

**“AÑO DEL DEBER CIUDADANO”  
DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU”**

**ELABORACION DEL ESTUDIO:**

**“VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES ADYACENTES  
A LA BAJADA MARBELLA – COSTA VERDE DE LIMA”**



**INFORME FINAL**

**PROYECTO INDECI-PNUD PER/02/051  
CIUDADES SOSTENIBLES**

**LIMA  
AGOSTO, 2008**

**JEFE INDECI**  
**GRAL. DIV. E. P. "R" LUIS FELIPE PALOMINO RODRIGUEZ**

**DIRECTOR NACIONAL DEL PROYECTO**  
**CRNL. ING. E. P. "R" CIRO MOSQUEIRA LOVON**

**RESPONSABLE PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES**  
**Alfredo ZERGA OCAÑA**

**Asesor**  
**Alfredo PEREZ GALLEN0**

**EQUIPO TECNICO CONSULTOR**

Arq:	Douglas <b>AZABACHE DIAZ</b>
Ing. Civil:	Erasm0 <b>MATOS ESPINOZA</b>
Ing. Civil:	Carlos <b>HUAROTO MUNAREZ</b>
Especialista CAD:	
B.Arq.	Luis <b>LLUEN SALAZAR</b>

## CONTENIDO

### CAPITULO I:

#### GENERALIDADES

1.1.- Objetivo del estudio	11
1.2.- Metodología	
1.3.- Ubicación del área de estudio	
1.4.- Cartografía y topografía del área de estudio	12
1.5.- Acceso al área de estudio	
1.6.- Condiciones Climáticas	

### CAPITULO II

#### GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO

2.1.- Fases de desarrollo del estudio	15
a) Fase I: Investigaciones de campo	
b) Fase II: Ensayos de laboratorio	
c) Fase III: Trabajo de gabinete	
2.2.- Método empleado: Meyerhof	17
2.2.1.- Geomorfología	
2.2.2.- Litología	
2.2.3.- Geodinámica externa	
2.2.4.- Sismicidad	
2.2.5.- Aspectos geológicos y geotécnicos.	
2.3.- Investigaciones efectuadas	35
2.3.1.- Investigaciones de campo	
2.3.2.- Ensayos de laboratorio	
2.4.- Geología Local	37
2.4.1.- Geomorfología	
2.4.2.- Litología	
2.4.3.- Geodinámica externa del área de estudio	
2.5.- Efectos locales de amplificación sísmica	
2.6.- Aspectos de ingeniería geológica	
2.7.- Análisis del suelo de la cimentación	42
2.7.1.- Descripción del suelo de cimentación	
2.7.2.- Capacidad de carga admisible por falla al corte	
2.7.3.- Capacidad de carga admisible por falla al asentamiento y	

determinación del asentamiento	
2.7.4.- Determinación de la capacidad portante	47
2.7.5.- Agresión química del suelo al concreto de la cimentación	
2.7.6.- Parámetros de diseño sismo-resistente	48
2.7.7.- Tipo de cimentación recomendada	
2.7.8.- Condiciones de cimentación	
2.7.9.- Clasificación de materiales de excavación	
2.7.10.- Estabilidad del talud natural en el acantilado de la Costa Verde y de corte en las excavaciones	50
2.7.11.- Uso del material procedente de excavaciones	51

### **CAPITULO III**

#### **CARACTERIZACION URBANA Y ARQUITECTONICA**

3.1.- Antecedentes	52
3.2.- Edificaciones adyacentes a la Bajada Marbella	
3.3.- Puericultorio Pérez Aranibar	
3.4.- Escuela Climática de Varones	58
3.4.1.- Ubicación	
3.4.2.- Accesibilidad	
3.4.3.- Cuadro de Areas	
3.4.4.- Características arquitectónicas y constructivas	
3.5.- Sector I	60
3.5.1.- Pabellones: "A", "B", "C", "D", "E"	
3.5.2.- Pérgolas	
3.5.3.- Patio principal	
3.5.4.- Patios Secundarios	
3.5.5.- Baños	
3.6.- Sector II	63
3.6.1.- Glorietas "F" y "G"	
3.6.2.- Glorietas "I" y "J"	
3.6.3.- Mantenimiento y Servicios	
3.6.4.- Mirador	
3.7.- Sector III	65
3.7.1.- Piscina	
3.8.- Áreas verdes	65
3.9.- Áreas libres	66
3.10.- Veredas	
3.11.- Colores	
3.12.- Instalaciones Sanitarias	66
3.12.1.- Red de agua	
3.12.2.- Red de desague	
3.12.3.- Canal de riego	
3.13.- Instalaciones Eléctricas	67
3.14.- Cuadro de Areas	

## CAPITULO IV

### VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ESCUELA CLIMATICA

4.1.- Sondeo de verificación de la cimentación	69
4.2.- Metodología aplicada para análisis de vulnerabilidad en las edificaciones de adobe	
4.3.- Evaluación de los parámetros	
4.4.- Resultados de la evaluación	74
4.5.- Análisis de los parámetros 3, 6, 7 y 8	
4.6.- Resumen de cálculo:	86
a).- Edificación 1	
b).- Edificación 2	
c).- Glorietas	
d).- Mirador	

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones	88
5.2.- Remodelación de lo existente y proyecto nuevo	91
5.3.- Aspectos arquitectónicos y urbanísticos	
5.4.- Sector I	92
5.4.1.- Accesibilidad al conjunto	
5.4.2.- Ambientes interiores	
5.4.3.- Techos	
- Entrepisos	
- Techos definitivos	
5.4.4.- Patios	
5.4.5.- Servicios Higiénicos	
5.5.- Sector II	94
5.5.1.-Edificación nueva	
5.5.2.-Mirador	
5.5.3.- Área de tratamiento especial	
5.6.- Sector III	94
Edificación nueva.	
5.7.- Tratamiento de áreas verdes	
5.8.- Instalaciones sanitarias y eléctricas	
5.8.1.- Red de Agua	
5.8.2.- Red de Desague	
5.8.3- Red eléctrica	
5.8.4.- Canal de riego	
5.9.- Seguridad	
5.10.- Cuadro de Áreas	97

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Estabilidad de los acantilados de la costa verde por el M.I.M.S. Alberto Martínez Vargas  
Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Instituto de Investigación, Boletín Científico , Año 01 , N° 01, Agosto del 2003, Lima
- 2.- Estudio de la seguridad física de los acantilados de la Costa Verde por Antonio Guzmán M., Bilberto Zaval C., Germán Valenzuela O., INGEMMET, Mayo 1997, Boletín N° 18, Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica
- 3.- Análisis de la estabilidad de taludes de la Costa Verde, Mariela Geovanna Cañari Sanchez, Jorge Alva Hurtado, Universidad Nacional de Ingeniería, Año 2003.
- 4.- Estudio: “Microzonificación sísmica de la ciudad de Lima” . CISMID, APERSED, Lima, 2001-2003.
- 5).- Instituto geológico, minero metalúrgico del Perú (INGEMMET). “Carta Geológica del Cuadrángulo 25-i (Lima)”.
- 6).- CISMID, Estudio: “Microzonificación sísmica de la ciudad de Lima” . Lima, 2001-2003.
- 7).- Planos catastrales del área de estudio proporcionados por la Sociedad de Beneficencia de Lima e información complementaria de Cartas IGN 1:100,000 y fotos satelitales del Google Earth (2006).
- 8) Rafal Marquina- Arquitecto- 2005
- 9) El arquitecto Peruano – Fernando Belaunde de Ferry-1935

## **ANEXO 1**

### **PLANOS:**

- 1.- Usos del suelo en el entorno urbano
- 2.-Materiales de edificación
- 3.- Altura edificación entorno urbano
- 4.- Ubicación del Puericultorio Pérez Aranibar (U-02)
- 5: Accesibilidad a la Escuela Climática de Varones en el entorno
- 6.- Planteamiento arquitectónico del Arqto Rafael Marquina
- 7.- Plano proporcionado por la Beneficiencia (03A y 03 B9
- 8.- Plano general re-actualizado (18 y 19)
- 9.- Acceso a la Escuela Climática de Varones en el interior
- 10.- Ejes matrices, simetría, ortogonalidad en edificaciones existentes

## 11.- Equipamiento

- 12 y 13.- Evaluación de campo- sector I – sección A (1º y 2º piso)
- 14 y 15.- Evaluación de campo- sector I- sección B (1º y 2º piso)
- 16 y 17.- Evaluación de campo – sector I- sección C (1º y 2º piso)
- 18 y 19.- Evaluación de campo – sector I- sección D (1º y 2º piso)
- 20 y 21.- Evaluación de campo – sector I- sección E (1º y 2º piso)
- 22: Corte A-A
- 23: Corte Longitudinal
- 24: Síntesis de la problemática
- 25: Mapa de Vulnerabilidad y Riesgos
- 26: Planteamiento arquitectónico
- 27: Condicionantes visuales
- 28: Demolición de ambientes en 2º y 3º sector.
- 29: Ocupación de áreas

## **ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIÓN**

- E-01: Ubicación de puntos 1 y 2 para sondeo de verificación de cimentación
- E-02: Sondeo de verificación de la cimentación: Edificación 1 y 2
- E-03: Evaluación de vulnerabilidad sísmica-Parámetros N° 6 - Edificación 1 y 2.

## **GEOLOGÍA**

- G-01: Ubicación de puntos de investigación en el área de estudio
- G-02: Geología local (planta)
- G-03: Geología local (Secciones transversales)
- G-04: Obras de mitigación (Planta General)
- G-05: Obras de mitigación- Sección transversal 1-1
- G-06 Obras de mitigación- Sección transversal 2-2
- G-07: Obras de mitigación- Sección transversal 3-3
- G-08: Obras de mitigación- Sección transversal 4-4

## **HOJA DE CALCULO**

Nº 01: Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación de la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima (Para estructuras cimentadas cerca del borde del acantilado)

Nº 02: Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación de la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima (Para estructuras cimentadas en el talud del acantilado)

- 1.- Perfil estratigráfico del suelo de Marbella
- 2.-: Sondeo Eléctrico Vertical de Marbella

## **CUADROS**

- Nº 01: Relaciones empíricas y varias propiedades del suelo cohesivo
- Nº 02: Relaciones empíricas entre el SPT y varias propiedades del suelo no cohesivo
- Nº 03: Propiedades físico y mecánicas promedio de los suelos
- Nº 04: Valores promedio del Módulo de Elasticidad y el Módulo de Poisson para suelos típicos en estado seco
- Nº 05: Grado de agresión química del suelo al concreto de cimentación
- Nº 06: Parámetros físico-mecánicos del suelo de cimentación en los puntos de investigación para el área de emplazamiento de las obras de la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima
- Nº 07: Cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte del suelo de cimentación de la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima (Falla por corte en zapatas cuadradas – Condición estática)
- Nº 08: Cálculo del asentamiento del suelo de cimentación de la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima (Asentamiento en zapatas cuadradas- Suelo granular )
- Nº 09: Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación de la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima (Condición crítica de falla por corte y falla por asentamiento en zapatas cuadradas)

## **FIGURAS**

- Nº 01: Vista satelital del área de estudio del Google Earth
- Nº 02: Abacos para la determinación de los valores de  $N_{\gamma q}$  y  $N_{c q}$  para el calculo de la capacidad de carga última por falla al corte en cimentaciones sobre terrenos inclinados
- Nº 03 : Abacos para la determinación de los valores de  $N_{\gamma q}$  y  $N_{c q}$  para el calculo de la capacidad de carga última por falla al corte en cimentaciones cerca del borde el talud o al pie del acantilado.

Nº 04: Abacos para la determinación de los parámetros requeridos para la determinación del Factor de seguridad ante la falla por deslizamiento en taludes homogéneos con fricción y cohesión

Nº 05: Sección transversal típica de los acantilados de la Costa Verde de Lima

Nº 06: Geomorfología y Geología regional del área de estudio

Nº 07: Mapa de zonificación sísmica del Perú

Nº 08: Mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú

Nº 09: Mapa de isoaceleraciones sísmicas máximas del Perú ( $T_r= 475$  Años)

Nº 10: Ubicación general de los puntos de investigación (Calicatas y Sondajes eléctricos verticales) en el área de estudio.

## **FOTOGRAFIAS**

- 1.- Imagen satelital del área de estudio
- 2.- Accesibilidad Av. malecón y Av. Ejército
- 3.- Accesibilidad Av. del Ejército
- 4.- Accesibilidad interior a la Escuela Climática de Varones
- 5.- Acantilado
- 6.- Tratamiento de taludes
- 7.- Entorno urbano
- 8.- Pérgolas.
- 9.- Pabellón D y E
- 10.- Pasillo central
- 11.- Pabellón A y C
- 12.- Mirador
- 13.- Techos del mirador
- 14.- Mirador y áreas verdes
- 15.- Mantenimiento y servicios
- 16.- Mantenimiento y servicios
- 17.- Glorietas G y J
- 18.- Glorieta G
- 19.- Piscina
- 20.- Escaleras
- 21.- Escaleras
- 22.- Escaleras y estado actual
- 23.- Pisos: rehabilitación
- 24.- Vanos

- 25.- Techos
- 26.- Cornisas
- 27.- Cercos perimétricos
- 28.- Canal de riego
- 29.- Sondaje de edificación

**ANEXO N° 02:**

- 1: Excavación de calicatas y SEV
- 2.- Resultados de las investigaciones de campo y los ensayos de laboratorio de suelos

## **CAPITULO I**

### **1.-1.- OBJETO DEL ESTUDIO**

- Desarrollar un Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación de las obras proyectadas en la Bajada Marbella – Costa Verde de Lima, consideradas en el Proyecto de Construcción de edificaciones adyacentes a la Bajada Marbella,

- Realizar el levantamiento para la actualización y complementación de los mapas y planos del estado de la infraestructura adyacente a la Bajada Marbella en la Costa Verde, ubicado en el distrito de Magdalena del Mar de la Provincia de Lima del Departamento de Lima.

- Evaluación de la infraestructura comprendida en el área de estudio, características y estado de conservación, tomando en cuenta la vulnerabilidad sísmica.

### **1.2.- METODOLOGIA**

Realizar una inspección técnica de la zona materia de estudio, realizar el levantamiento de información (geológica, arquitectónica y estructural) de las edificaciones existentes.

En lo que respecta al estudio de suelos, se considera realizar el cálculo de la capacidad de carga admisible tanto por falla al corte como por falla al asentamiento, cálculo del asentamiento del suelo de fundación y estabilidad de los taludes del acantilado de la Costa Verde en condiciones naturales y extremas; de manera que permitan recomendar las características mínimas de las estructuras de cimentación, la estabilidad de su emplazamiento cerca al acantilado y sus condiciones de cimentación.

En todos los casos, se toma como referencia para el establecimiento de requisitos técnicos mínimos, aquellos de la Norma E.050: Suelos y Cimentaciones; del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú y que ha sido aprobada por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción en Mayo del 2006.

### **1.3.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

El área de estudio que comprende el emplazamiento de la denominada Bajada Marbella se ubica en el litoral costero del distrito de Magdalena del Mar de la provincia de Lima, sobre ambos márgenes de la vía que permite el ingreso desde el Circuito de Playas en la cota 0.0 m.s.n.m. hasta la Av del Ejército a la altura de la Cuadra N° 08. En esta área quedan emplazadas el Puericultorio Pérez Aranibar (Climática de Varones) sobre una terraza a 50.0 m.s.n.m. y la Residencial Marbella y la Urb. Salaverry sobre una terraza a 10.0 m.s.n.m., aproximadamente.

#### 1.4- CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA

Las alturas de los acantilados varían de Sur a Norte, en Chorrillos entre 36 m.s.n.m. y 46 m.s.n.m.; entre Barranco y Miraflores 35.70 m.s.n.m. a 70.80 m.s.n.m. (mayor en la Bajada Parque Salazar), con un promedio de 54 m.s.n.m.; San Isidro, 55.30 m.s.n.m.; 50.00 m.s.n.m. en Magdalena; disminuyendo de 43.50 m.s.n.m en San Miguel hasta 22.00 m.s.n.m. a 25.50 m.s.n.m. en La Perla, y llegando al nivel del mar en el sector de La Punta - Callao.<sup>1</sup>

Uno de los grandes problemas que afecta toda la Costa Verde, son las fuertes pendientes de las laderas naturales o de corte de los acantilados, que en el tramo San Miguel - La Perla, terminan abruptamente frente al mar y en el de Chorrillos - San Miguel en la vía costanera, constituyendo una amenaza constante para las personas y vehículos que transitan por la vía debido a continuos desprendimientos de piedras, y para la estabilidad de las construcciones que se edifican en sus bordes superiores sin contar con el área de retiro apropiada, tal como sucede en los distritos de Barranco, San Miguel y Magdalena del Mar.

Sin embargo instituciones municipales, a fin de mejorar la estabilidad de los acantilados han efectuado su tratamiento, mediante la construcción de banquetas tipo andén y en el caso del distrito de Miraflores, han realizado la siembra de arbustos y plantas rastreras (enredaderas), regadas por un sistema de goteo, que proveen sus aguas de pequeñas plantas de tratamiento de aguas servidas.

Por otra parte, señalaremos que para efectos del desarrollo del presente estudio se ha utilizado la información siguiente:

- Cartografía a escala 1:100,000 de Lima (Hoja 25-i) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) del año 1983.
- Plano catastral a escala 1:5,000 del área que comprende el distrito de Magdalena del Mar en la bajada de Marbella del Instituto Geográfico Nacional (IGN), con curvas de nivel a cada 5.0 m., del año 1983.
- Plano topográfico y catastral a escala 1:5,000 proporcionado por la Municipalidad distrital de Magdalena del Mar con curvas de nivel a cada 5.0 m. (2007).
- Plano catastral –referencial- del área que comprende el Puericultorio Pérez Aranibar a escala 1:200, proporcionado por la Sociedad de Beneficencia de Lima.
- Imagen satelital del área de estudio extraída del Google Earth (2007).
- Fotografías aéreas de vuelo bajo, a escala 1:17,000, del área que comprende la Bajada Marbella del año 1983, realizadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Fotografías del conjunto y su entorno, así como de los volúmenes existentes y áreas libres.
- Fotografías de detalles constructivos

---

<sup>1</sup> Fuente: Acantilados en la Costa Verde.

La información citada ha sido sometida a una evaluación previa con la finalidad de determinar el Plano Base sobre el que se han de plasmar los productos del presente estudio; el cual, corresponde al plano referencial del distrito de Magdalena del Mar, con una complementación de las cotas de las curvas de nivel de acuerdo a la información recopilada en el IGN. Del área colindante a los acantilados. (ver plano G-03) Y sobre el cual se han realizado los cortes o secciones que determinan la topografía del acantilado con el área de intervención (ver plano G-04, G-05, G-06, G-07).

### **1.5.- ACCESO AL AREA DE ESTUDIO**

El litoral de la Costa Verde se ubica en la parte sur-oeste de Lima Metropolitana y el Callao (ver plano); con una longitud aproximada de 22.5 km, comprendiendo una zona de acantilados entre El Club Regatas Lima (Chorrillos) y la Av. Santa Rosa en La Perla, disminuyendo en altura hasta la Escuela Naval de La Punta (Callao).

El área de estudio que comprende el emplazamiento de la Bajada Marbella y alrededores, tiene su principal acceso a través de la vía asfaltada del Circuito de Playas que recorre el litoral costero de Lima desde Chorrillos hasta Magdalena del Mar y San Miguel. Por medio de esta vía es posible llegar sin mayores dificultades al área de estudio, la cual queda emplazada precisamente sobre ambas márgenes de la carretera que sube desde el Circuito de Playas hasta la Av. Del Ejército.

El acceso desde la Gran Lima o el Callao se realiza a través de las avenidas Paseo de La República, Brasil, Universitaria, etc.



Figura N° 01: Imagen satelital del área de estudio (Extraído del Google Earth)

## 1.6.- CONDICIONES CLIMATICAS.

El área de estudio que comprende el distrito de Magdalena del Mar, tiene un clima húmedo, subtropical con temperaturas medias ambientales que oscilan de 12 °C a 25 °C, propio del litoral costero del Perú; donde las precipitaciones anuales son escasas (no mayores a 10.0 mm/año), se tiene una neblina permanente y la humedad atmosférica suele ser bastante alta y cercana a la saturación (Humedad relativa del 100%). A pesar que no se registran variaciones extremas entre las temperaturas máximas y mínimas anuales, la nubosidad permanente, durante los meses de abril a noviembre; y el elevado contenido de humedad condensado en la neblina en los meses de invierno constituyen condiciones adversas para la instalación de ambientes recreacionales, diversión, turismo y vivienda.

El área de la Costa Verde está sometida a condiciones micro-climáticas en toda su extensión. Se tipifica al clima como semiárido, con brisas marinas durante toda la época. Los vientos no son de gran intensidad y las precipitaciones están referidas a la presencia de garúas invernales que ocurren cuando la saturación de la humedad relativamente ha llegado a su máxima.

Estas condiciones climáticas determinan que los efectos de erosión pluvial y saturación sobre el suelo del área de estudio, sean fenómenos imperceptibles, que no provocan mayor peligro y no suelen ser determinantes en el diseño de las obras de cimentación.

## CAPITULO II

### GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO

#### 2.1- Fases de desarrollo del estudio

El presente estudio ha sido desarrollado en tres grandes fases:

##### a).- Fase I - Investigaciones de Campo:

El propósito es la determinación del Perfil estratigráfico del suelo de cimentación hasta una profundidad de interés según el análisis que se desarrolle; el cual puede ser identificado razonablemente mediante la apertura de “calicatas” y la extrapolación de datos obtenidos en un Sondeo eléctrico vertical (SEV), realizado muy cerca de la excavación.

La profundidad de las “calicatas” excavadas en el área de emplazamiento de las obras proyectadas, es como mínimo igual a 3.00 m.; suficiente, para los fines de cimentación de edificaciones comunes con un máximo de 05 niveles y que han de estar cimentadas entre 1.0 m. a 2.0 m. de profundidad y cuya estratigrafía se ha de extrapolar hasta un máximo de 14.0 m. que es aproximadamente lo que puede abarcar el SEV. De esta manera, una investigación combinada a partir de “calicatas” y SEV, ha de determinar el perfil estratigráfico en un punto de investigación hasta una profundidad máxima de 14.0 m., que para efectos prácticos, es mas que suficiente para tomar en cuenta el bulbo de presiones de las estructuras de cimentación y estimar la respuesta del suelo ante condiciones sísmicas.

Para cada una de las “calicatas” excavadas en el área de emplazamiento de las obras de la Bajada Marbella, se han realizado los Ensayos de Campo que a continuación se detallan:

##### - Descripción del perfil estratigráfico de los suelos según Norma ASTM D 2487:

Destinado a conocer las características del suelo de cimentación hasta una profundidad igual a la de la “calicata” excavada y con una prospección adicional hasta profundidades mayores en base a indicadores geológicos y que se refieren básicamente a la determinación del color, consistencia, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, cobertura general, etc.. Complementariamente a este trabajo, se ha efectuado una auscultación en campo del estado de compacidad del suelo de cimentación en su estado natural, descripción de la clasificación de los materiales de excavación que se encuentran en cada una de las “calicatas” excavadas, identificación de la estabilidad de las excavaciones efectuadas y análisis del uso del material natural como material de relleno de las excavaciones efectuadas.

##### - Muestreo de suelos en “calicatas” excavadas según Norma ASTM D 420:

En las “calicatas” excavadas se ha efectuado la toma de muestras de los estratos que conforman el suelo de cimentación acorde a las recomendaciones de la Norma E.050. Para todos los casos, se ha extraído muestras alteradas del tipo Mab, por tratarse de un material netamente granular.

**- Densidad natural “in situ”:**

Para la estimación de la densidad natural “in situ” se ha auscultado el estado de compacidad del terreno, mediante el uso de una picota de geólogo y se han tomado muestras alteradas para estimar la misma a partir de un ensayo de densidad mínima y otro de densidad máxima en el Laboratorio.

Adicionalmente, a los ensayos antes descritos se ha efectuado Sondeos eléctricos verticales (SEV), bajo la modalidad de “calicata eléctrica”. Este ensayo determina los valores de resistividad (ohm-m) del terreno hasta una profundidad máxima de 14 m., para luego por interpretación y extrapolación, estimar el tipo de suelo hasta la profundidad investigada. En el presente caso se ha hecho uso de los resultados de resistividad encontrados en los primeros 3.0 m. de suelo, conocido a partir de la “calicata” realizada, de manera que se tiene una interpretación lo más cercana a la realidad y basada en valores propios de la zona.

**b).- Fase II - Ensayos de Laboratorio:**

En esta fase se desarrollan los Ensayos de Laboratorio de Suelos para las muestras alteradas recogidas en la fase de Investigaciones de campo en cada una de las “calicatas” excavadas. Los Ensayos de Laboratorio utilizados son los que se presentan a continuación:

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA USADA</b>
- Descripción visual – manual	ASTM D 2488
- Contenido de humedad	ASTM D 2216
- Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
- Límite líquido y límite plástico	ASTM D 4318
- Clasificación unificada de Suelos	ASTM D 2487
- Corte Directo en suelo saturado	ASTM D 3080
- Sales Solubles totales en suelos	ASTM D 1889
- Sulfatos en suelos	ASTM D 516

Los Ensayos se han efectuado en el Laboratorio Geotécnico del CISMID para los ensayos físicos y en el Laboratorio “LASA” Ingenieros para los ensayos químicos, ambos ubicados en Lima.

### c).- Fase III - Fase de Trabajos de Gabinete:

Son aquellos trabajos que tomando como información base la recopilada en las fases de campo y laboratorio, permiten determinar mediante la utilización de los Métodos del ítem 1.4.- valores de diseño requeridos en el proyecto y construcción de las obras de cimentación contempladas.

## 2.2.- METODO EMPLEADO: MEYERHOF

Para efectos de determinar la capacidad de carga admisible por falla al corte en el suelo de cimentación, se ha recurrido al uso del Método de Meyerhof, comúnmente aceptado en Geotecnia; el cual se desarrolla a continuación:

$$q_d = 1.2i_c C N_c + i_q g_1 D_f N_q + 0.4i_g g_2 B N_g$$

$$q_{adm} = q_d / FS$$

En donde:

- $q_d$ : Capacidad de carga última del suelo de cimentación
- $C$ : Cohesión del suelo por debajo de la profundidad de cimentación
- $g_1$ : Densidad del suelo por encima de la profundidad de cimentación
- $g_2$ : Densidad del suelo por debajo de la profundidad de cimentación
- $D_f$ : Profundidad de cimentación medida desde el terreno natural
- $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_g$ : Factores de capacidad de carga que dependen del ángulo de fricción interna y el tipo de cimentación
- $B$ : Ancho del cimiento corrido o de la zapata cuadrada corregido por la excentricidad de la carga e igual a "Boriginal - 2e" en donde "e" es la excentricidad. Cuando la carga aplicada es vertical y que corresponde comúnmente a una condición estática el valor de "B" es igual al "Boriginal".
- $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_g$  son correcciones debidas a la inclinación de la carga aplicada con los valores siguientes

$$i_c = i_q = (1 - a/90)^2$$

$$i_g = (1 - a/F)^2$$

en las cuales "a" es el ángulo que forma la carga inclinada con la vertical y "F" es el ángulo de fricción interna. Cuando la carga aplicada es vertical y que corresponde comúnmente a una condición estática los valores de  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_g$  son iguales a 1.

- $q_{adm}$ : Capacidad de carga admisible del suelo

- FS: Factor de seguridad (Para un suelo en general es igual a 3 en condiciones estáticas y 2.5 para condiciones dinámicas)

Para la aplicación de la fórmula de Meyerhof, es necesario considerar los siguientes criterios:

a).- Para un suelo con valores de  $D_r$  mayores o iguales a 70% o valores de N (SPT) mayores o iguales a 30 el tipo de falla del suelo por corte será "general" y los factores de capacidad de carga se determinan con el ángulo de fricción interna real.

b).- Para un suelo con valores de  $D_r$  menores o iguales a 35% o valores de N (SPT) menores o iguales a 5 el tipo de falla del suelo por corte será "local" y los factores de capacidad de carga se determinan con el ángulo de fricción interna reducido, calculado mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$F_{\text{reducido}} = \text{ArcTang} \left( \frac{2}{3} \text{Tang} (F_{\text{real}}) \right)$$

Se debe precisar que el ángulo de fricción interna para falla local es un ángulo teórico reducido a partir del ángulo de fricción interna real y que trata de representar matemáticamente el mecanismo de falla de la estructura en dicha condición, mediante los valores de los factores de capacidad de carga.

c).- Para un suelo con valores de  $D_r$  entre 35% y 70% o valores de N (SPT) entre 5 y 30 el tipo de falla del suelo por corte será llamada "intermedia" y los factores de capacidad de carga se determinan mediante una interpolación de aquellos valores calculados por corte "general" y por corte "local".

Con la finalidad de estimar y validar las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos de cimentación de distinta configuración, en los CUADROS N° 01, N° 02 y N° 03 se presentan variadas relaciones y propiedades conservadoras para suelos típicos.

Para efectos de determinar el asentamiento instantáneo al centro de una zapata cuadrada producido sobre un suelo de cimentación, se ha de utilizar la siguiente fórmula basada en métodos elásticos:

$$S = 1.12 q_{\text{adm}} B (1 - \nu^2) / E$$

En donde:

S: Es el asentamiento al centro de la zapata cuadrada

$q_{\text{adm}}$ : Es la capacidad de carga admisible por falla al corte

B: Es la dimensión de la zapata

$\mu$ : Es el coeficiente de Poisson del material de la cimentación

E: Es el Módulo de elasticidad del material de la cimentación

Los valores de " $\mu$ " y "E" se pueden estimar a partir de los valores típicos conservadores presentados en el CUADRO N° 04.

Para efectos de determinar la capacidad de carga admisible por asentamiento y el asentamiento en una zapata cuadrada asentada sobre un suelo granular: gravo-arenoso, arenoso y areno-limoso se utilizan las fórmulas que se presentan resumidamente a continuación:

$$q_{adm} = 0.096 N F_E F_{Nf} F_{Df} F_d \quad \text{para } B \leq 1.20 \text{ m.}$$

$$q_{adm} = 0.064 N ( (B + 0.30)/B )^2 F_E F_{Nf} F_{Df} F_d \quad \text{para } B > 1.20 \text{ m.}$$

Además se tiene que:

$$F_E = 1 + ( (3B - E)/ 2B ) , \quad 1 \leq F_E \leq 2 \quad ; \text{ si } E \leq 2B \text{ luego } E = 2B$$

$$F_{Nf} = 0.50 + 0.25 ( (N_f - D_f) / B ) , \quad 0.50 \leq F_{Nf} \leq 1$$

$$F_{Df} = 1 + 0.33 D_f/B , \quad F_{Df} \leq 1.33$$

$$F_d = d/ 2.50$$

En donde:

$q_{adm}$  : Capacidad de carga admisible por asentamiento

N : Número de golpes de la prueba SPT

B : Ancho de la zapata cuadrada

E : Espesor del estrato

$N_f$  : Profundidad del nivel freático medida con respecto al terreno natural

$D_f$  : Profundidad de cimentación medida con respecto al terreno natural

d : Asentamiento total admisible

$F_E$  : Factor de corrección por estrato

$F_{Nf}$  : Factor de corrección por nivel freático

$F_{Df}$  : Factor de corrección por profundidad de cimentación

$F_d$  : Factor de corrección por asentamiento

Para efectos de determinar la capacidad de carga admisible por asentamiento y el asentamiento en una zapata rectangular asentada sobre un suelo de matriz fina o arcillosa en estado normalmente consolidado, en donde la

presión actual de confinamiento o presión efectiva de tapada ( $P_o$ ) es igual a la presión de preconsolidación ( $P_c$ ), se ha recurrido al uso de la fórmula que se presenta a continuación :

$$S = H ( C_c / ( 1 + e_o ) ) \text{Log}_{10} ( ( P_o + D_p ) / P_o )$$

En donde:

S : Es el asentamiento del estrato de arcilla normalmente consolidada

H : Es el espesor del estrato de arcilla o de la zona activa de presiones

$C_c$ : Es el valor del Coeficiente de compresibilidad; el cual se determina a partir de un Ensayo de consolidación o puede determinarse aproximadamente en suelos normalmente consolidados a partir de la siguiente expresión :  $C_c = 0.009 ( LL - 10 )$ .

$e_o$  : Es el valor de la relación de vacíos inicial; la cual se determina a partir de la expresión siguiente:  $e_o = G_s / g_n - 1$ ; en donde  $G_s$  es la gravedad específica y  $g_n$  la densidad seca natural

$P_o$  : Es el valor de la presión inicial de confinamiento antes del asentamiento

$D_p$  : Es el valor de presión adicional impuesta por las cargas de la estructura

Para efectos de determinar la capacidad de carga admisible por asentamiento y el asentamiento en una zapata rectangular asentada sobre un suelo de matriz fina o arcillosa en estado preconsolidado, en donde la presión actual de confinamiento o presión efectiva de tapada ( $P_o$ ) es menor a la presión de preconsolidación ( $P_c$ ), se ha recurrido al uso de las fórmulas que se presentan a continuación :

$$\text{Caso a) : } P_o < P_c$$

$$P_o + D_p < P_c$$

$$S = H ( C_c / ( 1 + e_o ) ) \text{Log}_{10} ( ( P_o + D_p ) / P_o )$$

$$\text{Caso b).- } P_o < P_c$$

$$P_o + D_p > P_c$$

$$S = H ( C_c / ( 1 + e_o ) ) \text{Log}_{10} ( P_o / P_o ) + H ( C_c / ( 1 + e_o ) ) \text{Log}_{10} ( ( P_o + D_p ) / P_c )$$

$$IPC = P_c - P_o$$

En donde:

S : Es el asentamiento del estrato de arcilla

H : Es el espesor del estrato de arcilla o de la zona activa de presiones

$C_c$ : Es el valor del Coeficiente de compresibilidad en el tramo de la curva virgen; el cual se determina a partir de un Ensayo de consolidación o puede determinarse aproximadamente en suelos normalmente consolidados a partir de la siguiente expresión :  $C_c = 0.009 ( LL-10)$ .

$C_s$ : Es el valor del Coeficiente de compresibilidad en el tramo de la curva de recompresión; el cual se determina a partir de un Ensayo de consolidación.

$e_o$  : Es el valor de la relación de vacíos inicial; la cual se determina a partir de la expresión siguiente:  $e_o = G_s/g_n - 1$ ; en donde  $G_s$  es la gravedad específica y  $g_n$  la densidad seca natural

$P_o$  : Es el valor de la presión inicial de confinamiento antes del asentamiento

$D_p$  : Es el valor de presión adicional impuesta por las cargas de la estructura

$P_c$  : Es el valor de la carga de preconsolidación, el cual se determina a partir de un Ensayo de consolidación.

IPC: Es el incremento de preconsolidación y se considera un valor constante para el estrato de arcilla en análisis

Para el cálculo de la capacidad de carga admisible por asentamiento, previamente debe de calcularse la carga transmitida al suelo de cimentación por cada una de las obras consideradas en base a dimensionamientos típicos de dichas estructuras.

En el caso de asentamiento en terrenos granulares, la presión de contacto debe incluir el 100% de la carga muerta y el 100% de la carga viva puesto que el asentamiento en este tipo de cimentaciones se considera que se producen en el corto plazo.

En el caso de asentamiento en terrenos de estructura fina o cohesiva, la presión de contacto debe incluir el 100% de la carga muerta y el 50% de la carga viva puesto que el asentamiento en este tipo de cimentaciones se considera que se producen en el largo plazo.

Para el caso particular del suelo de cimentación de los taludes del acantilado de la Costa Verde y cuyas inclinaciones varían desde 40° hasta 70°, se ha de desarrollar el cálculo de la capacidad portante tomando en cuenta las inclinaciones críticas de las laderas del acantilado, el tipo de material predominante (suelo granular o friccional) y la metodología propuesta por Meyerhof que se resume a continuación:

$$q_c = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} ( 1 - 0.4 B/L ) \text{ Para suelos granulares o friccional}$$

$$q_c = \frac{1}{2} \gamma B c N_{cq} ( 1 + 0.2 B/L ) \text{ Para suelos cohesivos}$$

En donde:

- **B** : Es el ancho del cimient
- **L** : Es la longitud del cimient
- **H** : Es la altura del Talud
- $\phi$  : Es el ángulo de fricción interna del suelo del talud
- $\beta$  : Es el ángulo de inclinación del talud
- $q_c$  : Es la capacidad de carga última por falla al corte en el talud inclinado
- **c** : Es la cohesión aparente del suelo del talud

Los valores de  $N_{\gamma q}$  y  $N_{c q}$  se obtienen de la Figura VIII. 21 del Libro: “La Ingeniería de los Suelos en las Vías Terrestres” Volumen II- Alfonso Rico Rodríguez y Hermilio Del Castillo- LIMUSA y que se adjunta como FIGURA N° 02, en el presente Informe.

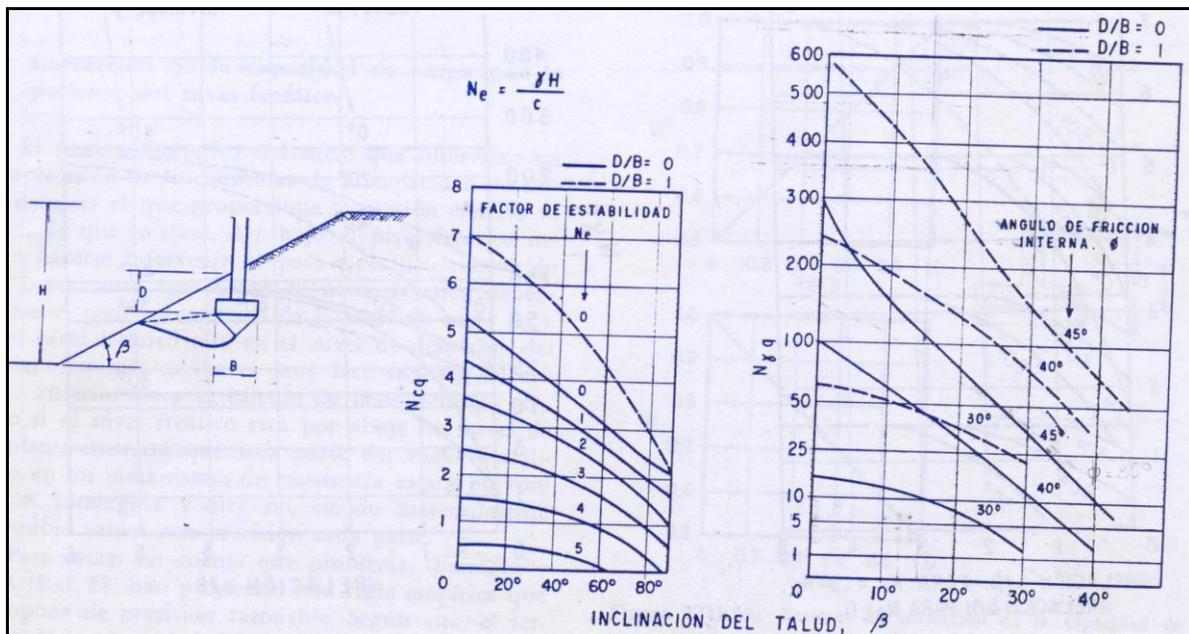


FIGURA N° 02: Abacos para la determinación de los valores de  $N_{\gamma q}$  y  $N_{c q}$  para el calculo de la capacidad de carga última por falla al corte en cimentaciones sobre terrenos inclinados

Para el caso en que la cimentación se ubica muy cerca del borde del talud o al pie del acantilado los valores de  $N_{\gamma q}$  y  $N_{cq}$  se obtienen de la Figura VIII. 22 del Libro: "La Ingeniería de los Suelos en las Vías Terrestres" Volumen II- Alfonso Rico Rodríguez y Hermilio Del Castillo- LIMUSA y que se adjunta como FIGURA N° 03 , en el presente Informe.

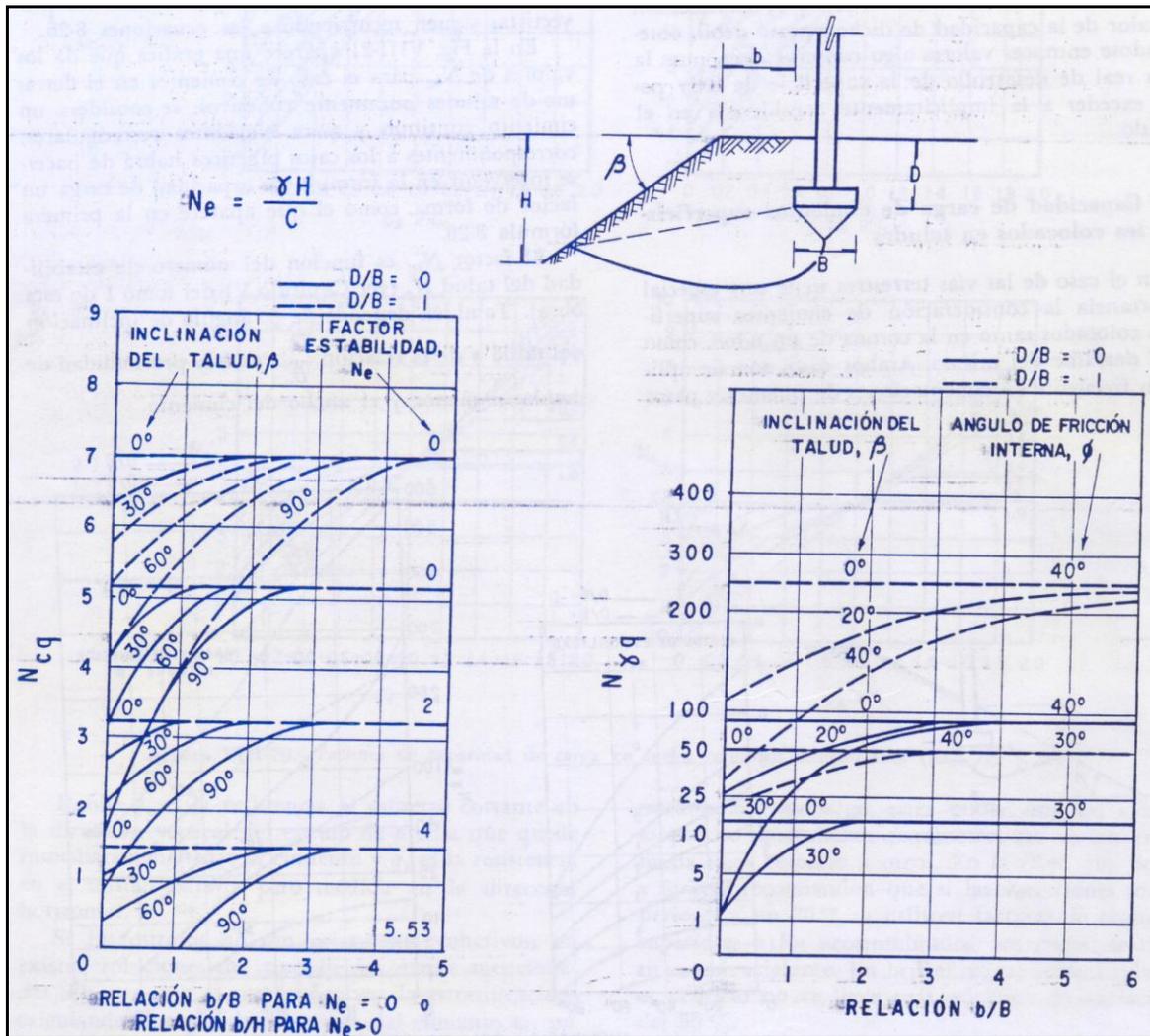


FIGURA N° 03: Abacos para la determinación de los valores de  $N_{\gamma q}$  y  $N_{cq}$  para el calculo de la capacidad de carga última por falla al corte en cimentaciones cerca del borde del talud o al pie del acantilado.

Para el análisis de la agresividad química de los suelos al concreto de las estructuras de cimentación proyectadas en las obras de la Bajada Marbella, se deberá de tomar en cuenta las recomendaciones estipuladas en la Norma E 060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones y que se presentan en el CUADRO N° 05.

Para el análisis de estabilidad de taludes del acantilado de la Costa Verde en el área de estudio, se ha de emplear el Método expeditivo propuesto para materiales homogéneos con círculo de falla que pasa por el pie del talud (caso común de suelos granulares con algo de cohesión) por Janbu en el año 1968. Este método implica la utilización de una serie de ábacos que para las condiciones del talud del acantilado de la Costa Verde se presentan en la FIGURA N° 04, de acuerdo al detalle siguiente:

- $\gamma$  : Es el peso volumétrico del suelo del talud
- $q$  : Es la sobrecarga en la coronación del talud
- $H$  : Es la altura del Talud
- $\gamma_w$  : Es el peso específico del agua
- $H_w$  : Es la profundidad de agua fuera del Talud
- $H'_w$  : Es la profundidad de agua dentro del Talud
- $u_q$  : Factor de corrección por efecto de la sobrecarga
- $u_w$  : Factor de corrección por efecto del agua
- $u_t$  : Factor de corrección por efecto de las grietas de coronación
- $u'_w$  : Factor de corrección por efecto de la filtración
- $c_{\alpha}$  : Parámetro adimensional
- $\phi$  : Es el ángulo de fricción interna del suelo del talud
- $\alpha$  : Es el ángulo de inclinación del talud
- $c$  : Es la cohesión aparente del suelo del talud
- $F$  : Es el factor de seguridad del Talud
- $X_0$  : Es la abcisa con respecto al pie del talud del centro del círculo de falla
- $Y_0$  : Es la ordenada con respecto al pie del talud del centro del círculo de falla

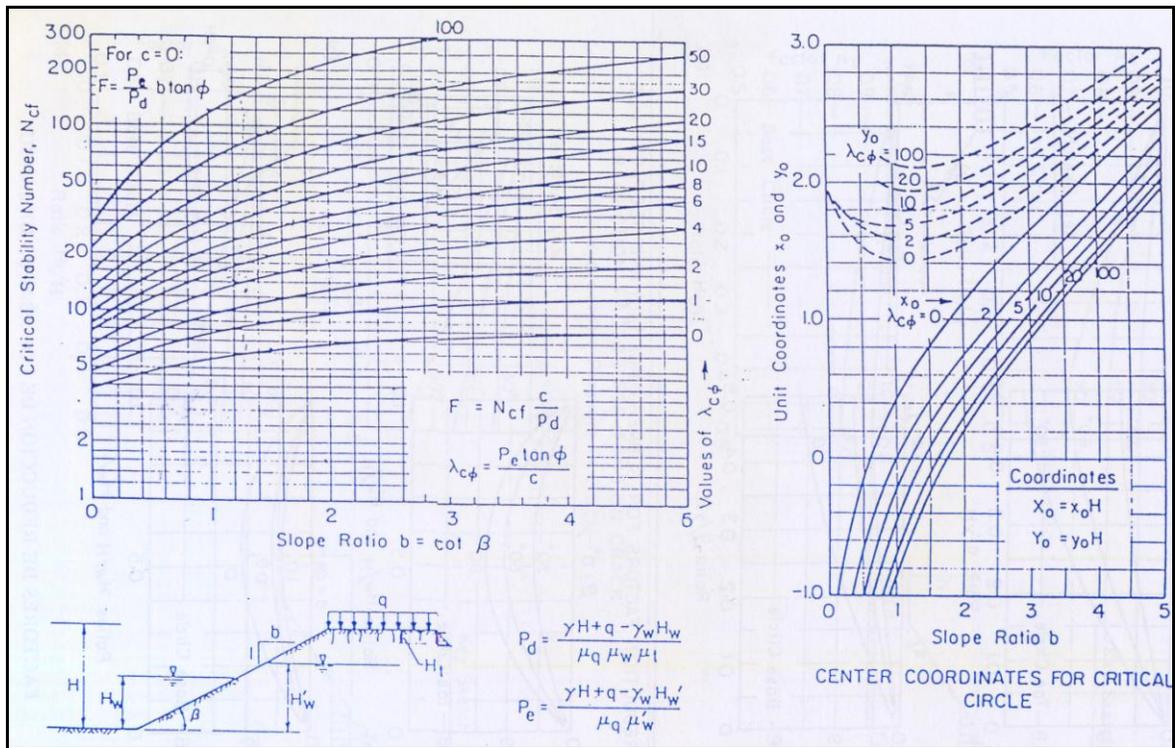


FIGURA N° 04: Abacos para la determinación de los parámetros requeridos para la determinación del Factor de seguridad ante la falla por deslizamiento en taludes homogéneos con fricción y cohesión

### 2.2.1.- GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista morfológico las ciudades de Lima y Callao se hallan asentadas sobre el abanico aluvial del río Rímac. El abanico del río Rímac, constituye una terraza fluvio-aluviónica de relieve horizontal con una extensión de 300 Km<sup>2</sup> y tal como se presenta en la actualidad, este tiene su vértice oriental cerca de Vitarte y su línea occidental sobre la línea costera de 22.5 Km., la cual representa una línea de erosión del viejo abanico. Hacia el sur limita con el macizo del Morro Solar en Chorrillos. En el Norte, cubre parte del abanico del río Chillón, desplazando a este último más al Norte. El actual lindero entre los abanicos de los ríos Rímac y Chillón se encuentra aproximadamente 3 Km. al Norte del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. El Abanico de Este a Oeste presenta una pendiente promedio 1:80.

Un perfil longitudinal del cono deyectivo del río Rímac en el sentido Este-Oeste nos muestra que la zona de los acantilados de la Costa Verde corresponde a un truncamiento del cono aluvial producto de la acción marina que progresivamente ha ido erosionando los materiales desde su lugar final de

deposición (a la altura de una línea imaginaria existente en un alineamiento entre la isla San Lorenzo y el Morro Solar) hasta el lugar que actualmente ocupan (Ver FIGURA N° 05).

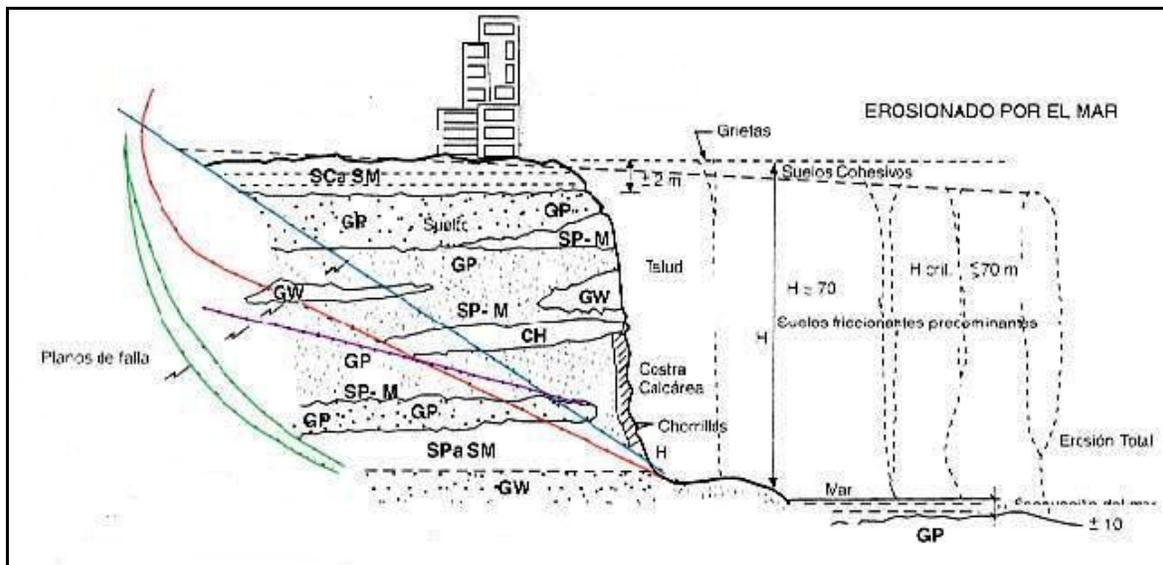


FIGURA N° 05: Sección transversal típica de los acantilados de la Costa Verde de Lima

El perfil transversal del acantilado a lo largo de la ribera, presenta una serie de pequeñas concavidades y convexidades, observándose entalladuras por la acción mecánica de las olas; la que se hace mas intensa en el pie o base del acantilado. Los acantilados tienen pendientes que varían entre 20° y 90°.

Las unidades geomorfológicas cartografiadas (Ver FIGURA N° 06), son geformas producidas por procesos de acumulación y erosión, principalmente de origen marino, fluvial y eólico.

Así se diferencia de Oeste a Este:

- Acantilados, playas marinas y bahía de Miraflores;
- Planicie costera y cono deyectivo del Rímac.
- Colinas, lomas y monte-islas;
- Etribaciones de la Cordillera Occidental

### **UNIDAD I: Acantilados, playas marinas y bahía de Miraflores**

Unidad en la que se localizan los acantilados de la Costa Verde y en particular el área de estudio, constituida por los ambientes de origen marino que se encuentran siguiendo la línea costera, a lo largo de la cual se ha desarrollado la zona de ribera actual, donde destacan entrantes y salientes conformando playas delgadas y acantilados, constituidos por macizos rocosos (Morro Solar-La Chira) y por depósitos aluviales que llegan y terminan abruptamente frente al mar (sector

de la costa Verde) cuyo perfil longitudinal cóncavo entre Punta La Chira y La Punta es conocido como Bahía de Miraflores.

La zona de playa es reducida y se tratan de playas originadas por el depósito de sedimentos finos (arenas), artificialmente, como consecuencia de la construcción de espigones, en el sector sur y playas de canturrales, en el sector norte.

Se pueden mencionar como playas de arena Pescadores, Agua Dulce (con cierto contenido de canturrales) Las Sombrillas-Costa Linda, Los Yuyos, Barranco, Los Pavos, Barranquito y Las Cascadas, ubicadas entre Chorrillos y Miraflores; y como playas de grava: Las Piedritas; la Estrella, Redondo. Waikiki, La Pampilla, Los Delfines, Marbella y Mar Brava, entre Miraflores y la Punta.

Es común encontrar, en ambas la formación de pequeñas terrazas, con alturas entre 0.50 – 1.00 m de altura, desarrolladas entre la zona de pleamar y el acantilado, observándose a veces hasta dos a tres niveles, indicadores de los distintos niveles de la actividad marina actual.

## **UNIDAD II: Planicie Costera y Como Deyectivo del Río Rímac**

Esta unidad sobre la cual se ubican las zonas urbana y urbana–marginal de Lima Metropolitana y Callao y en particular corresponde al emplazamiento de las edificaciones sobre el área de estudio (Edificaciones adyacentes a la Bajada Marbella), es de origen fluvio-aluvial-lagunar-marino y constituye la planicie resultante de los procesos de acumulación fluvio-deltaica desarrollada por el río Rímac con formación de conos de deyección y de las quebradas adyacentes como Canto Grande, Jicamarca y la Molina, para mencionar a las principales.

El cono de deyección se desarrolla en la parte final del río y en él predominan materiales conglomerados (cantos, gravas) arenas y arcillas.

### **Sub Unidad II: Ambiente Lagunares e Hidromórficos**

Destacan los de la zona de los Pantanos de Villa, compuestos por lagunas irregulares, juncales, tuberías, cuencas salitras y gramadales que se interrelacionan en forma gradual y temporal en función de las estaciones climáticas y fenómenos excepcionales de altas precipitaciones y sequías.

Ocupan áreas o depresiones bajas en zonas donde limitan las llanuras aluviales, promontorios de baja altura, conforman lugares donde la napa freática es superficial o casi superficial que dan lugar a:

- Lagunas fluctuantes, permanentes, con espejo de agua libre
- Zona de juncales e inundación periódica
- Zona de inundación excepcional

## **UNIDAD III: Colinas, Lomas y Monte-Islas**

Esta unidad de origen estructural-denudacional, está conformada por colinas y cerros circundantes a la zona de planicies costeras, conformadas por rocas sedimentarias y volcánicas (Grupos Puente Piedra y Morro Solar), sobre las

cuales actuó la erosión fluvial y marina, dando lugar en la zona más alejada al litoral elevado macizos residuales, rodeados por planicies de acumulación a los que se les denomina “montes islas” (cerros: El Agustino, El Pino, La Regla, etc).

Los montes islas, son modelados suaves crestas convexas y modelados abruptos con pendientes altas y acantilados, labrados en rocas intrusivas y volcánico-sedimentarias.

#### UNIDAD IV: Estribaciones de la Cordillera Occidental

Comprende a la cadena de cerros bajos que se levantan al Este de Lima Metropolitana formados por plutones y stocks del Batolito Costaneros, emplazados con rumbo NO-SE, secuencias sedimentarias cretácicas (Formaciones Pamplona y Atocongo). Se pueden mencionar aquí los cerros de La Molina-Casuarinas y los de Comas-Rímac.

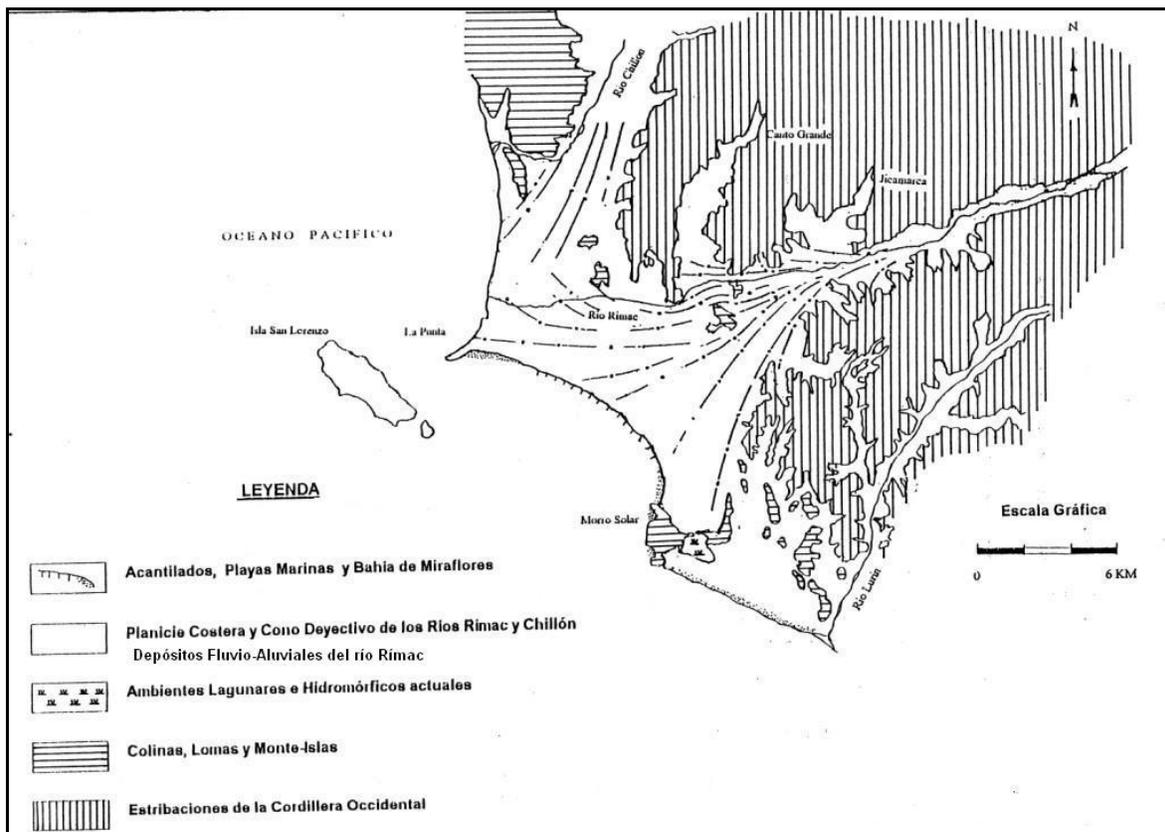


FIGURA N° 06: Geomorfología y Geología regional del área de estudio

### 2.2.2.- LITOLOGIA

De acuerdo a lo observado en los perfiles de suelos elaborados en base a las perforaciones de pozos de agua en las zonas de Lima y Callao, de cortes naturales y/o artificiales observados en los acantilados de la Costa Verde y en particular el que se ubica en la Bajada Marbella, esquemáticamente se determina que el aluvión de Lima está conformado por lentes de sedimentos y estratificaciones cruzada, propios de una abanico aluvial, donde se observan capas gravosas con aglomerantes areno-limosos a areno-limo arcillosos de una amplia granulometría, cuyo granos se vuelven mas finos hacia el Oeste, así como depósitos marinos de buena clasificación con sedimentos finos que se extinguen hacia el Este. (Ver FIGURA N° 06).

La terraza y los acantilados del área de la Costa Verde están conformados por depósitos fluvio–aluviónicos, cortados a pico por la acción dinámica de las aguas marinas y/o la acción antrópica.

En el material aluviónico de Lima se mezclan sedimentos gruesos y finos, evidentemente acumulados por aportes periódicos efectuados por las aguas del río Rímac en varios episodios durante la evolución del Valle en el Cuaternario.

El cauce del río Rímac parece ser que ha migrado de Sur a Norte en etapas sucesivas concordante con el desplazamiento de la línea litoral, la misma que ha sufrido desplazamiento y erosión progresiva desde su dirección inicial Suroeste-Noreste hasta ocupar su actual alineamiento Sureste-Noreste. Asimismo el río durante sus crecidas ha dado lugar a desbordamientos hacia las márgenes, originando acumulaciones de crecientes que luego han servido para modificar el cauce en la etapa de estiaje.

En los lechos dejados en la parte central del cono deyectivo, predominan potentes espesores de cantos rodados en matriz areno-limo-arcillosa. En los bordes laterales predominan depósitos limo-arcillosos con lentes arenosos espesores reducidos.

En la base de los acantilados se localizan depósitos de escombros que han sido acumulados en forma de montículos y acomodados en declives alineados, conformados por cantos rodados de diferentes tipos de rocas y de granulometría y formas variadas, redondeados, sub-redondeados y ovoidales, mezclados con gravas y escasa cantidad de aglutinantes.

En forma general, los acantilados están constituidos por un suelo conglomerádico, gravoso, de origen aluvial, constituido por bolos y cantos de hasta 0.30 m (20%) gravas y gravillas subredondeadas a redondeadas de litología intrusiva y volcánica (60%) en matriz limo-arenosa (20%) no plástica, masivo, semicompacto, seco a ligeramente húmedo, de permeabilidad media alta. Se intercalan horizontes lenticulares areno-limosos, secos, incompetentes, cuyo espesor es variable, siendo de mayor espesor en las zonas laterales (Chorrillos y

La Perla) disminuyendo progresivamente hacia la zona central (Miraflores) donde casi desaparece.

El Estudio litológico evidencia el predominio de las rocas volcánicas, andesitas y brechas principalmente, sobre las rocas graníticas (granitos, granodioritas y dioritas) y las sedimentarias. Los cuarzos lechosos de filón son escasos. Estos cantos provienen de los promontorios rocosos que constituyen las nacientes y márgenes del Valle del río Rímac y el substrato sobre el que se asienta la ciudad.

El estudio sedimentológico realizado en base a estaciones convenientemente ubicadas a lo largo de los acantilados de la Costa Verde abarca la litología, granulometría, orientación y morfometría de rodados, que permitirá explicar mejor el origen y la evolución del material que hoy se expone en los taludes de los acantilados de la Costa verde.

La distribución de la litología de los rodados que constituyen los acantilados de la Costa Verde determina la predominancia de rocas volcánicas sobre las rocas intrusivas y las metamórficas (cuarcitas); entre las volcánicas tenemos andesita, dacita y brecha volcánica ocupando el 47% del total, seguidas por rocas intrusivas como sienita, diorita, monzonita, granodiorita, tonalita y granito con un 42% provenientes de las diversas formaciones aflorantes en la cuenca alta, media y baja del río Rímac; 9% corresponde a rocas metamórficas como cuarcita y 2% restante a otros elementos (caliza, pizarra, etc); la menor área de depósito y su origen se debe a la acción térmica transmitida por cuerpos intrusivos, mientras que el bajo porcentaje de calizas y pizarra se debe a que son rocas fácilmente erosionables.

### **2.2.3.- GEODINAMICA EXTERNA**

En general todos los acantilados del litoral que corresponden a las Costa Verde, presentan acentuado grado de inestabilidad, el cual esta en razón directa de la morfología general de la zona.

Los acantilados con una longitud de 22.5 Km, desde la Escuela Naval (La Punta) hasta el Club Regatas Lima (Chorrillos) tienen un rumbo promedio de N80°O y están expuestos a la erosión diferencial de las aguas marinas que ayudadas por el viento y las condiciones climáticas de la zona, determinan el modelado de la zona.

Los derrumbes, la formación de barrancos y las superficies de abrasión activas a lo largo de los acantilados en el Sector de San Miguel y La Perla, son resultados de las acciones dinámicas sucesivas de oleaje, durante la pleamar y bajamar considerándose que el socavamiento en la base de los acantilados origina desprendimiento retrogresivos constantes en ellos.

Las zonas de viviendas que están cerca del litoral en el Sector de San Miguel-La Perla, en los últimos 30 años han estado expuestas a los riesgos

geodinámicos de origen marino, por falta de un adecuado programa de protección de costas. Este riesgo se acrecienta más en las viviendas ubicadas en los bordes del acantilado ya que se tornan vulnerables a los efectos de los movimientos sísmicos, en relación con el debilitamiento de sus bases por la continua erosión marina, ruptura de colectores submarino como el de la Costanera y desagües de aguas servidas sin control (caso de la Casa Hogar Hermelinda Carrera y El Colegio Militar Leoncio Prado).

En el Sector Chorrillos-San Miguel, es observable sobre todo en el área de Barranco que muchas viviendas se han construido al borde de los acantilados sin dejar una área de protección como si se observa en el Sector de Miraflores, por lo que en un futuro cercano si no se han tomado las prevenciones pertinentes (como ejecutar estudios geotécnicos que comprendan sedimentología, mecánica de suelos, estabilidad de taludes riesgo sísmico, etc.) aunque hoy se hallan relativamente estables y protegidos directamente de los problemas de erosión marina, podrían verse afectadas en sus estructuras por problemas de inestabilidad de taludes en los acantilados generados por la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

La Costa Verde se encuentra dentro del área de influencia marina, emplazada en el lugar denominado "Bahía de Miraflores", de una extensión aproximada de 27.0 Km. entre Punta La Chira (Chorrillos) y al Punta (Callao). La Bahía se encuentra sujeta a procesos de dinámica marina principalmente por erosión de su línea costera, transportes y acumulación de sedimentos. La ejecución de trabajos o planes de desarrollo de estructuras a construir sobre la Costa verde (línea de costa o cerca de ella), implica un cambio del equilibrio produciendo un impacto sobre la costa actual.

Para ello es necesario estudiar y evaluar los procesos morfológicos costeros, los cuales dependen en gran medida del análisis de las variables siguientes:

- a).- Oleaje y vientos
- b).- Niveles de agua y corrientes
- c).- Composición del lecho marino y de la costa
- d).- Batimetría y topografía del área
- e).- Orientación de la línea de costa con respecto al de las olas y capacidad de transporte de sedimentos

Debido a la constante inestabilidad de los materiales que conforman lo acantilados, permanentemente ocurren:

- Personas heridas o pérdida de vidas humanas especialmente automovilistas.
- Pérdida de las viviendas ubicada al borde de los acantilados.
- Interrupción de las actividades económicas, que se desarrollan en los sectores afectados.
- Daños continuos al paisaje natural.
- Atraso en el desarrollo del Proyecto.

- Que las áreas que conforman las playas del litoral sean subutilizadas y en el caso de San Miguel y parte de Magdalena sirva para el arrojamiento de desmonte y basura.

#### **2.2.4.- SISMICIDAD**

A nivel regional se cuenta con información que en áreas cercanas a la zona en estudio se han producido sismos que han influido en el distrito de Magdalena del Mar con intensidades promedio de VIII, según la escala de Mercalli modificada, que indican que el área de estudio se encuentra en una zona de sismicidad Alta.

Acorde al Mapa de zonificación sísmica del Perú y al Mapa de máximas intensidades sísmicas de Perú presentados en las LAMINA N° 07 y LAMINA N° 08, respectivamente se desprende que el área en estudio se encuentra en la Zona III correspondiente a una zona de sismicidad Alta y con probabilidad de ocurrencia de sismos en la Escala de Mercalli modificada de VIII grados de intensidad. Asimismo en la LAMINA N° 09 se presenta el Mapa de isoaceleraciones sísmicas máximas en el Perú para un periodo de retorno de 475 años, en donde se obtiene para el área de estudio una aceleración horizontal máxima de 0.45g.

#### **2.2.5.- ASPECTOS GEOLOGO-GEOTECNICOS**

Las condiciones geológicas y geotécnicas conocidas previamente para el área de estudio sobre la base de estudios antecedentes y un reconocimiento de campo efectuado por el Consultor en el mes de Agosto del 2007, permiten indicar que el área de las edificaciones adyacentes a la Bajada Marbella en el distrito de Magdalena del Mar se encuentra emplazada sobre suelos de origen fluvio- aluvial antiguos (pleistocénicos) del tipo gravoso, que contiene piedras redondeadas a subredondeadas con tamaños máximos hasta de 30.0 cm. y que se encuentran envueltas por una matriz areno-limosa ligeramente cementada con una potencia de hasta 50.0 m. aproximadamente.

El suelo gravo-areno-limoso se encuentra en estado suelto a medianamente compacto, lo que determina condiciones de cimentación adecuadas para cualquier uso convencional y con un valor estimado para la capacidad portante de 2.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 3.00 Kg/cm<sup>2</sup> en condiciones secas, siempre y cuando las estructuras de cimentación se encuentren alejadas por lo menos 20.0 m. del borde del acantilado. El suelo tiene una gran proporción de piedras que en algunos casos puede llegar hasta un 70% del volumen total y los tamaños máximos no superan las 10". Este material gravo-arenoso, se encuentra por debajo del 1.0 m. ya que en este primer tramo se tiene la presencia de un suelo areno-limoso con materia orgánica y que no forma parte del suelo que ha de soportar las cargas activas.

El principal problema de la cimentación de estructuras en la terraza fluvio-aluvial del acantilado de la Costa Verde en la Bajada Marbella, radica en la inestabilidad que tienen los taludes del acantilado, que en algunos casos tienen pendientes tan pronunciadas (Angulo de  $50^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  ) que su estabilidad en condiciones estáticas es crítica y con condiciones sísmicas puede conducir el deslizamiento masivo del talud, por lo que se hace necesario las obras de mitigación del caso. Problemas adicionales como erosión producida por el desborde de aguas de regadío o de aguas servidas, son también importantes y producen cambios morfológicos importantes en el terreno (cárcavas y surcos) que agudizan los problemas de inestabilidad.

El corte del acantilado que da hacia la vía del Circuito de Playas en la Bajada de Marbella, ha permitido confirmar la presencia material gravo-arenolimoso hasta una profundidad promedio de 30.0 m.; por lo que se trata de un emplazamiento que tiene una buena respuesta ante la presencia de un sismo, es decir, en esta área no existe la posibilidad de amplificación sísmica por efectos locales, siempre y cuando el área este lo suficientemente alejada del borde del acantilado (estimado en 100.0 m.), razón por la cual, se infiere que se trata de un suelo denominado Tipo I según la Norma de Diseño Sismo resistente Peruana.

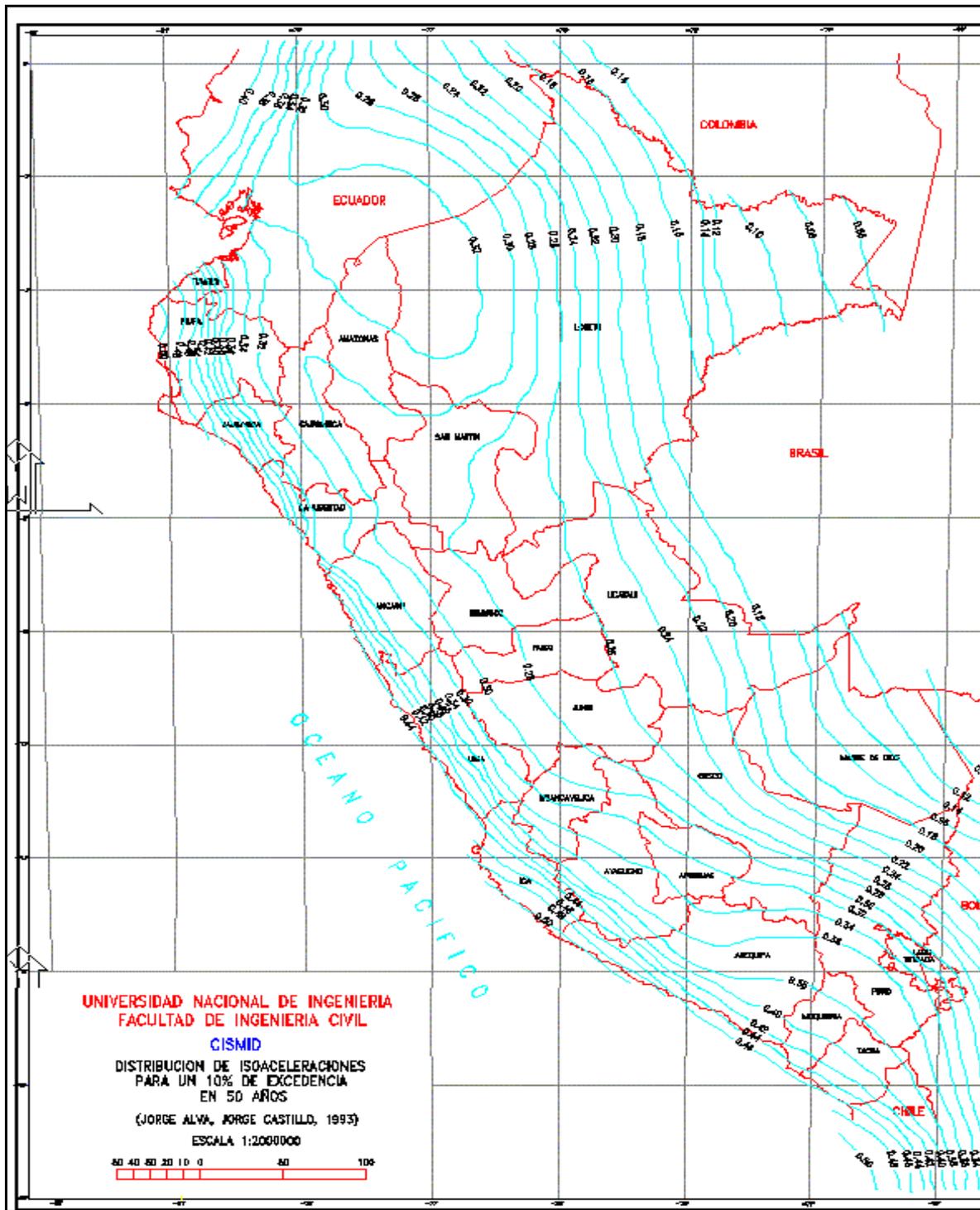


FIGURA N° 09: Distribución de Isoaceleraciones sísmicas para una probabilidad de excedencia de 10% durante una vida útil de 50 años

## **2.3.- INVESTIGACIONES EFECTUADAS**

### **2.3.1.- INVESTIGACIONES DE CAMPO**

Los trabajos de campo han consistido básicamente en una evaluación geológica-geotécnica “in situ” del suelo de cimentación ubicado sobre el emplazamiento de las obras proyectadas en la Bajada Marbella, lo cual incluye los taludes del acantilado de la Costa Verde en dicho sector; realización de ensayos SEV, así como la toma de muestras alteradas, que permitan la ejecución de ensayos de laboratorio y recopilación de información, destinada a obtener las propiedades físico mecánicas de los suelos.

Sobre el área que compromete las edificaciones en la Bajada Marbella (Sector del Puericultorio Pérez Aranibar) se ha realizado las siguientes actividades:

- Excavación de seis “calicatas” de 1.50 m. x 1.00 m. por 3.00 m. de profundidad.
- Realización de seis Ensayos de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) bajo la modalidad de “calicata eléctrica” hasta una profundidad de 14.0 m. con el uso de un equipo Telurímetro Digital marca MegaBras y con mediciones hasta de 20,000 ohmios.

Para cada una de los puntos de investigación se ha efectuado la descripción del perfil estratigráfico, la recopilación de datos de Resistividades (ohm-m) y la toma de muestras de los estratos que conforman el suelo de cimentación, que acorde a las recomendaciones de la Norma E.050 y por tratarse de un suelo de estructura básicamente granular gruesa han sido alteradas tipo Mab. (Ver Fotografías en el ANEXO N° 01)

La ubicación de los puntos de investigación con “calicatas” y SEV sobre el área que compromete las edificaciones proyectadas en la Bajada Marbella se presentan en forma general en la FIGURA N° 10 y de manera detallada en el área del Puericultorio Pérez Aranibar en la LAMINA N° G-01. La descripción del perfil estratigráfico en cada una de las “calicatas” excavadas y los ensayos SEV realizados, se presentan en el ANEXO N° 01.

### 2.3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de Laboratorio se han efectuado para cada una de las muestras alteradas recogidas de las “calicatas” excavadas.

Los parámetros físicos, mecánicos y químicos del suelo de cimentación obtenidos de los Ensayos de Laboratorio para cada uno de los puntos de investigación utilizados se presentan resumidos en el CUADRO N° 06.

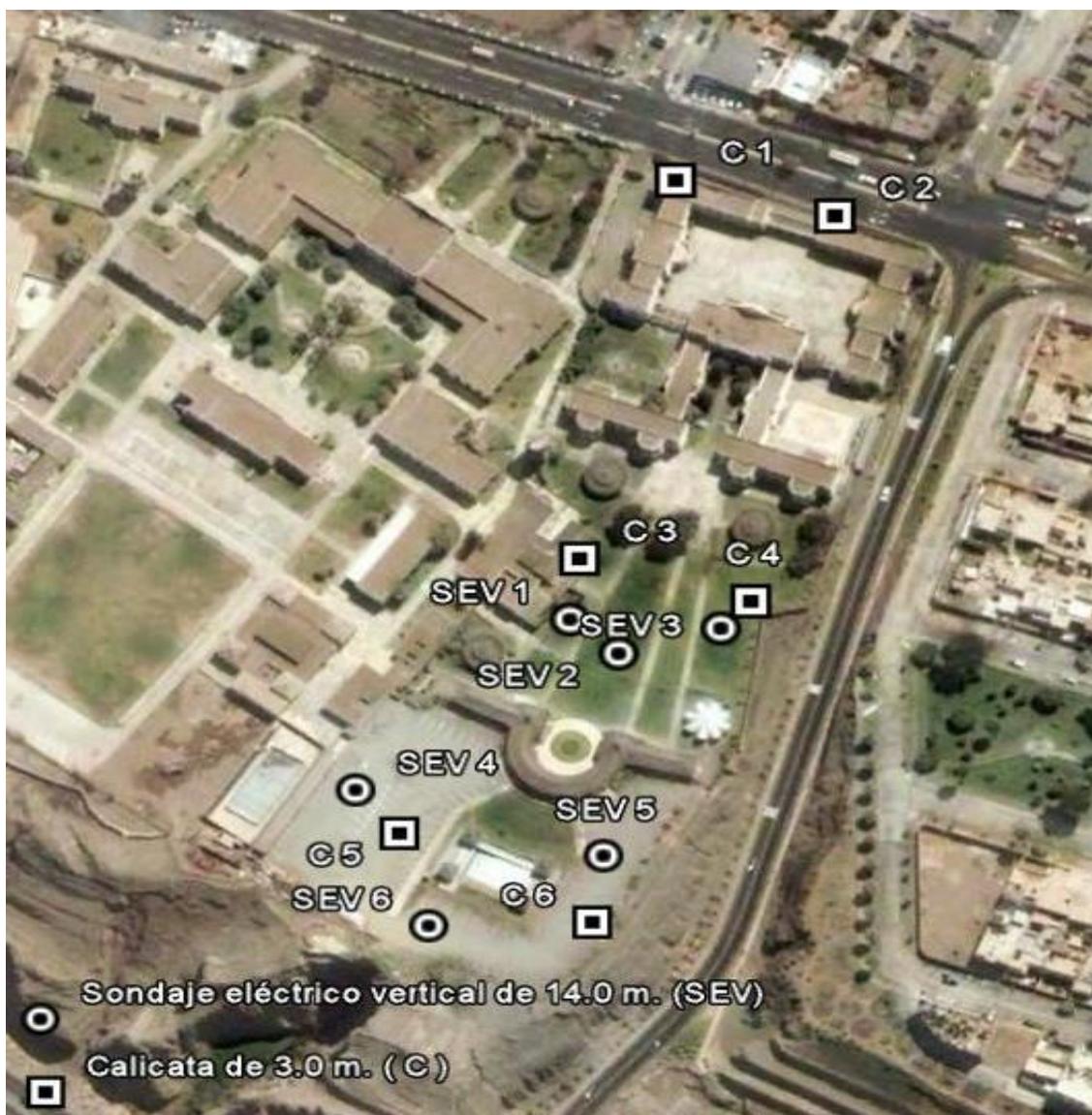


FIGURA N° 10: Ubicación general de los puntos de investigación (Calicatas y Sondajes eléctricos verticales) en el área de estudio.

## **2.4.- GEOLOGIA LOCAL**

### **2.4.1.- GEOMORFOLOGIA**

El área donde quedan y han de quedar emplazadas las edificaciones de la Bajada Marbella; corresponde a la terraza alta del acantilado de la Costa Verde sobre el delta o abanico fluvial del río Rímac a su llegada al Océano Pacífico y que finalmente ha sido erosionado por acción marina para formar el acantilado con un desnivel promedio con respecto al nivel del mar de aproximadamente 50.0 m. Esta área se ubica en el Acantilado y Cono Deyectivo del río Rímac que pertenecen a la Unidad I y II de la descripción geomorfológica a nivel regional.

En el área que comprende la bajada Marbella, los taludes del acantilado tienen una pendiente mínima de 45° hasta un máximo observado de 80°, los que se ubican adyacente a la vía asfaltada del Circuito de Playas y a la vía de la Bajada Marbella en el sector específico del Puericultorio Pérez Aranibar tienen pendientes promedio de 45° a 50° y en el Sector de la Residencial Marbella las pendientes promedio son de 35° a 45°. La parte alta del acantilado presenta una terraza fluvio-aluvial de relieve horizontal que es el área sobre el cual se emplaza actualmente el Puericultorio Pérez Aranibar y la Residencial Marbella. (Ver LAMINA N° G-02 y G-03)

El modelado de la morfología de los taludes del acantilado obedece básicamente a erosión marina (impacto de las olas), erosión eólica (acción del viento), derrumbes y deslizamientos (en taludes inestables) y procesos antrópicos (acción del hombre); siendo de especial importancia, el último mencionado, ya que en el Sector del Puericultorio Pérez Aranibar el desfogue de las aguas de una canal de riego en el borde del acantilado ha originado una acción erosiva por impacto del flujo del agua, que viene actuando desde aproximadamente el año 1920 y ha originado a la fecha una cárcava profunda de especial importancia y que es relevante para el área de estudio (Ver Fotografía 1). En el área adyacente a la Residencial Marbella la acción del hombre ha tenido un efecto modelador de la morfología del terreno mediante la construcción de andenes, lo que ha contribuido también a mejorar la estabilidad de los taludes del acantilado, situación contraria a la que sucede en el sector del Puericultorio Pérez Aranibar.



Foto 1.- Cárcava profunda como resultado de la desembocadura de aguas de un canal de regadío, al borde del acantilado

#### **2.4.2.- LITOLOGIA**

De acuerdo a la prospección geológica efectuada al área de emplazamiento de las edificaciones adyacentes a la Bajada Marbella en Agosto del 2008 y el resultado de las investigaciones de campo y ensayos de Laboratorio, es que se ha confeccionado un Plano Geológico Local en Planta y Secciones Transversales que se presentan en la LAMINA N° G-02 y G-03; a partir del cual se ha determinado la existencia de la litología siguiente:

##### **a).- Depósito Fluvio-Aluvial (Qp-fl-al)**

Constituido por una secuencia de cantos rodados de formas redondeadas a sub-redondeadas con arenas limosas al que le subyacen una capa de arena fina y limos con una potencia no mayor a 1.0 m.. En la estructura del suelo se aprecia predominantemente un 20% de bloques sub-redondeados de hasta 30.00 cm. de diámetro, 20% de cantos rodados, sub-redondeados de naturaleza volcánica, 30% de guijarros sub-redondeados, grava gruesa sub-redondeada y elipsoidal, arena

gruesa y fina de naturaleza volcánica y sedimentaria, limos; estos últimos en un 30%, aproximadamente.

Este depósito fluvio-aluvial es antiguo (pleistocénico) por lo que en general su estado de compacidad es Medio y comúnmente suele estar cementado por una matriz limo-arenosa con sales carbonatadas, que generalmente se aprecia claramente en la superficie de los taludes del acantilado.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos SEV y lo observado en los taludes del acantilado, se desprende que la potencia de este depósito es no menor a 50.0 m., ya que desde el pie del talud hasta su corona, se aprecia en su integridad los materiales gravo-areno-limosos con lentes erráticos de arena y limo, propios de unja deposición fluvial.

En el área que comprende el Puericultorio Pérez Aranibar las 06 “calicatas” excavadas han permitido confirmar la continuidad de este material fluvio-aluvial hasta la Av. Del Ejército y en la Residencial Marbella se ha confirmado su continuidad a través de la inspección en los taludes de los andenes. En estas áreas el material fluvio-aluvial se encuentra dentro de una matriz más limpia y de menor valor cementante, lo que determina un estado de compacidad de suelto a medio.

#### **2.4.3.- GEODINAMICA EXTERNA DEL AREA DE ESTUDIO**

La principal problemática de la actividad geodinámica externa en el área de estudio es el desplazamiento del borde del acantilado hacía el interior de la terraza fluvial, debido a procesos de erosión marina, erosión eólica, deslizamientos y derrumbes de taludes (agudizados durante la ocurrencia de sismos) y erosión debido a procesos antrópicos; lo que a la larga puede comprometer las edificaciones ubicadas muy cerca del borde del acantilado.

De todos los fenómenos citados anteriormente, los de mayor interés ya que pueden comprometer a gran escala la estabilidad de los acantilados, son los deslizamientos y derrumbes de taludes, más aún si se toma en cuenta que estos tienen pendientes mínimas de  $45^{\circ}$  (muy por encima del ángulo de fricción interna de una grava-areno-limosa e igual en promedio a  $40^{\circ}$ ), se encuentran sujetos a sismos frecuentes y sus propiedades físicas y mecánicas aún no han sido estudiadas con amplitud como para garantizar a través de cálculos de detalle, la estabilidad de los taludes.

En las actuales condiciones el talud del acantilado en el sector del Puericultorio Pérez Aranibar se muestra estable, sin embargo, existen algunas zonas puntuales en que los taludes son bastante empinados (mayores a  $50^{\circ}$ ) y su estabilidad no se encontraría garantizada ante un eventual sismo con un periodo

de retorno de 475 años que sobre esta zona puede producir una aceleración máxima sobre roca de 0.45g y que ha de amplificarse por efectos locales.

La acción negativa del agua de lluvias sobre el suelo de cimentación y los taludes del acantilado de la Costa Verde es imperceptible, ya que los bajos valores de precipitación no han de producir infiltración y no se generará saturación del subsuelo; sin embargo, procesos antrópicos como la descarga de las aguas de un canal de riego en el borde del acantilado producen erosión intensa que actualmente es el proceso de geodinámica externa de mayor importancia en el área de estudio. Esta última situación, sin embargo, puede ser tratada eficazmente a través de medidas de mitigación del caso.

La estabilidad de los taludes es el fenómeno de actividad geodinámica externa de mayor importancia en el área de estudio; por lo que se requiere hacer un estudio detallado de suelos para el sector de la Bajada Marbella, que determine el grado de inestabilidad del acantilado y finalmente proponga las medidas correctivas del caso; las que comúnmente han consistido en andenerías y banquetas para garantizar la estabilidad de los taludes y tal como ya se ha ejecutado hace menos de 10 años atrás en el sector de la Residencial Marbella. El presente estudio, de acuerdo al nivel de información recopilada, ha de analizar la estabilidad de los taludes del acantilado en forma expeditiva y propondrá las medidas correctivas, en el caso que fuesen necesarias.

Procesos menores de actividad geodinámica externa como desprendimiento de gravas, piedras y bloques de masas de suelo, suelen darse frecuentemente, por lo que a la larga han originado la mayor cantidad de accidentes a los transeúntes y vehículos que circulan por la vía del Circuito de Playas, que en algunos casos ha llegado a ocasionar inclusive la muerte de personas. Esta problemática esta siendo manejada a través de una malla de protección a lo largo de la vía, que no permite el rodado de los materiales desprendidos hasta ésta. Estos desprendimientos, suelen darse comúnmente por la acción erosiva de los vientos y brisa marina sobre la matriz arena-limosa que envuelve a las gravas; ya que esta pierde su poder cementante y al estar las gravas expuestas al aire libre caen por su propio peso al acantilado.

## **2.5.- EFECTOS LOCALES DE AMPLIFICACION SISMICA**

Las condiciones geológicas citadas anteriormente, permiten concluir que el suelo de cimentación en el área de emplazamiento de las edificaciones de la Bajada Marbella tienen una calificación (Según la Norma E 030: Diseño Sismo resistente) de Suelo Muy Rígido con valores de la velocidad de onda de corte estimadas en no menos de 750 m/s y periodos de vibración natural del suelo menores a 0.25 segundos.

Sin embargo, la configuración topográfica propia de la zona del acantilado ha de influir notablemente en los efectos locales de amplificación sísmica en el área estudio. En la terraza fluvio-aluvial alejada del borde del acantilado no se tendrá mayor efecto de amplificación sísmica y los datos mencionados en el párrafo anterior pueden ser utilizados; por otro lado, ya cerca del borde del acantilado existe una amplificación de las ondas sísmicas que debe ser tomada en cuenta. Los valores que determinan la amplificación sísmica muy cerca del borde del acantilado y el límite en el cual este efecto amplificador se debe de tomar en cuenta en el terreno (área de estudio), pueden ser estimados mediante resultados obtenidos con ensayos de Microtrepidaciones o Microtremors, por lo que se hace necesario las investigaciones complementarias de detalle; sin embargo, una primera aproximación grosera basada en el criterio ingenieril permite indicar que la amplificación puede ser hasta de 2 veces la aceleración sobre roca y hasta una distancia de 200.0 m. con respecto al borde del acantilado y hacía el interior del terreno.

## **2.6.- ASPECTOS DE INGENIERIA GEOLÓGICA**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente item, se concluye lo siguiente:

- a).- El emplazamiento del área de estudio descansa sobre depósitos fluvio-aluviales antiguos del tipo gravo-areno-limoso con lentes erráticos de arena y limo, desde sueltos a medianamente compactos, hasta una profundidad media de 50.0 m.
- b).- Los valores de capacidad portante sobre la terraza fluvial del acantilado (Sector del Puericultorio Pérez Aranibar y Residencial Marbella) alejados por lo menos 25.0 m. con respecto al borde del acantilado se encuentran entre 2.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 3.00 Kg/cm<sup>2</sup> (Valores estimados).
- c).- Los valores de capacidad portante sobre la terraza fluvial del acantilado (Sector del Puericultorio Perez Aranibar y Residencial Marbella) entre el borde del acantilado y por lo menos 25.0 m. al interior del terreno se encuentran entre 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> a 2.00 Kg/cm<sup>2</sup> (Valores estimados).
- d).- Los valores de capacidad portante sobre los taludes del acantilado (Sector del Puericultorio Pérez Aranibar y Residencial Marbella) entre el pie del talud (Vía Circuito de Playas) hasta el borde del acantilado (50.0 m.s.n.m., aproximadamente) se encuentran entre 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> (Valores estimados).
- e).- El suelo de cimentación en la terraza fluvial del acantilado (Sector del Puericultorio Pérez Aranibar y Residencial Marbella) alejado por lo menos hasta 200.0 m. (Valor estimado) con respecto al borde del acantilado, es un Suelo Muy Rígido con valores de la velocidad de onda de corte estimadas

en no menos de 750 m/s y periodos de vibración natural del suelo menores a 0.25 segundos, donde no hay amplificación sísmica.

f).- El suelo de cimentación desde el pie del acantilado (Vía Circuito de Playas) hasta por lo menos 200.0 m. (Valor estimado) con respecto al borde del acantilado sobre la terraza fluvial (Sector del Puericultorio Pérez Aranibar y Residencial Marbella) presenta una amplificación sísmica estimada en 2 veces la aceleración sobre roca.

g).- Los taludes del acantilado de la Costa Verde en el área de estudio (condiciones naturales), se muestran inestables ante condiciones sísmicas (Sismo de 0.45g y periodo de retorno de 475 años), por lo que para garantizar la estabilidad de las edificaciones ante un eventual deslizamiento de los taludes se requiere que las edificaciones se construyan a no menos de 75.0 a 100.0 m. (Valor estimado) con respecto al borde del acantilado. Otras soluciones como andenes, pueden darse para garantizar la estabilidad de los taludes, lo que posibilitaría que el retiro antes especificado sea menor.

h).- Procesos antrópicos que actualmente generan erosión intensa en el talud de los acantilados y que inclusive han llegado a formar una cárcava (Desfogue de las aguas del Canal de Riego Surco), deben ser tratados con las medidas de mitigación requeridas para evitar que se siga produciendo el proceso de erosión.

## **2.7.- ANÁLISIS DEL SUELO DE LA CIMENTACIÓN**

### **2.7.1.- DESCRIPCION DEL SUELO DE CIMENTACION**

Como resultado de las investigaciones de campo y laboratorio se ha determinado que básicamente en término promedio desfavorable las estructuras de cimentación de las edificaciones de la Bajada de Marbella (Terraza Fluvial) y el talud del acantilado, se han de encontrar emplazadas o asentadas preferentemente en un suelo Gravo-arenoso de compacidad Suelta a Media, de matriz arenosa, sin plasticidad, con mezclas pequeñas variadas de limo, arena, gravillas, guijarros y gravas de formas sub-redondeadas hasta redondeadas de buenas características ingenieriles. El nivel freático no ha sido observado hasta una profundidad de por lo menos 14.0 m. por lo que la influencia del agua en la resistencia del suelo hasta una profundidad equivalente a la zona activa de presiones es despreciable. Los parámetros físicos del suelo de cimentación para cada una de las calicatas excavadas se presentan resumidos en el CUADRO N°06.

Acorde a los resultados del CUADRO N°06 provenientes de los resultados de Ensayos de Laboratorio se ha estimado el estado y características del suelo de cimentación más desfavorable para efectos de la determinación de la capacidad de carga admisible, y tal como se describe a continuación:

a).- El estrato superficial del suelo de cimentación o estrato "A", presenta en sus primeros 0.10 m., características de un suelo de cobertura (OH), del tipo areno-limoso con abundante materia vegetal, presencia de raíces y de color marrón claro.

b).- Entre los 0.10 m. a 1.00 m., se tiene la presencia de un suelo areno-limoso de color beige claro (SM). La matriz arenosa presenta baja plasticidad y contiene en algunos casos raíces y materia orgánica, ligeramente húmeda, en estado de compactación Suelto y que vienen a conformar el denominado estrato "Bo".

c).- Entre los 1.00 m. a 3.00 m., e inferido hasta una profundidad promedio de 14.0 m. (a partir de los resultados del ensayo SEV) que corresponde a la zona activa de presiones, se tiene la presencia de un suelo gravo-arenoso pobremente graduado (GP), con gravas redondeadas a sub-redondeadas de tamaño máximo 25.0 cm. a 30.0 cm., de color gris claro, seco a ligeramente húmedo, medianamente suelto a compacto y que vienen a conformar el denominado estrato "B1".

d).- La matriz del estrato "B1" presenta una humedad natural baja de 2.0%, un Límite líquido nulo, de características no plásticas que permite considerarlo un suelo de características granulares de nula plasticidad, en estado Suelto a Medio, con un valor promedio de densidad natural igual a 2.00 Tn/m<sup>3</sup>. La compresibilidad de la matriz del Estrato "B1" es baja; presentándose bajos asentamientos.

e).- El estrato "B1" no es susceptible a cambios de volumen por cambios en el contenido de humedad y es estable ante las expansiones y colapsabilidad

f).- Dentro de los 3.0 m. de profundidad investigados a partir de "calicatas" y SEV, no se ha encontrado el nivel freático, por lo que no habrá reducción de los valores de capacidad de carga admisible del suelo de cimentación.

En la LAMINA N° G-03 se presenta el Perfil estratigráfico del suelo de cimentación a lo largo de diversos ejes en el área de estudio (Eje 1 al Eje 5), basado en los resultados obtenidos en los Ensayos de campo y Laboratorio de las muestras recogidas en las "calicatas" excavadas, así como de la prospección geológica-geotécnica efectuada en campo, con una extensión hacia la geología local para la identificación plena del tipo de suelo de cimentación.

## **2.7.2.- CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA AL CORTE**

### **a).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Mayor a 25.0 m. con respecto al borde del acantilado):**

En el cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte en el suelo de cimentación de la terraza fluvio-aluvial, se ha considerado en promedio lo siguiente:

- a).- El suelo de cimentación es del tipo gravo-arenoso (GP) en estado de compacidad: Suelto a Medio.
- b).- Para efectos de cálculo se ha idealizado al suelo de cimentación como uno de estructura granular; considerándose un valor conservador de la cohesión igual a 0.00 Kg/cm<sup>2</sup>.
- c).- El ángulo de fricción interna a ser usado en el cálculo es igual a 38°.
- d).- La estructura de cimentación proyectada consiste en una zapata cuadrada aislada con una dimensión mínima de 2.00 m.
- e).- La profundidad de cimentación de cálculo es de 1.0 m. a 2.00 m.
- f).- La Densidad relativa del suelo de cimentación es: Baja a Media ( De 35% a 45% con un valor medio igual a 35%) y la compresibilidad baja a media.
- g).- El valor inferido para "N" del SPT es igual como máximo a 25; obtenido por correlación con el valor del ángulo de fricción interna del ensayo de Corte Directo.
- h).- El tipo de falla por corte a producirse en el suelo de cimentación será preferentemente del tipo "local".
- i).- La carga máxima transmitida por las edificaciones proyectadas con un máximo de 05 niveles a la estructura de cimentación es de 100.0 Tn., aproximadamente.

De la aplicación de las fórmulas del ítem 1.5.- con los criterios y valores de diseño antes establecidos; en el CUADRO N° 07 se presenta el cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte en zapatas cuadradas para la condición estática, para el área de la terraza fluvial muy alejada del borde del acantilado (Mayor a 25.0 m.) en las calicatas de la C1 hasta la C6 y para diferentes profundidades de cimentación (1.50 m. a 2.00 m.), del cual se desprende lo siguiente:

### **a.1).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Mayor a 25.0 m. con respecto al borde del acantilado):**

Capacidad de carga admisible por falla al corte igual a  $2.50 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m. y con un ancho de zapata mínimo de 2.00 m.

**b).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Entre el borde del acantilado hasta 25.0 m. al interior del terreno):**

En el cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte en el suelo de cimentación de la terraza fluvio-aluvial, se ha considerado lo siguiente:

- a).- El suelo de cimentación es del tipo gravo-arenoso (GP) en estado de compacidad: Suelto a Medio que se encuentra emplazado cerca del borde del acantilado con laderas que tienen una inclinación de  $45^\circ$  ( $\square$ ) y una altura de talud de 50.0 m.(H).
- b).- Para efectos de cálculo se ha idealizado al suelo de cimentación como uno de estructura granular; considerándose un valor conservador de la cohesión igual a  $0.00 \text{ Kg/cm}^2$ .
- c).- El ángulo de fricción interna a ser usado en el cálculo es igual a  $30^\circ$  que es equivalente a uno de  $38^\circ$  en condición de falla local.( $\square$ ).
- d).- Las estructura de cimentación proyectada consiste en una zapata cuadrada aislada con una dimensión mínima de 2.00 m. (B).
- e).- La profundidad de cimentación de cálculo es de 1.50 m.(D),
- f).- La distancia de cálculo desde el borde de la zapata aislada hasta el borde del acantilado es igual a 4.0 m.(b).
- g).- La Densidad relativa del suelo de cimentación es: Baja a Media ( De 35% a 45% con un valor medio igual a 35%) y la compresibilidad baja a media.
- h).- El valor inferido para "N" del SPT es igual como máximo a 25; obtenido por correlación con el valor del ángulo de fricción interna del ensayo de Corte Directo.

De la aplicación de las fórmulas del ítem 1.5.- con los criterios y valores de diseño antes establecidos; en la HOJA DE CALCULO N° 01 se presenta el cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte en zapatas cuadradas para la condición estática, para el área de la terraza fluvial entre el borde del acantilado hasta 25.0 m. al interior del terreno y para diferentes profundidades de cimentación, de la cual se desprende lo siguiente:

**b.1).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Entre el borde del acantilado hasta 25.0 m. al interior del terreno):**

Capacidad de carga admisible por falla al corte igual a  $1.60 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m. y con un ancho de zapata mínimo de 2.00 m.

**c).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre talud del acantilado (Entre el pie y el borde del acantilado):**

En el cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte en el suelo de cimentación del talud del acantilado fluvio-aluvial, se ha considerado lo siguiente:

- a).- El suelo de cimentación es del tipo gravo-arenoso (GP) en estado de compacidad: Suelto a Medio que se encuentra emplazado cerca del borde del acantilado con laderas que tienen una inclinación de  $45^\circ$  ( $\square$ ) y una altura de talud de 50.0 m.(H).
- b).- Para efectos de cálculo se ha idealizado al suelo de cimentación como uno de estructura granular; considerándose un valor conservador de la cohesión igual a  $0.00 \text{ Kg/cm}^2$ .
- c).- El ángulo de fricción interna a ser usado en el cálculo es igual a  $30^\circ$  que es equivalente a uno de  $38^\circ$  en condición de falla local.( $\square$ ).
- d).- La estructura de cimentación proyectada consiste en una zapata cuadrada aislada con una dimensión mínima de 2.00 m. (B).
- e).- La profundidad de cimentación de cálculo es de 1.50 m.(D),
- f).- La distancia de cálculo desde el borde de la zapata aislada hasta la ladera del acantilado es menor a 2.0 m..
- g).- La Densidad relativa del suelo de cimentación es: Baja a Media ( De 35% a 45% con un valor medio igual a 35%) y la compresibilidad baja a media.
- h).- El valor inferido para "N" del SPT es igual como máximo a 25; obtenido por correlación con el valor del ángulo de fricción interna del ensayo de Corte Directo.

De la aplicación de las fórmulas del ítem 1.5.- con los criterios y valores de diseño antes establecidos; en la HOJA DE CALCULO N° 02 se presenta el cálculo de la capacidad de carga admisible por falla al corte en zapatas cuadradas para la condición estática, para el área sobre el talud del acantilado (Entre el pie y el borde del acantilado) y para diferentes profundidades de cimentación, de la cual se desprende lo siguiente:

**c.1).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre talud del acantilado (Entre el pie y el borde del acantilado):**

Capacidad de carga admisible por falla al corte igual a  $0.60 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m. y con un ancho de zapata mínimo de 2.00 m.

### **2.7.3.- CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA AL ASENTAMIENTO Y DETERMINACION DEL ASENTAMIENTO**

Se ha estimado el asentamiento en una zapata aislada típica para el área de emplazamiento de las edificaciones de la Bajada Marbella, considerando lo siguiente:

- a).- Los valores de diseño establecidos en el ítem 5.2.-
- b).- El esfuerzo actuante sobre la zapata aislada es igual a la capacidad de carga admisible por falla al corte.
- c).- Los suelos de cimentación son granulares y su asentamiento puede ser determinado a partir de las fórmulas para dichos suelos.
- d).- El asentamiento total máximo permisible para cada zapata aislada de una edificación de no más de 05 niveles, es igual a 2.50 cm.

Con las fórmulas presentadas en el ítem 1.5.-, se ha procedido al cálculo del asentamiento para la estructura de cimentación de las edificaciones de la Bajada Marbella asentada sobre un suelo granular mediante zapata cuadrada aislada para diferentes profundidades de cimentación. El detalle de cálculo se presenta en el CUADRO N° 08 y de este se desprende lo siguiente:

#### **a).- Zapata aislada típica sobre suelo de cimentación en la terraza fluvio-aluvial y talud del acantilado:**

Asentamiento total de 2.50 cm. para un esfuerzo actuante igual a 2.69 Kg/cm<sup>2</sup> para una zapata de 2.00 m. de lado asentada a 1.50 m. de profundidad.

### **2.7.4.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

Considerando los resultados encontrados en los ítems anteriores y de acuerdo a un resumen presentado en el CUADRO N° 09, se determina lo siguiente:

#### **a).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Mayor a 25.0 m. con respecto al borde del acantilado):**

La capacidad portante es igual a 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>, a una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m., para el caso de zapatas aisladas con una dimensión mínima de 2.00 m.

#### **b).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Entre el borde del acantilado hasta 25.0 m. al interior del terreno):**

La capacidad portante es igual a 1.60 Kg/cm<sup>2</sup>, a una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m., para el caso de zapatas aisladas con una dimensión mínima de 2.00 m.

**c).- Suelo de cimentación del área de estudio sobre talud del acantilado (Entre el pie y el borde del acantilado):**

La capacidad portante es igual a  $0.60 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m., para el caso de zapatas aisladas con una dimensión mínima de 2.00 m.

#### **2.7.5.- AGRESION QUIMICA DEL SUELO AL CONCRETO DE LA CIMENTACION**

De los resultados de Laboratorio de Suelos presentados en el ANEXO N° 01, se desprende que la agresividad química del suelo de cimentación del área de estudio al concreto de cimentación por contenido de sulfatos es baja; por lo que se debe utilizar para la preparación del concreto de las obras de cimentación el Cemento Portland Tipo I.

#### **2.7.6.- PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de la sismicidad y los perfiles geológicos para la zona de estudio, se ha determinado que para efectos del cálculo de las fuerzas horizontales, que se han de ejercer sobre las edificaciones proyectadas en los alrededores de la Bajada Marbella, se debe considerar los datos siguientes:

- Tipo de Suelo: Perfil Tipo S1 (Según Norma E 030)
- Velocidad estimada de ondas de corte : 750 m/s
- Periodo predominante del suelo: Menor a 0.25 Seg.
- Factor del suelo: 1.0
- Aceleración horizontal máxima: 0.45g
- Factor de amplificación por efectos locales : 2 (Este factor local se concentra en un área desde el borde del acantilado hasta 200.0 m. al interior del terreno)

#### **2.7.7.- TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA**

Para la cimentación de las edificaciones con no más de 05 niveles se recomienda usar zapatas aisladas con una dimensión máxima promedio de 2.00 m. cimentada a 1.50 m. de profundidad, aceptable con el valor de la capacidad portante determinado e igual a  $2.50 \text{ Kg/cm}^2$ .

No se recomienda cimentar edificaciones de 05 niveles por lo menos hasta 50.0 m. con respecto al borde del acantilado, por la posibilidad de que ocurran deslizamientos masivos en caso de sismos.

### 2.7.8.- CONDICIONES DE CIMENTACION

De un análisis de los resultados obtenidos se desprende el siguiente Cuadro Resumen de Condiciones de Cimentación de las edificaciones proyectadas en la Bajada Marbella, de acuerdo a la Norma E-50:

- **Tipo de cimentación:** Cimentación con zapatas rectangulares aisladas.
- **Estrato de apoyo de la cimentación:** Material del tipo gravo-arenoso con presencia de gravas en una proporción de 70% mayor a 2", granulometría uniforme cuyos tamaños varían desde 1/2" como mínimo hasta 10" como máximo. A este suelo le corresponde una clasificación SUCS igual a GP. La matriz del tipo arenosa presenta un Límite Líquido Nulo, sin plasticidad lo que determina una estructura idealizada como un suelo granular, con una baja a media compresibilidad. El peso volumétrico del suelo en su estado natural oscila alrededor de 1.90 Tn/m<sup>3</sup> a 2.00 Tn/m<sup>3</sup> y se ha determinado mediante auscultaciones con la picota un estado de compacidad : Suelto a Medio, con valores de densidad relativa del orden de 50%
- **Profundidad de cimentación:** 1.50 m. como mínimo, medida desde el terreno natural.
- **Capacidad de carga admisible :**
  - Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Mayor a 25.0 m. con respecto al borde del acantilado): 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>, como valor promedio conservador.
  - Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Entre el borde del acantilado hasta 25.0 m. al interior del terreno): 1.60 Kg/cm<sup>2</sup>, como valor promedio conservador.
  - Suelo de cimentación del área de estudio sobre talud del acantilado (Entre el pie y el borde del acantilado): 0.60 Kg/cm<sup>2</sup>, como valor promedio conservador.
- **Factor de seguridad al corte:** 3 para condición estática y 2.5 para condición dinámica.
- **Asentamiento:** Asentamiento Total máximo de 2.50 cm. para una presión actuante de 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.7.9.- CLASIFICACION DE MATERIALES DE EXCAVACION

La clasificación de materiales con fines de excavación se ha efectuado acorde a las especificaciones técnicas comunes para este tipo de trabajos que clasifican al material de excavación en superficie en tres tipos básicos:

- Material común (MC)
- Roca Suelta o descompuesta (RS o RD)
- Roca Fija (RF)

Los trabajos de campo se han realizado en cada "calicata" y a lo largo del área de emplazamiento de las obras de interés, con la finalidad de definir el tipo de material de excavación.

Para el caso del movimiento de tierra en la construcción de las obras de la Bajada Marbella y sus obras conexas se ha de utilizar la clasificación del material de excavación siguiente:

- 80% de Material Común (MC)
- 15% de Roca Suelta (RS)
- 5% de Roca Fija (RF)

#### **2.7.10.- ESTABILIDAD DEL TALUD NATURAL EN EL ACANTILADO DE LA COSTA VERDE Y DE CORTE EN LAS EXCAVACIONES**

Los taludes del acantilado de la Costa Verde que presentan un suelo gravo-arenoso de compacidad media a suelta tienen una matriz (Material Menor que la Malla Nº 4 = 5.0 mm.) cuyos valores máximos de resistencia al esfuerzo cortante determinados mediante ensayos de corte directo son los siguientes:

- Angulo de fricción interna : 42.5°
- Cohesión aparente: 0.0 Kg/cm<sup>2</sup>

Sin embargo, investigaciones anteriores realizadas por el CISMID y el INGEMMET mediante la utilización de ensayos de corte directo “in situ” y en probetas de 60x60x60 cm, determinan que los valores del ángulo de fricción interna del suelo en su conjunto (considerando todos los tamaños de las piedras) son mayores a 45°; por lo que es el valor mínimo que predomina en el comportamiento real de la estructura del suelo. Por consecuencia y de acuerdo a los criterios de cálculo establecidos en el ítem 1.5.-; para los taludes del acantilado cuya inclinación promedio no supere los 45° se consideran estables en condiciones estáticas; sin embargo son inestables durante la ocurrencia de un sismo y podría producirse una situación de riesgo en esta situación.

Si bien es cierto existe una cohesión aparente que ayuda a mantener la estabilidad que actualmente se tiene en los taludes de los acantilados, su aporte puede llegar a ser nulo si es que se pierde por efectos de agentes externos sobre el componente que da dicha cohesión (erosión eólica e hídrica sobre los limos carbonatados), por lo que su incidencia se debe considerar siempre de manera reservada.

En el caso de la ocurrencia de un deslizamiento cerca del pie del talud del acantilado, se estima que el círculo de falla ha de cortar la terraza fluvial entre 75.0 a 100.0 m. del borde del acantilado, por lo que se recomienda que las estructuras se construyan fuera de esta área para garantizar su vida útil. De hecho, el presente análisis es de carácter expeditivo y tomando en cuenta la escasa información que se tiene sobre los acantilados en la Costa Verde (Topografía y Geotecnia fundamentalmente), por lo que son necesarios los estudios de detalle para un mejor conocimiento del problema y una adecuado planteamiento de su solución.

Para las excavaciones en material fluvio-aluvial que compromete a la cimentación de las edificaciones en la Bajada Marbella, el talud de corte seguro es de 1:1 (H:V) con alturas máximas de hasta de 10.0 m. y luego de lo cual se requiere necesariamente proteger la posible falla de las excavaciones con entibaciones. Para excavaciones con talud vertical se puede realizar hasta alturas de 4.0 m. aproximadamente, luego de lo cual se debe de tomar las medidas de seguridad del caso (entibaciones).

#### **2.7.11.- USO DEL MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIONES**

Por el tipo predominante de suelo que se ha de encontrar durante las excavaciones para la construcción de las edificaciones de la Bajada Marbella: Grava-arenosa en estado de compacidad suelto a medio se acepta su utilización como material de relleno común de las excavaciones que se han de realizar para las obras del caso.

## CAPITULO III

### CARACTERIZACION URBANA Y ARQUITECTONICA

#### 3.1.- ANTECEDENTES

Un proceso espontáneo de ocupación de los pueblos litorales de Lima con fines recreativos se produjo desde principios del siglo XVIII.

Las antiguas caletas de pescadores como Miraflores y Chorrillos empezaron a utilizarse como núcleos de descanso de las élites. Al igual que en las riberas del río Rimac, se establecieron en estos distritos, Miraflores, Chorrillos, casas de baños, además de un conjunto de ranchos y viviendas al que acudía la población limeña durante el verano.

Esta fue una constante durante la última parte del periodo virreynal y que durante el siglo XIX dio lugar a los principales balnearios de la Lima Republicana, localidades satélites de la ciudad de Lima.

Conforme fue creciendo la ciudad, la demanda por espacios tanto de vivienda como de esparcimiento fue aumentando. A partir de 1944 la Costa Verde comenzó a extenderse ganado terreno al mar, gracias a uso de excedentes de las excavaciones de obras urbanas que eran depositados a lo largo del litoral. Por esta época se asientan los distritos de La Victoria, Breña, Lince; Jesús María y Magdalena. Luego de la explosión demográfica de la década del 60, la estructura de Lima varía dramáticamente y la demanda por espacios era imperiosa. En 1970, se inicia el proyecto de Costa Verde, basada en un primer ordenamiento del litoral, nos solamente de recreación, sino de convertirse en una arteria que conecte de manera fluida los otros distritos.

Durante el segundo gobierno de Belaúnde la vía de la Costa Verde fue ampliada hasta el distrito de Magdalena, a la altura del conjunto habitacional Marbella, donde se construyó una rampa de acceso a la Av. Del Ejército.

En términos de la aplicación de sistemas constructivos como albañilería tradicional y albañilería armada, las edificaciones del entorno urbano son modernas.

Pese a ese vertiginoso crecimiento, el Puericultorio se conserva como un patrimonio arquitectónico, tanto por su carácter de escala, proporción, como por la laboír que aún conserva para el que fue proyectada.

Asistimos al tratamiento de taludes, por un lado, el manto de plantas enredaderas o el retiro aterrazado de los bordes en el acantilado, o la existencia de un campo deportivo y jardines en la intersección de las calles Raymondi con el Jr. Francisco Bejarano. Ver Foto N°2)

Probablemente la acción de mejor resultado sobre la Costa Verde se ha dado en el distrito de Miraflores, con la instalación de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente-RAFAs, los cuales hacen un tratamiento primario de los desagües para luego ser utilizados en el riego por goteo de los acantilados<sup>2,3</sup>.

---

<sup>2</sup> Acantilado, accidente geográfico, límite natural y elemento constitutivo central del paisaje de la Costa Verde.



Foto N° 2. Edificaciones modernas y tratamiento de áreas verdes en los límites del acantilado

---

<sup>3</sup> Una no tan confortablemente apacible mirada a la Costa Verde. Augusto Mendoza Sebastián Salazar. Revista CAP Año 1- 02/2007

### 3.2.- EDIFICACIONES ADYACENTES A LA BAJADA MARBELLA

Las edificaciones adyacentes a la bajada Marbella son construcciones recientes, aproximadamente desde el año 1,965. las cuales se han edificado con normas y reglamentos más actualizados con el uso de ladrillo y concreto armado. Mayormente son edificaciones de 2 pisos y azotea (estructuras de mampostería de ladrillo confinadas con columnas de amarre). Cerca al borde de las terrazas de los acantilados se han construido edificaciones de mayor altura y menor antigüedad, entre 4 pisos y 7 pisos, con estructuras de concreto armado y ladrillo. Salvo 02 viviendas en un pasaje que nos conduce al borde del acantilado son de adobe.

De la inspección ocular (recorrido) efectuado en el entorno no se ha observado daños producto del último evento sísmico producido en el mes de agosto del 2007.

Se observa que existe humedad en el medio ambiente característica de las zonas cercanas al mar.

Todas las vías de acceso peatonal y vehicular se encuentran en buen estado. Asimismo cuentan con un área deportiva y mirador en la intersección de la Av. Del Ejército con la Av. Brasil. Ver lámina N° 01: Entorno Urbano y lámina N° 02: Usos del suelo.



Con respecto al conjunto habitacional de Marbella, cuenta con 05 pisos, hallándose en buen estado de conservación.

Aledaño a dicho equipamiento multifamiliar, se encuentra una planta de recepción de aguas de desagüe, a cargo de Sedapal. Aquí se reciben dichas aguas sin tratamiento y son elevadas con 02 motores de 60 HP, hasta la Av. Del Ejército para conectarse a la red matriz de desagüe de la ciudad. Dicha planta realiza el almacenamiento y elevación de dichas agua cada 15 minutos, con un volumen aproximado de 45 m<sup>3</sup>.



Foto N° 3: Vista panorámica del Conjunto Habitacional Marbella, ubicado a nivel de aterrazamiento, en el Bajada del Malecón. A la mano izquierda, se observa el talud en graderías con fines de prevención.



Foto N°4 Vista de la Costa Verde en la Bajada del Malecón.

### 3.3.- PUERICULTORIO PEREZ ARANIBAR

El diseño y construcción del Puericultorio Pérez Aranibar fue realizado posiblemente entre los años 1917-1929, por el arquitecto Rafael Marquina<sup>4</sup> en colaboración con el arquitecto alemán Werner Benno Lange. Dicho establecimiento debía albergar a 1200 niños y niñas.

Esta edificación formaba parte del Hospital Larco Herrera, sin embargo, conforme se desarrollaba el crecimiento urbano de Lima, se hizo indispensable la apertura de la Av. Del Ejército, y por ende un replanteo en el uso del suelo, teniendo como consecuencia la sub-división del conjunto.

El conjunto se halla asentado sobre un acantilado<sup>5</sup>-malecón-terraza, y posee una extensa visual sobre el océano Pacífico. Paulatinamente, con el devenir de los años, por acción antrópica, sus bordes o perímetro longitudinal comienzan a cubrirse con maleza o desmonte.

El edificio de carácter asistencial, parte de un planteamiento simétrico respecto del ingreso principal distinguiéndose por tres secciones principales organizadas a manera de pabellón, asilos temporales, pabellones de convalecencia y escuela climática de varones. (Ver lámina N° 1)

El sistema constructivo del Puericultorio es de adobe en el primer piso, y quincha en el segundo piso. Los muros están enlucidos con yeso, caracterizado por molduras y cornisas en cada pabellón. El techo plano está cubierto por una torta de barro. Toda el área está rodeada de amplios patios y jardines.

---

<sup>4</sup> Formado en la Universidad de Cornell- Nueva Cork., autor del Hotel Bolivar, Estación de Desamparados, Hospital Arzobispo Loayza y los patios de la Plaza San Martín. Fue jefe de Obras Públicas de la Sociedad de Beneficencia de Lima (1,914-1952). Werner Benno Lange, autor del edificio Gildemeister (Jr. Azángaro, -centro de Lima)

Fuentes:

Rafael Marquina. Luis Jiménez/Miguel Santisteban-Lima, abril 2005

Sociedad de Beneficencia de Lima, Puericultorio Pérez Aranibar. 9 de marzo 1930.

Revista el Arquitecto Peruano, 1937, 1904. N° s 14,15, 16.

<sup>5</sup> Acantilado: accidente geográfico, límite natural y elemento constitutivo de la Costa Verde.

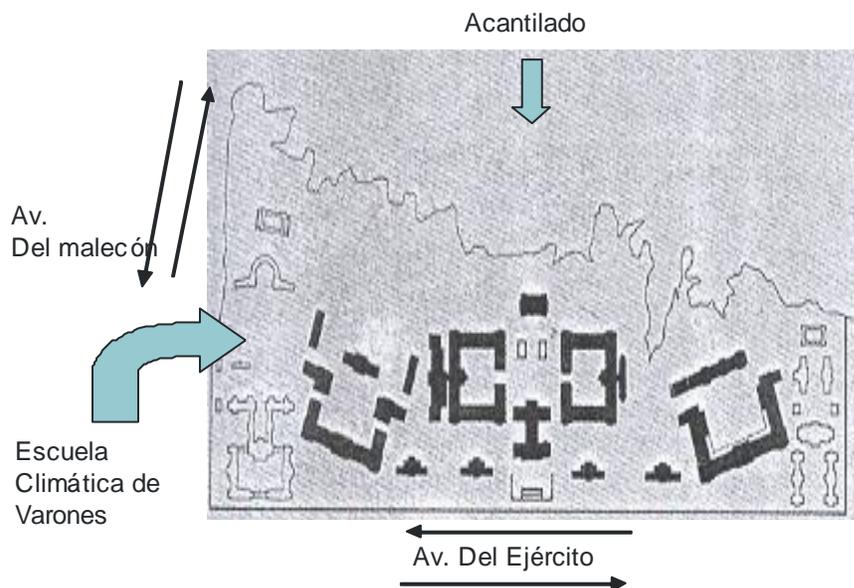


Lámina N° 1: Planteamiento arquitectónico del conjunto: la planta general y las elevaciones son de carácter simétrico. En el lado izquierdo se aprecia la Escuela Climática de Varones  
Fuente: Rafael Marquina- Arquitecto.- Luis Jiménez/Miguel Santisteban-Lima Abril 2005

### 3.4.- ESCUELA CLIMATICA DE VARONES

#### 3.42.1.-) UBICACIÓN. Av. Del Ejército 750- Magdalena del Mar- Lima

El 5° componente del conjunto se ubica en el lado izquierdo del ámbito del Puericultorio, se – (Ver lámina N° 1) y tiene como límites:

Al Norte con ambientes del Puericultorio: sector 4

Al este con límite perimétrico frente de la Av. Del Ejército (cuadra 750)

Al sur con la Av. Del malecón.

Al oeste con los bordes del acantilado que están frente al Océano Pacífico.

- Ver planos N°s 3, 7 y 8 actualizado por el equipo técnico.

#### 3.4.2.-) ACCESIBILIDAD.

La avenida del Ejército tiene un flujo vehicular importante, por ser una vía que conecta el centro de Lima con los distritos del Sur y la Costa Verde (Av. del malecón). Esta última a su vez prosigue hasta la Av. Brasil y se dirige hacia la provincia constitucional del Callao.

El acceso al Puericultorio y Escuela Climática se realiza por la Av. Del Ejército, y en el caso específico de ésta última, no cuenta con una vía auxiliar que permita un ingreso cómodo y seguro.

Antiguamente, para acceder al Puericultorio Pérez Aranibar, se realizaba a través de un acceso caracterizado por portales transparentes en arco de medio punto compuestos por rejas con molduras de fierro, con una altura promedio de 5.00 mts

La Escuela Climática de Varones tiene 02 ingresos, uno principal y uno secundario, en la Av. del Ejército 760.

Un acceso principal provisional y permanente, para la realización de eventos, cuya sección es de 5.00. mts. y,

Un acceso lateral derecho secundario. Allí, se ubica un servicio de vigilancia, encargado del ingreso o salida de personas y vehículos, a través de una única vía de sección sinuosa y estrecha, de 3.40 mts. aproximadamente. Dicha vía no cuenta con aceras peatonales laterales y tiene problemas de visibilidad, para aquellos vehículos que hacen su ingreso o salida.

Se estima que con el uso frecuente del acceso, los problemas se incrementarán.

A lo largo de dicha vía, hallamos 02 ingresos peatonales y 02 ingresos vehiculares, que sirven para acceder a los ambientes del conjunto. (Ver planos N° 05 y 09).

### **3.4.3.-) CUADRO DE AREAS**

Propietario:	Puericultorio Pérez Aranibar.
Área del terreno:	25 374.76 m <sup>2</sup> <sup>6</sup>
Área Techada Total (1° y 2° piso :	6637.69 m <sup>2</sup>
Área Libre:	9395.07 m <sup>2</sup>
Estacionamiento:	61363.16 m <sup>2</sup>
Perímetro:	737.75 m.l.

### **3.4.4.-) CARACTERISTICAS ARQUITECTONICAS y CONSTRUCTIVAS.**

De la observación realizada en el ámbito de estudio, podemos señalar que cada uno de los elementos, materiales empleados y componentes del diseño existente, muestran el concepto más literal de libertad y amplitud del espacio.

El proyecto se desarrolló en un área de 25,374.76 m<sup>2</sup>, con 4678.61 m<sup>2</sup> de área techada en los tres sectores (1° piso), y de 1,959.08 m<sup>2</sup> (2° piso) , comprendido en el sector A (ver plano N° 7 y8 general actualizado 2° piso) concebido bajo las normas y estándares de funcionalidad, seguridad y estética de esa época. Incluso, por ejemplo, el sistema constructivo limitaba el estilo arquitectónico, haciendo que no se tuvieran ventanas largas y grandes, así como utilizar el recurso de molduras de yeso en las fachadas.

Actualmente el perímetro que circunda a la Escuela Climática de Varones, es un desierto sin un malecón, bastante desolado, con parapetos de concreto, que –incluso- delimitaban todo el borde del Puericultorio, con algunas secciones en pie, y otros que se hallan allí, expuestos en sus bordes, sin ningún mantenimiento.

Espacialmente podemos indicar, que los criterios de composición del entorno sub-urbano están basados en un eje simétrico longitudinal compuesto por

---

<sup>6</sup> Fuente: planos referenciales de la Sociedad de Beneficiencia Pública de Lima (Junio 2008), los cuales han sido actualizados por el equipo técnico en Agosto 2008.

diferentes volúmenes simétricos libres y dispuestos en forma transversal en “plazas” o plataformas de concreto, denominados “patios” ajardinados de diferentes escalas, homogéneos, con una volumetría simple ortogonal y simétrica en las edificaciones no advirtiéndose una mayor variedad en la época: adobe, y quincha. Además, por contar con pérgolas y remates o miradores visuales. (ver plano N°10)

Debemos indicar -como los conocimientos sísmicos eran muy limitados-que en dicha construcción, específicamente referida a los pabellones, los volúmenes han soportado bien los efectos de los sismos gracias al aporte de los muros de adobe del primer piso, en rigidez lateral (sección de 60 cms. y 3.70 mts. de altura), así como la existencia de estos muros en las divisiones interiores (dirección corta transversal) o por su presencia en las fachadas (dirección larga o longitudinal). A fin de contar con un segundo nivel, buscando reducir también el peso del volumen, plantean incorporar un sistema de quincha de menor sección (20 cms de ancho y 3.30 mts. de altura).

Además, utilizan contrafuertes de adobe, como recurso para la composición de los ritmos de las elevaciones verticales.

El primer piso y entrepiso es de madera pino, o cerámico. Dicho entrepiso consta de una sección de vigas de madera pino de 30 cms. y el techo culmina con una viga de madera de 25 cms., el cual recibe listones de madera machihembrada, y culmina con una cobertura de torta de barro, aserrín o caña chancada. Todas las edificaciones terminan con una cornisa en forma lineal de 40 cms. de altura, con detalles en los encuentros de esquinas, u ornamentos en madera pino.

Los ambientes o salones, se caracterizan por ser amplios y grandes, con un ancho de 5.15 mts. y 15.30 mts. de longitud.

Todo el conjunto, está enlucido con yeso. Generalmente, en las edificaciones se hace uso de ornamentación como si fuese un tapiz sobre las superficies de fachada, motivos y molduras florales y geométricas en yeso, balaustres de madera en parapetos y pasamanos.

Debemos señalar que no hay una proporción entre volúmenes, áreas o patios exteriores y la escala humana.

Por razones didácticas, se subdivide en tres sectores (ver plano N° 11)

### **3.5.-) SECTOR 1**

El acceso principal por la Av. del Ejército se caracteriza por ser un espacio abierto reducido de 3.00 mts. y llegar a una galería o pórtico techado de 3.40 mts. de sección, la cual está sostenida por 10 columnas dóricas en dos filas, que sirve de unión de dos pabellones laterales B y C., y espacialmente, de unión del conjunto.

En la base de dichas columnas, se observan los abacos, sección de madera en forma de tablero. El fuste es liso y en el capitel o coronamiento de las columnas existen adornos del orden jónico.

En el interior de los accesos principales, existen arcos de medio punto con columnas del orden dórico, base simple, fuste liso y capitel caracterizado por la ausencia de adornos y molduras.

### **3.5.1.- PABELLONES: A,B, C, D, E<sup>7</sup>.**

Alrededor de ésta galería, se hallan los accesos principales a los 03 primeros pabellones: A, B, y C. Todos estos ambientes están articulados por un gran hall de ingreso exterior techado, ubicado en la entrada principal de cada pabellón.

El primer pabellón “A” se caracteriza por tener como acceso una galería rectangular techada sostenida por 10 columnas circulares de madera a una distancia a eje de 2.40 mts. dispuestas en arcos semicirculares, y los otros dos pabellones B y C tienen una galería semicircular techada sostenida por 06 columnas circulares de madera, separados a una distancia de 2.00 mts.

Cada uno de los 03 bloques (A, B, C) o pabellones están conformados por ambientes amplios por piso, bien iluminados.

Los pisos están compuestos de durmientes de madera a determinada distancia, sobre las que descansan las tablas espigadas de pino. Indicamos que por acción de la humedad, se siente el asentamiento del piso de madera en algunos sectores, y el entablado trabaja a flexión. En algunos ambientes se observa la pudrición de la madera, y un relleno de tierra húmedo producto del transcurrir de los años.

El acceso al segundo piso, se hace a través de escaleras de madera en “U” y circulares de dos tramos.

De forma similar para acceder a los pabellones (“D” y “E”) se realiza por el denominado “patio de las flores”.

Estas edificaciones en “L”, tienen en común, un segundo nivel, y el acceso se hace a través de 02 escaleras de madera pino, en forma pentagonal, ubicadas lateralmente en cada volumen.

Además, señalaremos que los volúmenes están circundados por veredas, áreas verdes y caminos adoquinados de cemento o de tierra.

Los pisos y entresijos están compuestos por vigas de madera en pino oregón, de sección 3”x 12” en el primer piso y vigas de 3”x 10” en el segundo piso y viguetas a 50 cms. A ejes. Sobre ello, un entarimado de madera en pino, a la “inglesa” compuesto por listones largos, de 1” x 6” de sección.

---

<sup>7</sup> Los hospitales psiquiátricos construidos en Europa en la 2° mitad del siglo XIX y a principios del siglo XX, eran denominados del tipo “pabellón” y tipo “radial”.

Las puertas y ventanas son de madera pino. En el caso de los vanos, también encontramos remates con molduras de yeso en forma de almohadillas y coronamiento con molduras triangulares.

### Escaleras

De la inspección realizada se ha encontrado que en el pabellón E, específicamente en el hall de escaleras que da acceso a las aulas de los ambientes 50 y 55, se produjo anteriormente por acción antrópica un incendio, quedando totalmente calcinada, sin embargo aún se observa la estructura, pasamanos y peldaños. Por ésta dificultad, no ha sido posible la accesibilidad al segundo piso.

-Ver planos de evaluación N°s: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,21, 22, 23

### **3.5.2.- PERGOLAS**

Continuando con el acceso a los otros 02 pabellones, observamos tres ejes simétricos de accesibilidad, el primero, denominado “pasillo central” en el interior del pabellón A, y los otros dos, compuestos por 02 pérgolas de madera dispuestas lateralmente del pabellón central (A) caracterizadas por ser estructuras circulares de madera pino, de 4.30 mts. y una altura 3.70 mts. Sobre ellas, descansan viguetas de madera pino de sección 2”x 6” dispuestas a 50 cms, de distancia entre ellas.

### **3.5.3.- PATIO PRINCIPAL**

Existe un espacio de transición, denominado “patio del reflejo”, considerado como plaza principal o patio interior de concreto. En dicha plataforma se encuentra dibujada y pintada artesanalmente la fachada del pabellón principal A, la cual se ha ido deteriorando con el transcurrir de los años. Los espejos de agua, generalmente reflejan los ambientes exteriores que se hallan a su entorno. Quizás ésa es la explicación a ése detalle.

La sección del patio es de 40.16 mts de longitud. y 22.46 mts de ancho.

Comprende un área de 1,238.73 m<sup>2</sup>

### **3.5.4.- PATIOS SECUNDARIOS**

Adosados al pabellón principal A, se ubican 02 pabellones E y D, y cada uno de estos cuenta con un pasillo central que conduce a 02 patios de menor jerarquía y área.

El primero, denominado “patio de piletas” rodeado de aceras peatonales y jardines, con ocho pequeñas piletas de agua. El patio tiene un ancho de 24.18 ml y largo de 26.69 ml. comprendiendo un área de 691.97 m<sup>2</sup>

El segundo, denominado “patio de mayólicas”, -imaginamos-dadas las características existentes de los materiales que obran allí, dicha área era similar al anterior, sin embargo, - posteriormente- se dispuso convertirlo en una plataforma de cemento, con un añadido de cerámico. El área es de 636.84 m<sup>2</sup>

El tercer, denominado “paseo de las flores o patio de las almas”, caracterizado por ser una plataforma de cemento, y aceras peatonales que en forma simétrica conducen a dos glorietas “F” y “G”. A su alrededor se ubican áreas ajardinadas. El área es de: 698.18 m<sup>2</sup>

### **3.5.5.- BAÑOS**

Contiguo al patio de mayólicas se encuentran 02 servicios higiénicos de carácter minimalista para hombres y mujeres, construidos recientemente, con bloquetas de ladrillo y techados con baldosas de concreto.

El servicio higiénico de mujeres cuenta con 03 lavatorios, 02 inodoros para adultos, 01 inodoro para personas con discapacidad y 01 para niñas.

El servicio higiénico de hombres cuenta con 03 lavatorios, 02 inodoros para adultos, 01 inodoro para personas con discapacidad y 01 para niños, 03 urinarios.

## **3.6.- SECTOR 2**

### **3.6.1- GLORIETAS “F y G”**

Siguiendo el eje longitudinal, transversalmente ubicamos dos glorietas “F” y “G”, conformados por una estructura y techo de madera pino, en regular estado. El diámetro aproximado es de 5.60 mt. La altura de dichas construcciones es aproximadamente 3.50 mts. Se encuentran sobre plataformas de concreto revestido con losetas.

### **3.6.2.- GLORIETAS “I” y “J”**

Aledaño espacial y simétricamente, se observa la 3<sup>a</sup> estructura denominada “I” con las características arquitectónicas similares a las dos primeras, en mal estado de conservación

En general, indicaremos que todas estas estructuras son livianas de un solo nivel construidas con madera pino oregón (columnas, viguetas y techo tipo cúpula), y cobertura de tejas planas de arcilla, las cuales se encuentran deterioradas.

Siendo su forma simétrica, basada en un poliedro de 16 lados, dichos elementos tienen buen comportamiento estructural, debido a que el centro de gravedad de la edificación coincide con su centro de rigidez.

Además, de manera similar, ante la eventualidad de un sismo, esta estructura solamente vibra, debido al peso y flexibilidad de este material

Mencionaremos que la mayor parte de ellas, tienen problemas de filtración de agua en los encuentros de la estructura, y en el entablado de madera (techo)

La 4<sup>a</sup> estructura denominada “J”, de construcción reciente, es un elemento de forma paraboloidal, compuesta por tubos metálicos y cobertura de planchas de policarbonato.

Al igual que el mirador, su peso liviano y flexibilidad del material permite que vibren solamente estas estructuras ante un evento sísmico.

### **3.6.3.- MANTENIMIENTO Y SERVICIOS<sup>8</sup>**

Continuando con el acceso secundario, en el lado derecho, se hallan 03 edificaciones de adobe, la primera denominada “gimnasio” caracterizada por contar su fachada con arcos de medio punto.

Las otras dos edificaciones están destinadas a mantenimiento y mecánica respectivamente.

Adosadas a dichas construcciones, se encuentran las edificaciones “H” é “I”, son construcciones de doble altura, techadas con estructura y machihembrado de madera, cubiertas con torta de barro.

Antiguamente, en la edificación H, se ubicaban los elementos de servicios de ducha para los niños y depósito de limpieza.

Algunos ambientes de la edificación I, considerados como grandes depósitos están cubiertos con planchas de drywall, siendo utilizados eventualmente durante eventos. Cuentan con teatinas.

Los pisos son de cemento pulido.

Entre los volúmenes, se encuentra una batería de baños de servicio, para hombres y mujeres, posterior a la edificación.

En general, están en desuso y el estado de sus instalaciones es precario

El área aproximada (mantenimiento y gimnasio es de 496.15 m<sup>2</sup>.

### **3.6.4.-MIRADOR**

Desde el límite de los pabellones “E” y “D”, debemos recorrer a pie, aceras peatonales y jardines en una longitud aproximada de 100 mts., a fin de acceder al mirador principal. Este elemento arquitectónico, sirve como límite entre el equipamiento existente (sectores 2 y 3) y las áreas libres de recreación, que termina en los bordes del acantilado.

Dicha estructura longitudinal liviana de madera pino oregón, está caracterizada por estar diseñada en planta, como una semicircunferencia central y dos alas, en forma simétrica. Cuenta con los ambientes: K1, K2, K3, K4 y K5.

Consta de un solo nivel apoyada sobre columnas de madera y techos tipo 2 aguas compuesto por tijerales y entablado de madera pino, y cubierto con tejas de arcilla. Simétricamente a modo de coronamiento del techo se ubican 02 hitos o remates cónicos con 02 puntas de metal.

Se aprecia una composición rítmica de columnas y arcos en ambos lados del conjunto, con un alfeizar de 80 cms. en todo su perímetro, compuesto por barandas con balaustres de madera.

El ancho promedio del ambiente principal es de 5.80 mts. El piso es cerámico.

---

<sup>8</sup> No fue posible acceder a dichos ambientes, y solamente se hizo el levantamiento perimétrico.

Así también, hallamos alrededor de ésta edificación, una fuente de agua de diseño circular de fierro, ubicada en el eje principal. Alrededor de ésta, existe un piso adoquinado de piedra.

Con el transcurrir de los años, debido a periodos de vientos, brisas y lluvias, se observa el deterioro de tejas y secciones de entablado de maderas, trayendo por consiguiente, el humedecimiento del techo.

Recientemente, en el frente “k3” con vista hacia el mar, se han instalado vidrios templados a modo de cerramientos de puertas y ventanas.

Ante la eventualidad de un sismo, el mirador vibra solamente, habida cuenta de la flexibilidad de los materiales que la componen.

El área es de 556.71 m<sup>2</sup>

### **3.7.- SECTOR 3**

#### **3.7.1.- PISCINA**

Siguiendo el eje longitudinal, se “abre el espacio”, y visualizamos 04 módulos techados, compuesto por cada uno de ellos, por 4 columnas circulares y techo de madera pino. Estos módulos sirven de límite o perímetro virtual, a una piscina de longitud 17.42 mts y ancho.= 9.90 mts, con un área de 519.15 m<sup>2</sup>., en desuso.

Al lado se ubica un depósito destinado a curto de bombeo, en desuso.

Creemos que la piscina fue concebida como escenografía de fondo de la planta libre.

Es la zona más vulnerable, expuesta a los fenómenos de lluvias, brisas del mar.

### **3.8.- AREAS VERDES**

En todo el conjunto, apreciamos jardines en buen estado de conservación, salvo en la parte exterior de los ambientes ubicados en el sector B.

No existe retiro mínimo del área que circunda a la edificación, como medida de precaución, siendo el riego por inundación perjudicial para la base y sobrecimiento de las edificaciones.

También existen diversidad de plantas y árboles muy próximos a la edificación, algunos sembrados por doquier.

### **3.9.- AREAS LIBRES**

Todo lo existente alrededor de éste sector, no tiene ningún tipo de tratamiento, y su límite está compuesto por una estructura perimétrica de malla metálica, con pies derechos de eucalipto.

Actualmente existen determinadas áreas que cumplen el papel de estacionamiento en un promedio de 7659.70 m<sup>2</sup>

### Cercos Y Bordes Exteriores

La altura promedio de los cercos es de 3.20 mts., en algunos sectores con vista a la Av. del malecón, poseen malla metálica, conforme se aproximan al acantilado.

En el interior o pasaje de acceso al conjunto, los cercos están compuestos de columnas y bases de ladrillo, y listones de madera a manera de cerco transparente. En general, podemos indicar que es una de las vulnerabilidades más importantes con respecto a la seguridad de la edificación.

### **3.10.- VEREDAS**

La gran parte de vías peatonales se encuentran en regular estado, algunas otras, por acción de la humedad y de las raíces de los árboles, muestran fisuras, y levantamiento de aceras.

### **3.11.- COLORES**

Merece nuestra mayor atención con respecto a lo existente, habida cuenta de la diversidad de personas e instituciones que periódicamente han venido ocupando sus instalaciones y ocasionalmente “re-acondicionando” algunos ambientes. Nos referimos a la recreación impuesta en estos, con diversos tonos, colores, que van desde el pintado del techo (viguetas y machihembrado) en blanco o negro, hasta el cierre de muros con drywall o colocación de mayólica o vinílico en pisos.

### **3.12.- INSTALACIONES SANITARIAS.**

#### **3.12.1.- RED DE AGUA**

La edificación debe tener aproximadamente 80 años de antigüedad, y por tanto, los servicios con que contaba, agua y desagüe (baños) han quedado en desuso, y solo quedan los ambientes donde existieron..

Existen varios puntos de agua, utilizados para consumo doméstico y riego de jardines por inundación, ubicados de manera informal en diversos sectores del conjunto.

Existe un tanque circular antiguo, el cual cuenta con instalaciones en fierro galvanizado oxidadas, debido a los efectos de la brisa marina, en desuso.

#### **3.12.2.- RED DE DESAGUE**

El conjunto, recientemente cuenta con una batería de baños en el sector 2, siendo el único equipamiento con red de desagüe.

#### **3.12.3.-CANAL DE RIEGO**

Debemos señalar que, debajo del suelo donde se asienta el grupo de edificaciones, pertenecientes a la Escuela Climática, cruza un canal de riego de concreto, o acequia antiguo, techado de sección rectangular de 0.90 mt.x 0.60 mt., tipo “cajón” que atraviesa y discurre por el área de posible uso. Al parecer es la

descarga del río Surco, la cual se dirige hacia los acantilados que dan hacia la Costa Verde, al momento de la inspección técnica, se observó que discurría agua con un tirante de 0.06 mts.

Aún, no se conoce las condiciones reales a lo largo de su recorrido, de toda la estructura de concreto. Podemos señalar que al interior mismo de la Escuela, existe una compuerta, la cual desemboca en el acantilado.

Dada su antigüedad, es probable que haya filtraciones, y por ende incrementen la humedad natural del terreno mayormente sobre jardines interiores.

Sin embargo, la descarga hacia los acantilados está socavando el terraplén en el cual se ubica La Climática, produciendo una especie de boquerón que permite una disminución del terraplén del área que ocupa, debido a la erosión por la humedad.

Esta disminución de área se puede apreciar, al hallar muy próximos a los bordes, los restos de un antiguo mirador de concreto, aproximadamente de 60 cms. De altura, que existe cerca de acantilado, que en su época fue una baranda de seguridad continua a lo largo de la propiedad del Puericultorio Pérez Aranibar.

Para evitar que el canal de regadío socave el acantilado, habría que prolongar la longitud del canal y encauzar el agua que cae verticalmente hacia el fondo del acantilado y continúe su curso hacia el mar.

El día 15 de setiembre 2008, hemos podido obtener el plano referido al canal que cruza el Puericultorio., proporcionado por el Ministerio de Agricultura. Ver lámina N° 03: Inventario Infraestructura Huatica.

### **3.13.- INSTALACIONES ELECTRICAS**

No se cuenta con una red principal en el conjunto. La mayor parte de los ambientes cuentan con instalaciones externas deterioradas, en desuso.

Se tiene conocimiento, que las entidades privadas o públicas para la realización de actividades en los ambientes de pabellones existentes, tienen que contar con un grupo electrógeno para su iluminación.

Ver plano N° 24: Síntesis de la problemática, y plano N°25: Vulnerabilidad y Riesgos

### 3.14.- CUADRO DE AREAS

SECTORES	DESCRIPCION	AREA (m2)
I	Pabellones: A, B, C, D, E (1° y 2° piso)	2, 391.04
	Servicios Higiénicos	57.27
	Area de piletas	691.97
	Patio de reflejo	1334.85
	Patio	667.56
	Transición y jardines	2538.81
	Total del terreno	7391.75
	Area construida total	4523.87
II	Ambientes (10)	1240.47
	Ss.Hh.2	26.4
	Pileta	94.36
	Jardines	4,339.70
	Area construida total	1266.87
III (Areas libres)	Piscina	519.38
	Jardines	514.15
	Senderos	223.62
	Estacionamiento	6163.16
	Total del terreno	7420.31

## **CAPITULO IV**

### **VULNERABILIDAD SISMICA EN LA ESCUELA CLIMATICA**

Aún asistimos a la presencia de edificaciones en adobe y quincha, materiales predominantes en el siglo pasado en toda la ciudad, habida cuenta que es el inicio de las primeras edificaciones de concreto armado del siglo XX en el Perú (aproximadamente en 1920).

Si bien en esa época, no existía un reglamento de diseño sísmico, las edificaciones se caracterizaban por contar con pabellones de uno y dos piso, bajo ejes longitudinales y transversales, se conceptuaba, que debería existir una gran densidad de muros en ambas direcciones, que le daban una rigidez lateral a la edificación, y que a su vez, debería estar reforzada por vigas que arriostrasen los muros.

En la mayoría de casos, dichas edificaciones han tenido un comportamiento aceptable en los diversos sismos ocurridos hasta el momento.

Por razones de estudio, particularmente se toma como hito, la Escuela Climática de Varones, perteneciente al Puericultorio Pérez Aranibar, y luego de haber realizado la inspección técnica en obra, se hizo imprescindible, evaluar el estado de conservación y características constructivas de la edificación existente, y determinar si estas se están en condiciones de ser nuevamente utilizadas con seguridad.

Con la finalidad de verificar el comportamiento estructural “ideal” en el caso probable de un evento sísmico, se efectúa una evaluación empleando el método del índice de vulnerabilidad propuesto por un grupo de investigadores italianos Benedetti – Petrini, el cual ha sido aplicado en diferentes ciudades.

Dicho método consiste en contar con una calificación de las edificaciones mediante 11 parámetros estructurales y no estructurales de acuerdo a sus características de naturaleza cualitativa y algunos cálculos para identificar los parámetros de naturaleza cuantitativa más relevantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto.

El método califica las edificaciones en clases A, B, C y D siendo la calificación A la mas optima y D las desfavorable, el índice tiene una escala de 0 hasta 382.50 siendo los índices mas bajos los mas favorables es decir menos propensos a daños sísmicos.

#### **4.1.- SONDEO DE VERIFICACION DE LA CIMENTACION**

Se dispuso ubicar 02 puntos en contacto con el límite de la edificación, en las cuales, se hizo una excavación hasta alcanzar el nivel de la cimentación 0.80 mts. de profundidad, a efectos de distinguir las características de la cimentación y

sobrecimiento, base de los muros de adobe, y además, se realizó cortes en los muros existentes del 2° nivel, a fin de reconocer los materiales, que componen la sección del muro (quincha) y su estado de conservación. (Ver plano E-01)

#### 4.2.- METODOLOGIA APLICADA PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD EN LAS EDIFICACIONES DE ADOBE.

Para la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones se empleará el método del índice de vulnerabilidad.<sup>9</sup> ó escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini.

El método califica los parámetros en cuatro clases A, B, C y D de acuerdo a determinadas condiciones consideradas en el método y asigna un valor a cada uno de ellos, el cual es afectado por un coeficiente de peso  $W_i$  y la sumatoria de los once parámetros dará como resultado el índice de vulnerabilidad. La escala va desde el valor 0 hasta 382.50 siendo los valores más bajos los más óptimos y los más altos los más desfavorables.

A continuación, los parámetros y calificación asignada, de acuerdo a la siguiente tabla:

i	Parámetro	$K_i * A$	$K_i * B$	$K_i * C$	$K_i * D$	$W_i$
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.25
2	Calidad del sistema resistente	0	5	20	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	20	45	1.50
4	Posición de edificio y ciment.	0	5	20	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	25	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Distancia entre columnas	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	5	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	5	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

<sup>9</sup> Metodología del Índice de la Vulnerabilidad”, propuesta de un grupo de italianos en 1982, desarrollada a partir de la información de daños en edificios provocados por terremotos desde 1976.

$$VI = \sum_{i=1} Ki Wi$$

donde:

Vi = Índice de Vulnerabilidad

Wi = Coeficiente de peso

Ki = Puntaje de los parámetros.

A,B,C,D = Calificación de Parámetros.

En el área de estudio, se toman como muestras de campo, 02 módulos de edificaciones por su forma geométrica en planta, y para efectos del estudio de vulnerabilidad sísmica, se tomará en cuenta los 11 parámetros del método original.

El primer módulo denominado Edificación 1 y está conformado por los pabellones B y C, edificaciones simétricamente iguales y,

el segundo módulo, denominado Edificación 2, conformado por los pabellones A, D y E, o edificación central (Ver plano E-02 y E-03)

Para determinar los parámetros (3, 6, 7 y 8) de naturaleza cuantitativa se ha efectuado unos cálculos simplificados que se encuentran dentro del estudio.

#### 4.3.- EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS.

Tomando en cuenta las Edificaciones 1 y 2, se denota:

PARAMETROS	DESCRIPCION	Calificación
1.- Tipo y Organización del sistema resistente.	Las edificaciones 1 y 2 en estudio tienen elementos ortogonales que aseguran el comportamiento cajón de la estructura y en su concepción dada la calidad de la edificación ha existido asesoramiento técnico.	A
2.- Calidad del sistema resistente.  Tipo de material y la forma de los elementos que constituyen la mampostería y la homogeneidad del material y de las piezas por toda el área del muro.	El sistema resistente presenta las tres (3) características siguientes:  1.- Muros de piezas homogéneas y de dimensiones constantes  2.- Buena trabazón entre las unidades de adobe  3.- Mortero de barro con espesor continuo y homogéneo en las juntas.  - Existió dirección técnica, dado por la calidad de la edificación (control sobre la calidad de los materiales). Se aprecia en la	A

	uniformidad de niveles de vanos y ventanas de la edificación.	
3.- Resistencia Convencional	Edificación 1 Edificación 2 Ver análisis del parámetro.	A
4.- Posición del edificio y cimentación  Evaluar la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio.	Las edificaciones 1 y 2 están cimentadas según la norma de adobe E – 080 con presencia de humedad y sales.  Se ha efectuado dos sondeos para verificar la cimentación y la presencia de humedad.( ver lámina E- 01)	B
5.-Diafragma horizontal.  La calidad de los diafragmas garantizan el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales para que la fuerza sísmica se distribuya en cada nivel proporcional a los elementos resistentes.	El diafragma está conformado por viguetería de madera y entablado en buen estado de conservación.	B
6.- Configuración en planta.  El comportamiento sísmico de un edificio depende en parte de la forma en planta del mismo.	Ver análisis del parámetro  Ver lámina N° 03	B
7.- Configuración en elevación  Se considera la variación de masa en porcentaje + ó - DM/M entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso mas bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio.  Esta relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas evaluando el más desfavorable.	Ver análisis del parámetro.	Edificación 1 = B  Edificación 2 = A

8.-Distancia máxima entre muros y columnas.	Toma en cuenta la presencia de muros maestros interceptados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S donde "L" es el espaciamiento de los muros transversales y "S" el espesor del muro maestro.	D
9.- Tipo de Cubierta. Para las edificaciones de adobe, se tiene en cuenta la capacidad de la cubierta para resistir fuerzas sísmicas.	Las edificaciones 1 y 2, poseen con cubierta plana y estable, debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y de material liviano.	A
10.- Elementos no estructurales. Presencia de cornisas, parapetos o cualquier otro elemento no estructural que pueda causar daños.	Ambas edificaciones 1 y 2, cuenta con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.	B
11.- Estado de conservación.	Ambas edificaciones 1 y 2 no presentan fisuras, sin embargo algunos componentes están levemente deteriorados.	B

#### 4.4.- RESULTADOS DE LA EVALUACION

i	Parámetro	Ki	Valor Ki	Wi	Ki.Wi
1	Tipo y org. del sistema resistente	A	0	1.25	0.00
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0.00
3	Resistencia convencional	A	5	1.50	7.50
4	Posición de edificio y cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	B	5	1.00	5.00
6	Configuración en planta	B	5	0.50	2.50
7	Configuración en elevación	B	5	1.00	5.00
8	Distancia entre muros o columnas	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	A	0	1.00	0.00
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0.00
11	Estado de conservación	A	0	1.00	0.00
				IV	35.00

i	Parámetro	Ki	Valor Ki	Wi	Ki.Wi
---	-----------	----	----------	----	-------

1	Tipo y org. del sistema resistente	A	0	1.25	0.00
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0.00
3	Resistencia convencional	A	0	1.50	0.00
4	Posición de edificio y cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	B	5	1.00	5.00
6	Configuración en planta	B	5	0.50	2.50
7	Configuración en elevación	A	0	1.00	0.00
8	Distancia entre muros o columnas	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	A	0	1.00	0.00
10	Elementos no estructurales	B	0	0.25	0.00
11	Estado de conservación	B	5	1.00	5.00
				IV	27.50

#### 4.5.- Análisis de Parámetros 3, 6, 7 y 8.

Parámetro N° 3.-

Resistencia convencional (ver Edificación 1 y 2 – Resumen de cálculo)

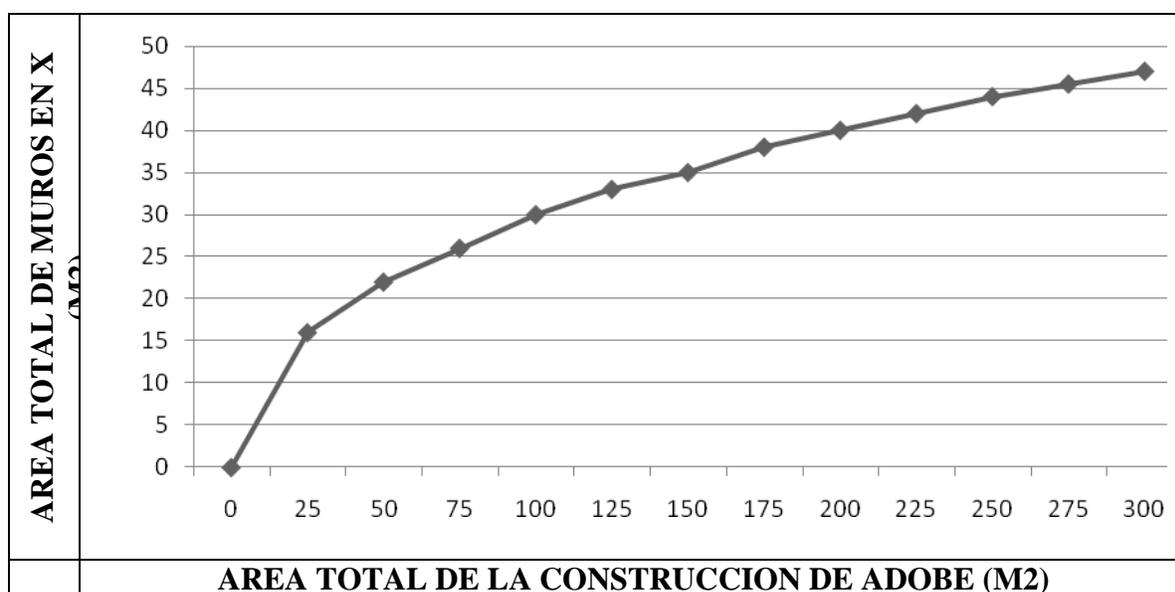


Figura 4.3. Área de muros de mampostería de adobe, en función de la dimensión en planta del edificio para el eje “x”

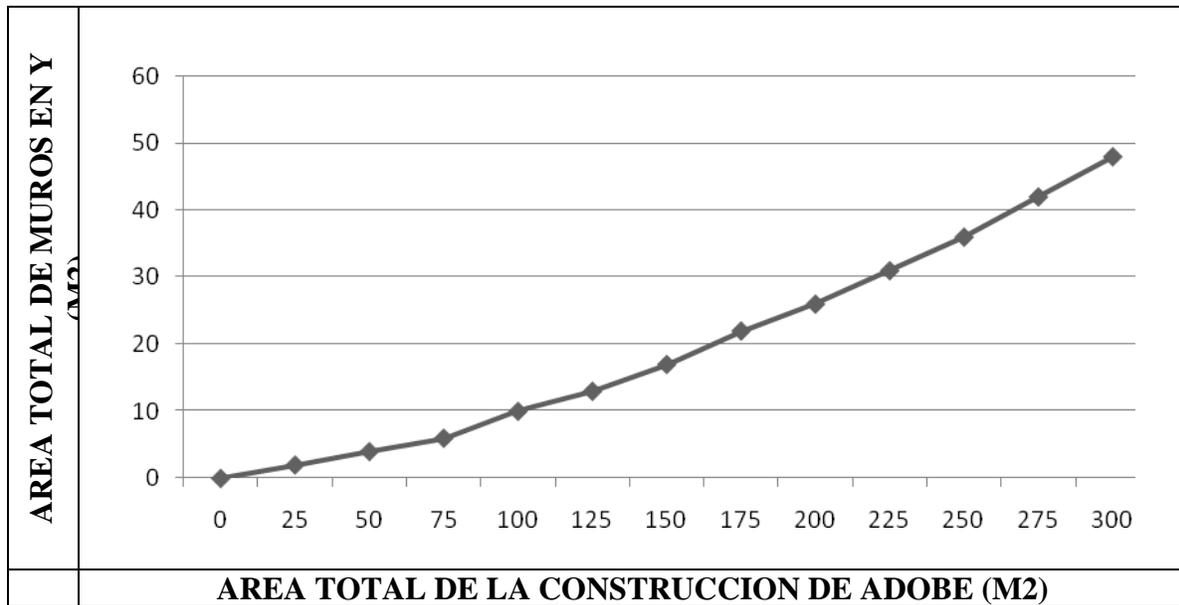


Figura 4.4. Área de muros de mampostería de adobe, en función de la dimensión en planta del edificio para el eje “y”

(Tablas 1,2 y 3 del Reglamento Nacional de edificaciones)

Para estructuras de adobe:

- Área de planta típica :  $A_p$
- Número de pisos :  $N$
- Peso promedio de la planta :  $w$
- Peso total del edificio:  $P = w * A_p * N$
- Esfuerzo cortante promedio en muros :  $\sigma_k = V/A_m$

$$\sigma_k * A_m = V$$

$$\sigma_k * A_m = (SUC) * w * A_p * N$$

$$\sigma_k * A_m / (w * A_p * N) \geq (S * U * C)$$

La calificación se hace por medio del factor  $\gamma = \alpha / \beta$  donde “ $\alpha$ ” y “ $\beta$ ” quedan definidos de la siguiente manera:

$$\alpha = \sigma_k * A_m / (w * A_p * N) \quad (A)$$

$$\beta = (S * U * C) \quad (B)$$

Del Reglamento Nacional de Edificaciones tenemos:

S = 1.2 Factor de suelo (tabla 1)

U = 1.3 Factor de uso (tabla 2)

$C = 0.2$  Coeficiente sísmico (tabla 3)

$$\text{De (B) } \beta = 1.2 \times 1.3 \times 0.2 = 0.312$$

EDIFICACIÓN 1:

De la tabla 4.3 y 4.4 del método índice de Vulnerabilidad  $A_m = 47$

$$V = (S \times U \times C) \times w_p = 0.312 \times w_p$$

$W_p =$  Peso promedio edificio + 50% sobrecarga viva

$$W_p = 607,566.10 + 83667.50 = 691,233.60$$

$$V = 0.312 \times 691,233.60 = 215,664.88$$

$$\sigma_k \times A_m = V, \quad \sigma_k = \sigma_k / A_m = 215,664.88 / 47 = 4,588.61$$

$$\text{De (A) } \alpha = \sigma_k \times A_m / (w \times A_p \times N) = 4,588.61 \times 47 / 607,566.10$$

$$\alpha = 0.355$$

$$\text{Tenemos que } \gamma = \alpha / \beta = 0.355 / 0.312 = 1.14$$

siendo  $\gamma > 1$  le corresponde la calificación A.

EDIFICACIÓN 2:

De la tabla 4.3 y 4.4 del método índice de Vulnerabilidad (ver tabla fig.4.3, 4.4)

$$A_m = 47$$

$$V = (S \times U \times C) \times w_p = 0.312 \times w_p$$

$W_p =$  Peso promedio edificio + 50% sobrecarga viva

$$W_p = 1'597,503.59 + 202,140.25 = 1'799,643.84$$

$$V = 0.312 \times 1'799,643.84 = 561,488.88$$

$$\sigma_k \times A_m = V, \quad \sigma_k = \sigma_k / A_m = 561,488.88 / 47 = 11,946.57$$

$$\text{De (A) } \alpha = \sigma_k \times A_m / (w \times A_p \times N) = 11,946.57 \times 47 / 1'597,503.59$$

$$\alpha = 0.351$$

$$\text{Tenemos que } \gamma = \alpha / \beta = 0.351 / 0.312 = 1.125$$

siendo  $\gamma > 1$  le corresponde la calificación A.

Parámetro N° 6.- Configuración en planta

EDIFICACIÓN 1:

$$A_1 = 38.40 \times 11.50 = 441.60 \text{ m}^2$$

$$A2 = 6.60 \times 18.70 = 123.42 \text{ m}^2$$

$$Xg = \frac{441.60 \times 19.20 + 123.42 \times 35.10}{565.02} = 22.673$$

$$Yg = \frac{441.60 \times 24.45 + 123.42 \times 9.35}{565.02} = 21.152$$

$$Xm = \frac{(0 + 38.40)}{2} = 19.20$$

$$Ym = \frac{(30.20 + 0)}{2} = 15.10$$

$$IRx = \frac{|Xg - Xm|}{\frac{1}{2} |X_{\max} - X_{\min}|} = \frac{22.673 - 19.20}{0.50 / 38.40 - 0 / 19.20} = \frac{3.473}{0.131} = 0.181$$

$$IRy = \frac{|Yg - Ym|}{\frac{1}{2} |Y_{\max} - Y_{\min}|} = \frac{21.152 - 15.10}{0.50 / 30.20 - 0 / 15.10} = \frac{6.042}{0.166} = 0.401$$

$$IR = \text{Max.} (0.181, 0.401)$$

$$IR = 0.401$$

Siendo:  $0.25 < IR < 0.5$  le corresponde la calificación B.

#### EDIFICACIÓN 2:

$$A1 = A9 = 26.40 \text{ m}^2$$

$$A2 = A8 = 79.20 \text{ m}^2$$

$$A3 = A7 = 66.00 \text{ m}^2$$

$$A4 = A6 = 191.10 \text{ m}^2$$

$$A5 = 267.40 \text{ m}^2$$

$$A \text{ Total} = 992.80 \text{ m}^2$$

$$Xg = \frac{2 \times 26.40 \times 5.70 + 2 \times 79.20 \times 6 + 2 \times 66 \times 5.70 + 2 \times 191.40 \times 13.65 + 267.40 \times 31.85}{992.80} =$$

$$Xg = 15.86$$

$$Yg = 26.40 \times 2.00 = 52.80$$

$$79.20 \times 7.30 = 578.16$$

$$66.00 \times 15.60 = 1,029.60$$

$$191.10 \times 24.10 = 4,605.51$$

$$267.40 \times 35.30 = 9,439.22$$

$$191.10 \times 46.00 = 8,790.60$$

$$66.00 \times 55.00 = 3630.00$$

$$79.20 \times 63.30 = 5,013.36$$

$$26.40 \times 68.60 = 1,811.04$$

$$\text{Total} = 34,950.29$$

$$Yg = 34,950.29 / 992.80 = 35.32$$

$$Xm = \frac{(36.40 + 0)}{2} = 18.20$$

$$Ym = \frac{(68.60 + 0)}{2} = 34.30$$

$$IRx = \frac{|Xg - Xm|}{\frac{1}{2} / X_{\max} - X_{\min}} = \frac{15.86 - 18.20}{0.50 / 36.40 - 0 / 18.20} = \frac{2.34}{0.0137} = 0.129$$

$$IRy = \frac{|Yg - Ym|}{\frac{1}{2} / Y_{\max} - Y_{\min}} = \frac{35.20 - 34.30}{0.50 / 70.60 - 0 / 35.30} = \frac{0.90}{0.0071} = 0.025$$

$$IR = \text{Max.} (0.129, 0.025)$$

$$IR = 0.129$$

Siendo  $0.1 < IR \leq 0.5$  le corresponde la calificación B.

Parámetro N° 7.- Configuración en elevación

EDIFICACIÓN 1 (ver edificación 1-resumen de calculo)

$$\text{Peso muros 1er piso} = 507,284.80$$

$$\text{Peso techo 1er piso} = 23,905.00$$

$$\text{Total} = 531,189.80$$

$$\text{Peso muros 2 do piso} = 54,861.80$$

$$\text{Peso techo 2 do piso} = 21,514.50$$

$$\text{Total} = 76,375.30$$

$$\text{De la relación } \pm DM / M = \pm 76,376,30 / 531,189.80 = \pm 0.144$$

$$= 14.4\%$$

Siendo  $10\% < +/- DM/M = < 20\%$  le corresponde la calificación B.

EDIFICACIÓN 2 (ver edificación 2 resumen de cálculo)

Peso muros 1er piso = 1'448,256.96

Peso techo 1er piso = 62,575.50

Total 1'510,832.46

Peso muros 2 do piso = 45,539.78

Peso techo 2 do piso = 41,131.35

Total 86,671.13

De la relación  $+/- DM / M = +/- 86,671.13 / 1'510,832.46 = +/- 0.057$

$= 5.7 \%$

Siendo  $+/- DM/M < 10\%$  le corresponde la calificación A.

Parámetro N° 8.- Distancia entre columnas

EDIFICACIÓN 1

De los planos (ambiente 29)

$L = 15.71$

$S = 0.40$

$L / S = 15.71 / 0.40 = 39.3$

Siendo  $L/S \geq 7.8$  le corresponde la calificación D.

EDIFICACIÓN 2

De los planos (ambiente 55)

$L = 11.60$

$S = 0.40$

$L / S = 11.60 / 0.40 = 29.0$

Siendo  $L/S \geq 7.8$  le corresponde la calificación D

#### 4.6.- RESUMEN DE CALCULO

##### a) EDIFICACION 1

Cálculo de Muros del 1º Piso (Area Techada = 478,10 m2.)

Eje	Descripción	MUROS DE ADOBE				
		Nº Veces	Longitud (m.)	H (m)	Area (m2.)	AREA Par. (m2.)
	Perímetro	1	157.94	4.00	631.76	631.76
	Muros interiores	2	4.62	4.00	36.96	
		1	5.13	4.00	20.52	
		5	5.03	4.00	100.60	158.08
	Deducción vanos:					
	Puertas	2	-1.20	2.80	-6.72	
		2	-1.45	2.80	-8.12	
		1	-2.00	2.80	-5.60	
		1	-0.90	2.80	-2.52	
		1	-1.20	2.80	-3.36	-26.32
	Ventanas	15	-1.45	1.60	-34.80	
		12	-1.15	1.60	-22.08	
		8	-1.65	1.60	-21.12	-78.00
					TOTAL	685.52

Cálculo de Muros del 2º Piso (Area Techada = 478,10 m2.)

Eje	Descripción	MUROS DE QUINCHA				
		Nº Veces	Longitud (m.)	H (m)	Area (m2.)	AREA Par. (m2.)
	Perímetro	1	157.94	3.65	576.48	576.48
	Muros interiores	1	0.92	3.65	3.36	
		2	5.93	3.65	43.29	
		2	9.02	3.65	65.85	
		4	3.37	3.65	49.20	
		1	5.07	3.65	18.51	
		2	6.03	3.65	44.02	224.22
	Deducción vanos:					
	Puertas	2	-1.45	2.80	-8.12	
		2	-1.40	2.80	-7.84	
		7	-0.90	2.80	-17.64	-33.60
	Ventanas	4	-1.66	1.60	-10.62	
		4	-1.61	1.60	-10.30	
		1	-1.47	1.60	-2.35	
		12	-1.43	1.60	-27.46	
		3	-1.20	1.60	-5.76	
		10	-1.15	1.60	-18.40	
		1	-1.08	1.60	-1.73	
		3	-0.98	1.60	-4.70	-81.33
					TOTAL	685.77

	Area (m2.)	Peso Unit. (Kg./m2.)	Peso Par. (Kg.)
Muros de adobe 1º Piso	685.52	740	507,284.80
Techo de madera 1º Piso	478.10	50	23,905.00
Muros de quincha 2º Piso	685.77	80	54,861.80
Techo de madera 2º Piso	478.10	45	21,514.50
		Total	607,566.10

Cálculo de la Sobrecarga de la Edif.1 (A.T. = 478,10 m2.)

	Area (m2.)	S/C. (Kg./m2.)	Peso Par. (Kg.)
Area de 1º Piso	478.10	250	119,525.00
Area de Techo de 2º Piso	478.10	100	47,810.00
		Total	167,335.00
		50% Sobrecarga	83,667.50

b).- EDIFICACION 2

Cálculo de Muros del 1º Piso (Area Techada = 1252,51 m2.)

Eje	Descripción	MUROS DE ADOBE				
		Nº Veces	Longitud (m.)	H (m)	Area (m2.)	AREA Par. (m2.)
	Perímetro	1	352.26	4.00	1,409.04	1,409.04
	Muros interiores	6	5.05	4.00	121.20	
		2	5.13	4.00	41.04	
		8	5.17	4.00	165.44	
		4	7.00	4.00	112.00	
		4	1.46	4.00	23.36	
		4	1.69	4.00	27.04	
		2	9.50	4.00	76.00	
		4	4.47	4.00	71.52	
		2	10.94	4.00	87.52	
		2	2.27	4.00	18.16	
		2	3.08	4.00	24.64	767.92
		Deducción vanos:				
	Puertas	2	-1.10	2.80	-6.16	
		10	-0.90	2.80	-25.20	
		2	-1.40	2.80	-7.84	
		2	-0.70	2.80	-3.92	
		4	-1.97	2.80	-22.06	
		10	1.17	2.80	32.76	
		8	-0.78	2.80	-17.47	
		6	-1.02	2.80	-17.14	
		2	-0.80	2.80	-4.48	
		2	-1.52	2.80	-8.51	
		1	-2.64	2.80	-7.39	
		1	-1.14	2.80	-3.19	-90.61
		Ventanas	4	-1.10	1.60	-7.04
	16		-0.60	1.60	-15.36	
	30		-1.40	1.60	-67.20	
	4		-1.20	1.60	-7.68	
	2		-1.00	1.60	-3.20	
	4		-0.84	1.60	-5.38	
	4		-1.13	1.60	-7.23	
	4		-2.06	1.60	-13.18	
	2		-0.93	1.60	-2.98	-129.25
					TOTAL	1,957.10



**Cálculo de Muros del 2º Piso (Área Techada = 914,03 m<sup>2</sup>.)**

Eje	Descripción	MUROS DE QUINCHA				
		Nº Veces	Longitud (m.)	H (m)	Área (m <sup>2</sup> .)	ÁREA Par. (m <sup>2</sup> .)
	Perímetro	1	157.94	3.65	576.48	576.48
	Muros adicionales	4	6.58	3.65	96.07	
		4	-25.63	3.65	-374.20	-278.13
	Muros interiores	8	6.00	3.65	175.20	
		4	4.75	3.65	69.35	
		4	1.40	3.65	20.44	
		2	9.50	3.65	69.35	
		2	11.95	3.65	87.24	
		4	3.03	3.65	44.24	465.81
		Deducción vanos:				
	Puertas	8	-1.20	2.80	-26.88	
		14	-0.90	2.80	-35.28	
		2	-0.80	2.80	-4.48	
		2	-0.70	2.80	-3.92	
		1	-8.10	2.80	-22.68	-93.24
	Ventanas	6	-1.10	1.60	-10.56	
		16	-1.40	1.60	-35.84	
		8	-0.60	1.60	-7.68	
		6	-1.20	1.60	-11.52	
		2	-1.00	1.60	-3.20	
		4	-1.13	1.60	-7.24	
		2	-1.03	1.60	-3.30	
		6	-2.06	1.60	-19.78	
		2	-0.80	1.60	-2.56	-101.68
					TOTAL	569.25

**Cálculo del Peso de la Edificación 2**

	Área (m <sup>2</sup> .)	Peso Unit. (Kg./m <sup>2</sup> .)	Peso Par. (Kg.)
Muros de Adobe 1º Piso	1,957.10	740	1,448,256.96
Techo de Madera 1º Piso	1,251.51	50	62,575.50
Muros de Quincha 2º Piso	569.25	80	45,539.78
Techo de Madera 2º Piso	914.03	45	41,131.35
		Total	1,597,503.59

**Cálculo de la Sobrecarga de la Edificación 2**

	Área (m <sup>2</sup> .)	S/C. (Kg./m <sup>2</sup> .)	Peso Par. (Kg.)
Área de Techo de 1º Piso	1,251.51	250	312,877.50
Área de Techo de 2º Piso	914.03	100	91,403.00
		Total	404,280.50
		50% Sobrecarga	202,140.25

Luego de esta evaluación, señalaremos que las edificaciones 1 y 2, tienen valor deficitario en el parámetro 8 -distancia entre muros y columnas, esto es merced a las grandes áreas de los ambientes y la distancia entre muros transversales.

Asimismo se ha tomado en cuenta los parámetros del Reglamento Nacional de edificaciones, que a continuación se describe:

TABLA 1

Tipo	Descripción	Factor S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad Portante admisible $\geq 3 \text{ Kg/cm}^2$	1.0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible $\geq 1 \text{ Kg/cm}^2$	1.2

TABLA 2

Tipo de Edificaciones	Factor U
Colegios, Postas médicas, Locales Comunes Públicos	1,3
Viviendas y otras edificaciones	1,0

TABLA 3

Zonas Sísmicas	Coefficientes Sísmicos C
3	0,20
2	0,15
1	0.10

### c) GLORIETAS

Se toma como parámetros, las normas para edificaciones con madera y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Comprendió, realizar una inspección “in-situ”, a fin de evaluar las edificaciones en madera, ubicadas en el sector 2 (Mirador, glorietas).

Por fines didácticos se toma como muestra el módulo “1”, ubicado en el sector 2.

Dicha edificación está compuesta por 16 columnas de madera de 0.20 mts x 0.20 mts x 3.00 mts de altura

Area de techo = 88 m<sup>2</sup>

Carga viva = 100 Kgs/m<sup>2</sup>

Carga viva total 88 m<sup>2</sup> x 100 kgs/m<sup>2</sup> = 8,800 Kgs.

Peso madera = 750 Kgs/m<sup>3</sup> (Peso específico)

Peso panel = 60 kgs/ m<sup>2</sup>

Cálculo del peso de la glorieta:

Peso columnas = 0.20x0.20x3x750 Kgs/m<sup>3</sup> = 90 Kgs

Peso paneles madera = 16 x 2 mts x 2 mts x 60 k/m<sup>2</sup> = 3,840 Kgs

Peso techo = 88 m<sup>2</sup> x 50 Kgs/m<sup>2</sup> = 4,400 kgs

Peso total:

Peso columnas 16 x 90 = 1,440 Kgs

Peso paneles madera 3,840 Kgs

Peso de Techo 4,400 Kgs

Peso Total 9,680 Kgs.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones:

$V = Z \times U \times C1 \times P$  donde:

V = Fuerza sísmica

Z = Factor de Zona (Lima Zona 3 = 0.40)

U = Categoría de edificaciones (Edificios Comunes – Oficinas = 1.0)

C1= Pisos y techos actúan como diafragmas = 0.6

P = Peso total de la edificación + 50% Carga viva.

$V = 0.40 \times 1.0 \times 0.6 \times (9,680 + 50\% 8,800) = 0.24 (d) - 14,080$

V = 3,379.20 Kgs (Fuerza sísmica)

Esta fuerza sísmica debe ser resistida por las 16 columnas de madera que tienen una sección de 0.20 x 0.20 mts.

El esfuerzo unitario de corte permisible para la madera pino oregon es de 7.35 Kgs/cm<sup>2</sup>

Capacidad de corte del conjunto = 16 columnas x 20 cm x 20 cm x 7.35 kgs/cm<sup>2</sup>  
= 47,040 Kgs.

Conclusión:

La resistencia del conjunto es 13.9 veces mayor a la fuerza sísmica, por lo tanto las glorietas tienen suficiente capacidad para resistir las fuerzas sísmicas.

#### d)- **MIRADOR**

Cuenta con 96 columnas circulares de madera de 0.20 mts de diámetro (sección 314.16 cm<sup>2</sup>) de 3.60 mts de altura.

Area de techo = 661.77 m<sup>2</sup>

Carga viva = 100 Kgs/m<sup>2</sup>

Carga viva total 661.77 m<sup>2</sup> x 100 kgs/m<sup>2</sup> = 66,177 Kgs.

Peso madera = 750 Kgs/m<sup>3</sup> (Peso específico)

Peso Panel = 60 kgs/ m<sup>2</sup> (quincha)

Peso Techo = 50 Kgs/m<sup>2</sup>

Calculo del peso del mirador:

Peso columnas = 96 x 0.031416 m<sup>2</sup> x 3.60 mts x 750 Kgs/m<sup>3</sup> = 8,143.00 Kgs

Peso paneles quincha = 38.40 x 3.60 mts x 60 kgs = 8,294.40 Kgs

Peso techo = 661.77 m<sup>2</sup> x 50 Kgs/m<sup>2</sup> = 3,088.50 kgs

Peso total 19,525.90 Kgs

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones:

$V = Z \times U \times C1 \times P$  donde:

V = Fuerza sísmica

Z = Factor de Zona ( Lima Zona 3 = 0.40)

U = Categoría de edificaciones ( Edificios Comunes – Oficinas = 1.0)

C1= Pisos y techos actúan como diafragmas = 0.6

P = Peso total de la edificación + 50% Carga viva.

$V = 0.40 \times 1.0 \times 0.6 \times (19,525.90 + 50\% 66,177) = 0.24 ( 52,614.40)$

V = 12,627.50 Kgs (Fuerza sísmica)

Esta fuerza sísmica debe ser resistida por las 96 columnas de madera que tienen una sección de 0.20 mts de diámetro (314.16 cm<sup>2</sup>)

El esfuerzo unitario de corte permisible para la madera pino oregon es de 7.35 Kgs/cm<sup>2</sup>

Capacidad de corte del conjunto = 96 columnas x 314.16 20 cm<sup>2</sup> x 7.35 kgs/cm<sup>2</sup>  
= 221,671.30 Kgs.

Conclusión:

La resistencia del conjunto es 17.5 veces mayor a la fuerza sísmica, por lo tanto el mirador tiene suficiente capacidad para resistir las fuerzas sísmicas.

## CAPITULO V

### 5.1- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a).- El área de estudio comprende el emplazamiento de la Bajada Marbella; la cual se asienta básicamente sobre suelos de origen fluvio-aluvial provenientes del depósito por gravedad de materiales transportados y redepositados por el río Rímac y que luego erosionados por acción marina han formado el acantilado de 50.0 m. de desnivel aproximadamente.
- b).- El suelo de cimentación promedio del área de estudio corresponde a suelos gravo-arenosos (GP) pobremente gradados, con matriz del tipo arenosa (SW) de baja plasticidad y de compacidad suelta a media.
- c).- La capacidad portante recomendada para las estructuras de cimentación de una edificación de no más de 05 niveles y a una profundidad de desplante como mínimo igual a 1.50 m., es la siguiente:
- Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Mayor a 25.0 m. con respecto al borde del acantilado): 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>, como valor promedio conservador.
  - Suelo de cimentación del área de estudio sobre terraza fluvio-aluvial (Entre el borde del acantilado hasta 25.0 m. al interior del terreno): 1.60 Kg/cm<sup>2</sup>, como valor promedio conservador.
  - Suelo de cimentación del área de estudio sobre talud del acantilado (Entre el pie y el borde del acantilado): 0.60 Kg/cm<sup>2</sup>, como valor promedio conservador.
- d).- La agresividad química del subsuelo al concreto es despreciable; por lo que se recomienda utilizar el Cemento Portland Tipo I.
- e).- Los parámetros de diseño sísmo resistente para las edificaciones proyectadas en los alrededores de la Bajada Marbella, son los siguientes:
- Tipo de suelo: Perfil Tipo S1 (según Norma E 030)
  - Velocidad estimada de ondas de corte : 750 m/s
  - Periodo predominante del suelo: Menor a 0.25 Seg.
  - Factor del suelo :1.0
  - Aceleración horizontal máxima : 0.45g
  - Factor de amplificación por efectos locales : 2 (Este factor local se concentra en un área desde el borde del acantilado hasta 200.0 m. al interior del terreno)
- f).- Los taludes del acantilado de la Costa Verde en el área de estudio (condiciones naturales), se muestran inestables ante condiciones sísmicas (Sismo de 0.45g y periodo de retorno de 475 años), por lo que para garantizar la estabilidad de las edificaciones ante un eventual deslizamiento de los taludes se requiere que las

edificaciones se construyan a no menos de 75.0 a 100.0 m. (Valor estimado) con respecto al borde del acantilado. Otras soluciones como andenes, pueden darse para garantizar la estabilidad de los taludes, lo que posibilitaría que el retiro antes especificado sea menor. Además este nuevo perfil deberá estar sembrado con plantas tipo enredadera.

g).- Canal De Regadío.

Procesos antrópicos que actualmente generan erosión intensa en el talud de los acantilados y que inclusive han llegado a formar una cárcava (Desfogue de las aguas del Canal de Riego Surco), deben ser tratados con las medidas de mitigación requeridas para evitar que se siga produciendo el proceso de erosión. A continuación algunos alcances:

- La construcción de este canal habrá que reubicarlo o hacer un nuevo trazo, conectándolo a su actual desembocadura.

- Para evitar que el canal de regadío socavé el acantilado, habría que prolongar la longitud del canal y encauzar el agua que cae hacia el fondo del acantilado y continúe su curso hacia el mar.

- Se recomienda para la descarga del canal, entubar su salida final con tubería de polietileno, tipo HDPE muy utilizada en minería y agricultura, y que toma la forma del talud.

- Ello permitirá, que el agua de descarga no caiga sobre las paredes del acantilado, sino en caída hasta la parte baja donde se construirá una poza de disipación de energía por la caída, antes de su evacuación final.

Se presenta un esquema de tratamiento del canal de riego (ver lámina G-08, G-09, G-010, G-011).

h).- La edificación existente.

Las edificaciones en estudio son de baja vulnerabilidad sísmica, demostración tal, al haber resistido los sismos que se han producido desde su edificación, sin daños que lamentar, incluso el último ocurrido en Agosto 2007.- Ver plano N° 25

i).- Se observa que las edificaciones existentes de grandes áreas no cuentan con juntas de construcción ni sísmicas.

j).- La edificación puede ser utilizada como oficinas o aulas, efectuando los correctivos aquí señalados. Se recomienda, que el segundo piso no sea utilizado como depósitos, con cargas que sobrepasen los 250 kg./m<sup>2</sup>., por ejemplo almacenes, bibliotecas, archivos.

k).- Se recomienda no ampliar verticalmente las edificaciones existentes a un tercer nivel.

l).- Se recomienda el retiro de jardines a 1.00 mts. de los muros exteriores de la edificación y el riego de los mismos no debe ser por inundación.

- Impermeabilizar los cimientos de la edificación por lo menos 0.40 mts debajo del terreno, para evitar el pase de la humedad hacia el interior.
- m).- Se recomienda para una mejor utilización del primer piso en los pisos de madera machihembrada y no se sienta mucho la flexión debido a la pérdida de la estructura de soporte por asentamiento debido a la humedad, desentablar el machihembrado y cambiar la sub-rasante con nuevo material que puede ser hormigón fino o afirmado nivelado y compactado, colocando nuevas durmientes que pueden ser de madera nacional tipo tornillo debidamente embreados, colocar un manto impermeable (plástico) sobre la nueva sub-rasante y re-entablar nuevamente.
- Se puede aprovechar el levantamiento de pisos para la instalación de redes de servicio eléctrico, comunicaciones, data, instalaciones sanitarias, etc.
- n).- Al realizar el mantenimiento de ambientes cuyos pisos son de carpintería de madera y esta llegue a su estructura natural, es recomendable dar un tratamiento con preservante de madera (antipolilla), y realizar el cambio de algunas piezas afectadas.
- o).- Construcciones De Madera.
- En las edificaciones: glorietas y mirador, indicaremos que los techos se encuentran húmedos al haber perdido su cobertura de protección.
- Se sugiere realizar un mantenimiento correctivo:
- La madera en general debe lijarse eliminando barnices y/o pinturas, cambiar las piezas que estén afectados por la polilla, darle un tratamiento con preservante de madera (antipolilla) y posteriormente el acabado a la madera mediante barnices y/o pinturas y proteger los techos con coberturas tipo mantas asfálticas en vez de tejas de arcilla con esto se reduce significativamente su sobrecarga.
- Las glorietas muestran asentamientos en los pisos producto de la humedad para mejorar estos inconvenientes hay que eliminar los pisos, cambiar el material de la sub-rasante nivelándolos y compactarlos y rehacer los pisos.
- p).- En los balcones deben limpiarse los drenajes de lluvia en forma integral.
- q).- Se recomienda que en las ventanas perimetrales del mirador, se utilicen vidrios templados y/o laminados, se reparen los pisos asentados, y cambiar algunos elementos de madera apolillados como molduras.
- r).- Servicios Higiénicos.
- Diseñar baterías para uso público y privado, en el n° y cantidad adecuados, según objetivo que se plantee en el conjunto. Ver plano N° 26
- s).- Escaleras.
- El desarrollo de las escaleras tipo caracol, no son adecuadas para el tipo de uso, debido al radio y al estrangulamiento de las gradas, y en el caso de emergencia, no cumplen dicha función. En el pabellón D se ha hallado una escalera carbonizada, la cual debe ser cambiada y reparada, a fin de poder ser utilizado los ambientes.

- t).- Prevención contra posibles incendios.  
En general la edificación posee mayoritariamente pisos y techos en madera pino (material combustible).  
Se tendrá que tener suma precaución con este tema porque una vez declarado un incendio causará graves daños a la edificación.
- u).- La evacuación en caso de sismo o incendios, nos permite según reglamento nacional de edificaciones, replantear su diseño y sistema constructivo. Actualmente no se cuenta con un sistema de protección contra incendios (grifos, rociadores, cisterna de agua contra incendio)
- v).- No cuenta con una capacidad de energía eléctrica suficiente para un uso adecuado de dichas instalaciones.
- w).- Construcciones Futuras.  
En este tipo de suelo, es posible construir cualquier tipo de estructura por su capacidad portante y su capacidad de permitir el paso de las ondas sísmicas. Debemos señalar que si fuera el caso, deberá contar con la anuencia de las instituciones encargadas de dicho patrimonio.  
  
La limitación del número de pisos a construir estará supeditado a un retiro equivalente a 1.5 veces la altura de la edificación del borde del acantilado.  
  
Evitar toda construcción muy cerca al borde, por ello, se limitará el retiro mínimo a 20 mts.

## 5.2. REMODELACION DE LO EXISTENTE y PROYECTO NUEVO

Para dar a conocer algunos aspectos referido a la propuesta, tomamos en cuenta las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones

### 5.3.- ASPECTOS ARQUITECTONICOS Y URBANISTICOS

Todo el perímetro de la Av. del Ejército es un muro ciego, caracterizado por un ritmo de columnas y muros con una altura promedio de 3.00 mts. construídos con una base de ladrillo y alfeizares con listones de madera. Solamente los accesos principales a las instituciones Víctor Larco Herrera y Puericultorio Pérez Aranibar, están enmarcados por portales transparentes y puertas de rejas con molduras metálicas.

Aledaños al conjunto, se hallan edificaciones de 02 pisos, construídas con ladrillo, con características propia de vivienda: muro de cerramiento, puerta principal de madera, ventanas en aluminio, sin mayor relevancia arquitectónica.

Propiamente no hay una estética del entorno, ello permitirá que el proyecto apunte a plantear su propia imagen, observando la estética del conjunto existente de esa época, y enfatizar que su entorno es el mar y la playa. Ver plano N° 27.

Uno de los retos más importantes, es el tratamiento del acantilado, el cual deberá tomar en cuenta las características topográficas existentes del lugar.

## **5.4.- SECTOR I**

### **5.4.1.- ACCESIBILIDAD AL CONJUNTO**

Se propone, ampliar virtualmente el acceso principal, proponiendo un radio de 5 mts. Con eje en el centro de la cornisa, ocupando una sección del patio de reflejo. Debemos tomar en cuenta que el área del citado patio es de: 1,198.20 m<sup>2</sup>, é implica un planteamiento según el objetivo a proponer.

Por razones de estudio, alcanzamos un planteamiento preliminar. Ver plano N° 26

Se hace necesario ampliar el acceso 2, y por ello se plantea,

Lado izquierdo: Retirar el muro perimétrico en algunos sectores, debido a las características de cerramiento improvisado, sin contemplar el carácter arquitectónico del perímetro existente. Parte de la propuesta, debe comprender un diseño, acorde con el objeto del proyecto.

Lado derecho (actualmente es el ingreso de personas y vehículos): Ampliar 02 mts. más la vía, comprendiendo el retiro de árboles (ficus) con un diámetro de 30 cms. en su base, a otras áreas del conjunto. Actualmente tiene un ancho de 3.40 mts. El propósito es contar con una acera principal o ampliar la vía vehicular.

Asimismo permitirá mejorar el acceso vehicular de los responsables institucionales.

### **5.4.2.- AMBIENTES INTERIORES**

En los grandes ambientes, se procurará un planteamiento multifuncional de oficinas con espacios modulares que permitan crecer o disminuir posiciones sin alterar el diseño del piso.

1º piso.- Todos los pisos sin excepción serán retirados y repuestos con madera pino, que comprendan durmientes y machihembrado, cuya área es aproximadamente: 2,325.34 m<sup>2</sup>

Las puertas y ventanas, deberán ser refaccionadas y/o restauradas: retirar las maderas en mal estado y reponerlas, y conservar su veta original. Por seguridad, reemplazar los vidrios existentes de 4mm. por vidrios templados.

En ambos, se debe realizar una nueva colocación de bisagras, chapas, picaportes.

#### Perspectivas

- Instalación de nuevas puertas principales en vidrio templado.

- Instalación de ventanas de vidrio templado, con marcos de madera tipo "cajón" en los muros.

En el caso de algún salón, procurar contar con cerramientos que posean propiedades acústicas.

Los falsos techos estarán constituidos por el sistema drywall, cielo raso acústico y luminarias empotradas, cuya área aproximada es de: 2,325.34 m<sup>2</sup>

En el caso de tomacorrientes, deberá contar una propuesta técnica.

Dichos falsos techos permitirán contar con una red de aire acondicionado para determinados ambientes.

Las ventanas deberán ser cristales del tipo templado.

#### **5.4.3.- TECHOS**

##### **ENTREPISOS**

Se deberá realizar la refacción de las piezas existentes de madera, reemplazándolas por unidades nuevas.

##### **TECHO DEFINITIVO**

Remoción de lo existente: tierra, aserrín, e instalar un manto impermeabilizante con pegamento, con una pendiente de 1° y con una red de agua de lluvias. Dicha área es 2,400 m<sup>2</sup> (incluyendo cornisas)

En el mejor de los casos, estudiar la posibilidad de utilizar los techos como pasarelas o estares visuales.

El día 6 de Setiembre 2008, con ocasión de garúas frecuentes durante los últimos tres días, se realizó una inspección in-situ, constatándose, que los techos finales expuestos a la intemperie, de manera similar, así como algunos ambientes del segundo piso, se encontraban húmedos. Igualmente en los pisos del mirador y de los 04 módulos alrededor de la piscina, existían pequeñas lagunas de agua producto de las lluvias.

#### **5.4.4.- PATIOS**

##### **PATIO DE MAYOLICAS**

Deberá ser considerado como un área de ampliación, y podrá contar con una estructura transparente. Inicialmente será un ambiente de exposición y comunicación.

El área comprendida es de. 636. 84 m<sup>2</sup>.

#### **5.4.5.- SERVICIOS HIGIENICOS**

En el plano N° 26, se alcanza un esquema tentativo de ubicación de baños para empleados, público y administración, dirección.

De acuerdo a las áreas existentes, se deberá tomar en cuenta el área construída, n° de personas, y plantear:

- Servicios higiénicos para público
- Servicios Higiénicos para empleados
- Servicios higiénicos para dirección

Toda la batería modular será incorporada en ambientes existentes, sin afectar los muros y pisos existentes, salvo la salida de desagüe, la cual está ubicada por debajo del piso.

La propuesta del acondicionamiento de nuevos baños, implicará planchas sanitarias, con pisos compuestos por baldosas.

Por el momento puede utilizarse los baños existentes, previa refacción de pisos exteriores, y tabique de separación de baños de hombres y mujeres.

## 5.5.- Sector II

### 5.5.1.- EDIFICACION NUEVA.

A fin de contar con la primera área habilitada para una nueva edificación, se propone la demolición de dicho equipamiento (ver plano N°26), que comprende los ambientes y / o elementos siguientes:

- Gimnasio
  - Mecánica y mantenimiento
  - Glorieta, se nota que ha habido asentamiento de pisos, y todo el conjunto compuesto de madera, se encuentra en regular estado de conservación.
  - Chimenea construída con ladrillo, posterior a la edificación más antigua.
- En resumen, un área para demoler y de tratamiento de diseño de 1,333,73 m<sup>2</sup>. No perjudicará las áreas libres existentes.

**5.5.2.- MIRADOR:** El área comprendida es de: 556.71 m<sup>2</sup>

Comprenderá la restauración de pisos, coberturas y tejado.

Tejas.

Los tijerales de la estructura de techo se encuentran en buen estado.

- a) Retiro de tablillas de madera podrida
- b) Remoción total de las tejas
- c) Impermeabilización del entablado espigado de madera pino.
- d) Cobertura con un manto asfáltico.
- e) Colocación de tejas nuevas, manteniendo el diseño y sección.

### 5.5.3.- AREA DE TRATAMIENTO ESPECIAL

Merecerá un mayor análisis, en función a los requerimientos y los objetivos institucionales, preliminarmente señalaremos, que es un área de posible expansión, teniendo en cuenta el carácter estético-arquitectónico de ése espacio.

Dicha área a tratar como propuesta de diseño es de: 7,199 m<sup>2</sup>

## 5.6.- Sector III

### EDIFICACION NUEVA

Es el segundo espacio más privilegiado para construir una edificación, tomando en cuenta su impresionante e imponente vista hacia el mar y el paisaje circundante. En la lámina A-23 se disponen de puntos de observación importantes, que sirvan como referencia para la ubicación de alguna edificación futura. Tomar en cuenta la dirección del sol en la tarde.

Para ello, se deberá demoler la piscina y sugerimos -si es el caso- reubicar los 04 módulos mirador en determinados puntos visuales del perímetro del entorno.

Habrá que considerar un área de estacionamiento para X vehículos.

El área aproximada es de: 8,586.38 m<sup>2</sup>

## 5.7.- TRATAMIENTO DE ÁREAS VERDES

En general, en todo el conjunto, se mantendrá un retiro mínimo de 0.50 - 1.00mt., de los volúmenes existentes y los jardines contarán con sus propios zócalos.

Propuesta de árboles, arbustos y plantas, debido a la remoción de otros existentes. En dicho planteamiento, deberá considerarse como aporte, ubicar las áreas de jardines a un costado de una futura ubicación y no frente a la vista principal (bordes).

Contar con un sistema de riego por aspersión.

Sector 1.- El área promedio de áreas libres con circulación y jardines es de: 4,649,85 m<sup>2</sup>.

Sector 2.- El área promedio de áreas libres con circulación y jardines es de: 7,199.00 m<sup>2</sup>.

Sector 3.- El área promedio de áreas libres con circulación y jardines es de: 8,176.85m<sup>2</sup>.

Siendo el área libre total conjunto de 20,025.70 m<sup>2</sup>

## 5.8.- REDES DE AGUA, DESAGUE Y ELECTRICAS

Comprenderá:

1.- Un proyecto de instalación de agua potable, compuesto por red de agua para uso doméstico y de servicios higiénicos, cisterna, con una capacidad de 50 m<sup>3</sup>, tanto para el consumo doméstico (12.00 m<sup>3</sup>), como para la previsión en caso de siniestros (40.00 m<sup>3</sup>) que permita en caso de siniestro mantener una capacidad de bombeo por más de 02 horas continuas. Si fuera el caso, deberá proveerse sistemas adecuados de extinción a base de compuestos químicos.

Asumimos que podrá albergar un número promedio de 400 personas.

2.- Contar con un grupo electrógeno, o una sub-estación eléctrica, para la realización de las actividades que impliquen la remodelación y/o demolición de ambientes en el conjunto.

3.- Sistema de Prevención y Extinción contra Incendios, sensores, luces de emergencia, pozo de tierra, un ambiente para gabinete de tableros principales, sistemas de pozos de tierra, para proteger todas las instalaciones.

4.- Sistema de aire acondicionado y ventilación forzada (equipos de inyección y extracción de aire), si fuera el caso.

## 5.9.- SEGURIDAD

Cercos.

Se deberá proponer un nuevo perímetro de la Escuela Climática de Varones, cuya longitud es de 737.75 metros lineales, o en el mejor de los casos su reparación.

Tomar en cuenta, la proximidad de la edificación del pabellón B, por encontrarse a 20 cms. de la vía pública (encuentro de Av. Del malecón, con la Av. Del Ejército).

En el 2° ingreso secundario (actualmente considerado como acceso para personas y vehículos) retirar el muro existente y proponer un nuevo planteamiento, tanto a nivel de edificación para control, seguridad y vigilancia, como de accesibilidad, que permita diferenciar la circulación vehicular de la peatonal.

Sistema de Seguridad Electrónica. Comprenderá:

A) Sistema de lectoras de acceso de personal y medidas de seguridad de alto estándar.

B) Seguridad contra incendios (detección y alarma) y de fugas de agua.

C) Sistema de Evacuación (luz de emergencia)

Los siguientes dispositivos deben estar ubicados convenientemente en los planos respectivos, según el objeto del proyecto:

- Central de Alarma
- Sensores de Temperatura
- Señal manual de alarma
- Alarmas audibles
- Luz de emergencia a baterías.
- Gabinetes contra incendios, mostrados en los planos de instalaciones sanitarias.

#### Escaleras de emergencia.

Merece nuestra atención, proponer nuevas escaleras de emergencia, ubicando uno al otro lado de cada pabellón, de tal manera que ante una eventualidad física, se logre evacuar al personal hacia las áreas verdes existentes adyacentes.

La razón fundamental, es que las escaleras de emergencia, deben construirse con materiales incombustibles, y su ancho mínimo es de 1.20 mts. En el mejor de los casos retirar las<sup>10</sup> existentes y proponer nuevas unidades.

## 5.10.- CUADRO DE AREAS

### REMODELACION Y PROYECTO NUEVO

AREA DEL TERRENO	25,374.76 M2
AREA DE CONSTRUCCION TECHADA	
1° PISO	4215.78 M2
2° PISO	1959.08 M2
AREA PATIOS	
PATIO DE REFLEJOS	1,198.20 M2
PATIO DE MAYOLICAS	636.84 M2
AREA DE TRATAMIENTO DE PISOS DE MADERA PINO (piso nuevo)	2,325.34 M2
AREA DE TRATAMIENTO DE TECHOS FINALES (rehabilitación y limpieza)	2,400 M2
TRATAMIENTO DE AREAS LIBRES POR SECTORES	20,025.70 M2
SECTOR 1	4,649.85 M2
SECTOR 2	7,149.00 M2
SECTOR 3	8,176.85 M2
REPARACION y/o PROPUESTA DE NUEVO CERCO PERIMETRICO	737.75 M. LINEALES
AREA POR DEMOLER Y FUTURA EDIFICACION	1,333.73 M2
REMODELACION DEL MIRADOR	556.71 M2
AREA DE TRATAMIENTO ESPECIAL	7,199 M2
AREA DE FUTURA EDIFICACION	8, 586.38 M2