que predomina es de Densidad Baja (RDB), con viviendas de uno y dos pisos, siendo el material predominante el ladrillo. Se observa claramente tres sectores bien diferenciados:

- **Sector 1.** Entre el Jr. Vigil y Calle Gamarra, existen edificaciones antiguas de viviendas e industrias, construidas al margen de las normas, en regular estado de conservación, predominando las edificaciones de uno y dos pisos; existen también solares. Esta zona es vulnerable por exposición ante sismos, por el sistema constructivo de las edificaciones, por autoconstrucción sin dirección técnica y por incompatibilidad de usos, industria – vivienda.
- **Sector 2.** Entre la Calle Gamarra y la Av. Federico Gallesi, predominan las viviendas de densidad baja, de uno y dos pisos, son construcciones antiguas donde predominan las que se encuentran en malo y regular estado de conservación.
- **Sector 3.** El área urbana que involucra la Av. Federico Gallesi hasta la Calle Diego de Agüero, se observa que se está consolidando con densidad media y alta, de 3 hasta 8 pisos. Estas construcciones se encuentran en su mayoría en buen estado de conservación.

A lo largo de todo el sector de San Miguel, frente a las Av. Bertolotto y Costanera, encontramos un proceso de cambio de baja densidad a muy alta densidad, con la construcción de edificios de hasta 15 pisos, localizados donde antes existían viviendas antiguas, que han sido demolidas para la construcción de los edificios. Así mismo se están construyendo edificios de hasta 8 pisos localizados en diferentes puntos de este sector.

En tal sentido, si bien no se tiene información sobre población, se puede asumir, por la existencia de solares, que existen zonas que por el tamaño de lotes y concentración de viviendas evidencian una densidad muy alta, representando áreas de vulnerabilidad muy alta desde el punto de vista de las densidades poblacionales. Estas áreas se presentan en los Sectores 1 y 2.

### **b. Materiales de Construcción y Estado de Conservación.**

Como se ha mencionado el Sector 1 presenta vulnerabilidad alta, considerando la autoconstrucción de las edificaciones, al margen de las normas, al igual que el funcionamiento de las industrias sin licencias de construcción y por incompatibilidad de usos. Así mismo se ha considerado que el estado de conservación de las edificaciones es de malo a regular.

El Sector 2 presenta vulnerabilidad media por el estado de conservación de las construcciones.

El Sector 3, si bien tiene una densificación de edificación alta, representa una vulnerabilidad baja por tener sus edificaciones en buen estado de conservación.

**c. Estratos Sociales**

El Sector 1 presenta un estrato social más bajo, consideremos D y parte de C; en el sector 2, el estrato que predomina es el C; y en el sector 3, se presenta un estrato social C y B.

Cabe indicar que en la plataforma superior se están construyendo edificios de diferentes niveles, desde 4 hasta 15 pisos, ubicándose los más altos frente al Malecón, donde se presume que el estrato social de la nueva población es de clase C.

**d. Líneas y Servicios Vitales**

Reducir la vulnerabilidad de la red de infraestructura física permitiría entonces, la minimización de las vulnerabilidades sociales y económicas de la plataforma superior del sector de San Miguel – Costa Verde.

**Líneas de Agua y Desagüe.**

La cobertura de agua y desagüe cubre el 100% de la población. La falla en una estación de bombeo puede crear problemas, como inundación de aguas negras en las calles y viviendas. Las fallas en los sistemas que manejan los desagües del área industriales del Sector 1, generarían amenazas adicionales por difusión de elementos tóxicos.

**Cuadro N°112. Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura  
 San Miguel Costa Verde**

| ÁREA VULNERABLE   | PELIGRO NATURAL |         |                         |                |           |                |                  |         | VULNERABILIDAD  | ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD   |
|---|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-----------|----------------|------------------|---------|---|---|
|   | Sismo           | Tsunami | Lluvias extraordinarias | Deslizamientos | Derrumbes | Caída de rocas | Desprendimientos | Erosión |   |   |
| Centro Deportivo Juan Joya  | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       | Ubicado al borde del acantilado.                                  | Ubicación en suelo inestable.   |
| Club Tenis San Miguel   | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       | Ubicado al borde del acantilado.                                  |   |
| Malecón: Desde Hermelinda Carrera hasta Parque Belén.                                       | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         | Asentamiento del suelo(pérgola hundida)                           |   |
| Malecón: Nicolás de Piérola – Ladislao Espinar  | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         | Asentamiento del suelo.   |   |
| Malecón: Sucre – Simón Bolívar (frente a Parque Media Luna)                                 | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         | Asentamiento del suelo.   |   |
| Edificio de 15 Pisos – Av. Bertolotto, c.1  | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       | Ubicado al borde del acantilado.                                  | Construcciones antiguas.  |
| Sector 1.- Jr. Virú – Calle Gamarra   | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         | Construcciones antiguas por autoconstrucción.                     |   |
| Construcciones de Viviendas e Industrias informales.  |                 |         |                         |                |           |                |                  |         | Regular y mal estado de conservación.                             |   |
| Sector 2.- Calle Gamarra-Calle Independencia  | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         | Porcentaje mínimo de edificaciones en mal estado de conservación. |   |
| Sector 3.- Calle Independencia – Calle Diego de Agüero                                      | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         | Ubicada en la playa   | Mayoría de construcciones antiguas en buen estado de conservación.      |
| Plataforma inferior – infraestructura de escaleras y remoción se tierra para obras futuras. |                 | X       |                         |                |           |                |                  |         | Ubicada en la playa   | Ubicación en zona baja sobre el nivel del mar suelo inestable (relleno) |

**Cuadro N°113. Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de San Miguel.**

| AREA VULNERABLE   | VULNERABILIDAD         |                   |                           |                        |                    |                                |                         |                              |                          |           | VULNERABILIDAD TOTAL<br>(A+B+C+D+E+F+G+H+I) | PONDERACION<br>Escala de 0 a 1 | NIVEL DE VULNERABILIDAD |
|---|------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------|---|--------------------------------|-------------------------|
|   | VIVIENDA               |                   |                           |                        |                    | LÍNEAS Y SERVICIOS VITALES (F) | ACTIVIDAD ECONÓMICA (G) | LUGARES DE CONCENTRACION (H) | PATRIMONIO HISTÓRICO (I) |           |   |                                |                         |
|   | DENSIDAD POBLACION (A) | DE CONSTRUCC. (B) | ALTURA DE EDIFICACION (C) | ESTADO DE CONSERV. (D) | ESTRATO SOCIAL (E) |                                |                         |                              |                          |           |   |                                |                         |
| Centro Deportivo Juan Joya  | 0                      | 3                 | 1                         | 3                      | 0                  | 0                              | 3                       | 5                            | 0                        | 15        | 0,41  | Alta                           |                         |
| Club Tenis San Miguel   | 0                      | 3                 | 1                         | 3                      | 0                  | 0                              | 3                       | 5                            | 0                        | 15        | 0,41  | Alta                           |                         |
| Malecón: Desde Hermelinda Carrera hasta Parque Belén.                           | 0                      | 3                 | 0                         | 5                      | 0                  | 0                              | 0                       | 5                            | 0                        | 13        | 0,35  | Alta                           |                         |
| Malecón: Nicolás de Piérola – Ladislao Espinar                                  | 0                      | 3                 | 0                         | 3                      | 0                  | 0                              | 0                       | 5                            | 0                        | 11        | 0,30  | Media                          |                         |
| Malecón Sucre: Simón Bolívar (frente al parque media luna)                      | 0                      | 3                 | 0                         | 3                      | 0                  | 0                              | 0                       | 5                            | 0                        | 11        | 0,30  | Media                          |                         |
| Edificio de 15 Pisos – Av. Bertolotto, c.1                                      | 3                      | 0                 | 3                         | 1                      | 0                  | 0                              | 0                       | 0                            | 0                        | 7         | 0,19  | Media                          |                         |
| Jr. Virú – Calle Gamarra - Construcciones de Viviendas e Industrias informales. | 3                      | 5                 | 3                         | 5                      | 5                  | 0                              | 5                       | 0                            | 0                        | 26        | 0,70  | Muy Alta                       |                         |
| Sector 2 Calle Gamarra. Calle Independencia                                     | 2                      | 3                 | 1                         | 4                      | 3                  | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 23        | 0,62  | Alta                           |                         |
| Sector 3.- Calle Independencia - Calle Diego de Agüero                          | 3                      | 1                 | 3                         | 1                      | 1                  | 0                              | 1                       | 2                            | 0                        | 12        | 0,32  | Media                          |                         |
| <b>PUNTAJE MAXIMO</b>   | <b>3</b>               | <b>5</b>          | <b>3</b>                  | <b>5</b>               | <b>5</b>           | <b>3</b>                       | <b>5</b>                | <b>5</b>                     | <b>3</b>                 | <b>37</b> | <b>1,00</b>                                 | <b>Muy Alta</b>                |                         |

Más de 0.65 : Vulnerabilidad Muy Alta  
 De 0.50 a 0.64 : Vulnerabilidad Alta  
 De 0.35 a 0.49 : Vulnerabilidad Media  
 De 0.00 a 0.34 : Vulnerabilidad Baja



- b) **Distrito de Magdalena del Mar** - Ver Anexo VIII: Mapa N° V-1.2 – V-1.3: Mapa de Vulnerabilidad.

### **Vulnerabilidad por Exposición**

Con respecto al grado de vulnerabilidad por exposición, existen edificaciones puntuales, como también sectores vulnerables ante sismos, por la ubicación de edificaciones en suelos inestables y al borde del acantilado; ocupación espontánea de terrenos no compatibles para vivienda y construcciones por autoconstrucción, sin orientación técnica normativa.

### **Edificaciones Puntuales**

En el trabajo de campo efectuado se ha detectado, en la plataforma superior, construcciones vulnerables por exposición. Una vivienda ubicada en el Malecón Castañola, al borde del acantilado; dos manzanas ubicadas al borde del acantilado, en una de ellas ubicada en el Jr. Diego Ferrer se ubican los Hoteles Inkari y Megamar, la otra manzana ubicada al costado del Puericultorio Pérez Aranibar, constituida solo por viviendas. El muro del Puericultorio Pérez Aranibar (bajada a la playa), donde se observa que presenta un fuerte proceso de erosión hídrica. El A. H. Medalla Milagrosa, ubicada en una zona inadecuada, por su reducida área y en lo que corresponde al acantilado; este asentamiento se ha desarrollado al margen de las normas urbanísticas, con alta densidad y accesos reducidos y de fuerte pendiente (escaleras).

### **Plataforma Superior**

#### **i. Densidades Urbanas**

Se ha observado que actualmente en el distrito de Magdalena del Mar, no se puede opinar de una superioridad de número de edificios de determinada densidad. De acuerdo al Mapa levantado sobre altura de edificación, la densidad baja, media y alta, son casi iguales; anotando que frente al Malecón Grau y la Av. Del Ejército se está consolidando una densidad muy alta, edificios de 17 pisos.

En Magdalena se ubica el A.H. La Medalla Milagrosa, que por la ubicación y distribución de las construcciones presentan una densidad alta, pero por el número de pisos que predominan, representa una densidad media.

#### **ii. Materiales de Construcción y Estado de Conservación**

El ladrillo es el material de construcción que predomina en el distrito de Magdalena del Mar, encontrándose en buen estado de conservación la mayoría de las construcciones.

Frente al Malecón Castañola, existe un grupo de viviendas que se encuentran en mal estado de conservación, donde influye el clima y la falta de mantenimiento por parte de los propietarios.

En el A.H. Medalla Milagrosa, la mayoría de las construcciones se encuentran en buen estado de conservación, pero el problema es estructural al haber sido construidas por autoconstrucción y sin asesoría técnica.

#### **iii. Estratos Sociales**

El estrato social que predomina en Magdalena es el C, con excepción del A.H. Medalla Milagrosa donde puede establecerse el estrato social C y D.

#### **iv. Líneas y Servicios Vitales**

##### **Líneas de Agua y Desagüe**

La cobertura de agua y desagüe cubre el 100% de la población. La falla en una estación de bombeo puede crear problemas, como inundación de aguas negras en las calles y viviendas.

##### **Líneas de Electricidad y Comunicaciones**

El 100% de la población tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

##### **Accesibilidad y Circulación**

En el distrito de Magdalena del Mar las vías principales, que integran con los otros distritos que conforman la Costa Verde son el Jr. Salaverry, que la conecta con San Miguel, y la Av. del Ejército, que la conecta con el distrito de San Isidro.

##### **Servicios Vitales**

En esta plataforma superior, en el ámbito de la Costa Verde, no existe ningún servicio vital, pero se encuentra muy próximo el Hospital Larco Herrera, que podría asistir a la población en caso de ocurrir un evento natural.

Con relación a los servicios de comunicación, se dispone de sistemas telefónicos, sistemas de teléfonos celulares, acceso a radios, televisión, redes sociales vía internet, etc.

#### **v. Actividad Económica**

La actividad económica se está consolidando a lo largo de la Av. Del Ejército, con comercio local, tiendas de artículos de primera necesidad. Igualmente, al interior de la plataforma superior, existen restaurantes, (4) hoteles y comercio local (panaderías, tiendas de abarrotes, bazares, etc.).

#### **vi. Lugares de Concentración Pública**

Los lugares de mayor concentración pública son el Coliseo Chamochoy, los parques públicos infantiles, implementados en el malecón, los centros educativos nacionales y particulares.

En esta plataforma se ubica el Puericultorio Pérez Aranibar, propiedad de la Beneficencia de Lima Metropolitana, sobre 14 Has, en funcionamiento, teniendo a su cargo cerca de 300 niños.

En un extremo desarrolla sus funciones el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD.

#### **vii. Patrimonio Histórico**

En esta plataforma de Magdalena no existen monumentos históricos ni ambientes urbanos monumentales.

#### **Plataforma Inferior**

Área ganada al mar, se viene implementando infraestructura vial, escaleras que son accesos a la plataforma superior y áreas verdes de recreación pasiva y otros implementados con juegos infantiles. Cuenta con los accesos vehiculares Sucre y Marbella que integran a Magdalena con los demás distritos, viniendo por la Av. Circuito de Playas.

**Cuadro N° 114. Vulnerabilidad por exposición de infraestructura - Distrito Magdalena del Mar/Costa Verde.**

|                          | ÁREA VULNERABLE   | PELIGRO NATURAL |         |                         |                |           |                |                  |         | VULNERABILIDAD | ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD  |   |
|--------------------------|---|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-----------|----------------|------------------|---------|----------------|--|---|
|                          |   | Sismo           | tsunami | Lluvias extraordinarias | Deslizamientos | Derrumbes | Caída de rocas | Desprendimientos | Erosión |                |  | Inundaciones  |
| <b>Magdalena del Mar</b> | Vivienda ubicada en Malecón Castañola   | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       |                | Ubicada al borde del acantilado.   | Ubicación en suelo inestable (relleno)                                      |
|                          | Coliseo Chamochoy - Jr. López de Solís, c.2                                       | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       |                | Ubicado sobre área con relleno.  |   |
|                          | Manzana - Jr. Diego Ferrer (2 hoteles, viviendas, venta de gas)                   | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       |                | Ubicada al borde del acantilado.   | Ubicación en suelo inestable (relleno)                                      |
|                          | Manzana – costado de Puericultorio Pérez Aranibar (viviendas, terreno desocupado) | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       |                | Ubicada al borde del acantilado.   | Ubicación en suelo inestable (relleno)                                      |
|                          | A.H. Medalla Milagrosa – entre c.10 y 11 de Av. Del Ejército.                     | X               |         | X                       | X              | X         |                |                  | X       |                | Ubicada sobre área con relleno, sin licencia de construcción, hacinada y tugurizada. RDA | Ubicación en suelo inestable (relleno), construido al margen de las normas. |
|                          | Tramo – Bajada a Mar Bella - Altura Puericultorio Pérez Aranibar                  | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |         |                | Construida al pie del acantilado   | Acantilado inestable.   |
|                          | Tramo – Bajada a Mar Bella - Altura Puericultorio Pérez Aranibar                  | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |         |                | Construida al pie del acantilado   | Acantilado inestable.   |
|                          | Plataforma superior –Malecón Castañola – sector oeste                             | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Mal estado de conservación por efectos del clima   | Viviendas antiguas  |
|                          | Plataforma superior - área urbana   | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Minoría de edificaciones en regular estado de conservación.                              | Mayoría de construcciones en buen estado de conservación.                   |
|                          | Plataforma inferior – infraestructura de escaleras y de recreación pública.       |                 | X       |                         |                |           |                |                  |         |                | Ubicada en la playa  | Ubicación en zona baja sobre el nivel del mar suelo inestable (relleno)     |

**Cuadro N° 115. Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Magdalena del Mar.**

| MAGDALENA DEL MAR | AREA VULNERABLE   | VULNERABILIDAD         |                   |                    |                        |                    |                                  |                         |                              |                          | VULNERABILIDAD TOTAL (A+B+C+D+E+F+G+H+I) | PONDERACION Escala de 0 a 1 | NIVEL DE VULNERABILIDAD |
|-------------------|---|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|
|                   |   | VIVIENDA               |                   |                    |                        |                    | LINEAS DE SERVIDORES VITALES (E) | ACTIVIDAD ECONOMICA (G) | LUGARES DE CONCENTRACION (H) | PATRIMONIO HISTORICO (I) |  |                             |                         |
|                   |   | DENSIDAD POBLACION (A) | DE CONSTRUCC. (B) | DE EDIFICACION (C) | ESTADO DE CONSERV. (D) | ESTRATO SOCIAL (E) |                                  |                         |                              |                          |  |                             |                         |
|                   | Vivienda ubicada en Malecón Castañola   | 3                      | 3                 | 1                  | 5                      | 5                  | 0                                | 0                       | 0                            | 0                        | 17                                       | 0,50                        |                         |
|                   | Coliseo Chamocho - Jr. López de Solís, c.2  | 0                      | 1                 | 1                  | 1                      | 0                  | 0                                | 0                       | 5                            | 0                        | 8  | 0,24                        |                         |
|                   | Manzana Jr. Diego Ferrer Viviendas  | 0                      | 4                 | 3                  | 5                      | 4                  | 0                                | 5                       | 5                            | 0                        | 26                                       | 0,76                        |                         |
|                   | Manzana - Jr. Diego Ferrer Venta de Gas   | 2                      | 5                 | 1                  | 5                      | 4                  | 0                                | 0                       | 0                            | 0                        | 17                                       | 0,50                        |                         |
|                   | Manzana – costado de Puericultorio Pérez Aranibar (viviendas, terreno desocupado) | 1                      | 2                 | 2                  | 3                      | 3                  | 0                                | 0                       | 0                            | 0                        | 11                                       | 0,32                        |                         |
|                   | A.H. Medalla Milagrosa – entre c.10 y 11 de Av. Del Ejército.                     | 3                      | 5                 | 3                  | 5                      | 5                  | 0                                | 4                       | 0                            | 0                        | 25                                       | 0,74                        |                         |
|                   | Plataforma Superior - Área Urbana   | 2                      | 1                 | 2                  | 1                      | 2                  | 0                                | 2                       | 5                            | 0                        | 15                                       | 0,44                        |                         |
|                   | <b>PUNTAJE MAXIMO</b>   | <b>3</b>               | <b>5</b>          | <b>3</b>           | <b>5</b>               | <b>5</b>           | <b>3</b>                         | <b>5</b>                | <b>5</b>                     | <b>3</b>                 | <b>34</b>                                | <b>1,00</b>                 |                         |

Más de 0.65 : Vulnerabilidad Muy Alta  
 De 0.50 a 0.64 : Vulnerabilidad Alta  
 De 0.35 a 0.49 : Vulnerabilidad Media  
 De 0.00 a 0.34 : Vulnerabilidad Baja



c) **Distrito de San Isidro** - Ver Anexo VIII: Mapa N° V-1.3: Mapa de Vulnerabilidad.

**Vulnerabilidad por Exposición**

Con respecto al grado de vulnerabilidad, por exposición, solo existen edificaciones puntuales vulnerables ante sismos por estar ubicadas en suelo inestable (relleno).

**Edificaciones Puntuales**

Por su ubicación sobre terrenos inestables, es vulnerable por exposición ante un sismo, las edificaciones de una manzana ubicada sobre el malecón. Estas edificaciones corresponden al local de Seguridad Ciudadana y Comisaria de San Isidro, Instituto de Rehabilitación Infantil, Centro de Salud San Isidro, Brigada Canina, Maestranza, Mercado y el Complejo Deportivo San Isidro.

**Plataforma Superior**

i. **Densidades Urbanas**

En la plataforma superior, se observa que el uso residencial que predomina es de densidad baja, RDB, con viviendas de uno y dos pisos, en menor proporción existen edificaciones de 3 y 4 pisos – densidad media RDM.

Con frente al malecón también predominan los edificios de densidad media.

ii. **Materiales de Construcción y Estado de Conservación**

En San Isidro las construcciones son con ladrillo, encontrándose en buen estado de conservación.

iii. **Estratos Sociales**

El estrato social en esta sector de la Costa Verde, corresponde al B y A.

iv. **Líneas y Servicios Vitales**

**Líneas de Agua y Desagüe**

La cobertura de agua y desagüe cubre el 100% de la población. La falla en una estación de bombeo puede crear problemas, como inundación de aguas negras en las calles y viviendas.

**Líneas de Electricidad y Comunicaciones**

El 100% de la población tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

**Accesibilidad y Circulación**

En San Isidro la vía principal es la Av. Pérez Aranibar, que es la continuación de la Av. Del Ejército y que comunica San Isidro con Magdalena y Miraflores.

**Servicios Vitales**

Existen el Centro de Salud San Isidro y El Instituto de Rehabilitación Infantil, que podrían asistir a la población en caso de presentarse un evento natural.

Con relación a los servicios de comunicación, se dispone de sistemas telefónicos, sistemas de teléfonos celulares, radio, televisión y redes sociales vía internet.

v. **Actividad económica**

La actividad económica sobresale a lo largo de la Av. Pérez Aranibar, que se verían interrumpidas en caso de desastre, produciéndose pérdidas en la producción, en la medida de que dicha interrupción se prolongue. Se ha observado la ubicación de una pollería, venta

de ropa, panadería, tiendas de artículos de primera necesidad. Igualmente venta de carros y otras empresas privadas.

vi. **Lugares de Concentración Pública.**

El lugar de mayor concentración pública es el Complejo Deportivo San Isidro. Como equipamiento, encontramos el C.E. María Reiche y respecto a la recreación pública, existen parques y otras áreas verdes implementadas en el malecón, inclusive con juegos mecánicos para niños.

vii. **Patrimonio Histórico**

Este sector de San Isidro no tiene monumentos históricos ni ambientes urbanos monumentales

viii. **Plataforma Inferior**

En la plataforma inferior San Isidro no ha ejecutado ningún tipo de obra.

**Cuadro N°116. Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito San Isidro/Costa Verde.**

|                   | ÁREA VULNERABLE                             | PELIGRO NATURAL |         |                         |                |           |                |                  |         |              | VULNERABILIDAD  | ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD                            |
|-------------------|---|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-----------|----------------|------------------|---------|--------------|---|--|
|                   |   | Sismo           | tsunami | Lluvias extraordinarias | Deslizamientos | Derrumbes | Caída de rocas | Desprendimientos | Erosión | Inundaciones |   |  |
| <b>San Isidro</b> | Maestranza – Av. Augusto Pérez Aranibar c.5 | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X       |              | Ubicada sobre área con relleno                                    | Ubicación en suelo inestable (relleno)                 |
|                   | Cía. de Bomberos                            | X               |         |                         |                |           |                |                  |         |              |   |  |
|                   | Comisaria de San Isidro                     | X               |         |                         |                |           |                |                  |         |              |   |  |
|                   | Mercado Municipal                           | X               |         |                         |                |           |                |                  |         |              |   |  |
|                   | Centro de Salud San Isidro                  | X               |         |                         |                |           |                |                  |         |              |   |  |
|                   | Instituto de Rehabilitación Infantil        | X               |         |                         |                |           |                |                  |         |              |   |  |
|                   | Seguridad Ciudadana                         | X               |         |                         |                |           |                |                  |         |              |   |  |
|                   | Plataforma superior - área urbana           | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |              | Vulnerabilidad baja por características físicas de edificaciones. | Todas las edificaciones en buen estado de conservación |

**Cuadro N° 117. Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de San Isidro**

| SAN ISIDRO            | AREA VULNERABLE                             | VULNERABILIDAD         |                            |                           |                        |                    |                           |                         |                            |                          |  | NIVEL DE VULNERABILIDAD |                             |
|-----------------------|---|------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|
|                       |   | VIVIENDA               |                            |                           |                        |                    | LÍNEAS Y SER. VITALES (F) | ACTIVIDAD ECONÓMICA (G) | LUGARES DE CONCENTRAC. (H) | PATRIMONIO HISTÓRICO (I) | VULNERABILIDAD TOTAL (A+B+C+D+E+F+G+H+I) |                         | PONDERACION Escala de 0 a 1 |
|                       |   | DENSIDAD POBLACION (A) | MATERIAL DE CONSTRUCC. (B) | ALTURA DE EDIFICACIÓN (C) | ESTADO DE CONSERV. (D) | ESTRATO SOCIAL (E) |                           |                         |                            |                          |  |                         |                             |
|                       | Maestranza – Av. Augusto Pérez Aranibar c.5 | 0                      | 3                          | 2                         | 4                      | 0                  | 0                         | 5                       | 5                          | 0                        | 19                                       | 0,56                    |                             |
|                       | Cía. de Bomberos                            | 0                      | 3                          | 1                         | 3                      | 0                  | 0                         | 0                       | 0                          | 0                        | 7  | 0,21                    |                             |
|                       | Essalud                                     | 0                      | 3                          | 1                         | 3                      | 0                  | 0                         | 3                       | 5                          | 0                        | 15                                       | 0,44                    |                             |
|                       | Posta Medica                                | 0                      | 3                          | 1                         | 3                      | 0                  | 0                         | 3                       | 5                          | 0                        | 15                                       | 0,44                    |                             |
|                       | Seguridad Ciudadana                         | 0                      | 3                          | 1                         | 3                      | 0                  | 0                         | 0                       | 0                          | 0                        | 7  | 0,21                    |                             |
|                       | Club Orrantia                               | 0                      | 3                          | 1                         | 3                      | 0                  | 0                         | 5                       | 5                          | 0                        | 17                                       | 0,50                    |                             |
|                       | Plataforma Superior - Área Urbana           | 1                      | 1                          | 1                         | 1                      | 1                  | 0                         | 4                       | 4                          | 0                        | 13                                       | 0,38                    |                             |
| <b>PUNTAJE MAXIMO</b> |   | <b>3</b>               | <b>5</b>                   | <b>3</b>                  | <b>5</b>               | <b>5</b>           | <b>3</b>                  | <b>5</b>                | <b>5</b>                   | <b>3</b>                 | <b>34</b>                                | <b>1,00</b>             |                             |

Más de 0.65 : Vulnerabilidad Muy Alta

De 0.50 a 0.64 : Vulnerabilidad Alta

De 0.35 a 0.49 : Vulnerabilidad Media

De 0.00 a 0.34 : Vulnerabilidad Baja



- a) **Distrito de Miraflores** - Ver Anexo VIII: Mapa N° V-1.4 - V-1.5: Mapa de Vulnerabilidad.

### **Vulnerabilidad por Exposición**

Con respecto al grado de vulnerabilidad, por exposición, existen edificaciones puntuales, vulnerables ante tsunamis.

### **Edificaciones Puntuales**

Por su ubicación sobre la playa, son vulnerables por exposición ante fenómenos naturales (tsunamis) el Centro Comercial Larcomar, construido a medio nivel del acantilado; en la plataforma inferior se ubica el Restaurante Rosa Náutica, Makaha; asimismo otras instalaciones como Muelle Uno (de espectáculos), y clubs sociales deportivos como El Terrazas, Pacífico Club y Waikiki,

### **Plataforma Superior**

#### **i. Densidades Urbanas**

En la plataforma superior, se ha observado con frente al malecón una dinámica de cambio de densidad alta a muy alta densidad.

Se presentan edificios en la Av. La Paz, Av. Juan Fanning, calles 28 de Julio, Madrid, Manuel Tovar, a partir de esta calle, con frente a la Costa Verde existen edificios que tienen hasta 20 pisos.

De acuerdo al Mapa de Zonificación, la densidad baja se encuentra frente a las Av. Mendiburu y Pérez Aranibar, hasta llegar a la Av. José Pardo. En los otros sectores de Miraflores existe por igual RDB, RDM, RDA Y RDMA.

#### **ii. Materiales de Construcción y Estado de Conservación**

El material predominante es el ladrillo, encontrándose las edificaciones en buen estado de conservación. Muchas casas se están ofertando en venta.

#### **iii. Estratos Sociales**

El estrato social, corresponde a las clases B y A

#### **iv. Líneas y Servicios Vitales**

Líneas de Agua y Desagüe.

La cobertura de agua y desagüe cubre el 100% de la población.

#### **Líneas de Electricidad y Comunicaciones.**

El 100% de la población tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

#### **Accesibilidad y Circulación.**

En Miraflores las vías principales son la Av. Pérez Aranibar, De la Aviación y Av. Armendáriz, que comunican este sector con San Isidro y Barranco.

Cuenta con accesos vehiculares a la playa, como la Bajada Balta y la Quebrada de Armendáriz; y peatonales que desembocan, en la plataforma inferior, donde se ubican importantes instalaciones, como el Muelle Uno, Redondo, Costa Verde y Makaha.

#### **Servicios Vitales**

En la plataforma superior se ubica la Clínica Good Hope, único servicio vital, que podría asistir a la población en caso de presentarse un evento natural.

Con relación a los servicios de comunicación, se dispone de sistemas telefónicos, sistemas de teléfonos celulares, radio, televisión y redes sociales vía internet.

v. **Actividad económica**

Existe gran diversidad de comercio, este se desarrolla de preferencia a lo largo de la Av. Gral. Mendiburu, Pedro Valdez y Pérez Aranibar. Se localizan muchas tiendas comerciales, restaurantes, bancos, 2 hoteles, y empresas particulares, como Herbal Life.

Estas actividades se verían interrumpidas en caso de desastre, produciéndose pérdidas en la producción, en la medida de que dicha interrupción se prolongue.

vi. **Lugares De Concentración Pública.**

El Estadio Manuel Bonilla, el Complejo Deportivo Chino Vásquez, un Coliseo, el Club Deportivo de Miraflores (Federación de Tenis), son los lugares de mayor concentración de público, también se encuentra la Iglesia Virgen de Fátima.

Como equipamiento se encuentran los C.E. Mater Purísima y Virgen de Fátima y el Centro Pre Universitario Ricardo Palma; igualmente la Clínica Good Hope y muchos parques en buen estado de conservación.

vii. **Patrimonio Histórico**

Este sector de Miraflores no tiene monumentos históricos ni ambientes urbanos monumentales.

**Plataforma Inferior**

En este sector de Miraflores se ubica el Restaurante Rosa Náutica en la playa Makaha; asimismo otras instalaciones, como Muelle Uno (de espectáculos), y clubes sociales deportivos como El Terrazas, Pacífico Club y Waikiki, infraestructura vial y las playas Los Delfines, Tres Picos, La Pampilla, Wakaha, Redondo y La Estrella.

**Cuadro N°118. Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito de Miraflores/Costa Verde**

|            | ÁREA VULNERABLE  | PELIGRO NATURAL |         |                         |                |           |                |                  | VULNERABILIDAD | ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD |   |  |
|------------|--|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-----------|----------------|------------------|----------------|-----------------------------|---|--|
|            |  | Sismo           | tsunami | Lluvias extraordinarias | Deslizamientos | Derrumbes | Caída de rocas | Desprendimientos |                |                             | Erosión   | Inundaciones   |
| Miraflores | El frente del Coliseo Bonilla, Av. Del Ejercito c.1                | X               |         | X                       | X              | X         |                | X                | X              |                             | Asentamiento del suelo.   | Ubicación en suelo inestable.                          |
|            | Calle Porta – Calle Ocharán (tramo de pista y viviendas afectadas) | X               |         | X                       |                |           |                |                  | X              |                             | Asentamiento del suelo.   |  |
|            | Zona baja: Pacifico Club   | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |                |                             | Construido sobre la playa.  | Ubicación en zona baja sobre el nivel del mar.         |
|            | Zona baja: Club Waikiki  | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |                |                             | Construido sobre la playa.  |  |
|            | Zona baja: Club Tenis Las Terrazas                                 | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |                |                             | Construido sobre la playa.  |  |
|            | Zona baja: Restaurante La Rosa Náutica                             | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |                |                             | Construido sobre la playa.  |  |
|            | Centro Comercial Larcomar  | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |                |                             | Construida en el acantilado.                                      |  |
|            | Tramos de Av. Circuito de Playas – Sector Norte (4)                | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |                |                             | Construida al pie del acantilado                                  | Acantilado inestable.                                  |
|            | Tramo de Av. Circuito de Playas – Altura Playa la Pampilla II      | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |                |                             | Construida al pie del acantilado                                  | Acantilado inestable.                                  |
|            | Tramos de Av. Circuito de Playas – Altura Playa Redondo.           | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |                |                             | Construida al pie del acantilado                                  | Acantilado inestable.                                  |
|            | Tramos de Av. Circuito de Playas – Extremo Sur de Larcomar         | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |                |                             | Construida al pie del acantilado                                  | Acantilado inestable.                                  |
|            | Plataforma superior - área urbana                                  | X               |         | X                       |                |           |                |                  |                |                             | Vulnerabilidad baja por características físicas de edificaciones. | Todas las edificaciones en buen estado de conservación |

**Cuadro N° 119. Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Miraflores**

| MIRAFLORES | AREA VULNERABLE  | VULNERABILIDAD |                   |                |                |                 |                                |                         |                              |                          | VULNERABILIDAD TOTAL (A+B+C+D+E+F+G+H+I) | PONDERACION Escala de 0 a 1 | NIVEL DE VULNERABILIDAD |
|------------|--|----------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|
|            |  | VIVIENDA       |                   |                |                |                 | LINEAS Y SERVICIOS VITALES (F) | ACTIVIDAD ECONOMICA (G) | LUGARES DE CONCENTRACION (H) | PATRIMONIO HISTORICO (I) |  |                             |                         |
|            |  | AD POCBLA C.   | AL DE CONST RUCC. | DE EDIFICACION | O DE CONSE RV. | ESTRAT O SOCIAL |                                |                         |                              |                          |  |                             |                         |
|            | Coliseo Bonilla, Av. Del Ejercito c.1                              | 0              | 2                 | 1              | 2              | 0               | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 15                                       | 0,44                        |                         |
|            | Calle Porta – Calle Ocharán (tramo de pista y viviendas afectadas) | 1              | 1                 | 3              | 3              | 0               | 0                              | 0                       | 0                            | 0                        | 8  | 0,24                        |                         |
|            | Zona baja: Pacifico Club   | 0              | 1                 | 1              | 1              | 0               | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 13                                       | 0,38                        |                         |
|            | Zona baja: Club Waikiki  | 0              | 1                 | 1              | 1              | 0               | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 13                                       | 0,38                        |                         |
|            | Zona baja: Club Tenis Las Terrazas                                 | 0              | 1                 | 1              | 1              | 0               | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 13                                       | 0,38                        |                         |
|            | Zona baja: Restaurante La Rosa Náutica                             | 0              | 1                 | 1              | 1              | 0               | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 13                                       | 0,38                        |                         |
|            | Centro Comercial Larcomar  | 0              | 1                 | 2              | 1              | 0               | 0                              | 5                       | 5                            | 0                        | 14                                       | 0,41                        |                         |
|            | Plataforma superior - área urbana                                  | 2              | 1                 | 2              | 1              | 1               | 0                              | 3                       | 3                            | 0                        | 13                                       | 0,38                        |                         |
|            | <b>PUNTAJE MAXIMO</b>  | <b>3</b>       | <b>5</b>          | <b>3</b>       | <b>5</b>       | <b>5</b>        | <b>3</b>                       | <b>5</b>                | <b>5</b>                     | <b>3</b>                 | <b>34</b>                                | <b>1,00</b>                 |                         |

Más de 0.65 : Vulnerabilidad Muy Alta

De 0.50 a 0.64 : Vulnerabilidad Alta

De 0.35 a 0.49 : Vulnerabilidad Media

De 0.00 a 0.34 : Vulnerabilidad Baja



b) **Distrito de Barranco** - Ver Anexo VIII: Mapa N° V-1.5 – V-1.6: Mapa de Vulnerabilidad.

### **Vulnerabilidad por Exposición**

Con respecto al grado de vulnerabilidad, por exposición, existen edificaciones puntuales, vulnerables ante tsunamis; edificios construidos al borde del acantilado, vulnerables ante sismos y otros sectores que más adelante se explican.

### **Edificaciones Puntuales**

En la plataforma inferior de Barranco, se ubican, los Restaurantes Rústica, Cala, Costa Verde y Boulevard Bordemar, por inaugurarse; así mismo la Marina Club; edificaciones construidas sobre la playa, vulnerables por exposición ante un tsunami.

Se han construido edificios (Proyecto Infinity, Proyecto Quebrada de Barranco, Edificio Aquamarina y Edificio Bresciani), de gran altura sobre la plataforma alta y acantilado de la Costa Verde de Barranco, considerado espacio público y declarado intangible. Estas construcciones generan sobrecarga y debilitamiento del talud, alteración del ecosistema natural del acantilado, del paisaje urbano, de la visual hacia el mar y pérdida de parte del espacio público declarado intangible. Estos edificios son vulnerables por exposición ante sismos.

### **Plataforma Superior**

#### **i. Densidades Urbanas**

En la plataforma superior, se ha observado con frente al malecón una dinámica de cambio de densidad alta a muy alta densidad, con la construcción de edificios con más de 8 pisos de altura.

De acuerdo al Mapa de Alturas de Edificación, existe por igual RDB, RDM, RDA Y RDMA, ubicándose la densidad RDMA (más de 9 pisos), en los Jirones 28 de Julio, Merino Melgar, Centenario y Pedro Martinto. Con frente al malecón predominan las construcciones de 5 a 8 pisos.

Con las construcciones altas se genera alteración del perfil arquitectónico de la zona histórica de Barranco, donde sólo se permite construir edificios hasta de cuatro pisos, afecta el carácter y valor monumental del centro histórico y ambientes urbanos monumentales.

#### **ii. Materiales de Construcción y Estado de Conservación**

El material predominante es el ladrillo, y como ya se ha mencionado anteriormente, Barranco se caracteriza por sus casonas antiguas, muchas de ellas bien conservadas pero también algunas se encuentran en regular estado de conservación, de preferencia las ubicadas en el Jr., Pérez Roca y Sáenz Peña, también por la Calle Junín.

#### **iii. Estratos Sociales**

En este sector de Barranco, encontramos estratos sociales C, B y A.

#### **iv. Líneas y Servicios Vitales**

##### **Líneas de Agua y Desagüe**

La cobertura de agua y desagüe cubre el 100% de la población.

##### **Líneas de Electricidad y Comunicaciones**

El 100% de la población tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

### **Accesibilidad y Circulación**

En la plataforma superior de Barranco, las vías principales son la Av. San Martín, que está calificada como vía Colectora y la Av. Pedro de Osma. Cuenta con accesos vehiculares a la playa, como la Quebrada de Armendáriz, y peatonal, como la Bajada a los Baños de Barranco, que desembocan en la plataforma inferior.

### **Servicios Vitales**

En este sector de la Costa Verde no se ubica ningún servicio vital. Con relación a los servicios de comunicación, se dispone de sistemas telefónicos, sistemas de teléfonos celulares, radio, televisión y redes sociales vía internet.

#### **v. Actividad Económica**

No existe movimiento comercial en este sector, con excepción de la Bajada a los Baños, donde se han ubicado restaurantes y tiendas, en ambos márgenes de la vía, algunas construidas en material noble y otras de adobe y madera. Se ha observado que una construcción presenta vulnerabilidad por exposición ante sismos o deslizamiento, por estar construida pegada al acantilado. Asimismo la Bajada de los Baños, por ser angosta en su sección transversal y donde acude gran cantidad de gente, deviene en vulnerable ante eventos naturales.

#### **vi. Lugares De Concentración Pública**

El Estadio Municipal Luis G. Chipoco y el Barranco Tennis Club, son los lugares de mayor concentración de público, también concentra público la Iglesia La Ermita.

Como equipamiento tenemos el Colegio Parroquial Santa Rosa, el C.E. Don Bosco, el Centro de Formación en Turismo, la Municipalidad de Barranco, el Museo Pedro de Osma y el parque Confraternidad, que se encuentra en buen estado de conservación.

#### **vii. Patrimonio Histórico**

Muchos sectores de Barranco están declarados Zonas Monumentales incluyendo a La Iglesia Ermita también declarada Monumento Histórico.

### **Plataforma Inferior**

Como sucede en Miraflores y Chorrillos, en Barranco se han ocupado playas intangibles con edificaciones comerciales, restaurantes, boulevard comercial, flota de yates, policía nacional, entre otros. En Barranco se ubican las playas La Cascada, Barranquito y los Pavos.

**Cuadro N°120. Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura - Distrito Barranco/Costa Verde**

|                 | ÁREA VULNERABLE  | PELIGRO NATURAL |         |                         |                |           |                |                  |         | VULNERABILIDAD | ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD  |  |
|-----------------|--|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-----------|----------------|------------------|---------|----------------|--|--|
|                 |  | Sismo           | tsunami | Lluvias extraordinarias | Deslizamientos | Derrumbes | Caída de rocas | Desprendimientos | Erosión |                |  | Inundaciones   |
| <b>Barranco</b> | Zona baja: Boulevard Bordemar (por inaugurarse)            | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.   | Ubicación en zona baja sobre el nivel del mar.                                 |
|                 | Zona baja: Restaurante Cala                                | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.   |  |
|                 | Zona baja: Restaurante Rustica                             | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.   |  |
|                 | La Marina Club   | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.   |  |
|                 | Edificios (al borde del acantilado).                       | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construidos al borde del acantilado  |  |
|                 | Malecón Pazos, entre Calle Colina – A. Ugarte              | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Viviendas y vía afectada.  | Expansividad del Suelo   |
|                 | Malecón Pazos, entre Jr. 28 de Julio – Pasaje La Valle     | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Viviendas y vía afectada.  |  |
|                 | Malecón Pazos, entre José Diez Canseco y Jr. Montero Rosas | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |         |                | Vía afectada.  |  |
|                 | Malecón Pazos, entre Carlos Zegarra y Av. Sáenz Peña.      | X               |         | X                       |                | X         | X              |                  |         |                | Viviendas y vía afectada.  |  |
|                 | Plataforma superior - área urbana                          | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Vulnerabilidad baja por características físicas de edificaciones, media por seguridad. | Todas las edificaciones en buen estado de conservación – accesos restringidos. |

**Cuadro N° 121. Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Barranco.**

| BARRANCO              | AREA VULNERABLE  | VULNERABILIDAD         |                            |                           |                        |                    |                                 |                         |                              |                          | VULNERABILIDAD TOTAL<br>(A+B+C+D+E+F+G+H+I) | PONDERACION<br>Escala de 0 a 1 | NIVEL DE VULNERABILIDAD |
|-----------------------|--|------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|-------------------------|
|                       |  | VIVIENDA               |                            |                           |                        |                    | LÍNEAS Y SERVIDORES VITALES (F) | ACTIVIDAD ECONÓMICA (G) | LUGARES DE CONCENTRACION (H) | PATRIMONIO HISTÓRICO (I) |   |                                |                         |
|                       |  | DENSIDAD POBLACION (A) | MATERIAL DE CONSTRUCC. (B) | ALTURA DE EDIFICACIÓN (C) | ESTADO DE CONSERV. (D) | ESTRATO SOCIAL (E) |                                 |                         |                              |                          |   |                                |                         |
|                       | Zona baja: Boulevard Bordemar (por inaugurarse)            | 0                      | 0                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                               | 5                       | 5                            | 0                        | 12  | 0,35                           |                         |
|                       | Zona baja: Restaurante Cala                                | 0                      | 1                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                               | 5                       | 5                            | 0                        | 13  | 0,38                           |                         |
|                       | Zona baja: Restaurante Rustica                             | 0                      | 1                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                               | 5                       | 5                            | 0                        | 13  | 0,38                           |                         |
|                       | La Marina Club   | 0                      | 1                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                               | 5                       | 5                            | 0                        | 13  | 0,38                           |                         |
|                       | Edificios (al borde del acantilado).                       | 3                      | 1                          | 3                         | 3                      | 5                  | 0                               | 0                       | 0                            | 0                        | 12  | 0,35                           |                         |
|                       | Ermita   | 0                      | 5                          | 2                         | 5                      | 0                  | 0                               | 0                       | 0                            | 3                        | 15  | 0,44                           |                         |
|                       | Plataforma superior - área urbana                          | 2                      | 2                          | 1                         | 3                      | 2                  | 0                               | 2                       | 4                            | 3                        | 17  | 0,50                           |                         |
|                       | Malecón Pazos, entre Calle Colina – A. Ugarte              | 0                      | 1                          | 0                         | 3                      | 0                  | 0                               | 0                       | 5                            | 3                        | 12  | 0,35                           |                         |
|                       | Malecón Pazos, entre Jr. 28 de Julio – Pasaje La Valle     | 0                      | 1                          | 0                         | 3                      | 0                  | 0                               | 0                       | 5                            | 3                        | 12  | 0,35                           |                         |
|                       | Malecón Pazos, entre José Diez Canseco y Jr. Montero Rosas | 0                      | 1                          | 0                         | 3                      | 0                  | 0                               | 0                       | 5                            | 3                        | 12  | 0,35                           |                         |
|                       | Malecón Pazos, entre Carlos Zegarra y Av. Sáenz Peña.      | 0                      | 1                          | 0                         | 3                      | 0                  | 0                               | 0                       | 5                            | 3                        | 12  | 0,35                           |                         |
|                       | Edificaciones en bajada de los baños                       | 0                      | 1                          | 2                         | 3                      | 5                  | 0                               | 5                       | 0                            | 3                        | 19  | 0,56                           |                         |
| <b>PUNTAJE MAXIMO</b> |  | <b>3</b>               | <b>5</b>                   | <b>3</b>                  | <b>5</b>               | <b>5</b>           | <b>3</b>                        | <b>5</b>                | <b>5</b>                     | <b>3</b>                 | <b>34</b>                                   | <b>1,00</b>                    |                         |

Más de 0.65 : Vulnerabilidad Muy Alta

De 0.50 a 0.64 : Vulnerabilidad Alta

De 0.35 a 0.49 : Vulnerabilidad Media

De 0.00 a 0.34 : Vulnerabilidad Baja



e) **Distrito de Chorrillos** - Ver Anexo VIII: Mapa N° V-1.6 – V-1.7: Mapa de Vulnerabilidad.

### **Vulnerabilidad por Exposición**

Con respecto al grado de vulnerabilidad, por exposición, existen edificaciones puntuales, vulnerables ante tsunamis.

### **Edificaciones Puntuales**

En la plataforma inferior de Chorrillos se ubican, el Restaurante Regatas Lima y Norkys y en una superficie más elevada, sobre una plataforma rocosa el Restaurante El Salto del Fraile, los mismos que resultan vulnerables ante la ocurrencia de un tsunami. Igualmente se observa a la altura de la Playa de La Herradura, pequeños locales comerciales y el edificio Las Gaviotas, constituyéndose en vulnerables ante la ocurrencia de un tsunami.

### **Plataforma Superior**

#### **i. Densidades Urbanas**

En la plataforma superior, se observa la construcción de edificios pero no con la dinámica observada en otros sectores de otros distritos del ámbito de la Costa Verde.

De acuerdo al Mapa de Alturas de Edificación, predomina la densidad baja RDB, pero en la Av. Lima con Calle Tenderini, se está construyendo edificios de densidad muy alta RDMA, de más de 9 pisos de altura. Igualmente existen pocos sectores donde se está construyendo edificios de densidad alta, RDA, de 5 a 8 pisos, como frente a la Av. Malecón Grau.

#### **ii. Materiales de Construcción y Estado de Conservación**

El material predominante es el ladrillo, encontrándose las construcciones, con frente a la Av. Pedro de Osma, en buen estado de conservación. En el sector de la Av. Fray Martín, Calle Santa Teresa, las construcciones se encuentran en regular estado de conservación. Pegadas al cerro, a lo largo de la Calle Santa Rita, las construcciones se encuentran en mal estado de conservación.

A partir del túnel hacia el sector sureste, bordeando el Morro Solar - Monumento Histórico y el cerro Vilca, en la parte alta de las laderas, se han instalado entre otros los AA-HH informales, Gral. Iglesia, Miyashiro, Primero de Octubre y Nuevo Milenio, en condición precaria (madera, latas), que carecen de los servicios básicos de agua y desagüe; del equipamiento urbano, presentando dificultad en sus accesos. Estos AA.HH. son vulnerables por exposición ante sismos, por deslizamiento, derrumbes y erosión.

#### **iii. Estratos Sociales**

En este sector de Chorrillos, encontramos estratos sociales de E, D, C, B y A.

#### **iv. Líneas y Servicios Vitales**

##### **Líneas de Agua y Desagüe**

La cobertura de agua y desagüe cubre el 100% de la población de la zona consolidada, pero no de los AA.HH. que se están asentando actualmente.

##### **Líneas de Electricidad y Comunicaciones**

Al igual que el agua y el desagüe, el 100% de la población consolidada tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

##### **Accesibilidad y Circulación**

En la plataforma superior de Chorrillos, la vía principal es la Av. Pedro de Osma, que integra Chorrillos con Barranco.

Cuenta con dos accesos vehiculares a la playa, siendo uno a través del túnel y peatonal, por la Bajada Tenderini.

### **Servicios Vitales**

En este sector de la Costa Verde se ubica el Policlínico PN Chorrillos y la Estación de Bomberos. Con relación a los servicios de comunicación, se dispone de sistemas telefónicos, sistemas de teléfonos celulares, radio, televisión y redes sociales vía internet.

#### **v. Actividad Económica**

No existe movimiento comercial en la plataforma superior, salvo comercio local (panadería, bazar, tiendas pequeñas de artículos de primera necesidad).

#### **vi. Lugares De Concentración Pública**

El Estadio Municipal, el Club Chorrillos y la Iglesia Central son los lugares de mayor concentración de público.

Como equipamiento tenemos el Colegio Parroquial Cristo Rey, el C.E. Sagrado Corazón Chalet y C.E. Angélica Recharte,

#### **vii. Patrimonio Histórico**

En este sector de Chorrillos, comprende el Morro Solar que está declarado Monumento Histórico.

### **Plataforma Inferior**

Se han ocupado playas intangibles con edificaciones como el Club Regatas y el Restaurante Norkys, vulnerables ante un tsunami.

En Chorrillos se ubica la playa Agua Dulce.

**Cuadro N°122. Vulnerabilidad por exposición de edificaciones e infraestructura. Distrito Chorrillos- Costa Verde**

|                   | ÁREA VULNERABLE   | PELIGRO NATURAL |         |                         |                |           |                |                  |         | VULNERABILIDAD | ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD   |  |
|-------------------|---|-----------------|---------|-------------------------|----------------|-----------|----------------|------------------|---------|----------------|---|--|
|                   |   | Sismo           | tsunami | Lluvias extraordinarias | Deslizamientos | Derrumbes | Caída de rocas | Desprendimientos | Erosión |                |   | Inundaciones   |
| <b>Chorrillos</b> | A.H. Gral. Iglesias                                       | X               |         | X                       | X              | X         | X              | X                |         |                | Invasión, viviendas precarias. Parte alta.  | Ubicación en suelo inestable.  |
|                   | A.H. Miyashiro  | X               |         | X                       | X              | X         | X              | X                |         |                |   |  |
|                   | A.H. Nuevo Milenio  | X               |         | X                       | X              | X         | X              | X                |         |                |   |  |
|                   | A.H. Marcavilca   | X               |         | X                       | X              | X         | X              | X                |         |                |   |  |
|                   | Zona baja: Área Comercial – Playa la Herradura            | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.  | Ubicación en zona baja sobre el nivel del mar.                                 |
|                   | Zona baja: Restaurante El Salto del Fraile                | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.  |  |
|                   | Zona baja: Club Regatas Lima                              | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.  |  |
|                   | Zona baja: Restaurante Norkys                             | X               | X       | X                       |                |           |                |                  |         |                | Construido sobre la playa.  |  |
|                   | Av. Malecón Grau (frente al triangulo, altura de Regatas) | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Vía afectada.   | Expansividad del Suelo   |
|                   | Malecón : Pasaje Graña – Alejandro Freundt                | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Viviendas y vía afectada.   |  |
|                   | Malecón: Jr. Felipe Pardo – Jr. Barrionuevo               | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Viviendas y vía afectada.   |  |
|                   | Malecón: Av. Bolognesi – Adolfo Viera                     | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Viviendas y vía afectada.   |  |
|                   | Plataforma superior - área urbana                         | X               |         | X                       |                |           |                |                  |         |                | Vulnerabilidad baja por características físicas de edificaciones, media por accesos restringidos. | Todas las edificaciones en buen estado de conservación – accesos restringidos. |

**Cuadro Nº 123. Síntesis de Vulnerabilidad - Distrito de Chorrillos.**

| CHORRILLOS | AREA VULNERABLE   | VULNERABILIDAD       |                            |                           |                        |                    |                            |                         |                            |                          | VULNERABILIDAD TOTAL<br>(A+B+C+D+E+F+G+H+I) | PONDERACION<br>Escala de 0 a 1 | NIVEL DE VULNERABILIDAD |
|------------|---|----------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|-------------------------|
|            |   | VIVIENDA             |                            |                           |                        |                    | LÍNEAS Y SERV. VITALES (F) | ACTIVIDAD ECONÓMICA (G) | LUGARES DE CONCENTRAC. (H) | PATRIMONIO HISTÓRICO (I) |   |                                |                         |
|            |   | DENSIDAD POBLAC. (A) | MATERIAL DE CONSTRUCC. (B) | ALTURA DE EDIFICACIÓN (C) | ESTADO DE CONSERV. (D) | ESTRATO SOCIAL (E) |                            |                         |                            |                          |   |                                |                         |
|            | A.H. Gral. Iglesias                                       | 3                    | 5                          | 3                         | 5                      | 5                  | 3                          | 2                       | 0                          | 3                        | 26  | 0,76                           |                         |
|            | Zona baja: Área Comercial – Playa la Herradura            | 0                    | 2                          | 1                         | 2                      | 0                  | 0                          | 5                       | 5                          | 0                        | 15  | 0,44                           |                         |
|            | Zona baja: Restaurante El Salto del Fraile                | 0                    | 1                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                          | 5                       | 5                          | 0                        | 13  | 0,38                           |                         |
|            | Zona baja: Club Regatas Lima                              | 0                    | 1                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                          | 5                       | 5                          | 0                        | 13  | 0,38                           |                         |
|            | Zona baja: Restaurante Norkys                             | 0                    | 1                          | 1                         | 1                      | 0                  | 0                          | 5                       | 5                          | 0                        | 13  | 0,38                           |                         |
|            | Av. Malecón Grau (frente al triangulo, altura de Regatas) | 0                    | 2                          | 0                         | 1                      | 0                  | 0                          | 0                       | 5                          | 0                        | 8   | 0,24                           |                         |
|            | Malecón : Pasaje Graña – Alejandro Freundt                | 0                    | 2                          | 0                         | 1                      | 0                  | 0                          | 0                       | 5                          | 0                        | 8   | 0,24                           |                         |
|            | Malecón: Jr. Felipe Pardo – Jr. Barrionuevo               | 0                    | 2                          | 0                         | 1                      | 0                  | 0                          | 0                       | 5                          | 0                        | 8   | 0,24                           |                         |
|            | Malecón: Av. Bolognesi – Adolfo Viera                     | 0                    | 2                          | 0                         | 1                      | 0                  | 0                          | 0                       | 5                          | 0                        | 8   | 0,24                           |                         |
|            | Edificio las Gaviotas - Playa la Herradura                | 3                    | 5                          | 3                         | 5                      | 5                  | 0                          | 0                       | 0                          | 0                        | 21  | 0,62                           |                         |
|            | Plataforma superior - área urbana                         | 1                    | 3                          | 1                         | 3                      | 3                  | 2                          | 1                       | 3                          | 3                        | 20  | 0,59                           |                         |
|            | <b>PUNTAJE MAXIMO</b>                                     | <b>3</b>             | <b>5</b>                   | <b>3</b>                  | <b>5</b>               | <b>5</b>           | <b>3</b>                   | <b>5</b>                | <b>5</b>                   | <b>3</b>                 | <b>34</b>                                   | <b>1,00</b>                    |                         |

|                |                           |   |
|----------------|---------------------------|---|
| Más de 0.65    | : Vulnerabilidad Muy Alta |  |
| De 0.50 a 0.64 | : Vulnerabilidad Alta     |  |
| De 0.35 a 0.49 | : Vulnerabilidad Media    |  |
| De 0.00 a 0.34 | : Vulnerabilidad Baja     |  |

## 6.7 Sectores críticos por infraestructura urbana

Los Sectores críticos de Riesgo Muy Alto, es el resultado del cruce de lo establecido en los Mapas Síntesis de Vulnerabilidad y Mapas Síntesis de Peligros Naturales, donde estos sectores resultan igualmente con vulnerabilidad y peligro muy alto, ante la ocurrencia, especialmente de un sismo y un tsunami.

A lo largo de la Costa Verde, se puede apreciar que en forma integral, a lo largo de los 6 distritos, el sector crítico es en la plataforma inferior, a partir de la vía Circuito de Playas hasta el área de influencia del mar, involucrando la vía, la infraestructura, los equipamientos y las playas existentes. Cabe señalar que en el distrito de San Miguel, se aprecia un sector que todavía no tiene vía en la plataforma inferior.

Como sectores críticos también observamos a lo largo de la Costa Verde, algunos puntos específicos en el acantilado, que corresponden a zonas donde se producen deslizamientos, caídas de rocas o hay indicios de erosión hídrica. Así mismo existen otros sectores críticos que corresponden a cárcavas rellenas, donde se han construido edificaciones.

En la plataforma superior, existen sectores críticos por hundimiento del suelo, que afecta algunas viviendas, estas se pueden observar en los distritos de San Miguel y Miraflores, igual situación se presenta en una superficie de 0.70 Ha ubicada al costado del Puericultorio Pérez Aranibar, donde las viviendas están construida sobre el malecón, al borde del acantilado. Por otra parte, en San Isidro y Miraflores, se observan como sectores críticos, parte de sus Complejos Deportivos, los cuales fueron construidos sobre cárcavas rellenas. En Chorrillos, en la plataforma superior se ubican asentamientos humanos, que han venido invadiendo las laderas del Morro Solar y Cerro Vilca, áreas declaradas como Zonas Intangibles.

A continuación se hace una descripción de los sectores críticos de los distritos involucrados:

### **Distrito de San Miguel**

#### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.1) y Vulnerabilidad (V - 1.1)

- Desde la Calle Virú hasta la Calle 2 de Mayo, el frente de las viviendas por estar afectas por hundimiento de la vía.
- Desde la Calle Virú hasta la Calle Gamarra: desde la mitad del acantilado más el área de influencia del mar.
- A partir de allí, altura del Instituto Hermelinda Carrera, empalma con la vía Circuito de Playas y desde la vía hasta el área de influencia del mar.

#### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.2) y Vulnerabilidad (V - 1.2)

- A partir del primer acceso peatonal (puente), el sector crítico corresponde al acantilado, parque s/n y Circuito de Playas, hasta el área de influencia del mar, involucrando infraestructura y equipamiento recreacional, hasta el límite con Magdalena.

## **Magdalena del Mar**

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.2) y Vulnerabilidad por Exposición (V - 1.2)

- A partir del Circuito de Playas, hasta el área de influencia del mar, considerando infraestructura y equipamiento de recreación y sectores del acantilado, donde se producen deslizamientos.
- La vía Circuito de Playas hasta la altura del Malecón Grau, incluyendo la manzana, ubicada en la Calle Francisco Bejarano, por estar construida sobre el malecón, al filo del acantilado. Colinda con el Puericultorio Pérez Aranibar.

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.3) y Vulnerabilidad (V - 1.3)

- A partir del Circuito de Playas, constituido por pequeños sectores, donde se producen desprendimientos y caída de rocas, hasta la vía de Bajada de Baños Marbella.
- Toda la vía de Bajada de Baños Marbella, empalma con el Circuito de Playas hasta el área de influencia del mar. Involucra todo el A.H. Medalla Milagrosa y parte de la Urbanización Marbella.

## **San Isidro**

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.3) y Vulnerabilidad (V - 1.3)

- A partir del Circuito de Playas, hasta el área de influencia del mar, involucrando parte del Complejo Deportivo San Isidro, por estar ubicado y construido sobre cárcavas rellenas, y Bajada Circuito de Playas (límite entre San Isidro y Miraflores).

## **Miraflores**

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.4) y Vulnerabilidad (V - 1.4)

- A partir del Circuito de Playas, hasta el área de influencia del mar, considerando pequeños sectores del acantilado, donde se producen deslizamientos. En la plataforma inferior involucra equipamiento y playas.
- Parte del Complejo Deportivo Miraflores, por estar construido sobre cárcavas rellenas.
- Sector del acantilado, ubicado entre el Complejo Deportivo Miraflores, hasta el Jr. José Toribio Polo.
- En todo el acantilado, se producen deslizamientos, que compromete al parque Isaac Rabin.
- Sectores bajos del acantilado, altura de la Plaza Santa Teresa.
- Todo el acantilado del Terrazas Training Center
- Se consideran sectores críticos las Playas, Los Delfines, Los Tres Picos, Punta Roquitas y La Pampilla II.

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.5) y Vulnerabilidad (V - 1.5)

- Parte del acantilado, pegado al Circuito de Playas, altura del Parque El Faro.
- Sector del acantilado comprendiendo toda la Bajada Balta hasta la Bajada Armendáriz, también sectores bajos del acantilado en donde se producen desprendimiento y caída de rocas.
- Se considera sectores críticos ante un tsunami los Clubs, Pacifico Sur, Waikiki, Tennis Las Terrazas de Miraflores y el Restaurante La Rosa Náutica.
- Como sectores críticos están las Playas, La Pampilla I, La Pampilla II, La Pampilla, Waikiki, Miraflores, Redondo y Estrella.

## **Barranco**

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF- 1.6) y Vulnerabilidad (V - 1.6)

A partir del Circuito de Playas, hasta el área de influencia del mar, considerando infraestructura y equipamiento, playas y, pequeños sectores del acantilado, donde se producen deslizamientos:

- Bajada de Armendáriz comprendiendo la parte baja del acantilado, hasta la Av. Sáenz Peña.
- Solo la vía de la Bajada a los Baños
- Varios sectores del acantilado, donde se producen deslizamientos y caídas de rocas, pegados al Circuito de Playas, ubicados entre el Jr. 28 de Julio hasta el Jr. Independencia.
- Se consideran también sectores críticos los Restaurantes Costa Verde y Rustica; la Comandancia PNP Puerto de Salvataje, Complejo Deportivo Point y el Proyecto Marina Club.
- Igualmente se consideran Sectores críticos las Playas, Cascadas, Barranquito, Los Pavos, Barranco y Yuyos.

## **Chorrillos**

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural (VF-1.6 y VF-1.7) y Vulnerabilidad (V - 1.6 y V -1.7)

En la plataforma superior se consideran sectores críticos los AA.HH. ubicados en las faldas del Morro Solar.

En la plataforma inferior, a partir del Circuito de Playas, hasta el área de influencia del mar, considerando pequeños sectores del acantilado, donde se producen deslizamientos. - Varios sectores, erosionados en el acantilado, ubicados a partir del Jr. Independencia hasta la calle Tenderini

- Desde la calle Tenderini hasta el Jr. Huaylas sectores del acantilado donde se producen deslizamientos.
- Parte de los AA.HH. ubicados en las faldas en el Morro Solar.

### Mapa de Vulnerabilidad Física Estructural VF-1.7 y Vulnerabilidad V -1.7

En la plataforma superior los AA.HH. asentados en las laderas del Morro Solar y Cerro Vilca.

- El acantilado, desde el Salto El Fraile considerando el edificio Las Gaviotas y el sector Comercial, hasta el área de influencia del mar.
- En la plataforma inferior, equipamiento comercial, el edificio Las Gaviotas y el Restaurante El Salto del Fraile.
- Se consideran sectores críticos las Playas, Las Sombrillas, Agua Dulce, Los Pescadores y La Herradura.

A continuación se plantean algunas recomendaciones para aplicar una Estrategia de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y la Reducción de la Vulnerabilidad, ante eventos naturales y antrópicos:

- Fortalecer la coordinación interinstitucional entre los (6) seis distritos que se encuentran en el ámbito de la Costa Verde dentro de la Autoridad del Proyecto Costa Verde.
- Fortalecer la capacidad local y provincial en la gestión integral de riesgos.
- Elaborar y/o actualizar e implementar Planes urbanos Distritales, con Enfoque de Gestión de Riesgo de Desastres (GRD), con particular énfasis en el ámbito de la Costa Verde.
- Incorporar la reducción de la vulnerabilidad en el ciclo de ejecución de proyectos de inversión pública y privada al incluir la GRD.
- Mejorar la capacidad institucional de producción y uso de información sobre GRD.
- Desarrollar una cultura de Prevención y Reducción de Riesgos en el sector privado, Organizaciones Sociales y población en general.
- Mejorar los mecanismos de Preparación y Evacuación ante un evento de Riesgo de Desastres.

## 6.8 Vulnerabilidad de la infraestructura hidráulica

La infraestructura hidráulica presente en la Costa Verde está asociada a las redes de agua potable y alcantarillado, red de riego y drenaje subterráneo.

La vulnerabilidad de la red de agua potable y alcantarillado, tanto de las plataformas superior e inferior, está dada por la antigüedad de la infraestructura existente como se planteó en capítulos anteriores, presentando alta fragilidad; por lo que requiere la renovación, mantenimiento, operación adecuada y oportuna, situación que genera una Vulnerabilidad alta de las redes ante eventos de riesgos de desastres.

Debido a la antigüedad de la red existente de agua potable y alcantarillado estas son vulnerables al deterioro originando pérdidas de agua que se filtran en el suelo generando humedecimiento del subsuelo, estructuras e instalaciones, y en algunos casos por la cercanía a los acantilados, generan desestabilización del material expuesto y provoca el desprendimiento de rocas en los acantilados.

Canal Huatica: Asociado a la red de riego mediante canales de riego, presenta vulnerabilidad alta en el caso del sector de la descarga debido a:

- La descarga del mismo en el acantilado, sin una infraestructura adecuada para atenuar o minimizar el efecto de 17m de caída de agua.
- La fragilidad del canal que actualmente lo reviste y encauza debido a la antigüedad de la construcción del mismo sin un mantenimiento adecuado y oportuno.
- La erosión de la zona donde está emplazado, generando inestabilidad de las construcciones aledañas.

Canal Lateral San Isidro, el tramo del canal de la descarga de este se encuentra en rehabilitación y mejoramiento por nueva conducción mediante una nueva tubería, por lo que la vulnerabilidad por exposición y fragilidad están siendo superadas por la nueva construcción que están realizando EMAPE.

En el resto de las redes de riego de las áreas verdes, el riego es controlado (riego por goteo, aspersión y microaspersión), presentando vulnerabilidad baja, siempre que tenga adecuada operación y mantenimiento oportuno.

En el caso de la red de drenaje de aguas subterráneas, la vulnerabilidad por exposición es alta ante la presencia de un tsunami, sin embargo por fragilidad esta es media, a pesar que se encuentra en buenas condiciones de operación para la evacuación y descarga de las aguas hacia el mar. Sin embargo por el incremento de la napa freática prevista a mediano plazo por el aumento de la descarga en el río Rímac, está requerirá la adecuación necesaria para tener la capacidad de evacuación ante la presencia de mayor flujo de agua y evitar la inundación de la infraestructura vial ubicada en la vía costanera en los distritos de Chorrillos y Barranco, por ello en la actualidad esta zona presenta una vulnerabilidad media.

## 6.9 Vulnerabilidad de las estructuras marina

El tema de la vulnerabilidad estructural (comportamiento de las estructuras marinas frente a un sismo que genere tsunami) no ha sido considerado prioritario en el estudio, debido al estado en que se encuentran la mayoría de estas estructuras.

En teoría deberían realizarse sistemáticamente estudios de vulnerabilidad estructural por exposición y fragilidad de las infraestructuras marinas (espigones, marinas, etc.) y otras infraestructuras físicas (muelle artesanal) y también se debe desarrollar un estudio hidráulico con las estructuras existentes. Sin embargo, se ha realizado una evaluación básica (inspección

visual) de los principales espigones y muelle artesanal, no encontrándose señales o indicios que permiten detectar rasgos en la fragilidad de la estructura.

Con respecto a la infraestructura marina de la Costa Verde, se observa en algunas de ellas cierto grado de deterioro físico, esto puede ser originado porque al dimensionarlos no se tomaron en cuenta las consideraciones técnicas adecuadas para el oleaje que soportan estas estructuras las 24 horas del día debido al intenso oleaje y bravesas de mar. Cabe mencionar como ejemplo, que el espigón que está cerca al restaurante Rustica, de acuerdo a las consideraciones técnicas, el ancho con que fue construido no es el adecuado, por ello se recomienda su ampliación tanto en ancho como en longitud, este resultado se obtuvo del análisis del modelado de olas.

Según esta evaluación, la vulnerabilidad de los espigones, marinas y muelles, presentan una Vulnerabilidad Media, debido al tiempo y forma de construcción. Sin embargo, se trata de una manera básica de apreciar la vulnerabilidad de los espigones, recomendándose realizar estudios adecuados para su diseño, construcción y mantenimiento.

## VII. ESTIMACIÓN DE RIESGO

El riesgo a que está expuesta la ciudad o parte de ella, es la resultante de la interacción entre el peligro y la vulnerabilidad. Puede ser expresado en términos de daños o pérdidas esperadas ante la ocurrencia de un evento de características e intensidad determinadas, según las condiciones de vulnerabilidad que presenta La Costa Verde. Esta se ubica, en un área de alto riesgo sísmico, su desarrollo no planificado ha producido la actual conformación estructural y física, haciendo que este espacio geográfico sea vulnerable al peligro sísmico.

Además en la evaluación se debe considerar la presencia de fenómenos que se desarrollan en su interior y que están relacionados a factores de pobreza, como la tugurización, el hacinamiento y la precariedad estructural de las edificaciones, elementos que aumentan considerablemente su vulnerabilidad.

Como parte del proceso de representación del riesgo que ha sido desarrollado en el Estudio PCS de la Costa Verde, se propone como herramienta y producto final un escenario de riesgo sísmico que representa un paso importante para medidas preventivas y la reducción del riesgo; este estudio, de hecho, trata de describir el evento desastroso que un hipotético terremoto de gran magnitud (grado 8.0 – 8.5 en la escala de Richter) podría causar, siendo la representación de un fenómeno que puede afectar a cierta parte de un territorio,

El Mapa de Escenario Sísmico, resultado final de este trabajo, sintetiza y muestra una serie de datos fundamentales con los cuales se propone realizar una estimación de la cantidad de daños a nivel social e infraestructura. Como todo escenario que toma en cuenta las dinámicas sociales, este también es referencial y sobre todo temporal, pues está sujeto a la dinámica social del momento en que se formula.

El solo hecho de que contribuya a la reducción y mitigación del riesgo hace que las condiciones físicas, ambientales así como sociales cambien desfasando gradualmente el Escenario. Por ello deberá actualizarse constantemente.

### 7.1 Análisis de riesgo

Dadas las características bastante estables de los suelos, estos tienen limitada relevancia, considerando que no incrementan ni disminuyen la vulnerabilidad de las estructuras frente a un sismo de grandes magnitudes, como si lo haría el nivel de vulnerabilidad estructural que influye directamente en las posibilidades de colapso de las mismas frente al sacudimiento producido por un sismo.

De los resultados obtenidos, se observa que la zona señalada como de vulnerabilidad muy alta estructuralmente se correlaciona con Riesgo moderado considerando el tipo de suelo; sin embargo, si se considera las características del sismo hipotético a presentarse en Lima (Magnitud de 8.5 M.w., epicentro frente a Lima a 30 Km de distancia, profundidad 30 km), este generaría aceleraciones del orden de 350 a 400 gals, lo suficiente para que el sacudimiento del suelo cause efecto directo sobre las estructuras antiguas y/o mal diseñada estructuralmente, mayor es la probabilidad si este sacudimiento es continuo por más de 60 segundos. La zona de Barranco presentan viviendas construídas durante la época colonial y republicana con más de 100 años de antigüedad, utilizando material de adobe y quincha las que están en mal estado de conservación y alto nivel de precariedad, dañadas por el paso del tiempo; y en San Miguel con una sobrepoblación producto de la alta tugurización, que incrementa su capacidad de carga. En estas condiciones todas estas unidades estructurales son altamente vulnerables a sacudimientos del orden que se ha considerado hipotéticamente. Debe recordarse que el terremoto del 03 de octubre de 1974 produjo

similares niveles de aceleración (345 gals) y en la zona de los distritos San Miguel, Magdalena, san Isidro y Miraflores la intensidad evaluada fue de VIII en la Escala de Mercalli Modificada produciendo desplome y daños en las unidades estructurales proporcionales a ese nivel de intensidad, y en el distrito de Barranco y Chorrillos la intensidad evaluada fue de VII en la Escala de MM, generando daños en la infraestructura.

Tomando en consideración de que los daños en unidades estructurales fueron en infraestructuras similares a las evaluadas en el presente estudio, con la agravante de que éstas ahora están 38 años más antiguas que antes y sobretodo más tugarizadas, se considera que las edificaciones con vulnerabilidad “Muy Alta” sufrirán colapso o daños severos por las fuerzas generadas por las aceleraciones, por lo tanto; es válido reafirmar su riesgo dentro del nivel Muy Alto.

Por las mismas consideraciones, las estructuras que se ubican en la zona de peligro medio incrementan el nivel de riesgo por estar afincadas sobre áreas que probablemente estén compuestas de rellenos, así como por la posible ocurrencia de deslizamientos y/o derrumbes ante el sacudimiento del suelo.

A partir de estas consideraciones se ha elaborado el cuadro siguiente donde se expresa el cruce de peligro con vulnerabilidad estructural para determinar los niveles de riesgo.

## **7.2 Escenario de riesgo sísmico**

### **7.2.1 Características del Escenario**

La realización del escenario de riesgo se basa en la posibilidad que un sismo de intensidad VIII de la escala Mercalli Modificada con epicentro en el mar pueda causar daños considerables, no sólo por la intensidad del sismo, sino también por la precariedad de las construcciones existentes y las bajas capacidades desarrolladas en los habitantes de la Costa Verde. La articulación de los diferentes niveles de información tiene como objetivo escenificar una imagen post-evento de desastre lo más ajustada posible a la realidad.

En el caso del ámbito de la Costa Verde el escenario producido para el día considera la población de los seis distritos de la Costa Verde, así como la concentración de personas en los lugares públicos de interés, con una población flotante que recurre a la zona de las playas para desarrollar diferentes actividades recreativas. En este escenario el factor que determine el número de víctimas será la inundación de las aguas del mar, el peligro de la aglomeración de las personas tratando de salir de los locales públicos asociados al colapso de las estructuras, por lo que existe la probabilidad de que el pánico y la desesperación provoquen muertes por asfixia y/o aplastamiento.

El escenario nocturno considera la concentración poblacional residente del lugar que pernocta en sus casas, concurren como elementos condicionantes para agravar la situación de desastre el sueño de las personas ya que disminuye su capacidad de respuesta, la falta de luz en las edificaciones, las puertas aseguradas que impedirán o retrasarán la evacuación rápida. Sin embargo, la resistencia de la vivienda al colapso es la condición decisiva para la afectación de las personas, en este caso el número de víctimas está directamente relacionado con la caída de los muros, techos pesados, cornisas, pircas sobre las orillas de los techos, etc. que pueden atrapar a las personas, por ello la necesidad en este estudio de darle mayor peso a la vulnerabilidad estructural al momento de realizar el cruce con el resto de peligros.

El escenario que se configure es bastante complejo porque considera una dimensión estructural física, pero también un componente social que es más incierto y variable.

El escenario que se toma en consideración tendrá las siguientes características:

- 1 El sismo con epicentro en el mar de magnitud 8,5 Mw
- 2 Intensidades máximas: VIII escala Mercalli Modificada
- 3 Aceleraciones máximas promedio: 350-400 gals
- 4 Epicentro en el mar, frente a Lima a 30 Km de distancia
- 5 Hipocentro: profundidad 30 Km
- 6 Hora: diurna 12:0 pm
- 7 Hora nocturna 03:00 am

La Costa Verde frente a un evento de esta magnitud quedaría afectado por:

- Pérdidas de vida humana y aumento de discapacidades.
- Pérdidas y daños económicos.
- Colapso de viviendas.
- Colapso de estructuras de interés.
- Colapso de infraestructura básica.

## 7.2.2 Impacto esperado a nivel de la Costa Verde, afectación estructural y poblacional

### Afectación Estructural

En la Costa Verde existen aproximadamente 19242 unidades estructurales, el 2,83% de estas unidades estructurales están en el nivel de riesgo Muy Alto; de acuerdo a la caracterización de la estratificación del riesgo, de este 2,83% se estima que el 2% colapsaría totalmente, no sólo por la intensidad del sismo, sino por las construcciones existentes; las unidades estructurales restantes en el nivel de riesgo Muy Alto, sufrirían severos daños a la estructuras que las harían inhabitables. Cuadro N° 124.

**Cuadro N° 124. Porcentaje de lotes afectados según niveles de riesgo**

| Nivel de Riesgo | Lotes aproximados expuestos | %      | Unidades afectables estimada | %     |
|-----------------|-----------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Muy Alto        | 544                         | 2,83   | 408                          | 2,12  |
| Alto            | 3409                        | 17,72  | 1704,8                       | 8,86  |
| Medio           | 4655                        | 24,19  | 1164,14                      | 6,05  |
| Bajo            | 10634                       | 55,26  | 531,08                       | 2,76  |
| Total           | 19242                       | 100,00 | 3808,02                      | 19,79 |

Fuente: INIE, 2007 - Elaboración Equipo técnico 2014

La mayor concentración de los lotes que tienen un nivel de riesgo Muy Alto se encuentra en el distrito de San Miguel, donde están expuesto 518 lotes, donde el 8.04% de estos lotes están en el nivel Muy Alto y de este se estima que el 6.03 % colapsaría totalmente. Asimismo en el distrito de Barranco y Chorrillos donde se exponen 23 unidades estructurales en la que el 1.5 % de estos lotes están en el nivel Muy Alto y de este el 1.12% colapsaría totalmente.

**Cuadro Nº 125-a. Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Muy alto**

| Distrito   | VIVIENDAS                   |      |                              |      |
|------------|-----------------------------|------|------------------------------|------|
|            | Lotes aproximados expuestos | %    | Unidades afectables estimada | %    |
| San Miguel | 518                         | 8,04 | 388,5                        | 6,03 |
| Magdalena  | 0                           | 0    | 0                            | 0    |
| San Isidro | 0                           | 0    | 0                            | 0    |
| Miraflores | 1                           | 0    | 0                            | 0    |
| Barranco   | 23                          | 1,5  | 17,25                        | 1,12 |
| Chorrillos | 2                           | 0,13 | 1,5                          | 0,1  |

Fuente: INIE, 2007 - Elaboración Equipo técnico 2014

Siguiendo el mismo criterio se tiene que el 17.72% de las unidades existentes tienen un nivel de riesgo Alto, de este porcentaje, el 8.86% sufrirán colapso de sus estructuras, las unidades estructurales restantes en este nivel de riesgo sufrirían graves daños, provocando que la capacidad resistente de la estructura quede parcialmente reducida. Los lotes que tienen el nivel de riesgo alto se encuentran distribuidos en los seis distritos, y se estima que el 13.03% y 31.66% de las unidades estructurales expuestas sufrirían un colapso total en los distrito de Chorrillos y Barranco, siendo menor el daño en los demás distritos.

**Cuadro Nº 125-b. Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Alto**

| Distrito   | VIVIENDAS                   |       |                              |       |
|------------|-----------------------------|-------|------------------------------|-------|
|            | Lotes aproximados expuestos | %     | Unidades afectables estimada | %     |
| San Miguel | 1012                        | 15,72 | 506                          | 7,86  |
| Magdalena  | 299                         | 12,51 | 149,5                        | 6,25  |
| San Isidro | 9                           | 1,44  | 4,5                          | 0,72  |
| Miraflores | 776                         | 11,42 | 388                          | 5,71  |
| Barranco   | 972                         | 63,32 | 486                          | 31,66 |
| Chorrillos | 391                         | 26,07 | 195,5                        | 13,03 |

Fuente: INIE, 2007 - Elaboración Equipo técnico 2014

El 24 % de las unidades estructurales se encuentra dentro del nivel de riesgo Medio y sigue el mismo patrón de distribución intercalándose con los lotes de riesgo Alto, de este porcentaje el 6%, de acuerdo a la caracterización de la estratificación del riesgo, podrían presentar fallo estructural; las unidades estructurales restantes en este nivel podrían sufrir daños graves pero que no comprometen la estructura. Los lotes que tienen este nivel de riesgo se distribuyen en los seis distritos como se presentan en el cuadro Nº125-c.

**Cuadro Nº 125-c. Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Medio**

| Distrito   | VIVIENDAS                   |       |                              |       |
|------------|-----------------------------|-------|------------------------------|-------|
|            | Lotes aproximados expuestos | %     | Unidades afectables estimada | %     |
| San Miguel | 2923                        | 45,38 | 730,75                       | 11,35 |
| Magdalena  | 613                         | 25,63 | 153,25                       | 6,41  |
| San Isidro | 45                          | 7,2   | 11,25                        | 1,8   |
| Miraflores | 518                         | 7,62  | 129,5                        | 1,9   |
| Barranco   | 7                           | 0,46  | 1,75                         | 0,11  |
| Chorrilos  | 549                         | 36,6  | 137,25                       | 9,15  |

Fuente: INIE, 2007  
 Elaboración Equipo técnico 2014

Por el contrario, los lotes de nivel de riesgo Bajo tienen su mayor concentración en los distritos de Magdalena, San Isidro y Miraflores. Aún cuando el 55 % de unidades estructurales se encuentran en este nivel, el 3%, siempre de acuerdo a la caracterización de la estratificación del riesgo, sufrirían fallo estructural leve, es decir presentarían pocos daños a las estructuras y en las edificaciones restantes presentarían daños menores o no se verifican fallas o caídas. Los lotes que tienen este nivel de riesgo se distribuyen en los seis distritos como se presentan en el cuadro Nº 125-d.

**Cuadro Nº 125-d. Porcentaje de lotes afectados en nivel de Riesgo Bajo**

| Distrito   | VIVIENDAS                   |       |                              |      |
|------------|-----------------------------|-------|------------------------------|------|
|            | Lotes aproximados expuestos | %     | Unidades afectables estimada | %    |
| San Miguel | 1988                        | 30,86 | 99,4                         | 5    |
| Magdalena  | 1479                        | 61,86 | 73,95                        | 3,09 |
| San Isidro | 571                         | 91,36 | 28,55                        | 4,57 |
| Miraflores | 5505                        | 80,96 | 275,25                       | 4,05 |
| Barranco   | 533                         | 34,72 | 26,65                        | 1,74 |
| Chorrilos  | 558                         | 37,2  | 27,9                         | 1,86 |

Fuente: INIE, 2007  
 Elaboración Equipo técnico 2014

### **Afectación poblacional**

La Costa Verde tiene una población de 58128 habitantes las que están distribuidas en los diferentes niveles de riesgo como se puede apreciar en el cuadro Nº 126.

**Cuadro N° 126. Población afectada por niveles de riesgo**

| Nivel de riesgo | Población estimada por niveles de riesgo | Porcentaje de población estimada por niveles de riesgo | Posible afectación en relación al total de población | Porcentaje de población afectada por niveles de riesgo |
|-----------------|--|--|--|--|
| Muy alto        | 2094                                     | 3,6  | 1570,5   | 2,7  |
| Alto            | 10547                                    | 18,14  | 5273,5   | 9,07   |
| Medio           | 16210                                    | 27,89  | 4052,5   | 6,97   |
| Bajo            | 29277                                    | 50,37  | 1463,85  | 2,52   |
| Total           | 58128                                    | 100  | 12360,35   | 21,26  |

Fuente: INIE, 2007

Elaboración Equipo técnico 2014

Por otro lado, de la reunión del 25 de Noviembre con los Responsables de las Oficinas de Defensa Civil de la Municipalidades de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, indicaron que el aforo en las playas del distrito de Chorrillos (50 000 bañistas), de Barranco (50 000 bañistas), de Miraflores (50 000 a 60 000 bañistas), de San Isidro (20 000 bañistas).

Si para efectos del presente Estudio, aceptamos la hipótesis conservadora de que la población flotante es de 170 000 bañistas por día y que esta carga poblacional se da en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. Está población flotante se dirigen mayoritariamente a las playas de los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro, que en el mapa de riesgo está en el nivel Muy Alto.

**Cuadro N° 127-a. Población flotante (bañistas) afectada por niveles de riesgo**

| Nivel de riesgo | Población estimada por niveles de riesgo | Porcentaje de población estimada por niveles de riesgo | Posible afectación en relación al total de población | Porcentaje de población afectada por niveles de riesgo |
|-----------------|--|--|--|--|
| Muy alto        | 170000                                   | 100  | 127500   | 75   |

Fuente: Informe de los responsables de los distritos Chorrillos, Barranco, Miraflores y San Isidro (Reunión del 25 de Noviembre de 2014),

### Síntesis de la afectación poblacional

A partir de la población estimada por niveles de riesgo en el Cuadro N° 129: Población afectada por niveles de riesgo, se procesó la población local con la población flotante, para luego hacer los cálculos de la población fallecida, los heridos y afectados para el escenario Diurno. Cuadro N° 129-b.

**Cuadro Nº 127-b. Población diurna (temporada de verano) de la Costa Verde:  
 Plataforma superior e inferior.**

| Nivel de riesgo | Población estimada por niveles de riesgo | Porcentaje de población estimada por niveles de riesgo | Posible afectación en relación al total de población | Porcentaje de población afectada por niveles de riesgo |
|-----------------|--|--|--|--|
| Muy alto        | 172094                                   | 75,44  | 129070,5   | 56,58  |
| Alto            | 10547                                    | 4,62   | 5273,5   | 2,31   |
| Medio           | 16210                                    | 7,11   | 4052,5   | 1,78   |
| Bajo            | 29277                                    | 12,83  | 1463,85  | 0,64   |
| Total           | 228128                                   | 100  | 139860,35  | 61,31  |

Elaboración: Equipo técnico 2014

La Costa Verde tiene una población residente de 58128 habitantes y una población flotante de 170000 personas, la suma de ambos hacen un total de 228128 persona expuestas a diferentes niveles de riesgo. Al aplicar los valores porcentuales establecidos para cada nivel, en las características de estratificación del riesgo, el 75.5 % de la población ubicada en el nivel de riesgo Muy Alto fallecerían, así mismo, el 50% de la población en nivel de riesgo Alto, el 25% de la población en nivel de riesgo Medio y el 5% de personas ubicadas en el nivel de riesgo bajo igualmente fallecerían; como resultado de ello, el 61.3% de las personas podría fallecer por aplastamiento, por el pánico y la desesperación de las personas tratando de salir de las unidades estructurales sean estos públicos o privados o al atropellarse unos a otros procurando alejarse de las mismas. La población no fallecida de los niveles de riesgo Muy Alto y Alto podrían ser población que sufriría graves daños a la integridad física.

Para el escenario nocturno el cálculo de la población fallecida, los heridos y afectados se hará a partir del Cuadro 129; ya que esta es la población residente en la Costa Verde encuestada por el INEI.

**Cuadro Nº 127-c. Población nocturna de la Costa Verde**

| Nivel de riesgo | Población estimada por niveles de riesgo | Porcentaje de población estimada por niveles de riesgo | Posible afectación en relación al total de población | Porcentaje de población afectada por niveles de riesgo |
|-----------------|--|--|--|--|
| Muy alto        | 2094                                     | 3,6  | 1570,5   | 2,7  |
| Alto            | 10547                                    | 18,14  | 5273,5   | 9,07   |
| Medio           | 16210                                    | 27,89  | 4052,5   | 6,97   |
| Bajo            | 29277                                    | 50,37  | 1463,85  | 2,52   |
| Total           | 58128                                    | 100  | 12360,35   | 21,26  |

Fuente: INIE, 2007

Elaboración Equipo técnico 2014

Como se observa en el cuadro 129-c, durante la noche la costa Verde tiene una población residente de 58128 habitantes expuestos a diferentes niveles de riesgo. Aplicando los valores porcentuales establecidos para cada nivel, en las características de estratificación de riesgo se asume que el 75 % de la población ubicada en el nivel de riesgo Muy Alto, así mismo, el 50% de la población en nivel de riesgo Alto, el 25% de la población en nivel de riesgo Medio y el 5% de personas ubicadas en el nivel de riesgo bajo fallecen; en consecuencia el 21,26% de los habitantes podría fallecer por aplastamiento debido al colapso de las estructuras o por asfixia. La población no fallecida de los niveles de riesgo Muy Alto y Alto podrían ser población que sufriría graves daños a la integridad física por la caída de cornisas, pircas, macetas, etc. o por el pánico y la desesperación de las personas tratando de salir de las unidades estructurales. Concurrir como elementos condicionantes para agravar la situación, la poca capacidad de respuesta por el sueño, la falta de luz, las puertas aseguradas y la falta de preparación.

### **7.2.3 Mapa Síntesis de Riesgo**

De esta manera, el riesgo es calculado como producto del grado de peligro (estimado en función a la naturaleza y a la cantidad de peligros que amenazan la Costa Verde), de la vulnerabilidad física estructural.

De acuerdo a ello, se ha identificado en la Costa Verde la existencia de cuatro niveles de riesgo: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Ver Anexo N° VIII: Mapa N° PGG - 1.1 a PGG - 1.7.

#### **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, borde litoral, plataforma inferior, y el talud hasta una altura de 21.6 m que recibirán el impacto de tsunamis, donde el suelo tiene un bajo comportamiento dinámico y expuesta a la acción erosiva del mar con existencia de depósitos de derrumbes en la parte inferior del talud. En el sector de plataforma superior existen viviendas ubicadas entre Ca Virú- Ca San Martín en estado precarios y estructuras frágiles.

#### **Nivel Alto**

Conformada por una morfología con pendiente empinado y vertical (>55°) en suelo blando (relleno) y suelo rígido, con problemas de inestabilidad. La lenta filtración de las aguas de regadío afecta el borde de la plataforma superior produciendo deformación del suelo. En la plataforma superior en un suelo compacto se ubica viviendas en estado precario y en condiciones frágiles (proceso autoconstructivo)

#### **Nivel Medio**

En la plataforma superior conformado por suelo compacto donde se ubica viviendas antiguas y en mal estado de conservación hasta la Ca Independencia.

#### **Nivel Bajo**

En la plataforma superior conformado en suelo compacto donde se ubica viviendas en mejor estado de conservación y estructura de albañilería confinada de la Ca Independencia y el límite distrital con Magdalena del Mar.

### **Distrito de Magdalena del Mar**

#### **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, plataforma inferior y el talud expuesto a la acción del mar con problemas de derrumbes en la parte inferior del talud, donde están expuestas las infraestructuras viales y de recreación pública. Asimismo, las zonas baja de las quebradas como la bajada a los Baños y en Medalla Milagrosa las aguas superficiales pueden impactar infraestructura vial y calles como avenidas de Medalla Milagrosa.

### **Nivel Alto**

Comprende un talud con pendiente empinado y vertical (>55°), en condiciones de sismicidad y la acción de las aguas superficiales definen las condiciones inestables del talud y el borde superior de la plataforma superior, donde afectan áreas verdes y estructuras viales y la infraestructuras de los Malecón Castagnola y Grau y la parte posterior del local del Puericultorio P. Aranibar.

### **Nivel Medio**

Sector con deformación del suelo por problemas de remoción en masa acentuado por los sismo y acción erosiva, afectando infraestructura recreativa y borde de la parte posterior del Puericultorio P. Aranibar.

### **Nivel Bajo**

Sector de la plataforma superior conformado en suelo compacto donde se ubica viviendas en mejor estado de conservación y estructura de albañilería confinada.

## **Distrito de San Isidro**

### **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, plataforma inferior y el talud expuesto a la acción del mar con problemas de deformación del suelo, donde están expuestas las infraestructuras viales y de recreación pública. Asimismo, en la plataforma superior la deformación del suelo ha comprometido la infraestructura de la Maestranza de la M. del distrito de San Isidro, así como la parte baja de la Bajada a Vía costanera donde la infraestructura vial está expuesta a la acción del agua superficial.

### **Nivel Alto**

Comprende un talud con pendiente empinado, donde la sismicidad y la acción de las aguas superficiales definen las condiciones inestables del talud y el borde superior de la plataforma superior, donde afectan áreas verdes y estructuras viales.

### **Nivel Medio**

Sector con deformación del suelo por problemas de remoción en masa acentuado por los sismos y acción erosiva, afectando infraestructura recreativa y algunas infraestructuras de vivienda y equipamiento.

### **Nivel Bajo**

Sector de la plataforma superior conformado en suelo compacto donde se ubica viviendas en mejor estado de conservación y estructura de albañilería confinada.

## **Distrito de Miraflores**

### **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, plataforma inferior y el talud expuesto a la acción del mar, donde están expuestas las infraestructuras viales y de recreación pública. Asimismo, sectores del talud en condiciones inestables por la forma del relieve, generando problemas de remoción en masa afectando infraestructura como el Estadio M. Bonilla, la vía en la parte baja del talud. Así como la parte baja de la Bajada Balta y Armendáriz.

### **Nivel Alto**

Comprende un talud donde la forma del relieve, la sismicidad y la acción de las aguas superficiales definen las condiciones inestables del talud y el borde superior de la plataforma superior, donde afectan áreas verdes y estructuras viales.

### **Nivel Medio**

Sector con deformación del suelo por problemas de remoción en masa acentuado por los sismos y acción erosiva, afectando infraestructura recreativa y algunas infraestructuras de vivienda.

### **Nivel Bajo**

Sector de la plataforma superior conformado en suelo compacto donde se ubica viviendas en mejor estado de conservación y estructura de albañilería confinada.

## **Distrito de Barranco**

### **Nivel Muy Alto**

Comprende parte marina, plataforma inferior y el talud expuesto a la acción del mar, así como la infraestructura vial y de recreación pública. Asimismo, sectores del talud en condiciones inestables por la forma del relieve, la sismicidad de la región y la erosión eólica, generando problemas de remoción en masa afectando infraestructura la vía en la parte baja del talud. El escurrimiento de aguas superficiales afecta la parte baja de la Bajada Armendáriz y la Bajada de Baños.

### **Nivel Alto**

La forma del relieve, la sismicidad y la acción de las aguas superficiales definen las condiciones inestables del talud y el borde superior de la plataforma superior, donde afectan áreas verdes y estructuras viales.

### **Nivel Medio**

La sismicidad de la región se acentúa por las condiciones de fragilidad de la infraestructura de la viviendas (antigüedad, tipo de material y proceso auto constructivo, afectando infraestructura la infraestructura de vivienda.

### **Nivel Bajo**

No presenta sectores de este nivel de riesgo.

## **Distrito de Chorrillos**

### **Nivel Muy Alto**

La plataforma inferior, el talud, la infraestructura vial y de recreación pública se encuentra expuesta a la acción del mar. Asimismo, sectores del talud y las laderas del Cerro Morro Solar presentan condiciones inestables que se acentúa por la sismicidad de la región y la erosión eólica, generando problemas de remoción en masa afectando infraestructura la vía en la parte baja del talud. El escurrimiento de aguas superficiales afecta la Ca. Tenderini.

### **Nivel Alto**

La forma del relieve, la sismicidad y la acción de las aguas superficiales definen las condiciones inestables del talud y el borde superior de la plataforma superior, y las laderas del Cerro Morro Solar, donde afectan áreas verdes, estructuras viales y de viviendas.

### **Nivel Medio**

La sismicidad de la región se acentúa por las condiciones de fragilidad de la infraestructura de la viviendas (antigüedad, tipo de material y proceso auto constructivo, afectando infraestructura la infraestructura de vivienda.

### **Nivel Bajo**

No presenta sectores de este nivel de riesgo.

### **7.3 Riesgo en Escenario Hidrológico**

Riesgos hidrológicos son todos aquellos que están causados por el agua, tanto por exceso como por defecto.

En el primer caso, es decir, por exceso de agua, se producen inundaciones costeras causadas por el mar, que se generan en épocas de oleajes anómalos, donde se han presentado inundación de la costanera, por lo tanto el riesgo se presenta en la parte baja del acantilado.

El riesgo por desbordamiento del río Rímac está ausente, debido a que el río se encuentra distante de la Costa Verde, y el único medio que eventualmente podría llegar es a través del canal Huatica, sin embargo este cuenta con estructuras de control (compuertas de regulación) ante este tipo de eventos, y en consecuencia este efecto no llega a la Costa Verde; asimismo se descarta los riesgos de erosión y sedimentación provocados por desbordamiento del río Rímac.

El riesgo provocado por tormentas de menor grado, es baja, sin embargo en el caso de tormentas de mayor grado (como la producida en 1970), está presente principalmente en las Bajadas a la playa (Marbella, Balta, Baños, Armendáriz, Tenderini).

Otro de los riesgos por exceso de agua, son las ocasionadas por elevación de las aguas subterráneas, que se manifiestan por la presencia de napa freática superficial, el cual es de alto riesgo presente, principalmente en las playas de Barranco y Chorrillos; así como el afloramiento de las aguas subterráneas en los acantilados, los cuales afectarán a las edificaciones recientemente construidas en el sector del acantilado.

Finalmente, el riesgo por exceso de agua ocasionada por aguas de riego, estas son bajas a excepción el zona de la descarga del Canal Huatica, el cual es de riesgo alto, por la diferencia de altura geométrica ( mayor a 17m) entre la parte superior del acantilado y la parte inferior del acantilado.

En el caso de la ausencia de agua, el efecto de salinización, desertificación y la sequía, es muy bajo, dado que la Costa Verde por naturaleza está considerada como parte de un clima desértico subtropical.

### **7.4 Riesgo en escenario ante cambio climático por Peligro tecnológico**

Las manifestaciones a escala regional y local del “Cambio Climático” como consecuencia de la materialización de los Peligros tecnológicos y sus implicancias en el área de Estudio de la Costa Verde; considerando su contexto de territorio costero marino con ecosistemas frágiles y de mayor exposición con poblaciones numerosos en situación de riesgo natural y tecnológico se analizan integral y complementariamente. Incluyéndose los episodios en el escenario más desfavorable con un enfoque predictivo. Así tenemos las siguientes consecuencias hipotéticas:

- i. Incremento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por combustión de hidrocarburos de vehículos y por combustión de GLP en Locales Comerciales.
- ii. Calentamiento Global.- Elevación de las Temperaturas Medias del Aire, Temperatura Superficial del Mar, Incremento de la Radiación Infrarroja Emergente, Intensificación de los Vientos en Superficie etc.

- iii. Intensificación de la Oscilación Austral (“El Niño” Southern Oscillation) en sus fases: Positiva (Episodio Cálido: Fenómeno del Niño) y Negativa (Episodios Frio: Fenómeno de la Niña) y toda la cadena de eventos climáticos asociados.
- iv. Elevación del Nivel Medio del Mar con grave afectación a las Poblaciones Ribereñas y a la Ecología Costera-Marina.
- v. Incremento de Fenómenos Hidrometeorológicos como lluvias intensas, desbordes e inundaciones en la Cordillera de los Andes y lluvias extraordinarias en la costa peruana con reactivación de flujos aluvionales y remociones de masas de flujo rápido como deslizamientos, avalanchas y derrumbes; con importante implicancia en todas las quebradas y microcuencas que desembocan al Océano Pacífico por la Costa Verde.
- vi. Incremento del aporte de sedimentos transportados por los ríos de la costa y en particular por las corrientes y flujos de lodo que desembocarían por las quebradas secas del área de estudio ocasionando transporte y sedimentación en el lecho marino; contribuyendo notablemente a los procesos de erosión.
- vii. Afectaciones en la ecología costera, flora y marina de la Costa Verde.
- viii. Migración de especies hidrobiológicas por variaciones de temperatura y disponibilidad de nutrientes
- ix. Altas temperaturas superficiales del mar ocasionan mayores evaporaciones, condensaciones y precipitaciones como: nieblas, neblinas y brumas marinas las que ascender adiabáticamente se combinan con los gases emitidos por el parque automotor principalmente formado condensaciones acidas con afectaciones a la salud de las poblaciones humanas y ecosistemas costeros.

#### **7.4.1 Identificación de áreas ambientalmente críticas**

Se han identificado los siguientes sectores críticos

##### **i. Sector Envoltante del Mar de Costa Verde.**

Envoltante trazada desde la línea de alta marea (L.A.M.) hasta una equidistancia de la costa de 500 m en la cual se han identificado y evaluado los peligros tecnológicos de contaminación marina por efluentes de todo tipo, residuos sólidos domésticos principalmente desde las playas y balnearios de los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores y contaminación del mar por residuos sólidos comunes y peligrosos como escombros de construcción y residuos industriales desde las playas no calificadas como balnearios según la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Este sector también está influenciado por un alto riesgo de explosión e incendio, por derrame o fuga de petróleo, diésel y gas licuado de petróleo desde restaurantes, clubes, marinas y otras instituciones que almacenan tales sustancias peligrosas en la costa muy próxima al mar. Completa la evaluación, el Muelle de Pescadores Artesanales por sus vertimientos y residuos sólidos desde el mercado de productos hidrobiológicos y probables derrames de combustible desde sus embarcaciones.

## **ii. Sectores de Edificaciones Costeras.**

Estos sectores está compuesto por los locales de riesgo tecnológico muy alto por explosión e incendio por derrame o fuga de petróleo diésel y gas licuado de petróleo desde restaurantes, clubes, marinas y otras instituciones adyacentes y colindantes a la playa. La criticidad de estos establecimientos incluye los peligros de contaminación ambiental por residuos sólidos y efluentes principalmente del tipo comercial. Cada local tiene asignado un radio variable de peligros tecnológico según se aprecia en el mapa síntesis.

## **iii. Sectores Urbanos ubicados en Parte Superior de Acantilado.**

Incluye los servicientros, grifos y locales de venta de GLP en los cuales el peligro de explosión e incendio por derrame o fuga de combustible ha sido calificado con un nivel muy alto. El radio de peligro es de 50 m en todos los casos para los 06 distritos.

Sector Agrupación de Viviendas “Medalla Milagrosa”.-Envolvente urbana resultante de la ocupación indebida de viviendas en un antiguo cauce fluvial conformando la urbanización “Medalla Milagrosa” en la cual se han calificado con un nivel muy alto los peligros de contaminación ambiental por residuos sólidos, desagües y alta probabilidad de explosión e incendio por derrame o fuga de combustibles en un ambiente de inevacuabilidad por vías de reducido tamaño en la que predomina una densidad poblacional alta y la autoconstrucción características que refuerzan el nivel de peligro tecnológico.

## **iv. Sector Bajada de Baños “Puente de los Suspiros”**

Envolvente urbana resultante de la ocupación indebida de viviendas y restaurantes en ambas laderas de un antiguo cauce fluvial conformando la tradicional Bajada de Baños de Barranco pasando por el histórico “Puente de los Suspiros” en la cual se han calificado con un nivel muy alto los peligros de contaminación ambiental por residuos sólidos, desagües y alta probabilidad de explosión e incendio por derrame o fuga de combustibles desde los bares y restaurantes en un ambiente de inevacuabilidad considerando un aforo máximo de turistas y veraneantes durante la probable emergencia, con vías de reducido tamaño en relación al flujo de personas que por allí circularían, ambiente en el que predomina una densidad poblacional alta tanto pobladores de las viviendas como comensales de restaurantes. Las características del terreno, unidades geomorfológicas y geotecnia del lugar fortalecen el nivel de peligro tecnológico.

## **v. Sector de Playas San Miguel, Magdalena y San Isidro**

Envolvente de playas y terrenos adyacentes al mar utilizados en la actualidad como lugares de esparcimiento público: malecones, plazoletas, parques temáticos y áreas verdes de todo tipo que incluyen infraestructuras conexas las cuales han sido erigidas sobre antiguos depósitos de residuos sólidos de todo tipo los cuales constituyen focos de grandes cantidades de contaminantes sepultados, removidos y compactados con fines de adaptación a nuevas estructuras en los cuales no se tiene la certeza de un sostenible cambio de uso garantizado por estudios especializados de remediación de pasivos ambientales, Aquí se desarrollan anualmente en el área correspondiente al distrito de Magdalena el Evento Gastronómico denominado “Mixtura” y en el año 2014 se presentó en los meses de Octubre y Noviembre, el Circo “Soleil”; áreas calificadas con un nivel de peligro tecnológico de contaminación de suelos muy alto.

## **7.5 Identificación de Áreas Críticas ante Desastres**

Se considera como áreas críticas ante desastres, aquellos sectores expuestos a los impactos de los peligros naturales y en el área de Estudio se han identificado:

**Cuadro N° 128. Áreas Críticas ante Desastres**

| Distrito          | Sectores críticos | Ubicación  | Características   |
|-------------------|-------------------|--|---|
| San Miguel        | I                 | Ca. Nicolás de Piérola y Villena   | Ligero movimiento del suelo que afecta algunas viviendas (entre la Ca. Piérola y Av. Circuito de playa) |
|                   | II                | Cruce Av. Circuito de Playas y Jr. Cmde. Ladislao Espinar (Servicio de Limp. Pública de la Muni. San Miguel) | Desplazamiento en dos direcciones horizontal y vertical de la capa asfáltica                            |
|                   | III               | Parque Belén   | Desplazamiento en una dirección de la capa asfáltica  |
| Magdalena del Mar | I                 | Malecón Castañola entre Ca. Leoncio Prado y Pascual de Vivero  | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra (afectación de la capa de cemento)       |
|                   | II                | Final de la Av. Larco Herrera Antonio Raimondi   | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra (afectación de vivienda)                 |
|                   | III               | Algunos tramos de la parte posterior del Puericultorio   | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra y deslizamiento.                         |
|                   | IV                | Parte inferior del Pueblo Joven Medalla Milagrosa  | Desplazamiento en dirección horizontal de muros y cimientos   |
|                   | V                 | Zona de descarga del canal Huatica   | Erosión hídrica y activación de derrumbes en la zona de descarga  |
|                   | VII               | Bajada Marbella  | Escurrimiento y erosión de agua superficial   |
| San Isidro        | I                 | Entre Psje. Godofredo García y Bajada Circuito de Playas (Maestranza de la Muni. San Isidro)                 | Desplazamiento en dirección horizontal de muros y cimientos   |
| Miraflores        | I                 | Estadio Municipal Manuel Bonilla y Bajada Av. Circuito de Playas   | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra (afectación de vivienda) y caída de roca |
|                   | II                | Parte Baja de la Plaza Santa Teresa (Bajada Isaac Rabí)  | Caída de roca   |
|                   | III               | Final de la Calle Porta, Colón, y Av. Costa Verde  | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra (afectación de vivienda) y caída de roca |
|                   | IV                | Bajada Armendáriz, Balta   | Escurrimiento de agua superficial y erosión hídrica   |
| Barranco          | I                 | Talud a la altura de la Playa Los Pavos, Playa Barranco y Los Yuyos  | Caída de roca   |
|                   | II                | Plataforma inferior (zona de playas y vías metropolitana)  | Inundación por agua de mar (tsunami) y algunos sectores por agua subterránea                            |
|                   | III               | Bajada Baños   | Escurrimiento de agua superficial y erosión hídrica, derrumbes y caída de roca                          |
| Chorrillos        | I                 | Ca. Graña  | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra (afectación de vivienda)                 |
|                   | II                | Talud altura Playa Agua Dulce.   | Borde del talud definido por desprendimiento de masa de tierra (afectación de vivienda) y caída de roca |
|                   | III               | Bajada Tenderini   | Escurrimiento de agua superficial y erosión hídrica   |
|                   | IV                | Plataforma inferior (zona de playas y vías metropolitana)  | Inundación por agua de mar (tsunami) y algunos sectores por agua subterránea                            |

Elaborado. Equipo Técnico, 2014

Ante el riesgo de escenario sísmico que puede generar tsunamis e inundar la parte baja del acantilado en todos los distritos de la Costa Verde: San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, siendo áreas críticas, las partes bajas de los acantilados, hasta una altura promedio de 25 m., según se muestra en el cuadro N° 130, donde se observa la altura de la primera ola y el tiempo de arribo. Las partes altas de los acantilados son críticas debido a que se han construido edificios muy pesados cerca al borde del acantilado y otros como en el distrito de Barranco han cortado los acantilados para construir edificios multifamiliares, los cuales pueden colapsar después de la llegada de las olas del tsunami, que podrían erosionar la base del acantilado.

En conclusión por tsunamis tenemos toda la bahía de la Costa Verde identificada como área crítica por este tipo de desastre natural, y debido a que estamos frente al Cinturón del Fuego somos un país altamente sísmico.

Asimismo, por el fenómeno de oleajes anómalos y/o bravezas, los sectores críticos son la Pico Alto en Miraflores y la ensenada de Chorrillos y Muelle Artesanal de Pescadores, en donde estos oleajes, empujan las embarcaciones tierra adentro en la zona de playa y llegando en algunas ocasiones a inundar la pista.

En el caso de erosión marina tenemos el sector del distrito de Barranco como la zona donde ocurre mayor erosión y en la zona norte de la bahía, por ser una zona profunda y donde se ha ganado terreno al mar con desmante traído por camiones de toda la ciudad de Lima.

**Cuadro N° 129. Altura máxima de la ola ante un sismo de una magnitud de 9.0 Mw y tiempo de arribo de primera ola.**

| Distrito   | Latitud   | Longitud  | Lugar                   | h max (Mg. 9.0 Mw) | Tiempo arribo 1era. ola |
|------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| San Miguel | 12.093637 | 77.085736 | Qda. Bertolotto         | 21.6               | 40 min.                 |
| Magdalena  | 12.100438 | 77.073160 | Qda. Marbella           | 23.5               | 40 min.                 |
| San Isidro | 12.105651 | 77.063990 | Qda. Cuartel San Martin | 25.3               | 40 min.                 |
| Miraflores | 12.111707 | 77.056185 | Qda. Balta              | 25.5               | 40 min.                 |
| Miraflores | 12.129621 | 77.037027 | Qda. Armendáriz         | 23.4               | 40 min.                 |
| Barranco   | 12.139708 | 77.028714 | Policía de salvataje    | 21.9               | 40 min.                 |
| Barranco   | 12.150816 | 77.024959 | Qda. Baños              | 20.0               | 40 min.                 |
| Chorrillos | 12.161984 | 77.027874 | Bajada Tenderini        | 17.3               | 40 min.                 |

Elaborado. Equipo Técnico, 2014

## **VIII. PROPUESTA GENERAL**

### **8.1 OBJETIVOS**

La propuesta define pautas para la consolidación de la estructura urbana de la Costa Verde, mediante los procesos de consolidación y organización, con un enfoque integral de sus componentes físicos ambientales, con criterios de gestión y prevención ante eventos naturales o antrópico de la franja de la Costa Verde.

Los Objetivos Específicos de la propuesta, consisten en lo siguiente:

- Reducir los niveles de vulnerabilidad identificados en los diferentes sectores de la población asentada en áreas de riesgo y de la infraestructura física de la Costa Verde, ante los efectos de eventos naturales y antrópicos.
- Promover, con criterios de seguridad física, el ordenamiento y la racionalización del uso del suelo, planificado y concordante con sus potencialidades y limitaciones.
- Identificar las acciones y medidas de reducción y mitigación de riesgos necesarias para neutralizar las acciones de los eventos naturales y antrópicos.
- Generar propuestas técnicas relacionadas con la seguridad física del ámbito de la Costa Verde, para el diseño de políticas, estrategias y acciones específicas, de las entidades y agentes involucrados.
- Elevar los niveles de conciencia de los actores sociales, principalmente de la población, autoridades e instituciones públicas y privadas, sobre los diversos niveles de peligros, vulnerabilidad y riesgo, en que se encuentra la Costa Verde y su entorno inmediato.

### **8.2 MODELO URBANO SOSTENIBLE**

El Modelo Urbano y de Ordenamiento ambiental, propuesto, se ha estructurado sobre la base del modelo actual urbano de la Costa Verde, tomándose en cuenta los componentes de infraestructura, equipamiento, de seguridad física y ambiente que se presentan en la figura N° 65 y 66.

#### **i. Área de protección natural I (Acantilados)**

Los acantilados conforman un paisaje natural dominante con un valor turístico relevante para la ciudad de Lima, encontrándose un ecosistema natural que presenta una biodiversidad propia de la Costa Verde manteniendo el equilibrio ambiental.

La actividad antrópica y la exposición a fenómenos de erosión eólica y sísmica, son las principales causas de inestabilidad del talud de los acantilados, con la posible ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y caída de rocas. Por ello, para la conservación de los mismos, es necesario aplicar las siguientes medidas:

- a. Aplicar la Normativa que declara la Intangibilidad de los acantilados mediante acciones que permitan la puesta en valor de los mismos.
- b. Implementar medidas de protección y mantenimiento continuo en los acantilados de la Costa Verde.
- c. Desarrollar proyectos ecoturísticos que refuerzan la conservación, protección y restauración de los acantilados que se ubican en la Costa Verde.

## **ii. Área de protección natural II (Cerros Morro Solar y Marcavilca)**

Los Cerros Morro Solar y Marcavilca conforman paisajes naturales constituidos por relieves elevados que dominan el sector sur de la Costa Verde con valor natural y turístico, desarrollado en macizos rocosos que representan parte de la evolución geológica de Lima como se indicó y desarrolló en capítulos anteriores, representando los Cerros Morro Solar, un valor histórico para la ciudad de Lima.

Para la conservación de estas zonas, se proponen las siguientes medidas:

- d. Aplicar la Normativa que declara Patrimonio Cultural de la Nación a los Cerros Morro Solar mediante acciones que permitan la puesta en valor del mismo.
- e. No permitir ni formalizar la ocupación de las laderas del Cerro Morro Solar.

## **iii. Área de tratamiento ambiental y de reserva natural**

Comprende el área cubierta por el agua de mar, conformando el ecosistema marino con una biodiversidad potencial, con estructuras marinas instaladas para mantener las áreas recreativas (playas).

Asimismo, la morfología del área (bahía Chorrillos - Miraflores), ha condicionado que la dinámica marina (olas, corrientes marinas, sedimentación y erosión marina), favorezca la actividad deportiva. Por otra parte, la actividad humana puede incidir negativamente en la dinámica marina, deteriorando la calidad del agua de mar y en algunos sectores de la costa provocan la erosión marina. Por lo antes descrito, se proponen las siguientes medidas de conservación:

- a. Promover la declaración del área, como reserva natural protegida con fines de conservación, para proveer oportunidades de investigación, turismo y educación.
- b. Aplicar la Normativa Ambiental para áreas marinas.

## **iv. Área urbana residencial consolidada**

Corresponde al área ocupada por la población de los distritos de la Costa Verde, considerada como un suelo de uso urbano residencial y de áreas verdes, con un valor turístico urbano.

Las áreas verdes se ubican a lo largo del borde del acantilado, son espacios que mantienen las condiciones del suelo y contribuyen en reducir el índice de contaminación ambiental.

El área debe conservarse mediante las siguientes medidas:

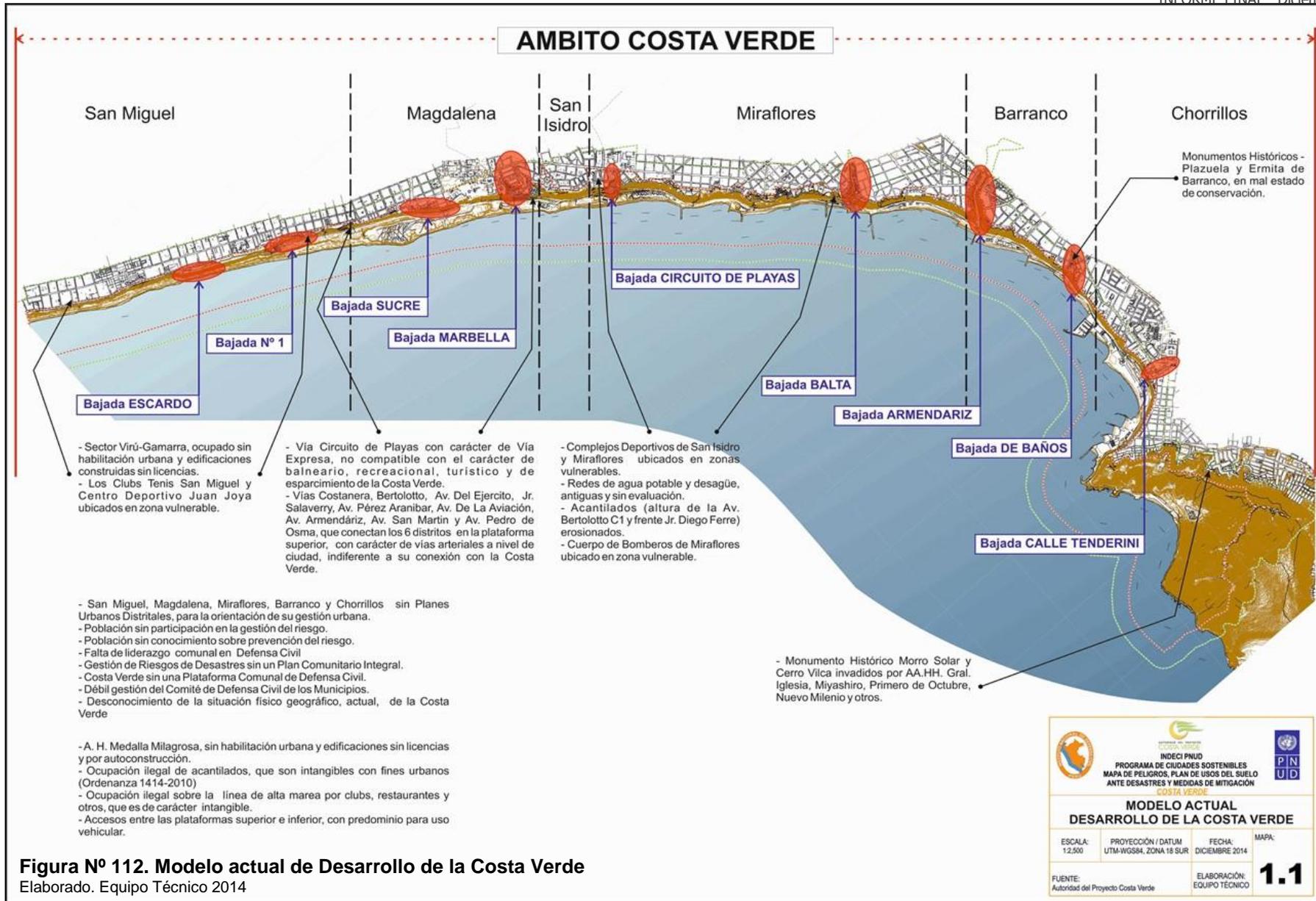
- a. Se recomienda que las áreas residenciales estén ubicadas a una distancia de 50 metros del borde del acantilado, como medida de seguridad para las familias que habiten estas zonas.
- b. Considerar estas áreas como residenciales en los Planes Urbanos de los distritos de la Costa Verde.

**v. Área de Tratamiento Ambiental III y de recreación pública (playas y circuitos)**

Comprende la plataforma inferior donde se ubican áreas recreativas como playas, losas deportivas y las principales vías de acceso. Estas áreas son espacios de concurrencia masiva de la población durante el verano, generando un elevado índice de tránsito vehicular el cual tiene como efecto la configuración de espacios con alto índice de contaminación ambiental.

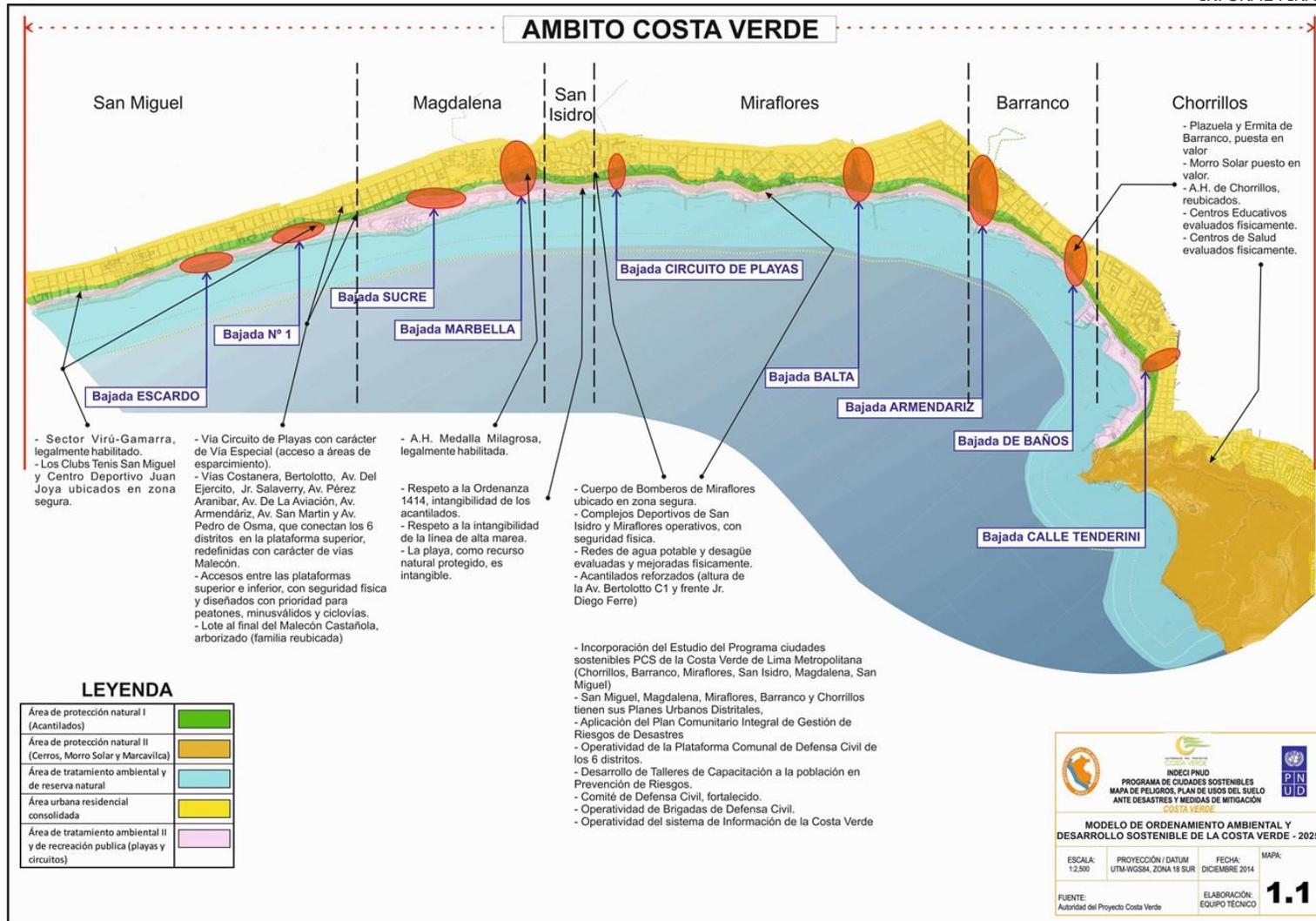
Se recomiendan las siguientes medidas para la conservación de esta Área:

- a. Declarar el área como de Reglamentación Especial.
- b. Implementar diferentes mecanismos de tránsito, para minimizar los efectos del congestionamiento vehicular, permitiendo una mejor gestión del espacio, brindando de esta manera mejores condiciones de movilidad y evacuación a los usuarios de estas áreas recreativas en tiempos de mayor concentración o ante una situación de emergencia generada por un desastre natural o tecnológico.



**Figura N° 112. Modelo actual de Desarrollo de la Costa Verde**

Elaborado. Equipo Técnico 2014



**Figura Nº 113. Modelo Ordenamiento Ambiental y Desarrollo sostenible de la Costa Verde**

Elaborado. Equipo Técnico PCS 2014

### 8.3 OBJETIVOS ESTRATEGICOS DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

- a. Reducir los niveles de vulnerabilidad identificados en los diferentes sectores de la población asentada en áreas de riesgo y de la infraestructura física de la ciudad, ante los efectos de desastre natural o tecnológico.
- b. Orientar, con criterios de seguridad física, el ordenamiento y la racionalización del uso del suelo, planificado, concordante con sus potencialidades y limitaciones.
- c. Identificar las acciones y medidas de mitigación necesarias para neutralizar los efectos de eventos naturales y antrópicos.
- d. Generar un sistema de información relacionado con la seguridad física del ámbito de la Costa Verde, para la implementación de políticas, estrategias y acciones específicas, de las entidades y agentes involucrados.
- e. Crear y fomentar los niveles de conciencia de los actores sociales, principalmente de la población, las autoridades y entidades públicas y privadas, ante peligros existentes y potenciales, vulnerabilidad y riesgo, en que se encuentra la Costa Verde y su entorno inmediato.
- f. Incrementar las actividades de Gestión Ambiental
- g. Desarrollar Tareas de Fiscalización Ambiental
- h. Desarrollar el Catastro de Sustancias Peligrosas a nivel distrital.

### 8.4 ESTRATEGIAS DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Dotar a los Gobiernos Locales, comprendidos en el ámbito de la Costa Verde, de un instrumento técnico legal, que sirva de base para la elaboración de otros instrumentos y acciones que les permitan promover y orientar la ocupación y uso planificado del suelo de la Costa Verde de manera coordinada y como una Unidad Territorial Integrada.

El Estudio PCS de la Costa Verde (Chorrillos, Barranco-Miraflores-San Isidro-Magdalena Del Mar-San Miguel), corresponde a un instrumento técnico legal, que a través de la identificación de zonas vulnerables, la estimación de escenarios de riesgo y la elaboración del Plan de Usos del Suelo ante Desastres, los Gobiernos Locales podrán revertir el crecimiento desordenado de la Costa Verde, concentrándolo en la seguridad física, en la reducción de áreas vulnerables y en la minimización del riesgo de los usuarios de la Costa Verde.

A través de este estudio se fortalecerán las capacidades del personal técnico y administrativo de los Municipios y orientará la toma de decisiones con un enfoque de Gestión de Riesgo de Desastres.

#### Objetivos Estratégicos

**Objetivo Estratégico 1.** Reducir los niveles de vulnerabilidad identificados en los diferentes sectores de la población asentada en áreas de riesgo y de la infraestructura física de la ciudad, ante los efectos de desastre natural o tecnológico.

**Objetivo Especifico 1.-** Elaborar un Programa de Acciones dirigida a los sectores de alta vulnerabilidad.

**Actividad 1:** Identificar zonas dentro del distrito o en sectores aledaños que puedan ser utilizadas para la reubicación de las familias en sectores de alta vulnerabilidad.

**Actividad 2:** Determinar mediante un padrón el número de familias a reubicar.

**Actividad 3:** Determinar el equipamiento administrativo y de recreación a reubicar.

**Actividad 4:** Proyectos específicos de intervenciones mitigables.

**Actividad 5:** Proyecto de reforzamiento y rehabilitación urbana.

**Objetivos Estratégicos 2.-** Orientar, con criterios de seguridad física, el ordenamiento y la racionalización del uso del suelo planificado, concordante con sus potencialidades y limitaciones.

**Objetivo Especifico 1.** Formular e Implementar un instrumento técnico normativo (Plan Urbano) con enfoque de Riesgo de Desastres.

**Actividad 1:** Elaboración e Implementación del Plan Urbano Distrital, tomando como base la Gestión del Riesgo de Desastres.

**Actividad 2:** Elaboración e Implementación de un Reglamento específico de Transporte vehicular, teniendo en cuenta que la función del espacio físico natural y ganado de la Costa Verde, es de carácter recreacional y turístico.

**Objetivo Especifico 2.** Organizar el espacio físico de la franja costera de la plataforma inferior de acuerdo a su vocación físico-natural (turístico/recreacional).

**Actividad 1:** Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en la actualización del Plan Maestro de la Costa Verde, tomando como base el presente Estudio PCS de la Costa Verde.

**Actividad 2:** Estudio y Proyecto específico de los accesos de articulación de la plataforma superior con la inferior, con tratamiento especial para el uso peatonal y de personas con discapacidad.

**Objetivos Estratégicos 3.** Identificar las acciones y medidas necesarias para mitigar los efectos de eventos naturales y antrópicos.

**Objetivo Especifico 1.** Promover la organización y consolidación de las organizaciones vecinales, con fines de gestión del riesgo.

**Actividad 1:** Fortalecimiento o creación de las Plataformas Comunes de Defensa Civil.

**Actividad 2:** Elaboración y desarrollo de un Plan Integral de Gestión de Riesgos de Desastres.

**Actividad 3:** Talleres de Capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres.

**Actividad 4:** Participación de la población en la elaboración del Presupuesto Participativo, en el que se considere las actividades inherentes a la Gestión del Riesgo de Desastres.

**Objetivos Estratégicos 4.** Generar un sistema de información relacionado con la seguridad física del ámbito de la Costa Verde, para la difusión de políticas, estrategias y acciones específicas, de las entidades y agentes involucrados.

**Objetivo Específico 1.** Implementar y difundir instrumentos normativos que regulen los usos específicos de la Costa Verde.

**Actividad 1:** Implementación de un sistema de Información para la difusión de las políticas, estrategias y acciones específicas referidas a la seguridad física del ámbito de la Costa Verde.

**Objetivos Estratégicos 5.** Crear y fomentar los niveles de conciencia de los actores sociales, principalmente de la población, las autoridades y entidades públicas y privadas, ante peligros existentes y potenciales, vulnerabilidad y riesgo, en que se encuentra la Costa Verde y su entorno inmediato.

**Objetivo Específico 1.** Fortalecimiento Institucional

**Actividad 1:** Coordinaciones intra e interinstitucional de motivación y sensibilización, relacionado con la Gestión del Riesgo de Desastres.

**Actividad 2:** Talleres de capacitación de funcionarios, profesionales y técnicos en temas referidos a la Gestión del Riesgo de Desastres.

**Actividad 3:** Incorporación del Enfoque de la Gestión Riesgo de Desastres en los instrumentos de gestión municipal: Presupuesto participativo, Planes de Desarrollo Urbano, Planes de Inversión pública y privada y Planes operativos, etc.

**Actividad 4:** Fortalecimiento de las Gerencias y Sub Gerencias de Defensa Civil con recursos humanos capacitados, espacios físicos adecuados, recursos económicos y mobiliario para ejercer una mejor Gestión Municipal en lo concerniente a la Gestión del Riesgo de Desastres.

## **8.5 Propuesta de medidas de prevención y mitigación ante desastres.**

### **8.5.1 Naturaleza de la propuesta**

Las Medidas de Mitigación ante Desastres tienen la finalidad de orientar el proceso del desarrollo de la Costa Verde en forma armónica y sostenible, reduciendo los niveles de vulnerabilidad de los componentes urbanos, ante la posible presencia de eventos naturales y/o antrópicos.

Las medidas de mitigación deben ser percibidas como una importante inversión, especialmente en sectores de alto riesgo, debiéndose incorporar en los procesos de Organización y Administración, Planificación, Inversión, e Implementación de Planes, para permitir la ocupación ordenada y segura del espacio urbano, así como el normal desarrollo de su actividad productiva, muy en especial en el caso de la Costa Verde, en la cual la afluencia del público a la zona depende en gran medida de la percepción de situaciones de tranquilidad y seguridad.

## **8.5.2 Objetivos de las medidas de prevención y mitigación ante desastres**

Los objetivos de las medidas de mitigación son:

- Reducir las condiciones de vulnerabilidad física y estructural en el territorio, a fin de mitigar o eliminar los efectos adversos de los fenómenos.
- Establecer condiciones óptimas de ocupación del territorio mediante acciones de prevención para el uso del suelo en áreas que presentan factores de riesgo o características naturales que deban ser preservadas.
- Aplicar medidas preventivas para lograr un equilibrio medio ambiental en concordancia con la intensidad de ocupación del suelo, en áreas vulnerables expuestas a los efectos de eventos naturales y antrópicos.
- Establecer las pautas de seguridad operativas en materia de planificación, inversión y gestión, para el desarrollo sostenible de la Costa Verde.

## **8.5.3 Medidas de prevención y mitigación ante desastres**

### **A. Medidas Preventivas a Nivel de Política Institucional**

- i. Las Municipalidades Distritales de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos; así como La Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV), deben liderar un proceso de cambio, promoviendo la articulación de los niveles de gobierno Central, Metropolitano y Local, mediante una Política de Concertación sobre el espacio urbano de la Costa Verde, a fin de garantizar la ejecución del Plan de Prevención, comprometiendo los recursos necesarios para su implementación en los respectivos presupuestos municipales de cada distrito.
- ii. Orientar las políticas de desarrollo y los mecanismos técnico-legales, hacia el fortalecimiento de las acciones dedicadas al tema de la prevención y mitigación de desastres.
- iii. Fomentar el respeto al principio de corresponsabilidad entre los actores sociales de la Costa Verde, como elemento de prevención y control.
- iv. Incorporar explícitamente la variable prevención, atención y recuperación de desastres en las políticas y planes de desarrollo de cada distrito involucrado.
- v. Incorporar las medidas del Plan de Prevención en los proyectos y programas de desarrollo, garantizando la sostenibilidad de sus resultados a largo plazo.
- vi. Propiciar una mayor toma de conciencia en los niveles de decisión económico, social y político, sobre la relación costo-beneficio de la gestión de riesgo.
- vii. Generar condiciones organizativas adecuadas en la localidad para asegurar la sustentabilidad del proceso de gestión de riesgo.
- viii. Propiciar que la gestión de riesgo de desastres sea un tema de importancia y de interés generalizado en la comunidad, gobiernos locales, instituciones públicas y organizaciones de base de cada distrito, combinando estrategias de capacitación, de sensibilización y de

involucramiento de todos los actores, a fin de que perciban que los desastres son las consecuencias más fieles de los desequilibrios en las relaciones sociales, económicas y ambientales en el barrio, en la ciudad y en la región.

- ix. Desarrollar indicadores que permitan evaluar sobre bases objetivas, los niveles de riesgo que una comunidad está dispuesta a asumir, de manera que la misma comunidad pueda reafirmar o reevaluar sus decisiones.
- x. La implementación del “Mapas de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos; Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Fichas de Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde (Chorrillos – Barranco – Miraflores – San Isidro – Magdalena – San Miguel)” debe ser tratado en cada distrito involucrado como un proceso dinámico, que requiere de la evaluación y monitoreo permanente en relación a las metas trazadas, las actividades planteadas, las prioridades establecidas y el logro de sus objetivos.
- xi. Gestión de recursos para la medición permanente, la profundización de investigaciones y la ejecución de proyectos orientados a la seguridad del entorno de la Costa Verde, con énfasis en la reducción de riesgo en escenario sísmico.
- xii. Difusión del “Mapas de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos; Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Fichas de Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde (Chorrillos – Barranco – Miraflores – San Isidro – Magdalena – San Miguel)”

## **B. Medidas Preventivas para el Sistema de Agua**

- i. Realizar una inspección pormenorizada de las redes del sistema de agua potable; de las condiciones en el que se encuentran, reemplazar las que se encuentran con daños severos y el retiro de las más antiguas de asbesto cemento por tuberías de PVC polietileno flexibles capaces de resistir las vibraciones y desplazamientos del terreno en caso de ocurrir sismos de gran magnitud a fin de no interrumpir la dotación de agua y complementar con un mapeo a nivel de detalle de las líneas principales y secundarias para la realización de proyectos posteriores.
- ii. Elaborar un inventario de la disponibilidad del servicio y las posibilidades de abastecimiento de las áreas de refugio, en base a la demanda de agua en casos de desastres y post desastres; así como una evaluación de las tuberías ante riesgos de contaminación.
- iii. Prever alternativas de solución para casos de colapso de los sistemas de agua potable, como la colocación de casetas de control por sectores no muy amplios, cuyos efectos en el caso de producirse, la rotura o destrucción del sistema se pueda tener el control mediante el cierre de estos sectores con la finalidad de no generar situaciones de aniego e inundación de calles que generen malestar y perjuicio a la población.
- iv. Establecer un sistema de control manual o automático de cierre de válvulas que garantice la existencia de agua después de un desastre.
- v. Utilizar materiales adecuados como el acero dúctil o el polietileno en las tuberías que se instalarán en suelos que puedan estar sujetos a movimientos fuertes.
- vi. Implementar una estructura de almacenamiento de agua acorde a la demanda por periodos prolongados en los centros de salud, postas, clínicas y centros de atención médica para que el suministro de agua para casos pos-desastre sean satisfechas.

### **C. Medidas Preventivas para el Sistema de Desagüe**

- i. Utilizar preferentemente materiales adecuados como el PVC - polietileno en la instalación de tuberías para este fin, con cajas de inspección no muy alejadas y diseñadas de concreto armado capaces de resistir la vibración y desplazamiento del suelo durante la ocurrencia de sismos de gran magnitud.
- ii. Realizar una inspección pormenorizada del sistema a fin de detectar tuberías dañadas, agrietadas por donde el agua contaminada traspasa al subsuelo; reemplazar las que se encuentran con daños severos y el retiro de las más antiguas. Completar con el levantamiento topográfico de las redes y mapeo a nivel de detalle del sistema de alcantarillado permitiendo que no sean dañadas durante la ejecución de obras de mantenimiento y/o ampliación de las redes.

### **D. Medidas Preventivas para el Sistema de Energía Eléctrica**

- i. Considerar otras fuentes generadoras de energía, principalmente para asegurar el funcionamiento de los servicios vitales en caso de emergencia generalizada, como medida de previsión ante la ocurrencia de un evento adverso intenso.

### **E. Medidas Preventivas para el Sistema de Comunicación:**

#### **E.1: Sistema Vial:**

- i. Diseñar un sistema de señalización vial adecuada y complementaria, que brinde seguridad al peatón y a los conductores que circulan por la Costa Verde.
- ii. Diseñar alternativas de acceso a la Costa Verde, para evitar posibles aglomeraciones en caso de presentarse una emergencia por desastres naturales o antrópicos.
- iii. El sistema vial de la Costa Verde, debe incluir las medidas de prevención de riesgos, propuesta en el Estudio PCS de la Costa Verde, a través de la adecuación y mantenimiento de las Rutas de Evacuación indicadas en el Mapa de Rutas de Evacuación – Ver Anexo N° XXXX.

#### **E.2: Red de Comunicación:**

- i. Implementar un Sistema de Alerta Temprana en caso de Tsunamis para la Costa Verde, interconectado en todos los distritos de la Costa Verde.
- ii. Activar las redes de comunicación interinstitucionales que deben responder en situaciones de emergencia (nacionales y locales) para una mejor coordinación ante un evento de desastre.

### **F. Medidas preventivas a nivel de Proceso de Planificación**

- i. Elaborar el Plan de desarrollo urbano de los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, Miraflores, Barranco y Chorrillos, a partir de la problemática actual, incorporando como base fundamental del desarrollo, la seguridad física de los habitantes y la protección de los recursos naturales de la Costa Verde.
- ii. Diseñar y ejecutar programas de renovación urbana a fin de mejorar las áreas identificadas como vulnerables, mitigando los efectos de posibles desastres.

- iii. Establecer normas que declaren intangibles para fines de vivienda, servicios vitales o instalaciones de concentración pública, las áreas desocupadas calificadas como de Peligro Alto y Muy Alto.
- iv. Formular ordenanzas municipales específicas, que limiten la construcción de nuevas edificaciones o la ampliación de las existentes, en los sectores críticos determinados en los presentes estudio, orientados a desalentar la densificación de dichos sectores.
- v. Promover la realización de un proceso progresivo de reurbanización en los sectores críticos, a fin de establecer zonas más seguras y atractivas.
- vi. Aplicar las Normas emitidas para la protección de los Acantilados y de esta forma evitar la ejecución de proyectos públicos o privados que puedan afectar determinadas áreas de los acantilados y zonas adyacentes (ambas plataformas).
- vii. Implementar medidas de mantenimiento y protección a lo largo de los acantilados para evitar los procesos de deslizamientos y caída de rocas de los taludes hacia las vías en coordinación con las instituciones involucradas en el tema.
- viii. Reubicar los locales de los servicios vitales localizados en sectores críticos, hacia zonas seguras, para garantizar su operatividad en casos de emergencia por desastres naturales y antrópicos (Ej. Estación de Bomberos-San Isidro).
- ix. Establecer una mayor fiscalización municipal para evitar el arrojamiento de desmonte en las playas y zonas adyacentes a los acantilados, para evitar potenciales efectos adversos de contaminación del mar y las playas.

#### **G. Medidas preventivas a nivel socio-económico y cultural**

- i. Promover en la población de los distritos de la Costa Verde, la cultura de la prevención de Riesgos de Desastres de manera que propicie la voluntad de la ciudadanía por participar activamente en la solución de la problemática, y por cumplir y respetar las normas y recomendaciones establecidas.
- ii. Organizar, capacitar y motivar a la población en acciones de prevención, mitigación y apoyo en caso de desastres, a fin de lograr su compromiso con el desarrollo sostenible de los distritos de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.
- iii. Organizar y realizar simulacros de evacuación, principalmente en los sectores críticos, a fin de determinar tiempos y situaciones críticas que puedan presentarse ante la ocurrencia de un fenómeno destructivo.
- iv. Conformar una red organizada de servicios en caso de desastres, integrada por todos los centros asistenciales de la ciudad y coordinada con el Ministerio de Salud.
- v. Organizar, planificar y desarrollar campañas de limpieza pública, a fin de evitar el arrojamiento de basura en parques, áreas de recreación, playas y zonas adyacentes a los acantilados, principalmente en época de verano por el incremento de los usuarios de las playas aledañas a los distritos de la Costa Verde.

## **H. Medidas Preventivas ante Peligro geotécnico**

- i. Establecer medidas estructurales de prevención y control para reducir los niveles de peligro y riesgo de colapso del material que conforman los taludes en la Costa Verde, mediante la Implementación de técnicas de protección y estabilización de los taludes.
- ii. Se recomienda la forestación de los taludes aplicando ángulos de pendiente adecuados, desquinche de materiales suelto, peinados de talud, construcción de banquetas o terrazas, muros de contención, anclaje en zonas aptas para esta solución.

## **I. Medidas Preventivas ante Peligro hidrológico**

- i. Capacitación al personal encargado del riego de las áreas verdes, en técnicas de riego y mantenimiento.
- ii. Mantenimiento y operación adecuada y oportuna de los sistemas de riego de las áreas verdes.
- iii. Mantenimiento y operación adecuada y oportuna de los sistemas de agua potable y alcantarillado de parte de la Empresa prestadora del Servicio.
- iv. Mantenimiento y operación adecuada y oportuna de los sistemas de drenaje de aguas subterráneas de parte de la Empresa prestadora del Servicio.
- v. Diseñar y construir al final del canal Huatica, un sistema de drenaje que permita controlar la erosión provocada por el agua de riego que escurre hacia la Costa Verde.

### **8.5.4 Medidas Preventivas a Nivel Ambiental**

#### **A. Medidas de Prevención y Mitigación de desastres ante Peligros tecnológicos**

Como resultado del Análisis y Evaluación de Peligros Tecnológicos en la Costa Verde, es muy probable la ocurrencia de eventos de contaminación ambiental y episodios de derrame, explosión e incendio por hidrocarburos.

Se propone las medidas de prevención y mitigación respecto a cada uno de los peligros más relevantes los cuales requieren mayor prioridad de atención.

- i. Implementar un plan de contingencia, orientado a la prevención de la contaminación ambiental por sustancias químicas peligrosas como incendios urbanos y cortos circuitos principalmente; para reducir los riesgos por peligros tecnológicos.
- ii. Promover Campañas de sensibilización ambiental en playas durante la temporada de verano con el apoyo de ONGs Ambientalistas, Colectivos, Asociaciones y Voluntarios principalmente.
- iii. Con fines de prevención y mitigación de la contaminación sonora en la vía metropolitana, se propone una campaña de control de la contaminación acústica ocasionada principalmente por los vehículos del parque automotor.
- iv. Fortalecer los Planes de Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos en la Costa Verde, mejorando de esta manera la calidad ambiental en áreas aledañas a los acantilados principalmente en las zonas de Barranco y Chorrillos.

- v. Con fines de control de la contaminación de agua; se propone un programa de profilaxis sanitaria integral de estructuras hidráulicas de almacenamiento y distribución de agua para consumo humano, tales como tanques cisternas y elevados, ubicados en los asentamientos humanos y predios a los cuales se deben aplicar procesos de limpieza y desinfección de manera periódica.
- vi. Para una mejor gestión ambiental de comercios como tiendas, kioscos en playas, se plantea la realización de un programa de reordenamiento y fiscalización municipal del comercio ambulatorio orientado a mitigar, neutralizar y/o prevenir los impactos negativos originados por venta ambulatoria de alimentos en playas durante el verano.
- vii. En el dominio de las sustancias químicas peligrosas; se propone la realización de un catastro de materiales peligrosos de toda índole como hidrocarburos (básicamente gas propano (GLP) las cual es indispensable evaluar en cuanto a sus volúmenes precisos de almacenamiento cuya localización geográfica de las fuentes de almacenamiento y distribución permitan diseñar una estrategia eficaz de acción durante una eventual emergencia química.

Las medidas de prevención de desastres tecnológicos arriba mencionadas; constituyen un conjunto de soluciones estructurales y no estructurales de gestión de los riesgos en caso de materializarse en forma de emergencias; siendo a su vez las soluciones más prioritarias e inmediatas hacia las cuales los gobiernos locales de los (06) seis distritos deberán dirigir sus esfuerzos para el logro del desarrollo sostenible de la Costa Verde en términos de seguridad ambiental.

### Medidas Generales

En el cuadro N° 121 se indican las medidas estructurales y no estructurales de prevención de peligros tecnológicos identificados en el área del proyecto Costa Verde según cada nivel de riesgo identificado:

**Cuadro N° 130. Medidas de Prevención de Riesgos Tecnológicos**

| Nivel de Riesgo |   | Medidas de prevención   |
|-----------------|---|---|
| Muy Alto        |  | Ing. de Riesgos + Ing. de Protección + Gestión de Riesgos + Monitoreo Permanente + Vigilancia Preventiva. |
| Alto            |  | Ing. de Protección + Gestión de Riesgos + Monitoreo Permanente + Vigilancia Preventiva.                   |
| Medio           |  | Gestión de Riesgos + Monitoreo Permanente + Vigilancia Preventiva.  |
| Bajo            |  | Monitoreo Permanente + Vigilancia Preventiva.   |

Elaborado. Equipo Técnico PCS 2014

### **Medidas de Control de la Contaminación Ambiental**

- c. Ampliar y Mejorar el Sistema de Agua y Alcantarillado.
- d. Desarrollar Actividades de Fiscalización Ambiental (EIAs, DIAs, PAMAs, etc.).
- e. Fortalecer la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.
- f. Desarrollar un Programa de Control de la Contaminación Acústica
- g. Desarrollar un Programa de Descontaminación Ambiental en Playas durante la temporada de verano.
- h. Desarrollar el Plan de Contingencias de cada Distrito.

## **8.6 PLAN DE USOS DEL SUELO ANTE DESASTRES**

### **8.6.1 Objetivos del Plan de uso de suelos**

- i. Considerar la intangibilidad en las zonas de Muy Alto Peligro, restringiendo su uso exclusivamente para fines de forestación y seguridad ambiental.
- ii. Considerar mayor seguridad en las zonas vulnerables a través de obras que protejan las infraestructuras, los taludes y el borde litoral.
- iii. Considerar incentivos para la ocupación del territorio en forma ordenada y segura; restringiendo la expansión urbana.

### **8.6.2 Clasificación del suelo por condiciones generales de uso**

Las condiciones generales de usos del suelo, establecidas en los Mapas PU-1.1 al PU-1.7, corresponden a un marco territorial de base, de acuerdo a un ordenamiento que asegure usos del suelo en términos de compatibilidad física, ecológica, social y funcional, como condición básica para un Desarrollo Urbano Sostenible.

La clasificación del suelo parte del análisis de las condiciones geomorfológicas, valor arqueológico, propiedad y tenencia de la tierra, accesibilidad a los servicios básicos y sociales, niveles de tendencias de la ocupación y uso del suelo, tendencias previsibles en la evolución de las demandas, marco normativo nacional vigente.

Las normas de Zonificación de Usos del Suelo que aprueben las Municipalidades para los efectos de su acondicionamiento, ocupación y utilización, se sujetaran a la clasificación de los diferentes tipos de suelo, de la presente propuesta:

#### **Suelo Urbano Apto**

- 1. Suelo Urbano Apto sin restricciones
- 2. Suelo Urbano Apto con Restricciones

#### **Suelo No Urbanizable**

- 1. Zona de Protección de Taludes de acantilados
- 2. Franja de Seguridad en la Base del acantilado – Plataforma Inferior
- 3. Franja de Seguridad en la Plataforma Superior del Acantilado
- 4. Zona de Protección de cauces y quebradas
- 5. Zona de Protección de Zona Litoral
- 6. Zona de Protección del Patrimonio Cultural
- 7. Zona de Protección Ambiental del Ecosistema Marino
- 8. Zona de Protección Litoral

## SUELO URBANO APTO

Para efectos de planificación, el suelo urbano apto es aquel programado para las funciones y actividades urbanas y que ofrece las mejores condiciones de seguridad física.

- **Suelo Urbano Apto sin restricciones**  
Suelo de uso urbano ubicado a partir de la Franja de Seguridad en la Plataforma Superior del Acantilado, y con expuesto a Peligros de nivel bajo o nulo.
- **Suelo Urbano Apto con Restricciones**  
Corresponde a una franja del espacio urbano que con determinadas acciones se puede controlar el riesgo, siendo una de las principales recomendaciones la construcción de edificaciones que no pasen de dos pisos.

|             |   |
|-------------|---|
| San Miguel: | Calle Virú - Gamarra.<br>Edificio ubicado en la Av. Malecón Bertolotto c 1                    |
| Magdalena:  | A.H. Medalla Milagrosa  |
| San Isidro: | Parte del Complejo Deportivo San Isidro   |
| Barranco:   | Plaza Castilla – Jr. Mariscal Sucre<br>Calle M. Mariscal Castilla – Jr. Independencia         |
| Chorrillos: | Jr. Independencia, Franja que bordea un sector del Morro Solar<br>(Ca. Paraguay – Santa Rita) |

## SUELO NO URBANIZABLE

Corresponde al suelo que no se destina para ningún tipo de uso urbano y que en algunos casos tiene importante valor natural, ambiental y turístico, requieren de especial protección.

- **Zona de Protección de Taludes de acantilados**  
Acantilados: La función específica de la calificación, consiste en la preservación de los acantilados del proceso de desarrollo urbano, debido a sus características inadecuadas por razones de seguridad física, y del establecimiento de medidas especiales de protección, por su valor paisajista.
- **Franja de Seguridad en la Base del acantilado – Plataforma Inferior**  
Corresponde a una franja de 10 metros, teniendo como referencia la distancia de alejamiento desde la base del Acantilado hacia el borde del litoral (perpendicular a la vía circuito de playas); cuya función es de protección por caída de rocas, deslizamientos, etc.
- **Franja de Seguridad en la Plataforma Superior del Acantilado**  
Corresponde a los sectores urbanos ocupados, localizados al borde del acantilado, en condiciones de Muy Alto Riesgo. Tener como referente la distancia de alejamiento del borde del borde del acantilado (50m.), considerado como límite del acantilado a partir del cual el suelo puede ser considerado como urbanizable.

|                    |  |
|--------------------|--|
| San Miguel         | Borde hacia el acantilado de la Av. Bertolotto.  |
| Magdalena del Mar: | Manzana ubicada Calle Francisco Bejarano Borde hacia el acantilado del Puericultorio Pérez Aranibar, Malecón Grau, Marbella. |
| San Isidro:        | Borde hacia el acantilado del Complejo Deportivo San Isidro  |
| Miraflores:        | Sector posterior de Complejo Deportivo Manuel Bonilla, Parque del Amor, Malecón de la Reserva, Larcomar.                     |

Barranco: Bajada de Baños, Malecón Paul Harris, Malecón Pedro de Osma.  
Chorrillos: Malecón Costa Sur, Bajada Huaylas.

▪ **Zona de Protección de cauces y quebradas**

Corresponde a las quebradas con desarrollo de accesos y vías peatonales o vehiculares, con la finalidad de que se tomen acciones para mayor seguridad física.

Barranco: Bajada de Baños  
Miraflores: Quebrada de Armendáriz  
Bajada Balta

Chorrillos: Calle Tenderini

▪ **Zona de Protección del Patrimonio Cultural**

Barranco: Iglesia La Ermita, Bajada de Baños  
Chorrillos: Morro Solar

▪ **Zona de Protección Ambiental del Ecosistema Marino**

Mar: Reserva Natural

▪ **Zona de Protección de Litoral**

Borde Litoral, playas y plataformas de abrasión rocosas.

## 8.7 PAUTAS TÉCNICAS

### PAUTAS TÉCNICAS DE HABILITACION URBANA

Los procesos de habilitación urbana con fines de ocupación deberán contemplar las siguientes pautas técnicas, con la finalidad de tomar las medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse por la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud, consecuentemente originen incendios, fuga de materiales peligrosos, deslizamientos masivos de tierra y el colapso de los servicios básicos; así como garantizar la estabilidad y seguridad física de la Costa Verde que comprende las plataformas superior e inferior de la faja costera, tanto en las habilitaciones urbanas existentes como en las futuras. Estas pautas técnicas de habilitación urbana consideran las características más importantes del área de estudio; tales como: la sismicidad, la capacidad portante y las condiciones dinámicas de los suelos, requerimientos mínimos del comportamiento sísmoresistente de las edificaciones y la estabilidad de los taludes de los acantilados; las cuales han sido evaluadas en los ítem anteriores.

#### A. Pautas Técnicas para las Habilitaciones Urbanas Existentes

- i. Desalentar la densificación poblacional en áreas calificadas como de Peligro Alto y Peligro Muy Alto ubicadas principalmente en las plataformas bajas adyacentes al litoral marino, las cuales se consideran intangibles y a una distancia de 50 m. de la zona de coronación de los acantilados de la plataforma superior (Ver Mapa Síntesis de peligros naturales para la identificación de zonas de Peligro Alto).
- ii. No autorizar la construcción de nuevos equipamientos urbanos, en áreas calificadas como de Peligro Muy Alto, promoviéndose más bien la evaluación de seguridad física y el reforzamiento de los ya existentes o el cambio de usos; acorde al plan de usos del suelo generado por el PCS.

- iii. Planteamiento de proyectos específicos para reducir la vulnerabilidad estructural de las edificaciones existentes emplazadas sobre áreas de Peligro Muy Alto a Alto; tomando en cuenta los resultados del presente Estudio, particularmente los Mapas de Peligros.
- iv. Reubicación en el corto y mediano plazo de los asentamientos humanos que se ubican en el Morro Solar y Cerro Vilca, zonas consideradas de peligro muy alto, debido a los riesgos derivados de peligros hidrológicos y geológicos; con la finalidad de salvaguardar sus vidas hacia áreas de menor grado de peligro o áreas seguras, de acuerdo al plan de prevención de desastres del Distrito y a las políticas de desarrollo urbano para que estos grupos humanos eleven su resiliencia ante las amenazas naturales.
- v. Reconstruir las veredas y pavimentos en mal estado, deteriorados, resquebrajados, hundidos, requiriendo de trabajos de recuperación o de reemplazo total según la intensidad del daño de las vías urbanas en zonas afectadas ligado a un componente muy importante que es una adecuada señalización. Asimismo, se deberá otorgar especial atención a los ejes viales que faciliten la accesibilidad de la población a los equipamientos principales: Universidades, Hospitales, Locales de esparcimiento, Colegios y otros.
- vi. Realizar un Estudio de Evaluación de Seguridad Física de las líneas vitales existentes que se encuentran dentro del ámbito de estudio como son: Los servicios de agua, alcantarillado, energía eléctrica, comunicaciones, gas natural, combustibles líquidos y sistemas de transporte, para conocer su comportamiento durante su operación normal y durante situaciones de recuperación y respuesta frente a emergencias. Para ello, se deberá tomar en cuenta las características particulares del suelo como: deformación permanente del suelo, aceleración sísmica, amplificación local de ondas sísmicas y otros. Cada uno de los sistemas deben estar articulado, contando con medidas específicas de reducción de la vulnerabilidad estructural para sus componentes, con la finalidad de obtener una vulnerabilidad baja que permita reducir el riesgo hasta límites tolerables
- vii. Retiro o reubicación de edificaciones consideradas vulnerables de nivel muy alto, localizados en la plataforma superior de los acantilados (muy al borde), tales como: viviendas y edificaciones que se encuentran en peligro de desplome por presentar daños en sus estructuras, potencialmente colapsables durante las acciones de las fuerzas sísmicas. Particularmente las viviendas ubicadas en el Malecón Grau al borde del acantilado en el Distrito de Magdalena.

## **B. Pautas Técnicas para Nuevas Habilitaciones Urbanas**

- i. Las nuevas habilitaciones urbanas deberán ubicarse en las áreas previstas y señaladas de Riesgo Bajo, que representan las áreas más seguras ante el impacto de los fenómenos de Origen Natural considerando la seguridad física de la zona, de ser el caso la zona debe tener accesos vehiculares y peatonales acorde al volumen de habitantes de forma tal que sea posible una inmediata y segura evacuación ante el impacto de un sismo. La zona donde se ha de habilitar debe contar con parque, plazas, áreas verdes, playas de estacionamiento, campos deportivos y otros, de tal manera que estos espacios se puedan emplear como zonas de refugio temporal durante la ocurrencia de los desastres.
- ii. Reglamentar y controlar la ubicación de nuevas habilitaciones en áreas con calificación de Peligro Muy Alto, tales como: La Bajada Baños (Barranco), Asentamiento Humano La Medalla Milagrosa (Magdalena) y en zonas donde el suelo de cimentación está conformado por rellenos no controlados, quebradas donde existen movimientos en masa, caídas de piedras, zonas

- inestables, etc.; sobre las cuales queda terminante prohibido el uso del suelo para habilitaciones urbanas.
- iii. Las nuevas habilitaciones urbanas y obras de ingeniería deberán tomar en cuenta los terrenos rellenados (sanitario o desmonte), áreas inundables, encharcadas o con afloramiento de la napa freática; de manera que sobre estas áreas no se desarrolle ninguna edificación para fines urbanos o se tome en cuenta los estudios, proyectos y medidas de mitigación requeridas.
  - iv. Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las condiciones sísmicas de la ciudad de Lima, por lo que cada uno de sus componentes deben diseñarse de acuerdo a las normas sismoresistentes, garantizar una baja vulnerabilidad estructural ante la ocurrencia de un sismo de magnitud 8.5 – 9.0 MI.
  - v. Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características particulares de la Costa Verde, a factores climáticos, principalmente a los vientos, temperatura y humedad; mediante los cuales las brisas marinas suelen transportar elementos químicos nocivos y perjudiciales a las estructuras de concreto como son las sales, sulfatos y cloruros disueltos en el aire, ocasionando el deterioro progresivo de las estructuras de concreto armado claramente expuestos a ambientes de carácter agresivo. Para lo cual deberán utilizarse los elementos necesarios indicados en el RNC a manera de atenuar los efectos de Corrosión, Oxidación y eflorescencias.
  - vi. En las habilitaciones nuevas se recomienda que la longitud de las manzanas no exceda los 100 m. para lograr una mejor accesibilidad vial.
  - vii. Los aportes de las habilitaciones urbanas para recreación pública, deben estar debidamente ubicados y distribuidos, de manera tal que permitan un uso funcional y sirvan como zonas de refugio ante eventuales desastres.
  - viii. El diseño vial debe adecuarse a la vulnerabilidad de la zona y la circulación de emergencia en caso de desastres, debe contemplar las obras de drenaje y la arborización de las bermas laterales para interceptar el asoleamiento.

### **C. Pautas Técnicas para las Edificaciones**

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la Costa Verde con la finalidad que las construcciones estén preparadas para afrontar la eventualidad de un sismo y posterior efecto del tsunami y sus consecuencias, reduciendo así su grado de vulnerabilidad.

- i. Las características de las edificaciones deben responder a las Normas Técnicas de Construcción recomendadas por las Normas E.030 Diseño Sismoresistente y E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de la Construcción.
- ii. El diseño de las edificaciones debe responder a las condiciones climatológicas y deben estar dirigidas a contrarrestar el asoleamiento y favorecer la ventilación y circulación interna para facilitar las tareas de evacuación en caso de un evento de desastre.
- iii. Los edificios destinados para concentraciones de un gran número de personas, deberán considerar libre acceso desde todos sus lados, así como salidas y rutas de evacuación dentro y alrededor del edificio.

- iv. En edificaciones destinadas a las concentraciones de gran número de personas se les debe exigir un Estudio de vulnerabilidad Estructural frente al efecto de un sismo de gran magnitud y un diseño específico que cumpla con las normas de seguridad física y garantice su uso como área de refugio (hospitales, escuelas, oficinas administrativas, hoteles, restaurantes, salas de baile, almacenes comerciales, edificios industriales, etc.). Para el caso de viviendas unifamiliares de no más de dos niveles, será necesario una evaluación estructural que permita garantizar su estabilidad durante el efecto de las fuerzas sísmicas.
- v. Recomendaciones y Técnicas de proceso constructivo para lograr construcciones resistentes ante un sismo severo (Dr. R. Spence, 1998- Universidad de Cambridge)
  - Incluir refuerzos laterales: el edificio debe diseñarse para que las paredes, los techos y los pisos se sostengan mutuamente. Una pared debe actuar como refuerzo para otra. El techo y los pisos deberán usarse para dar rigidez horizontal adicional. Deben evitarse las ventanas y las puertas cerca de las esquinas.
  - Ofrecer resistencia a la tensión: para los amarres entre vigas y columnas, deberán estar correctamente traslapados de acuerdo al tipo de acero de refuerzo utilizado. Los edificios de albañilería deben estar amarrados con refuerzo de acero entre hiladas de ladrillos. Los techos deben estar firmemente amarrados a las paredes a través de losas rígidas y/o vigas collar.
  - Fomentar la buena práctica local: seguimiento a las normas constructivas y reglamentos vigentes (Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú), construcción con materiales adecuados y el mantenimiento regular que irá en beneficio de edificios más seguros.
- vi. La Norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, contiene Requisitos Generales para la seguridad de las edificaciones. La Norma recomienda formas y disposiciones para los edificios, que si bien atentan contra la libertad del diseño, es conveniente adecuar su aplicación al entorno urbano de la Costa verde, por su vulnerabilidad ante sismos. Estos requisitos generales se seguirán, previendo los efectos del sismo probable:
  - Los edificios deben ser de formas sencillas, manteniéndose la homogeneidad en las formas y el diseño estructural. Se recomiendan las formas horizontal cuadrada o rectangular corta.
  - Se debe evitar:
    - Edificios muy largos
    - Edificios en forma de L o en zig-zag.
    - Alas añadidas a la unidad principal.
  - La configuración del edificio debe ser sencilla evitándose:
    - Grandes diferencias en las alturas de distintas partes del mismo edificio.
    - Torres pesadas y otros elementos decorativos colocados en la parte más alta de los edificios.
- vii. Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.
- viii. La accesibilidad, circulación y seguridad para las personas con capacidades diferentes, deben estar garantizados con el diseño adecuado de las vías y accesos a lugares de concentración pública.

#### **D. Pautas Técnicas ante peligros geotécnicos**

- i. En términos generales los acantilados en el área de Estudio puede soportar una carga máxima que varía entre 380 hasta 490 kN/m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que los valores más altos de carga deben ubicarse en las zonas en donde el acantilado tenga una menor pendiente.
- ii. De los análisis de estabilidad por equilibrio límite y de esfuerzo-deformación realizados se ha llegado a encontrar, que los valores de alejamiento desde el borde de la corona del acantilado están en el rango de 29.00 – 42.00 m. Recomendándose por ello, asumir finalmente un alejamiento de 50.00 m con fines de seguridad.
- iii. Para los casos de Chorrillos, Barranco y Magdalena, se estimaron alcances horizontales máximos de: 6m., 10m., 5m. sobre el pie del talud; respectivamente. Menores valores se obtuvieron para los casos de Miraflores y San Isidro, ya que la cobertura vegetal existente por tramos evita el desprendimiento de rocas sueltas. Así mismo, para los sectores de Magdalena se estimaron alcances horizontales de hasta 5m sobre el pie del talud; y para San Miguel, de 0.5 – 1.5 m., aminorando el riesgo por caída de rocas en dirección hacia La Punta, por la menor altura e inclinación de los taludes en ese sector.

#### **E. Pautas Técnicas ante peligros tecnológicos**

- i. Cumplimiento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – Ley N° 26774 para la exigencia de la presentación de EIAs, PAMAs, DIAS etc. previo a la ejecución de proyectos u obras en la Costa Verde.
- ii. Cumplimiento y ejecución de la normatividad de la Costa Verde como zona de Reglamentación Especial.
- iii. Cumplimiento del Reglamento de Inspecciones de Técnicas de Seguridad de Defensa Civil para la presentación del Plan de Contingencia previo al funcionamiento de toda obra o proyecto en la Costa Verde.
- iv. Cumplimiento de la Reglamentación y Exigencias de la Autoridad Portuaria, previo a la ejecución de proyectos u obras en la Costa Verde.

#### **F. Pautas Técnicas para el Refugio y Medidas de Salud Ambiental**

Los refugios son zonas o áreas donde se dará albergue a la población evacuada de las zonas críticas y las clasificaremos en refugios de emergencia y refugios temporales.

##### **Refugios de Emergencia.**

Son edificaciones que poseen áreas disponibles con fines de refugio en niveles ubicados por encima de la altura de ola del tsunami en costa, deben poseer por lo menos una altura de 25 metros sobre el nivel del mar. Están localizados en la zona inundable y, a pesar de ello, constituyen sitios de seguridad, debido a que los inmuebles poseen características como las presentadas a continuación:

- Deben ser sismoresistentes, y en consecuencia después del sismo, no presenten daños o fisuras en sus elementos tales como vigas, columnas, placas y/o muros de albañilería.
- Deben ser altos, lo suficiente para que permitan, que sobresalgan sobre el nivel máximo de inundación.

- Deben ser construcciones de concreto y/o ladrillo, de modo que pueden resistir el efecto hidrodinámico de las olas, el impacto de pequeñas embarcaciones y presenten una cimentación que resista la erosión provocadas por las olas.

El objetivo primordial de estos refugios es ofrecer albergue a madres de familia, ancianos, personas discapacitadas, etc.; que no puedan abandonar la zona inundable. Para estimar la población que se pueda albergar en una determinada edificación, se considera que cada persona ocupa un metro cuadrado promedio del área con fines de refugio.

Al respecto podemos indicar que han resistido a los tsunamis las estructuras de concreto reforzado y ladrillo, con muros paralelos a la dirección de avance de las olas, de tal manera que ofrezcan el menor frente posible a la presión hidráulica y con su cimentación protegida contra la erosión. En cambio, las construcciones ligeras de madera sin el debido anclaje a la cimentación han sido completamente destruidas. Lo mismo sucede con las construcciones de adobe y quincha.

### **Refugios Temporales.**

Son áreas donde la población permanecerá algunos días o semanas, mientras dure la emergencia. La ubicación estará fuera del área o del límite inundable, estas deberán tener frente a las más importantes vías de evacuación o en la confluencia de varias de ellas. Se deberá escoger grandes áreas de terreno cuyo cambio temporal de función permitan continuar con las funciones urbanas como son producción, abastecimientos, transporte, etc. Estos refugios, deben estar preparados para proporcionar servicios básicos como alimentación, agua, abrigo, higiene, salud y otros. Pueden ser locales escolares o lugares abiertos como parques, que permiten albergar a un gran número de damnificados, facilitando la prestación de servicios. Se recomienda que la organización dentro de un refugio temporal se realice bajo cuatro grandes áreas: administración, residencia, salud y servicios.

El refugio temporal se dará albergue a la población evacuada de las zonas inundables por riesgos de terremotos y tsunamis además de otros riesgos naturales y tecnológicos donde la población permanecería algunos días o semanas, mientras dure la emergencia o mientras la población no sea trasladada a otros lugares. Por lo tanto deben prepararse para proporcionar servicios básicos como alimentación, agua, abrigo, higiene, salud, orden etc. y estos son los siguientes:

- Parques

Estos refugios serán utilizados cuando la emergencia así lo amerite y se halla logrado el restablecimiento de la normalidad de las diversas actividades socio económicas de la población una vez superada la crisis cuando no sea necesario trasladar a la población a un refugio definitivo. Se menciona a continuación tales refugios:

#### **San Miguel**

- Parques-Pasajes: “Santa Rosa 2”, “San Juan”, “Padre José Frisancho”, “Pedro Ruiz Gallo” y “Pasaje Santa María”.
- Parque Media Luna.-Ubicado entre la Calle Plaza San Miguel y el Jirón José Antonio de Sucre.

#### **Magdalena del Mar**

- Coliseo “Chamochoyumbi”

#### **San Isidro**

- Parque “Benemérita Guardia Civil”
- Estadio Municipal de San Isidro

#### Miraflores

- Plaza “Bolognesi”.-Ubicada entre la Calle Madrid y la Calle Bolognesi.

#### Barranco

- Parque Municipal
- Parque “Confraternidad”
- Parque “Los Héroeos”

#### Refugios definitivos

En los refugios **definitivos** los servicios y medios comunes con los de los refugios temporales están mejorados de forma considerable, por ejemplo el suministro de agua y energía será regularizado, así como el abastecimiento de alimentos y medicamentos, la asistencia sanitaria se habrá también normalizado, pueden haberse construido fosas sépticas, etc.

Otros servicios no existentes en los refugios temporales pueden ya prestarse en los refugios definitivos como pueden ser escuelas para niños, talleres, oficinas, transportes, etc.

En los refugios definitivos puede haberse conseguido una buena reordenación social y humana, y las unidades familiares pueden estar reagrupadas consiguiéndose así una mejor convivencia. En este aspecto de la convivencia los medios pueden ser mucho mejores que en los refugios temporales, puede pensarse en instalar un centro de reuniones, con radio y televisión, pueden hacerse proyecciones cinematográficas y en definitiva mejorar considerablemente las condiciones de vida de las personas.

Todo lo que en los refugios temporales tiene carácter circunstancial o provisional adopta ahora, en los refugios definitivos, un carácter más estable.

El refugio definitivo se dará albergue a la población evacuada desde los refugios temporales donde la población permanecería por lapsos temporales mayores. Aquí también se deberá proporcionar servicios básicos como alimentación, agua, abrigo, higiene, salud, orden etc. y estos son los siguientes:

#### Magdalena

- Puericultorio “Pérez Aranibar”
- Hospital “Víctor Larco Herrera”

#### San Isidro

- Parque “La Pera del Amor”

#### Miraflores

- Parque “Paul Harris”
- Parque-Pasaje “Melitón Porras”

#### Barranco

- Barranco Tennis Club
- Estadio Municipal Luis Gálvez Chipoco
- Estadio “La Unión”

#### Chorrillos

- Escuela Militar de Chorrillos (EMCH)
- Escuela Técnica del Ejército (ETE)

Las recomendaciones de Salud Ambiental Post-Desastre están centradas principalmente en el Manejo de Escombros y Residuos Sólidos Post-Emergencia además del Control de Epidemias asociado a la recuperación temprana de las líneas vitales referida básicamente a los servicios de agua potable y alcantarillado y al restablecimiento del equilibrio social de la masa urbano-costera afectada y la superación total de la crisis lo cual deviene en la obtención del equilibrio en la salud mental y psicológica de la población afectada por los embates de los desastres de toda índole que pudiesen impactar en la Costa Verde.

#### **G. Rutas de evacuación, señalización, refugios y albergues temporales en áreas de la Costa Verde y áreas de la ciudad que ofrecen las condiciones y seguridad durante la etapa de respuesta ante emergencias por desastres ante tsunamis.**

En el caso específico de tsunamis, las normas y acciones constituyen la correcta señalización preventiva, delimitación de las vías de evacuación y zonas de refugio, así como la formulación de un plan de evacuación, que es una medida de protección por la cual pueden disponer las localidades costeras.

Es así que estableceremos una metodología que contiene los diferentes criterios y conceptos a emplearse para la elaboración del plan de evacuación. Tales criterios y conceptos a seguir serán expuestos de acuerdo al orden en que, suponemos, deberán ser tratados. Parte de la metodología fue empleada en la elaboración de planes de evacuación para la costa central y sur del Perú.

##### **a. Señalización Preventiva (Señalética en caso de Tsunamis)**

Esta señalización se realiza colocando carteles informativos, orientando a la población costera sobre las rutas de evacuación y zonas de refugio ante la eventualidad de un tsunami. Para la incorporación de estas medidas de prevención, es necesario que los residentes, usuarios de las zonas costeras, empresas privadas y los gobiernos locales y regionales lleguen a un entendimiento común de cómo adoptarlas, siendo a la vez partícipes y responsables de su propia conservación.

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO), ha dispuesto la puesta en práctica de la Norma ISO20712:2008 (E) relacionada con la nueva señalización preventiva en caso de tsunamis.

El objetivo es contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de la población asentada en las localidades costeras ante situaciones de emergencia y desastre por tsunamis.

##### **b. Plan de Evacuación**

La finalidad del plan es la evacuación de la población hacia zonas seguras previamente estudiadas y delimitadas, aportando seguridad y protección. Conocimientos adquiridos en otros países, señalan que la medida más efectiva para proteger a la población es evacuarla de la zona inundable. La evacuación de la población con ejercicios de simulacro es la práctica más eficaz para brindar una protección bien planificada.

El tiempo de llegada de la primera ola del tsunami a la costa y la altura de esta ola en el momento de la inundación, es el fundamento más importante para elaborar el Plan de Evacuación. Una vez obtenidos estos datos se pueden emprender los siguientes pasos: localización y delimitación de la zona crítica o inundable, estudio de la situación local, zonas de refugio, rutas de evacuación y finalmente, la formulación del conjunto de acciones coordinadas a ejecutarse durante la evacuación.

#### **b.1 Localización y Delimitación de la Zona Inundable (Run-up).**

En el área de estudio se delimita la zona que, de acuerdo a las características topográficas y de ubicación en relación con el mar, se estima será inundada por acción del tsunami.

Ocurre que en muchas ocasiones el límite de la zona inundada (run-up) ha coincidido con la altura de la ola en la costa; afirmación que no debe tomarse como referencia. El avance en tierra del tsunami es bastante complejo y normalmente no se puede predecir, por lo tanto se tiene un inconveniente de como limitar la zona de inundable con la mayor seguridad posible.

Una manera de resolver el problema consiste en limitar nuestra zona considerando los efectos de la pendiente del terreno, y la posible convergencia o divergencia de la energía del tsunami, que hacen que el valor del run-up, varíe en ambos sentidos. Por lo cual es importante determinar la altura que la ola del tsunami alcanzaría en la línea de costa. Esta altura de ola deberá considerar el caso más crítico de la variación del nivel de la marea que se presenta en la zona estudiada, la forma del litoral, y otros factores que influyen en el tamaño de esta.

#### **b.2 Estudio de la Realidad Local.**

Se realizará el estudio y análisis en la zona previamente establecida. Asimismo, los diferentes aspectos a considerar son: El estado de las viviendas como el material de construcción de estas, estado de conservación de las vías, datos de población, localización de las áreas verdes, operatividad de los sistemas de agua, desagüe y energía eléctrica en general las condiciones socioeconómicas de la zona.

Este estudio comprende también la identificación y reconocimiento de las entidades de servicios de cada localidad como las Municipios, Comisarías, Estaciones de Bomberos, Centros de Salud, etc.

#### **c. Determinación de las Rutas de Evacuación.**

Estas rutas deberán permitir llegar a zonas de mayor cota topográfica lo más rápidamente posible. Se clasifican en principales y secundarias.

##### **Rutas de Evacuación Principales.**

Son las vías más anchas que permitirán ganar altura lo más rápidamente posible, por lo que se elegirá terrenos con pendientes moderadas, que tiendan ser perpendiculares a las curvas de nivel, donde se pueda caminar sin mucha dificultad. Se han definido las principales vías del casco urbano. Figuras N° 227 a 232.

##### **Rutas de Evacuación Secundarias.**

Son vías más angostas donde la caída de escombros puede dificultar la evacuación vehicular, razón por la cual deberán ser utilizadas solo para evacuación peatonal.

### **Grandes de Rutas de Evacuación Propuestas**

Para el área de Estudio de la Costa Verde se han definido las siguientes Rutas de Evacuación Principales en caso de emergencias desde Chorrillos hasta San Miguel considerando que el Plan de Contingencias Integral que incluye los 06 distritos:

#### **i. Subida Playa “Los Pescadores”–Tenderini – Chorrillos.**

Evacuación peatonal que evacua desde las playas “Pescadores” hasta Chorrillos. Esta ruta esta asfaltada y permitiría el libre flujo de personas cuesta arriba durante la emergencia.

#### **ii. Subida – “Bajada de Baños” – “Puente Los Suspiros”-Barranco.**

Evacuación peatonal desde las playas “Barranquito”, “Los Pavos”, “Barranco” y “Los Yuyos” hasta El Centro de Barranco. Esta ruta requiere urgentemente de una rehabilitación total de sus edificaciones erigidas a ambos márgenes de la tradicional bajada además de la estabilización física de sus taludes geotécnicamente críticos, principalmente en la plataforma superior del acantilado, margen izquierda aguas debajo de la quebrada en la cual están expuestos estratos alternados de conglomerados, arenas y arcillas afectados por la erosión eólica, además de la presión por sobrecarga de las edificaciones arriba erigidas. En esta ruta de evacuación se deberá rehabilitar también las rutas de salida secundarias aproximadamente ortogonales a la ruta principal. La rehabilitación de sus edificaciones, vías y anchos de escape tendrá como principal objetivo la evacuabilidad a los accesos de ascenso hacia la parte alta de Barranco e incluye además la adecuación de la rutas de escape secundarias las mismas que en el caso de la Subida de Baños son aproximadamente perpendiculares en el núcleo turísticos de restaurantes de la bajada. Se pondrá énfasis en la incorporación de rampas de acceso en reemplazo de escalinatas.

Se deberá evaluar la estabilidad física del borde final del acantilado en la margen derecha aguas abajo de la Bajada de Baños cuya corona ha sido revegetada y donde el perfil expuesto del acantilado frente al mar ha sido parcialmente cubierto con una geomalla instalada con pernos de anclaje.

Destaca en este tramo que conduce al puente de madera adyacente a la playa, el techo de madera del mirador de gran inestabilidad por la caída constante de cantos rodados que se desprenden de los conglomerados. Ver Anexo N° XXX: Mapa N° EV-1.6: Mapa de Rutas de Evacuación y Refugios, Barranco – Chorrillos.

#### **iii. Subida – Quebrada de Armendáriz-Barranco-Miraflores**

Acceso peatonal y vehicular que evacua desde las playas “La Estrella”, “Cascadas”, “Barranquito” y “Los Pavos” hasta Barranco y Miraflores; ascendiendo, por la derecha e izquierda de la quebrada respectivamente. Por esta gran ruta la evacuación será peatonal. Esta ruta posee la mayor amplitud y estabilidad de ambos márgenes debido a la total cobertura de sus taludes por vegetación diversa. Esta vía es asfaltada y posee escalinatas de ascenso a la parte superior de la quebrada. Aquí se recomienda la adecuación de la ruta de escape mediante la instalación de rampas de acceso. Esta vía permitirá la circulación de vehículos de primera respuesta como Bomberos, Policía Nacional, Serenazgo, Cruz Roja, Ambulancias etc. para la atención del desastre. Ver Anexo N° XXX: Mapa N° EV-1.5: Mapa de Rutas de Evacuación y Refugios, Miraflores.

### **Barranco.**

#### **iv. Subida – Bajada de Balta-Puente “Villena” - Miraflores**

Acceso peatonal que evacua desde las playas “Redondo”, “Makaha”, “Waikiki” y “Pampilla” hasta el Centro de Miraflores. Por esta ruta la evacuación será peatonal. Por esta ruta la evacuación será peatonal. Esta ruta posee una moderada amplitud y estabilidad de ambos márgenes debido a la cobertura de sus taludes por vegetación diversa además de algunas obras de refuerzo geodinámica. Esta vía es asfaltada y posee escalinatas de ascenso a la parte superior de la quebrada. Aquí se recomienda la adecuación de la ruta de escape mediante la instalación de rampas de acceso.

**v. Subida – Bajada de Puente del Ejército-Estadio “Bonilla” - Miraflores.**

Acceso que evacua desde la playa “Los Delfines” hasta la Av. Del Puente del Ejército en Miraflores. Por esta ruta la evacuación será vehicular. Esta ruta posee una moderada amplitud y estabilidad de ambos márgenes debido a la cobertura vegetal de sus taludes además de algunas obras de refuerzo geodinámica.

Esta vía es asfaltada y permitirá la circulación de vehículos de primera respuesta como Bomberos, Policía Nacional, Serenazgo, Cruz Roja, Ambulancias etc. para la atención del desastre. Anexo N° XXX: Mapa N° EV-1.4.: Mapa de Rutas de Evacuación y Refugios - Miraflores.

**vi. Subida – Medalla Milagrosa – Av. Pérez Aranibar - Magdalena.**

Evacuación peatonal que evacúa desde la agrupación de viviendas “Medalla Milagrosa” hasta la Av. Pérez Aranibar en Magdalena del Mar. Esta vía requiere de manera urgente la rehabilitación de sus componentes urbanos y la adecuación y rehabilitación de vías para el escape rápido durante la emergencia. La ocupación actual de viviendas en zonas de riesgo dificultaría aún más la evacuación durante la emergencia. La alta densidad poblacional haría difícil la evacuación cuesta arriba por vías estrechas y obstaculizadas.

**vii. Subida – Bajada de Baños “Marbella - Av. Del Malecón – Av. Pérez Aranibar - Magdalena.**

Vía de evacuación peatonal adyacente a la Agrupación Medalla Milagrosa que evacúa desde el circuito de playas “Marbella” hasta la Av. Pérez Aranibar en Magdalena. Por esta ruta la evacuación será peatonal. Esta asfaltada vía se encuentra en una zona de alto riesgo geológico geotécnico por lo cual deberá tomarse con suma cautela mediante una rehabilitación y adecuación previo que le confiera seguridad a la población que será evacuada durante la emergencia. Anexo N° XXX: Mapa N° EV-1.3.: Mapa de Rutas de Evacuación y Refugios – San Isidro – Magdalena del Mar.

**viii. Subida – Magdalena – Av. Brasil**

Vía de evacuación vehicular. Está asfaltada y se encuentra en una zona de alto riesgo geológico geotécnico por lo cual deberá tomarse con suma cautela mediante una rehabilitación y adecuación previo que le confiera seguridad a la población que será evacuada durante la emergencia.

**ix. Subida Circuito de Playas Bertolotto - San Miguel.**

Vía de evacuación vehicular desde el circuito de playas en San Miguel hasta la parte superior del acantilado. Por esta ruta la evacuación será peatonal. Esta asfaltada y se encuentra en una zona de moderado riesgo geológico geotécnico por lo cual deberá tomarse con suma cautela mediante una rehabilitación y adecuación previo que le confiera seguridad a la población que será evacuada durante la emergencia. Anexo N° XXX: Mapa N° EV-1.2.: Mapa de Rutas de Evacuación y Refugios – San Miguel – Magdalena del Mar.

**x. Subida Circuito de Playas - San Miguel**

Vía de evacuación vehicular desde el circuito de playas en San Miguel hasta la parte superior del acantilado. Por esta ruta la evacuación será peatonal. Está asfaltada y se encuentra en una

zona de moderado riesgo geológico geotécnico por lo cual deberá tomarse con suma cautela mediante una rehabilitación y adecuación previo que le confiera seguridad a la población que será evacuada durante la emergencia.

***Nota.-Todas las subidas utilizadas como rutas de escape incluyendo las rutas secundarias deberán estar debidamente señalizadas y libres de obstáculos que permitan la libre y rápida evacuación de personas durante la emergencia natural o tecnológica. Anexo N° XXX: Mapa N° EV-1.1.: Mapa de Rutas de Evacuación y Refugios - San Miguel.***

#### **Rutas de Evacuación Secundarias**

Las rutas de evacuación secundarias corresponden a cada uno de los caminos y accesos que se derivan de las rutas principales como son; escalinatas, caminos, pasajes etc. los cuales se alejan y ascienden cada vez más desde la zona de emergencia.

### **8.8 Proyectos y acciones específicas de intervención**

La identificación y priorización de proyectos y acciones de intervención, así como la elaboración de Fichas de Proyectos, tienen la finalidad de organizar un sistema simple y de fácil manejo, de información preliminar sobre el conjunto de esfuerzos, trabajos, tareas y/o actividades que se considera necesario realizar en el corto, mediano o largo plazo, para mitigar el impacto de los peligros que vulneran la seguridad de la Costa Verde.

Dichos proyectos y acciones constituyen la estrategia del plan de prevención, a través de cuya ejecución se pretende neutralizar los efectos de posibles impactos negativos detectados en el escenario de probable ocurrencia si no se actúa oportuna y adecuadamente.

Para efectos del presente capítulo, se asumirá que la idea de un conjunto de acciones complementarias orientadas a lograr el mismo propósito, es asimilable a la de un proyecto, por lo que en adelante se utilizará el término “proyecto” para referirse a ambos conceptos.

#### **8.8.1 Identificación de proyectos**

Del análisis de actividades necesarias para la reducción de la vulnerabilidad y la neutralización de riesgos, efectuado con la participación de autoridades, profesionales de la localidad y público en general, se han seleccionado proyectos, cuya ejecución reduciría notablemente el estimado de las probabilidades de daños y pérdidas esperadas en caso de ocurrencia de un determinado evento natural o antrópicos adverso.

Los riesgos que principalmente se trata de cubrir con los proyectos que finalmente fueron seleccionados, han sido los originados por sismos, tsunamis y lluvias intensas, es decir, aquellos que históricamente han causado mayor daño a la Costa Verde y los que probablemente constituyan las amenazas futuras más graves. Se estima factible hacer realidad la mayor parte de los proyectos en el corto o mediano plazo, pero los más importantes para la ciudad y los de beneficio más difundido posiblemente requieran de un mayor tiempo para su ejecución.

La selección de los proyectos ha sido desarrollado por el Equipo Técnico del presente estudio, para cuyo efecto se ha tenido en consideración su importancia en el sentir de la población, y en la seguridad física de la ciudad, de acuerdo a las previsiones del estimado de riesgos de este estudio, la justificación económica de la inversión y su impacto en los objetivos del presente Estudio.

**Cuadro N° 131. Identificación de Proyectos de intervención**

| PROGRAMA/ SUBPROG/PROY.   | UBICACIÓN   |            | PLAZO  |    |    | TIPO DE PROYECTO |        |        | RESP.                     |
|---|-------------|------------|--------|----|----|------------------|--------|--------|---------------------------|
|   | Costa Verde | Sector     | C<br>P | MP | LP | Estruc.          | Dinam. | Compl. |                           |
| <b>A. PROGRAMA: Gestión Urbana y Fortalecimiento Institucional.</b>   |             |            |        |    |    |                  |        |        |                           |
| <b>A.1 Sub Programa: Modernización de la Gestión Urbana Ambiental</b>   |             |            |        |    |    |                  |        |        |                           |
| A.1.1 Difusión del Estudio PCS "Mapa de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde (San Miguel - Magdalena del Mar-San Isidro-Barranco- Miraflores)". | CV          |            | X      |    |    | 3                | 2      |        | Gobiernos Locales<br>APCV |
| A.1.2 Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de San Miguel.   |             | San Miguel | X      |    |    | 3                | 2      |        | San Miguel                |
| A.1.3 Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Magdalena del Mar.  |             | Magdalena  | X      |    |    | 3                | 2      |        | Magdalena                 |
| A.1.4 Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de San Isidro.   |             | San Isidro | X      |    |    | 3                | 2      |        | San Isidro                |
| A.1.5 Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Miraflores.   |             | Miraflores | X      |    |    | 3                | 2      |        | Miraflores                |
| A.1.6 Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Barranco.  |             | Barranco   | X      |    |    | 3                | 2      |        | Barranco                  |
| A.1.7 Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chorrillos.   |             | Chorrillos | X      |    |    | 3                | 2      |        | Chorrillos                |
| <b>B. PROGRAMA: Acciones y Medidas de Mitigación – Reducción de la Vulnerabilidad</b>   |             |            |        |    |    |                  |        |        |                           |
| <b>B.1 Sub Programa: Ordenamiento Urbano y Paisajístico de la Ciudad</b>  |             |            |        |    |    |                  |        |        |                           |
| B.1.1 Reubicación de los AA.HH. Ubicados en el Morro Solar y Cerro Marca Vilca.   |             | Chorrillos | X      | X  |    |                  | 2      |        | Chorrillos                |
| B.1.2 Proyecto de Rehabilitación Urbana en el A.H. Medalla Milagrosa.   |             | Magdalena  | X      | X  |    |                  | 2      |        | Magdalena                 |
| B.1.3 Regeneración de la Playa La Herradura – Chorrillos.   |             | Chorrillos | X      |    |    |                  | 2      |        | Chorrillos                |
| <b>B.2 Sub Programa: Equipamiento Urbano y Usos Especiales.</b>   |             |            |        |    |    |                  |        |        |                           |
| B.2.1 Estudio de evaluación de seguridad física de los Centros Educativos y de Salud de los distritos de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.  | CV          |            | X      |    |    |                  | 2      |        | Gobiernos Locales         |

| PROGRAMA/ SUBPROG/PROY.  | UBICACIÓN   |                       | PLAZO |    |    | TIPO DE PROYECTO |        |        | RESP.                 |
|--|-------------|-----------------------|-------|----|----|------------------|--------|--------|-----------------------|
|  | Costa Verde | Sector                | C P   | MP | LP | Estruc.          | Dinam. | Compl. |                       |
| B.2.2 Reubicación del Cuerpo de Bomberos en el Distrito de San Isidro.   |             | San Isidro            | X     |    |    |                  |        | 1      | San Isidro            |
| <b>B.3 Sub Programa: Servicios Básicos y Saneamiento Ambiental</b>   |             |                       |       |    |    |                  |        |        |                       |
| B.3.1 Mejoramiento del tramo correspondiente a la descarga de la Infraestructura de riego "Canal Huatica" en el distrito de Magdalena del Mar. |             | Magdalena del Mar     | X     | X  |    |                  |        | 2      | Junta de Regantes     |
| B.3.2 Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Circuito de Playas - Estadio Miguel Bonilla.   |             | Miraflores            |       | X  |    |                  |        | 2      | Miraflores            |
| B.3.3 Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Balta distrito de Miraflores.  |             | Miraflores            |       | X  |    |                  |        | 2      | Miraflores            |
| B.3.4 Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Armendáriz en los distritos de Miraflores – Barranco.                                      |             | Miraflores y Barranco |       | X  |    |                  |        | 2      | Miraflores y Barranco |
| B.3.5 Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada de Baños en el distrito de Barranco.   |             | Barranco              |       | X  |    |                  |        | 2      | Barranco              |
| B.3.6 Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Tenderini en el distrito de Chorrillos.  |             | Chorrillos            |       | X  |    |                  |        | 2      | Chorrillos            |
| B.3.7 Construcción del Drenaje subterráneo en Chorrillos.  |             | Chorrillos            | X     |    |    |                  |        | 2      | Chorrillos            |
| <b>C. PROGRAMA: Sectores Críticos</b>  |             |                       |       |    |    |                  |        |        |                       |
| <b>C.1 Sub Programa: Seguridad Física – Estructural</b>  |             |                       |       |    |    |                  |        |        |                       |
| C.1.1 Protección y Estabilización del acantilado en la Avenida Tenderini (bajada hacia la Playa Agua Dulce) – Chorrillos (Alternativa 1).      |             | Chorrillos            | X     |    |    |                  | 3      |        | Chorrillos            |
| C.1.2 Protección y Estabilización del talud y control de la erosión en el Acantilado de la Av. Tenderini – Chorrillos (Alternativa 2).         |             | Chorrillos            | X     |    |    |                  | 3      |        | Chorrillos            |
| C.1.3 Protección y Estabilización del acantilado del Jr. Bajada de Baños – Barranco (Alternativa 1).   |             | Barranco              | X     |    |    |                  | 3      |        | Barranco              |
| C.1.4 Proyecto Integral de Estabilidad y Retención de los Materiales sueltos de la Quebrada "Bajada Baños" (Alternativa 2) – Barranco.         |             | Barranco              | X     |    |    |                  | 3      |        | Barranco              |
| C.1.5 Protección y Estabilización del acantilado ubicado al pie del Estadio Manuel Bonilla (contiguo al Museo de La Memoria) – Miraflores.     |             | Miraflores            | X     |    |    |                  | 3      |        | Miraflores            |
| C.1.6 Estabilización del acantilado de Acceso a la Ruta de Evacuación Subida Quebrada Armendáriz – Miraflores.                                 |             | Miraflores            | X     |    |    |                  | 3      |        | Miraflores            |
| C.1.7 Estabilidad del acantilado en el acceso a la Ruta de Evacuación Bajada Avenida Brasil – Magdalena del Mar.                               |             | Magdalena del Mar     | X     |    |    |                  | 3      |        | Magdalena del Mar     |
| C.1.8 Estabilidad del Talud de la Ruta de Evacuación Circuito de Playas - Bertolotto distrito de San Miguel.                                   |             | San Miguel            | X     |    |    |                  | 3      |        | San Miguel            |

| PROGRAMA/ SUBPROG/PROY.   | UBICACIÓN   |                   | PLAZO  |    |    | TIPO DE PROYECTO |        |        | RESP.                  |
|---|-------------|-------------------|--------|----|----|------------------|--------|--------|------------------------|
|   | Costa Verde | Sector            | C<br>P | MP | LP | Estruc.          | Dinam. | Compl. |                        |
| <b>D. PROGRAMA: Sistema de Alerta Temprana, Preparación y Respuesta</b>                                   |             |                   |        |    |    |                  |        |        |                        |
| D.1 Instalación de señaléticas de Tsunami en la Costa Verde.  | CV          |                   | X      |    |    | 3                |        |        | APCV/Gobiernos locales |
| D.2 Sistema de Alerta Temprana en caso de tsunamis para la Costa Verde de Lima.                           | CV          |                   | X      |    |    |                  | 2      |        | APCV/Gobiernos locales |
| D.3 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada Tenderini - Chorrillos                            |             | Chorrillos        |        |    |    |                  |        |        |                        |
| D.4 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde – Barranco.  |             | Barranco          | X      |    |    |                  | 2      |        | Barranco               |
| D.5 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Quebrada Armendariz-Miraflores.                   |             | Miraflores        | X      |    |    |                  | 2      |        | Miraflores             |
| D.6 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Bajada Balta- Miraflores.                         |             | Miraflores        | X      |    |    |                  | 2      |        | Miraflores             |
| D.7 Estudio de Cálculo de Evacuación AAHH Medalla Milagrosa - Magdalena del Mar.                          |             | Magdalena del Mar | X      |    |    |                  | 2      |        | Magdalena del Mar      |
| D.8 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Av. Brasil - Magdalena del Mar.                          |             | Magdalena del Mar | X      |    |    |                  | 2      |        | Magdalena del Mar      |
| D.9 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Marbella-Magdalena del Mar.                       |             | Magdalena del Mar | X      |    |    |                  | 2      |        | Magdalena del Mar      |
| D.10 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Bertolotto-San Miguel.                           |             | San Miguel        | X      |    |    |                  | 2      |        | San Miguel             |
| D.11 Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Av. Circuito de Playas-San Miguel.                      |             | San Miguel        | X      |    |    |                  | 2      |        | APCV/Gobiernos locales |
| D.12 Estudio de un Modelo Físico Hidráulico a Escala Reducida y sus aplicaciones en la Bahía Costa Verde. | CV          |                   | X      |    |    |                  | 2      |        | APCV/Gobiernos locales |
| D.13 Acondicionamiento y Defensa de Refugios Temporales.  | CV          |                   | X      |    |    |                  | 2      |        | APCV/Gobiernos locales |

Elaborado. Equipo Técnico, 2014

### 8.8.1 Criterios para la evaluación de proyectos

En los criterios para la calificación de los proyectos seleccionados se ha considerado el uso de tres variables, a través de las cuales se ha evaluado cada uno de los mencionados proyectos, estimándose su utilidad en la eliminación o mitigación de los efectos del riesgo, el grado de urgencia que reviste su realización, la complejidad de su implementación, su costo y la probabilidad de financiamiento.

En el cuadro N°122, Identificación de Proyectos de Intervención, además de los recuadros para la calificación de las tres variables, se coloca un recuadro previo que indica el plazo o los momentos en que el proyecto debe ser aplicado. Esta es una información referencial no calificable y que está expresada en términos de:

C = corto plazo; M = mediano plazo, L = largo plazo.

Las variables aplicadas son las siguientes:

### **Población a Beneficiar.**

La mayoría de los proyectos seleccionados refieren estar destinada al beneficio de toda la población de la ciudad. Teniendo en cuenta que en determinados casos dicho beneficio sería más o menos indirecto, y que existen diferencias en la calidad del beneficio (algunos pueden salvar vidas, otros evitar daños personales de menor consideración, otros proteger inversiones de diversa

magnitud y de propiedad o uso más o menos difundido), se ha optado por calificar el proyecto en función al grado de importancia del beneficio.

De esta manera, un proyecto que no sea de beneficio directo para la totalidad de la población puede llegar a ser considerado hasta de primera prioridad, siempre que tenga el más alto impacto en los objetivos del plan, y, adicionalmente, sea notoriamente estructurador.

Los puntajes se distribuirán de la siguiente manera:

| Beneficio   | Puntaje |
|---|---------|
| Beneficio directo a toda la población de la ciudad, o directo a una parte e indirecto al resto, contribuyendo entre otros a evitar pérdidas de vidas humanas. | 3       |
| Beneficio directo o indirecto a más del 20% de la población, contribuyendo a evitar pérdida de vidas o daños personales o materiales de importancia.          | 2       |
| Beneficio directo o indirecto a un sector de la población, contribuyendo a evitar daños materiales medianos o menores:  | 1       |

### Impacto en los Objetivos del Plan

Esta variable busca clasificar los proyectos de acuerdo a su contribución a los objetivos del Plan, expresados al inicio del ítem “Propuesta General” del presente Estudio.

Considerando que los objetivos, tal como se presentan en el capítulo señalado, constituyen un conjunto de propósitos mutuamente complementarios y estrechamente interconectados, para efectos de esta evaluación todos ellos se consideran igualmente importantes y se valoran globalmente.

Esta variable se califica distinguiéndose tres niveles, con los siguientes puntajes:

- Impacto Alto = 3
- Impacto Medio = 2
- Impacto Bajo = 1

### Naturaleza del Proyecto

Este rubro tiene el propósito de valorar la importancia del proyecto en relación al grado de trascendencia que pueda tener en la ciudad para dar consistencia al conjunto de acciones más importantes y para repercutir en otras acciones, generando el desencadenamiento de actividades concomitantes e induciendo la incorporación de nuevos actores adherentes al interés por la seguridad física de las ciudades bajo estudio.

Se consideran tres tipos de proyectos:

- **Estructurador** (3 puntos):  
 Son los proyectos estructurales a los propósitos del Plan, es decir, son aquellos cuya ejecución contribuye a ordenar y organizar partes importantes de las soluciones a la problemática de la seguridad, de forma que el conjunto de acciones posea cohesión y permanencia. Son

igualmente proyectos articuladores. Si además de ser estructuradores son dinamizadores, pueden ser calificados hasta con 5 puntos.

- **Dinamizador** (2 puntos):  
Son los proyectos de efecto multiplicador, que facilitan el desencadenamiento de acciones de mitigación de manera secuencial o complementaria. Son también proyectos motivadores que pueden ser inducidos para activar la realización de una secuencia de actos instrumentales a los objetivos del Plan. Pueden, ocasionalmente, estar constituidos por antiguos “cuellos de botella”, cuya solución libera una serie de respuestas adicionales.
- **Complementario** (1 punto):  
Son los proyectos accesorios, que tienden a completar o reforzar la acción de intervención de otros proyectos más importantes. Su efecto es generalmente puntual.

### 8.8.2 Proyectos priorizados

La priorización de los proyectos de intervención será la resultante de la sumatoria simple de las calificaciones que cada proyecto tenga asignadas en la evaluación correspondiente. El máximo puntaje obtenible es de 11 puntos y el mínimo de 3.

En base a las consideraciones expuestas, se han establecido los siguientes rangos para establecer la prioridad de los proyectos:

- Primera prioridad: Proyectos con puntaje mayor o igual a 9 puntos.
- Segunda prioridad: Proyectos con puntaje entre 6 y 8 puntos.
- Tercera prioridad: Proyectos con puntaje igual o menor a 5 puntos.

Efectuada la priorización de los (83) proyectos identificados, según los procedimientos establecidos, se han obtenido los resultados que se muestran en el cuadro N°122. Este cuadro, conjuntamente con las Fichas de los Proyectos, consideramos de suma importancia para una buena gestión del riesgo, constituyen un importante instrumento de gestión y negociación para los Gobiernos Locales y la Autoridad Proyecto de La Costa Verde, por lo que deben asumir el rol de promotores principales en la aplicación de las medidas y recomendaciones del Estudio.

En el mencionado cuadro, se puede apreciar que 42 proyectos están calificados como de primera prioridad, 26 son de segunda prioridad y 15 son de tercera prioridad.

Cabe destacar que los proyectos vinculados a temas de gestión, capacitación y fortalecimiento de las instituciones y de las organizaciones sociales han sido calificados como de primera prioridad.

Cabe señalar, igualmente, que muchas de las fichas de Proyectos seleccionados, tienen una temporalidad de corto, mediano y largo plazo; por su importancia en el desarrollo sostenible de la ciudad.

**Cuadro N° 132. Priorización de Proyectos de intervención**

| Programa  | Sub Programa  | Código de proyecto | Código de Ficha | Proyecto  | Plazo |   |   | Prioridad |
|---|---|--------------------|-----------------|---|-------|---|---|-----------|
|   |   |                    |                 |   | C     | M | L |           |
| A. Ordenamiento del Uso del Suelo. Crear y Fomentar Niveles de Conciencia a Actores Sociales. Generar un Sistema de Información | A.1 Modernización de la Gestión Urbana Ambiental    | A.1.1              | PU-01           | Difusión del Estudio PCS "Mapa de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde (San Miguel - Magdalena del Mar-San Isidro-Barranco- Miraflores)". | X     |   |   | 1°        |
|   |   | A.1.2              | PU-02           | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de San Miguel.   | X     |   |   | 1°        |
|   |   | A.1.3              | PU-03           | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Magdalena del Mar.  | X     |   |   | 1°        |
|   |   | A.1.4              | PU-04           | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de San Isidro.   | X     |   |   | 1°        |
|   |   | A.1.5              | PU-05           | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Miraflores.   | X     |   |   | 1°        |
|   |   | A.1.6              | PU-06           | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Barranco.  | X     |   |   | 1°        |
|   |   | A.1.7              | PU-07           | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chorrillos.   | X     |   |   | 1°        |
| B. Identificar Acciones y Medidas de Mitigación – Reducir Niveles de Vulnerabilidad   | B.1 Ordenamiento Urbano y Paisajístico de la Ciudad | B.1.1              | OU-1            | Reubicación de los AA.HH. Ubicados en el Morro Solar y Cerro Marca Vilca.   | X     |   |   | 2°        |
|   |   | B.1.2              | OU-2            | Proyecto de Rehabilitación Urbana en el A.H. Medalla Milagrosa.   |       | X |   | 2°        |
|   |   | B.1.3              | OU-3            | Regeneración de la Playa La Herradura – Chorrillos.   |       | X |   | 1°        |
|   | B.2 Equipamiento Urbano y Usos Especiales.          | B.2.1              | EU-1            | Estudio de evaluación de seguridad física de los Centros Educativos y de Salud de los distritos de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.  | X     |   |   | 2°        |
|   |   | B.2.2              | EU-2            | Reubicación del Cuerpo de Bomberos en el Distrito de San Isidro.  | X     |   |   | 3°        |
|   | B.3 Servicios Básicos y Saneamiento Ambiental       | B.3.1              | SB-1            | Mejoramiento del tramo correspondiente a la descarga de la Infraestructura de riego "Canal Huatica" en el distrito de Magdalena del Mar.  | X     | X |   | 2°        |
|   |   | B.3.2              | SB-2            | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Circuito de Playas - Estadio Miguel Bonilla – San Isidro.   |       | X |   | 2°        |
|   |   | B.3.3              | SB-3            | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Balta en Miraflores.  |       | X |   | 2°        |
|   |   | B.3.4              | SB-4            | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Armendáriz en los distritos de Miraflores – Barranco.   |       | X |   | 2°        |
|   |   | B.3.5              | SB-5            | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada de Baños en el distrito de Barranco.  |       | X |   | 2°        |

| Programa   | Sub Programa                                     | Código de proyecto | Código de Ficha | Proyecto   | Plazo |   |   | Prioridad |
|--|--|--------------------|-----------------|--|-------|---|---|-----------|
|  |  |                    |                 |  | C     | M | L |           |
|  |  | B.3.6              | SB-6            | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Tenderini en el distrito de Chorrillos.  |       | X |   | 2°        |
|  |  | B.3.7              | SB-7            | Construcción del Drenaje subterráneo en Chorrillos.  | X     |   |   | 2°        |
| C. Sectores Críticos                                   | C.1 Sub Programa: Seguridad Física – Estructural | C.1.1              | SC-1            | Protección y Estabilización del acantilado en la Avenida Tenderini (bajada hacia la Playa Agua Dulce) – Chorrillos (Alternativa 1).  |       |   |   | 1°        |
|  |  | C.1.2              | SC-2            | Protección y Estabilización del talud y control de la erosión en el Acantilado de la Av. Tenderini – Chorrillos (Alternativa 2).     |       |   |   | 1°        |
|  |  | C.1.3              | SC-3            | Protección y Estabilización del acantilado del Jr. Bajada de Baños – Barranco (Alternativa 1).                                       | X     |   |   | 1°        |
|  |  | C.1.4              | SC-4            | Proyecto Integral de Estabilidad y Retención de los Materiales sueltos de la Quebrada "Bajada Baños" (Alternativa 2) – Barranco.     |       |   |   | 1°        |
|  |  | C.1.5              | SC-5            | Protección y Estabilización del acantilado ubicado al pie del Estadio Manuel Bonilla (contiguo al Museo de La Memoria) – Miraflores. | X     |   |   | 1°        |
|  |  | C.1.6              | SC-6            | Estabilización del acantilado de Acceso a la Ruta de Evacuación Subida Quebrada Armendáriz – Miraflores.                             | X     |   |   | 1°        |
|  |  | C.1.7              | SC-7            | Estabilidad del acantilado en el acceso a la Ruta de Evacuación Bajada Avenida Brasil – Magdalena del Mar.                           | X     | X |   | 1°        |
|  |  | C.1.8              | SC-8            | Estabilidad del Talud de la Ruta de Evacuación Circuito de Playas - Bertolotto distrito de San Miguel.                               | X     | X |   | 1°        |
| D. Sistema de Alerta Temprana, Preparación y Respuesta |  | D.1                | PO -01          | Instalación de señaléticas de Tsunami en la Costa Verde.   | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.2                | PO-02           | Estudio de un Modelo Físico Hidráulico a Escala Reducida y sus aplicaciones en la Bahía Costa Verde.                                 |       | X |   | 2°        |
|  |  | D.3                | PO-03           | Sistema de Alerta Temprana en caso de tsunamis para la Costa Verde de Lima.  | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.4                | EVCV - 01       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada Huaylas – Chorrillos.  | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.5                | EVCV - 02       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada de Baños – Barranco.   | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.6                | EVCV - 03       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Quebrada Armendáriz- Miraflores.   | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.7                | EVCV - 04       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Bajada Balta- Miraflores.  | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.8                | EVCV – 05       | Estudio de Cálculo de Evacuación AAHH Medalla Milagrosa - Magdalena del Mar.   | X     |   |   | 1°        |
|  |  | D.9                | EVCV – 06       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada Av. Brasil-Magdalena del   | X     |   |   | 1°        |

| Programa | Sub Programa | Código de proyecto | Código de Ficha | Proyecto  | Plazo |   |   | Prioridad |
|----------|--------------|--------------------|-----------------|---|-------|---|---|-----------|
|          |              |                    |                 |   | C     | M | L |           |
|          |              |                    |                 | Mar.  |       |   |   |           |
|          |              | D.10               | EVCV – 07       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Marbella-Magdalena del Mar. | X     |   |   | 1°        |
|          |              | D.11               | EVCV – 08       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Bertolotto-San Miguel.      | X     |   |   | 1°        |
|          |              | D.12               | EVCV - 09       | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Av. Circuito de Playas-San Miguel. | X     |   |   | 1°        |
|          |              | D.13               | ADRT - 01       | Acondicionamiento y Defensa de Refugios Temporales.                             | X     |   |   | 1°        |

Equipo Técnico PCS, 2014

**Cuadro Nº 133. Perfiles de proyecto de intervención Urbano y Estructural**

| Código   | Nombre del proyecto   | Ubicación   | Prioridad | Costo referencial S/. |
|--|---|-------------|-----------|-----------------------|
| <b>A. PROGRAMA: Gestión Urbana y Fortalecimiento Institucional</b>                     |   |             |           |                       |
| <b>Sub Programa: Modernización de la Gestión Urbana Ambiental</b>                      |   |             |           |                       |
| PU-01  | Difusión del Estudio PCS “Mapa de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos, Plan de Usos del Suelo ante desastres, Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde (San Miguel - Magdalena del Mar-San Isidro-Barranco- Miraflores)”. | Costa Verde | 1°        | S/. 50.000            |
| PU-02  | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de San Miguel.   | San Miguel  | 1°        | S/. 50.000            |
| PU-03  | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Magdalena del Mar.  | Magdalena   | 1°        | S/. 50.000            |
| PU-04  | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de San Isidro.   | Miraflores  | 1°        | S/. 50.000            |
| PU-05  | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Miraflores.   | Barranco    | 1°        | S/. 50.000            |
| PU-06  | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Barranco.  | Chorrillos  | 1°        | S/. 50.000            |
| PU-07  | Incorporar el Estudio PCS de la Costa Verde en el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chorrillos.   | Costa Verde | 1°        | S/. 50.000            |
| <b>B. PROGRAMA: Acciones y Medidas de Mitigación – Reducción de la Vulnerabilidad.</b> |   |             |           |                       |
| <b>Sub Programa: Ordenamiento Urbano y Paisajístico de la Ciudad</b>                   |   |             |           |                       |
| OU-1   | Reubicación de los AA.HH. Ubicados en el Morro Solar y Cerro Marca Vilca.   | Costa Verde | 2°        | S/. 100.000           |
| OU-2   | Proyecto de Rehabilitación Urbana en el A.H. Medalla Milagrosa.   | Costa Verde | 2°        | S/. 150.000           |
| OU-3   | Regeneración de la Playa La Herradura – Chorrillos.   | Chorrillos  | 1°        |                       |
| <b>Sub Programa: Equipamiento Urbano y Usos Especiales</b>                             |   |             |           |                       |
| EU-1   | Estudio de evaluación de seguridad física de los Centros Educativos y de Salud de los distritos de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.  | Costa Verde | 2°        | S/. 120.000           |
| EU-2   | Reubicación del Cuerpo de Bomberos en el Distrito de San Isidro.  | San Isidro  | 3°        | S/. 30.000            |
| <b>Sub Programa: Servicios Básicos y Saneamiento Ambiental</b>                         |   |             |           |                       |
| SB-1   | Mejoramiento del tramo correspondiente a la descarga de la Infraestructura de riego “Canal Huatica” en el distrito de Magdalena del Mar.  | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |
| SB-2   | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Circuito de Playas - Estadio Miguel Bonilla – San Isidro.   | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |
| SB-3   | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Balta en Miraflores.  | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |
| SB-4   | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Armendáriz en los distritos de Miraflores – Barranco.   | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |
| SB-5   | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada de Baños en el distrito de Barranco.  | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |
| SB-6   | Construcción del Drenaje pluvial en la Bajada Tenderini en el distrito de Chorrillos.   | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |
| SB-7   | Construcción del Drenaje subterráneo en Chorrillos.   | Costa Verde | 2°        | SEDAPAL               |

| Código  | Nombre del proyecto  | Ubicación         | Prioridad | Costo referencial S/. |
|---|--|-------------------|-----------|-----------------------|
| <b>C. PROGRAMA: Sectores Críticos</b>                                   |  |                   |           |                       |
| <b>Sub Programa: Seguridad Física – Estructural</b>                     |  |                   |           |                       |
| C.1.1   | Protección y Estabilización del acantilado en la Avenida Tenderini (bajada hacia la Playa Agua Dulce) – Chorrillos (Alternativa 1).  | CV                | 1°        |                       |
| C.1.2   | Protección y Estabilización del talud y control de la erosión en el Acantilado de la Av. Tenderini – Chorrillos (Alternativa 2).     | CV                | 1°        |                       |
| C.1.3   | Protección y Estabilización del acantilado del Jr. Bajada de Baños – Barranco (Alternativa 1).                                       | Chorrillos        | 1°        | S/. 1.200.000         |
| C.1.4   | Proyecto Integral de Estabilidad y Retención de los Materiales sueltos de la Quebrada "Bajada Baños" (Alternativa 2) – Barranco.     | Barranco          | 1°        | S/. 880.000           |
| C.1.5   | Protección y Estabilización del acantilado ubicado al pie del Estadio Manuel Bonilla (contiguo al Museo de La Memoria) – Miraflores. | Miraflores        | 1°        | S/. 880.000           |
| C.1.6   | Estabilización del acantilado de Acceso a la Ruta de Evacuación Subida Quebrada Armendáriz – Miraflores.                             | Miraflores        | 1°        | S/. 1.200.000         |
| C.1.7   | Estabilidad del acantilado en el acceso a la Ruta de Evacuación Bajada Avenida Brasil – Magdalena del Mar.                           | San Miguel        | 1°        | S/. 880.000           |
| C.1.8   | Estabilidad del Talud de la Ruta de Evacuación Circuito de Playas - Bertolotto distrito de San Miguel.                               | Magdalena del Mar | 1°        | S/. 880.000           |
| <b>D. PROGRAMA: Sistema de Alerta Temprana, Preparación y Respuesta</b> |  |                   |           |                       |
| PO-01   | Instalación de señaléticas de Tsunami en la Costa Verde.   | Costa Verde       | 1°        | S/. 300.000           |
| PO-02   | Estudio de un Modelo Físico Hidráulico a Escala Reducida y sus aplicaciones en la Bahía Costa Verde.                                 | Costa Verde       | 2°        |                       |
| PO-03   | Sistema de Alerta Temprana en caso de tsunamis para la Costa Verde de Lima.  | Costa Verde       | 1°        | S/. 2,070.793.49      |
| EVCV - 01   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada Huaylas – Chorrillos.  | Chorrillos        | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV - 02   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada de Baños – Barranco.   | Barranco          | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV - 03   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Quebrada Armendáriz-Miraflores.  | Miraflores        | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV - 04   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Bajada Balta- Miraflores.  | Miraflores        | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV – 05   | Estudio de Cálculo de Evacuación AAHH Medalla Milagrosa - Magdalena del Mar.   | Magdalena del Mar | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV – 06   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Bajada Av. Brasil-Magdalena del Mar.  | Magdalena del Mar | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV – 07   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Marbella-Magdalena del Mar.  | Magdalena del Mar | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV – 08   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Subida Bertolotto-San Miguel.   | San Miguel        | 1°        | S/. 48.050            |
| EVCV - 09   | Estudio de Cálculo de Evacuación Costa Verde Av. Circuito de Playas-San Miguel.  | San Miguel        | 1°        | S/. 48.050            |
| ADRT - 01   | Acondicionamiento y Defensa de Refugios Temporales.  | Costa Verde       | 1°        | S/. 100.00            |

Elaborado. Equipo Técnico PCS, 2014

### **8.9 Estrategia de implementación del Estudio “Mapas de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos; Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Fichas de Proyectos y Medidas de Mitigación de la Costa Verde (San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos).”**

La Autoridad del Proyecto Costa Verde y El Programa Ciudades Sostenibles del INDECI/PNUD, ha previsto realizar el Estudio PCS de la Costa Verde (San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos), el mismo que constituye un instrumento técnico legal de Gestión del Riesgo de Desastres, orientado al crecimiento y desarrollo de la Costa Verde, sobre las zonas que presentan las mejores condiciones de seguridad física, así como a preservar sus entornos naturales y patrimonio cultural y natural de los efectos de peligro de origen natural y tecnológico.

Asimismo, es un instrumento básico, orientador de los gobiernos locales, metropolitano, y La Autoridad del Proyecto Costa Verde, en las decisiones y ejecución de acciones en el proceso de mitigación de los desastres en el ámbito de la Costa Verde, refuerzan y complementan otros instrumentos normativos vigentes y los que se generen durante el proceso de implementación y consolidación del presente Estudio.

Para su implementación, el presente documento requiere de mecanismos de gestión, habiéndose identificado como principales los que se indican a continuación:

#### **a. Coordinación y fortalecimiento institucional de los gobiernos locales.**

Los Gobiernos Locales, metropolitano, y La Autoridad del Proyecto Costa Verde, institucionalmente, en el marco de sus competencias, les corresponde organizarse política y administrativamente como instituciones sólidas y funcionales, para liderar y coordinar con las instancias superiores, y organizaciones locales involucradas, para promover, desarrollar y ejecutar acciones prioritarias de prevención y reducción de desastres, en las diferentes zonas identificadas y calificadas como vulnerables frente a eventos de origen natural.

#### **b. Participación de la sociedad civil, sector privado y agentes económicos locales.**

La intervención de todos los sectores y agentes locales, sociedad civil organizada, sector privado, incluido las Universidades, resulta fundamental a fin de lograr una gestión integral exitosa relacionada con el tema de la gestión de riesgo prospectivo. Se generarán instrumentos públicos que garanticen el acceso a la información, a transparencia, a procesos de toma de decisiones y control.

**c. Regulando las actividades de desarrollo en la Costa Verde**, llevando a cabo proyectos de desarrollo directamente (o trabajando en cooperación con el sector privado), con el objeto de mejorar tanto el ambiente urbano como su seguridad y vialidad en general.

**d. Financiamiento y cooperación internacional**, con el fin de promover la investigación y desarrollar los proyectos de prevención y reducción de riesgos; priorizando y definiendo el nivel del componente que le corresponde (correctivo, prospectivo o reactivo).

**e. Desarrollo e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG)**, con data estadística y espacial georeferenciada y sistematizada relacionada con peligros y riesgos

naturales, usos del suelo, actividades económicas, etc., actualizada permanentemente, necesaria para la toma de decisiones.

#### **f. Fortalecer, Potenciar e Implementar la Sub Gerencia/Oficinas de Defensa Civil.**

La Plataforma de Defensa Civil está presidido por el Alcalde Distrital, como ente dinamizador, supervisor y evaluador para la prevención y mitigación de desastres en los distritos de Chorrillos, Barranco-Miraflores-San Isidro-Magdalena del Mar-San Miguel, la misma que debe ser fortalecida y potenciada para un mejor cumplimiento de sus responsabilidades en lo que significa:

- Formular, conjuntamente todas las Sub Gerencias/Oficinas de Defensa Civil, un Programa Integral de Prevención ante Desastres.
- Adoptar las medidas de prevención y de responsabilidad, ante las posibles ocurrencias de fenómenos naturales que pueden presentarse en la jurisdicción, para atender en forma oportuna la emergencia que se presente a fin de dar una respuesta adecuada y minimizar las pérdidas y daños.
- Proteger a la población, previniendo daños, proporcionando ayuda oportuna y adecuada hasta alcanzar las condiciones básicas de rehabilitación que permitan el desarrollo continuo de las zonas o áreas afectadas.
- Ejecutar Planes de prevención, emergencia y rehabilitación cuando el caso lo requiera.
- Creación e implementación de una Unidad de Gestión del Riesgo dentro de la Sub Gerencias/Oficinas de Defensa Civil, a fin de actuar como un punto focal para la planificación, monitoreo, ejecución y evaluación de acciones relacionadas con la gestión del riesgo o Planes de Intervención, entre otras funciones, es la encargada de:
  - Evitar que los nuevos asentamientos se ubiquen en áreas inapropiadas y constituyas zonas vulnerables, de acuerdo a los Mapas de Vulnerabilidad y de Riesgo, respectivamente, del presente Estudio.
  - Que la población asentada en zonas vulnerables, sea reubicada en un corto y mediano plazo.
  - Que las edificaciones y estructuras afectadas después de un desastre sean reubicadas en zonas seguras.
  - Que las medidas con tendencia a reducir el riesgo sean promovidas con la cooperación de los colegios profesionales de manejo ambiental, arquitectos, planificadores, ingenieros y geógrafos.
  - Que las normas de construcción estén en concordancia con las nuevas percepciones del riesgo a desastres, y que correspondan a las diferentes prácticas de construcción que se aplican en la ciudad.
  - Que se respete lo establecido en el Mapa de “Plan de Usos Del Suelo Ante Desastres” que forma parte del presente Estudio.
  - Que la reducción del riesgo sea una prioridad de la programación del presupuesto.
  - Promoción de seminarios y talleres de reducción de riesgo, en la que participen organizaciones públicas y privadas y actores locales involucrados.
  - Promueva otras acciones inherentes a la gestión del riesgo.
- Creación e implementación de los Comités de Defensa Civil, quienes serán los responsables de la coordinación intermunicipal, como también de:
  - Mantener el compromiso y el consenso entre las instituciones locales y actores sociales, mediante una continua comunicación.
  - Identificar y resolver los problemas potenciales.

- Facilitar el accionar de los actores sociales, mediante la identificación y la negociación de recursos adicionales, y
  - Trabajar junto con los actores sociales para identificar las formas en que se pueden revisar y ampliar los programas ya existentes de manera que incorporen objetivos relacionados con la prevención y mitigación de desastres.
- Creación de Brigadas de Defensa Civil

Las brigadas constituyen el equipo, conformado por personal de la Municipalidad, de preferencia nombrado, responsable de la planificación, ejecución y evaluación de las actividades de prevención y preparación ante un evento, contando con el concurso de todos los trabajadores. Su responsabilidad es la prevención, preparación y respuesta al darse una emergencia, dentro del ámbito de la Municipalidad

**g. Estrategias para la Gestión del Riesgo de Desastres.** Dentro de este Contexto se identifican las siguientes estrategias:

- Facilitar a la población las herramientas, conceptos, técnicas e información requerida para una adecuada gestión colectiva de riesgo y propiciar mecanismos de coordinación y consulta que permitan a todos la toma de decisiones.
- Articular la comunicación y el dialogo
- Formalizar los mecanismos y canales de diálogo entre las diversas instituciones.
- Negociación de conflictos y la acción concertada:
- Aceptar y reconocer la existencia de intereses y propuestas diferenciadas como paso clave para el proceso de diálogo y negociación, sobre la base de consensos. Estos se facilitaran si participativamente se ha forjado una visión compartida de futuro.

**h. Capacitación de Funcionarios Municipales** para el Desarrollo de las recomendaciones del Estudio PCS de la Costa Verde.

**i. Integración del Estudio Costa Verde a los Planes de Desarrollo Local** y Planes de Ordenamiento Territorial de cada uno de los 06 distritos de la Costa Verde.

**j. Diseño de Mapas Amigables y Brouchures del Estudio PCS de la Costa Verde y sus diversos estudios.**