



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



**ESTUDIO INTEGRAL  
DEL PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES DE  
LA CIUDAD DE HUARAL**

**Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo ante Desastres  
y Medidas de Mitigación de la ciudad de Huaral**



**INFORME FINAL**

**Noviembre 2011**

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES  
PROYECTO INDECI PNUD PER /02/051 00014426**

**GENERAL DE DIVISIÓN (R)  
ALFREDO E. MURGUEYTO ESPINOZA**  
JEFE DEL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA

**CORONEL ING. E.P. (R)  
EDGAR ORTEGA TORRES**  
SUB-JEFE DEL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA

**LIC. DARÍO CHIRINOS CÁCERES**  
DIRECTOR REGIONAL INDECI - COSTA CENTRO -LIMA

**PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES  
INDECI**

**ARQ. JENNY PARRA SMALL**  
COORDINADORA PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES

**ING. ALFREDO PEREZ GALLEN**  
ASESOR DEL PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES

**Municipalidad Provincial de Huaral**

**DR. VICTOR BAZÁN RODRIGUEZ**  
ALCALDE PROVINCIAL DE HUARAL

**ING. ALFREDO AGÜERO MÉNDEZ**  
COORDINADOR  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAL

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**INDECI**

**PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES**

**EQUIPO TÉCNICO**

Coordinadora Responsable del Estudio

Especialista en Planificación Urbana y Regional  
**Arq. GILDA URIBE URIBE**

Especialista en Geología  
**Ing. JOSÉ VÉLIZ BERNABÉ**

Especialista en Geotecnia  
**Ing. SAUL SALVATIERRA CERDA**

Especialista en Hidrología/Hidráulica  
**Ing. EFRAÍN NOA YARASCA**

Especialista en Medio Ambiente y Peligros Tecnológicos  
**Ing. GILBERTO RAMOS LÓPEZ**

Especialista en Sistemas de Información Geográfica  
**Ing. NOÉ ZAMORA TALAVERANO**

# INDICE

## I. CONSIDERACIONES GENERALES

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Marco Conceptual
- 1.3 Objetivos del Estudio
- 1.4 Ámbito territorial del Estudio
- 1.5 Horizontes de planeamiento
- 1.6 Lineamientos técnicos del Estudio
- 1.7 Metodología del Estudio

## II. CONTEXTO REGIÓN LIMA

### 2.1 ASPECTOS GENERALES

- 2.1.1 Localización
- 2.1.2 División Político Administrativa
- 2.1.3 Población
- 2.1.4 Principales Actividades Económicas

### 2.2 SISTEMA URBANO REGIONAL

### 2.3 ACCESIBILIDAD Y ARTICULACIÓN VIAL

## III. CONTEXTO URBANO

### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

### 3.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

### 3.3 CARACTERIZACIÓN URBANA

- 3.3.1 Tendencias de crecimiento poblacional
- 3.3.2 Principales actividades económicas
- 3.3.3 Usos del Suelo
- 3.3.4 Patrimonio Monumental
- 3.3.5 Abastecimiento de Agua Potable
- 3.3.6 Red de Alcantarillado
- 3.3.7 Energía Eléctrica
- 3.3.8 Infraestructura vial y de Transporte
- 3.3.9 Sistema de Telecomunicaciones
- 3.3.10 Medio Ambiente

## IV. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL

- 4.1 Drenaje de la Cuenca del río Chancay – Huaral
- 4.2 Orientación del estudio geológico
- 4.3 Litología de la Cuenca Chancay - Huaral
- 4.4 Geomorfología del entorno de la ciudad de Huaral
- 4.5 Geología y Geomorfología local
- 4.6 Aspectos estructurales en la Cuenca Chancay -Huaral
- 4.7 Sismicidad Regional
- 4.8 Aguas Subterráneas
- 4.9 Hidrología
- 4.10 Geotecnia
- 4.11 Impactos Antrópicos

## **V. EVALUACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS**

### 5.1 Evaluación de Peligros

#### 5.1.1 Definiciones y clasificación

#### 5.1.2 Problemática de la ciudad de Huaral

#### 5.1.3 Identificación de Peligros Naturales

#### 5.1.4 Identificación de Peligros Tecnológicos

### 5.2 Evaluación de Vulnerabilidad

### 5.3 Estimación de Riesgos

### 5.4 Identificación de Sectores Críticos

## **VI. PROPUESTA**

### 6.1 Propuesta General

### 6.2 Medidas de Mitigación de Desastres

### 6.3 Plan de Usos del Suelo ante Desastres

### 6.4 Pautas Técnicas

### 6.5 Proyectos de intervención

## **ANEXOS**

Anexo 1- Determinación de la Descarga Máxima

Anexo 2- Determinación de Caudales Máximos

Anexo 3- Perfiles Estratigráficos

Anexo 4- Fichas de Proyectos

Anexo 5- Resultados de Laboratorio Ciudad de Huaral

Anexo 6- Mapas

**INDICE DE CUADROS**

- Cuadro N° 01 LOCALIZACIÓN – REGIÓN LIMA
- Cuadro N° 02 REGIÓN NATURAL Y SUPERFICIE POR PROVINCIA – REGIÓN LIMA
- Cuadro N° 03 POBLACIÓN URBANA Y RURAL SEGÚN PROVINCIA- REGIÓN LIMA
- Cuadro N° 04 PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA Y RURAL -REGIÓN LIMA
- Cuadro N° 05 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL SEGÚN PROVINCIA
- Cuadro N° 06 CENTROS URBANOS SEGÚN PROVINCIA – REGIÓN LIMA
- Cuadro N° 07 RED VIAL SEGÚN SUPERFICIE DE RODADURA –REGIÓN LIMA
- Cuadro N° 08 POBLACIÓN URBANA Y RURAL SEGÚN DISTRITO – PROVINCIA HUARAL
- Cuadro N° 09 PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA Y RURAL SEGÚN DISTRITO PROVINCIA HUARAL
- Cuadro N° 10 CENTROS POBLADOS URBANOS - DISTRITO DE HUARAL
- Cuadro N° 11 POBLACIÓN URBANA DISTRITO HUARAL
- Cuadro N° 12 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIÓN URBANA- DISTRITO HUARAL
- Cuadro N° 13 URBANIZACIONES, ASENTAMIENTOS Y CENTROS POBLADOS CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 14 ACTIVIDADES ECONÓMICAS – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 15 USOS DEL SUELO – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 16 CONDICIÓN DE OCUPACIÓN – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 17 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 18 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 19 SERVICIO HIGIÉNICO EN LA VIVIENDA – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 20 TIPO DE VIVIENDA – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 21 ABASTECIMIENTO DE AGUA – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 22 ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA – CIUDAD DE HUARAL
- Cuadro N° 23 EMPRESAS DE MOTOTAXIS
- Cuadro N° 24 EMPRESAS DE TRANSPORTE DISTRITO HUARAL
- Cuadro N° 25 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS FUENTES DE SUBDUCCIÓN SUPERFICIALES Y DE LAS FUENTES CONTINENTALES
- Cuadro N° 26 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS FUENTES DE SUBDUCCIÓN INTERMEDIAS Y PROFUNDAS
- Cuadro N° 27 POZOS EXISTENTES
- Cuadro N° 28 TIPO DE POZOS
- Cuadro N° 29 DISTRIBUCIÓN DE POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO Y POR DISTRITO. VALLE RÍO CHANCAY-HUARAL

Cuadro N° 30 TIPO DE POZOS UTILIZADOS PARA USO DOMÉSTICO Y POR DISTRITO VALLE RÍO CHANCAY-HUARAL

Cuadro N° 31 RENDIMIENTO DE LOS POZOS UTILIZADOS, SEGÚN SU TIPO Y POR DISTRITO VALLE RÍO CHANCAY-HUARAL

Cuadro N° 32 EXPLOTACIÓN POR TIPO DE POZO - AÑO 1980

Cuadro N° 33 EXPLOTACIÓN POR USO- AÑO 1994

Cuadro N° 34 EXPLOTACIÓN POR USO- AÑO 1997

Cuadro N° 35 EXPLOTACIÓN POR USO- AÑO 2001

Cuadro N° 36 COMPARACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DEL ACUIFERO, EN EL VALLE CHANCAY-HUARAL

Cuadro N° 37 MORFOLOGIA DE LA NAPA FREÁTICA

Cuadro N° 37A PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA EXPERIMENTADO EN EL AÑO 1997

Cuadro N° 37B PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA EXPERIMENTADO EN EL AÑO 2001

Cuadro N° 38 PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA EXPERIMENTADO EN EL AÑO 2001

Cuadro N° 39 FLUCTUACION DEL NIVEL FREÁTICO EXPERIMENTADO ENTRE LOS AÑOS 1997 Y 2001

Cuadro N° 40 CLASIFICACION DEL AGUA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Cuadro N° 41 POTABILIDAD DE LAS AGUAS EN EL VALLE DE CHANCAY HUARAL-2001

Cuadro N° 42 REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

Cuadro N° 43 REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Cuadro N° 44 DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RÍO CHANCAY-HUARAL

Cuadro N° 45 DESCARGAS MÁXIMAS DEL RÍO CHANCAY –HUARAL

Cuadro N° 46. RECORD DE ENSOs DETERMINADOS POR INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS

Cuadro N° 47 RECORD de ENSOs, SEGÚN PREDES (1994)

Cuadro N° 48 RELACIÓN DE NIÑOS EXTRAORDINARIOS

Cuadro N° 49 PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO. ESTACIÓN DONOSO

Cuadro N° 50 CÁLCULO DE CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DEL ÁREA DE ESTUDIO (MÉTODO DE BELL)

Cuadro N° 51 DESCARGAS MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO. ESTACIÓN SANTO DOMINGO

Cuadro N° 52 CAUDALES MÁXIMOS DEL RÍO CHANCAY – HUARAL. SEGÚN EL MÉTODO REGIONAL

Cuadro N° 53 UBICACIÓN DE CALICATAS EXCAVADAS

Cuadro N° 54 PARÁMETROS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN “CALICATAS” EXCAVADAS OBTENIDOS CON ENSAYO DE LABORATORIO

Cuadro N° 55 VALORES PROMEDIO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y MÓDULO DE POISSON DE SUELOS TIPO EN ESTADO SECO

Cuadro N° 56 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD POR FALLA AL CORTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN CALICATAS (PRESIÓN ACTUANTE IGUAL A LA CAPACIDAD PORTANTE)

Cuadro N° 57 DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO INSTANTÁNEO EN UNA ZAPATA CUADRADA AISLADA CIMENTADA EN SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Cuadro N° 58 PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN CALICATAS EXCAVADAS EN LA CIUDAD DE HUARAL OBTENIDOS CON ENSAYO DE LABORATORIO

Cuadro N° 59 REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Cuadro N° 60 MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA

Cuadro N° 61 VARIABLES: DENSIDAD POBLACIONAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES

Cuadro N° 62 DENSIDAD POBLACIONAL POR SECTORES  
CIUDAD DE HUARAL

Cuadro N° 63 VARIABLES: SERVICIOS VITALES

Cuadro N° 64 VARIABLES: ACTIVIDADES ECONÓMICAS, LUGARES DE CONCENTRACIÓN PÚBLICA Y EDIFICACIONES DE INTERÉS ARQUITECTÓNICO

Cuadro N° 65 RUBROS COMERCIALES SUSCEPTIBLES A PELIGROSIDAD ANTRÓPICA DE LA CIUDAD DE HUARAL

Cuadro N° 66 NIVELES DE RIESGO POR SECTOR URBANO

Cuadro N° 67 SECTORES CRÍTICOS

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura N°1 FUENTES SISMOGÉNICAS SUPERFICIALES

Figura N° 2 FUENTES SISMOGÉNICAS INTERMEDIAS Y PROFUNDAS

Figura N° 3 ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ

Figura N° 4 CURVAS DE INTENSIDADES MÁXIMAS

Figura N° 5 PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE 24 HORAS. ESTACIÓN DONOSO

Figura N° 6 DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RÍO CHANCAY-HUARAL. ESTACIÓN SANTO DOMINGO

Figura N° 7 DESCARGAS MÁXIMAS DIARIAS DEL RÍO CHANCAY-HUARAL. ESTACIÓN SANTO DOMINGO

Figura N° 8 INTERVALOS DE LOS FENÓMENOS EL NIÑO EXTRAORDINARIOS

Figura N° 9 RELACIÓN EMPÍRICA ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR FRENTE A PAITA (5 S 86.5 O) Y LAS LLUVIAS EN PIURA

Figura N° 10 PRECIPITACIONES MÁXIMAS vs PERÍODOS DE RETORNO. ESTACIÓN DONOSO

Figura N° 11 AJUSTE DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD A LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN LA ESTACIÓN DONOSO

Figura N° 12 CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN- FRECUENCIA DEL ÁREA DE ESTUDIO (MÉTODO DE BELL)

Figura N° 13 DESCARGAS MÁXIMAS vs PERÍODOS DE RETORNO. ESTACIÓN SANTO DOMINGO

Figura N° 14 AJUSTE DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD A LA DESCARGA MÁXIMA EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO

**INDICE DE MAPAS**

<b>N°</b>	<b>MAPAS</b>
1	MAPA ÁMBITO DE ESTUDIO
2	MAPA SATELITAL DE LA CIUDAD DE HUARAL
3	MAPA SISTEMA URBANO REGIONAL
4	MAPA SISTEMA VIAL REGIONAL
5	MAPA DE EVOLUCIÓN URBANA
6	MAPA DE TENDENCIAS DE EXPANSIÓN URBANA
7	MAPA DE BARRIOS, URBANIZACIONES Y ASENTAMIENTOS HUMANOS
8	MAPA DE SECTORIZACIÓN
9	MAPA DE USOS DEL SUELO
10	MAPA DE EQUIPAMIENTO URBANO
11	MAPA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
12	MAPA DE ALCANTARILLADO
13	MAPA DE RED ELÉCTRICA
14	MAPA DE ACCESIBILIDAD, INFRAESTRUCTURA Y CIRCULACIÓN VIAL
15	MAPA ECOLÓGICO REGIONAL
16	MAPA GEOLÓGICO REGIONAL
17	MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL Y DE PELIGROS EN LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY - HUARAL
18	MAPA DE HIDROGRAFÍA REGIONAL
19	MAPA GEOMORFOLÓGICO REGIONAL
20	MAPA LITOLÓGICO LOCAL
21	MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL
22	MAPA DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO
23	MAPA FAJA MARGINAL RÍO CHANCAY
24	MAPA HIDROGRÁFICO
25	MAPA UBICACIÓN DE CALICATAS
26	MAPA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS
27	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE

N°	MAPAS
28	MAPA DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA
29	MAPA DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE
30	MAPA DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO
31	MAPA DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA
32	MAPA DE EPIDEMIAS, PLAGAS Y EPIZOOTIAS
33	MAPA DE DERRAME DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS
34	MAPA DE INCENDIOS, INFLAMABILIDAD Y EXPLOSIONES
35	MAPA EXTRAURBANO
36	MAPA DE PELIGROS GEOÓGICOS EN EL ENTORNO URBANO
37	MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS
38	MAPA DE PELIGROS CLIMÁTICOS
39	MAPA DE PELIGROS GEOTÉCNICOS
40	MAPA DE PELIGROS NATURALES SÍNTESIS
41	MAPA DE PELIGROS TECNOLÓGICOS SÍNTESIS
42	MAPA DE DENSIDAD URBANA
43	MAPA DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
44	MAPA DE ALTURA DE EDIFICACIONES
45	MAPA DE ESTADO DE CONSERVACIÓN
46	MAPA DE LÍNEAS Y SERVICIOS VITALES
47	MAPA DE LUGARES DE CONCENTRACIÓN PÚBLICA
48	MAPA DE VULNERABILIDAD
49	MAPA DE ESCENARIOS DE PELIGROS NATURALES
50	MAPA DE RIESGOS
51	MAPA DE SECTORES CRÍTICOS DE RIESGO
52	MAPA DE RUTAS DE EVACUACIÓN
53	MAPA DE PROTECCIÓN ECOLÓGICA ANTE CAMBIO CLIMÁTICO
54	MAPA DE PLAN DE USOS DE SUELO ANTE DESASTRES
55	MAPA DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y CLIMÁTICOS
56	MAPA DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE PELIGROS GEOTÉCNICOS
57	MAPA DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE PELIGROS TECNOLÓGICOS

## **I. CONSIDERACIONES GENERALES**

## 1. ANTECEDENTES

El Programa Ciudades Sostenibles - PCS, del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, en el marco del Proyecto INDECI-PNUD viene desarrollando Estudios en ciudades y centros poblados del país que sufren los efectos de diversos eventos naturales y tecnológicos que ponen en riesgo la vida y patrimonio de su población, contribuyendo al desarrollo sostenible de estos centros urbanos e incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres - GRD en la planificación del desarrollo local.

Considerando la importancia de las ciudades que conforman el Norte de la Región Lima, entre ellas la ciudad de Huaral y su respectivo entorno urbano, ubicada en la Provincia de Huaral, en la Región Lima se plantea el Estudio Integral Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo ante Desastres, Fichas de Proyectos, Pautas Técnicas y Medidas de Mitigación. La finalidad de este estudio es:

- Orientar el crecimiento y desarrollo de la ciudad de Huaral y su entorno urbano sobre las zonas que presentan las mejores condiciones de seguridad física.
- Preservar sus entornos naturales y patrimonios culturales de los efectos de peligros de origen natural y tecnológico.
- Establecer los proyectos de intervención, pautas técnicas y medidas de mitigación necesarios.

El Instituto Nacional de Defensa Civil, a través del Proyecto PER/02/051 Ciudades Sostenibles, ha suscrito el Convenio de Cooperación Interinstitucional con la Municipalidad Provincial de Huaral, para la formulación conjunta del “Estudio Integral del Programa Ciudades Sostenibles de la ciudad de Huaral”.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

El crecimiento urbano acelerado de las principales ciudades en las últimas décadas, y el incremento de su población, son dos de los procesos significativos que afectan a la ciudad y representan un considerable impacto sobre el ambiente y riesgo para la seguridad física de las personas, ya que diversos factores inciden en procesos de ocupación de áreas susceptibles al impacto de los peligros naturales o antrópicos.

Las ciudades se van convirtiendo así en entes complejos, cambiantes y que producen efectos medioambientales; por lo que planificar una ciudad sostenible requiere la más amplia comprensión de las relaciones entre ciudadanos, servicios, transporte, el ambiente y su impacto total sobre el entorno inmediato. Para que las ciudades generen una auténtica sostenibilidad, todos estos factores deben entrelazarse principalmente la planificación del desarrollo urbano sostenible y la prevención de desastres.

La planificación del desarrollo urbano sostenible es la disciplina cuyo propósito es la previsión, orientación y promoción del acondicionamiento físico ambiental, de la distribución equitativa de

los beneficios, cargas o externalidades que se deriven del uso del suelo, de la seguridad física y del desarrollo urbano sostenible de los centros urbanos o ciudades; de crecimiento urbano competitivo, con equidad social y sustentabilidad ambiental.

### **3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **OBJETIVO GENERAL**

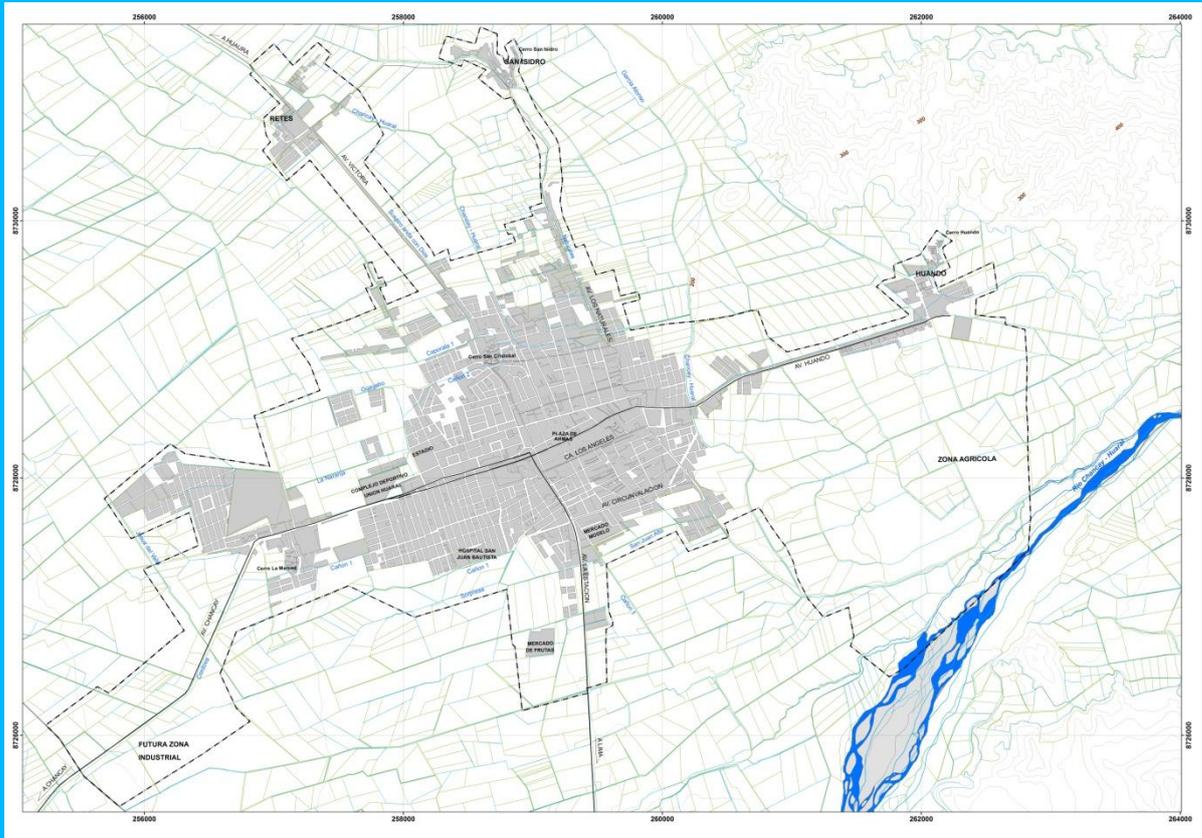
Elaborar el Mapa de Peligros, el Plan de Usos del Suelo ante Desastres y Medidas de Mitigación de la ciudad de Huánuco, en base a la identificación, clasificación y evaluación de amenazas o peligros naturales a los que se encuentra expuesta el área urbana, las zonas que crecen de manera espontánea y las zonas de expansión urbana futura; y promover una cultura de prevención de desastres donde las autoridades, los profesionales, los medios de comunicación y la población impulsen el desarrollo sostenible de la ciudad.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las áreas de la ciudad Huaral y su respectivo entorno urbano, incluyendo las zonas de probable expansión urbana, que se encuentran amenazadas por fenómenos naturales y tecnológicos, identificando, clasificando y evaluando los peligros que pueden ocurrir en ellas, teniendo en consideración la infraestructura física construida a la fecha. Identificar las áreas más aptas para la expansión y densificación de la ciudad y su entorno urbano comprendido en el Estudio, desde el punto de vista de la seguridad física del asentamiento y de la preparación ante desastres.
- Identificar sectores críticos de las diferentes áreas de la ciudad.
- Promover y orientar la racional ocupación del suelo urbano y de las áreas de expansión considerando la seguridad física del asentamiento, el rol de la ciudad en la región y la problemática de los procesos de urbanización de su respectivo entorno urbano.
- Identificar Proyectos de Intervención, Pautas Técnicas y Medidas de Mitigación ante los peligros naturales y tecnológicos, con énfasis en la Preparación, Respuesta y Rehabilitación, estructurados de manera tal que formen parte de una propuesta de políticas y acciones relacionadas a la Gestión del Riesgo de Desastres, que la Municipalidad Provincial de Huaral, el Gobierno Regional de Lima y otras instituciones vinculadas al desarrollo urbano de la precitada ciudad deban implementarse.
- Incorporar criterios de seguridad física de la ciudad en su respectivo Plan de Desarrollo Urbano y Plan Urbano Distrital.

### **4. ÁMBITO TERRITORIAL DEL ESTUDIO**

El ámbito territorial de estudio comprende la superficie ocupada por la Ciudad de Huaral y su entorno urbano que podría ser susceptible de expansión urbana de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano 2009 – 2019.



Hacia el Norte se incluye el área ocupada por Retes y el Centro Poblado San Isidro donde se localizan dos cementerios. Hacia el Sur el límite es el Mercado de Frutas y el Asentamiento Humano Huarangal. Hacia el Este el ámbito de estudio abarca el Centro Poblado Huando. Hacia el Oeste se ubica el área con zonificación industrial, de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaral 2009-2019 (ver Mapas N° 1 y 2).

Para el caso del estudio de los peligros naturales se ha extendido la investigación a toda la cuenca del río Chancay-Huaral, habida cuenta que siendo el curso del río Chancay el colector y conductor de las aguas, éste pasa muy cerca a la ciudad de Huaral.

## 5. HORIZONTES DE PLANEAMIENTO

Para efectos del presente estudio el alcance temporal de las referencias estará definido por los siguientes horizontes de planeamiento:

Corto Plazo	:	2012 – 2013 (2 años)
Mediano Plazo	:	2014 – 2016 (3 años)
Largo Plazo	:	2017 – 2021 (5 años)

## 6. LINEAMIENTOS TECNICOS DEL ESTUDIO

El estudio toma en cuenta los siguientes lineamientos y aportes:

- Planes de Desarrollo Provincial y Distrital, proyectos y estudios de la Municipalidad Provincial de Huaral.

- Plan de Desarrollo Regional Concertado.
- Las políticas, estudios y proyectos de la Dirección Regional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento,
- Los aportes e iniciativas de los actores económicos y sociales, así como de la comunidad de Huaral.

El Plan de Desarrollo Regional Concertado de Lima provincias tiene dos Objetivos Estratégicos relacionados a la temática de prevención de desastres:

OBJETIVO 3 (Eje Desarrollo Humano): “Contribuir al fortalecimiento de las acciones de la seguridad ciudadana y la superación de los efectos negativos producidos en la población, por los fenómenos naturales, contribuyendo a generar una cultura de prevención.”

OBJETIVO 21 (Eje Medio Ambiente y Recursos Naturales): “Fortalecer las acciones de defensa civil y de prevención de desastres naturales en las zonas de mayor riesgo, promoviendo su articulación desde los gobiernos locales, hacia lo regional y nacional.”

Asimismo, se plantean líneas de acción en 4 Ejes Estratégicos, uno de los cuales es el Eje Medio Ambiente y Recursos Naturales, que considera las siguientes líneas de acción relacionadas al tema de prevención de desastres y medio ambiente:

- Apoyar y fomentar el establecimiento de programas de reciclaje de basura a nivel doméstico e industrial, en coordinación con los Gobiernos Locales.
- Promover la elaboración de programas de prevención, recuperación y reducción de impactos ambientales negativos generados por las actividades económicas.
- Fortalecer el sistema regional de prevención y atención de desastres.

Algunas de las líneas de inversión en este Eje son:

- Desarrollar Programas de forestación y reforestación de cuencas
- Construcción e implementación de centros de tratamiento de residuos sólidos.
- Implementación de programas de manejo de áreas protegidas.
- Equipamiento de las compañías de bomberos.
- Ejecución de proyectos para la adecuación del modo de vida por cambio climático de las familias de las comunidades alto andinas.

## 7. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

### PRIMERA FASE: ACTIVIDADES PRELIMINARES

En la primera fase del Estudio se ha levantado la información existente del contexto regional y urbano, así como información secundaria, como son los diversos estudios realizados. Se han

revisado estudios que explican el comportamiento de las aguas subterráneas y su potencial explotable en el Valle del río Chancay – Huaral.

Se ha realizado trabajo de campo para la verificación y contrastación de información encontrada en los diversos estudios realizados por la Municipalidad, se ha realizado la labor de reconocimiento de áreas vulnerables, y se ha definido el ámbito de estudio.

Se ha levantado información para el conocimiento de las condiciones naturales de la cuenca del río Chancay-Huaral, con la identificación de los peligros naturales, llámese deslizamientos, derrumbes, inundaciones y cualquier remoción de masas de material, que por su evolución podrían llegar a afectar a la ciudad. También se ha recopilado y revisado información respecto a estudios de suelos realizados en el ámbito urbano, para definir la ubicación de calicatas y realizar el estudio correspondiente.

A efectos de realizar las investigaciones Geotécnicas para el Estudio: “Mapa de Peligros y Plan de Usos del Suelo y Mitigación de Desastres de La ciudad de Huaral” se ha programado la realización de las exploraciones del suelo subyacente de la ciudad mediante la apertura de calicatas.

La localización y toma de puntos en donde se van a llevar a cabo las exploraciones se ha determinado en base a criterios geológicos, topográficos y particularidades de aspecto geotécnico de la zona de estudio. Con las investigaciones del suelo en toda el área denominada como “ámbito de urbano” de la ciudad de Huaral con fines de realizar el presente estudio, se pretende alcanzar los siguientes:

- a) Excavación de “calicatas” con una profundidad de 3.00 m. y dimensión en planta de 1.50 m. x 2.10 m.. El número total de “calicatas” es de 15; así como se indica en el MAPA de Ubicación de Calicatas.
- b) Determinación del perfil estratigráfico del suelo en cada “calicata” excavada
- c) Muestreo del suelo a la profundidad determinada y extracción de especímenes para el análisis físico y químico en laboratorio de un total de 15 muestras.

En relación a los alcances del estudio geológico se han realizado las siguientes acciones: revisión de la información cartográfica pertinente, disponible, trabajo de campo para levantamiento de información, elaboración de base cartográfica.

Se ha contado con información técnica proporcionada por algunas instituciones, como son:

- INGEMMET: Boletín N° 26 (1973): Geología de los cuadrángulos de Huaral, Huacho, Canta y Oyón. Boletín N° 43 (1992): Geología de los cuadrángulos de Chancay y Lima.

- Municipalidad Provincial de Huaral: Diagnóstico del “Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Huaral 2009 – 2019”, de octubre del 2,009; formulado en el marco del Convenio de Asistencia Técnica firmado entre la Municipalidad Provincial de Huaral y la Dirección Nacional de Urbanismo del Ministerio de Vivienda, como parte del Proyecto: “Fortalecimiento de capacidades en la elaboración de planes de gestión territorial y Medio Ambiente”.

## **SEGUNDA FASE: FORMULACION DEL DIAGNÓSTICO**

Corresponde al análisis central del estudio, y se va a desarrollar utilizando las técnicas del Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta fase comprende cuatro (04) componentes:

### **a) EVALUACIÓN DE PELIGROS (P)**

Tiene por finalidad identificar los peligros naturales que podrían tener impacto sobre el casco urbano y su área de expansión, comprendiendo dentro de este concepto a todos aquellos elementos del medio ambiente o entorno físico, perjudicial al hombre y causado por fuerzas ajenas a él.

En cada uno de estos mapas temáticos se delimitará las zonas de peligro en base a la sistematización de datos y en función al nivel estimado de impacto que pudiera causar el evento. En base a estos criterios se ha establecido la siguiente ponderación:

- Peligro bajo (1)
- Peligro medio (2)
- Peligro alto (3)
- Peligro muy alto (4)

### **b) EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD (V)**

Mediante esta evaluación se determina el grado de fortaleza o debilidad de cada sector de la ciudad, estimándose la afectación o pérdida que podría resultar ante la ocurrencia de un evento. Como resultado de esta evaluación se obtiene el Mapa de Vulnerabilidad de la ciudad, en el que se determinan las zonas de Muy Alta, Alta, Media y Baja Vulnerabilidad, según sean las características del sector urbano evaluado.

### **c) ESTIMACIÓN DEL RIESGO (R)**

Corresponde a la evaluación conjunta de los peligros que amenazan la ciudad y la vulnerabilidad de sus diferentes sectores urbanos ante ellos. El análisis de Riesgo es un estimado de las probabilidades de pérdidas esperadas para un determinado evento natural o antrópico adverso. De esta manera se tiene que:

$$R = P \times V$$

La identificación de Sectores Críticos como resultado de la evaluación de riesgos, sirve para identificar y priorizar los proyectos y acciones concretas orientados a mitigar los efectos de los eventos negativos.

**d) SITUACIÓN FUTURA PROBABLE**

Se desarrolla en base a las condiciones peligro, vulnerabilidad y riesgo, vislumbrando un escenario de probable ocurrencia si no se actúa oportuna y adecuadamente.

**TERCERA FASE: FORMULACION DE LA PROPUESTA**

Consistirá en la formulación de:

- El Plan de Usos de Suelo
- Las medidas de mitigación
- La elaboración de fichas de proyectos
- La estrategia para su incorporación en los planes de desarrollo.

Los lineamientos para la elaboración de la propuesta tienen en consideración la evaluación de peligros, vulnerabilidad y riesgos efectuada.

## **II. CONTEXTO REGION LIMA**

## 2.1 ASPECTOS GENERALES

### 2.1.1 LOCALIZACIÓN

La Región Lima se localiza en la parte central y occidental del territorio peruano, sus límites son: por el Norte con el departamento de Ancash, por el Noreste con el departamento de Huánuco, por el Este con los departamentos de Pasco y Junín, por el Sureste con el departamento de Huancavelica, por el Sur con el departamento de Ica y por el Oeste con la provincia de Lima y el Océano Pacífico. Ver Mapa N° 01

Cuadro N° 01 LOCALIZACIÓN – REGIÓN LIMA

COORDENADAS UTM	ZONA NORTE (mts.)	ZONA SUR ESTE (mts.)	ZONA SUR (mts.)	ZONA NOR OESTE (mts.)
NORTE	8,864,241	8,587,579	8,526,684	8,825,429
ESTE	291,350	444,875	365,205	184.14

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado 2008-2021 Región Lima

### 2.1.2 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA

La Región Lima comprende 9 provincias del departamento de Lima, sin incluir la provincia del mismo nombre que se constituye como Régimen Especial. La ciudad de Huaral se ubica en la provincia de Huaral, es capital del distrito del mismo nombre.

Cuadro N° 02 REGIÓN NATURAL Y SUPERFICIE POR PROVINCIA – REGIÓN LIMA

PROVINCIA	REGIÓN NATURAL	SUPERFICIE	
		km2	%
BARRANCA	COSTA	1,355.87	4.22
CAJATAMBO	SIERRA	1,515.21	4.72
CANTA	SIERRA	1,687.27	5.25
CAÑETE	COSTA-SIERRA	4,574.91	14.24
HUARAL	COSTA-SIERRA	3,655.70	11.38
HUAROCHIRÍ	SIERRA	5,657.93	17.61
HUAURA	COSTA-SIERRA	4,891.92	15.23
OYÓN	SIERRA	1,886.05	5.87
YAUYOS	SIERRA	6,901.58	21.48
<b>TOTAL REGIÓN LIMA</b>		<b>32,126.44</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado 2008-2021 Región Lima

La Provincia de Huaral está conformada por 12 distritos: Huaral, Atavillos Alto, Atavillos Bajo, Aucallama, Chancay, Ihuari, Lampian, Pacaraos, San Miguel de Acos, Santa Cruz de Andamarca, Sumbilca, Veintisiete de Noviembre.

### 2.1.2 POBLACIÓN

La mayor cantidad de población a nivel provincial se encuentra en las provincias de Cañete (200,662 habitantes), Huaura (197,384 habitantes) y Huaral (164,660 habitantes).

Cuadro N° 03 POBLACIÓN URBANA Y RURAL SEGÚN PROVINCIA- REGIÓN LIMA

N°	PROVINCIA	URBANO	RURAL	TOTAL
1	BARRANCA	114,260	19,644	133,904
2	CAJATAMBO	5,049	3,309	8,358
3	CANTA	6,454	7,059	13,513
4	CAÑETE	168,584	32,078	200,662
5	HUARAL	136,487	28,173	164,660
6	HUAROCHIRI	49,334	23,511	72,845
7	HUAURA	170,562	26,822	197,384
8	OYON	13,308	7,334	20,642
9	YAUYOS	15,727	11,774	27,501
	<b>TOTAL REGIÓN LIMA</b>	<b>679,765</b>	<b>159,704</b>	<b>839,469</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Asimismo, las provincias con mayor porcentaje de población urbana son Huaura (86.41%), Barranca (85.33 %), Cañete (84.01 %) y Huaral (82.89 %), con un porcentaje mayor al promedio de la región.

Cuadro N° 04 PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA Y RURAL -REGIÓN LIMA

N°	PROVINCIA	URBANO	RURAL	TOTAL
1	BARRANCA	85.33	14.67	100.00
2	CAJATAMBO	60.41	39.59	100.00
3	CANTA	47.76	52.24	100.00
4	CAÑETE	84.01	15.99	100.00
5	HUARAL	82.89	17.11	100.00
6	HUAROCHIRI	67.72	32.28	100.00
7	HUAURA	86.41	13.59	100.00
8	OYON	64.47	35.53	100.00
9	YAUYOS	57.19	42.81	100.00
	<b>TOTAL REGIÓN LIMA</b>	<b>80.98</b>	<b>19.02</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

En el período 1972-1981 se observa una tasa de crecimiento poblacional superior al promedio provincial, con 2.5% y 2.6% en las provincias de Barranca y Cañete respectivamente, sin embargo, éstas van decreciendo en los siguientes períodos.

En el caso de Huaral, se observa que la tasa de crecimiento poblacional crece en el período 1981-1993 hasta 2.2% y decrece a 1.9% (1993-2007), observándose que en este último período (1993-2007) constituye una de las mayores tasas en la región, conjuntamente con Cañete (2%).

Cuadro N° 05 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL SEGÚN PROVINCIA

PROVINCIA	1972 - 1981	1981 - 1993	1993 - 2007
BARRANCA	2.5	0.7	1.2
CAJATAMBO	-0.9	-1.4	-0.9
CANTA	-1.3	-0.9	1.5
CAÑETE	2.6	2.1	2.0
HUARAL	1.4	2.2	1.9
HUAROCHIRÍ	1.5	-0.1	1.5
HUAURA	1.4	2.0	1.4
OYÓN	0.1	0.0	1.3
YAUYOS	-1.3	-1.3	-0.1
<b>REGIÓN LIMA</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>1.5</b>

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado 2008-2021 Región Lima

#### 2.1.4 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo al Plan de Desarrollo Concertado 2008-2021 de la Región Lima la actividad económica que predomina en la región es la actividad agropecuaria. Esta tiene mayor desarrollo, incluso agroindustrial en la zona de costa, mientras que en la zona de sierra tiene bajos niveles de producción y de productividad. Entre los principales cultivos destaca la caña de azúcar, la fresa y frutilla, el pallar grano verde, el manzano, el frijol vainita, la mandarina y el camote que participan en más de 75% de la producción nacional.

El sector pesquero se ubica en el eje costero norte de la región. Cuenta con recursos mineros, pero no representa una actividad significativa respecto al resto del país. La actividad industrial se localiza en la franja costera, aunque su participación en el PBI es reducida debido a su bajo desarrollo y tecnificación.

Respecto al sector agropecuario, se menciona que un factor limitante es la insuficiente infraestructura de riego, y respecto a la infraestructura existente no tiene adecuado mantenimiento, carece de revestimiento y una buena proporción está conformada por acequias o canales de poca capacidad. Cabe destacar, que en el documento citado se menciona que los recursos hídricos que se utilizan en el riego están expuestos a contaminación por los relaves mineros y desagües urbanos e industriales, que se vierten en los ríos sin ningún tratamiento.

En relación al turismo, la región cuenta con recursos turísticos importantes en las provincias de Cañete (canotaje, rappel - que es un sistema de descenso por cuerda utilizado en superficies verticales- , en Lunahuaná), Huarochirí (bosque de piedras de Marcahuasi), Huaral (restos arqueológicos de Rupac. Además en la provincia de Huaral se tiene lo siguiente:

- Ciudadela de Rupac. Ubicado a 56 km, al este de Huaral
- Ciudadela de Chiprak. Ubicado en la Comunidad de San Juan- Atavillos Bajos
- Resto arqueológico de Anay. A 5 horas del pueblo de Pallac –Atavillos Bajos
- Castillo de Chancay. A la altura del km. 82 de la Carretera Panamericana Norte

- Baños termales de Collpa. A 80 km de la ciudad de Huaral
- Ciudad Ecológica Eco Truly Park. Altura km 63 de la Carretera Panamericana Norte

## 2.2 SISTEMA URBANO REGIONAL

En la región Lima se tienen 22 centros urbanos con categoría de ciudad<sup>1</sup>, los cuales se encuentran en 6 de las 9 provincias que conforman la región, las tres provincias restantes (Cajatambo, Yauyos y Canta) tienen centros poblados de menor tamaño. Ver Mapa N° 3.

Considerando el tamaño poblacional de los centros urbanos en la Región Lima, tenemos que Huaral es el centro urbano de mayor tamaño (70,862 habitantes), en segundo lugar Huacho con 53,998 habitantes, seguido por Barranca con 53,964 habitantes. Sin embargo, por su cercanía Cañete e Imperial conforman un área urbana que llega a 53,597 habitantes.

Cuadro N° 06 CENTROS URBANOS SEGÚN PROVINCIA – REGIÓN LIMA

	DISTRITO	CENTRO POBLADO URBANO	POBLACIÓN
<b>PROVINCIA DE HUARAL</b>			
1	HUARAL	HUARAL	70,862
2	CHANCAY	CHANCAY	32,312
3	CHANCAY	PAMPA LIBRE	5,776
<b>PROVINCIA DE HUAURA</b>			
4	HUACHO	HUACHO	53,998
5	HUALMAY	HUALMAY	26,780
6	SANTA MARÍA	CRUZ BLANCA	25,194
7	HUAURA	HUAURA	21,685
8	CALETA DE CARQUIN	CALETA DE CARQUIN	5,985
9	VEGUETA	MEDIO MUNDO	5,801
<b>PROVINCIA DE BARRANCA</b>			
10	BARRANCA	BARRANCA	53,964
11	PARAMONGA	PARAMONGA	21,018
12	PATIVILCA	PATIVILCA	11,398
13	SUPE	SUPE PUERTO	11,066
14	SUPE	SUPE	10,967
<b>PROVINCIA DE CAÑETE</b>			
15	IMPERIAL	IMPERIAL	26,867
16	SAN VICENTE DE CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	26,730
17	MALA	MALA	19,332
18	CHILCA	CHILCA	10,174
19	QUILMANA	QUILMANA	7,913
20	SAN LUIS	SAN LUIS	5,375
<b>PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ</b>			
21	SANTA EULALIA	SANTA EULALIA	7,937
<b>PROVINCIA DE OYON</b>			
22	OYON	OYON	7,706

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

<sup>1</sup> El Reglamento de la Ley de Demarcación y Organización Territorial Ley N° 27795 aprobado por Decreto Supremo N° 019-2003-PCM, indica en su artículo 9° la categoría de ciudad para los centros poblados que tienen 5,001 a 50,000 habitantes.

## 2.2 ACCESIBILIDAD Y ARTICULACIÓN VIAL

El acceso en la Región se da por vía terrestre, siendo la vía más importante la Carretera Panamericana que parte de Lima metropolitana hacia el Norte y Sur del país, y por tanto de la región Lima. Esto facilita la comunicación principalmente con la ciudad capital del país que es el principal centro de servicios y mercado para la producción a nivel nacional. Ver Mapa N° 4.

La integración longitudinal y transversal de la Región Lima se desarrolla por una red vial de 4,762.1 km, con las características siguientes:

Cuadro N° 07 RED VIAL SEGÚN SUPERFICIE DE RODADURA –REGIÓN LIMA

TIPO DE RED VIAL	TOTAL		COSTA		SIERRA	
	Km.	%	Km.	%	Km.	%
Carreteras asfaltadas	1,148.60	24.1	999.00	50.1	149.60	5.4
Carreteras afirmadas	527.20	11.1	89.30	4.5	437.90	15.8
Carreteras sin afirmar	311.10	6.5	164.80	8.3	146.30	5.3
Trochas carrozables	2,775.20	58.3	740.60	37.1	2,034.60	73.5
<b>TOTAL</b>	<b>4,762.10</b>	<b>100.0</b>	<b>1,993.70</b>	<b>100.0</b>	<b>2,768.40</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado 2008-2021 Región Lima

Como se observa las carreteras asfaltadas predominan en la costa, mientras que en la sierra se observa mayor presencia de trochas carrozables.

### **III. CONTEXTO URBANO**

### 3. CONTEXTO URBANO

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Huaral es una de las nueve provincias de la Región Lima, se ubica inmediatamente al norte de la ciudad capital; a la altura del Km. 56 de la carretera Panamericana Norte, por el Serpentín de Pasamayo, de donde parte un desvío de 5 Km. que lleva a la ciudad.

También hay un acceso que parte de la ciudad de Chancay (altura del Km. 83 de la Panamericana Norte), de 8 Km., por carretera asfaltada.

La ciudad y capital de Huaral se localiza a una altitud aproximada de 181 m.s.n.m.<sup>2</sup> y comprende el área urbana más importante del distrito.

La topografía de la ciudad es principalmente plana, y se ubica en el delta del valle del río Chancay.

#### 3.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CIUDAD DE HUARAL<sup>3</sup> (Mapa N° 5)

Huaral es fundado por los españoles el año 1551, con el nombre de San Juan Bautista de Huaral. El nombre proviene de un cacique poderoso del lugar llamado “guaral”.

Durante la segunda mitad del siglo XIX (1850) Huaral era un poblado con casas huerta diseminadas, sin orden ni trazo alguno, con pequeñas callejuelas.

En 1875 se funda el Ferrocarril de Palpa (distrito de Aucallama) a Chancay, que incide en el desarrollo comercial de Huaral, agilizándose la construcción de edificios públicos, y así el barrio la Huaquilla se convirtió en el principal barrio. Posteriormente, la guerra con Chile en 1879 dejó a Huaral en aspecto misérrimo por el saqueo.

##### 1890-1910

En este período se crea el distrito de Huaral independizándose de Chancay, y desaparece el distrito de Aucallama, que después es restaurado (en 1940).

El primer municipio lo tuvo Luis Colán, en 1893, y fue Don Helgueras, el que edificó el segundo nivel del local Municipal, en 1906; Don Luis Paulet creó las calles: Nueva, Av. Cahuas, Trazo de la Plaza de Armas y el proyecto de veredas y empedrado de la plaza.

##### 1911-1940

Durante este período la ciudad crece, se construyen tres grandes avenidas: el Solar, Unión y la Calle 28 (Julio Ulvio Lara -1912). Se reconstruye el edificio municipal y se trazan las vías paralelas a la calle Derecha (alcalde Ernesto Tovar). Se construye la plaza del mercado por Don Hermenegildo Lores (1932)

<sup>2</sup> Diagnóstico de la provincia de Huaral. Caritas 1998.

<sup>3</sup> Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaral 2009-2019. Páginas 69, 70, 71 y 72.

### 1976-1990

La creación de la provincia de Huaral se da el año 1976. A partir de 1980 la ciudad crece de manera desordenada, se aperturan 50 nuevas calles, se eliminan acequias y se construye el Hospital San Juan Bautista de Huaral. Durante el segundo período de Melchor Cárdenas Vásquez se promueve la construcción de plazas, campos deportivos, puentes, asfaltado de vías, veredas, nueva autopista Huaral-Chancay, colegio El Carmen, Alameda de los Héroes, entre otros.

La expansión de la ciudad de Huaral se desarrolla en tres direcciones, sobre la carretera a Chancay (El Milagro I y Milagro II, fueron expandiéndose por el proceso de invasiones). El secamiento de pozos de aguas residuales que se encontraban en la parte posterior de la Municipalidad de Huaral dio origen a asentamientos como San Martín, que se expandieron sobre todo durante el gobierno de Melchor Cárdenas Vásquez.

### 3.3 CARACTERIZACIÓN URBANA

La provincia de Huaral tiene 12 distritos, de los cuales Huaral concentra la mayor cantidad de población respecto a la población total de la provincia (54%), así como la mayor cantidad de población urbana (58%).

Cuadro N° 08 POBLACIÓN URBANA Y RURAL SEGÚN DISTRITO – PROVINCIA HUARAL

N°	DISTRITO	URBANA	RURAL	TOTAL
1	HUARAL	79,001	9,557	88,558
2	ATAVILLOS ALTO	801	175	976
3	ATAVILLOS BAJO	1,323	51	1,374
4	AUCALLAMA	5,892	10,303	16,195
5	CHANCAY	44,862	5,070	49,932
6	IHUARI	640	2,031	2,671
7	LAMPIAN	442	77	519
8	PACARAOS	717	30	747
9	SAN MIGUEL DE ACOS	507	247	754
10	SANTA CRUZ DE ANDAMARCA	1,039	180	1,219
11	SUMBILCA	762	409	1,171
12	VEINTISIETE DE NOVIEMBRE	501	43	544
<b>TOTAL PROVINCIA DE HUARAL</b>		<b>136,487</b>	<b>28,173</b>	<b>164,660</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

El distrito de Huaral, así como la mayoría de los distritos de la provincia tienen un alto porcentaje de población urbana, siendo el promedio provincial de 82.9%, tal como se aprecia en el cuadro a continuación.

Cuadro N° 09 PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA Y RURAL SEGÚN DISTRITO – PROVINCIA HUARAL

N°	DISTRITO	URBANA	RURAL	TOTAL
1	HUARAL	89.2	10.8	100.0
2	ATAVILLOS ALTO	82.1	17.9	100.0
3	ATAVILLOS BAJO	96.3	3.7	100.0
4	AUCALLAMA	36.4	63.6	100.0
5	CHANCAY	89.8	10.2	100.0
6	IHUARI	24.0	76.0	100.0
7	LAMPIAN	85.2	14.8	100.0
8	PACARAOS	96.0	4.0	100.0
9	SAN MIGUEL DE ACOS	67.2	32.8	100.0
10	SANTA CRUZ DE ANDAMARCA	85.2	14.8	100.0
11	SUMBILCA	65.1	34.9	100.0
12	VEINTISIETE DE NOVIEMBRE	92.1	7.9	100.0
<b>TOTAL PROVINCIA DE HUARAL</b>		<b>82.9</b>	<b>17.1</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

En el distrito de Huaral se localizan 10 centros urbanos, destacando por su tamaño la ciudad de Huaral que se ubica hacia la ribera oeste del río Chancay, y en su entorno se aprecia la localización de centros urbanos de menor tamaño que mantienen una relación permanente con fines comerciales y de atención de servicios con la ciudad.

Cuadro N° 10 CENTROS POBLADOS URBANOS - DISTRITO DE HUARAL

N°	CENTRO URBANO	POBLACIÓN URBANA
1	HUARAL	70,862
2	TUPAC AMARU	1,274
3	EL ANGEL MACATON	1,236
4	CENTENARIO HUACHO CHICO	1,128
5	SAN MARTIN DE PORRES	967
6	CONTIGO PERU	915
7	JECUAN	741
8	LA HUACA	687
9	LA FLORIDA	680
10	ESPERANZA CENTRAL	511
<b>TOTAL DISTRITO HUARAL</b>		<b>79,001</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

El ámbito de estudio comprende el centro urbano de Huaral. En el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaral 2008-2021 se han identificado cinco sectores urbanos:

#### Sector 01: Área Central

Predominan las edificaciones entre 3 y 4 pisos, observándose procesos de subdivisión como resultado de la demanda para uso comercial. Existen pasajes peatonales con una

sola vía de acceso y salida, esto es porque la ciudad se ha ido conformando a partir de huertos de la antigua ciudad, habiéndose ocupado progresivamente suelos de uso agrícola.

### **Sector 02: Urbanizaciones residenciales**

Las manzanas presentan un trazo regular, observándose espacios públicos y áreas verdes. El uso predominante es residencial, con presencia de equipamiento institucional (Poder Judicial, SUNARP, entre otros). Predominan las edificaciones de 1 y 2 pisos.

### **Sector 03: Área consolidada**

Es un sector que rodea el área central, está subdividido en dos sub sectores: 3 a, y 3 b, los que se ubican hacia el norte y hacia el sur del área central respectivamente. En este sector se observa poca presencia de áreas verdes.

Por su cercanía al área central se observa un uso de suelo mixto, con actividades comerciales en la parte delantera del lote, y uso de vivienda al interior. Existen edificaciones de 3 a 4 pisos, observándose pasajes angostos con una sola vía de ingreso y salida, de manera similar al área central de la ciudad.

### **Sector 04: Área periférica**

Este sector se localiza en la periferia del núcleo urbano, tiene un nivel de consolidación incipiente con lotes vacíos, observándose canales y acequias. Limita con el área agrícola y en este sector se plantea la expansión urbana.

### **Sector 05: Área periurbana**

Se localiza en las afueras del núcleo urbano, y corresponde a los centros poblados que se vinculan con la ciudad. El ámbito de estudio incluye parte del área periurbana: Retes, Los Naturales (San Isidro) y Huando, sin embargo, el Plan de Desarrollo Urbano 2008-2021 considera en el área periurbana, todos los centros poblados que se mencionan en el Cuadro N° 09. A continuación se describen los sub sectores que se incluyen en el ámbito del presente estudio<sup>4</sup>.

- **Sub sector 05 a: Retes**, zona residencial con bajo nivel de consolidación donde se localizan restaurantes campestres a los cuales acude la población, principalmente los fines de semana para degustar platos típicos del lugar.
- **Sub sector 05 b: Los Naturales**, también conocido como San Isidro, es una zona residencial con bajo nivel de consolidación asentada en un cerro de alta pendiente. En este sub sector se ubican dos cementerios que brindan servicio a la ciudad.

---

<sup>4</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaral 2008-2021

- **Sub sector 05 c: Huando**, es una zona urbana que se desarrolla donde existió una hacienda, parte de ésta se desarrolla en un cerro de alta pendiente.

Los demás sub sectores que no se incluyen en el ámbito del presente estudio, se localizan a mayor distancia de la ciudad, algunos en zonas de ladera, otros en zonas de quebrada.

### 3.3.1 TENDENCIAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (ver Mapa N° 6)

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2007 la población urbana de la ciudad de Huaral (ver Cuadro N° 09) era de 70,862 habitantes, contando con 18,022 viviendas y 17,594 hogares, por lo que no se estima déficit cuantitativo de viviendas.

A nivel de distrito, se observa que la población urbana tiene una tendencia de crecimiento ascendente.

Cuadro N° 11 POBLACIÓN URBANA DISTRITO HUARAL

AÑO CENSAL	POBLACIÓN URBANA
1981	35,701
1993	54,199
2007	79,001

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Cuadro N° 12 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIÓN URBANA- DISTRITO HUARAL

PERÍODO INTERCENSAL	TASA DE CRECIMIENTO
1981-1993	2.7
1993-2007	3.5

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Considerando la tasa de crecimiento distrital del último período intercensal 3.5 %, se calcula que al año 2021 la ciudad podría tener una población aproximada de 115,329 habitantes, es decir, 44,467 habitantes más. Considerando que el Plan de Desarrollo Urbano plantea áreas residenciales de media y baja densidad que van desde 300 a 1500 hab/Há., se puede estimar la ocupación de las áreas de Reserva Urbana señaladas en el Plan.

A continuación se presenta un cuadro con la relación de las urbanizaciones, asentamientos y centros poblados de la ciudad de Huaral (ver Mapa N° 7 y 8).

Cuadro N° 13 URBANIZACIONES, ASENTAMIENTOS Y CENTROS POBLADOS  
CIUDAD DE HUARAL

N°	NOMBRE	SECTOR
1	AH NUEVO PERÚ	1
2	LOT. EL LÚCUMO	1
3	BARRIO LA FLOR DE LA HUAQUILLA	1
4	LOT. MARÍA FERNANDA	2
5	LOT. LAS DELICIAS I	2
6	LOT. LAS DELICIAS II	2
7	LOT. ISMAEL COLÁN TINEO I	2
8	LOT. COLÁN ZAMUDIO	2
9	LOT. SOL DE HUARAL	2
10	LOT. LOS OLIVOS.	2
11	AH VILLA EL PARAÍSO	3
12	LOT. SAN BENITO	3
13	LOT. MARÍA ESTHER REY CAVERO	3
14	LOT. MONTESINOS	3
15	LOT. RÍOS	3
16	AH 2 DE DICIEMBRE	3
17	AH J.C. MARIÁTEGUI	3
18	CP LA HUAQUILLA	3
19	BARRIO LA HUAQUILLA	3
20	BARRIO LOS ANGELES	3
21	ASOC. DE PROP. VICTORIA ALTA	3
22	LOT. INDUSTRIAL	4
23	LOT. SANTA HILDA	4
24	LOT. SAN NICOLÁS	4
25	LOT. SANTA ELENA	4
26	CP EL AMAUTA, AH EL HUARANGAL	4
27	AH EL HUARANGAL	4
28	ANTIGUA LÍNEA DELTREN	5
29	ANTIGUA LÍNEA DEL TREN N° 2	5
30	LOT. MORALES	5
31	LOT. MAZU	5
32	ASOC. NISSEI	5
33	ASOC. DE PROP. VILLA VICTORIA (URB. VICTORIA BAJA)	5
34	ASOC. DE VIV. VICTORIA BAJA (URB. VICTORIA BAJA)	5
35	ASOC. DE VIV. VICTORIA BAJA CABECERA DEL ESTANQUE (URB. VICTORIA BAJA)	5
36	LOT. VICTORIA BAJA (URB. VICTORIA BAJA)	5
37	ASOC. PROG. SAN ANTONIO	5
38	CP VILLA MARÍA	5
39	AH MUNICIPAL N° 1	5
40	URB. LINO D.CAHUAS "A"	5

SIGUE...

N°	NOMBRE	SECTOR
41	CP CAHUAS	5
42	LOT. EL ESTANQUE	5
43	ASOC. VIV. BUENOS AIRES	5
44	MANZANA CAVERO	5
45	LOT. SANTIAGO KONG	5
46	ASOC. PROG. SAN JUAN I	5
47	ASOC. DE VIV. SAN JUAN II	5
48	URB. AUXILIOS MUTUOS	6
49	SAN MARTÍN DE PORRES	6
50	AH CORAZÓN JOSÉ OLAYA	6
51	ASOC. EL MILAGRO I	6
52	ASOC. VIV. AGRICOBANC	6
53	CP LANCHONQUIN 1A. ETAPA	6
54	AH JOSÉ OLAYA	6
55	CP LANCHONQUIN 2A ETAPA	6
56	CP LAS GRANADAS	6
57	CP SANTA ROSA	6
58	PJ CÉSAR VALLEJO	6
59	AH VIRGEN DE LA PUERTA	6
60	LOT. ANAYA	6
61	AH MICAELA BASTIDAS	7
62	ASOC. PRO VIV. MANUEL SEOANE	7
63	LOT. EL OLIVAR	7
64	LOT. CIUDAD DE LUZ	7
65	AGROPESA (EX HCDA ESQUIVEL)	7
66	AH ALEJANDRO DEL SOLAR-ESQUIVEL	7
67	CP CERRO LA MERCED	7
68	LOT. LAS CASUARINAS DE HUARAL	7
69	EX HCDA ESQUIVEL	7
70	AH LOS JARDINES 1A ETAPA	7
71	ESQUIVEL (SECTOR 23)	7
72	ASOC. VIV. SAN MARCOS	8
73	ASOC. VIV. ESQUIVEL	8
74	ZONA INDUSTRIAL	8
75	ASOC. VIV. EL TRÉBOL (1A Y 2A ETAPA)	8
76	LOT. MARÍA MAGDALENA	8
77	ASOC. VIV. EL TRÉBOL (3A. ETAPA)	8
78	CP SECCIÓN LA HUACA-ESQUIVEL	8
79	LOT. SAN VALENTÍN	9
80	ASOC. DE VIV. LOS JARDINES DE HUARAL	9

SIGUE...

N°	NOMBRE	SECTOR
81	LOT. LAS BEGONIAS II HUARAL	9
82	ASOC. VIV. EL NARANJAL	9
83	PAMPA LARA	9
84	AH SAN MARTÍN DE PORRES (SECTOR 11)	9
85	URB. LOS PORTALES DE SANTA ROSA	9
86	LOT. ISMAEL COLÁN TINEO II	10
87	CP ANGÉLICA MORALES	10
88	LOT. MARÍA ESPERANZA	10
89	LOT. LEONCIO MACHAGUA DELGADO	10
90	LOT. VILLA MADEL	10
91	CP SEÑOR DE LOS MILAGROS	10
92	CP LA AURORA	10
93	CP EL MILAGRO II ETAPA	10
94	URB. ALEJANDRO DELGADO PRESA	10
95	BELAUNDE	10
96	LOT. LAS VIÑAS DE SAN GABRIEL	10
97	URB. RESIDENCIAL HUARAL	10
98	URB. EL ROSARIO A	10
99	CP MARISCAL CÁCERES	11
100	URB. EL ROSARIO B	11
101	LOT. PIZARRO	11
102	AH TIERRA PROMETIDA	11
103	LOT. MORA	11
104	LOT. SAN GERÓNIMO	11
105	AH JORGE CHÁVEZ	11
106	AH LAS TRES PALMERAS	11
107	CP SANTA INÉS	11
108	LOT. LA CANDELARIA	11
109	CP BAUTISTA	11
110	CP CERRO SAN CRISTÓBAL	11
111	ASOC. VIV. CERRITO EL ESTANQUE	11
112	LOT. PABLO TORRES MORALES	11
113	LOT. BAUTISTA	11
114	CP VALCÁZAR	11
115	LOT. RÍOS QUINECHE	11
116	LOT. RÍOS	11
117	LOT. SAN CARLOS	11
118	LOT. LA CAPULLANA DE HUARAL II ETAPA	11
119	LOS NATURALES	11
120	LOT. LA CAPULLANA I ETAPA	11

SIGUE...

N°	NOMBRE	SECTOR
121	CP SANTA INÉS	12
122	LOT. LA CANDELARIA	12
123	CP BAUTISTA	12
124	CP CERRO SAN CRISTÓBAL	12
125	ASOC. VIV. CERRITO EL ESTANQUE	12
126	LOT. PABLO TORRES MORALES	12
127	LOT. BAUTISTA	12
128	CP VALCÁZAR	12
129	LOT. RÍOS QUINECHE	12
130	LOT. VALCÁZAR	12
131	LOT. SAN CARLOS	12
132	LOT. LA CAPULLANA DE HUARAL II ETAPA	12
133	LOS NATURALES	12
134	LOT. LA CAPULLANA I ETAPA	12
135	LOT. LOS PINOS	13
136	ASOC. VIV. LAS FLORES DE RETES	13
137	CP LA CAPORALA I	13
138	CP LA CAPORALA II	13
139	CP SAN MARTÍN DE RETES	14
140	LOT. LOS MOLINOS DE RETES I ETAPA	14
141	LOT. LOS MOLINOS DE RETES II ETAPA	14
142	LOT. LOS MOLINOS DE RETES III ETAPA	14
143	AH SAN ISIDRO	15
144	LOT. NARANJO	16
145	LOT. RAMÍREZ	16
146	LOT. JUAN CHAUCA MEDINA	17
147	LOT. PEDRO PAZ VALCÁZAR	17
148	CP JUSTINA ARIAS VDA. DE MATTA	17
149	LOT. APARICIO	17
150	LOT. SANTA MARÍA	17
151	LOT. LAS FLORES DE HUARAL	17
152	AH ANTONIO GRAÑA	18
153	LOT. SAN ISIDRO	18
154	LOT. VÍCTOR ZÁRATE	18
155	CP LOS PINOS	18

Fuente: Oficina de Catastro de la Municipalidad Provincial de Huaral.

Sectorización: Equipo INDECI

### 3.3.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Como se puede apreciar en los cuadros que se presentan a continuación, la mayor parte de la población en la ciudad de Huánuco se dedica a actividades del sector terciario, 39,863 personas que constituyen el 76.4% de la Población Económicamente Activa.

Cuadro N° 14 ACTIVIDADES ECONÓMICAS – CIUDAD DE HUARAL

ACTIVIDAD SEGÚN AGRUPACIÓN	PEA 6 años y más	%
Agri.ganadería, caza y silvicultura	4,745	16.1
Pesca	44	0.1
Explotación de minas y canteras	69	0.2
Industrias manufactureras	1,827	6.2
Suministro electricidad, gas y agua	96	0.3
Construcción	1,460	5.0
Venta,mant.y rep.veh.autom.y motoc.	774	2.6
Comercio por mayor	530	1.8
Comercio por menor	6,458	21.9
Hoteles y restaurantes	1,740	5.9
Transp.almac.y comunicaciones	3,666	12.4
Intermediación financiera	161	0.5
Activit.inmobil.,empres.y alquileres	1,611	5.5
Admin.pub.y defensa p.segur.soc.afil.	756	2.6
Enseñanza	2,060	7.0
Servicios sociales y de salud	504	1.7
Otras activi. serv.comun.,soc.y personales	1,456	4.9
Hogares privados y servicios domésticos	855	2.9
Organiz.y órganos extraterritoriales	5	0.0
Actividad económica no especificada	661	2.2
<b>Total</b>	<b>29,478</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

### 3.3.3 USOS DEL SUELO

La ciudad de Huaral crece a partir de un núcleo central donde se concentran las actividades comerciales y las instituciones que se ubican en la zona central de la ciudad. Predomina el uso residencial, y en el área central se observa la vivienda de uso mixto con actividades comerciales (Mapa N° 9).

Cuadro N° 15 USOS DEL SUELO – CIUDAD DE HUARAL

USOS	DESCRIPCION	AREAS	
		Has.	%
RESIDENCIAL	Vivienda	252.37	38.3
	Vivienda de uso Mixto	82.50	12.7
	<b>Subtotal Vivienda</b>	<b>334.37</b>	<b>50.83</b>
COMERCIAL	Comercio	<b>47.75</b>	<b>7.26</b>
EQUIPAMIENTO	Educación	26.41	4.01
	Salud	2.42	0.37
	Recreación	35.59	5.41
INDUSTRIAL	Industria	40.95	6.22
OTROS USOS	Equipamiento Complement.	22.57	<b>3.43</b>
	<b>Subtotal Equipamiento</b>	<b>149.77</b>	<b>26.70</b>
AREA URBANA TOTAL OCUPADA		<b>531.89</b>	<b>77.53</b>
AREA VACANTE		147.81	<b>22.47</b>
<b>A. TOTAL OCUPADA + A. VACANTE</b>		<b>657.89</b>	<b>70.7</b>
<b>AREA URBANA TOTAL</b>		<b>929.66</b>	<b>100</b>

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaral 2009-2019

**a) Uso residencial**

De acuerdo a los Censos Nacionales de Población y Vivienda del año 2007, en la ciudad de Huaral habrían un total de 18,022 viviendas, de las cuales son 16,383 viviendas ocupadas con personas presentes.

Cuadro N° 16 CONDICIÓN DE OCUPACIÓN – CIUDAD DE HUARAL

CONDICIÓN DE OCUPACIÓN	N° DE VIVIENDAS	%
Ocupada, con personas presentes	16,383	90.9
Ocupada, con personas ausentes	745	4.1
De uso ocasional	85	0.5
Desocupada, en Alquiler	107	0.6
Desocupada, en construcción ó reparación	213	1.2
Abandonada, cerrada	448	2.5
Otra causa	36	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>18,017</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

El material predominante en las paredes de las viviendas ocupadas con personas presentes, es de ladrillo y bloques de cemento (60.3%) y en segundo lugar (37.4%) adobe.

Cuadro N° 17 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES CIUDAD DE HUARAL

MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES	N° DE VIVIENDAS	%
Ladrillo o Bloque de cemento	9,872	60.3
Adobe o tapia	6,129	37.4
Madera	60	0.4
Quincha	52	0.3
Estera	192	1.2
Piedra con barro	16	0.1
Piedra o Sillar con cal o cemento	20	0.1
Otro	42	0.3
<b>TOTAL</b>	<b>16,383</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Como se observa en el cuadro a continuación, el piso es mayormente de cemento (62.3%), y cerca del 25% de tierra.

Cuadro N° 18 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS CIUDAD DE HUARAL

MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS PISOS	N° DE VIVIENDAS	%
Tierra	3,815	23.3
Cemento	10,208	62.3
Losetas, terrazos	2,029	12.4
Parquet o madera pulida	207	1.3
Madera, entablados	29	0.2
Laminas asfálticas	35	0.2
Otro	60	0.4
<b>TOTAL</b>	<b>16,383</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Existe un 71.6% de viviendas que tienen la red pública de desagüe, sin embargo el resto todavía utiliza pozos séptico, pozo ciego, e incluso la acequia o canal como servicio higiénico.

Cuadro N° 19 SERVICIO HIGIÉNICO EN LA VIVIENDA – CIUDAD DE HUARAL

SERVICIO HIGIÉNICO QUE TIENE LA VIVIENDA	N° DE VIVIENDAS	%
Red pública de desagüe dentro de la Vivienda	11,738	71.6
Red pública de desagüe fuera de la Vivienda	1,350	8.2
Pozo séptico	553	3.4
Pozo ciego o negro / letrina	1,027	6.3
Río, acequia o canal	821	5.0
No tiene	894	5.5
<b>TOTAL</b>	<b>16,383</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Asimismo, predomina la vivienda independiente (88.8%), en el cuadro se incluyen las viviendas desocupadas o de uso ocasional.

Cuadro N° 20 TIPO DE VIVIENDA – CIUDAD DE HUARAL

TIPO DE VIVIENDA	N° DE VIVIENDAS	%
Casa Independiente	15,991	88.8
Departamento en edificio	681	3.8
Vivienda en quinta	586	3.3
Casa en casa de vecindad	620	3.4
Vivienda improvisada	99	0.5
Local no destinado para hab..humana	37	0.2
Otro tipo particular	3	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>18,017</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

## b) Uso comercial

El uso comercial se presenta de manera intensa en los diversos mercados y mercadillos que se ubican en la ciudad. A pesar de su importancia, la municipalidad no realiza el control municipal que le corresponde en estos establecimientos.

- Mercado Municipal Carlos Mora Parra (García Alonso). Tiene aprox. 300 puestos que están sin utilizar. Funcionan las tiendas en la parte exterior.
- Mercado Modelo (1,600 puestos)
- Mercado Mazú (400 puestos aprox.)
- Mercado El Palmo (Mercado de frutas)
- Mercado Miyashiro (60 puestos aprox., la mayoría se encuentran en estado de abandono).
- La Cachina, ubicado al costado del Mercado Miyashiro (185 puestos aprox.)
- Mercadillo Ofertón (Av. Cahuas, cuadra 6), 30 puestos aprox.
- Mercado El Rosario cerca al Estadio “Unión Huaral” (220 puestos y tiendas exteriores aprox.). Del total de tiendas, hay aproximadamente 60 en proceso de construcción y sin uso alguno.
- Mercado de Hortalizas (160 puestos aprox.)
- Mercado de Aves (cerca al Mercado de Hortalizas), tiene 20 puestos.
- Mercado Plataforma (es un mercado de abastos antiguo y una ampliación posterior), tiene 115 puestos aprox.
- Mercado de Frutas (300 puestos aprox.)

También se observa la existencia de numerosas galerías comerciales en el área central de la ciudad, las cuales no tienen reglamentación y carecen de supervisión municipal.

**c) Uso industrial**

Se observa la existencia de uso de industria liviana (panaderías, carpintería de madera, metálica, otras) en diversas zonas de la ciudad. En los alrededores de la Av. Chancay existe actividad de uso industrial.

**d) Uso recreacional**

Además de la existencia de parques en la ciudad, se tiene el Estadio y el Complejo Deportivo Unión Huaral. También se cuenta con un Club Social de uso privado.

**d) Otros usos**

En la ciudad de Huaral existen diversas instituciones del sector público (municipalidad de Huaral, comisaría, iglesias) y privado (entidades bancarias, junta de usuarios); así como también equipamiento (Mapa N° 10) que brinda servicios a la ciudad, como son: 3 cementerios, terminales de transporte interprovincial, Camal, otros.

**3.34 Patrimonio Monumental**

En el Plan de Desarrollo Urbano se han identificado las siguientes edificaciones de valor arquitectónico a ser tomadas en cuenta: Mercado Monumental (conocido como Plataforma), Hacienda Retes, Casa Osaka, Sitio Arqueológico San Jacinto (templo en U), y la Hacienda Huando. Asimismo, mediante Ordenanza Municipal N° 009-2009-MPH publicada en El Peruano, el 03 de abril de 2009 se declara el Damero Histórico en el centro de la ciudad de Huaral.<sup>5</sup>

**3.3.5 Abastecimiento de Agua Potable (ver Mapa N° 11)**

El servicio de abastecimiento de agua potable en la ciudad está a cargo de EMAPA Huaral S.A. el agua se obtiene de dos fuentes: aguas superficiales del río Chancay, y aguas subterráneas que se obtienen de 3 pozos tubulares (en noviembre aproximadamente debe entrar en funcionamiento otro pozo, que se está terminando de construir)<sup>6</sup>.

El 75.4 % de las viviendas en la ciudad de Huaral cuentan con servicio de abastecimiento de agua potable a través de redes domiciliarias, el resto se abastece de agua de pozo, pilones y otros, como se observa en el cuadro a continuación.

<sup>5</sup> Fuente Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaral 2009-2019

<sup>6</sup> Entrevista al Gerente de EMAPA Huaral S.A. Ing. Fernando Vílchez.

Cuadro N° 21 ABASTECIMIENTO DE AGUA – CIUDAD DE HUARAL

TIPO DE ABASTECIMIENTO	N° DE VIVIENDAS	%
Red pública Dentro de la viv.(Agua potable)	12,349	75.4
Red Pública Fuera de la vivienda	1,303	8.0
Pilón de uso público	167	1.0
Camión-cisterna u otro similar	21	0.1
Pozo	1,940	11.8
Río,acequia,manantial o similar	39	0.2
Vecino	488	3.0
Otro	76	0.5
<b>TOTAL</b>	<b>16,383</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Para el almacenamiento de agua se cuenta con tres reservorios, el reservorio principal en la sede de las oficinas de EMAPA Huaral (en la Av. Huando), otro ubicado en Huando (presenta fugas de agua, y genera mayor esfuerzo a la bomba), y otro en el cerro San Cristóbal. Está en proyecto un tercer reservorio que se abastecería del pozo N° 3.

A continuación se describen los reservorios antes mencionados<sup>7</sup>:

- Reservorio principal. Tiene 190 m<sup>3</sup> situado en la sede central de la Empresa, es de forma cilíndrica, de tipo elevado con un fuste de 10m. y de concreto armado, presenta un funcionamiento hidráulico de cabecera, ubicado en una cota de terreno de 212 msnm tiene una antigüedad de 50 años aproximadamente, su estado de conservación es regular y no presenta filtraciones.
- Reservorio de 1900 m<sup>3</sup> situado en la Av. Huando Km 1.5, al costado del Estadio “Huando”, es de forma cilíndrica, apoyado de concreto armado, con una antigüedad de 30 años y está ubicado en la cota 226.75 msnm presenta un funcionamiento hidráulico de cabecera. Este reservorio recibe las aguas provenientes de la fuente subterránea, que son impulsadas desde las estaciones de bombeo N° 01, 02 (eventualmente), 03 y 04.
- Un reservorio de 30 m<sup>3</sup> situado en C.P. “San Cristóbal de Huaral”, es de forma cilíndrica, apoyado y de concreto armado con una antigüedad de 4 años y presenta un buen estado de conservación. Presenta una cota de terreno de 210 msnm.

La parte céntrica de la ciudad es abastecida con líneas de aducción que provienen unas directamente de la planta y otras que provienen del reservorio de 1900 m<sup>3</sup>. Parte de la población en las zonas del A.H. José Carlos Mariátegui, Villa el Paraíso, Urb. Victoria Alta y zonas colindantes, se abastecen de agua provenientes directamente del pozo N° 03.

<sup>7</sup> Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Huaral 2009-2019

### 3.3.6 Red de Alcantarillado (ver Mapa N° 12)

En la ciudad se presenta un serio problema respecto a la evacuación de las aguas servidas, ya que los dos emisores existentes descargan sin tratamiento alguno, a la zona agrícola en los alrededores de la ciudad.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano, estos emisores se ubican en la Av. Camino Viejo (12" de CSN con 250 ml), y en la Av. José Olaya (10" de CSN con 320 ml.) presentando un mal estado de conservación con una longitud de aproximadamente 3,300 m. (10"), 4,600 m. (8") y 1100 buzones con una profundidad promedio de 2.00m.

Las redes colectoras (tuberías de Ø 6", 8", 10", y 12") descargan a 3 colectores principales:

- Colector prolongación Av. Circunvalación de Ø 12"
- Colector Av. San Martín de Ø 16"
- Emisor final de Ø 18" (unión de ambos colectores)

El emisor final es una tubería de concreto reforzado con una longitud aproximada de 400 ml. que se proyectó para descargar a dos lagunas de estabilización en un área de 3.2 Hás, sin embargo, el área fue ocupada por el Asentamiento Humano San Martín de Porres, desapareciendo la infraestructura de diques que se construyeron. Actualmente, las aguas servidas descargan a un canal de regadío.

### 3.3.7 Energía Eléctrica (ver Mapa N° 13)

El servicio de abastecimiento de energía eléctrica en la ciudad de Huaral está a cargo de EDELNOR, proviene del sistema interconectado de la Central Hidroeléctrica del Mantaro. El 93.7% de las viviendas cuentan con este servicio.

Cuadro N° 22 ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA – CIUDAD DE HUARAL

SERVICIO DE ALUMBRADO ELÉCTRICO	N° DE VIVIENDAS	%
Si tiene alumbrado eléctrico	15,359	93.7
No tiene alumbrado eléctrico	1,024	6.3
<b>TOTAL DE VIVIENDAS</b>	<b>16,383</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

### 3.38 Infraestructura Vial y de Transportes

#### Sistema Vial (Mapa N° 14)

La mayor parte de las vías principales en la zona central de la ciudad se encuentran pavimentadas y en buen estado de conservación, excepto las vías locales de algunos sectores donde se han realizado trabajos de cambio de las tuberías de agua y desagüe. En el caso de los asentamientos periféricos predominan las vías afirmadas. Algunas vías se encuentran parcialmente ocupadas por ambulantes, principalmente alrededor de los mercados.

Las vías de mayor jerarquía son la Av. Chancay que vincula la ciudad de Huaral con la de Chancay, la Av. Estación que es la vía de ingreso principal a la ciudad desde la carretera Panamericana Sur, la Av. Victoria que conduce al poblado de Retes y la Av. Huando que relaciona el centro urbano de Huaral con la zona de Huando. Luego existen las vías colectoras que vinculan la ciudad de este a oeste y de norte a sur, como son la Av. Circunvalación Sur, Circunvalación Norte, Circunvalación Este, entre otras.

Las vías más transitadas son la Av. 2 de mayo, Av. El Solar, Av. Estación y Calle Derecha<sup>8</sup>.

#### El Transporte Público

La Municipalidad de Huaral cuenta con un Plan Regulador de Terminales Terrestres elaborado el año 2008, y complementado el año 2010. En este estudio se evidencian las características y debilidades del transporte público en la ciudad, así como las limitaciones del transporte interprovincial y el funcionamiento de terminales terrestres en el centro de la ciudad, disminuyendo la fluidez vehicular.

El uso predominante de mototaxis para el transporte público en la ciudad, satura las vías céntricas de la ciudad y genera ruido en exceso.

---

<sup>8</sup> Plan Regulador de Terminales Terrestres. 2010

Cuadro N° 23 EMPRESAS DE MOTOTAXIS

N°	ASOCIACION Y/O EMPRESA DE MOTOTAXIS
1	ASOC. DE MOTOTAXIS LOS TIGRES DE HUARAL (VERDE)
2	ASOC. DE MOTOTAXIS “EL MODELO”
3	EMP. TRANSP. SERV. MULT. FORJADORES DEL FUTURO S.A.C
4	ASOC. DE MOTORAXIS “MILAGRO I EXPRESS”
5	ASOC. DE MOTOTAXIS “LOS PELICANOS”
6	ASOC. DE TRICI-MOTOTAXIS BARRIO UNION OBRERO “LAS VIÑAS”
7	ASOC. DE MOTOTAXIS “SOMOS HUARAL 2002”
8	ASOC. DE TRANSP. SRV. MULT. EMPR. JOSE OLAYA DE HUARAL “ATSMEP”
9	ASOC. DE MOTOTAXIS SERVICIOS Y PRODUCCIONES “FENIX”
10	ASOC. DE MOTOTAXIS “EL RAPIDO”
11	ASOC. DE TRANSPORTISTAS LOS TIGRES (CELESTES)
12	ASOC. DE TRANSPORTITAS “EL VELOZ”
13	ASOC. DE MOTOTAXIS “TURISMO HUARAL”
14	ASOC. DE MOTOTAXIS LOS AMIGOS DE HUARAL
15	EMP. DE PROPIETARIOS TRANSP. Y SERV. MULT. NUEVO HUARAL
16	ASOC. EMPRESARIAL VIRGEN DEL CARMEN “ASEVIC”
17	ASOC. DE MOTOTAXIS NUEVO AMANECER
18	EMP. TRANSP. SERV. MULT. VIRGEN DEL PILAR
19	ASOC. DE MOTOTAXIS MERCADO MAYORISTA DE FRUTAS N°1
20	ASOC. DE MOTOTAXIS LOS MAGNIFICOS DE HUARAL
21	EMP. TRANSP. VEH. MENORES. GRUPO INVERSIONES HORIZONTE S.A.C.
22	ASOC. DE TRANSP. SERV. MULT. “EL CASMEÑO”
23	ASOC. DE MOTOTAXIS “SANTA INES”
24	ASOC. DE MOTOTAXIS “VIRGEN DE LA PUERTA”
25	ASOC. DE MOTOTAXIS “NUEVA ESPERANZA”
26	ASOC. DE MOTOTAXIS AMARILLOS “JOSE OLAYA”
27	EMP. TRANSP. TURISMO SERV. MULT. SPEEDY
28	ASOC. DE MOTOTAXIS MIGUEL GRAU
29	ASOC. DE MOTOTAXIS NUEVO HORIZONTE
30	ASOC. DE MOTOTAXIS SOMOS HUARALINOS
31	ASOC. DE MOTOTAXIS LOS NATURALES-MIGUEL GRAU
32	EMP. TRANSP. DE PASAJ. SERV. GNRAL SANTISIMA CRUZ DE MOTUPE
33	EMP. DE MOTOTAXIS SAN MIGUEL ARCANGEL
34	ASOCIACION DE TAXISTAS INDEPENDIENTES BUENOS AIRES
35	EMPRESA DE TRANSPORTISTAS LOS TORITOS DE HUARAL

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano 2009-2019

Cuadro N° 24 EMPRESAS DE TRANSPORTE DISTRITO HUARAL

TIPO DE SERVICIO	N° EMPRESAS	PORCENTAJE
URBANO	41	67.0%
INTER URBANO	18	29.0%
INTER PROVINCIAL	2	4.0%
TOTAL	<b>61</b>	<b>100.0%</b>

### 3.39 Sistema de Telecomunicaciones

La ciudad de Huaral cuenta con telefonía móvil y diversas estaciones de radiodifusión, cobertura de servicio de Internet.

### 3.40 Medio Ambiente

La Municipalidad de Huaral cuenta con el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos para la provincia de Huaral. PIGARS elaborado en Octubre 2010, con apoyo de dos instituciones: CooperAcción –Acción Solidaria para el Desarrollo y PWI. El estudio da cuenta volumen de residuos que se producen en la ciudad, se describe el servicio, las rutas, unidades con que cuenta, turnos del personal, entre otros.

Según el PIGARS para el servicio de recojo de basura la Municipalidad cuenta con 4 camiones con caja tipo compactadora (1 tiene actualmente 6 años de antigüedad y el resto 1 año). Además se menciona que 3 triciclos ayudan en la recolección de residuos almacenados en las papeleras.

A la fecha de elaborado el PIGARS se contaba con 18 trabajadores, entre choferes y ayudantes (9 nombrados y 9 contratados).

“En el modelo de gestión actual de los residuos sólidos no se cuenta con procesos formales de recuperación y tratamiento de residuos reaprovechables, sin embargo, del trabajo de campo, se constató que existen no menos de 15 centros de compra y venta de residuos sólidos en el casco urbano, la recuperación es informal y la mayoría de los recicladores operan en condiciones muy precarias, especialmente en la zona de mercado Modelo y en el Botadero. Los residuos recuperados principalmente son botellas PET y cartón: Asimismo, también se observó en el trabajo de campo, que se recogen residuos orgánicos como frutas y verduras, para la alimentación de animales.”<sup>9</sup>

La basura se deposita a cielo abierto en un botadero que se ubica a 20 km de la ciudad, en la zona denominada “Pampa de los Perros”.

### Contaminación Sonora: Ruido Urbano

Los ruidos urbanos son generados principalmente por el tránsito vehicular en las principales arterias de la ciudad, destacando el ruido por la presencia masiva de moto taxis, seguida por vehículos mayores como son automóviles y camiones. El mayor ruido es producido en las calles de mayor congestión vehicular (el centro de la ciudad, mercado mayorista de Huaral) por el uso desmedido de la bocina de los vehículos para llamar pasajeros; funcionamiento de vehículos con escape libre y/o

---

<sup>9</sup> PIGARS, página 76

motores en mal estado, o también vehículos con equipos de música a todo volumen que circulan por la ciudad.

La falta de un ordenamiento del tránsito da lugar a que algunas calles de la ciudad soporten una alta carga de tránsito vehicular, generando problemas de ruidos en la ciudad (Calle Cahuas, Calle Derecha, Av. Central, Jorge Chávez). También las actividades comerciales utilizan altavoces para despertar el interés del público en sus productos por tanto, también fuentes de ruido en la ciudad. (Mercado de Huaral, Mercado de Frutas, Calle Derecha, Calle Cahuas, Av. Central y Naturales).

Algunos centros de diversión como son discotecas y otros locales nocturnos también generan ruidos urbanos que perturban el estado de la población vecina a ellas, esto se observa sobre todo en el sector céntrico de la ciudad (Calle Derecha, Jorge Chávez, Morales Bermúdez etc.).

Otra fuente de alto ruido es el producido por las parrilladas y polladas, que muchas veces invaden la vía pública y generan alto ruido en el vecindario, generalmente los fines de semana, días feriados. De igual manera señalamos que la presencia de locales- talleres de mecánica y similares, también generan ruidos intensos perturbando el estado de la población vecina a dichos locales, existen 14 locales en la ciudad.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Fuente: Oficina de Licencias de la Municipalidad Provincial de Huaral.

## **IV. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL**

## **4. CARACTERIZACION GEOGRÁFICA AMBIENTAL**

### **4.1 DRENAJE DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY-HUARAL**

El mapa hidrológico de la cuenca del río Chancay nos muestra una configuración propia de todas las cuencas costeras del territorio peruano, las que teniendo sus nacientes en la línea de cumbre de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, se orientan en dirección al Océano Pacífico.

El río Chancay es el colector principal del drenaje de la cuenca, teniendo una dirección genérica Este-Oeste, con desembocadura en el Océano Pacífico; recibiendo, en su recorrido y por ambos márgenes, varias quebradas importantes, y estas, a su vez, reciben a quebradas menores, lo que dan un aspecto dendrítico al sistema de drenaje regional.

Ya en la planicie aluvial de su cono deyectivo, el río Chancay recorre solo como colector de aguas, las mismas que se tienen solo en estaciones de lluvias.

Para el caso de la ciudad de Huaral, el curso del río Chancay pasa por el lado sur a aproximadamente 1 Km de distancia.

### **4.2 ORIENTACION DEL ESTUDIO GEOLOGICO**

Como quiera que el propósito del estudio geológico es para el conocimiento de los peligros naturales que comprometen la seguridad física de la ciudad de Huaral, el mismo tiene que orientarse en la aplicación de la geología pura a una geología aplicada a la ingeniería.

Si por otra parte, muchos de los peligros naturales se localizan a distancia de los lugares afectados al convertirse estos peligros en eventos, se deduce que se hace necesario conocer las características naturales del entorno del lugar materia del estudio (en este caso la ciudad de Huaral).

Por estas razones, en el estudio de los peligros naturales para la ciudad de Huaral se ha considerado el ámbito territorial de toda la cuenca del río Chancay, habiendo elaborado los mapas temáticos litológicos y geomorfológicos respectivos, que se adjuntan al presente informe (Mapas N° 15, 16, 17, 18 y 19).

### **4.3 LITOLOGIA DE LA CUENCA CHANCAY-HUARAL (Mapa N° 20)**

#### **4.3.1 Rocas de basamento**

En razón de dichas características físico mecánicas, a las rocas de basamento existentes en la cuenca Chancay-Huaral se les ha agrupado en dos grupos: el grupo constituido por rocas sedimentarias, volcánicas y volcánicas sedimentarias, y el grupo constituido por rocas intrusivas.

**Rocas sedimentarias:** Están representadas por un importante paquete de calizas-margas, areniscas, lutitas y cuarcitas, que mayormente se emplazan en el segmento superior de la cuenca, donde por consecuencias tectónicas se presentan fracturadas y plegadas, presentando importantes pliegues anticlinales y sinclinales; e, inclusive, falladas. Desintegran con relativa facilidad por acción de los agentes de intemperismo, en fragmentos angulosos, generando el material coluvial en las laderas de las quebradas.

Numerosos afloramientos menores de estas rocas sedimentarias se emplazan en el entorno de la ciudad de Chancay, constituyendo los cerros Salinas, Lunavilca, Macalón, La Calera y La Mina.

**Rocas volcánicas y volcánicas-sedimentarias.** Rocas que dominan buena parte el segmento medio-superior de la cuenca Chancay-Huaral, estando constituidas, las primeras, por lavas andesíticas, piroclastos y tobas; y las rocas volcánicas-sedimentarias, por andesitas, piroclastos, aglomerados, lutitas, areniscas y calizas.

En conjunto, presentan un fuerte modelado, desintegrando en fragmentos menores con importante porcentaje de arcillas y limos.

**Rocas Intrusivas:** Son los afloramientos de rocas que constituyen el denominado “Batolito de la Costa”, de naturaleza intrusiva (granodioritas, adamelitas, dioritas, tonalitas), que por su origen, son muy duras y resistentes al golpe al estado fresco; y, por intemperismo, desintegran inicialmente en bloques y luego en arenas.

Constituyen los afloramientos de rocas más representativos de la cuenca media del río Chancay-Huaral; llegando hacia el segmento inferior de la cuenca con afloramientos que constituyen los cerros Huatillo, Prieto, y Vizcachera, por el norte de la ciudad.



Cauce del río Chancay inmediatamente encima del Puente Palpa. Se observan afloramientos de roca intrusiva de la Cordillera de la Costa

#### 4.3.2 Material de Cobertura

Esta denominación corresponde a todo material suelto a semi consolidado distribuido en la cuenca Chancay-Huaral desde sus nacientes (ocupando áreas de origen fluvio glaciar), en el curso de las quebradas (rellenando el fondo y laderas de las mismas), en el amplio espacio del segmento inferior de la cuenca, llámese cono aluvial antiguo del río Chancay (donde se encuentra la ciudad de Huaral), llámese cono aluvial reciente del río Chancay, hacia el sur de la ciudad, así como en la franja costera.

**Depósitos morrénicos:** Representados por las acumulaciones últimas producto de la intensa actividad glaciar habida en el pasado y que ahora continúa con una marcada extinción de las áreas glaciares remanentes. Se circunscriben a las partes altas de la cuenca, en los alrededores de las lagunas glaciares existentes. Los componentes litológicos, son gravas muy re trabajadas en matriz limo arcillosa, con compacidad media a baja, cuando están saturadas.

**Depósitos coluviales:** Constituidos por acumulaciones de material en las laderas de las quebradas y cerros, producto de la desintegración de la roca base y con desplazamientos con corto recorrido, por gravedad y lluvias. Son fragmentos heterométricos, generalmente angulosos, sueltos, en matriz de arena limosa sucia. Poca a nula cohesión.

Estos materiales adosados a las laderas facilitan la generación de huaycos por lluvias intensas.

**Depósitos aluviales:** Constituyen los importantes rellenos a lo largo del curso del río Chancay-Huaral y sus principales quebradas tributarias, así como en los amplios conos de deyección (antiguo y reciente) que llegan hasta la línea de playa (acantilados).

Son producto de la dinámica de las aguas en los tiempos geológicos que los han transportado y depositado. Son materiales heterométricos, habiéndolos desde grandes bloques, angulosos y sub angulosos, en el fondo de las quebradas, hasta fragmentos de tamaño de gravas en matriz de arenas y arena-arcillo-limosa en los dos conos de deyección.

**Depósitos marinos:** Son las acumulaciones sueltas de arenas arrastradas por las aguas del mar y dominan la línea litoral; son arenas saturadas.

**Depósitos eólicos:** Son las importantes acumulaciones de arenas que cubren a las lomadas y laderas de los cerros bajos que se ubican en el entorno de la ciudad de Chancay, cubriendo parcialmente a las rocas del basamento como a los materiales aluviales del cono de deyección del río Chancay.

Estas arenas, que son transportadas por los vientos que vienen del oeste, se encuentran mayormente sueltas, aunque las acumulaciones antiguas tienen cierto grado de compacidad.



Terreno agrícola en el cono aluvial, prevista para la zona industrial de la ciudad de Huaral.

#### 4.4 GEOMORFOLOGIA DEL ENTORNO DE LA CIUDAD DE HUARAL

##### 4.4.1 Unidades Geomorfológicas

###### - Curso principal del río Chancay y quebradas importantes:

El río Chancay es un curso hídrico marcadamente definido, que tiene un recorrido noreste – suroeste, con inicio en la línea de cumbres de la vertiente occidental de la Cordillera Central de los Andes, a una cota de 5,600 msnm, desembocando en el Océano Pacífico, inmediatamente al sur de la ciudad de Chancay.

En las inmediaciones de la ciudad de Huaral, el curso del río Chancay tiene una topografía relativamente accidentada cuando atraviesa rocas intrusivas de la Cordillera de la Costa (muy duras y resistentes), para luego convertirse en un relieve muy modelado cuando ingresa a su cono deyectivo, hasta su desembocadura en el mar.

En el primer segmento, el río está moderadamente “encajonado”, con terrazas aluviales laterales, indicativas de un restringido desplazamiento lateral; en tanto que para el segundo segmento es evidente en evidente una marcada divagación del cauce, debido a la morfología plana y al dominio de los suelos aluviales, que favorecen una marcada erosión y divagación lateral del río.

El curso del río Chancay tiene como afluentes, a ambos márgenes, a quebradas importantes que nacen en la línea de cumbres de la Cordillera de la Costa y, al cortar a rocas intrusivas y volcánicas, sus cauces son accidentados con taludes con altas pendientes.

- **Cono aluvial:**

Se interpreta que por la marcada evolución del río Chancay, éste río, en su segmento final, ha tenido divagaciones que han permitido la formación de su amplio cono deyectivo, el mismo que se caracteriza por tener un relieve marcadamente plano, de baja pendiente, con dirección genérica hacia el oeste. Hacia el lado norte de la ciudad de Huaral continua la planicie aluvial, en total concordancia con el cono deyectivo del río Chancay, sin embargo, esta planicie corresponde a la deposición de los materiales por el discurrir de numerosas quebradas menores que bajan de las laderas de los cerros bajos de las estribaciones de la Cordillera de la Costa.

#### **4.5 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA LOCAL**

Para la ciudad de Huaral y su área de expansión urbana se tiene las siguientes condiciones naturales:

##### **4.5.1 Roca basamento**

En el perímetro de la ciudad de Huaral y dentro del espacio urbano-sub urbano, hay una serie de afloramientos menores de roca fija que a manera de “puntones” afloran dentro del amplio cono deyectivo del río Chancay.

Estos afloramientos, que son remanentes de los contrafuertes costeros de la Cordillera de la Costa, pueden ser parte del basamento del amplio cono deyectivo donde se encuentra la ciudad de Huaral. La litología de estas rocas es de naturaleza intrusiva (granitos, tonalitas), así como rocas sedimentarias (litas, areniscas, calizas) y algunos afloramientos volcánicos sedimentarios.

##### **4.5.2 Materiales de cobertura**

Como ya se ha indicado, la ciudad de Huaral se encuentra ubicada en el vértice del cono deyectivo del río Chancay; área que esta constituida por un subsuelo aluvial de fragmentos y gravas, muy reabajados, de rocas intrusivas y volcánicas, en matriz de arenas, cubierto por un suelo arcillo limo arenoso.

El suelo aluvial es la deposición de materiales que han sido arrastrados de la roca basamento (intrusivos, volcánicos, sedimentos duros) en el curso superior y medio del río Chancay (curso principal y quebradas afluentes), que por su largo recorrido han sido fuertemente reabajados, llegando hasta la redondez de los elementos, así como su desintegración hasta el estado de arenas y suelos finos.

La cobertura arcillosa limosa arenosa es una capa de espesor variable que representa la última deposición de materiales que cubren al subsuelo aluvial; y provienen, mayormente, de la desintegración de las rocas sedimentarias del entorno, que tienen altos contenidos arcillosos, como las lutitas, calizas margosas, etc. Estos suelos son importantes áreas de cultivo del valle de Huaral.



#### 4.5.3 Geomorfología Local (Mapa N° 21)

En el detalle, para la ciudad de Huaral y su entorno urbano, la geomorfología se define como una superficie plana que es parte del amplio cono de deyección del río Chancay (áreas agrícolas), donde sobresalen pequeños afloramientos de cerros bajos, como los cerros San Cristóbal, La Merced, Macatón, Contigo Perú, que ya se encuentran ocupados por asentamientos poblacionales.



Morfología plana que corresponde al amplio cono de deyección del río Chancay, donde se ubica la ciudad de Huaral.

#### 4.5.4 Aguas Subterráneas

La ubicación de la ciudad de Huaral, sobre un importante depósito de subsuelo aluvial y el recorrido, en sus inmediaciones, del río Chancay, dan las condiciones naturales para esperar la existencia de una napa freática en el subsuelo de la ciudad y su área de expansión urbana.

A esto se agrega que, con fines de aprovechamiento agrícola, por toda la ciudad y su entorno suburbano se distribuyen un número importante de canales y acequias con agua de regadío; aguas que son tomadas del curso principal del río Chancay.

Se conoce de la existencia de pozos de extracción de agua para fines domésticos y agrícolas; así como que, en el poblado de Quepepampa, a unos 2 Km. de la ciudad de Huaral, en dirección a Chancay, se ha construido galerías filtrantes, por parte de la Municipalidad de Chancay, para ser aprovechada con fines domésticos.

Todas estas condiciones naturales y de aprovechamiento son indicativas para deducir que en el subsuelo de la ciudad de Huaral y su entorno exista un importante nivel de aguas subterráneas que tienen las características de una napa freática, por su continuidad y alimentación permanente de aguas.

La hidrogeología es un aspecto muy importante de conocer por su relación con la actividad sísmica en la seguridad física de una ciudad, por tanto, el análisis a realizar tendrá en cuenta la información sobre aspectos hidrogeológico que se presentan líneas más abajo.

#### 4.6 ASPECTOS ESTRUCTURALES EN LA CUENCA CHANCAY - HUARAL

##### **A nivel de cuenca:**

En el ámbito de la cuenca del río Chancay, los rasgos estructurales están relacionados con el emplazamiento andino, el que ha gobernado deformaciones en las rocas ahí emplazadas; pudiéndose diferenciar tres zonas definidas:

Una zona relativamente no deformada, que corresponde a la faja occidental de la cuenca donde el emplazamiento del “Batolito de la Costa” es el factor más relevante, representado por una franja continua y paralela a la orientación andina.

Hacia el oeste de este batolito afloran rocas volcánicas del Grupo Casma, con buzamientos que varían entre 5 a 20 grados, y hacia el lado este, afloran los volcánicos Calipuy, los cuales tienen suaves buzamientos y hasta son horizontales.

Una zona de volcánicos plegados, afectada por el plegamiento andino principal, donde las rocas forman una serie de pliegues dentro de un ancho de 2 a 3 Km. Se trata de pliegues anticlinales y sinclinales, ondulados no fallados, los que aumentan en intensidad hacia el este.

Una zona sedimentaria con pliegues y sobre escurrimientos se localiza en la parte alta de la cuenca, conformada por rocas cretáceas. Son pliegues largos con longitudes de hasta 100 Km.

El límite Este de esta zona sedimentaria la constituyen zonas de fallamiento en bloques; y su límite occidental no se conoce, debido a que los sedimentos cretáceos están cubiertos por los volcánicos Calipuy.

En cuanto a las fallas geológicas, particularmente en el segmento medio de la cuenca, se definen fallas importantes con rumbos generalmente de NE-SW, que comprometen tanto a las rocas intrusivas como a las rocas del volcánico Calipuy.

#### **A nivel local**

Para el cono aluvial del río Chancay y dentro de los afloramientos de roca que se aprecian en los cerros bajos, la cartografía geológica muestra un sistema de fallas paralelas de cortos recorridos, que corren en dirección genérica Sur-Norte, atravesadas por un similar sistema de fallas que corren en dirección genérica Este-Oeste, dando la apariencia de un sistema de fallamiento en bloques.

En toda la cuenca, no se conoce que estas fallas tengan desplazamientos, menos aún que por reactivación reciente puedan constituirse en fuentes de liberación de energía sísmica.

Lo que sí, con probabilidad, han generado debilitamientos locales en las rocas a lo largo de sus trazas; pudiendo devenir en locales desestabilizaciones, si las condiciones morfológicas son favorables. Si se infiere que estos fallamientos tienen continuidad en dirección de su alineamiento, solo son apreciadas en los afloramientos rocosos, ya que dentro del llano, están cubiertas por el material aluvial.

## **4.7 SISMICIDAD REGIONAL**

### **4.7.1 Historia Sísmica**

Como lo es para toda la costa peruana, la región central es un ejemplo de desastres de carácter catastrófico causados por fenómenos geológicos/sismológicos; habiendo tenido su mayor expresión en la ciudad de Lima (en razón de su magnitud poblacional), así como en otras ciudades de su entorno, siendo Huaral una de ellas.

Siendo que los sismos son eventos naturales inherentes a la evolución de la tierra, éstos se han producido por siempre y se espera han de continuar. Sin embargo, existe poca información histórica e instrumental de los eventos sísmicos que la afectaron, ya que es solo a partir del siglo XIX donde

se empieza a determinar con aproximación las localizaciones de los epicentros, sin que ellas sean totalmente representativas.

La publicación: "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú" (1513-1974) de E. Silgado, hecha por el ex Instituto de Geología y Minería en 1978, describe la actividad sísmica de la región de Lima ocurrida antes del año 1900, la cual no posee datos instrumentales.

A partir de 1900, cuando ya se tienen registros instrumentales, se han registrado sismos importantes que han afectado la región.

Basado en el desarrollo tecnológico de estos registros instrumentales, se puede establecer que entre 1900 a 1912 los datos instrumentales han determinado localización e hipocentros en forma aproximada y las pocas magnitudes calculadas son en función de las ondas superficiales. A partir de 1963, los datos instrumentales determinaron con precisión la localización e hipocentros; y las magnitudes calculadas están en función de las ondas de cuerpo.

Los sismos más importantes que afectaron a la región y cuyos registros se encuentran en la publicación referida y en la recopilación del CISMID, son:

El 07/09/1586, a horas 19.00, se registró un terremoto de intensidad IX MM que afectó la costa del departamento de Lima; hubo agrietamientos y derrumbes que ocasionaron la muerte de 14 a 22 personas. Destrucción en valles cercanos a Lima y tsunami que anegó gran proporción de la costa. El sismo se sintió desde Trujillo hasta Caravelí.

El 13/11/1655, a horas 14.38, se registró un fuerte movimiento telúrico que afectó varias casas. Se sintió en 500 Km. de norte a sur y en parte de la sierra central.

El 17/06/1678, se registró un fuerte sismo que averió muchas edificaciones. Hubo 9 muertos en Lima, Callao y Chancay.

El 20/10/1678, a horas 04.15 y 05.30, se registraron dos movimientos telúricos consecutivos con gran destrucción de viviendas. Tsunami en la costa muriendo 300 personas en el Puerto de Chancay. El sismo se sintió entre Chancay y Arequipa.

El 28/10/1746, a horas 22.30, se registró un gran terremoto de intensidad X-XI, de 3 a 4 minutos. De un total de 3,000 casas solo 25 quedaron en pie. De los 60,000 habitantes, murieron 1,141 personas. En el Callao, un tsunami provocó la salida del mar hasta casi 5 Km. y de 4000 habitantes, solo se salvaron 200. El sismo se sintió desde Guayaquil hasta Tacna.

El 01/12/1806, a horas 18.00, se produjo el mayor sismo después del de 1746. Duró un minuto y causó daños en Lima. Hubo tsunami en la costa del departamento.

El 30/03/1828, a horas 07.35, un terremoto dejó 30 muertos. Afectó Callao, Chorrillos, Chancay y Huarochirí. Se sintió fuerte en Trujillo y Huancayo.

El 24/05/1940, a horas 11.35, se produjo un terremoto de intensidad probable de VII a VIII, que tuvo percepción en todo el Perú. Se extendió hasta Guayaquil por el norte y hasta Arica por el sur. Hubo 179 muertos y 3,500 heridos. Afectó edificaciones en Lima, Callao, Chancay y Lurín.

El 17/10/1966, a horas 16.41, se registró un sismo de intensidad VIII; fue intenso y destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. Dejó 100 muertos. Se produjo un tsunami moderado, registrándose la primera onda en La Punta, Chimbote y San Juan.

El 31/05/70, a horas 15.23, se registró un terremoto catastrófico, de intensidad VIII: murieron 50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000. La mayor mortalidad se debió a la gran avalancha que siguió al terremoto y que sepultó al pueblo de Yungay. El 77 % de los caminos de La Libertad y Ancash se interrumpieron, así como el 40 % de los existentes en Chancay y Cajatambo.

El 21/06/1995, a horas 11.33 (hora local), se registró un sismo que afectó a las ciudades de Chancay y Huacho dentro de la costa norte del departamento de Lima y sur del departamento de la Libertad; con una magnitud de 5.3 Md; una intensidad macro sísmica estimada en la escala MSK de 5 para Chancay-Huacho. Los daños causados en las viviendas, se calificaron como leves.

#### **4.7.2 Fuentes Sismogénicas**

Toda la costa sudamericana y, por ende, la costa peruana, se encuentra ubicada dentro del denominado “Cinturón de Fuego Circunpacífico”, que es el espacio del globo terrestre donde se producen alrededor del 80 % de la actividad sísmica mundial.

La teoría de la “Tectónica de Placas” postula el desplazamiento convergente de las placas tectónicas de Nazca (Oceánica) y Sud Americana (Continental), a través de la denominada “Línea de Benioff”, con la subducción de la primera bajo la segunda; atribuyéndose a este desplazamiento la orogenia andina con la formación de la Cordillera de los Andes y la Fosa de Nazca, como su mayor expresión.

Como quiera que este desplazamiento se da en forma permanente en el tiempo, los sismos, que son sus manifestaciones, se presentan tanto por el lado marino como continental.

Una “Fuente Sismogénica” se define como el espacio del territorio que presenta similares características sismos tectónicos, deducidas de la historia sísmica regional.

Casaverde y Vargas (1968), en base a la ubicación de los hipocentros y a las características geotectónicas del territorio asociadas a la actividad sísmica, establecieron fuentes sismogénicas, que para el caso de la costa central (donde se ubica la cuenca de Huaral) se definieron las fuentes sismogénicas N° 2, 10 y 11.

La Fuente Sismogénica N° 2, corresponde a la costa central e involucra a sismos superficiales y de mayor actividad sísmica; en tanto que la Fuente Sismogénica N° 10, corresponde a sismos de profundidad intermedia, mayores a los 70 Km. y relacionados con la zona de Benioff. La Fuente Sismogénica N° 11, corresponde a sismos asociados a la actividad sísmica regional andina con influencia en el área de la cuenca de Chancay-Huaral.

La determinación de las fuentes sismogénicas se ha basado en el mapa de distribución de epicentros, así como en las características tectónicas del área de influencia. La actividad sísmica en el Perú es el resultado de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana y el proceso de reajustes tectónicos del aparato andino. Esto permite agrupar a las fuentes en continentales y de subducción.

Las fuentes de subducción modelan la interacción de las Placas Sudamericana y de Nazca. Las fuentes continentales están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina. Se han presentado las fuentes como áreas, ya que no existen suficientes datos para modelar las fallas como fuentes lineales en este tipo de análisis.

La mayor parte de los sismos ocurridos en la costa central del Perú es producto de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana. La Placa de Nazca penetra debajo de la Sudamericana a ángulos variables y se profundiza a medida que avanza hacia el continente, por lo que pueden distinguirse fuentes de subducción superficial (F2, F3, F4), fuentes de subducción intermedia (F14, F15, F18, F19) y una fuente de subducción profunda (F20). Las fuentes de subducción superficiales, intermedias y profundas tienen profundidades focales promedio de 50, 100 y 600 km respectivamente.

Las fuentes F7, F10, F11 y F12 están asociadas a la sismicidad regional andina y presentan profundidades focales superficiales, sin estar asociadas a fallas activas.

Los cuadros siguientes presentan las coordenadas geográficas de las fuentes sismogénicas de subducción superficial y continental, así como las coordenadas para las fuentes de subducción intermedias y profundas.

Cuadro N° 25 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS FUENTES DE SUBDUCCIÓN SUPERFICIALES Y DE LAS FUENTES CONTINENTALES

FUENTES	COORDENADAS GEOGRAFICAS (°)			
FUENTE 1	-80.29 -81.39 -81.52	+02.00 -00.97 -02.39	-78.32 -79.65 -80.19	+02.00 -01.21 -02.50
FUENTE 2	-82.00 -82.00 -81.17	-03.39 -06.83 -09.00	-80.17 -80.67 -79.27	-03.45 -05.42 -07.90
FUENTE 3	-81.17 -77.00	-09.00 -14.80	-79.27 -75.84	-07.90 -13.87
FUENTE 4	-77.00 -74.16	-14.80 -17.87	-75.84 -73.00	-13.87 -16.53
FUENTE 5	-74.16 -71.85 -71.85	-17.87 -19.87 -22.00	-73.00 -69.21 -69.21	-16.53 -19.00 -22.00
FUENTE 6	-77.50 -79.83 -79.96 -80.92	+01.58 -01.65 -02.46 -02.96	-76.92 -78.90 -78.97 -80.79	+01.19 -02.53 -03.43 -03.44
FUENTE 7	-78.28 -77.21	-08.20 -10.47	-77.86 -76.83	-08.07 -10.23
FUENTE 8	-75.84 -73.00	-13.87 -16.53	-74.76 -71.41	-13.13 -14.67
FUENTE 9	-73.00 -69.71	-16.53 -18.67	-71.41 -68.12	-14.67 -16.13
FUENTE 10	-76.92 -78.90 -79.10	+01.19 -02.53 -05.20	-76.50 -77.35 -77.00	+ 01.00 -02.40 -04.77
FUENTE 11	-79.10 -76.34 -74.76	-05.20 -10.67 -13.13	-75.10 -74.17 -72.48	-04.33 -09.33 -11.40
FUENTE 12	-74.76 -68.12	-13.13 -16.13	-72.48 -67.76	-11.40 -13.80

Cuadro N° 26 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS FUENTES DE SUBDUCCIÓN INTERMEDIAS Y PROFUNDAS

FUENTES	COORDENADAS GEOGRAFICAS (°)			
FUENTE 13	-78.73 -81.00 -81.00	+02.00 -00.67 -03.07	-76.00 -79.59 -79.20	+01.82 -02.55 -03.07
FUENTE 14	-81.00 -81.93 -79.80	-03.07 -05.73 -08.13	-79.20 -78.60 -77.17	-03.07 -04.00 -06.53
FUENTE 15	-79.80 -76.38	-08.13 -14.30	-77.17 -73.86	-06.53 -12.46
FUENTE 16	-76.38 -73.28	-14.30 -16.87	-73.86 -71.21	-12.46 -14.40
FUENTE 17	-73.28 -70.86 -70.38	-16.87 -18.80 -22.00	-71.21 -68.93 -67.98	-14.40 -15.73 -22.00
FUENTE 18	-79.59 -78.60 -77.17	-02.55 -04.00 -06.53	-77.50 -75.51 -75.27	-00.73 -02.06 -05.33
FUENTE 19	-77.17 -73.86	-06.53 -12.46	-75.27 -72.03	-05.33 -11.13
FUENTE 20	-72.31 -71.14	-06.67 -11.30	-71.00 -69.69	-06.33 -10.93

Figura N°1 FUENTES SISMOGÉNICAS SUPERFICIALES

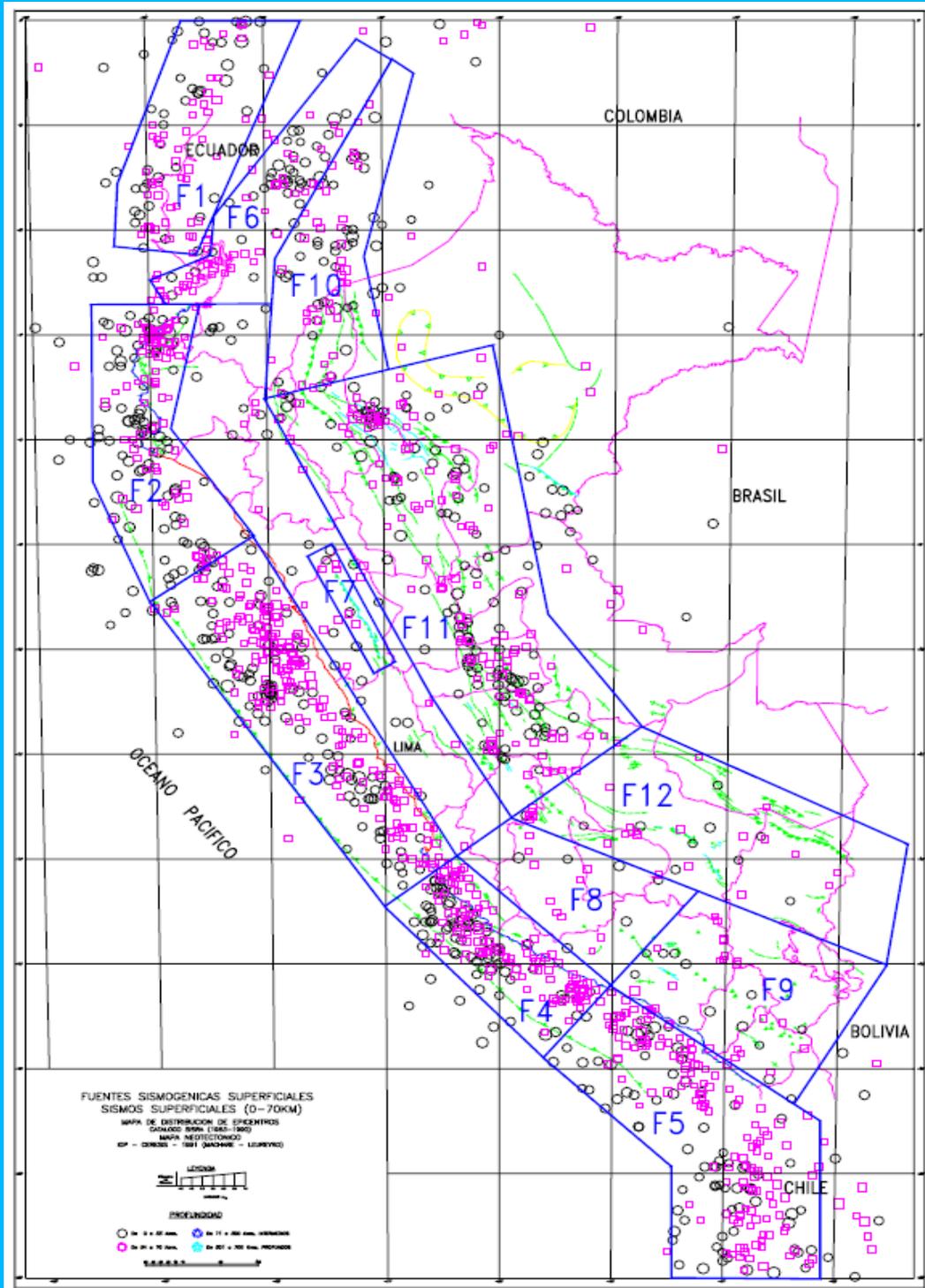


Figura N° 2 FUENTES SISMOGÉNICAS INTERMEDIAS Y PROFUNDAS

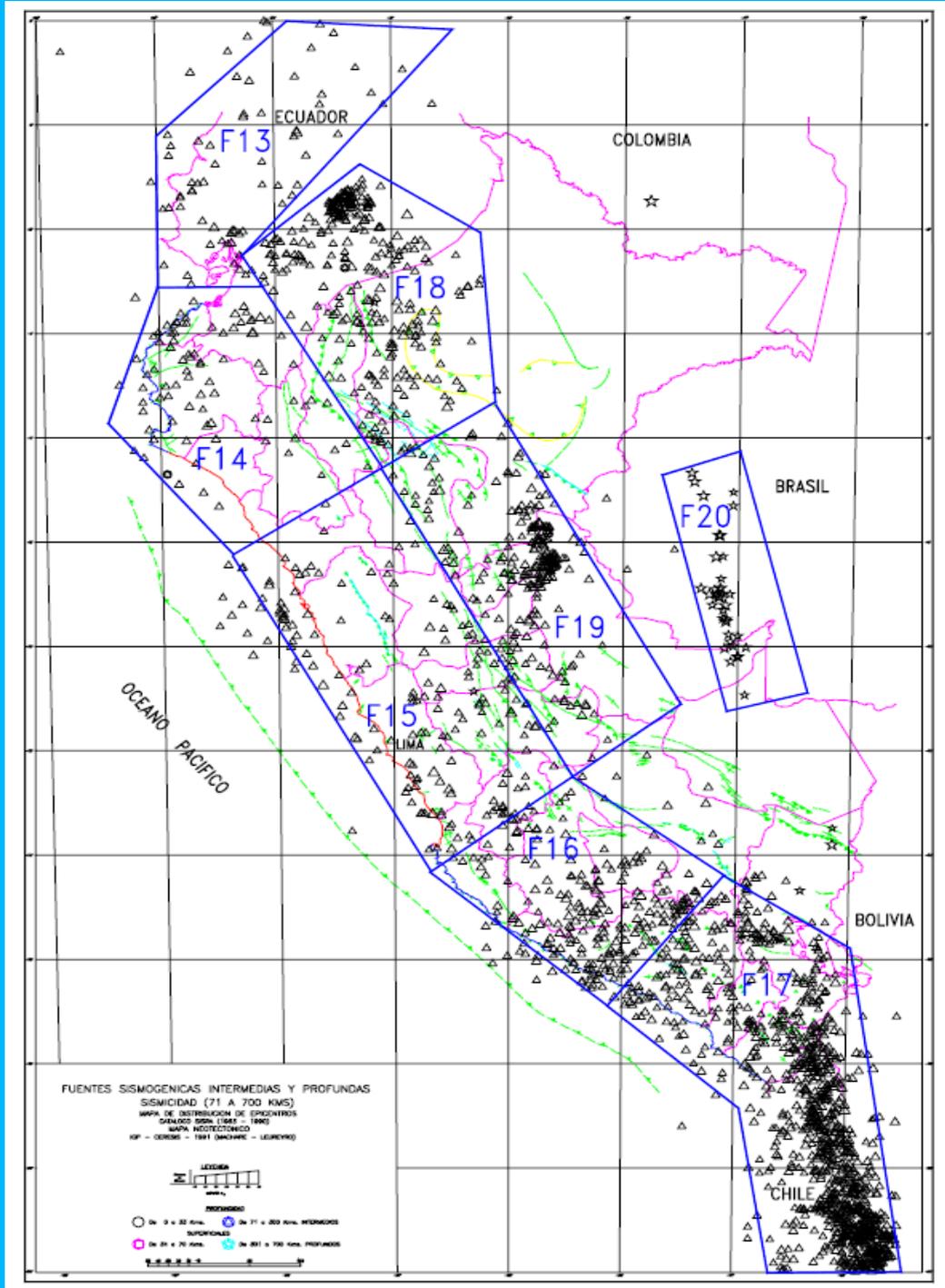


Figura N° 3 ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ

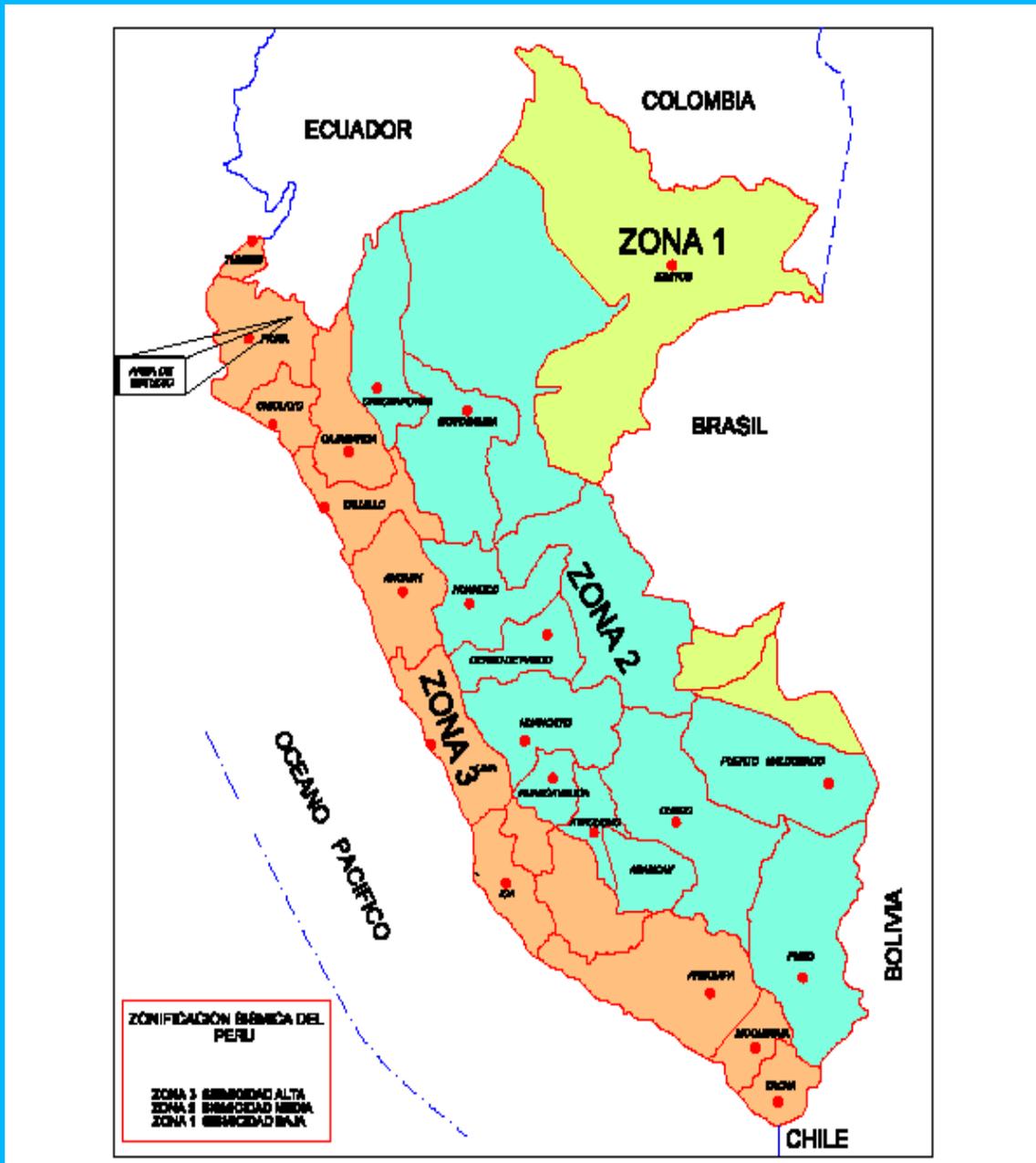
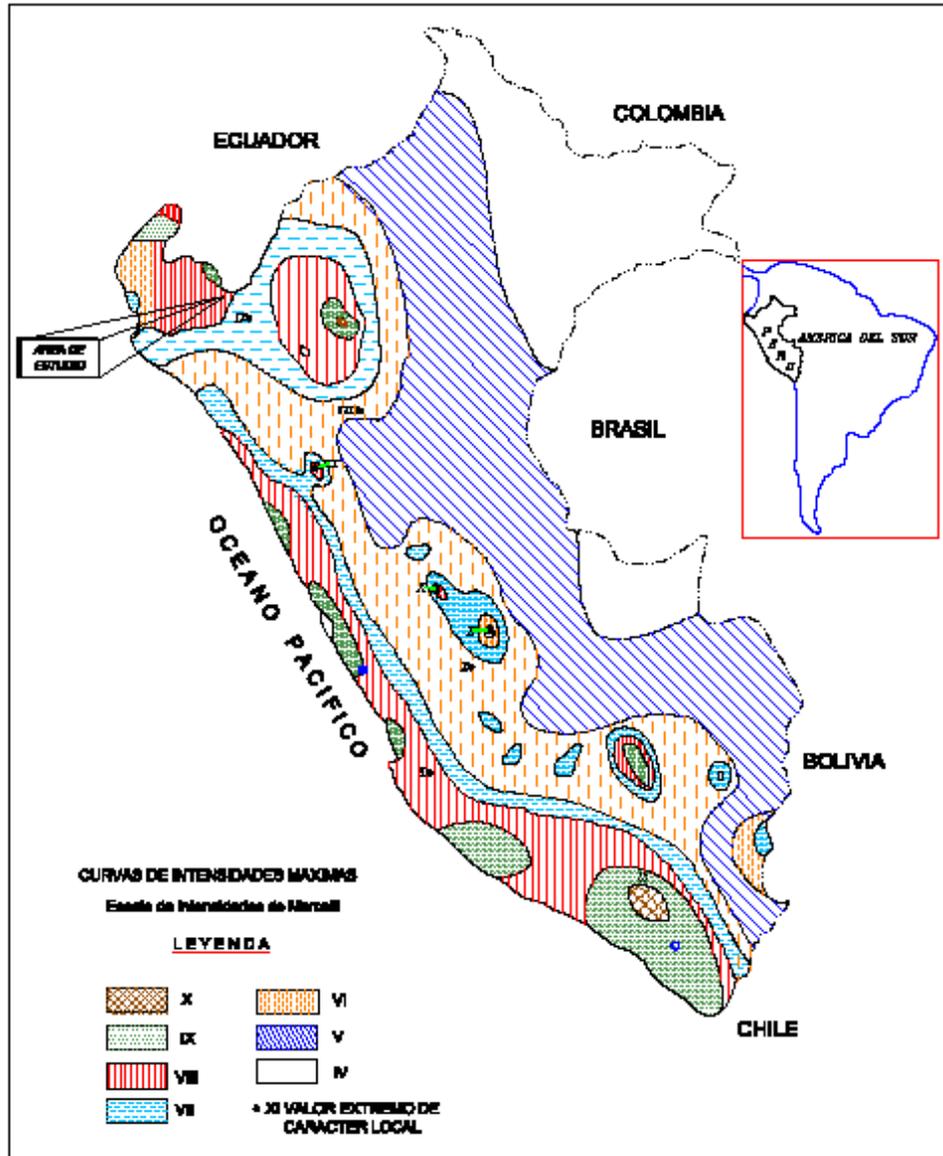


Figura N° 4 CURVAS DE INTENSIDADES MÁXIMAS



#### 4.8 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Dentro del ámbito de estudio (Huaral), las aguas subterráneas son aprovechadas en grandes cantidades, en su mayoría con fines de uso doméstico poblacional, estas aguas son recargadas del flujo del río Chancay-Huaral. El aprovechamiento de las aguas subterráneas se da mediante Pozos y tajo abierto. En el valle del río Chancay-Huaral, se han efectuado algunos estudios que explican el comportamiento de las aguas subterráneas y su potencial explotable.

- En 1980, la Dirección General de Aguas y Suelos e Irrigaciones (DGASI) realizó el “Inventario y Evaluación de las Fuentes de Agua Subterránea en el Valle Chancay –Huaral”.
- En 1982, el Instituto Nacional de Ampliación de la Frontera Agrícola a través del Proyecto Especial de Rehabilitación de Tierras Costeras (PLAN REHATIC) efectuó “Estudios Climatológicos e Hidrológicos para el valle Chancay-Huaral”.
- En 1984, el PE-REHATIC efectuó el “Estudio del Manto Freático en el Valle Chancay-Huaral”. En 1985, el PE-REHATIC en coordinación con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón realizó “El Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitación del Valle de Chancay- Huaral”.
- En 1994, el Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, a través de la Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales, realizó el “Diagnóstico del Aprovechamiento de las Aguas Subterráneas del Valle Chancay-Huaral”.
- En 1997, el Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, a través de la Dirección General de Aguas y Suelos y la Administración Técnica del Distrito de Riego Chancay - Huaral, realizó la “Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos en la Parte Baja de la Cuenca Chancay – Huaral”.

##### 4.8.1 Inventario de Fuentes de Agua Subterránea

El inventario de las fuentes de agua subterránea (pozos) se realizó entre los meses de agosto a diciembre del año 2001, luego años posteriores se continua con el monitoreo de los mismos. Dentro del inventario se tomaron la siguiente información: perforación, (año, tipo, profundidad, diámetro, cota), del equipo de bombeo (motor y bomba), los niveles del agua y caudal y; de datos de la explotación de agua (estado, uso, régimen de explotación y volumen).

En total se han inventariado 4069 pozos (ver pozos en el entorno de la ciudad de Huaral: (Mapa N° 22), distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro N° 27 POZOS EXISTENTES

DISTRITO	N° POZOS	%
HUARAL	2432	59.77
CHANCAY	1080	26.54
AUCALLAMA	557	13.69
<b>TOTAL</b>	<b>4069</b>	<b>100.00</b>

### a) Tipificación de Pozos

El inventario de pozos efectuado en el área de estudio, ha registrado un total de 4069 pozos, de los cuales 128 son tubulares (3,14 %), 3924 a tajo abierto (96,44 %) y 17 mixtos (0,42 %), que en los ítems siguientes se describen. El resultado del inventario se muestra en el cuadro

**Pozos Tubulares.** En el área de estudio se ha registrado 128 pozos tubulares, que en su conjunto representan el 3,14 % del total inventariado, observándose la mayor concentración en el distrito Huaral con 66 pozos.

**Pozos Tajo Abierto.** Éstos son los más utilizados en el valle estudiado, registrándose 3924 pozos, que representan el 96,44 % del total inventariado. A nivel de distrito, Huaral es el más denso con 2358 pozos.

**Pozos Mixtos.** En el área investigada se ha registrado 17 pozos, que representa el 0,42 % del total inventariado, de los cuales 08 están ubicados en Huaral.

En el Cuadro siguiente se muestra la distribución de pozos según su tipo, por distritos.

Cuadro N° 28 TIPO DE POZOS

DISTRITO	TUBULAR		TAJO ABIERTO		MIXTO		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
HUARAL	66	1.62	2358	57.95	8	0.20	2432	59.77
CHANCAY	24	0.59	1052	25.85	4	0.10	1080	26.54
AUCALLAMA	38	0.93	514	12.63	5	0.12	557	13.69
<b>TOTAL</b>	128	3.15	3924	96.44	17	0.42	4069	100.00

### b) Uso de las Fuentes de Agua Subterránea

De los 4069 pozos inventariados, se ha constatado que solo 3209 son utilizados, los cuales están destinados a usos doméstico, agrícola, pecuario e industrial, distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro N° 29 DISTRIBUCIÓN DE POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO Y POR DISTRITO. VALLE RÍO CHANCAY-HUARAL

Distrito	Uso de los Pozos									
	Doméstico		Agrícola		Pecuario		Industrial		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Huaral	1834	57.15	39	1.22	31	0.97	7	0.22	1911	59.55
Chancay	824	25.68	13	0.40	15	0.46	8	0.25	860	26.80
Aucallama	414	12.90	16	0.50	7	0.22	1	0.03	438	13.65
Total	3072	95.73	68	2.12	53	1.65	16	0.5	3209	100

**Pozos de Uso Doméstico:** El inventario realizado ha registrado 3072 pozos para este uso, que representa al 95,73% de los pozos utilizados, de los cuales 3054 son a tajo abierto. El distrito de Huaral con 1834 pozos es el más denso seguido de Chancay y Aucallama con 824 y 414 pozos respectivamente.

Cuadro N° 30 TIPO DE POZOS UTILIZADOS PARA USO DOMÉSTICO Y POR DISTRITO VALLE RÍO CHANCAY-HUARAL

Distrito	Tajo Abierto		Tubular		Mixto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Huaral	1823	59.34	11	0.35	0	0.00	1834	59.70
Chancay	822	26.76	0	0.00	2	0.07	824	26.82
Aucallama	409	13.31	3	0.10	2	0.07	414	13.48
Total	3054	99.41	14	0.45	4	0.14	3072	100

**Pozos de Uso Agrícola:** Se ha inventariado 68 pozos de este uso, que representan el 2,12 % del total de pozos utilizados, observándose la mayor concentración en el distrito de Huaral con 39 pozos, seguido por Aucallama y Chancay con 16 y 13 respectivamente.

**Pozos de Uso Pecuario:** El inventario ha registrado 53 pozos de este uso (1,65 % del total de pozos utilizados), siendo el más denso el distrito Huaral con 31 pozos, seguido por Chancay 15 pozos.

**Pozos de Uso Industrial:** Solamente 16 pozos de este uso se ha registrado en el valle, (0,50 % del total de pozos utilizados), observándose la mayor concentración en Chancay con 08 pozos.

### c) Rendimiento de los Pozos

En la fecha del inventario, se ha obtenido que el máximo rendimiento en los pozos tubulares se presentan en el distrito de Huaral con 100 l/s, específicamente en el pozo IRHS N°s 1974, ubicado en el sector Huando. En relación a los pozos a tajo abierto, el máximo caudal que se explota es de 35 l/s. (Pozo IRHS N° 1649 – Huaral).

Cuadro N° 31 RENDIMIENTO DE LOS POZOS UTILIZADOS, SEGÚN SU TIPO Y POR DISTRITO VALLE RÍO CHANCAY-HUARAL

Distrito		Tajo Abierto		Tubular		Mixto	
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Huaral	Sector	Esperanza Baja	Esperanza baja -	García Alonso	Huayán	Esperanza Baja	La Calera
	IRHS	1649	780	1974	399	1644	1831
	Caudal (l/s)	35	2	100	8	35	16
Chancay	Sector	Laure	Laure	Molino Hospital	Puerto Chancay	Chancay	Puerto Chancay
	IRHS	1060	1060	76	30	564	19
	Caudal (l/s)	1	1	56	10	40	8
Aucallama	Sector	Chacra y Mar	Boza Alta	Aucallama	Pisquillo	Orcón	Palpa
	IRHS	525	401	12	39	117	69
	Caudal (l/s)	4	2	40	8	25	10

**d) Explotación del Acuífero**

De acuerdo a los estudios anteriores, se ha obtenido la siguiente información:

En 1980, el volumen explotado del recurso hídrico subterráneo mediante pozos fue de 9 387849 m<sup>3</sup> (9,39 MMC), que equivale a un caudal continuo de explotación de 0,30 m<sup>3</sup>/s. De los cuales 6.42 MMC corresponden a uso agrícola (68,34%), 1.86 MMC al uso doméstico (19,85%), 1.04 MMC al uso pecuario (11,07%), y 0.07 MMC fue utilizado en la industria (0,74%).

Cuadro N° 32 EXPLOTACIÓN POR TIPO DE POZO - AÑO 1980

Distrito	Explotación por Tipo de Pozo (m <sup>3</sup> )			
	Tajo Abierto	Tubular	Mixto	Total
Huaral	485540	5590252	405000	6480792
Chancay	332718	151850	42940	527508
Aucallama	102049	2257900	19600	2379549
Total	920307	8000002	467540	9387849

En 1994, el volumen explotado del recurso hídrico subterráneo mediante pozos fue de 4 250000 m<sup>3</sup>/año (4,25 MMC), que equivale a un caudal continuo de explotación de 0,14 m<sup>3</sup>/s.

De los cuales 1.11 MMC fue utilizada en la agricultura (26,12%), 2.73 -mmc para uso doméstico (64,23%), mientras que 0.41 MMC corresponde al uso pecuario (9,65%).

Cuadro N° 33 EXPLOTACIÓN POR USO- AÑO 1994

Distrito	Explotación por Tipo de Pozo (m <sup>3</sup> )			
	Doméstico	Agrícola	Pecuario	Total
Huaral	2410000	400000	400000	3210000
Chancay	130000	1000	10000	141000
Aucallama	190000	1070000	1000	1261000
Total	2730000	1110000	410000	4250000

En 1997, el volumen explotado del recurso hídrico subterráneo mediante pozos fue de 17 980096 m<sup>3</sup> (17,98 MMC), equivalente a un caudal continuo de explotación de 0,57 m<sup>3</sup>/s. De los cuales 8.23 MMC (45,75%) fue utilizado por la agricultura, seguido en importancia por el uso doméstico con 6.18 MMC (34,35%).

Cuadro N° 34 EXPLOTACIÓN POR USO- AÑO 1997

Distrito	Explotación por Tipo de Pozo (m <sup>3</sup> )				
	Doméstico	Agrícola	Pecuario	Industrial	Total
Huaral	3749614	3433182	82904	53217	7318917
Chancay	1013169	2053278	16976	2333512	5416935
Aucallama	1412497	2738784	1092963	0	5244244
Total	6175280	8225244	1192843	2386729	17980096

En el año 2001, El volumen explotado del recurso hídrico subterráneo asciende a 15 052207 m<sup>3</sup> (15.05 MMC), que equivale a un caudal continuo de explotación de 0,48 m<sup>3</sup>/s. De la masa explotada, mayormente fue utilizada en la agricultura con 8.50 MMC, seguido del uso doméstico con 3.57 MMC y 2.60 MMC corresponde al uso industrial.

Cuadro N° 35 EXPLOTACIÓN POR USO- AÑO 2001

Distrito	Explotación por Tipo de Pozo (m <sup>3</sup> )				
	Doméstico	Agrícola	Pecuario	Industrial	Total
Huaral	2686083	5077471	105168	910448	8779170
Chancay	327078	677347	42736	1677300	2724461
Aucallama	555430	2743845	241417	7884	3548576
Total	3568591	8498663	389321	2595632	15052207

A continuación se hace una comparación de volúmenes de explotación del acuífero, durante los últimos años:

Cuadro N° 36 COMPARACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DEL ACUIFERO, EN EL VALLE CHANCAY-HUARAL

AÑO	VOLUMEN m <sup>3</sup>	VOLUMEN EN MMC	CAUDAL CONTINUO (m <sup>3</sup> /s)
1980	9'387,849	9.39	0.30
1994	4'250,000	4.25	0.14
1997	17'980,096	17.98	0.57
2001	15'052,207	15.05	0.48

#### e) Características del Acuífero y la Napa Freática

El acuífero está constituido principalmente por sedimentos fluvio aluviales del cuaternario reciente litológicamente estos depósitos están conformados por bloques, cantos, guijarros, gravas. Arenas, arcillas y limos junta a diferentes proporciones formado horizontes de espesores variables, los mismos que se presentan en forma alternada en sentido vertical.

La napa freática en el valle Chancay-Huaral es predominantemente libre o superficial siendo su fuente de alimentación, las aguas que se infiltran en la parte alta de la cuenca (zona húmeda), las infiltraciones que se producen a través de la zona húmeda o lecho del río, y de la zona no saturada producida en el valle por efectos del riego y también, a través de los canales de riego no revestidos.

#### Morfología del Techo de la Napa

La morfología de la superficie piezométrica es relativamente uniforme; en donde el desplazamiento del flujo subterráneo sigue dos trayectorias principales: una a la margen derecha y la otra a la margen izquierda del río Chancay. Debe indicarse que en las cuatro zonas la orientación del flujo

subterráneo es principalmente noreste a suroeste.

Para el análisis de la morfología del techo de la napa, el valle en estudio fue dividido en cuatro (04) zonas: I, II, III, IV. En el siguiente Cuadro se muestran los parámetros de la morfología de la Napa freática.

Cuadro N° 37 MORFOLOGIA DE LA NAPA FREÁTICA

Zona	Sector	Enero - 1997			Setiembre - 2001		
		Sentido Flujo	Gradiente Hidráulica (%)	Rango Cota (msnm)	Sentido Flujo	Gradiente Hidráulica (%)	Rango Cota (msnm)
I	Callan - Quilca	NE-SO	4.54	720-780	NE-SO	4.47	730-790
	Punahuca - Pisquillo	SE-NO	2.95	506-561	SE-NO	3.60	490-580
	Pisquillo - Orcon	SE-NO	2.14	391-431	SE-NO	2.12	360-440
	Huayan - San Juan Chico	NE-SO	1.60	285-325	NE-SO	1.60	285-325
	Palpa	NE-NO	1.42	250-280	NE-NO	0.95	260-280
	Caqui	NE-NO	1.33	220-240	NE-NO	1.33	220-240
II	Aucallama - Boza Baja	NE-SO	1.52	75-145	NE-SO	1.49	75-145
	Pasamayo y Chara Mar	NE-SO	1.42	6-50	NE-SO	1.42	6-50
III	El Monte - Campo Grande	NE-NO	1.68	200-230	NE-NO	1.68	200-230
	Las Vegas - Contigo Perú	NE-SO	1.76	135-165	NE-SO	1.83	140-165
	Jesús del Valle - Los Puquios	E-O	1.20	130-160	E-O	1.20	130-160
	30 de Octubre - Las Delicias	NE-SO	1.05	120-185	NE-SO	1.05	120-185
	Retes	NE-SO	1.25	120-185	NE-SO	1.25	120-185
	Granados	NE-SO	1.55	140-185	NE-SO	1.54	140-185
IV	Chancayllo	NE-SO	1.20	25-110	NE-SO	1.20	25-110
	Quepepampa	NE-SO	1.70	25-110	NE-SO	1.70	42-54

### Profundidad de la Napa Freática

La profundidad de la napa freática dentro del valle de Huaral es variable. A continuación se presenta los cuadros correspondientes a los niveles de la Napa freática experimentados en los años 1997 y 2001 (Ver Cuadro N° 37A y 37B).

Cuadro N° 37A PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA EXPERIMENTADO EN EL AÑO 1997

<b>Zona</b>	<b>Sectores</b>	<b>Variación Nivel Freático (m)</b>
I	Quilca - Callan	2.95 - 10.40
	Pumahuaca - Pisquillo	16.10 - 30.75
	Orcón - Pisquillo	21.10 - 30.75
	Santa Rosa - Palpa - Caqui	1.10 - 18.10
II	San José - San Graciano - Miraflores	1.98 - 20.07
	Baños de Boza - Aucallama	2.10 - 9.04
	Boza Baja - Boza Alta	1.00 - 6.90
	Chacra y Mar - Pasamayo	0.28 - 22.33
III	Jesús del Valle - Huando	2.10 - 33.68
	Santa Elena - LA Huaca	1.60 - 14.00
	García Alonso - Esperanza Alta - Cabuyal	11.50 - 40.00
	Esquivel - Huaral	1.20 - 14.95
	Retes - La Quincha	1.00 - 6.12
	Santa Rosa - Jecuán	0.40 - 10.45
	Granados - Esperanza Baja	3.40 - 16.00
	Huayán	6.90 - 8.72
IV	Chancayllo	3.90 - 31.63
	El Hatillo	20.48 - 31.40
	Chancay - Chacarilla	11.14 - 21.95
	Laure - Torre Blanca	0.38 - 21.90
	Cerro La Culebra - Quepepampa	2.80 - 6.00
	Molino Hospital - Pampa El Inca	1.05 - 11.30
	Peralvillo - Las Salinas	0.20 - 23.05

Cuadro N° 37B PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA EXPERIMENTADO EN EL AÑO 2001

Zona	Sectores	Variación Nivel Freático (m)	Variación General
I	Quilca - Callan	2.40 - 9.20	0.80 - 29.80
	Pumahuaca - Pisquillo	15.35 - 29.80	
	Orcón - Pisquillo	19.00 - 29.80	
	Santa Rosa - Palpa - Caqui	0.80 - 17.40	
II	San José - San Graciano - Miraflores	2.10 - 21.3	0.30 - 21.95
	Baños de Boza - Aucallama	1.95 - 11.85	
	Boza Baja - Boza Alta	0.30 - 6.60	
	Chacra y Mar - Pasamayo	0.40 - 21.95	
III	Jesús del Valle - Huando	2.33 - 29.95	0.70 - 35.3
	Santa Elena - LA Huaca	1.20 - 14.60	
	García Alonso - Esperanza Alta - Cabuyal	12.05 - 35.30	
	Esquivel - Huaral	1.60 - 15.40	
	Retes - La Quincha	1.00 - 8.55	
	Santa Rosa - Jecuán	0.70 - 10.65	
	Granados - Esperanza Baja	2.65 - 17.15	
	Huayán	7.45 - 9.00	
IV	Chancayllo	3.41 - 32.41	0.40 - 32.41
	El Hatillo	20.50 - 30.30	
	Chancay - Chacarilla	11.50 - 21.40	
	Laure - Torre Blanca	0.40 - 22.80	
	Cerro La Culebra - Quepepampa	1.63 - 3.95	
	Molino Hospital - Pampa El Inca	0.90 - 9.65	
	Peralvillo - Las Salinas	0.65 - 23.40	

Cuadro N° 38 PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA EXPERIMENTADO EN EL AÑO 2001

Zona	Sectores	Variación Nivel Freático (m)
III	Jesús del Valle - Huando	1.86 - 20.07
	Santa Elena - LA Huaca	1.82 - 11.50
	García Alonso - Esperanza Alta - Cabuyal	4.56 - 39.15
	Esquivel - Huaral	0 - 16.40
	Esquivel	0 - 16.10
	Retes - La Quincha	1.77 - 11.07
	Santa Rosa - Jecuán	1.55 - 13.08
	Granados - Esperanza Baja	0 - 23.99
	Huayán	7.54 - 28.89

### Fluctuación del Nivel Freático

Las variaciones de los niveles freáticos generalmente tienen comportamiento estacional; es decir, varían de acuerdo a la época del año; ascendiendo mayormente en los meses de verano (enero - marzo), lo cual se debe fundamentalmente a las precipitaciones pluviométricas en la zona alta de la cuenca ocurriendo lo contrario en la época de estiaje, donde el acuífero subterráneo va disminuyendo su recarga por efecto de la escasa precipitación en la parte alta de la cuenca, en consecuencia los niveles de agua descienden.

A continuación se presenta por zonas, la fluctuación de los niveles en el valle en los años 1997 y 2001.

Cuadro N° 39 FLUCTUACION DEL NIVEL FREÁTICO EXPERIMENTADO ENTRE LOS AÑOS 1997 Y 2001

Zona	Sectores	Profundidad del Nivel Freático	
		Ascenso (m)	Descenso (m)
I	Quilca - Callan	0.21	
	Pumahuaca - Pisquillo	0.21	
	Orcón - Pisquillo	0.11	
	Santa Rosa - Palpa - Caqui		0.12
II	San José - San Graciano - Miraflores		0.15
	Aucallama		0.18
	Baños de Boza	0.04	
	Boza Baja - Boza Alta	0.09	0.03
	Chacra y Mar - Pasamayo	0.11	0.05
III	Jesús del Valle - Huando	0.11	
	Santa Elena - LA Huaca	0.12	0.12
	García Alonso - Esperanza Alta - Cabuyal		0.19
	Esquivel - Huaral		0.13
	Esquivel	0.14	
	Retes - La Quincha		0.10
	Santa Rosa - Jecuán		0.05
	Granados - Esperanza Baja	0.10	
Huayán		0.10	
IV	Chancayllo	0.10	0.10
	El Hatillo		0.02
	Chancay - Chacarilla		0.13
	Laure - Torre Blanca	0.08	0.15
	Cerro La Culebra - Quepepampa	0.20	
	Molino Hospital - Pampa El Inca	0.12	
	Peralvillo - Las Salinas	0.05	0.05

De acuerdo al cuadro anterior, se observa que los niveles de la napa freática mantienen un equilibrio, en algunos sectores se observan descensos de alrededor de 0.10 m y en otros sectores se observan ascensos similares.

El monitoreo del año 2009, corresponde al último efectuado por la ANA y presenta profundidades de napa freática similares a los observados en el año 2001, por lo que se puede concluir que napa freática es estacional.

Dentro del ámbito del proyecto existen sectores con niveles de napa freática superficial tales como: Esquivel, Huaral y Granados.

**Transmisividad (T), Permeabilidad (K) y Coeficiente de Almacenamiento (S).**

El rango de valores de los parámetros hallados son los siguientes:

**Zona I : Callán – Orcón - Caqui**

IRSH	TRANSMISIVIDAD (Tx10 <sup>-2</sup> )		PERMEABILIDAD (Tx10 <sup>-4</sup> )		
	15/06/2004	Descenso (m2/s)	Recuperación (m2/s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)
15/06/04 - 28+		1.58	1.30	4.29	3.52

**Zona II : Tambillo - Aucallama – Chacra y Mar**

IRSH	TRANSMISIVIDAD (Tx10 <sup>-2</sup> )		PERMEABILIDAD (Tx10 <sup>-4</sup> )		S (%)	
	15/06/2004	Descenso (m2/s)	Recuperación (m2/s)	Descenso (m/s)		Recuperación (m/s)
15/06/04 -05 **		1.02	1.65	2.47	3.97	
15/06/04-055 **		0.25	1.03	0.37	1.52	
15/06/04-444 ** (P)		1.03		121.62		3.5
15/06/04-10 *		1.83	1.53	7.42	6.19	
15/06/04-557 * (P)		0.81	0.56	39.48	27.33	8.32
* Prueba realizada por la DGAS - INRENA - 2001						
** Prueba realizada por la DGAS - INRENA - 1996						
(P) Piezómetro						

**Zona III : Huando – Jesús del Valle – Granados**

IRSH	TRANSMISIVIDAD (Tx10 <sup>-2</sup> )		PERMEABILIDAD (Tx10 <sup>-4</sup> )		S (%)	
	15/06/01	Descenso (m2/s)	Recuperación (m2/s)	Descenso (m/s)		Recuperación (m/s)
15/06/01 - 42 **		2.22	1.67	9.52	7.14	
15/06/01 - 547** (P)		1.39	3.34	103.13	247.50	2.13
15/06/01 - 88 **		7.61		28.17		
15/06/01 - 29** (P)		1.64	1.53	32.85	6.19	2.39
15/06/01 - 367 **		0.87	1.09	3.07	3.87	
15/06/01 - 77 ***		1.30	1.30	3.65	3.65	
15/06/01 - 82 ***			5.60		25.53	
15/06/01 - 78 ***			4.40		24.87	
15/06/01 - 82(O)		4.00	5.20	18.23	23.71	
15/06/01 - 1973 *		2.44	4.22	10.12	17.52	
15/06/01 - 90(P) *		7.96	0.69	21.74	1.90	2.84
15/06/01 - 56 *		6.56	4.37	28.81	19.21	
15/06/01 -1644 *		1.78	3.11	3.94	6.90	
15/06/01 - 1714 *		2.75	1.14	8.10	3.37	
15/06/04 - 2407 *		4.27	2.67	8.74	5.46	
* Prueba realizada por la DGAS - INRENA - 2001						
** Prueba realizada por la DGAS - INRENA - 1982						
*** Prueba realizada por DGASI (1982)						
(O) Prueba realizada e interpretada por la DGA (1980)						
(P) Piezómetro						

**Zona IV : Chancaylo – Quepepampa – Puerto Chancay**

IRSH	TRANSMISIVIDAD ( $T \times 10^{-2}$ )		PERMEABILIDAD ( $T \times 10^{-4}$ )		S (%)
	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	
15/06/05					
15/06/05 - 76 *	2.61	3.72	4.31	6.17	
15/06/05 - 75 * (P)	3.01	11.18	4.74	17.63	4.50
15/06/05-179 *	2.11	1.27	9.03	5.46	
15/06/05 - 13 (O)	1.00	1.10	5.05	5.55	
* Prueba realizada por la DGAS - INRENA - 1996					
(O) Prueba realizada e interpretada por la DGA (1980)					
(P) Piezómetro					

**Características Hidrogeoquímicas****Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica en el área de estudio fluctúan de 0,31 a 2,0 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja a mediana mineralización; aunque existen valores puntuales de 2,96 y 3,31mmhos/cm en el distrito de Chancay. Ver cuadro adjunto

Zonas	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)	Grado de Mineralización
I	0.46 - 0.99	Bajo
II	0.43 - 1.80	Bajo - Medio
III	0.31 - 1.76	Bajo - Medio
IV	0.53 - 2.00	Bajo - Medio

**Dureza**

La dureza de las aguas almacenadas en el acuífero Chancay – Huaral, mayormente fluctúan entre 14,46 ppm y 558,32 ppm de  $CaCO_3$ , valores que representan aguas blandas (dulces) a muy duras. Ver cuadro adjunto

Zonas	Dureza (ppm)
I	167.84 - 517.23
II	181.92 - 537.78
III	23.90 - 489.17
IV	14.46 - 558.32

**PH**

En el área investigada, las aguas subterráneas de acuerdo a su Ph varían de 7,1 a 8.6, valores que representan aguas subterráneas que varían de ligeramente alcalinas a alcalinas. Ver cuadro

Zonas	pH	Clasificación
I	7.1 - 8.6	Ligeramente alcalina a Alcalina
II	7.3 - 8.2	Ligeramente alcalina a Alcalina
III	7.3 - 8.5	Ligeramente alcalina a Alcalina
IV	7.1 - 8.5	Ligeramente alcalina a Alcalina

Los niveles de pH obtenidos en el año 2009, para la Zona III (Huaral), son de 6.60 a 8.06, lo que mantiene la calidad del agua como ligeramente alcalina a alcalina.

**Calidad del Agua Subterránea****Aptitud del Agua para Riego**

La calidad de las aguas con fines de riego según la conductividad eléctrica, varía de buena a permisible fluctuando los valores entre 0,31 y 2,00 mmhos/cm. Ver cuadro adjunto.

Cuadro N° 40 CLASIFICACION DEL AGUA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Zonas	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de Aguas Subterráneas
I	0.46 - 0.99	Buena a Permisible
II	0.43 - 1.80	Buena a Permisible
III	0.31 - 1.76	Buena a Permisible
IV	0.53 - 2.00	Buena a Permisible

Los niveles de Conductividad Eléctrica obtenidos en el año 2009, para la Zona III (Huaral), son de 0.47 a 2.90, lo que mantiene la calidad del agua como Buena a Permisible.

Según el RAS y a la conductividad eléctrica, las aguas subterráneas mayormente son del tipo C3S1 y en segundo lugar la C2S1. La primera representa a aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura bajo ciertas condiciones, mientras la segunda es de buena calidad y apta para la agricultura. Ver cuadro adjunto.

Zonas	Clasificación
I	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
II	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
III	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

IV	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
----	-------------------------------

### Potabilidad de las Aguas

La potabilidad de las aguas subterráneas del valle, se ha analizado teniendo en consideración los límites máximos tolerables de potabilidad, dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS); según estos niveles se tiene:

Los sólidos totales disueltos (STD) en la totalidad de las zonas que conforman el valle fluctúan entre 191 y 922, valores que corresponden a aguas de aceptable potabilidad; aunque en ciertos sectores se han encontrado valores altos que indicarían que las aguas son de pésima calidad.

El siguiente **Cuadro N° 35**, muestra un resumen de la potabilidad de las aguas subterráneas del valle Chancay-Huaral, en función de la zonificación.

Cuadro N° 41 POTABILIDAD DE LAS AGUAS EN EL VALLE DE CHANCAY HUARAL-2001

Zona	Potabilidad
I	Buena – Pasable
II	Pasable - Mala
III	Buena – Pasable
IV	Pasable - Mediocre

En las zonas I y III, la calidad de las aguas basada en los diagramas de potabilidad, varían mayormente de buena a pasable, mientras que en los sectores II y IV, las aguas son de calidad pasable a mediocre y en menor proporción de buena a mediocre.

#### 4.9 HIDROLOGÍA (Mapa N° 23 y 24)

La ciudad de Huaral se ubica hacia la margen derecha del río Chancay-Huaral, en lo que constituye la planicie de terrenos agrícolas del valle. Los principales cursos de agua que interactúan con la ciudad son los canales de irrigación y el río Chancay-Huaral, aunque este último distanciada a unos 1,800 metros. Para el mejor enfoque de los peligros climáticos de la ciudad en estudio, a continuación se describen los principales cursos de agua y sus respectivas cuencas, que comprometen a la ciudad de Huaral.

#### Río Chancay - Huaral

La Cuenca Hidrográfica del Río Chancay – Huaral conforma un Sistema Hidrográfico complejo que da origen al Río del mismo nombre. Este Río nace en la Subcuenca del Río Vichaycocha y recibe a lo largo de su recorrido los aportes de las Subcuencas Tributarias.

El primer aporte es de la Subcuenca del Río Baños en la parte alta de la cuenca para luego

recibir los aportes de las Subcuencas de los Ríos Carac, Añasmayo, Huataya y Orcon, además reciben también el aporte de pequeñas microcuencas repartidas en la Subcuenca Media y Baja.

Una vez que el Río Chancay – Huaral se une con el Río Baños , en la localidad de Tingo, aguas abajo de la población de Ravira ubicada a 2700m.s.n.m., efectúa su recorrido en dirección NE – SO hasta desembocar en el Océano Pacífico, al Sur de la localidad de Chancay.

Los Recursos Hídricos Superficiales de la Cuenca Chancay – Huaral son almacenados y transportados, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, por una serie de Lagunas, Quebradas, Ríos y Puquiales.

Las características principales del río Chancay-Huaral se dan a continuación.

Área de la cuenca	: 3094.8 Km <sup>2</sup>
Longitud del Cauce principal	: 120.07 Km
Altitud media de la cuenca	: 2,656.60 msnm
Pendiente media de la cuenca	: 47.76 %
Pendiente Media del Río	: 4.16 %
Densidad de Drenaje	: 0.59 Km/Km <sup>2</sup>
Coeficiente de Compacidad	: 1.66
Factor de Forma	: 0.215

#### 4.9.1 Climatología

La Clasificación climática de la Cuenca Chancay – Huaral está basada en los conceptos generalizados de los sistemas originales de los Drs. Warren Thornwaite y Leslie R. Holdrige, el mismo que ha sido utilizado por la ONERN en la elaboración de mapas climáticos del Perú.

De acuerdo a esta clasificación y considerando el factor altitudinal desde el litoral hasta la divisoria se han identificado cinco tipos climáticos predominantes en la Cuenca del Río Chancay – Huaral que varía desde árido y semi - cálido a pluvial y gélido, con una precipitación pluvial de escasos milímetros en la costa árida y desértica, hasta un promedio estimado de 933mm en el sector de Puna (4800m.s.n.m.); sobre esta altura se presentan precipitaciones en forma de granizo y nevada. Las temperaturas son variables con promedios que van desde los 21°C en la costa, hasta 0°C en las altas cumbres, y una humedad relativa de 78% en la Costa a 65% en la sierra.

Cada uno de estos tipos climáticos está asociado a una determinada formación ecológica que nos determinan a su vez las zonas de vida natural con que cuenta la Cuenca. A continuación se hace una descripción del clima con la correspondiente formación ecológica, de la ciudad de Huaral.

La ciudad de Huaral se caracteriza por presentar una extrema sequedad (Cuenca Seca), presenta un promedio anual de precipitación que varía desde 8mm a 36mm, notándose un claro aumento con el alejamiento del litoral. Las temperaturas varían de 17°C y 24°C, con un

promedio anual cerca al mar de 19°C y una humedad relativa de 78%. La Estación invernal es fría, con un alto porcentaje de humedad atmosférica, especialmente en el valle, la cual varía de 80 a 90%, de verano a invierno. Las formaciones ecológicas que se encuentran en este sector climático son:

### Desierto Sub-Tropical o Desierto Pre-Montano (d-ST)

La vegetación cultivada es diversificada debido a que presenta suelos potencialmente óptimos para el desarrollo agrícola en presencia de abundante agua. No obstante la mayor parte del área está dedicada a 4 cultivos algodón, maíz – chala, cítricos y pomoideos.

La vegetación natural, junto al litoral, consiste de especies típicas de los géneros *Distichlis* y *Samicordia* (grama salada), constituyendo asociaciones edáficas sobre suelos salinizados. Sobre las dunas de arena, se desarrollan, a expensas de la humedad ambiental, especies de los géneros *Tillandsia* y *Pitcairnia* (achupallas) que son plantas perennes sin raíces. A continuación se presenta el registro de temperatura media mensual de la estación Donoso, a fin de complementar la referencia del clima de la ciudad.

### Cuadro N° 42 REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

#### REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

ESTACION : DONOSO ALTITUD : 180 m.s.n.m. DEPARTAMENTO : LIMA  
 CODIGO : 546 LATITUD : 11° 28' 01" S PROVINCIA : HUARAL  
 LONGITUD : 77° 14' 01" W DISTRITO : HUARAL

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tmed
1984					18.1	17.3	16.9	16.6	17.0	18.0	18.9	21.1	18.0
1985	21.4	21.9	22.3	19.8	16.7	16.9	16.0	15.4	15.9	17.3	18.4		18.4
1986		22.2	20.8	19.6	17.4	15.4	15.8	16.3	16.6	16.9	18.5	21.0	18.2
1987	22.7	24.0	23.7	21.5	19.4	17.6	17.5	16.7	16.9	18.3	19.4	20.9	19.9
1988	21.5	22.0	20.9	19.9	18.3	15.9	14.7	14.6	15.4	16.3	18.0	20.3	18.1
1989	21.0	22.9	21.3	19.2	16.9	16.6	16.2	15.7	15.9	17.5	18.4	20.0	18.5
1990	21.6	22.1	21.6	19.9	19.1	16.8	16.0	15.3	16.7	17.2	18.1	19.8	18.7
1991	21.4	21.5	22.6	20.6	19.0	17.7	16.3	15.9	17.6	17.7	19.1	21.2	19.2
1992	23.3	24.2	25.2	24.1	21.4	18.1	16.2	15.8	16.9	17.6	19.7	20.5	20.3
1993	22.0	23.6	22.7	21.1	20.1	19.2	17.2	17.0	16.9	17.5	18.2	20.3	19.7
1994	21.9	22.3	22.1	20.6	18.5	16.7	15.8	15.8	17.3	17.9	19.2	21.1	19.1
1995	23.1	22.8	21.9	19.6	18.3	16.8	15.5	15.4	16.3	16.6	18.7	19.8	18.7
1996	21.1	21.4	20.8	19.1		15.2	14.9	15.4	15.7	16.6	17.8	19.6	18.0
1997	22.1	22.3	22.1	21.2	21.7	22.1	21.6	20.9	20.8	20.1	21.9	24.1	21.7
1998	25.9	26.2	25.7	23.2	20.5	18.7	17.2	16.0	16.1	17.4	18.5	20.3	20.5
1999	21.1	23.5	21.6	19.8	17.8	16.5	15.8	16.0	16.1	17.1	17.9	19.6	18.6
2000	21.9	22.4	21.4	20.4	18.0	16.6	16.4	16.7	16.3	17.4	18.1	20.3	18.8
2001	21.8	22.9	22.2	20.7	17.7	16.0	15.4	15.5	15.2	16.3	17.6	19.7	18.4
2002	21.1	22.4	23.1	21.2	18.9	16.3	15.4	15.4	16.2	17.5	18.7	20.4	18.9
2003	22.1	23.2	21.9	19.4	17.7	16.4	16.5	15.4	16.1	17.4	19.2	20.6	18.8
2004	22.1	22.8	21.7	20.3	17.0	15.4	15.8	15.6	16.8	17.4	18.8	20.8	18.7
2005	22.3	21.6	21.7	20.4	17.8	16.0	15.7	15.9	15.4	16.1	17.5	20.1	18.4
2006	22.1	22.9	21.6	19.3	16.8	16.5	18.1	17.0	17.0	18.0	18.9	20.1	19.0
2007	22.9	22.7	21.9	20.0	17.0	15.0	14.9	14.2	14.3	15.5	17.1	18.9	17.9
2008	22.1	22.6	23.0	20.0	16.9	16.8	17.6	16.9	16.7	16.9	18.7	20.3	19.0
2009	21.9	22.8	22.6	20.8	18.0	17.6	17.7	16.4	16.5	17.2	18.8	20.5	19.2
2010	22.5	23.6	22.8	21.0	18.6	16.7	14.7	14.8	15.3	16.1	17.4	19.1	18.6

#### 4.9.2 Pluviometría

La estación pluviométrica más próxima a la ciudad de Huaral es la estación Donoso, la cual se encuentra a menos de 5 km de la ciudad, camino a Chancay. Esta estación presenta registro desde el año 1986 a la fecha (25 años completos). A continuación se presenta el registro de precipitación de 24 horas de la estación Donoso.

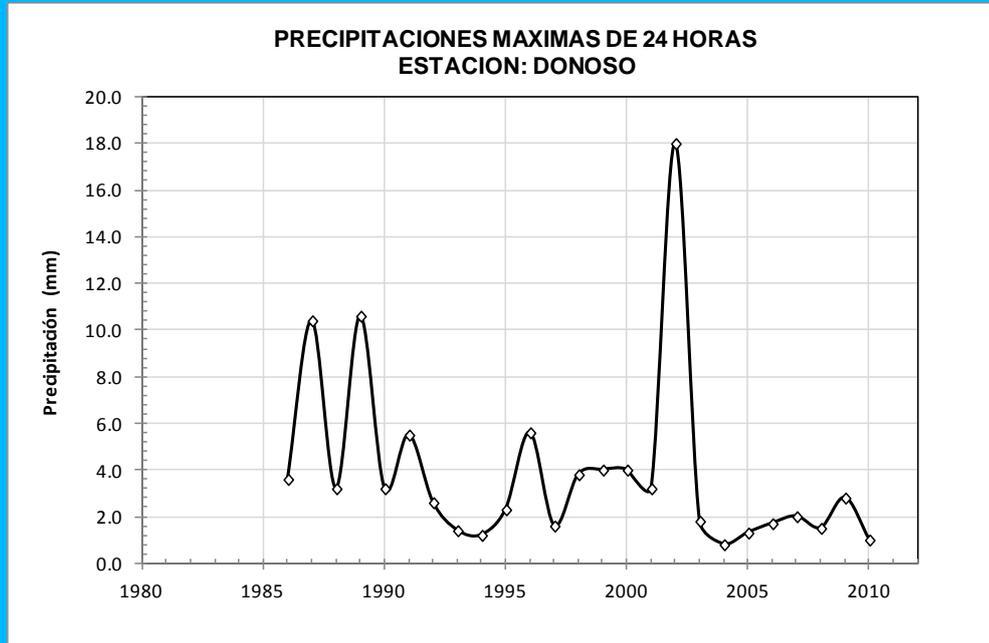
Cuadro N° 43 REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

REGISTRO DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

ESTACION : DONOSO ALTITUD : 180 m.s.n.m. DEPARTAMENTO : LIMA  
 CODIGO : 546 LATITUD : 11° 28' 01" S PROVINCIA : HUARAL  
 LONGITUD : 77° 14' 01" W DISTRITO : HUARAL

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmáx
1986		0	0	0	0	0	0	0.8	0.6	0.2	0	3.6	3.6
1987	0.6	0	0	0	1.3	1.6	1.7	1.9	1.4	0	1.7	10.4	10.4
1988	0.9	3.2	0	0	0	0.6	1	1.4	0.8	0	0	0.2	3.2
1989	0	10.6	0.7	0.4	0.8	1.7	0.7	1.8	1.5	0	0.2	0	10.6
1990	2.8	0	0	0	0.5	1.2	0.6	1	0.4	0.2	0	3.2	3.2
1991	0	0.6	1.2	0	1	0.6	2	2.5	0.3	3.4	0.8	5.5	5.5
1992	0	2.3	0	0	0.5	2.5	2.6	1.8	0.7	1.2	0	0	2.6
1993	1.3	1.2	0	0	0.3	0.3	1.4	1.4	0.4	0.2	0.3	0.2	1.4
1994	0.4	0.5	0.3	0.2	0.4	0.8	0.4	1.2	0	0.2	0	0.6	1.2
1995	0.4	0	2	0.3	0.2	0.5	2.3	1.5	0.5	0.9	0.6	0	2.3
1996	0.3	0.2	5.6	0		1.2	1.2	0.9	0.8	0	0	0	5.6
1997	0.3	0	0	1.2	1.3	0.4	0	1.2	0	0.4	0.4	1.6	1.6
1998	2.8	3.8	1.2	0	1	2	1.3	1	0.5	0	0	0	3.8
1999	1.5	4	0	0.7	0	0.7	1	1.5	0.8	0	0	0	4.0
2000	0	4	0	0	0.5	4	1.3	2.5	1.3	0	0	1	4.0
2001	2.7	2.5	2.2	0.5	1.6	1.5	1.5	1.8	1.5	0	3.2	0.6	3.2
2002	0	18	1.8	1	0	1.7	0.8	1.2	1.2	0.6	0	0.5	18.0
2003	0.6	0	0	0	0.5	0.8	1.8	1.5	1.7	0	0.5	1.3	1.8
2004	0	0	0.6	0		0.8	0.7	0.8	0.5	0		0.5	0.8
2005	0.5	0.6	0	0	1.3	1.2	0.5	0.8	0.9	0.5	0	0	1.3
2006	0	0	1.4	0	0	1.7	1	0.5	1.5	0.5	0.7	0	1.7
2007	1.2	0	2	0	0	0.5	0.8	1.6	1	0	0.5	0	2.0
2008	0.5	0	1.5	0	1.1	1.4	0	1.3	0.7	0	0	1.5	1.5
2009	2	2	2.8	0.5	0.6	1	0.5	1	1	0.6	0	0	2.8
2010	1	0.5	0	0	0.5	1	0.8	0.8	0	1	0	0.5	1.0

Figura N° 5



#### 4.9.3 Hidrometría

El caudal del río Chancay-Huaral es controlado en la actualidad en la estación hidrométrica Santo Domingo ubicada a 629 msnm, y viene operando desde el año 1965. Además se cuenta con registros de descarga desde el año 1922.

Los Caudales registrados en la estación Hidrométrica de Santo Domingo no obedecen a un régimen natural propiamente dicho debido a que existe la regulación de algunas Lagunas en las nacientes de las Subcuencas de Vichaycocha y Baños.

Estas regulaciones han venido sucediendo desde antes del año de 1969, año en que la ONERN lo menciona en el Estudio “Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa Valle Chancay – Huaral”.

Actualmente son 8 Lagunas reguladas y controladas por la Junta de Usuarios del distrito de Riego Chancay – Huaral de acuerdo a las necesidades de demandas de agua que no pueden ser cubiertos por el caudal natural instantáneo del río.

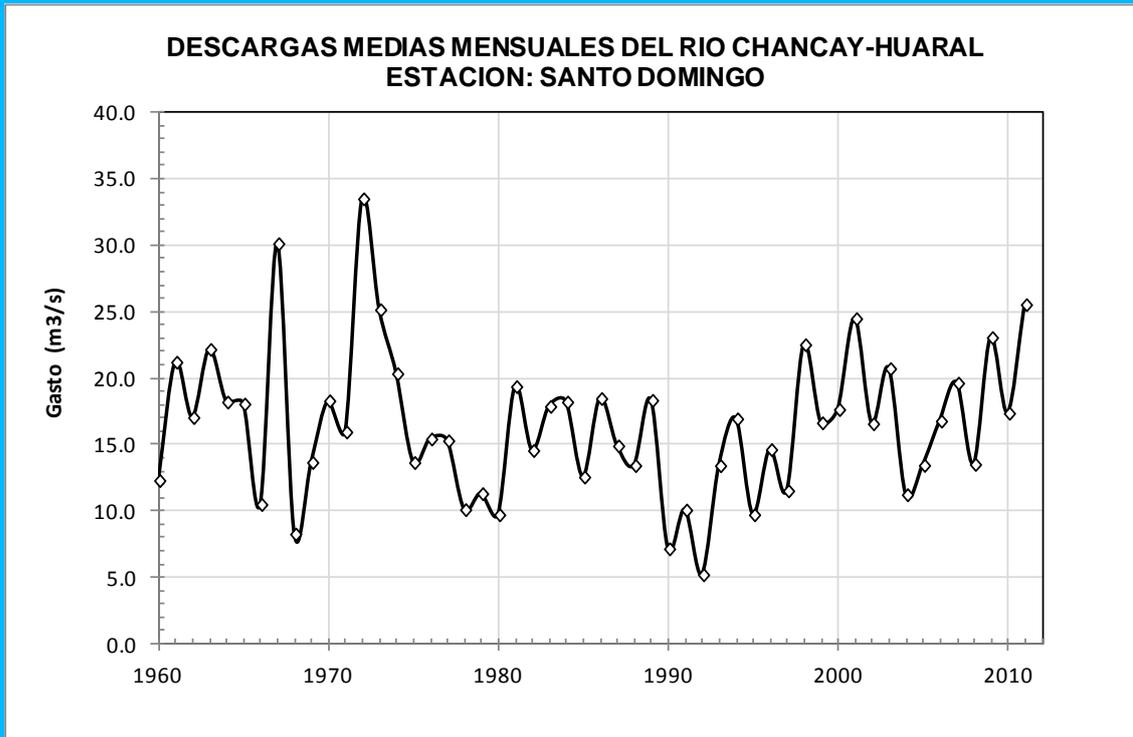
Por ello para tener saber cual es el caudal natural del río Chancay – Huaral es que se propone hacer la restitución de Caudales a Régimen Natural, sin embargo ello es dificultoso debido a que los registros de volúmenes de estas lagunas no se encuentran disponibles en su gran mayoría,

contando solo con los registros a nivel mensual de los años 1999, 2000 y parte del 2001 (hasta el mes de agosto).

Cuadro N° 44 DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RÍO CHANCAY-HUARAL

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO CHANCAY-HUARAL													
ESTACION		: SANTO DOMINGO			Lat.						Dpto.	: Lima	
CODIGO		: 202701			Long.						Prov.	: Huaral	
					Alt.						Dist.	: Huaral	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1960	25.92	30.99	34.79	13.48	6.92	4.82	4.44	4.36	4.54	5.09	6.11	5.92	34.79
1961	21.99	56.82	39.50	47.78	11.55	5.23	5.13	4.90	4.71	4.83	11.49	40.33	56.82
1962	35.55	31.85	59.06	26.90	11.27	6.38	5.58	5.12	4.81	5.14	5.91	6.67	59.06
1963	24.78	53.46	82.61	32.62	9.76	5.93	6.76	5.43	5.07	5.16	10.21	24.00	82.61
1964	11.12	36.75	69.57	41.69	12.98	7.89	5.78	5.93	5.41	6.26	8.02	6.87	69.57
1965	13.40	37.01	97.35	19.95	8.71	6.53	5.55	5.20	4.72	4.81	5.85	7.38	97.35
1966	16.60	13.93	24.51	10.71	6.45	4.97	4.05	3.46	3.17	8.92	9.50	19.48	24.51
1967	34.43	135.48	113.57	20.76	10.98	7.07	5.92	5.51	5.30	7.77	6.77	7.74	135.48
1968	12.88	11.04	22.37	12.01	4.50	4.16	4.14	4.02	3.78	5.09	7.66	7.32	22.37
1969	6.92	12.11	52.28	28.29	6.10	4.30	3.88	3.70	3.36	4.40	4.36	33.99	52.28
1970	85.51	26.89	23.89	17.84	12.51	8.83	5.79	4.69	7.18	5.52	7.02	13.69	85.51
1971	25.94	36.55	50.19	25.75	8.30	6.95	5.95	5.57	5.17	4.99	5.90	9.96	50.19
1972	31.22	36.67	219.40	39.67	15.44	10.32	7.19	6.89	6.11	6.01	6.46	16.38	219.40
1973	45.17	47.64	72.17	43.73	17.92	10.17	7.31	6.80	7.60	9.16	9.05	24.90	72.17
1974	39.76	58.19	61.67	24.92	12.59	9.46	7.74	7.31	5.99	5.02	5.57	5.63	61.67
1975	15.17	16.22	60.07	18.40	10.14	7.33	5.56	5.46	5.46	5.73	6.13	7.94	60.07
1976	22.98	47.14	42.75	20.66	9.56	7.58	6.19	5.62	5.98	4.97	4.91	6.56	47.14
1977	11.04	51.77	45.48	19.71	8.84	6.28	5.47	4.84	4.33	4.40	10.38	10.75	51.77
1978	10.03	31.56	20.86	14.07	6.39	5.40	4.41	4.34	4.94	4.58	6.47	8.05	31.56
1979	6.63	26.25	51.20	13.29	6.19	6.13	4.82	4.77	3.89	3.76	4.00	4.61	51.20
1980	18.91	9.89	19.85	17.43	6.52	6.19	4.13	3.90	3.92	6.62	6.63	12.45	19.85
1981	15.64	65.19	68.99	25.93	7.96	6.96	5.65	5.12	5.26	5.94	8.00	11.57	68.99
1982	14.63	48.40	22.94	18.49	8.80	6.70	5.63	5.69	5.24	5.47	16.96	15.52	48.40
1983	26.95	51.89	47.04	39.02	9.27	5.25	4.84	4.51	4.20	4.92	4.96	11.48	51.89
1984	13.81	62.94	48.90	25.45	12.58	9.27	6.56	5.81	5.15	6.59	7.56	13.63	62.94
1985	9.20	18.09	39.06	21.46	12.58	8.46	6.57	5.91	5.74	6.62	5.40	11.41	39.06
1986	30.15	35.68	46.92	35.34	19.20	9.75	6.47	5.70	5.68	5.40	5.79	15.37	46.92
1987	44.45	48.92	26.20	10.14	6.76	5.00	4.99	5.82	5.43	5.04	5.56	10.35	48.92
1988	21.17	39.48	17.42	30.81	12.68	6.34	5.31	4.82	5.80	5.50	5.23	6.34	39.48
1989	27.24	57.34	45.98	32.87	15.49	11.00	6.77	5.18	4.90	5.52	3.51	3.99	57.34
1990	10.10	7.18	9.26	5.47	4.31	4.40	3.89	2.85	3.62	6.08	16.80	11.77	16.80
1991	14.26	18.24	33.50	10.58	8.20	5.69	5.24	4.39	3.95	4.48	6.84	5.32	33.50
1992	8.06	4.62	14.68	9.36	4.06	3.14	3.03	2.58	2.94	4.10	2.63	3.09	14.68
1993	7.39	25.00	33.00	19.98	10.94	6.32	4.71	3.18	4.01	4.19	16.08	25.97	33.00
1994	34.13	46.94	33.19	27.63	18.05	9.45	5.66	5.09	4.39	6.24	6.55	5.76	46.94
1995	14.28	12.50	21.80	26.09	6.93	5.03	4.35	3.93	3.60	3.60	5.56	8.80	26.09
1996	23.32	54.16	34.24	20.93	10.54	5.39	4.14	4.03	4.20	4.24	4.05	6.05	54.16
1997	11.64	39.64	18.80	6.61	4.31	3.43	3.32	3.24	3.36	3.42	6.43	33.86	39.64
1998	48.80	64.63	62.45	45.02	10.44	5.78	5.45	4.64	4.19	4.64	7.10	6.88	64.63
1999	11.42	57.31	47.77	27.83	13.97	7.31	4.84	3.89	4.34	5.36	4.57	10.87	57.31
2000	22.23	49.16	44.39	23.70	14.89	8.34	6.37	5.21	4.46	7.50	5.97	19.24	49.16
2001	41.43	38.84	97.28	44.64	14.63	8.86	7.22	5.91	5.53	5.65	11.26	12.32	97.28
2002	11.31	30.14	53.06	36.20	11.73	7.41	5.85	5.03	4.86	6.41	13.22	13.43	53.06
2003	33.40	45.45	80.94	29.39	11.48	6.50	5.26	5.38	5.81	5.57	4.72	14.54	80.94
2004	10.57	27.19	19.14	14.20	5.64	3.97	3.42	3.57	3.62	5.15	13.62	24.48	27.19
2005	27.92	14.58	37.32	32.44	7.67	5.42	4.95	5.19	5.56	5.43	5.81	8.77	37.32
2006	12.33	37.55	49.73	37.53	9.52	6.29	5.55	5.66	6.19	6.30	7.28	17.10	49.73
2007	41.69	32.39	50.23	49.49	13.01	6.50	5.89	6.24	6.62	6.98	7.92	8.37	50.23
2008	24.09	34.68	30.36	21.07	7.70	6.00	5.72	5.73	5.29	6.46	6.57	8.26	34.68
2009	28.62	61.63	50.32	46.95	16.57	7.00	7.51	6.81	7.08	9.11	7.59	27.29	61.63
2010	34.33	24.27	41.48	30.61	11.84	7.40	6.50	6.08	6.68	7.73	7.84	23.35	41.48
2011	42.00	51.75	44.92	43.77	16.80	8.50	7.89	7.02	7.00				51.75

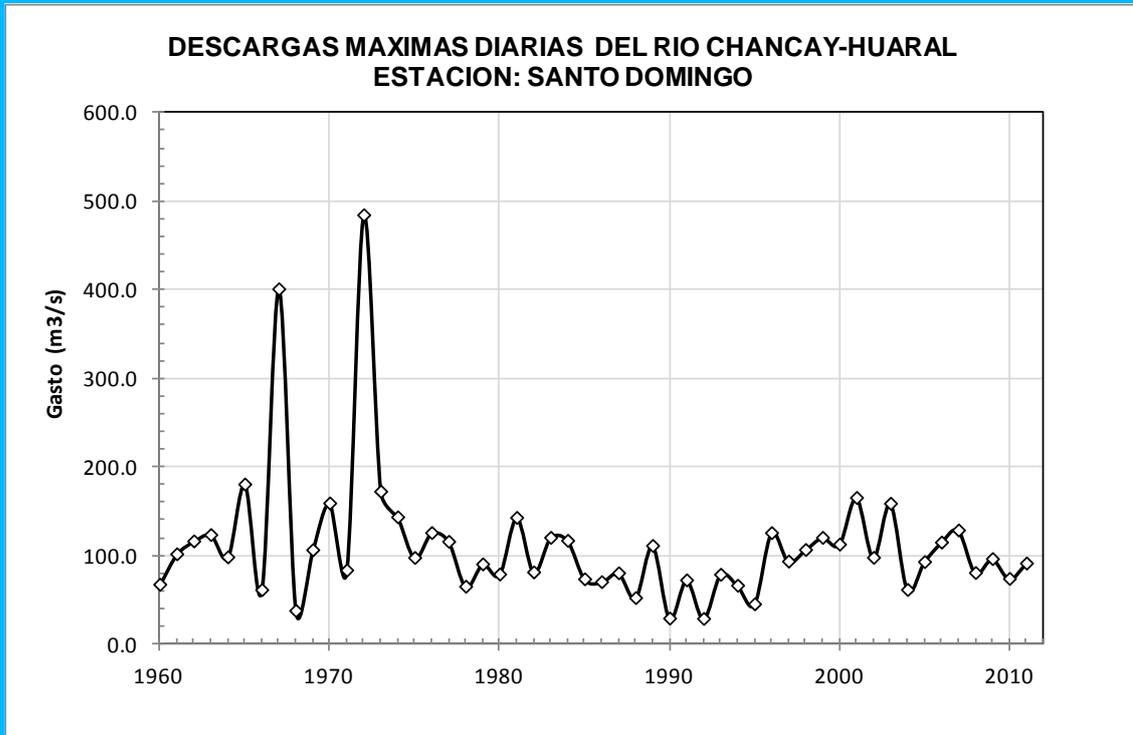
Figura N° 6



Cuadro N° 45 DESCARGAS MÁXIMAS DEL RÍO CHANCAY –HUARAL

DESCARGAS MAXIMAS DEL RIO CHANCAY-HUARAL												
ESTACION	: SANTO DOMINGO					Lat.	: 11° 28'01" S			Dpto.	: Lima	
CODIGO	: 202701					Long.	: 77° 17'01" W			Prov.	: Huaral	
						Alt.	: 150 msnm			Dist.	: Huaral	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1960	49.11	60.50	67.09	20.82	9.52	9.28	5.21	4.68	5.06	5.60	7.38	6.94
1961	60.89	101.45	67.50	91.14	19.14	6.50	5.62	5.28	5.21	5.36	51.90	63.13
1962	102.61	68.79	115.99	37.50	16.50	7.00	5.82	5.35	4.99	6.44	6.89	12.90
1963	37.15	123.14	120.01	66.96	16.15	7.72	7.63	6.55	5.33	5.62	15.46	36.99
1964	21.29	71.12	97.96	76.15	21.92	9.26	6.31	6.27	5.90	7.29	9.40	9.64
1965	40.93	99.48	180.21	39.93	14.10	7.01	5.81	5.42	5.05	5.63	6.54	10.85
1966	29.17	27.50	61.00	17.90	7.80	5.31	4.65	3.67	3.65	22.70	14.28	51.66
1967	94.00	360.79	400.60	42.48	13.25	8.46	5.98	5.69	5.52	13.69	9.70	15.02
1968	23.50	19.62	37.50	20.14	4.86	4.48	4.15	4.15	4.91	6.57	19.84	10.51
1969	11.53	25.80	88.79	54.33	8.68	4.82	3.94	5.12	4.09	6.14	5.76	106.07
1970	158.83	55.49	48.61	29.91	15.03	9.86	7.23	4.93	16.12	6.89	9.08	43.60
1971	43.93	83.20	68.40	45.86	12.55	7.71	6.82	6.21	5.44	5.71	7.73	12.96
1972	85.33	125.01	484.19	83.14	20.02	13.27	8.54	7.61	6.77	6.66	10.58	35.39
1973	116.92	97.84	172.08	72.21	25.38	12.03	8.50	7.45	9.43	14.02	11.38	57.65
1974	69.68	102.44	143.20	34.00	14.89	11.22	8.75	8.55	7.16	5.39	6.05	6.62
1975	26.41	62.48	97.30	32.10	13.84	8.21	6.48	5.68	5.77	6.77	7.42	14.77
1976	56.45	125.43	115.69	30.55	13.99	8.35	6.48	6.16	6.72	5.74	5.51	11.65
1977	16.70	112.00	115.51	39.20	11.76	7.57	5.72	5.08	4.88	5.18	20.91	31.77
1978	25.34	64.85	29.50	23.88	9.32	6.51	4.76	4.98	6.32	6.22	10.81	21.65
1979	15.19	48.43	90.05	28.39	7.96	7.54	5.25	5.58	4.25	4.51	4.57	6.63
1980	78.65	17.14	48.68	51.35	7.03	6.74	5.47	4.42	4.53	17.30	12.00	19.28
1981	30.85	92.16	142.53	50.76	11.84	7.15	7.10	5.92	5.81	8.03	10.19	20.83
1982	40.75	81.00	33.78	24.20	12.80	7.00	5.85	5.85	5.70	7.50	55.00	30.50
1983	54.69	70.00	120.00	100.00	13.00	5.56	5.17	5.14	4.25	5.32	5.99	17.94
1984	26.83	116.62	79.32	45.32	14.10	12.30	7.88	6.54	6.85	8.07	18.00	25.12
1985	18.58	48.60	73.20	30.40	15.29	12.05	6.94	6.17	7.80	7.51	6.20	30.20
1986	53.64	43.00	70.00	57.00	28.00	13.20	7.18	5.95	6.38	5.78	7.00	45.80
1987	70.00	80.00	42.80	17.42	7.50	5.40	5.10	6.00	5.66	5.20	8.44	14.00
1988	50.00	52.00	23.50	42.00	19.00	6.80	5.98	4.88	6.40	5.80	5.56	9.20
1989	40.00	110.88	68.38	49.80	22.35	12.00	8.48	5.68	6.54	6.80	3.58	4.69
1990	18.41	11.33	22.10	6.40	4.60	4.50	4.31	3.21	4.37	8.36	26.50	28.90
1991	28.20	36.80	72.00	18.80	9.74	6.38	5.42	4.77	4.36	8.92	15.80	9.93
1992	13.40	9.45	28.50	15.50	4.85	3.20	3.19	3.06	3.29	7.95	3.00	6.10
1993	23.43	74.49	78.32	23.41	16.03	6.71	6.75	3.48	5.03	4.94	26.51	39.01
1994	37.00	65.94	37.23	31.20	22.00	12.50	6.37	5.60	6.45	6.60	10.00	13.00
1995	27.00	24.00	45.00	35.00	11.00	6.10	4.50	5.00	4.16	4.58	13.50	29.12
1996	53.83	125.36	93.30	27.52	13.10	8.35	4.60	4.62	4.86	5.32	4.62	12.28
1997	18.93	91.82	46.79	8.21	5.29	3.64	3.69	3.44	4.05	4.08	12.50	93.23
1998	93.01	101.89	106.31	60.81	17.61	7.35	6.20	5.15	4.58	8.64	9.00	12.15
1999	33.14	120.00	80.12	43.71	16.98	10.31	5.75	4.18	6.05	8.15	6.54	15.38
2000	42.53	98.05	112.40	37.25	16.60	12.71	6.93	5.68	4.61	11.13	10.02	34.32
2001	61.59	61.81	165.06	100.31	20.12	10.50	8.00	6.80	5.80	6.46	41.59	21.57
2002	18.97	68.93	97.46	68.00	21.80	8.11	6.37	5.70	5.73	12.30	33.57	23.69
2003	59.57	97.90	158.49	43.18	19.00	7.70	5.47	6.15	6.11	6.41	6.07	47.38
2004	28.13	61.19	42.36	20.07	7.33	4.52	3.60	4.13	4.00	11.00	47.84	46.10
2005	60.67	24.84	78.00	92.67	9.37	6.13	5.63	5.57	5.97	5.80	6.65	18.33
2006	60.67	114.67	86.67	71.33	13.88	6.68	6.00	6.32	6.60	7.10	10.50	63.00
2007	74.00	78.80	80.00	128.33	17.67	9.20	6.50	7.07	6.80	9.70	10.93	12.17
2008	43.67	80.33	52.33	42.33	11.00	6.30	6.25	6.17	6.00	8.00	7.60	12.50
2009	55.00	96.00	95.00	85.00	22.00	11.03	8.40	7.70	7.60	21.00	11.27	56.67
2010	58.67	51.00	73.67	65.00	15.80	9.23	7.40	6.50	7.60	8.40	9.10	56.00
2011	85.00	89.00	74.00	91.00	22.50	11.30	8.90	7.30	7.10			

Figura N° 7



### Cursos de Agua que cruzan e interactúan con la ciudad de Huaral

La ciudad de Huaral se encuentra ubicada en una planicie, dentro de lo que corresponde el valle del río Chancay-Huaral. El río Chancay – Huaral se encuentra ubicado al Sur-Este de la ciudad, la distancia más próxima de la ciudad al río es de 1.80 km.

El casco urbano y asentamientos periféricos no interactúan con ninguna quebrada. Sin embargo, debido a su ubicación dentro de un valle, existen canales de riego que cruzan la ciudad, el canal principal que cruza la ciudad es: Canal Chancay – Huaral y algunos laterales.

### Estudio de Máximas Avenidas

Al desarrollar el estudio de máximas avenidas en el río Chancay-Huaral, como en toda la región Costa del Perú, debemos referirnos al fenómeno de “El Niño”, que muchas veces ha generado grandes precipitaciones en la cuenca y por consiguiente grandes flujos en el río.

Las descargas máximas del Chancay-Huaral, están asociadas a la característica estocástica de las precipitaciones normales sobre la cuenca y a la influencia del fenómeno de El Niño, cada una con frecuencias de recurrencia diferentes; que probablemente algunas veces hayan coincidido en severidad y ocasionado grandes tormentas y huaycos. En consecuencia, es necesario tratar el Fenómeno de El Niño con cierto detenimiento.

### Fenómeno del Niño

El fenómeno de “El Niño”, es un fenómeno natural de origen Océano Atmosférico, que afecta a casi todo el planeta, manifestándose con más fuerza en el litoral del Pacífico Sur, en Australia e Indonesia.

Entre los factores que originan el fenómeno y se intercalan entre sí, tenemos:

- El calentamiento de las aguas superficiales del mar, expresado en términos de anomalías, evalúa las temperaturas del mar.
- Índice de Oscilación del Sur (ENOS), que expresa la diferencia de la presión barométrica entre Darwin (Australia) y Tahití (Polinesia).
- La Influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, que evalúa la perturbación tropical que se forman como resultado de la convergencia de los vientos alisios ecuatoriales de los hemisferios norte y sur, en las cercanías de la línea ecuatorial.
- La profundización de la Termoclina, que define el espesor del agua caliente en el mar.

### Historia de los Fenómenos

El fenómeno de El Niño, según historiadores, se presenta hace miles de años en forma recurrente. Se han registrado niños de leves a catastróficos. A continuación se presenta un cuadro de registros de Niños determinados por investigaciones en zonas arqueológicas, recopilados en un artículo para la revista, que PREDES publicó en octubre de 1994.

Cuadro N° 46 RECORD DE ENSOs DETERMINADOS POR INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS

FECHA	CARACTERISTICAS
ENSO del 900 a 700 a. c.	Perfil en el Cerro Sechín
ENSO del 500 a. c.	Perfil en Chavín de Huantar
ENSO del 100 a 150 d. .c.	Sedimentos y Cantos Rodados en Pueblo Viejo, Ancash
ENSO del 550 d. c.	Perfiles en la Huaca Aramburú de la UNMSM
ENSO del 900 a 950 d. c.	Perfil en Pachacamác
ENSO del 1200 d. c.	Perfil en Huaycán de Cieneguilla

Cuadro N° 47 RECORD de ENSOs, SEGÚN PREDES (1994)

<b>Evento El Niño</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Fuentes de información</b>
1525-1526	Intenso	Xeres (1534)
1531-1532	Intenso	Xeres (1534) y Prescott (1892)
1539-1541	Intenso	Montesinos (1642) y Cobo (1653)
1552	Intenso	Palma (1894) y Moreno (1804)
1567-1568	Intenso	Oliva (1631) Cobo (1639) Labarthe (1914)
1574	Intenso	García Rosell (1903)
1578	Muy Intenso	Acosta (1590), Cobo (1639-1653)
1591-1592		Martínez y Vela (1702)
1607	Intenso	Cobo (1639), Alcedo y Herrera (1740)
1614		Cobo (1653) Labarthe (1914)
1618-1619	Intenso	Vásquez de Espinoza (1629)
1624	Intenso	Cobo (1653) Labarthe (1914)
1634	Intenso	Palma (1894) y Puente (1885)
1652	Intenso	Cobo (1653), Labarthe (1914)
1660	Intenso	Labarthe (1914) y Portocarrero (1926)
1671	Intenso	Labarthe (1914) y Portocarrero (1916)
1681	Intenso	Rocha (1681)
1687-1688	Intenso	Juan y Ulloa (1748), Melo (1913)
1696	Intenso	Palma (1894)
1701	Intenso	Feijoo de Sosa (1763), Bueno (1763)
1707-1708	Intenso	Cooke (1712) y Alcedo y Herrera (1740)
1714-1715	Intenso	Gentil (1728)
1720	Intenso	Shelvolcke (1726) F. de Sosa (1763)
1728	Muy Intenso	Feijoo de Sosa (1763) Bueno (1763)
1747	Intenso	Feijoo de Sosa (1763) Llano Z. (1748)
1761	Intenso	Bueno (1763) Alcedo (1786-1789)
1775	Intenso	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1785-1786	Intenso	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1791	Muy Intenso	Unanue (1806) Ruschenberger (1834)
1803-1804	Intenso	Moreno (1804) Unanue (1806)
1814	Intenso	Spruce (1864) y Eguiguren (1894)
1828	Muy Intenso	Ruschenberger (1834) Paz S. (1862)
1844-1845	Intenso	Spruce (1864) Eguiguren (1894)
1864	Intenso	Spruce (1864) Eguiguren (1864)
1871	Intenso	Hutchinson (1873) Eguiguren (1894)
1877-1878	Muy Intenso	Eguiguren (1894) Palma (1894)
1884	Intenso	Eguiguren (1894) Sievers (1914)
1891	Muy Intenso	Carranza (1891) Eguiguren (1894)
1899-1900	Intenso	Labarthe (1914) Bachman (1921)
1902	Moderado	El Comercio (Feb. 17, 1902) Raimondi
1905	Moderado	Bachmann (1921) Taulis (1934)
1907	Moderado	Remy (1931) Paz Soldán (1908)
1911-1912	Intenso	Forbes (1914) Labarthe (1914)
1914	Moderado	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1917	Intenso	Lavalle/García (1917) Murphy (1923)
1918-1919	Moderado	Muphy (1923) Portocarrero (1926)
1923	Moderado	Lavalle y García (1924) Balen (1925)
1925-1926	Muy Intenso	Murphy (1926) Zegarra (1926)
1930-1931	Moderado	Petersen (1935) Hutchinson (1950)
1932	Intenso	Petersen (1935) Sheppard (1933)
1939	Moderado	Voth (1940) Schweigger (1940)
1940-1941	Intenso	Lobell (1942) Mears (1944)
1943	Moderado	Schweigger (1961) Miller y Laurs
1951	Moderado	García Méndez (1953) Schweigger (1961)
1953	Moderado	Rudolph (1953) Sear (1954)
1957-1958	Intenso	Wooster (1960) Schweigger (1961)
1965	Moderado	Guillén (1967-1971)
1972-1973	Intenso	Idyll (1973) Wooster y Guillén (1974)
1976	Moderado	Quinn (1977, 1980) Smith (1983)
1982-1983	Muy Intenso	Mugica (1983) Rasmusson/Hall (1983)
1987	Moderado	R. Mujica
1991-1993	Intenso	
1997-1998	Intenso	CPPS (1997) gg
2001-2002	Moderado	

**a) Evaluación y pronóstico del Fenómeno del Niño****Evaluación de la recurrencia del Fenómeno del Niño**

Según se ha podido evaluar, los Niños de gran intensidad son:

Cuadro N° 48 RELACIÓN DE NIÑOS EXTRAORDINARIOS

**RELACION DE NIÑOS EXTRAORDINARIOS**

<b>AÑO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>DAÑOS</b>
1578	46	Fuertes lluvias en Lambayeque durante 40 días. Desborde de ríos. Copiosas lluvias en Ferreñafe, Túcume, Illimo, Pacora, Jayanca, Cinto, Chiclayo, Chicama, Chocope, Trujillo y Zaña. Destrucción de canales. Epidemias. Gran daño de la agricultura. Plaga de Langostas.
1624	96	Grandes lluvias en Trujillo y Zaña. Destrucción del Sistema de Riego en Lambayeque
1720	8	Inundación de Zaña. Copiosas lluvias en Trujillo, Piura y Paita. Desborde de ríos. Enormes daños económicos a la agricultura, especialmente en Lambayeque.
1728	63	Lluvias en Piura (hubo relámpagos y truenos), Paita Zaña (12 días), Chocope, Trujillo (40 días, corrieron ríos de agua por las calles). Desborde de los ríos. Reubicación de Sechura. Ruina económica de la agricultura, especialmente en Lambayeque.
1791	37	Fuertes lluvias en Piura y en otros lugares de la costa norte. Daños a la agricultura en Lambayeque.
1828	50	Importantes lluvias entre Trujillo y Piura (14 días). Desbordes de ríos. Formación de un río en Sechura.
1878	13	Fuertes lluvias en la costa norte. Grandes daños en el departamento de Lambayeque.
1891	34	2 000 muertos, 50 000 damnificados. Torrenciales lluvias en toda la costa norte. En Piura, Trujillo y Chiclayo llovió 2 meses. Chimbote, Casma y Supe quedaron en ruinas. En Lima hubo 30° C. Desbordes del río Rimac.
1925	58	Fortísimas lluvias en todo el norte. Desborde de ríos. Aumento de la temperatura del mar y del ambiente. Lluvias hasta Pisco. Grandes daños económicos
1983	15	Fuertes y largas precipitaciones en la costa norte. Llovió durante 6 meses en Piura y Tumbes (2500 mm). Interrupción de carreteras. Fuertes pérdidas en la pesquería.
1998	?	Grandes lluvias en todo el norte. Fuertes descargas de los ríos. Cuantiosas pérdidas. Cayeron 58 puentes. Plaga de langostas. Grandes pérdidas económicas.

Intervalo  
Promedio

42

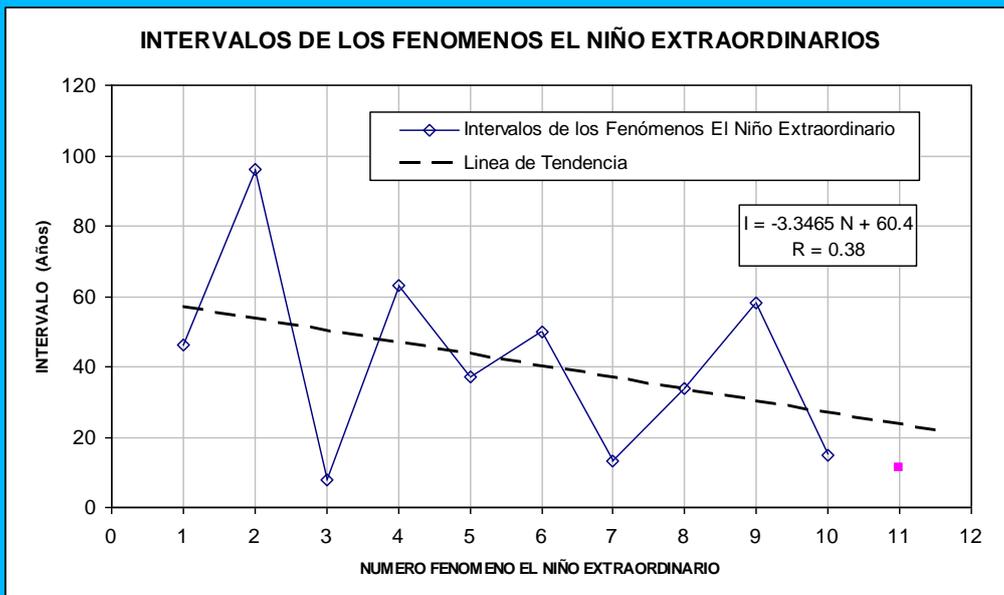
El Niño es un fenómeno cíclico de característica estocástica, cuya recurrencia se ha estimado entre 2 y 7 años. Sin embargo los niños que ocasionan daños a la ciudad son aquellos calificados como Niños Extraordinarios o Niños de gran intensidad.

El intervalo medio entre Niños extraordinarios es de 42 años. Sin embargo, si analizamos los Niños extraordinarios, de los últimos 2 siglos (1828, 1878, 1891, 1925, 1983 y 1998), el intervalo de recurrencia es de 34 años; mientras que el intervalo de recurrencia de los niños anteriores (siglos XVI, XVII y XVIII), es de (50 años). Por lo que se puede decir que existe una tendencia a la mayor recurrencia del fenómeno El Niño, que podría coincidir o acelerar con el cambio climático que experimentamos en la actualidad.

Por otro lado, no se debe dejar de lado que, hubieron intervalos muy cortos, como los ocurridos entre 1998 y 1983, con 15 años de diferencia; Entre 1891 y 1878, con 13 años de diferencia; y los ocurridos entre 1728 y 1720, con 8 años de diferencia.

En la **Figura N° 8**, se muestran los intervalos de los fenómenos El Niño extraordinarios, y con línea punteada la tendencia de los mismos; aunque no existe una buena correlación ( $r = 0.38$ ), la tendencia es clara. **Según este gráfico el siguiente fenómeno El Niño se daría dentro de 20 años (contados a partir del fenómeno de El Niño de 1998)**. Por otro lado de un cálculo estadístico al registro de intervalos, se ha obtenido una desviación estándar de 25 años; y teniendo en cuenta las recurrencias históricas mínimas de 8, 13 y 15 años (párrafo anterior), el Fenómeno El Niño se puede dar en los próximos años (2013, 2014, etc.).

Figura N° 8



### **Pronóstico del Fenómeno del Niño**

Hoy en día, se monitorea permanentemente las temperaturas del mar y otras variables meteorológicas en todo el globo terrestre. Por otro lado, existen grandes laboratorios de investigación en todo el mundo, orientados al pronóstico del fenómeno El Niño. Los resultados de las investigaciones, así como, los registros están a libre disposición en la Web, a sólo días después de su evaluación.

Existen varios modelos matemáticos de pronóstico del fenómeno El Niño, desarrollados por diferentes centros de investigación. Uno de ellos, con el mayor éxito en el pronóstico de El Niño, es el desarrollado por el NCEPNOAA (National Environmental Prediction Center de la National Oceanographic and Atmospheric Agency de los EE.UU. de América). Este modelo integra los procesos oceánicos y atmosféricos para determinar la temperatura del mar en el futuro, parámetro que define, hasta cierto punto, todo el resto de fenómenos, incluyendo los meteorológicos (sin ignorar los efectos que tienen éstos sobre lo anterior). Estos pronósticos se dan para los 3, 6, 9 y 12 meses posteriores a la fecha, y están disponibles en la Web.

Nuestra capacidad de predicción de lo que ocurrirá en un año o en un mes no nos dice nada de las variaciones día a día del tiempo. En un mes dado, con un clima ya definido, las lluvias varían día a día, mientras que durante varios días el nivel puede ser de 0 mm, en un día posterior puede llegar a mas de 100 mm (variaciones en el tiempo)

En conclusión el pronóstico del Fenómeno de El Niño, debe evaluarse bajo tres escalas de anticipación: de más de uno a decenas de años, de semanas a aproximadamente un año, y de horas a varios días.

**Los pronósticos en la primera escala**, si bien están bastante desarrollados, hasta el punto de predecir la ocurrencia del fenómeno El Niño con 9 a 12 meses de anticipación, no nos permite predecir el posible comportamiento del clima (El Niño) con tanta anticipación.

**Los pronósticos en segunda escala**, con anticipación de hasta un año, permitirá tomar decisiones no sólo para la mitigación de posibles daños sino también para la obtención de beneficios. Podemos mencionar a manera de ejemplo la decisión de sembrar algodón o arroz con la debida anticipación, o la compra de ganado para aprovechar de los pastizales que se forman con las lluvias o la adecuación de los instrumentos de pesca a otras especies, etc.

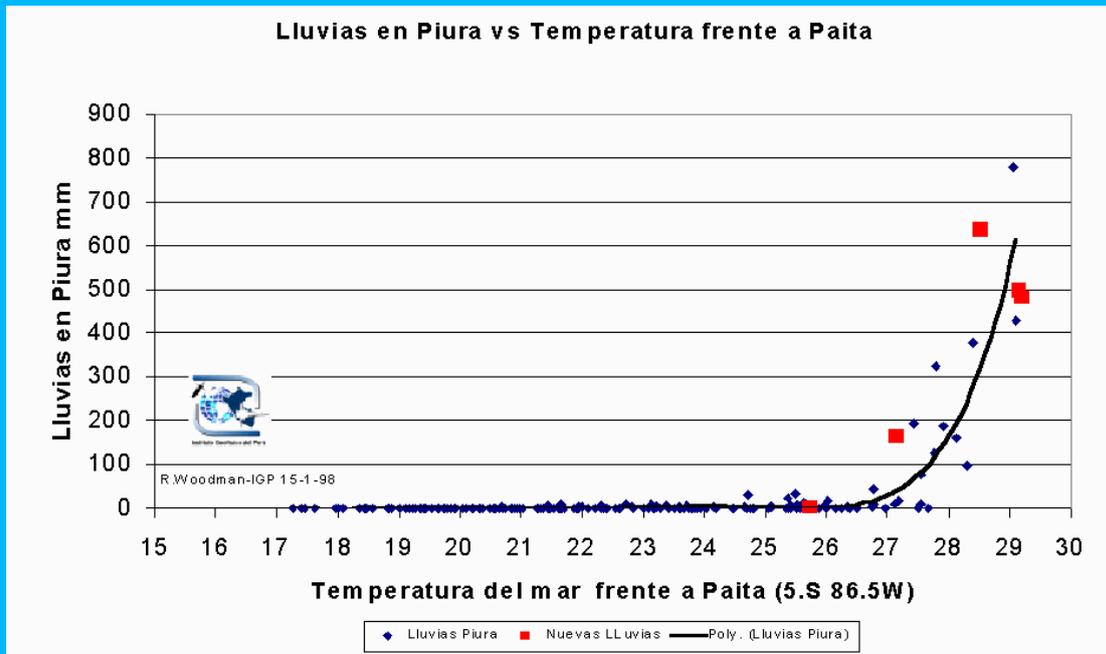
Esta predicción consiste en determinar los niveles de precipitación en una región determinada, a partir de las temperaturas superficiales del mar Peruano. Por ejemplo, si consideramos la sensibilidad de las precipitaciones en la costa del Perú a variaciones de sólo un grado en la temperatura, errores cometidos en los pronósticos de esta magnitud tienen consecuencias drásticas en el pronóstico de las precipitaciones. La **Figura Nº 9**, nos muestra esta sensibilidad. Mientras que con un mar a 28°C esperamos precipitaciones del orden de 150 mm, para 29°C esperamos precipitaciones cercanas a los 800 mm por mes.

Felizmente para mejorar la bondad de los pronósticos en el futuro, no necesitamos un gran salto en el desarrollo de la tecnología del modelaje matemático. Los modelos existentes son ya capaces de una mejor precisión en otros lugares del Pacífico. Para mejorar la capacidad de pronóstico en el Perú, se debe invertir en mejorar la instrumentación y el pronóstico en las zonas que nos afectan. En la **Figura N° 9** se muestra que para una misma temperatura es posible diferentes precipitaciones, aunque centradas alrededor de un cierto nivel. Se debe trabajar en mejorar estos pronósticos.

Nuestra capacidad de predicción de lo que ocurrirá en un año o en un mes no nos dice nada de las variaciones día a día del tiempo. En un mes dado, con un clima ya definido, las lluvias varían día a día, mientras que durante varios días el nivel puede ser de 0 mm, en un día posterior puede llegar a mas de 100 mm (variaciones en el tiempo).

Los pronósticos en tercera escala, deben estar orientados a la predicción de tormentas, desde unas horas a varios días de anticipación. Este pronóstico solo se alcanza monitoreando la cuenca mediante estaciones meteorológicas, y transmitiendo a tiempo real la información de las estaciones, para integrarlas en una base donde se hacen las simulaciones de los diferentes fenómenos climatológicos. Para la implementación de este sistema es necesario conocer los parámetros geomorfológicos, y la respuesta de ella frente a diferentes eventos climáticos, los cuales deben ser calibrados con anterioridad.

Figura N° 9 RELACIÓN EMPÍRICA ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR FRENTE A PAITA (5 S 86.5 O) Y LAS LLUVIAS EN PIURA



Fuente: El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú – Instituto Geofísico del Perú - Ronald Woodman P., 1998.

## Precipitaciones Máximas

Este parámetro es fundamental para determinar los niveles de inundación por efectos de la lluvia precipitadas en la ciudad, y para recomendar obras de drenaje pluvial. La precipitación máxima está referida a la precipitación máxima diaria o precipitación máxima de 24 horas.

Dentro de nuestro ámbito del proyecto, se cuenta con información de precipitación de la Estación Donoso, la cual se encuentra a menos de 5.0 Km de la ciudad de Huaral.

De acuerdo a los registros en la estación Donoso, se puede concluir que la precipitación sobre la ciudad de Huaral es escasa, la tormenta máxima de 24 horas apenas es de 10.4 mm, correspondiente al año 1987, aún en los años de fenómeno de El Niño se han experimentado precipitaciones menores. Un análisis de la precipitación máxima de 24 horas se muestra a continuación:

Cuadro N° 49

PRECIPITACIONES MAXIMAS. PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO						
ESTACION DONOSO						
Período de Retorno	P	Distribución Normal	Distribución Log Normal	Log Pearson III	Gumbel	Gumbel Modificado
T		$X_T$	$X_T$	$X_T$	$X_T$	$X_T$
2	0.500	3.6	1.6	3.5	3.0	
5	0.200	6.8	10.4	6.9	7.1	6.4
10	0.100	8.6	27.9	7.5	9.9	8.6
20	0.050	10.0	63.0	7.6	12.5	10.8
25	0.040	10.4	79.9	7.6	13.3	11.5
50	0.020	11.5	157.7	7.6	15.9	13.6
100	0.010	12.6	290.8	7.9	18.4	15.7
200	0.005	13.6	509.2	8.5	21.0	17.8
500	0.002	14.7	1003.5	10.0	24.3	20.6
1000	0.001	15.5	1615.1	11.9	26.8	22.7
Delta <sub>c</sub> ( $\Delta_c$ ) =	0.26	0.244	0.278	0.180	0.197	0.174

Figura N° 10

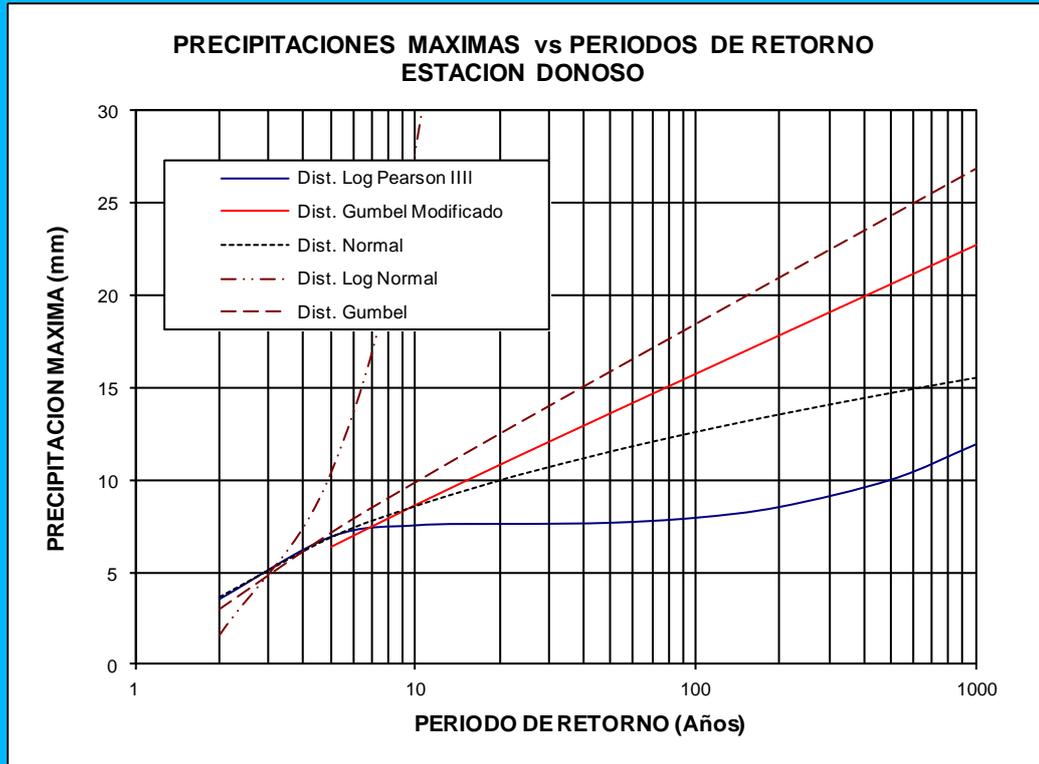
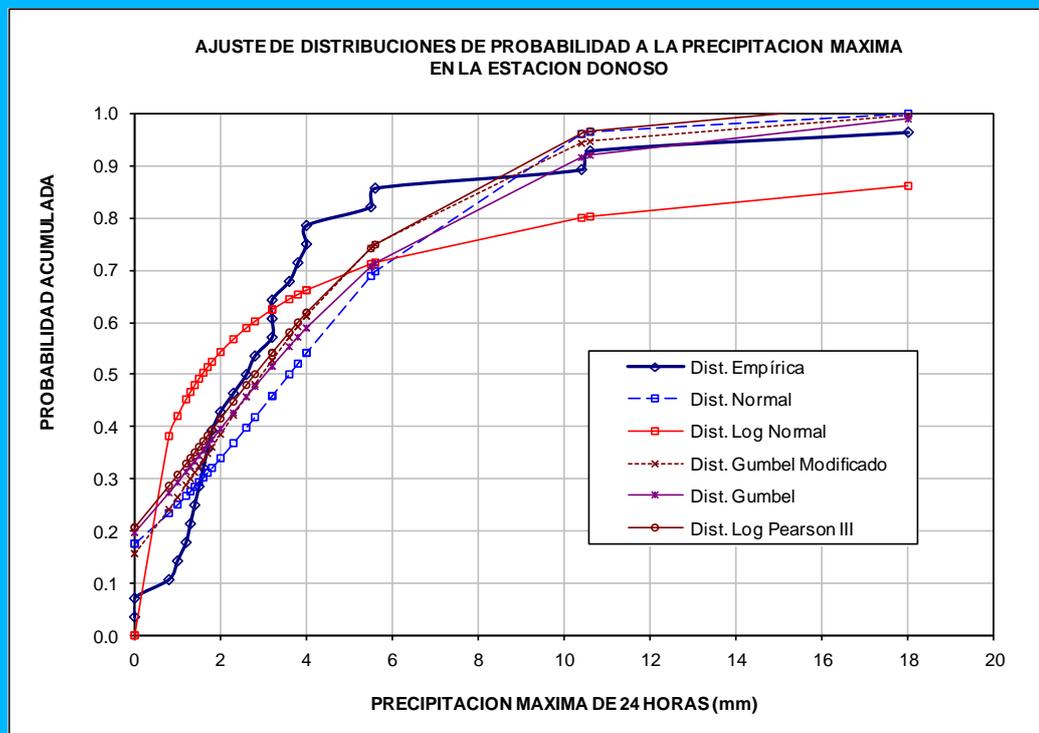


Figura N° 11



A continuación se hace un análisis de tormentas máximas, para diferentes períodos de retorno y diferentes duraciones de las mismas (Curvas Intensidad Duración y Frecuencia).

### Determinación de las Curvas Intensidad – Duración –Frecuencia. Método Bell

Una expresión que permite determinar en forma indirecta las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia es la denominada fórmula de Bell la cual tiene la expresión siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \ln(T) + 0.52) \cdot (0.54 t^{0.25} - 0.5) \cdot P_{60}^{10}$$

$$C = \frac{P_{24}^{10}}{P_{60}^{10}} = 4.04$$

En donde:

T : Período de retorno (años).

t : Duración (minutos).

$P_t^T$  : Precipitación caída en “t” minutos con período de retorno “T” años.

C : Coeficiente de Espildora, para el área de estudio.

$P_{24}^{10}$  : Precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años y duración 24 minutos.

$P_{60}^{10}$  : Precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años y duración 60 minutos.

Para calcular el valor de la precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años y duración de 60 minutos que se requiere en la fórmula, se utiliza el coeficiente de Espildora estimado para el área de estudio y el valor de la precipitación máxima para el mismo periodo de retorno (10 años), resultando:

$$C = \frac{P_{24}^{10}}{P_{60}^{10}} = \frac{8.60}{P_{60}^{10}} = 4.04 \quad \rightarrow \quad P_{60}^{10} = 2.13$$

De donde resulta finalmente la siguiente expresión:

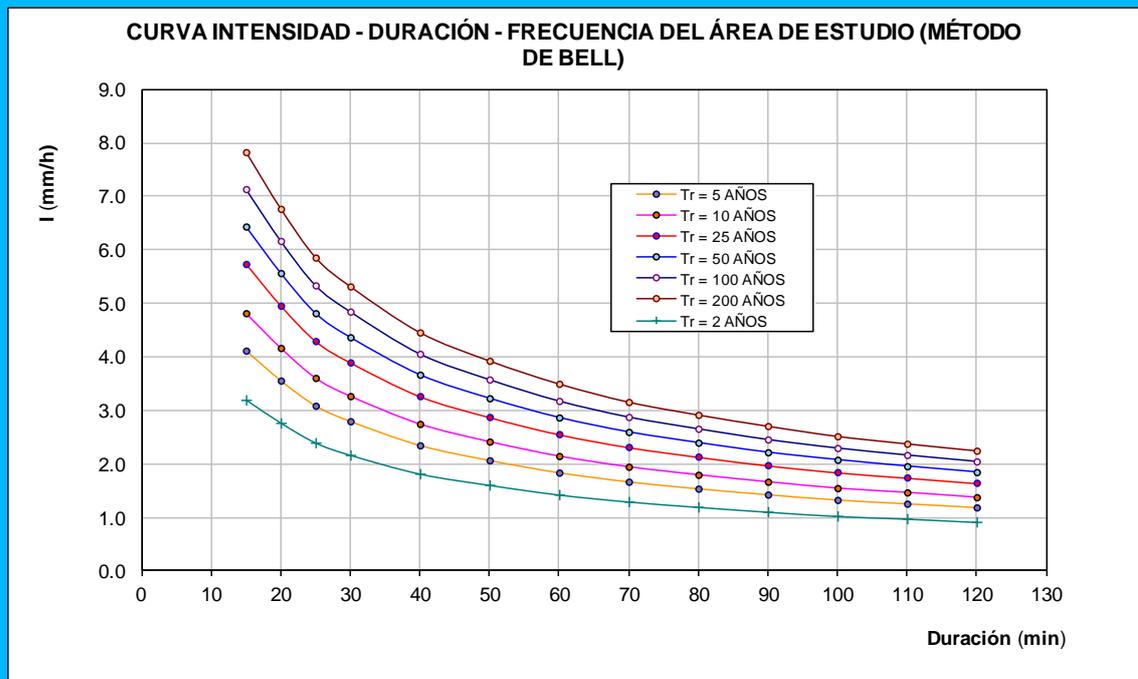
$$P_t^T = (0.21 \ln T + 0.52) \cdot (0.54 t^{0.25} - 0.5) \cdot 2.13$$

Utilizando la expresión anterior de la fórmula de Bell se calcula la precipitación e intensidad de lluvia para diferentes duraciones de lluvia y períodos de retorno para el área de estudio, las cuales se muestran en el Cuadro siguiente, así como las respectivas curvas IDF en el Figura N° 12

Cuadro N° 50

CÁLCULO DE CURVA INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA DEL ÁREA DE ESTUDIO							
(MÉTODO DE BELL)							
t Duración (min)	INTENSIDAD (mm/hr)						
	2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS	200 AÑOS
15	3.19	4.11	4.81	5.73	6.43	7.13	7.82
20	2.76	3.55	4.16	4.95	5.56	6.16	6.76
25	2.39	3.08	3.60	4.29	4.81	5.33	5.85
30	2.16	2.79	3.26	3.89	4.36	4.84	5.31
40	1.81	2.34	2.74	3.26	3.66	4.05	4.45
50	1.6	2.06	2.41	2.87	3.22	3.57	3.92
60	1.42	1.83	2.14	2.55	2.86	3.17	3.49
70	1.29	1.66	1.94	2.31	2.59	2.87	3.15
80	1.19	1.53	1.79	2.13	2.39	2.65	2.91
90	1.1	1.42	1.66	1.97	2.21	2.45	2.70
100	1.02	1.32	1.54	1.84	2.07	2.29	2.51
110	0.97	1.25	1.46	1.74	1.95	2.16	2.37
120	0.91	1.18	1.37	1.64	1.84	2.04	2.24

Figura N° 12



De acuerdo al análisis realizado, las intensidades de lluvia para un período de retorno de 10 años van desde 1.4 mm a 4.8 mm, los cuales son valores muy pequeños para producir inundaciones en la ciudad por precipitaciones pluviales.

### Descargas Máximas

En el afán de estimar el caudal de máximas avenidas bajo diferentes metodologías, se ha preparado la información hidrológica disponible para tal fin. En el caso del método estadístico, es importante contar con descargas máximas horarias y/o diarias del río.

Considerando la existencia de información hidrométrica en la estación Santo Domingo, la cual se encuentra en la cota 607 msnm, además tomando en cuenta que aguas abajo de dicha sección el aporte es muy poco y despreciable, el caudal de máximas avenidas se determina empleando varias distribuciones probabilísticas sobre las descargas máximas del río Chancay Huaral. Así tenemos una estimación de la frecuencias de caudales máximos (los cálculos se muestran en el **Anexo 1**). El análisis de errores prueba que la curva que mejor se ajusta a los datos simulados es la distribución Gumbel. En los cuadros siguientes se presenta un resumen de los resultados de los análisis realizados por las diferentes distribuciones (**Figura N° 13 a N° 16**).

Cuadro N° 51

DESCARGAS MAXIMAS. PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO						
ESTACION SANTO DOMINGO						
Período de Retorno	P	Distribución Normal	Distribución Log Normal	Log Pearson III	Gumbel	Gumbel Modificado
T		X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>
2	0.500	111.3	96.6	93.4	100.0	
5	0.200	175.2	148.3	146.4	181.0	165.9
10	0.100	208.6	185.5	188.7	234.7	210.3
20	0.050	236.2	223.2	235.3	286.1	253.0
25	0.040	244.3	235.6	251.3	302.4	266.5
50	0.020	267.3	274.9	305.0	352.7	308.2
100	0.010	288.0	315.8	365.2	402.6	349.5
200	0.005	306.9	358.6	432.8	452.3	390.7
500	0.002	329.9	418.2	535.0	517.9	445.1
1000	0.001	346.0	465.9	623.5	567.5	486.2
Delta <sub>c</sub> ( $\Delta_c$ ) =	0.19	0.222	0.100	0.190	0.186	0.156

Figura N° 13

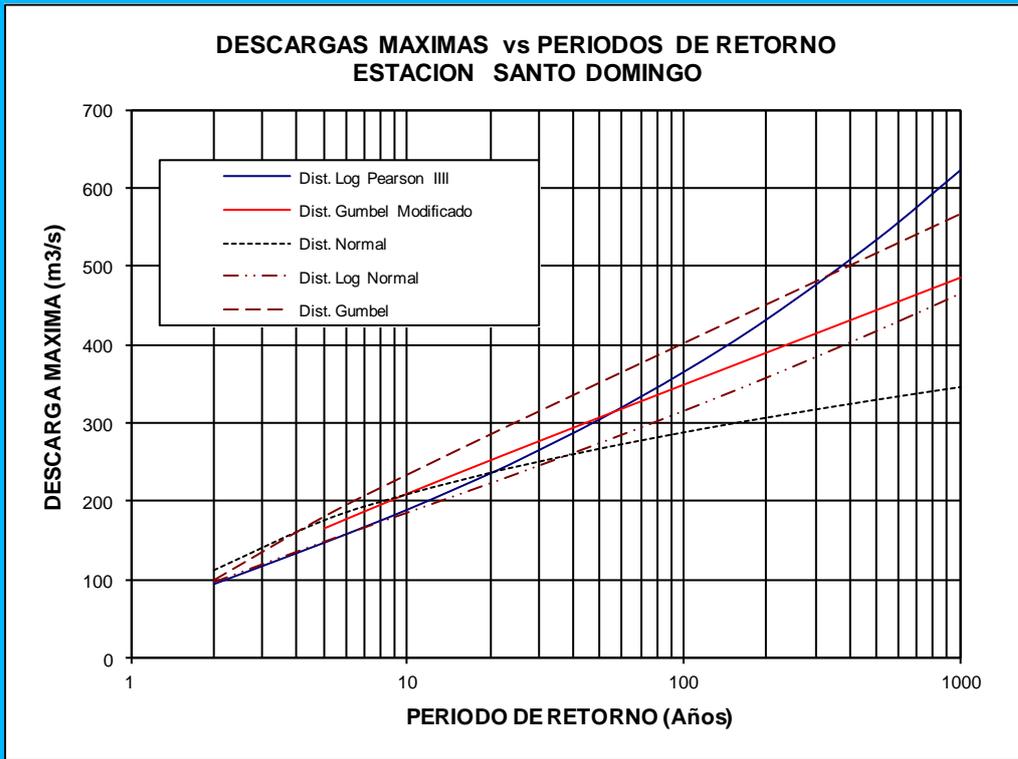
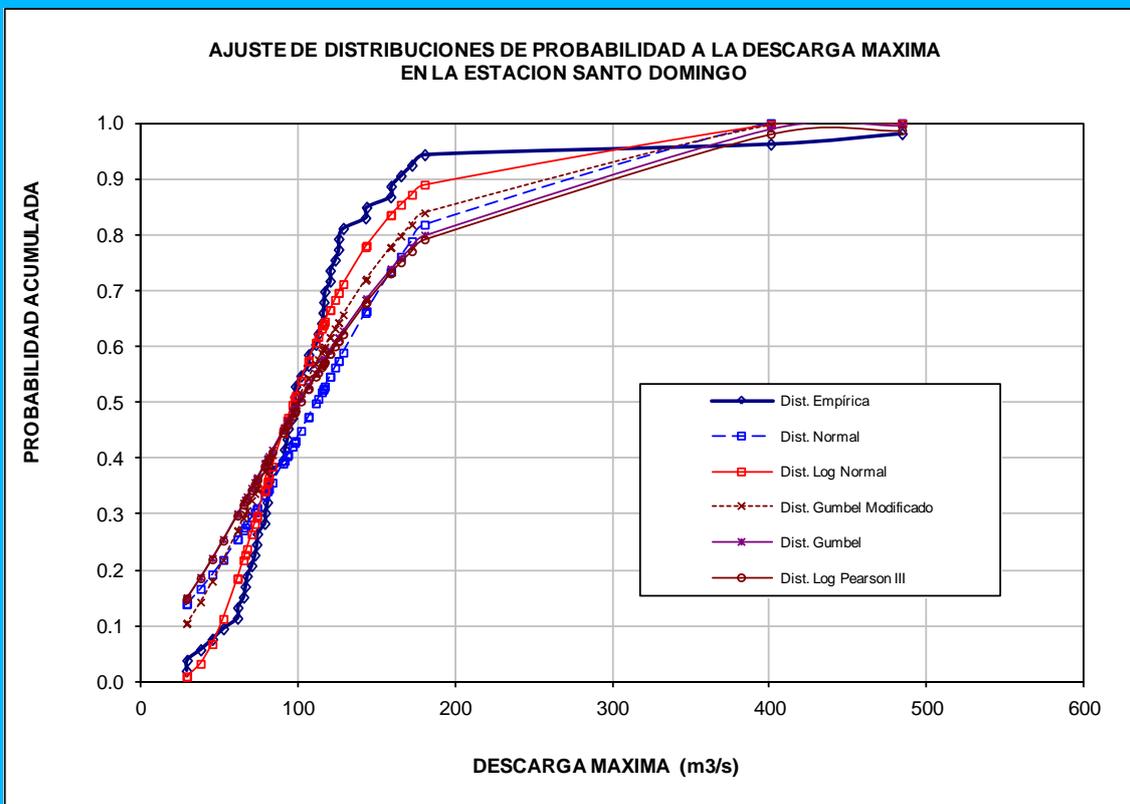


Figura N° 14



Por otro lado, aplicando las ecuaciones del método regional, se obtienen los siguientes resultados (los cálculos se muestran en el **Anexo 2**):

Cuadro N° 52 CAUDALES MÁXIMOS DEL RÍO CHANCAY – HUARAL. SEGÚN EL MÉTODO REGIONAL

Descripción	Area de la Cuenca Km <sup>2</sup>	T Años	Coeficiente				Log T	Caudal m <sup>3</sup> /s
			C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	m	n		
Río Chancay - Huaral	1850.31	2	0.09	0.36	1.24	0.04	0.30	135.0
Río Chancay - Huaral	1850.31	10	0.09	0.36	1.24	0.04	1.00	448.5
Río Chancay - Huaral	1850.31	50	0.09	0.36	1.24	0.04	1.70	762.0
Río Chancay - Huaral	1850.31	100	0.09	0.36	1.24	0.04	2.00	897.0
Río Chancay - Huaral	1850.31	500	0.09	0.36	1.24	0.04	2.70	1,210.5

Elaboración: Equipo técnico del INDECI

Las metodologías empleadas, arrojan resultados muy diferentes entre ellos, esto podría atribuirse a característica atípica de las Cuencas, en las que el método regional sobre estima los flujos. Por otro lado se debe considerar que los caudales máximos empleados corresponden a caudales diarios y no así a caudales máximos instantáneos. Por consiguiente, el caudal de máximas avenidas para un período de retorno de 100 años debe considerarse mayor a los 315.80 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.9.4 Inundaciones

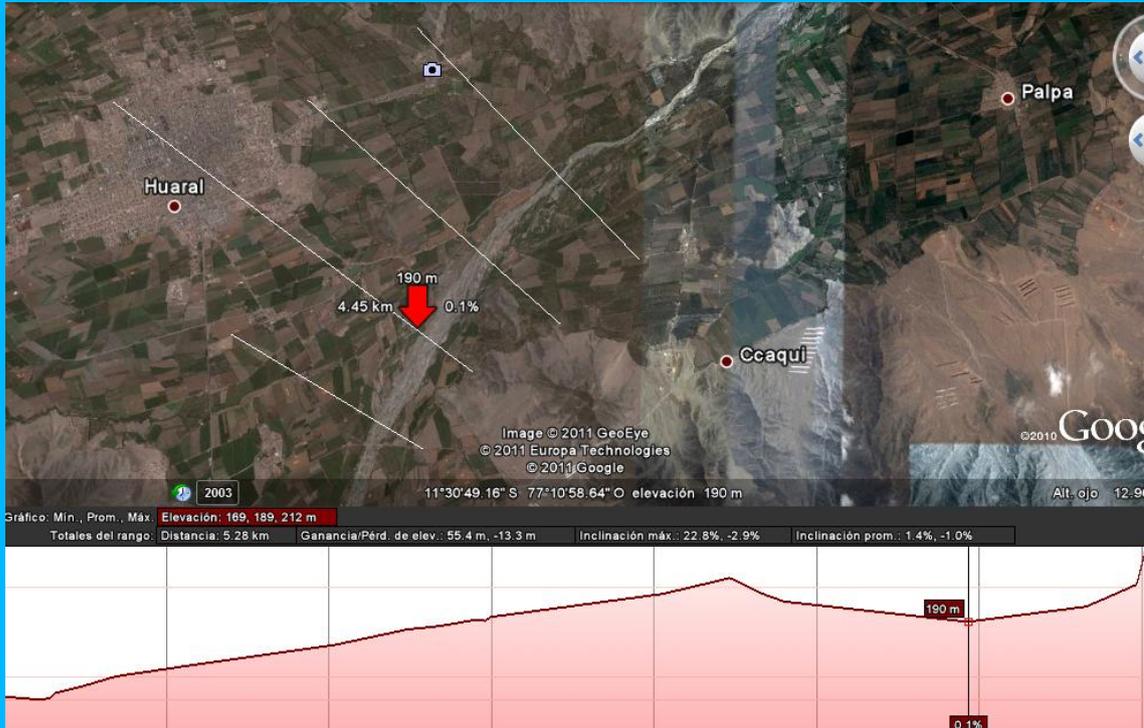
El fenómeno de inundación debe ser abordado debido al desborde de los cursos de agua (ríos, canales, quebradas, etc.), precipitaciones caídas sobre la ciudad y afloramiento de la napa freática.

##### a) Inundación por Desborde de Flujos Superficiales

###### Desborde del río Chancay – Huaral

De acuerdo a la evaluación realizada, no existen antecedentes de inundación de la ciudad por desborde del río. Si bien la ciudad de Huaral tiene una cota inferior al cauce del río, entre el cauce y la ciudad existe una formación natural, una delgada terraza cuyo nivel se encuentra en promedio 10 metros por encima del cauce, como se muestra en la figura.

El caudal de máximas avenidas de un período de retorno de 100 años, estimada en 897 m<sup>3</sup>/s, no llega a superar los niveles de la terraza.



En el ámbito regional se tiene antecedentes de desborde del río, en los sectores de Pasamayo, como se muestra en la figura siguiente



Desborde del Río Chancay - Huaral en el sector de Pasamayo



### Desborde de los Canales de Riego

A pesar de que los canales son sistemas de riego regulados, a falta de mantenimiento y debido a la baja pendiente de los mismos, estos sedimentan y reducen su capacidad hidráulica, ocasionando desbordes localizados dentro de la ciudad de Huaral. Por otro lado, la costumbre de arrojar desechos y basura, a los canales de riego por parte de los transeúntes y pobladores, ocasionan la estrangulación del cauce y/o la contaminación del agua, provocando en el primer caso desbordes, y en el segundo caso los canales se convierten en focos infecciosos de contaminación.



Zona de inundación. El canal Cañón 2 pasa por delante de viviendas. Se muestra acumulación de material flotante (basura), retenido en las veredas y alcantarillas de las viviendas.



Punto crítico del canal Chancay, donde se producen constantes desbordes, debido a la acumulación de basura en su cauce

Las inundaciones debido a precipitaciones pluviales y afloramiento de la napa freática no se han dado en la ciudad,

### **Huaycos**

Los huaycos son inmensas corrientes de barro y lodo que se forman en las quebradas inestables de fuerte pendiente y en zonas expuestas a precipitaciones. Considerando estas características la ciudad de Huaral no estaría expuesto a este tipo de peligro, sin embargo los sectores periféricos pegados a los cerros estarían expuestos a estos peligros. Dentro del ámbito regional se tienen antecedentes de huaycos en algunos tramos de la carretera Huaral – Acos, como se muestra en la foto.



#### 4.10 GEOTECNIA

En el presente acápite se analizan las condiciones geotécnicas del área de estudio delimitadas como ámbito urbano en el que se encuentra la ciudad de Huaral y las zonas de posible expansión urbana, mediante la realización de un programa de exploraciones de campo programadas en el presente estudio que permitan conocer ciertas caracterizaciones de la zona de estudio tales como: el tipo de cobertura geológica, característica del suelo de cimentación, la clasificación del material subyacente, estabilidad del talud de corte, capacidad de carga admisible, asentamiento y la agresión de sales y sulfatos disueltos en el suelo nocivos para el concreto y el acero de construcción.

La importancia de realizar estudios de mecánica de suelos ( EMS ) con la finalidad de averiguar básicamente la resistencia o capacidad de soporte que tiene el estrato subyacente en el área de la ciudad de Huaral, radica en establecer el comportamiento de los suelos frente a eventuales fenómenos sísmicos que pudieran ocurrir (debido a que la zona de estudio se encuentra dentro del riesgo sísmico) y realizar las acciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de la estructura aún en situaciones extremas. Las investigaciones que han de realizarse tienen validez en todo el ámbito de estudio de la ciudad de Huaral, ya sea para edificaciones importantes como son las obras públicas y privadas o viviendas que tengan alturas mayores a 6.00 mts. Cualquiera sea el caso y dependiendo de la importancia del proyecto es necesario determinar los datos físicos que dará el momento de falla en el suelo, para lo cual se efectúan cálculos numéricos simulando la presión ejercida por la estructura sobre la superficie de desplante, conocer este dato físico requiere aplicar las normas técnicas peruanas que clasifican los suelos para propósitos de Ingeniería Civil. Teniendo en cuenta los procesos geomorfológicos suscitados, el ámbito de estudio tiene un suelo heterogéneo, conglomerático de cantos rodados, gravas, limos y arenas íntimamente mezclados, producto de la depositación aluvial del Río Chancay formando material de acarreo en un tiempo geológico muy largo.

#### Objetivos de las Investigaciones Geotécnicas

El presente ítem tiene como objetivos:

- Esquematizar mediante un mapa temático las características físicas del material tales como granulometría, humedad, densidad, nivel freático y elementos nocivos al concreto.

- Esquematizar mediante un mapa temático la capacidad de soporte del suelo de cimentación mediante un análisis de los resultados efectuados en laboratorio del parámetro dato previo a la aplicación de la fórmula de Terzaghi.
- Esquematizar mediante un mapa temático los peligros que puedan representar algunos sectores con problemas de capacidad de soporte para edificaciones, al asociar con fenómenos geodinámicos de gran magnitud, debido a que la ciudad de Huaral se encuentra ubicada en un área de riesgo sísmico.
- Obtener conclusiones referidos al dimensionamiento necesario de las estructuras de cimentación, dado el uso de material exagerado en el cimiento de la obra civil, con consecuente impacto negativo en los costos.
- Obtener un listado de pautas técnicas para el correcto proceso constructivo de edificaciones en habilitaciones urbanas nuevas y el reforzamiento de habilitaciones urbanas existentes con evidentes signos de fallas y agrietamientos, referidos a problemas de cimentación.

#### **Programa de Investigaciones de Campo (Mapa N° 25)**

Para alcanzar los objetivos propuestos se ha realizado un programa de exploraciones en el cual previamente se ha considerado hacer una revisión de la información geológica a nivel local a fin de conocer el origen y evolución de las formaciones y de su estructura que han provocado la superficie de la Ciudad de Huaral. Así mismo se ha tenido en cuenta información geomorfológica de los procesos responsables del relieve actual de la zona de estudio que haya ocurrido a lo largo de un tiempo Geológico muy largo. Dado estas consideraciones se han seleccionado los puntos de investigación programándose excavaciones a cielo abierto tratando de abarcar todo el ámbito de estudio efectuándose la apertura de 15 calicatas a una profundidad de 3.00 metros.

Para el desarrollo de las exploraciones geotécnicas realizado por el Equipo Consultor, se han ubicado estratégicamente los quince puntos en zonas donde sea posible validar, complementar y extrapolar la información geotécnica existente, así como, en aquellas zonas de probable expansión urbanística (zonas periurbanas).

Las investigaciones de caracterización física de los tipos de suelo de la ciudad de Huaral no sólo se ha limitado a las zonas donde específicamente se han realizado la apertura de calicatas, sino también, se ha extendido a distintos puntos del área de estudio, se han ubicado mediante un GPS algunos cortes naturales (Taludes de Canal donde sea visible los estratos) o artificiales (excavaciones realizadas de obras de saneamiento) que en la fecha de elaboración de los trabajos de campo se encontraban visibles, los cuales han permitido identificar el tipo y características cualitativas del suelo, por medio de una interpretación visual y manual.

Durante el proceso de apertura de las 15 “calicatas”, se ha iniciado con la descripción del perfil estratigráfico y seguidamente la toma de muestras de los estratos que conforman el subsuelo. Debido a que los suelos encontrados en la ciudad de Huaral tienen características heterogéneas conglomerádicas de canto rodado, arenas y limo; por situarse en el cono de deyección del Río Chancay.

De las excavaciones hechas se han extraído muestras alteradas tipo (**Mab**) para efectuarse los ensayos Estándar y De corte Directo por tratarse de un suelo de estructura básicamente granular gruesa, solo para los ensayos Químicos se han encapsulado en envases herméticos a fin de conservar sus propiedades naturales para su auscultación en cuanto se refiere a Humedad natural.

Cuadro N° 53 UBICACIÓN DE CALICATAS EXCAVADAS

CALICATA	UBICACIÓN GEOMETRICA DE "CALICATAS" EXCAVADAS			
	COORDENADA ESTE (m.)	COORDENADA NORTE (m.)	ALTITUD (msnm)	PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION
CAL - 01	260,085.00	8,728,014.00	201.00	3.00
CAL - 02	258,901.00	8,727,732.00	185.00	3.00
CAL - 03	257,002.00	8,727,546.00	158.00	3.00
CAL - 04	256,509.00	8,727,766.00	156.00	3.00
CAL - 05	258,008.00	8,728,208.00	179.00	3.00
CAL - 06	257,208.00	8,730,512.00	169.00	3.00
CAL - 07	259,215.00	8,728,768.00	194.00	3.00
CAL - 08	258,487.00	8,728,862.00	186.00	3.00
CAL - 09	259,160.00	8,729,244.00	193.00	3.00
CAL - 10	257,983.00	8,729,086.00	180.00	3.00
CAL - 11	261,918.00	8,729,532.00	237.00	3.00
CAL - 12	259,070.00	8,726,832.00	179.00	3.00
CAL - 13	259,711.00	8,729,140.00	195.00	3.00
CAL - 14	258,303.00	8,729,666.00	173.00	3.00
CAL - 15	259,788.00	8,728,754.00	200.00	3.00

### Objetivos del Programa de Exploraciones

- Investigar el espesor de los estratos del suelo de cimentación de la ciudad de Huaral en los distintos puntos de exploración mediante “calicatas” a cielo abierto.
- Ubicar Napa freática; si a caso se encontrara a la profundidad de excavación.
- Determinar la profundidad de la roca basal y sus características; si a caso se encontrara a la profundidad de excavación.
- Obtención de muestras (alteradas o inalteradas) para su posterior caracterización, ensayos especiales y análisis químicos.
- Llevar a cabo los ensayos in-situ del terreno para estimar propiedades naturales (densidad y humedad) de los distintos estratos del suelo.
- Definir y detectar problemas especiales que puedan generarse durante la etapa de construcción de las obras públicas o privadas.

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

Con la finalidad de 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 los indicadores y rasgos geológicos que se refieren básicamente a la determinación del color, consistencia, humedad, forma de partículas, cobertura general, estado de compacidad del suelo de cimentación en su estado natural y la descripción de la clasificación de materiales; se ha registrado estas características a través de un perfil estratigráfico en el que se consignan la caracterización física del material encontrado por niveles de profundidad mediante auscultación manual visual de campo. Los resultados de estas observaciones se presentan en el **ANEXO N° 01**.

**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 inalteradas del tipo Mab, por tratarse de un material granular friccionante de textura gruesa.

Para la estimación de la densidad natural “in situ” se ha auscultado el estado de compacidad del terreno mediante el ensayo de densidad de campo en dos puntos de excavación y se ha extendido los datos en el resto de las calicatas en base al grado de dificultad que se ha tenido durante las excavaciones con el uso de herramientas apropiadas, debido a que los estratos presentan las mismas características variando solo en su potencia. Para la extracción de especímenes se ha recogido muestras disturbadas de suelo en un estado alterado para encontrar el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente en el Laboratorio.

**Ensayos de Laboratorio**

Para la determinación de la caracterización física y propiedades del suelo, se han conducido los especímenes extraídos de cada una de las calicatas al laboratorio del CISMID (Laboratorio Geotécnico de la UNI) de los cuales se han realizado los siguientes ensayos:

<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
- Ensayo de Corte Directo	ASTM D 3080
- PH, Sales Solubles, Sulfatos y Cloruros en suelos	NTP 339.152, NTP 339.177

Los resultados obtenidos, se presentan en el **CUADRO N° 3.5.2.1**. Los parámetros físicos y mecánicos del suelo de cimentación y los agentes nocivos al concreto disueltos en él.

## Fase de Gabinete

### a) Revisión de Estudios Anteriores

Se ha efectuado una recopilación de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación para las obras públicas desarrolladas por la Municipalidad de Huaral y de acuerdo a la importancia del proyecto se han considerado tomar los parámetros encontrados en cada uno de los proyectos e incluirlos en la base de datos y posteriormente procesarlos a fin de obtener mayor validez en resultados; los Proyectos que se incluyen son:

- 1.- Mejoramiento de los Servicios Educativos del I.E.P. Andrés de los Reyes – Huaral.  
Av. Huando S/N – Ciudad de Huaral.
- 2.- Estudio de Suelos con fines de Habilitación Urbana en la Asociación de Vivienda “El Naranjal”  
Asociación de Vivienda “El Naranjal” - Huaral.
- 3.- Rehabilitación de Infraestructura del Hospital San Juan bautista de Huaral. Huaral – Lima.
- 4.- Estudio de Suelos con fines de Habilitación Urbana en la Asociación Pro-vivienda “Los Jardines de Huaral”. Construcción del I.E. N° 20406 “La Huaquilla”. Calle la Huaquilla N° 374 – Huaral.
- 5.- Fortalecimiento Institucional de las áreas de atención al público que funcionan en el primer piso del palacio municipal de la Municipalidad Provincial de Huaral. Plaza de Armas de Huaral.
- 7.- Estudio de Suelos con fines de cimentación para la Habilitación Urbana de la Urbanización “El Portal de Huando”. Provincia de Huaral – Lima

### b) Clasificación de Suelos (Mapa N° 26)

Con la finalidad de estimar y validar las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos de cimentación donde se han realizado las excavaciones dentro del área de estudio de la ciudad de Huaral, se presentan los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante calculados a partir de los ensayos especiales de "Corte Directo", y de los ensayos de caracterización física los cuales se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 54

PARÁMETROS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN "CALICATAS" EXCAVADAS OBTENIDOS CON ENSAYOS DE LABORATORIO													
Proyecto : PNUD - CIUDADES SOSTENIBLES													
Estudio : "ESTUDIO INTEGRAL DEL PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES DE LA CIUDAD DE HUARAL - REGION LIMA"													
Fecha : Noviembre del 2011													
EXCAVACION	PROFUN- DIDAD. (m)	NIVEL DE AGUA (m)	CLASIFICACION SUCS	% < Nº 200	γ <sub>nat.</sub> (Tn/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sec.</sub> (Tn/m <sup>3</sup> )	W <sub>nat.</sub> (%)	LIMITES DE ATTEBERG				Parámetros de Resistencia al Esfuerzo de Corte	
								LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wo (%)	φ(*)	C Sat. (Kg/cm <sup>2</sup> )
CAL-01	0.00 - 0.30 0.30 - 1.20 1.20 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GW - GM (Grava con limo y arena) GP (Grava mal graduada)	5.300	2.100	2.047	2.600	NP	N.P.	N.P.		37.000	0.00
CAL-02	0.00 - 0.30 0.30 - 0.80 0.80 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL ML (Limo Arenoso) GP - GM (Grava con limo y arena)	5.300	2.110	2.061	2.400	NP	N.P.	N.P.		38.000	0.00
CAL-03	0.00 - 0.60 0.60 - 1.80 1.80 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GP - GM (Grava con limo y arena) SP (Arena mal graduada)	7.600	2.080	2.017	3.110	NP	N.P.	N.P.		38.000	0.00
CAL-04	0.00 - 0.80 0.80 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GP - GM (Grava con limo y arena)	5.500	2.250	2.184	3.010	NP	N.P.	N.P.		35.000	0.00
CAL-05	0.00 - 0.70 0.70 - 1.20 1.20 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GW - GM (Grava Bien Graduada) GP - GM (Grava con limo y arena)	6.100	2.280	2.169	5.100	N.P.	N.P.	N.P.		31.000	0.00
CAL-06	0.00 - 0.30 0.30 - 1.40 1.40 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL ML (Limo Arenoso) SP (Arena mal graduada)	18.200	1.710	1.674	2.150	N.P.	N.P.	N.P.		34.000	0.00
CAL-07	0.00 - 0.90 0.90 - 1.40 1.40 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GW - GM (Grava Bien Graduada) GP - GM (Grava con limo y arena)	6.700	2.260	2.191	3.140	N.P.	N.P.	N.P.		41.000	0.00
CAL-08	0.00 - 0.30 0.30 - 1.20 1.20 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL ML (Limo Arenoso) GP - GM (Grava con limo y arena)	5.300	2.270	2.203	3.020	N.P.	N.P.	N.P.		35.000	0.00
CAL-09	0.00 - 0.30 0.30 - 1.30 1.30 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GP - GM (Grava con limo y arena) GW - GM (Grava Bien Graduada)	5.900	2.140	2.075	3.110	N.P.	N.P.	N.P.		35.000	0.00
CAL-10	0.00 - 0.40 0.40 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GW (Grava Bien Graduada)	9.800	2.350	2.276	3.240	23.00	16.00	7.00		37.000	0.150
CAL-11	0.00 - 1.00 1.00 - 1.80 1.80 - 2.20 2.20 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL SP (Arena mal graduada) GW (Grava Bien Graduada) SP (Arena mal graduada)	7.500	1.650	1.617	2.030	N.P.	N.P.	N.P.		30.000	0.00
CAL-12	0.00 - 0.30 0.30 - 1.20 1.20 - 2.50 2.50 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL ML (Limo Arenoso) CL (Arcilla limosa) SP (Arena mal graduada)	86.300	1.780	1.731	2.810	27.00	17.00	10.00		34.000	0.100
CAL-13	0.00 - 0.30 0.30 - 1.20 1.2 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL GW - GC (Grava arcillosa) GP - GM (Grava con limo y arena)	6.500	2.110	2.068	2.030	N.P.	N.P.	N.P.		39.000	0.00
CAL-14	0.00 - 0.60 0.60 - 1.30 1.30 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL SP (Arena mal graduada) GW - GM (Grava con limo y arena)	9.900	2.210	2.110	4.750	18.00	N.P.	N.P.		36.000	0.00
CAL-15	0.00 - 0.60 0.60 - 1.30 1.30 - 3.00	> a 3.00	Cobertura-OL ML (Limo Arenoso) GW - GC (Grava arcillosa)	18.100	2.320	2.273	2.070	25.00	14.00	11.00		38.000	0.250

## Descripción del Suelo de Cimentación del Ambito de Estudio

De los parámetros físicos y mecánicos del suelo de cimentación obtenidos de los diferentes ensayos realizados en laboratorio, del muestreo realizado en campo en cada uno de los puntos y con la recopilación de los estudios de Mecánica de Suelos realizada para importantes obras de infraestructura en el medio; permiten establecer una estratigrafía general del suelo donde está constituido la ciudad de Huaral, que se compone básicamente de cuatro tipos genéricos, similares en el orden de distribución de los estratos y con variabilidad en sus potencias (espesor del estrato).

La estratigrafía típica de la ciudad de Huaral producto de un proceso de depositación de materiales aluviales por el río Chancay en un tiempo geológico muy largo se refleja en la disposición de estos: Cobertura Natural o Antrópica (Top Soil) con horizontes hasta de 0.50 m.; seguido de material limo arenoso, arena limosa con o sin arcilla (de textura fina y media), con fracciones mínimas de grava cuya potencia varía entre 0.50m. a 1.60m. de espesor; luego se encuentra las gravas de aristas redondeadas con arena, de buena gradación o mala gradación generalmente acompañados con limo o arcilla por los que se denominan “sucias”. Cabe señalar que el muestreo de las “calicatas” se ha realizado tomando materiales de los estratos más representativos, separando la fracción que corresponde a gravas ( $\phi > \phi = 1''$ ) a efectos de facilitar el transporte y el manipuleo de los especímenes recogidos, por lo que en los informe de laboratorio se mencionan en la clasificación SUCS como arenas, sin embargo con el rigor del caso corresponde afirmar que se tratan de suelos gravosos.

La zonificación de clasificación de suelos según el sistema único de clasificación de suelos (SUCS) para el área de estudio, se muestra en cuatro tipos de suelo y gráfico temático se presenta en el Mapa de Clasificación de Suelos de cimentación.

### TIPO A

Este tipo de suelo se encuentra generalmente en el área urbana ocupado por las habilitaciones existentes e infraestructuras de servicio. Que tienen como estratos:

De 0.2 m a 0.3 m corresponde a una cobertura de material común, limo arenoso, rellenos antrópicos, rellenos conformados para vías, etc. con escasas gravas redondeadas y sub redondeadas.

De 0.3m a 1.40 m. De potencia, suelo areno limoso con poca grava bien redondeada firme y grado de compacidad media.

De 1.40m a 3.00 m. De potencia, el material que predomina tiene características granulares Grava de mala gradación con limos y arena (GP-GM), Gravas de buena gradación con limos y arena (GW-GM) y en la zona denominada los naturales se encuentra gravas arcillosas (GW-GC), con bolonerías de 40.0 cm de  $\phi$ , de forma bien redondeada, en estado suelto a firme y grado de compacidad media. Sin nivel freático.

**TIPO B**

Los suelos con estas características se encuentran aisladamente en dos áreas; una en la zona llamada “La Caporala” y la siguiente en las zonas Aparicio y parte de San Gerónimo y la zona céntrica de Huaral, presenta estratos:

De 0.0m a 0.6 m. corresponde a una cobertura de material limo arenoso, rellenos antrópicos con escasa gravas en algunos sectores mezclados con desechos plásticos, materiales de desmote o algunos elementos orgánicos, en otros se ha encontrado tierra de cultivo y raíces de vegetales.

De 0.6m a 1.30 m. De potencia, suelo limo arenoso con gravas de tamaño mediano (de 10 a 15 cm de  $\phi$ ) bien redondeada firme y grado de compacidad media.

De 1.30m a 3.00 m. De potencia, el material que predomina tiene características granulares Grava arcillosa de mala gradación por sectores con limo y bolonerías de 40.0 cm de  $\phi$ , de forma bien redondeada, en estado firme y grado de compacidad media a dura. Sin nivel freático.

**TIPO C**

Los suelos con estas características se ubican en la parte sur de la ciudad básicamente en áreas recientemente urbanizadas o suelos de uso agrícola dentro del ámbito de estudio; parte de las zonas: Esquivel, El Milagro, La victoria, La Huaquilla, Colán y Huarangal, presentan estratos:

De 0.0m a 0.4 m. corresponde a una cobertura de material limo arenoso, rellenos antrópicos con gravas en algunos sectores mezclados con desechos plásticos, algunos elementos orgánicos, principalmente en áreas agrícolas que contienen raíces de vegetales.

De 0.4m a 1.20 m. De potencia, el material que predomina tiene características cohesivas y del tipo limo arenoso con estratos pequeños de arcilla, generalmente acompañados en algunos casos por gravas redondeadas de diámetros que varían entre 5cm y 10cm. Las densidades varían de acuerdo al grado de humedad y se encuentran medianamente compactados a sueltos.

De 1.20m a 3.0 m. De espesor se encuentra predominantemente materiales finos (suelos cohesivos), conformados por arenas arcillosas, arcillas delgadas donde claramente se denotan estas últimas encontrándose en estado firme y compacidad blanda a media.

**TIPO D**

Los suelos con estas características se sitúan generalmente en asentamientos periurbanos considerados dentro del ámbito de estudio, la textura y uniformidad del sustrato se debe a los procesos de sedimentación durante el cuaternario formando extensos depósitos de arena y limo principalmente en las localidades de Retes y San Isidro; y los materiales encontrados en la Localidad de Huando son de procedencia aluvial y coluvial a la vez, procedente de las partes altas.

De 0.0m a 0.5 m. corresponde a una cobertura de material limo arenoso, en algunos casos rellenos antrópicos con gravas mezclados con desechos plásticos, algunos elementos orgánicos, como raíces de vegetales en estado seco y sueltos.

De 0.5m a 3.00m. Materiales granulares de textura fina y uniforme, Limos arenosos, de consistencia plástica nula, sin cohesión; con estratos de 0.70m.- 1.0m. de arenas limpias encontradas en las zona de Retes y nivel freático entre 6.0m. a 12.0m. de profundidad; el suelo de la zona de huando presenta arenas limosas intercaladas con estratos de gravas angulosas de pequeñas dimensiones distribuidas caóticamente, de consistencia suave y compacidad blanda a media.



**Capacidad Portante del Suelo de Cimentación (Mapa N° 27)**

Con la información recabada de los ensayos de laboratorio practicada a las muestras obtenidas de la ejecución del programa de exploraciones dentro del ámbito de estudio en la ciudad de Huaral, se efectúa el cálculo de la capacidad portante de los suelos de cimentación de cada uno de los puntos de investigación (Calicatas), el análisis redunda básicamente en el espacio geométrico denominado zona activa de presiones entre 1.50 m. y 3.0 m. de profundidad, del suelo subyacente tomando en cuenta los procedimientos geotécnicos usuales y el criterio ingenieril, común en este tipo de investigaciones.

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; para el cual a continuación se expone el fundamento teórico:

Capacidad de carga admisible, asentamiento y capacidad portante.

$$q_d = 1.2i_cCN_c + i_q\gamma_1D_fN_q + 0.4i_\gamma\gamma_2BN_\gamma$$

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

En donde :

- $q_d$  : Capacidad de carga última del suelo de cimentación
- $C$  : Cohesión del suelo por debajo de la profundidad de cimentación
- $\gamma_1$  : Densidad del suelo por encima de la profundidad de cimentación
- $\gamma_2$  : Densidad del suelo por debajo de la profundidad de cimentación
- $D_f$  : Profundidad de cimentación medida desde el terreno natural
- $N_c$  ,  $N_q$  ,  $N_\gamma$  : 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 “ $B_{original} - 2e$ ” 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 “ $B_{original}$ ”.
- $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  son correcciones debidas a la inclinación de la carga aplicada con los valores siguientes

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

$$i_\gamma = (1 - \alpha/\Phi)^2$$

en las cuales “ $\alpha$ ” es el ángulo que forma la carga inclinada con la vertical y “ $\Phi$ ” 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  $i_\gamma$  son iguales a 1.

- $q_{adm}$  : Capacidad de carga admisible del suelo de cimentación
- $FS$  : 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  $D_r$  (Compacidad relativa del suelo de cimentación) mayores o iguales a 70% 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% 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:

$$\Phi_{reducido} = \text{ArcTang} ( 2/3 \text{Tang} (\Phi_{real}) )$$

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% 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”.

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:

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

En donde :

S : Es el asentamiento al centro de la zapata cuadrada

qadm: 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 siguiente.

Cuadro N° 55

**VALORES PROMEDIO DEL MODULO DE ELASTICIDAD Y  
MODULO DE POISSON DE SUELOS TIPOS EN ESTADO SECO**

TIPO DE SUELO	$\mu$	Es (Ton/m2)
Arcilla Muy	0.45-0.50	30-
Arcilla Blanda	0.10-0.30	200-
Arcilla Media	0.30-0.35	450-
Arcilla Dura	0.35-0.40	700-
Arcilla Arenosa	0.20-0.35	3000-
Suelos Glaciales	0.15-0.25	1000-
Loess	0.10-0.30	1500-
Arena Limosa	0.25-0.35	500-
Arena Suelta	0.20-0.35	1000-
Arena Densa	0.30-0.40	5000-
Grava Arenosa Suelta	0.20-0.30	8000-
Grava Arenosa Densa	0.15-0.25	5000-
Limos	0.30-0.35	200-

FUENTE : Cimentaciones de Concreto Armado  
Dr. Jorge E. Alva Hurtado

Consideraciones técnicas para el cálculo de la Capacidad portante.

El procedimiento seguido para la determinación de la capacidad portante en puntos de investigación “calicatas” es el siguiente:

- Se asume una edificación urbana típica que corresponde a una casa-habitación de hasta 03 niveles sobre un área total de 160 m<sup>2</sup> a 200 m<sup>2</sup> y que transmite al suelo de cimentación una carga máxima de 30.0 Tn. por zapata. Se asume una profundidad de cimentación mínima de 1.50 m. y dimensión mínima de la zapata cuadrada aislada igual a 1.00 m.
- Se asume que durante la ocurrencia de un sismo de diseño en la zona, de acuerdo a la Norma E030: Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, la zapata es sometida a un momento máximo de 10 Tn x m y una fuerza horizontal de 4.00 Tn

- c) Utilizando la Teoría de Meyehoff y los datos antes indicados, se determina la capacidad de carga admisible por falla al corte para una zapata cuadrada aislada en condiciones estáticas. Los parámetros geomecánicos del suelo de cimentación necesarios para la determinación de la capacidad portante y que se encuentran involucrados en la Teoría utilizada: peso volumétrico del suelo de cimentación por debajo y por encima del nivel de cimentación y parámetros de resistencia al esfuerzo cortante tales como el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente, para la condición crítica a corto plazo, se obtienen de los resultados de los ensayos especiales (Parámetros físicos y mecánicos del suelo de cimentación) a muestras disturbadas de las “calicatas”.
- d) La capacidad de carga admisible por falla al corte se ha calculado para la probabilidad de ocurrencia de una falla de tipo “general”, “local” o “intermedia” en función a su densidad relativa y considerando un factor de seguridad igual a 3 para condiciones estáticas y 2.5 para condiciones dinámicas; para el caso de zapatas cuadradas aisladas en las cuales la presión actuante es igual a la capacidad portante.
- e) Utilizando la Teoría de Terzaghi y los datos obtenidos de los ensayos especiales, se ha procedido a calcular el esfuerzo actuante sobre una zapata cuadrada aislada cimentada sobre un suelo Granular friccionante (Grava areno limosa) para que el asentamiento producido no supere el valor máximo de 2.50 cm., según la Norma E050: Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- f) Finalmente el valor de la capacidad portante para cada punto de investigación “calicata” ha de ser factorizado por un coeficiente de seguridad del cual resulta la Capacidad portante admisible.

El cálculo ha sido efectuado para el suelo de cimentación promedio en cada una de las “Calicatas” excavadas y sus resultados se presentan en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 56

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD POR FALLA AL CORTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN "CALICATAS" ( PRESIÓN ACTUANTE IGUAL A LA CAPACIDAD PORTANTE)  
(FALLA POR CORTE EN ZAPATAS CUADRADAS - CONDICION ESTATICA)**

Proyecto : PNUD - CIUDADES SOSTENIBLES  
 Estudio : "ESTUDIO INTEGRAL DEL PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES DE LA CIUDAD DE HUARAL - REGION LIMA"  
 Fecha : Diciembre del 2010

DENOMINACION	Clasificación SUCS	NIVEL DE AGUA (m.)	$\gamma_{nat.1}$ (Tn/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{nat.2}$ (Tn/m <sup>3</sup> )	C sat. (kg/cm <sup>2</sup> )	D relat diseño	$\phi$ (*) diseño	Df (m) diseño	Tipo de Falla	C sat.* (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ * (°)	B (m)	Nc	Nq	N $\gamma$	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	q adm. (kg/cm <sup>2</sup> )	P (tn)	B calculado (m)
CAL-01	GP-SM	> 3.00	2.10	2.10	0.000	35.000	37.000	1.500	Local	0.000	27.00°	1.000	37.800	16.460	11.100	6.117	2.039	30.000	1.213
CAL-02	GP-GM	> 3.00	2.11	2.11	0.000	35.000	38.000	1.500	Local	0.000	28.00°	1.000	42.100	18.470	13.700	7.002	2.334	30.000	1.134
CAL-03	GP-SM	> 3.00	2.08	2.08	0.000	35.000	38.000	1.500	Local	0.000	28.00°	1.000	42.100	18.470	13.700	6.902	2.301	30.000	1.142
CAL-04	GP-GM	> 3.00	2.25	2.25	0.000	35.000	35.000	1.500	Local	0.000	25.00°	1.000	33.500	14.450	8.500	5.642	1.881	30.000	1.263
CAL-05	GP-GM	> 3.00	2.28	2.28	0.000	35.000	31.000	1.500	Local	0.000	22.00°	1.000	23.500	8.850	4.260	3.415	1.138	30.000	1.623
CAL-06	SM	> 3.00	1.71	1.71	0.000	35.000	34.000	1.500	Local	0.000	24.00°	1.000	31.000	13.050	7.440	3.856	1.285	30.000	1.528
CAL-07	GP-SM	> 3.00	2.26	2.26	0.000	35.000	41.000	1.500	Local	0.000	30.00°	1.000	55.000	24.500	21.500	10.249	3.416	30.000	0.937
CAL-08	GP-SM	> 3.00	2.27	2.27	0.000	35.000	35.000	1.500	Local	0.000	25.00°	1.000	33.500	14.450	8.500	5.692	1.897	30.000	1.257
CAL-09	GP-SM	> 3.00	2.14	2.14	0.000	35.000	35.000	1.500	Local	0.000	25.00°	1.000	33.500	14.450	8.500	5.366	1.789	30.000	1.295
CAL-10	GW-GC	> 3.00	2.35	2.35	0.150	35.000	37.000	1.500	Local	0.100	27.00°	1.000	37.800	16.460	11.100	11.382	3.794	30.000	0.889
CAL-11	GP-SM	> 3.00	1.65	1.65	0.000	35.000	30.000	1.500	Local	0.000	21.00°	1.000	23.500	8.850	4.260	2.472	0.824	30.000	1.908
CAL-12	CL	> 3.00	1.78	1.78	0.100	35.000	34.000	1.500	Local	0.067	24.00°	1.000	31.000	13.050	7.440	6.494	2.165	30.000	1.177
CAL-13	GP-SM	> 3.00	2.11	2.11	0.000	35.000	39.000	1.500	Local	0.000	28.00°	1.000	46.400	20.480	16.300	7.858	2.619	30.000	1.070
CAL-14	GW-SM	> 3.00	2.21	2.21	0.000	35.000	36.000	1.500	Local	0.000	26.00°	1.000	33.500	14.450	8.500	5.542	1.847	30.000	1.274
CAL-15	GC	> 3.00	2.32	2.32	0.250	35.000	38.000	1.500	Local	0.167	28.00°	1.000	42.100	18.470	13.700	16.119	5.373	30.000	0.747

**CUADRO EXPLICATIVO DE TERMINOS:**

$\gamma_{nat.1}$	: Peso volumétrico por encima del nivel de cimentación	C sat.*	: Cohesión aparente del suelo de cimentación para falla local
$\gamma_{nat.2}$	: Peso volumétrico por debajo del nivel de cimentación	$\phi$ *	: Ángulo de fricción interna del suelo de cimentación para falla local
C sat.	: Cohesión aparente del suelo de cimentación	Nc, Nq y N $\gamma$	: Factores de capacidad de carga del suelo de cimentación
D relat	: Compacidad relativa del suelo de cimentación	qu	: Capacidad de carga última del suelo
$\phi$ (*)	: Ángulo de fricción interna del suelo de cimentación	q adm.	: Capacidad de carga admisible o Capacidad portante del suelo de cimentación
Df (m)	: Profundidad de cimentación	P	: Carga vertical transmitida a la cimentación

Cuadro Nº 57

DETERMINACION DEL ASENTAMIENTO INSTANTANEO EN UNA ZAPATA CUADRADA AISLADA CIMENTADA EN SUELO DEL AREA DE ESTUDIO									
<b>Proyecto</b> : PNUD - CIUDADES SOSTENIBLES <b>Estudio</b> : "ESTUDIO INTEGRAL DEL PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES DE LA CIUDAD DE HUARAL - REGION LIMA" <b>Fecha</b> : Diciembre del 2010									
DENOMINACION	Clasificación SUCS	TIPO DE SUELO	$q_{adm.}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$B$ (m)	$\mu$ (C. Poisson)	$E$ (Tn/m <sup>2</sup> )	$D_f$ (m) diseño	$P$ (tn)	$\frac{a}{cm}$
CAL-01	GP-SM	Grava arenosa densa	2.04	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.438
CAL-02	GP-GM	Grava arenosa densa	2.33	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.502
CAL-03	GP-SM	Grava arenosa densa	2.30	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.495
CAL-04	GP-GM	Grava arenosa densa	1.88	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.404
CAL-05	GP-GM	Grava arenosa densa	1.14	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.245
CAL-06	SM	Arena limosa	1.29	1.00	0.30	500	1.500	30.00	2.620
CAL-07	GP-SM	Grava arenosa densa	3.42	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.735
CAL-08	GP-SM	Grava arenosa densa	1.90	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.408
CAL-09	GP-SM	Grava arenosa densa	1.79	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.385
CAL-10	GW-GC	Grava arenosa densa	3.79	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.816
CAL-11	GP-SM	Arena suelta	0.82	1.00	0.33	1,000	1.500	30.00	0.822
CAL-12	CL	Arcilla media	2.16	1.00	0.35	500	1.500	30.00	4.255
CAL-13	GP-SM	Grava arenosa densa	2.62	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.563
CAL-14	GW-SM	Grava arenosa densa	1.85	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	0.397
CAL-15	GC	Grava arenosa densa	5.37	1.00	0.20	5,000	1.500	30.00	1.155

CUADRO EXPLICATIVO DE TERMINOS:	
$\frac{a}{cm}$	: Asentamiento instantaneo
$\mu$	: Coeficiente de Poisson
$E$	: Módulo de elasticidad del material de la cimentación
$B$	: Ancho de Zapata Aislada
$q_{adm.}$	: Cap. de carga admisible del suelo de cimentación

Con los valores de capacidad portante calculados en cada punto de investigación se ha trasladado adecuadamente como base de datos a una cartografía para desarrollar un Mapa temático de zonificación de capacidad portante del ámbito de estudio que toma en cuenta: las informaciones geomorfológicas de procesos que han suscitado, la zonificación de suelos según SUCS, la presencia del agua subterránea, rellenos no controlados existentes y el criterio ingenieril en cuanto al trazado de curvas de iguales valores de capacidad portante. Este trabajo se ha efectuado para el caso de zapatas cuadradas aisladas con ancho mínimo de 1.00 m., cimentadas a una profundidad de 1.50 m. y con una carga máxima de 30 Tn. y cuyo resultado se presenta en el MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION.

Estos valores de capacidad portante considera las condiciones muy desfavorables de operación de la infraestructura de edificación típica y que en algunos casos puede tener suelos de cimentación saturados y sometidos a eventos sísmicos de moderada magnitud (MI=7).

De acuerdo a los resultados presentados, se desprende lo siguiente:

a) La mayor parte de la zona urbana de la ciudad de Huaral (Cerca del 60% del área total) se encuentran emplazadas sobre suelos cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.50 m. está comprendida entre 0.80 Kg/cm<sup>2</sup> a 2.00 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos suelos son predominantemente gravas y arenas mal graduadas con limo (GP-GM, SP-SM, SM) y en algunos casos gravas bien graduadas con arena y arcillas de baja plasticidad (GW-GC, GC).

b) El área situada hacia el sur de la ciudad de Huaral donde se encuentran los sectores Esquivel, El Milagro, La Victoria, La Huaquilla, Colán y Huarangal se encuentran emplazadas sobre suelos predominantemente de arcillas delgadas y en algunos casos con fracciones pequeñas de gravas arenosas **con limo de variable granulometría** (CL, GP-SM) cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.50 m. está comprendida entre 2.00 Kg/cm<sup>2</sup> a 3.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los valores que se indican se deben básicamente a características de peso volumétrico y estado de compacidad de los suelos subyacentes de este sector por tratarse de material de acarreo formado por el río Chancay, mas aun en las áreas que no están urbanizadas ni explotadas el material de cobertura (Limo y Arcilla); En la zona de Esquivel y aledaños se encuentra el nivel freático a 5.50 m. de profundidad de la superficie, por lo que en periodos extraordinarios de recarga hídrica podría llegar hasta la zona activa de presiones (hasta los 3.00 m. de profundidad).

c) En los sectores La Caporala, San Gerónimo, Aparicio y la zona Central de la Ciudad de Huaral se presentan suelos de caracterización Grava Arcillosa con grado de compacidad de media a dura (GC) que originan suelos cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.50 m. se encuentra valores entre 3.00 Kg/cm<sup>2</sup> hasta 5.37 Kg/cm<sup>2</sup>.

Estas áreas corresponden básicamente a suelos de urbanizaciones nuevas donde probablemente las condiciones de densidad natural del suelo de cimentación no permiten niveles de deformación altos.

### **Sales y sulfatos disueltos en el Suelo de Cimentación**

La agresividad de un suelo se debe fundamentalmente a la existencia de componentes químicos solubles como: Sulfatos, Cloruros y Sales que se encuentran en las partículas de agua intersticiales presente en el suelo, los mismos que pueden penetrar al concreto arrastrados por aguas subterráneas, superficiales, desechos industriales o sub productos químicos que se encuentren en la zona activa y que de acuerdo a la cantidad de partes por millón (ppm) pueden ser perjudiciales degradando la estructura y en casos extremos llevando a la destrucción.

Con la finalidad de establecer las condiciones perjudiciales del suelo de cimentación (Superficial, 3.00 m. de Profundidad) dentro del área de estudio, se han obtenido los parámetros químicos agresivos al concreto y acero mediante ensayos químicos practicados a muestras de cada uno de los puntos, el cual se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 58

PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN "CALICATAS" EXCAVADAS EN LA CIUDAD DE HUARAL OBTENIDOS CON ENSAYOS DE LABORATORIO								
Proyecto : PNUD - CIUDADES SOSTENIBLES - INDECI								
Estudio : ESTUDIO INTEGRAL DEL PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES DE LA CIUDAD DE HUARAL - REGION LIMA								
Fecha : Noviembre del 2011								
EXCAV.	PROF. (m.)	NIVEL DE AGUA (m.)	CLASIFICACION (SUCS)	Parámetros de la acción química del suelo sobre el Concreto y el acero estructural.				
				Humedad (%)	PH	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	Sales Totales (ppm)
CAL - 01	1.20-3.00	> 3.00	GP-SM	2.600	6.920	52.030	0.010	62.450
CAL - 02	3.00	> 3.00	GP-GM	2.400	5.870	81.480	12.660	112.970
CAL - 03	2.10-3.00	> 3.00	GP-SM	3.100	6.550	34.330	11.850	55.420
CAL - 04	2.00-3.00	> 3.00	GP-GM	3.010	6.730	34.080	0.010	40.920
CAL - 05	1.20-3.00	> 3.00	GP-GM	5.100	6.510	42.950	83.070	151.230
CAL - 06	1.40-3.00	> 3.00	SM	2.150	5.850	88.770	13.940	123.250
CAL - 07	1.40-3.00	> 3.00	GP-SM	3.140	3.930	25.630	72.300	117.520
CAL - 08	1.20-3.00	> 3.00	GP-SM	3.020	6.100	33.930	5.860	47.740
CAL - 09	1.30-3.00	> 3.00	GP-SM	3.110	6.930	62.850	63.680	151.840
CAL - 10	1.20-3.00	> 3.00	GW-GC	3.240	7.240	38.560	45.870	101.320
CAL - 11	2.20-3.00	> 3.00	GP-SM	2.030	6.090	39.050	0.010	46.870
CAL - 12	3.00	> 3.00	CL	2.810	7.270	30.930	214.970	295.080
CAL - 13	1.20-3.00	> 3.00	GP-SM	2.030	6.910	34.510	71.520	127.230
CAL - 14	1.30-3.00	> 3.00	GW-SM	4.750	6.940	65.130	86.990	182.550
CAL - 15	1.30-3.00	> 3.00	GC	2.070	9.200	38.010	56.890	133.870

**NOTACION Y DEFINICIONES:**

<b>Humedad</b> : Contenido de la humedad natural del suelo (%)	<b>Sulfatos</b> : Contenido de Sulfatos disueltos en el suelo (ppm)
<b>PH</b> : Potencial de Hidrogeno	<b>Sales Totales</b> : Contenido de Sales Totales disueltos en el suelo (ppm)
<b>Cloruros</b> : Contenido de Cloruros disueltos en el suelo (ppm)	<b>SUCS</b> : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Las Normas E.060 Concreto Armado del RNE con relación a ATAQUE QUÍMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS, indica lo siguiente:

#### a.- Ataque Ácido

En caso del Ph (potencial de Hidrogeno) sea menor a 4,0 el Reglamento indica, que se deberá proponer medidas de protección adecuado, para proteger el concreto del ataque por ácido.

#### b.- Ataque por Sulfatos

La mayor parte de los procesos de destrucción causados por la formación de sales son debidos a la acción agresiva de los sulfatos. La corrosión de los sulfatos se diferencia de la causada por las aguas blandas, en que no tiene lugar una lixiviación, sino que la pasta endurecida de cemento, a consecuencia de un aumento de volumen, se desmorona y expansiona, formándose grietas y el ablandamiento del concreto.

En el siguiente de la NTE E.060 Concreto Armado se indican los grados de ataque químico por sulfatos en aguas y suelos subterráneos y la medida correctiva a usar en cada caso.

Cuadro Nº 59

REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS					
Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2,0$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < \text{SO}_4$	$10000 < \text{SO}_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Fuente: RNC NORMA E.060- SENCICO

### c.- Ataque por Cloruros

Los fenómenos corrosivos del ión cloruro a las cimentaciones se restringe al ataque químico al acero de refuerzo del concreto armado.

Cuando el contenido de ión cloro sea determinado mediante la NTP 400.014, sea mayor 0,2 %, o cuando el contenido de ión cloro en contacto cimentación en el agua se ha determinado por NTP 339.076 (sea mayor de 1000 ppm) el Reglamento indica recomendar las medidas de protección necesaria.

De los resultados de los ensayos practicados a cada una de las muestras presentados en el cuadro anterior, se concluye que la agresión química por Cloruros de los suelos de cimentación al acero estructural es Baja; debido a que no se ha encontrado dicha sustancia que contenga más, de 1000 ppm como se cuantifica en el reglamento, obteniéndose como valor máximo 88.77 ppm en la calicata 06 que corresponde al sector denominado Retes.

La agresión química por Sulfatos de los suelos de cimentación al concreto es en la mayoría de los casos Insignificante ya que no sobrepasan valores de 150 ppm. y se podrá utilizar los cementos comunes Tipo I, a excepción de la calicata 12 excavada en la Zona denominada El Huarangal en el que se ha obtenido 214.97 ppm tipificándose a los suelos de esta zona con exposición Moderada a los sulfatos, recomendándose utilizar cementos especiales como el Tipo II o que contengan Puzolana.

No es necesario la protección del concreto ni el acero estructural de los ataque ácidos que contiene el suelo del área de estudio, debido a que el Potencial de Hidrogeno (PH) encontrado mayormente oscila entre los valores de 9.20 a 5.85, que no es menor que 4, como indica el reglamento, a excepción en la muestra encontrada en el punto 07 que corresponde entre la Zona Central y San Gerónimo el cual presenta un valor de 3.93 de PH que en la Practica se encuentra en el límite permisible.

### **Efectos Locales de Amplificación Sísmica**

Las condiciones geológicas citadas anteriormente, permiten concluir que el suelo de cimentación en el ámbito de estudio de la ciudad de Huaral tienen una calificación (Según la Norma E 030: Diseño Sismoresistente) 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, debido al material al que se encuentra subyacente considerada como de alta resistencia y de muy poca capacidad de deformación.

Sin embargo, presentan problemas en grandes excavaciones por estabilidad de taludes o procesos de filtración de aguas que pueden saturar el suelo debido al acenso de la napa freática por la permeabilidad que lo caracteriza.

La configuración planimetría de la zona y el material subyacente de granulometría variada con gravas y bolonerías que dan una buena trabazón tiene que ver notablemente en los efectos locales de amplificación sísmica en el área estudio ya que por lo mencionado no se tendrá mayor efecto de amplificación sísmica.

#### **a) Tipo de cimentación recomendada**

Para la cimentación de las edificaciones con no más de 03 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 promedio determinado e igual a 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **b) Clasificación de materiales de excavación**

La clasificación de materiales con fines de excavación se ha efectuado en concordancia a las especificaciones técnicas 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)

Durante los trabajos de campo realizado en la excavación de cada “calicata” y a lo largo del ámbito de estudio, se ha registrado los volúmenes extraídos con la finalidad de definir el tipo de material de excavación para fines de construcción de estructuras de gran importancia, se usaran la clasificación del material de excavación siguiente:

70% de Material Común (MC)

30% de Roca Suelta (RS)

## 4.10 IMPACTOS ANTRÓPICOS

### a) Contaminación del Agua (Mapa N° 28)

#### *a.1 Mala calidad de agua para cultivos de tallo corto para consumo humano*

Este es uno de los grandes problemas vinculados a la contaminación del ambiente que afecta a la población de Huaral. Son numerosos los puntos observados donde los colectores de aguas servidas (desagües) provenientes de la ciudad, hospital y otros centros médicos confluyen directamente con los canales de distribución de agua para riego de cultivos. Estas aguas así mezcladas, se usan para riego de cultivos de tallo corto como son lechugas, culantro, brócoli etc.



Confluencia de aguas servidas (desagües) con aguas de riego agrícola para brócoli en Retes

Estas aguas contaminadas además de afectar los suelos de cultivo, generan también contaminación del aire por los malos olores que generan, afectando a la población de los alrededores. El problema va más allá, pues también constituyen el suministro del líquido vital para los animales domésticos de consumo humano. Este problema lo observamos en diversos puntos ubicados en Retes, Esquivel y El Milagro donde existen varias surgencias de aguas servidas y se unen a los cursos de agua de riego agrícola, como se observa en las fotos adjuntas (fotos 7 y 8). Hay que anotar que, estas aguas servidas inciden también en la contaminación del acuífero libre de las aguas subterráneas del valle de Huaral, debido a que el nivel estático en estos lugares es poco profundo (3m).

#### *a.2 Contaminación del agua subterránea*

En la zona de Huaral hay numerosos pozos que son utilizados, tanto para uso agrícola, doméstico e industrial. Se sabe que actualmente se extrae del acuífero un volumen de agua del orden de los 118 943023m<sup>3</sup>, o sea unos 118.94MMC, lo cual es equivalente a un caudal continuo de 3.77m<sup>3</sup>/s.



Extracción de agua subterránea de pozos artesianos, sector de Retes

La conductividad eléctrica en el área de Huaral varían entre 0.27 a 1.86 mmhos/cm, lo cual quiere decir que son aguas de baja a alta composición iónica mineral. Por otro lado, en Esperanza Baja la (CE) fluctúa entre 0.51 y 1.16 mmhos/cm (baja a mediana mineralización) mientras que en Esquivel, la CE varía entre 0.73 y 1.44 mmhos/cm. Asimismo en Retes la CE fluctúa entre 0.66 y 1.20 mmhos/cm, mientras que en Huayán varía de 0.75 a 0.78 mmhos/cm (aguas de mediana mineralización).

En Huaral, el flujo general es de sureste a noroeste con una gradiente hidráulica de 1.35%. En La Victoria y Naturales la dirección del flujo es de noroeste a sureste con gradiente hidráulica de 1.16%. los niveles estáticos de la napa fluctúan entre 0.82 m a 39.56 m de profundidad y los descensos varían entre 0.1 m/año a 0.93 m/año. En los acuíferos de la zona de Huaral, el pH fluctúa entre 6.77 a 8.80, valores que corresponden a aguas subterráneas ligeramente ácidas a alcalinas.

La dureza de las aguas almacenadas en el acuífero del valle de Huaral, mayormente fluctúan entre 14,46 ppm y 558,32 ppm de CaCO<sub>3</sub>, estos valores *corresponden a aguas blandas, o sea dulces a muy duras*. Como podemos apreciar la calidad del agua subterránea en el valle de Huaral no es de mala calidad, pero hay que considerar que estas aguas analizadas corresponden a las aguas del acuífero confinado más profundo, sin embargo las aguas del acuífero libre (superficial) que son las aguas de los pozos artesianos que utilizan los pobladores, deben contar con un grado de contaminación mayor, sobre todo en contenido orgánico y coliformes fecales.

La calidad del agua que es utilizada en la agricultura varía entre buena y permisible, sin embargo sería necesario considerar la calidad de la napa libre de la zona de Retes, Esquivel, el Milagro que son las zonas más afectadas por los efluentes superficiales que drenan a los canales de riego de cultivos y/o discurren por la superficie por los canales. En esta zona existen pozos artesianos que son utilizados por los pobladores del sector para abastecerse de este líquido vital (ver foto). El volumen de agua subterránea que es utilizada para uso doméstico es del orden de los 2686.083 MMC., y es de considerar que, esta agua se encuentra afectada por la contaminación de las aguas superficiales. Se debería realizar estudios de control y monitoreo de la calidad del agua subterránea

de los pozos que abastecen a la población de Huaral. Los controles de la calidad del agua de las aguas subterráneas de los pozos deben efectuarse como mínimo 2 veces por año, haciendo coincidir los periodos de máximas avenidas y la del estiaje. Como referencia, en el siguiente cuadro adjuntamos algunos datos relacionados con la calidad del agua subterránea de la zona de Huaral.

Cuadro N° 60 MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA

MUESTREO	ANÁLISIS			ZONA	COORDENADAS	
	FECHA	C.E. (mmhos/cm)	pH		STD (ppm)	ESTE
07-Mar-08	0.8	7.95	400	III	254449	8733394
04-Mar-08	0.65	7.44	323	III	255124	8733568
04-Mar-08	0.98	7.52	490	III	254656	8734917
04-Mar-08	1.16	7.77	578	III	255475	8735721
04-Mar-08	0.65	7.72	326	III	257668	8735931
04-Mar-08	0.68	7.45	342	III	258037	8732883
03-Mar-08	0.78	7.35	389	III	255513	8730640
02-Mar-08	0.64	7.72	320	III	262460	8732433
01-Mar-08	0.44	6.86	217	III	262604	8729620
11-Mar-08	0.67	7.44	334	III	259518	8732135
25-Mar-08	0.27	7.87	133	III	260171	8728969
07-Mar-08	0.5	7.19	250	III	264401	8729197
01-Mar-08	0.58	7.36	290	III	262159	8727412
29-Feb-08	0.5	7.07	249	III	261105	8727287
29-Feb-08	0.73	6.8	364	III	260440	8725135
03-Mar-08	0.74	7.39	370	III	254128	8731711

Fuente: INRENA. Monitoreo y Evaluación del Acuífero Chancay-Huaral. Marzo 2008

## b) Contaminación del Aire (Mapa N° 29)

### *b.1 Quema de malezas y residuos sólidos en zonas periféricas de Huaral*

La ciudad de Huaral se ubica en el centro del valle del río Chancay, bordeada por áreas agrícolas, siendo una práctica común entre los agricultores la quema de maleza y otros residuos que se acumulan en las tierras de cultivo, como una medida de reducir las plagas que afectan los cultivos. La situación se agrava cuando los depósitos de basura acumulados en algunos puntos dispersos de la ciudad, son también quemados. Esta forma de quemar la maleza agrícola y basura doméstica de la ciudad originan grandes nubes de humo que invaden la zona urbana afectando la calidad del aire y por ende a la salud de la población. Otro foco de contaminación del aire se desprende de los malos olores originados por la circulación en canales a cielo abierto de las aguas servidas que emrgen en diversos puntos de la zona urbana principalmente en Retes, Esquivel y El Milagro.



Quema de maleza y desechos sólidos en la zona de Esquivel, afectando la calidad del aire. A la izquierda observamos circulación de aguas servidas que generan malos olores.

### **b.2 Venta de Agroquímicos**

Teniendo en cuenta que en el distrito de Huaral se desarrolla una intensa actividad agrícola y avícola, esto demanda un gran comercio de productos agroquímicos y avícolas como son fertilizantes, alimentos balanceados para aves, productos veterinarios y otros relacionados con el rubro. Por tanto, en la ciudad de Huaral son numerosos los comercios dedicados a este giro comercial, existiendo 56 puntos de venta, entre pesticidas y agroquímicos, 20 centros de fertilizantes y 15 centros de insecticidas; por tanto el rubro agroquímico en la ciudad de Huaral suma 91 puestos de venta<sup>11</sup>. La mayor concentración de locales de venta de todos estos productos los encontramos en la zona comercial del mercado Mora Parra donde se concentra casi el 50% de estos negocios de Huaral. Este tipo de negocios genera olores fuertes en la zona donde se concentran, contaminando el aire y afectando a las personas.



Locales de venta de productos agroquímicos, avícolas y veterinarios en la ciudad de Huaral

## **c) Contaminación del Suelo (Mapa N° 30)**

### **c.1 Acumulación de Residuos Sólidos**

Hemos indicado que, uno de los elementos de mayor contaminación ambiental en la zona urbana de Huaral, son, las aguas servidas y los desechos sólidos o botaderos dispersos por las zonas periféricas de la ciudad. Se conoce que el sistema regular de recojo de residuos sólidos está a

<sup>11</sup> Información proporcionada por la Oficina de Licencias de la Municipalidad Provincial de Huaral

cargo de la Municipalidad de Huaral, sin embargo dicho servicio no es suficiente para cubrir todo el casco urbano, y menos las zonas de los AA.HH, por tanto un buen volumen de los desechos sólidos terminan desperdigados y/o formando montículos en los terrenos no cerrados, drenes y canales de riego agrícola lo cual genera un estado de contaminación del suelo conjuntamente con el agua y el aire, tal como observamos en los sectores de Esquivel, Retes y El Milagro que forman parte de las zonas de mayor contaminación de la ciudad de Huaral. Las áreas periféricas de los mercados de abastos y de frutas de la zona urbana, también constituyen zonas con presencia de botaderos.



Vista de focos de contaminación de suelos por desechos sólidos en la ciudad de Huaral

Hay que señalar que, las aguas servidas que irrigan los suelos de cultivo, también constituyen focos de alta contaminación para dichos suelos.

### ***c.2 Áreas Agrícolas con uso de Agroquímicos***

Como ya se señaló, la actividad agrícola se encuentra bordeando la ciudad de Huaral, la misma que ocupa gran parte del valle del río Chancay. Los cultivos primarios giran en torno a cultivos de brócoli, cebolla, lechuga zanahoria, camote, fresa y otros más de tallo corto. El manejo de plagas en dichos cultivos se relaciona con el uso regular de agroquímicos como son insecticidas, fungicidas y para mejorar la fertilidad del suelo aplican fertilizantes de variado tipo. Esta práctica genera problemas de contaminación tanto del suelo como del cultivo, además es común el uso de fertilizantes para mejorar la fertilidad de los mismos. Esta práctica afecta de manera significativa la contaminación del medio físico y también la producción agrícola para consumo humano.

Por otro lado, es frecuente encontrar puntos de venta de insecticidas y/o fertilizantes dispersos en toda la ciudad, sin embargo la mayor concentración de este tipo de negocios lo encontramos en la zona del mercado Mora Parra en un ámbito de 3 cuadras a la redonda, donde se concentran el 75% de los puntos de venta.



Uso de insecticidas en los cultivos y centros de expendio de agroquímicos y/o fertilizantes en la ciudad de Huaral

### **c.3 Botadero de Basura**

La Municipalidad de Huaral es la encargada del recojo, transporte y ubicación de los desechos sólidos producidos por la ciudad, sin embargo este servicio es deficiente y no llega a toda la población, sino que cubre un estimado del 50% (no existe registro exacto de atención de este servicio) y el resto de la población opta por quemar los residuos sólidos, botar a la vía pública y/o canales de riego de la periferia urbana. Se sabe que la ciudad produce un aproximado de 65 m<sup>3</sup> /día de residuos sólidos, de lo cual solo el 50% llega al botadero municipal.<sup>12</sup>

La ciudad de Huaral no dispone de un relleno sanitario y el manejo de los desechos de la ciudad se realiza en condiciones inadecuadas y sin ningún criterio técnico ambiental. Lo que existe es un botadero de desechos sólidos al aire libre, ubicado en la Comunidad Lomera, llamado “Pampa de los Perros”, ubicado a 12 km de la ciudad.

Se tienen botaderos informales en las zonas periféricas de la ciudad, en Retes, Esquivel, y en el sector noreste de la ciudad, siendo focos de contaminación. Como se ha señalado líneas arriba, gran parte de los desechos sólidos terminan relleno canales de riego y drenes de la ciudad, o en medio de cualquier vía pública, en terrenos desocupados y otros lugares. Este es un problema que afecta el medio ambiente, pues estos lugares se convierten en focos infecciosos con generación de insectos, aves de rapiña, además de malos olores que compromete la salud de la población. Este problema se incrementa en las zonas ubicadas en el entorno de los mercados de abastos y/o de frutas de Huaral.

<sup>12</sup> Fuente: Informe de proyecto “Fortalecimiento de Capacidades para la Gestión Territorial Medio Ambiente II Etapa- Plan de Acondicionamiento Territorial”. Néstor Arroyo S.



Botaderos en las zonas marginales de la ciudad y en canales de riego agrícola

#### **c.4 Cementerios**

En Huaral existen 05 cementerios, de los cuales 03 son cementerios públicos antiguos: el cementerio de la Beneficencia, cementerio chino y el japonés. Estos últimos se encuentran ubicados en el centro de la ciudad. El manejo de los residuos y efluentes de sus instalaciones son arrojados en los exteriores. Estos cementerios constituyen focos de infección por la cantidad de residuos sólidos que allí se generan (flores naturales y artificiales, depósitos de agua) lo cual condiciona la generación de insectos y roedores además de olores por la quema de dichos residuos, lo cual afecta la salud de la población ubicada en torno a sus instalaciones.



Cementerios con acumulación de desechos sólidos representando focos de contaminación

#### **c.5 Tratamiento de aguas servidas**

Uno de los problemas ambientales de magnitud mayor que afecta a la ciudad de Huaral, es la falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales que genera la ciudad. Esto da lugar a que las aguas de desagüe urbano descarguen en “acequias” y estas empalman directamente a los canales de riego agrícola, como se observa en Retes, Huarangal, Esquivel y El Milagro. En estos sectores descargan los colectores de aguas desde los desagües domésticos, hasta aquellas provenientes del hospital de Huaral. Todo el sistema de drenaje de las aguas servidas de Huaral ha colapsado y por tanto observamos que existen efluentes por diferentes sectores periféricos de la ciudad.



Vista de pozas de oxidación abandonadas en el sector de Retes. A la derecha, foto de canal que recibe los efluentes de lagunas sin tratamiento.

De acuerdo a la información de EMAPA, existe un perfil de estudios para realizar el Tratamiento de Aguas Residuales de parte del Gobierno Municipal de Huaral, la cual estaría ubicada en la parte baja de Jecuán. Se sabe que anteriormente se inició la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicada en Retes para tratar un caudal de 5 lts/seg la cual quedó inconclusa. Actualmente esta poza capta los efluentes de la ciudad, los cuales sin recibir ningún tratamiento los descarga de manera directa a los canales de riego de cultivos del sector de Retes. Estas pozas aquí instaladas, actualmente se encuentran abandonadas y no presentan ningún elemento de seguridad ambiental, ni cerco perimetral que los aisle del entorno de la zona (fotos 33-34). Estas pozas, en el estado en que se encuentran constituyen focos infecciosos de alto riesgo por epidemias y epizootias que puedan afectar a la población del sector de Retes.

Cabe mencionar que, en el AA.HH San Martín existía una laguna de oxidación, pero se colmató y terminó invadida por pobladores. Entonces es de considerar que el AA HH San Martín se ubica en terrenos cuyos suelos corresponden a materiales decantados de la laguna de oxidación que allí existía, y por tanto son suelos altamente contaminados y constituyen un gran peligro para la salud de los pobladores que los ocupan.

#### **d) Contaminación Electromagnética y Torres de Media Tensión (Mapa N° 31)**

##### ***d.1 Contaminación Electromagnética***

En la ciudad de Huaral, existen numerosas antenas tanto de radio, de telefonía celular, televisión y otras tantas que se utilizan para la comunicación. Estas antenas se encuentran dispersas por toda la ciudad y con ubicación de densidad media de 4 antenas por km<sup>2</sup>.



Presencia de antenas que generan electromagnetismo en la ciudad de Huaral

Sabemos que no existe un estudio específico que señale el grado de contaminación electromagnética ni su influencia en la población vecina, sin embargo, se sabe por experimentos y bajo determinadas condiciones que, los campos electromagnéticos inducen ciertos efectos biológicos sobre el sistema nervioso, alterando el comportamiento y las reacciones funcionales de todo o parte del organismo, alteración bioquímica en células nerviosas y por tanto en la conducción del impulso nervioso. La literatura científica menciona la denominada “Hipersensibilidad Electromagnética” señalando casos de personas que alegan sufrir reacciones adversas, como dolores inespecíficos, fatiga, cansancio, disestesias, palpitaciones, dificultad para respirar, sudores, depresión, dificultades para dormir, y otros síntomas que atribuyen a la exposición a los campos electromagnéticos.<sup>13</sup>

Por tanto, es de esperar que una marcada densidad en su presencia como la que se da en Huaral, podría poner en riesgo el estado de salud de las poblaciones, por lo que, mientras no existan estudios definitivos sobre los efectos electromagnéticos en las personas, se debería regular la ubicación de dichas antenas.

#### ***d.2 Torres de media tensión***

La línea de conducción eléctrica de media tensión atraviesa la ciudad de Huaral por el lado oeste siguiendo la dirección noroeste-sureste. Se entiende que cuando se hizo el trazo original de la línea eléctrica, éste se hizo respetando una franja de servidumbre de acuerdo a las normas y estándares vigentes; sin embargo, con el tiempo y debido a la expansión urbana de Huaral, parte de la zona de seguridad ha sido invadida por viviendas dando lugar a que la zona del tendido de media tensión eléctrica que cruza la ciudad de Huaral se haya convertido en un problema por el peligro latente para las poblaciones asentadas muy cerca y/o dentro de dicha zona. Las perturbaciones originadas por el alto voltaje que transmiten dichas torres se manifiestan por las constantes interrupciones que sufren algunos artefactos como radios, TV y otro dispositivo eléctrico, además de los peligros por la atracción eléctrica a la que están expuestas las personas.

<sup>13</sup> “Campos Electromagnéticos y Salud Pública”. Informe Técnico elaborado por Comité Técnico de Expertos de la Sub dirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Dirección General de Salud Pública y Consumo. Ministerio de Sanidad y Consumo de España. 2003

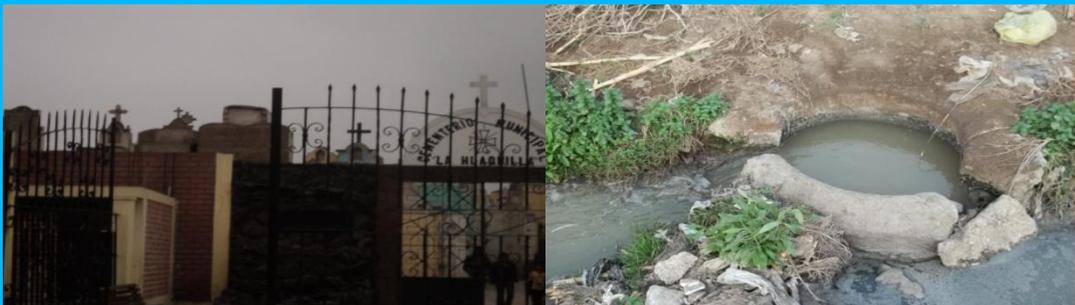


Torres de media tensión eléctrica que cruzan la ciudad de Huaral

Por otro lado, las torres de transmisión eléctrica no presentan ningún tipo de protección como pudiera ser mallas o cerco de protección perimétrico que evite que las personas tengan acceso a la estructura misma de dichas torres. Esta situación también representa un peligro para las poblaciones ubicadas en la zona vecina a dichas torres.

#### e) Epidemias, Plagas y Epizootias (Mapa N° 32)

La exposición al riesgo por epidemias, epizootias y plagas en la ciudad de Huaral asocia a las zonas afectadas por la contaminación de las aguas servidas que fluyen por la superficie (canales contaminados en Retes, Esquivel El Milagro), chancherías y granjas cercanas a la zona urbana, los botaderos de residuos sólidos (zonas circundantes a mercados de abastos y frutas, camal, avícolas y centros de sacrificio de aves) cementerios entre otros constituyen criaderos para la proliferación de insectos diversos, moscas, roedores y animales caninos; lo cual significa un alto riesgo para la salud de la población asentada en dichos sectores El consumo de verduras y tubérculos alimentados con aguas servidas, también constituyen un alto riesgo a epidemias y/o epizootias, dado el alto grado de contaminación que estas contienen.

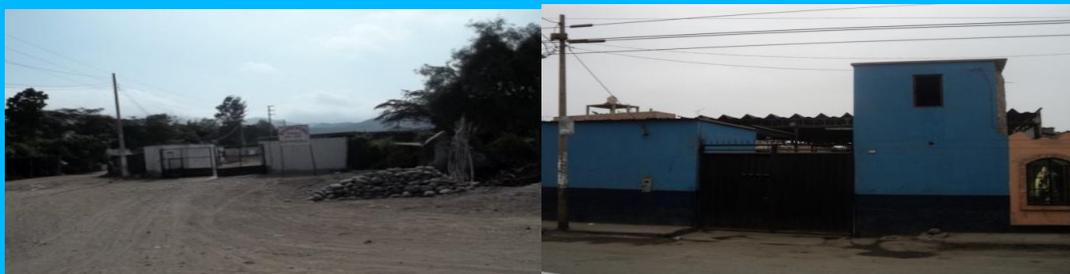


Focos de epidemias y epizootias: surgencia y flujos de aguas servidas. A la derecha, cementerio en centro de la ciudad de Huaral

#### e1. Camal: Sacrificio de ganado, avícolas y puntos de sacrificio de aves

La zona donde se ubica el camal municipal para sacrificar el ganado se ubica en pleno centro de la ciudad de Huaral, el cual constituye un foco de contaminación por la proliferación de moscas, que junto con los malos olores afectan la salud de la población ubicada en el entorno de dicho camal. También son numerosas las avícolas y centros de sacrificio de aves que se ubican en el casco urbano como mercados y zonas periféricas donde se arrojan vísceras y otros residuos orgánicos

que además de los malos olores propician la proliferación de moscas, canes y otros problemas de contaminación del medio.



Ubicación de camal municipal (izquierda) y avícolas (derecha) en la ciudad de Huaral

### **e.2 Granjas avícolas y/o chancherías**

Las avícolas, granjas y chancherías se ubican en las zonas periféricas distantes de la ciudad de Huaral y bordeando la misma. Estas instalaciones son numerosas y ocupan espacios geográficos localizados fuera del ámbito del presente estudio; sin embargo, es de notar que debido al crecimiento urbano de Huaral, los asentamientos humanos se aproximan de manera progresiva hacia las instalaciones de granjas y avícolas. En corto plazo esto se convertiría en un gran peligro porque las poblaciones tendrán que convivir con la contaminación generada por las granjas (malos olores, moscas, insectos roedores y otros) con la consiguiente transmisión de enfermedades que puedan infestar a los pobladores, lo que afectaría la salud de las personas.

De igual manera por el material altamente inflamable que utilizan para la construcción de dichos corrales, existen riesgos de incendios en dichas instalaciones.

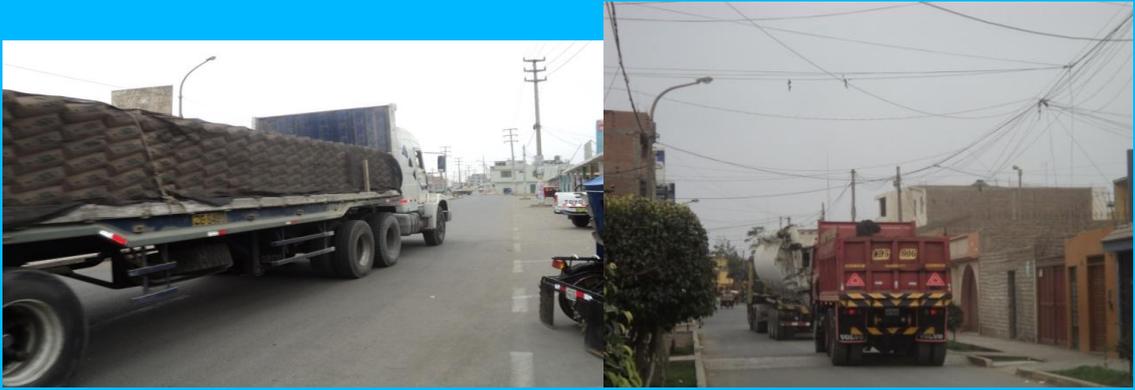
En Huaral existen 95 avícolas /granjas y 13 chancherías.<sup>14</sup>

### **f) Sustancias Peligrosas (Mapa N° 33)**

#### **f.1 Transporte de Sustancias Peligrosas**

El potencial peligro por el transporte de sustancias peligrosas en la ciudad de Huaral, se relaciona con el transporte de combustibles y/o gas que transitan por las vías urbanas, o carreteras y vías principales que cruzan la ciudad. El problema se presenta cuando los vehículos pesados transportando sustancias inflamables, transitan a cualquier hora del día por las arterias o avenidas de alta densidad de tránsito en la ciudad de Huaral, lo cual representa un peligro por los accidentes de tránsito que puedan ocurrir o por desprendimientos del cableado eléctrico de la ciudad que se puedan originar. El peligro se incrementa por lo inflamable de la carga que transportan.

<sup>14</sup> Fuente: Oficina de Licencias Comerciales de la Municipalidad Provincial de Huaral.



Vista de vehículos pesados circulando por las arterias céntricas de la ciudad de Huaral



Carga peligrosa: Camión transportando forraje. Corta la visibilidad en la vía y sobrepasa el ancho de la plataforma del vehículo

Otro peligro relacionado con el transporte de materiales peligrosos es el transporte de forrajes seco en camiones cuya carga excede en demasía el ancho de las plataformas del vehículo, lo cual constituye un peligro por los accidentes y/o incendios que se puedan generar.

## f.2 Venta de Sustancias Peligrosas

### f.2.1 Boticas

Existen diversas boticas y farmacias en la ciudad de Huaral, donde se expenderían productos farmacéuticos y materiales inflamables como alcohol o acetonas; sin embargo, esto es a pequeña escala. En realidad las boticas y farmacias en Huaral, presentan una baja densidad de distribución por lo que no son numerosas, existiendo 17 de este rubro comercial.<sup>15</sup>



Boticas y Farmacias en la ciudad de Huaral (Av. Chancay y Calle Derecha)

<sup>15</sup> Fuente: Oficina de Licencias de la Municipalidad Provincial de Huaral.

### f.2.2 Negocios Ferreteros

La mayor concentración del comercio Ferretero se ubica en la zona comercial del Mercado Mora Parra, donde encontramos aproximadamente el 50% de estos negocios y en algunas avenidas y calles de la ciudad de Huaral. En ellas se observó que casi todas expenden productos básicos ferretero, e incluyen también sustancias inflamables como: thinner, aguarrás, pinturas, plásticos entre otros, las que constituyen un peligro para la población de dicho entorno. En la ciudad se cuenta con 98 ferreterías, siendo el rubro comercial más abundante en la ciudad.<sup>16</sup>



Ferreterías congestionadas de productos. Peligro por venta de sustancias inflamables

### g) Peligro de Incendios, Inflamabilidad y Explosiones (Mapa N° 34)

#### g.1 Instalaciones eléctricas

Instalaciones eléctricas domiciliarias utilizando como postes a delgadas maderas rústicas:



“Postes” de instalaciones eléctricas domiciliarias utilizando palos como “postes” y cajas de suministro sin tapas y sueltas

<sup>16</sup> Fuente: Oficina de de Licencias de la Municipalidad Provincial de Huaral.



Palos con cables entrecruzados hacen de “postes” para captar el fluido eléctrico domiciliario

Es una práctica común encontrar instalaciones eléctricas domiciliarias cuyo cableado es tomado de “postes” de madera que no son otra cosa que varas rústicas instaladas en la vía pública y a partir de ellas conectan las instalaciones domiciliarias. Es más, las cajas de suministro eléctrico no presentan tapa y se encuentran adheridas a las maderas o apoyadas en muros de muy malas condiciones. Esta situación representa un peligro latente MUY ALTO de incendios en las poblaciones o accidentes eléctricos a los peatones del lugar; en todos los casos observamos que dichos palos o “postes” se encuentran inclinados y apoyados entre sí, sosteniendo los cables entrecruzados, completamente bajos y con empalmes eléctricos defectuosos. Este peligro se observa principalmente en las zonas de Retes, Esquivel y El Milagro 1 y El Milagro 2 donde la población convive con el peligro eléctrico.

El otro peligro relacionado a las conexiones eléctricas tiene que ver con la distribución de la red primaria de electricidad y se observa que en algunos sectores de la ciudad, sobre todo en las zonas con hacinamiento comercial, los cables se encuentran expuestos y entrecruzados, con empalmes visibles y expuestos a la intemperie, lo cual constituye un riesgo para la seguridad de las personas que pueden sufrir accidentes eléctricos o incendios.

### ***g.2 Utilizar techos techos y/o azoteas de viviendas como depósitos de objetos inflamables en desuso***

El uso de espacios de azoteas o techos de viviendas como ambientes de depósito de todo tipo de objetos inflamables en desuso como cartones, plásticos, maderas colchones etc. El peligro se incrementa cuando junto a estos depósitos generan fuego como el que se observa en la foto adjunta. Además estos depósitos de inservibles se convierten en hábitat de roedores e insectos diversos, lo cual constituye un peligro para la salud de la población. Esta es una práctica muy extendida en muchas viviendas de la ciudad de Huaral; de igual forma se observa almacenamiento de leña alrededor de las viviendas, esto se da sobre todo en los AA.HH de las zonas periféricas de la ciudad de Huaral, donde el peligro de incendios es alto si consideramos el mal estado de las instalaciones eléctricas.



Techos/azoteas son depósitos de inservibles inflamables. En la foto 4 se observa acumulación de leña y otros enseres bordeando viviendas. (Zona El Milagro).

### **g.3 Fuga de Energía Doméstica (Gas)**

Los centros de venta y/o distribución de gas domestico están instalados en locales estrechos, poco ventilados y expuestos al tránsito peatonal y sin ninguna medida de seguridad. La distribución de ventas se hace en vehículos frágiles y sin ningún elemento de seguridad como son los moto taxis. Es frecuente observar que, en algunos centros de negocios como restaurantes o puestos de comida, los balones de gas se encuentran instalados al costado de la vía pública o espacios peatonales y sin ninguna medida de seguridad expuestos al manipuleo de las personas y la circulación vehicular.

Esta situación se observa en los puestos de venta de comidas en los mercados e inclusive en céntricos restaurantes de la ciudad de Huaral con balones instalados al costado de la puerta de acceso a los negocios, como se observa en la foto. Esta condición representa un peligro muy alto puesto que se pueden generar explosiones con condiciones impredecibles entre la población. También se observa que, en algunos casos los centros de venta de gas se ubican al costado de talleres de mecánica y/o soldadura, lo cual incrementa altamente el peligro a las explosiones.



Centros de venta de gas doméstico en locales estrechos y poco ventilados. La foto de la izquierda muestra balones de gas doméstico ubicados a la entrada del negocio en zona céntrica de Huaral (Calle derecha).

#### **g.4 Centros de distribución de gas doméstico**

El potencial peligro en la distribución de gas doméstico en la ciudad de Huaral se relaciona con la manera cómo se transportan los balones de gas a domicilio, y se observa que éste, en gran parte se realiza en vehículos ligeros o frágiles como son los trimóviles (moto taxis), moto lineal u otros vehículos en mal estado que son vehículos muy inseguros, constituyéndose en un gran peligro para el transporte de balones de gas.

En el trabajo de campo se contabilizaron 04 puntos de venta y distribución de gas doméstico de la ciudad de Huaral, algunos de ellos presentan un alto riesgo por la forma de almacenamiento de los balones de gas en locales estrechos sin ventilación y exposición directa a la vía pública. El problema es mayor cuando el establecimiento comercial de gas no tiene autorización y funciona de manera informal. También se observa que, algunos locales comerciales como restaurantes han instalado los balones de gas en el frontis del local, con exposición a la vía pública, lo cual es altamente peligroso puesto que cualquier persona circula por la calle podría manipular los balones constituyendo un alto riesgo para la población (por ejemplo, en la calle Derecha, cuadra 4).



Ferreterías congestionadas de productos. Peligro por venta de sustancias inflamables

#### **g.5 Mercados**

Los mercados de abastos y otros centros comerciales como las galerías comerciales ubicadas en el centro de la ciudad también revisten potenciales peligros para la seguridad de la población urbana. En la ciudad de Huaral existen 06 mercados entre aquellos de abastos y de frutas. En todos ellos los comerciantes se encuentran hacinados al interior de los mercados y/o stands de las galerías comerciales y no cumplen condiciones adecuadas de seguridad para su funcionamiento y atención al público y las condiciones de informalidad priman en la mayoría de ellos.

En los mercados se observa que las condiciones de infraestructura es muy precaria (techos de cartones, plásticos o esteras) con servicios básicos deficientes o colapsados (sin agua permanente, ni desagües), instalaciones eléctricas en muy malas condiciones con cables expuestos y entrecruzados, y menos cuentan con señalizaciones de escape o zonas seguras ante cualquier emergencia. En tales condiciones la población se encuentra expuesta a un inminente peligro para sufrir accidentes.



Estado de hacinamiento de puestos comerciales en mercados y precariedad en la infraestructura de mercado de frutas

Otro elemento de peligro que rodea los mercados es que los exteriores y puertas de accesos se encuentran prácticamente bloqueados por el estacionamiento vehicular (carros, moto taxis) y vendedores ambulantes en mercados, esto se observa con mayor incidencia en los exteriores de los mercados de abastos de la ciudad, lo cual representa un peligro frente a cualquier eventualidad de emergencia.

#### **g.6 Construcción de viviendas con materiales inflamables**

Es común encontrar en los AA.HH de Huaral, viviendas hechas con esteras y materiales de madera rústica, bambú, carrizos, y forraje seco. El riesgo de estas construcciones es por la alta sensibilidad de esos materiales para sufrir incendios, accidentalmente por alguna mala maniobra. El peligro de incendios se incrementa cuando estas viviendas poseen instalaciones eléctricas precarias y malas condiciones o simplemente no poseen servicio de alumbrado eléctrico, por tanto tienen que iluminar la vivienda con velas o mechones a petróleo.



Viviendas hechas a base de materiales muy sensibles a la combustión

### **g.7 Centros de venta de madera, bambú, carrizos**

Los locales de exhibición y venta de estos materiales se encuentran en ambientes libres y expuestos en la vía pública, en condiciones de inseguridad, tanto por las instalaciones eléctricas que poseen como por la forma del stock, apiñados sin soportes y con el riesgo de colapsar por efectos del viento generando accidentes a sus propietarios y/o transeúntes.

Estos materiales son utilizados para construcciones relacionadas con la actividad agropecuaria (granjas), pero también para vivienda. Hay que tener en cuenta que este material es inflamable y se pueden producir incendios, por lo que el peligro es latente en estos negocios. En Huaral existen 06 locales de almacén y venta de este tipo de materiales<sup>17</sup>.



Centros de venta de bambú, carrizo y madera

### **g.8 Grifos y estaciones de servicio**

En Huaral existen diversos grifos de venta de combustible vehicular (gas y petróleo), algunos poseen instalaciones modernas y se encuentran bien implementadas; sin embargo existen otros que carecen de condiciones físicas adecuadas como aérea libre, distancia mínima con la vía del tránsito vehicular, locales muy pequeños entre otros. Esto constituye un riesgo para la seguridad urbana. Además la presencia de estaciones de servicio en la zona céntrica de la ciudad, representa un alto riesgo urbano.

<sup>17</sup> Información proporcionada por la Dirección de Licencias de la Municipalidad Provincial de Huaral.



Grifos ubicados en espacios reducidos, sin áreas de seguridad y ocupando casi la vía pública

### ZONIFICACIÓN DE EMERGENCIAS ATENDIDAS- CUERPO DE BOMBEROS HUARAL

ZONA (AAHH, BARRIO, URBANIZACION, CASERIO, AVENIDA, ETC.)	INCENDIOS	RESCATE	ACCIDENTE VEHICULAR	MATERIALES PELIGROSOS	HERIDOS	ENFERMOS	INCENDIOS FORESTALES	HUAYCOS Y DESLIZAMIENTOS	INUNDACIONES Y DESBORDES
Panamericana norte desde Km. 50 hasta Km. 105	B	A	A	M	A	B	B	B	B
Zonas aledañas - Fundos - Granjas	A	B	B	B	B	B	A	B	M
Av Cahuas, calle Derecha, Av Estación, Av Los Ángeles, Av Solar	B	B	M	B	B	M	B	B	B
Carretera Huaral - Lima - variante de Pasamayo	B	M	A	M	M	B	M	B	M
Zona Norte - carretera Esperanza Baja - camino al pueblo de Santa Rosa	M	B	M	B	M	M	M	B	M
Zona Este - carretera a Esperanza Central - camino a la serranía	B	M	M	M	B	B	M	M	M
Zona Oeste - carretera Huaral a Chancay	M	B	M	B	M	B	B	B	B

Heridos y enfermos piden atención en accidentes.

Nivel de prioridad: Alto (A), Medio (M), Bajo (B)

Los heridos y enfermos son emergencias médicas. Heridos en accidentes vehiculares, atropellos, caídas, Enfermos, son personas graves con desmayos sin consecuencias, problemas cardíacos, gestantes

## **V. EVALUACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS**

## 5. EVALUACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS

### 5.1 EVALUACIÓN DE PELIGROS

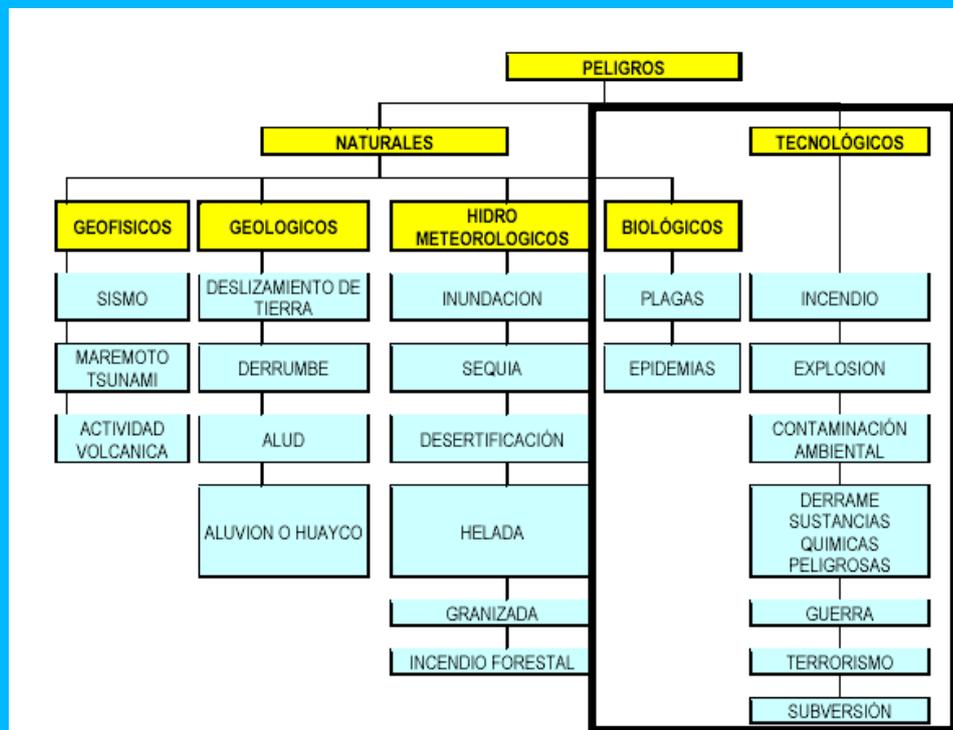
#### 5.1.1 Definiciones y clasificación

El “Manual Básico para la Estimación del Riesgo”, del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), del año 2,006, tiene la siguiente definición para los peligros:

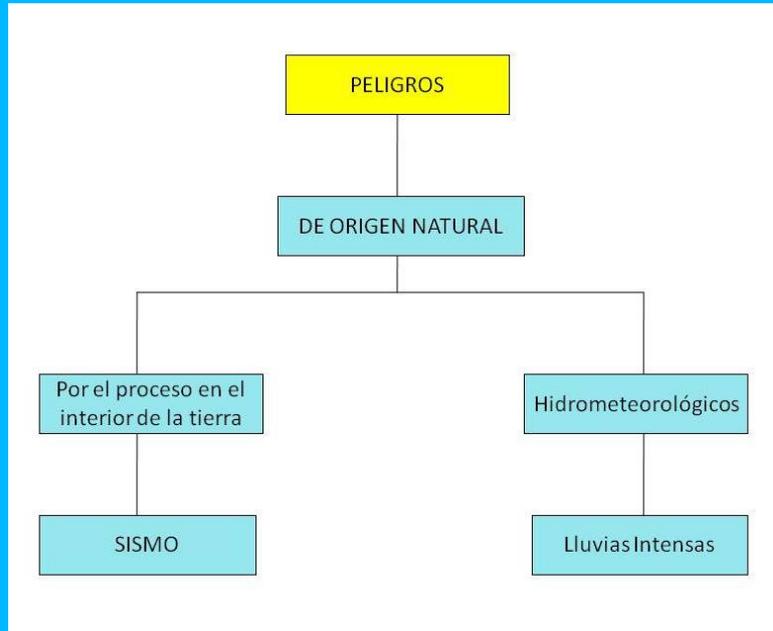
“El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente”.

“El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de carácter tecnológico generado por la acción del hombre”.

Según el Manual Básico de Procedimientos del Comité de Defensa Civil, tenemos el siguiente diagrama:



Para el caso de los peligros naturales, se tiene el siguiente gráfico:



Siguiendo las consideraciones establecidas en el Manual Básico para la Estimación del Riesgo del INDECI, se tienen los siguientes niveles de Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PB (Peligro Bajo)	En la zona evaluada, poca probabilidad de ocurrencia en un tiempo determinado de los peligros de Origen Natural o Tecnológico o Inducido por el Hombre.	1 < de 25%
PM (Peligro Medio)	En la zona evaluada, existe una probabilidad media de ocurrencia en un tiempo determinado de los peligros de Origen Natural o Tecnológico o Inducido por el Hombre.	2 De 26% a 50%
PA (Peligro Alto)	En la zona evaluada, existe una probabilidad alta de ocurrencia en un tiempo determinado de los peligros de Origen Natural o Tecnológico o Inducido por el Hombre.	3 De 51% a 75% <sup>o</sup>
PMA (Peligro Muy Alto)	En la zona evaluada, Existe una <b>Muy Alta Probabilidad de ocurrencia</b> en un tiempo determinado de los peligros de Origen Natural o Tecnológico o Inducido por el Hombre.	4 De 76% a 100%

**Factores Condicionantes**, también llamados factores intrínsecos, se refiere a la característica del material u objeto.

**Factores Desencadenantes**, son aquellos que disparan o aceleran el proceso.

### 5.1.2 Problemática de Huaral

La ciudad de Huaral se ubica en el amplio cono deyectivo del río Chancay, caracterizado por ser una importante acumulación de gravas en matriz de arenas, cubiertas por suelo arcillo limo arenoso, que en el ámbito rural se utiliza como áreas de cultivo.

En el entorno de la ciudad hay una serie de pequeños afloramientos de roca que a manera de lomadas y planicies constituyen los remanentes litológicos de las estribaciones de la Cordillera de la Costa. Planicies y lomadas que son ocupadas por asentamientos humanos.

En la amplia planicie aluvial hay evidencias de agua subterránea que a manera de una importante napa freática circula en dirección hacia el oeste; siendo alimentada por las filtraciones del agua que discurre por el cauce del río Chancay, por su margen derecha, aprovechando la buena permeabilidad del subsuelo gravoso, así como por las filtraciones de agua que se dan de los varios canales de regadío que, al no estar revestidos, permiten su percolación.

El río Chancay es un curso hidrológico importante que nace en las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes y con un recorrido hacia el oeste desemboca en el Océano Pacífico. En su largo recorrido, atraviesa rocas de diferente composición litológica, formando cursos escarpados, hasta encañonados, con pendientes de fondo variables.

A partir del vértice de su cono deyectivo (que se inicia a la altura del Puente Palpa, aguas arriba de la ciudad de Huaral) la morfología cambia bruscamente, para convertirse en una amplia planicie y en donde el río Chancay ya presenta un marcado modelado en su relieve (acorde con la morfología de la planicie), de muy baja pendiente, permitiendo su divagación, con la formación de meandros.

Los fenómenos de geodinámica externa identificados en el espacio territorial de la ciudad de Huaral y su entorno, están referidos a la actividad geodinámica del río Chancay, relacionada con los importantes caudales de agua en estaciones de lluvias, las que dan lugar a erosiones e inundaciones laterales. Los fenómenos de geodinámica interna tienen relación con los sismos con origen en el Océano Pacífico, por la conjunción de las placas tectónicas Oceánica y Continental.

Los peligros naturales identificados y que tienen relación directa con la seguridad física de la ciudad de Huaral y su entorno, son los siguientes:

- La presencia de la napa freática bajo el subsuelo de la ciudad que, dependiendo de sus características hidrodinámicas, puede ser un gran incentivador para la amplificación de las ondas sísmicas de un terremoto, con la consecuente afectación importante de las edificaciones e infraestructura de servicios.

- La circulación de agua por parte de la ciudad por los canales de regadío, que trabajan a sección completa, en determinado momento podrían obstruirse y generar inundaciones con afectación a las viviendas e infraestructura del entorno.
- La existencia de viviendas, precarias y de material noble, en las planicies y lomadas de los cerros bajos, cimentadas solo en el material de cobertura (suelo coluvial), podrían ser afectadas de manera importante, por un terremoto, debido a la amplificación sísmica.

La denominada “Pampa de los Perros” es una amplia planicie que se ubica al norte de la ciudad de Huaral, aproximadamente a unos 6 a 7 Kms., en dirección hacia las Lomas de Lachay, donde el Municipio de Huaral analiza la posibilidad de su utilización como para una expansión urbana planificada (Mapa N° 35). Desde el punto de vista geológico, este lugar se ubica en una planicie y lomadas fuertemente erosionadas en rocas intrusivas (que son los remanentes de la Cordillera de la Costa) y cuyos afloramientos constituyen la divisoria entre los valles de Chancay (por el sur) y Huaura (por el norte). Por la importante meteorización a que han estado expuestas las rocas en el transcurso de miles de años, ahora el relieve es muy modelado, con planicies cubiertas por buenos espesores de suelos, y surcado por pequeñas quebradas por donde, en la antigüedad, hubo discurrimientos de aguas, que ahora no lo hay. Para su utilización con fines urbanísticos y desde el punto de vista de su seguridad física, se indica que por ser una lomada sobre elevada de los conos deyectivos de Chancay y Huaura, no tendría problemas de napa freática, pero, sí lo tendría por razones sísmicas, en caso que se lleguen a construir viviendas directamente sobre la cobertura de suelo, sin las precauciones técnicas necesarias.

### 5.1.3 Identificación de Peligros Naturales

#### a) Peligros Geológicos (Mapa N° 36 y 37)

##### a.1 Peligros de Origen Geológico Hidrológico

#### PELIGRO MEDIO

##### - Inundaciones y erosiones en el curso del río Chancay:

En el segmento del río Chancay, entre los puentes Palpa (inicio del cono deyectivo) y el puente Huaral, hay evidencias de desbordes de aguas que generan inundaciones laterales al cauce relacionadas con los periodos estacionales de crecidas de aguas y que parcialmente afectan a áreas de cultivo.

Es cierto que estos desbordes e inundaciones estacionales no impactan directamente al ámbito urbano y suburbano de la ciudad de Huaral, pero habría la probabilidad de afectación al puente Huaral, en la carretera que conduce a Lima, si se tuvieran eventos extraordinarios de caudales de aguas como, por ejemplo, consecuencia de un fenómeno de El Niño.

Si esto se produjera (afectación del puente Huaral), con mucha probabilidad tendríamos, también, la afectación del Puente Chancay, sobre la carretera Panamericana Norte. A propósito de lluvias extraordinarias por un fenómeno de El Niño y la probabilidad de su presencia en la Región Lima, siempre se tienen interrogantes; sin embargo, los probados impactos del “Cambio Climático”, con lluvias extraordinarias a nivel mundial y, en nuestro territorio, de manera periódica (particularmente en la región norte) hacen deducir que hay probabilidades de tener estos fenómenos; máxime si la historia indica que es muy antiguo en nuestro territorio.



Curso del río Chancay, aguas arriba del Puente Rojo, mostrando el amplio cauce de inundación en temporadas de lluvias.



Puente Huaral (ruta a Lima), con protección parcial aguas arriba.

## PELIGRO ALTO

### - Inundaciones en un sector de la ciudad

En el “Mapa de Infraestructura de Riego” se observa que por el lado norte del casco urbano de la ciudad de Huaral corre un importante canal con aguas para riego (con bifurcaciones), en dirección este-oeste, como parte de la captación de las aguas del río Chancay, por su margen derecha, aguas que son conducidas y distribuidas en las áreas agrícolas circundantes.

En campo se observa que estos canales corren por las calles pero, en ciertos sectores, cruzan por debajo de las pistas y viviendas. Como quiera que estos canales conducen agua a sección completa, habría la probabilidad (como ya se ha dado) que por alguna interrupción el agua rebose por el canal e inunde viviendas, pistas y veredas, con las consecuentes afectaciones. Las fotografías adjuntas, son ilustrativas.



Importante canal principal que capta las aguas del río Chancay y las distribuye por la planicie agrícola pasando por la ciudad de Huaral. Canal que al no estar revestido da lugar a la filtración de aguas, alimentando a la napa freática.



Canal de agua que pasa por debajo de las viviendas. De producirse una interrupción en el cauce, generaría una inundación.

## a.2 Peligros de Origen Hidrogeológico Sismológico

### PELIGRO ALTO

Se presenta en los sectores de la ciudad donde existen inundaciones permanentes que habiendo afectado la cimentación de las viviendas se verían seriamente afectadas ante la probable ocurrencia de un sismo.

### PELIGRO MEDIO

#### - Sismos en la Ciudad de Huaral:

Con la información básica precedente se ha establecido que la ciudad de Huaral está construida sobre un gran depósito de suelo aluvial (cono deyectivo del río Chancay), constituido por gravas en matriz de arenas, que le dan una buena permeabilidad, la misma que permite una buena

percolación de aguas que vienen del cauce del río Chancay, por su margen derecha; así como la “fácil” filtración de las aguas de los canales de riego, que no están revestidos.

Todo esto constituye una definida e importante napa freática que circula por debajo de la ciudad y cuyas fluctuaciones (ascensos y descensos) tienen una directa relación con los caudales estacionales que se tienen en el río Chancay y con la intensidad de extracción de las aguas subterráneas por medio de los pozos.

También se ha expresado que en la costa pacífica peruana hay el mayor peligro de origen sísmico, por la liberación de energía sísmica que se da como consecuencia de la conjunción de las placas tectónicas Oceánica y Continental.

Ambos componentes, suelo con napa freática y sismos con epicentros cercanos, crean las condiciones naturales para que la ciudad de Huaral se relacione con peligros de origen hidrogeológico sísmico.



Expansión urbana en el área de Jesús del valle (mercado de frutas)

### **PELIGRO BAJO**

Se observa en el resto de la ciudad donde se habrían construido edificaciones siguiendo las normas técnicas y de seguridad. Excepto en los casos que las construcciones no cuenten con estas condiciones.

### a.3 Peligros de Origen Geológico Sismológico

#### PELIGRO ALTO

##### - Sismos en el entorno de la ciudad:

En la descripción de la cartografía litológica de detalle de la ciudad de Huaral y su entorno, se ha indicado que dentro de la gran planicie aluvial hay afloramientos menores de rocas que existen a manera de pequeños cerros y lomadas que, en la actualidad, son ocupados por AAHH, que constituyen las áreas de expansión urbana de la ciudad, tales como Macatón, Contigo Perú, Nuevo Huaral, La Huaca, San Isidro, Santa Elena, La Florida; e, inclusive, algunos están dentro del casco urbano, como los cerros San Cristóbal y La Merced.

Es el caso que como consecuencia de la fuerte meteorización que han soportado las rocas de estos pequeños cerros y lomadas en el transcurso de los miles de años, se ha generado una importante cobertura de suelo (suelo coluvial), donde se han cimentado las viviendas existentes, la mayoría de ellas de naturaleza precaria.

Por lo observado en el terreno y sin haber hecho un estudio particular (corresponde a otra actividad), es muy probable que ninguna de las cimentaciones de estas viviendas de expansión urbana, hayan penetrado en roca fija.

Esta diferenciación litológica entre el material de cobertura (suelo) y la roca basamento (roca fija) crea las condiciones para que por un sismo importante se dé el “efecto resonancia”, con la natural afectación de las viviendas



Cerro San Cristóbal, con viviendas, en dentro del área urbana de la ciudad de Huaral.



Cerro La Merced hacia el Oeste de la ciudad de Huaral; con viviendas construidas en la cobertura coluvial.



Viviendas en el cerro Macatón, hacia el lado suroeste de la ciudad de Huaral.



Construcción de viviendas en el AAHH Contigo Perú, con cimentación en la cobertura coluvial.



Área de expansión urbana Nuevo Huaral, ubicada en una planicie con peligros de flujos de lodo por lluvias extraordinarias.



Viviendas en el cerro Santa Elena, en la margen derecha de la carretera que lleva a Lima, antes del puente Huaral.



Viviendas en el cerro San Isidro, al norte de la ciudad de Huaral

## PELIGRO BAJO

En el resto de la ciudad, siempre y cuando la cimentación se haya realizado a una profundidad adecuada, donde se encuentra grava.

### b) Peligros de Origen Climático (Mapa N° 38)

Como ya se ha mencionado, las inundaciones en la ciudad de Huaral, son ocasionadas principalmente por desbordes de los canales del sistema de riego, que cruzan la ciudad. En el ITEM 4.9.2 se han descrito los canales de riego que interactúan con la ciudad, así tenemos, que a pesar que los canales son sistemas regulados, la falta de mantenimiento y la baja pendiente de los mismos, originan sedimentación y reducen su capacidad hidráulica, ocasionando desbordes puntuales.

Por otro lado, la costumbre de arrojar desechos y basura, a los canales de riego por parte de los transeúntes y vecinos del lugar, ocasionan la estrangulación del cauce y/o la contaminación del agua, provocando en el primer caso desbordes, y en el segundo caso los canales se convierten en focos infecciosos de contaminación.

### Delimitación de las zonas de inundación

Con el fin de delimitar las zonas de posible inundación, se han trazado los canales de riego sobre la cartografía de la ciudad de Huaral. Luego en función a los antecedentes de rebose y viendo la vulnerabilidad de los canales se han identificado las áreas de inundación. En aquellos canales cuya sección está cubierta, el peligro de inundación se reduce.

Las zonas más propensas a inundación son las que se ubican en las inmediaciones del Canal Cañón 2, Naturales, Chancay, Huaral, Cañón 1, La Naranja, Córdova, Caporala 1.





Imágenes del Canal Cañón 2, se observan los tirantes del flujo o punto de rebosar; acumulación de basura en suspensión, y acumulación de desmonte en las márgenes.



Canal Guayabo, se observa abundante basura retirada del canal luego de trabajos de limpieza del mismo.



Canal Caporala 1, se observa canal colmatado con material de arrastre y basura.



Canal Cañón 1, en el sector El Milagro



Canal L3 Nieves, se observa acumulación de basura (plásticos, papeles, etc.)



Canal Cañón 2, se observa el trazo en el frontis de las viviendas, las mismas están expuestas a inundación por desborde, un nivel freático alto.

### Nivel freático

Debido a la cantidad de canales de riego que cruzan y circundan a la ciudad de Huaral la mayoría de ellos sin revestimiento, el nivel freático en las depresiones topográficas es alto. Lo que constituye un serio peligro en algunas zonas de la ciudad. Durante las inspecciones de campo se han identificado las zonas de depresión topográfica y se han verificado los niveles freáticos.

### Drenaje

Debido a los niveles poco profundos de la napa freática, en las zonas de depresión topográfica (casos expuestos en el ítem anterior), es necesario disponer de sistemas de drenaje sub superficial, con el fin

de deprimir y rebajar los niveles freáticos. En la ciudad de Huaral, son muy pocas las obras de drenaje sub superficial. Por ejemplo, tenemos en el sector de Esquivel y El Milagro, los niveles de la napa freática son superficiales y vienen uniéndose al sistema de aguas servidas.



Canal Cañón 1 en el sector El Milagro, se observa la unión del canal de riego con un emisor de aguas servidas, la unión del flujo se reusa para riego constituyendo un peligro.

### **PELIGRO BAJO**

Se presenta en aquellas áreas de la ciudad cuyos niveles topográficos son relativamente altos. Las inundaciones por desborde de los canales del sistema de riego tienen poca o ninguna probabilidad, el colapso de los canales no llegaría a afectar a estas zonas, ni los efectos de erosión.

Los niveles freáticos no llegarían a niveles altos, que afecten las construcciones de esta zona.

### **PELIGRO MEDIO**

Se localiza en áreas que están expuestas a inundaciones, en el caso de producirse el colapso de un canal de riego. También se ubican las áreas próximas a los canales de riego con antecedentes de haber sufrido desborde.

También se consideran aquellas áreas de la ciudad con niveles topográficos medios, que podrían mantener ocasionalmente humedad por ascenso capilar, llegando a afectar los cimientos de las edificaciones.

### **PELIGRO ALTO**

Se ubica en el cauce principal de los canales de riego y las riberas más próximas a ella que se ven afectadas por inundación permanentemente.

Son áreas con niveles topográfico relativamente menores, donde los niveles freáticos afectan la cimentación de las viviendas y en temporadas emergen a la superficie.

**c) Peligros de Origen Geotécnico (Mapa N° 39)**

Los peligros de origen geotécnico tienen que ver con la caracterización física de los suelos a lo largo del ámbito de estudio. En un área a evaluar tiene que considerarse: el tipo de material del cual está formado (propiedades del suelo) y de las condiciones en el que se encuentran (Densidad Natural, Humedad, etc.), topografía, fenómenos endógenos (sismicidad), así como la agresión de sustancias nocivas que al lixiviarse crean oquedades en el subsuelo causando hundimientos y degradación en el concreto.

Debido al peligro sísmico alto (ZONA 3) que se ubica la zona de estudio, ha sido necesario realizar una evaluación entre el tipo de suelo y la capacidad de soporte de éste, ya que el tipo de suelo determina el comportamiento futuro causado por los esfuerzos y deformaciones que puedan originarse por el peso de una estructura. Sin embargo no solo del suelo depende la capacidad portante sino también de las características geométricas del cimiento y de la profundidad a que se encuentren los materiales aptos para apoyar.



Material Granular característico del suelo de Huaral con cobertura de limo o arcillas delgadas

	
<p>Edificación en la ciudad de Huaral de arquitectura simétrica, recomendado.</p>	<p>Edificación en la ciudad de Huaral de arquitectura asimétrica, no recomendado.</p>

### Tipología de peligros de Origen Geológico - Geotécnico

Los fenómenos de origen geotécnico como consecuencia de eventos naturales recurrentes en la Ciudad de Huaral, son los que se describen a continuación y se han tomado en cuenta para su análisis:

#### - Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad Portante)

Se producen en el suelo de cimentación que presenta una baja capacidad portante (capacidad de soporte del suelo para una estructura determinada) y en donde los esfuerzos actuantes en una estructura determinada, pueden ocasionar la falla por corte y asentamiento del suelo. Una capacidad portante de 1.50 Kg/cm<sup>2</sup> como mínimo se considera aceptable para una cimentación común y para valores menores se deberá tener un especial cuidado debido a la posibilidad de una drástica reducción de la capacidad portante en condiciones dinámicas y la amplificación de ondas sísmicas.

#### - Cambios de volumen por cambios en el contenido de humedad

Se producen en el suelo de cimentación con un alto contenido de humedad natural, cuando en un proceso de carga sin drenaje existen sobrepresiones intersticiales, originando un flujo de agua debido a la gradiente creada por el incremento de esfuerzos. Este proceso está vinculado a las características físicas del material asociado con el agua, principalmente con la ascensión del Nivel freático. La expulsión del agua de los poros produce una disminución del volumen del suelo, efecto llamado “consolidación” que redunda en el asentamiento diferencial en suelos arcillosos, limo arenosos y granulares sueltos.

#### - Pérdidas de resistencia del terreno por filtraciones

La infiltración de agua en el suelo de cimentación se le atribuye a las fuentes de agua de donde se producen, generalmente por el ascenso de la Napa freática o bien por el sistema de canales sin revestimiento que atraviesan por la ciudad considerando la permeabilidad de éste, como factor

secundario o particularmente como caso aislado involucrado en la filtración de agua en los suelos, se considera también aquellos sistemas de tuberías de saneamiento que se encuentran en mal estado generando humedad excesiva y saturación del suelo en el área de influencia, producto de este fenómeno en edificaciones volumétricamente asimétricas la concentración de cargas en la cimentación presentan diferencias sustanciales produciéndose asentamientos puntuales.

#### **- Amplificación sísmica local**

Se determina de acuerdo a las condiciones geotécnicas del suelo de cimentación de la zona de estudio, la configuración granulométrica variada acompañada de las bolonerías de rocas clasifica a lo largo del cono de deyección del río Chancay donde se encuentra la ciudad como 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 la zona activa de presiones no se encuentre en estado saturado.

#### **- Agresión química del suelo al concreto**

Los componentes químicos solubles como: Sulfatos, Cloruros y Sales que se encuentran disueltas en el suelo de cimentación pueden perjudicar a los elementos de soporte si es que éstos se encuentran en cantidades mayores a las permisibles degradando a la estructura de soporte y en casos extremos llevando a la destrucción. Para sulfatos encontrados en el suelo con un rango de valores entre 0 – 150 ppm se le considera despreciable y cuando el contenido de cloro sea mayor a 1000 ppm la agresión se considera severa.

#### **- Rellenos turbas y desmonte**

Son depósitos artificiales de materiales producto de acarreo antrópico, rellenos no controlados que su conformación no garantizan como soporte para estructuras considerables, utilizar estas áreas como habilitaciones es exponer a riesgo ante eventuales fenómenos naturales; se ha evaluado la posible existencia de rellenos dentro del ámbito de estudio de la ciudad de Huaral en el que se ha obtenido información verbal de rellenos en el sector denominado “La Caporala” debido a que los materiales finos en estas áreas han sido explotados para la fabricación de ladrillos y por ende estos vacíos han sido cubiertos por rellenos no controlados.

Otros fenómenos de origen geotécnico tales como colapsabilidad, licuefacción, congelamiento, formación de oquedades y otros; no se han tomado en cuenta para efectos de esta evaluación debido a que los suelos de la ciudad de Huaral no permiten la ocurrencia de éstos.

#### **Niveles de Peligros Geológicos – Geotécnicos**

Para la zonificación de los peligros geológico-geotécnicos en la ciudad Huaral, se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos del análisis realizado con relación a la Geología y Geotecnia del ámbito de estudio, siendo de especial importancia el mapa de Capacidad Portante de los suelos de cimentación. De acuerdo a la descripción siguiente:

**PELIGRO MEDIO**

Comprende generalmente las áreas periurbanas; Retes, Huando, parte de Pampa Lara, la zona de expansión urbana y un área entre la zona de Esquivel y El Milagro.

El área localizada entre las zonas Esquivel y El Milagro subyacen sobre suelo gravo limoso ligeramente húmedo, Nivel de agua a 5.50 m. con posible ascensión hasta la zona activa de presiones, ocasionando cambios volumétricos, capacidad portante 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>

Una parte del Sector Pampa Lara que se extiende hacia el Oeste subyace sobre suelo gravo arcillosa y cobertura de material agrícola de 0.8m. – 1.00m. de potencia, húmedo debido al agua que discurre en los canales aledaños, susceptible a cambios volumen, capacidad portante entre 1.2 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.60 Kg/cm<sup>2</sup>.

La zona denominada Retes subyace sobre suelo areno limoso de potencia mayor a 3.0 m. nivel freático entre 9.00m. – 6.00m. de la superficie, capacidad portante entre 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.20 Kg/cm<sup>2</sup> Posible amplificación sísmica de categoría media, debido a la configuración granulométrica uniforme.

La zona de posible expansión urbana subyace sobre suelo gravo arenoso con arcilla y nivel freático a partir de los 3.50 m. de la superficie susceptible a cambios volumétricos en un eventual ascenso del nivel freático pese a tener capacidad portante entre 2.00 Kg/cm<sup>2</sup> a 3.00 kg/cm<sup>2</sup>.

El Sector Huando subyace sobre suelo de arena mal gradada con limo y gravas sub angulosas en estado seco y baja capacidad portante 0.80 Kg/cm<sup>2</sup>, posible amplificación sísmica de categoría media.

En toda el área indicada en este nivel de peligro, la agresión química por cloruros es baja y la agresión química por sulfatos representa insignificante al acero y al concreto respectivamente, peligro sísmico alto.

**PELIGRO BAJO**

Comprende la mayor parte del área urbana consolidada y en proceso de consolidación con excepción de un área localizada entre los sectores El Milagro y Esquivel; el suelo de esta zona está formada básicamente por gravas aglomeradas con arcillas o arenas en otros casos eventualmente bien gradadas o mal gradadas.

Los sectores: Central, El Rosario, Parte de San Cristóbal y los Naturales se encuentran sobre suelo gravo arenoso limoso con pequeña cobertura de material común o relleno de ingeniería controlado para edificaciones o infraestructura vial, con capacidad portante entre 1.80 Kg/cm<sup>2</sup> a 2.00 Kg/cm<sup>2</sup>. Y en los sectores San Cristóbal, San Gerónimo, Aparicio y La Caporalá con buena capacidad portante de 2.50 Kg/cm<sup>2</sup> a 5.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

La agresión química por cloruros es baja y la agresión química por sulfatos representa insignificante al acero y al concreto respectivamente, a excepción de la zona Huarangal con exposición moderada a los sulfatos, peligro sísmico alto.

**f) Síntesis de Peligros Naturales (Mapa N° 40)****Para el casco urbano de la ciudad:**

Le correspondería un nivel de **PELIGRO MEDIO (PM)**, con un valor de 26 % a 50 %, debido a la calidad de su suelo, que es de naturaleza aluvial, con probables niveles de arenas, que favorecerían la presencia de una importante napa freática. Condiciones naturales favorables para que las aceleraciones sísmicas se den, cuando menos, de forma moderada.

Se puntualiza que al no tenerse un conocimiento técnico pleno sobre las características geológicas e hidrogeológicas del subsuelo de la ciudad de Huaral (que no son motivo del presente informe, pero que se está recomendando su elaboración), se da esta calificación con la mayor aproximación posible.

Dentro de esta calificación de peligro medio para el casco urbano de la ciudad también se incluye un pequeño sector que podría ser afectado por inundaciones si en algún momento se produjera el rebose y dispersión de las aguas por obstrucción de los canales de regadío.

**Para ámbito suburbano de la ciudad:**

En concreto, para los espacios de los cerros bajos y lomadas periféricos a la ciudad, ocupados por asentamientos humanos; e, inclusive, los cerros San Cristóbal y La Merced, que están dentro del espacio urbano, les correspondería una calificación de **PELIGRO ALTO (PA)**, con valores de entre 51% a 75%, ya que por las características geotécnicas de los suelos se esperarían altas aceleraciones sísmicas.

**PELIGRO MUY ALTO**

En los sectores San Cristóbal y Pampa Lara donde se observan filtraciones, con la afectación de los cimientos de las edificaciones. Asimismo en las lomadas y cerros en la ciudad.

**MATRIZ SÍNTESIS DE PELIGROS NATURALES**

N°	SECTOR	FACTORES DE PELIGRO										SUMA	PUNTAJE	NIVEL DE PELIGRO
		FENÓMENOS GEOTÉCNICOS						FENÓMENOS GEOLÓGICOS-CLIMÁTICOS						
								FENÓMENOS GEOLÓGICOS		FENÓMENOS CLIMÁTICOS				
		FALLA POR CORTE O ASENTAMIENTO DEL SUELO	CAMBIOS DE VOLUMEN POR CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD	PERDIDA DE RESISTENCIA DEL TERRENO POR FILTRACIONES	AMPLIFICACION SISMICA	AGRESION QUIMICA DEL SUELO AL CONCRETO	RELLENOS TURBAS Y DESMONTE	SISMOS	ASENTAMIENTO EN SUELO COLUVIAL (CERROS)	NIVEL FREÁTICO AFECTA CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS	DESBORDES E INUNDACIONES			
1	ZONA CENTRAL	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	0.36	MEDIO
2	COLÁN	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	10	0.40	MEDIO
3	LA HUAQUILLA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	0.36	MEDIO
4	HUARANGAL	1	2	1	1	2	0	1	1	2	1	12	0.48	MEDIO
5	LA VICTORIA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	0.36	MEDIO
6	EL MILAGRO	2	1	2	1	1	0	1	1	1	1	11	0.44	MEDIO
7	ESQUIVEL	2	1	2	1	1	0	1	4	2	1	15	0.60	ALTO
8	EL TRÉBOL	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	10	0.40	MEDIO
9	PAMPA LARA	2	2	2	1	1	2	1	1	4	3	19	0.76	MUY ALTO
10	EL ROSARIO	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	10	0.40	MEDIO
11	SAN GERÓNIMO	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	0.36	MEDIO
12	SAN CRISTÓBAL	1	1	3	1	1	0	1	4	4	3	19	0.76	MUY ALTO
13	LA CAPORALA	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	12	0.48	MEDIO
14	RETES	2	2	1	2	1	0	1	1	2	1	13	0.52	ALTO
15	SAN ISIDRO	1	1	1	1	1	0	1	4	2	1	13	0.52	ALTO
16	LOS NATURALES	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	10	0.40	MEDIO
17	APARICIO	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	10	0.40	MEDIO
18	HUANDO	2	1	1	2	1	0	1	4	2	1	15	0.60	ALTO
	<b>PUNTAJE MÁXIMO</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>1.00</b>	

**Para el curso del río Chancay:**

Referido al segmento comprendido entre los puentes Palpa y Huaral, la calificación del nivel del peligro natural sería de **PELIGRO MEDIO (PM)**, con valores de entre 26% a 50%, toda vez que las inundaciones que se tendrían por desborde de su cauce estarían relacionadas con la eventualidad de importantes caudales de agua estacionales; y, en relación con un fenómeno de El Niño, éste tendría la eventualidad dentro de la interrogante que se tiene por este fenómeno, particularmente para la Región Lima.

**5.1.4 Identificación de Peligros Tecnológicos (Mapa N° 41)**

Los peligros tecnológicos son aquellos que resultan de la actividad humana cuyos efectos pueden constituir potencial amenaza en magnitud y en intensidad sobre la población, sus bienes, salud, infraestructura, etc.

En la ciudad de Huaral se han identificado una serie de potenciales peligros de carácter tecnológico siendo los más relevantes aquellos relacionados con la contaminación ambiental (agua, tierra y aire), eléctricos, electromagnéticos, incendios, transporte, manipulación de sustancias químicas peligrosas inflamables y explosivas, epidemias, plagas que a continuación se describen.

**PELIGRO MUY ALTO**

- Descarga de colectores a la red del sistema de riego de cultivos en sectores de Retes, Sta. Rosa, Esquivel, El Milagro 1 y 2 y la Caporala.
- Instalaciones eléctricas domiciliarias utilizando como postes a delgadas maderas rústicas en sectores de Retes, Esquivel, El Milagro 1 y 2 y Huarangal.
- Pozas de tratamiento de efluentes no operativas que dan lugar a focos infecciosos y contaminantes en Retes.
- Sistema de alcantarillado colapsado que afecta a toda la ciudad.
- Cableado domiciliario inadecuado en San Cristóbal, La Merced, Retes, Esquivel, La Caporala, El Milagro Micaela Bastidas, Los Naturales, zona central de Huaral, Aparicio, San Gerónimo, Pampa Lara y San Martín.
- Riego de cultivos de tallo corto para consumo humano, con aguas servidas que surgen de los colectores hacia canales de riego, sectores de Esquivel, Retes, Sta. Rosa, El Milagro 1 y 2, La Caporala, Colán, Pampa Lara.
- Canal de riego Huaral que discurre a cielo abierto sin cerco de protección que corta la ciudad de Huaral, sector San Cristóbal-Balones de gas instalados en la entrada de Restaurantes y otros negocios, expuestos a la vía pública como se observa en el centro de Huaral (calle Derecha, cdra. 4)
- Contaminación de suelos con derrames y/o irrigados por las aguas servidas y residuos sólidos que rellenan los canales de riego agrícola como sucede en los sectores Retes, Pampa Lara, Esquivel, El Milagro 1 y 2 y la Caporala y Huarangal.

- Peligros por epidemias, plagas y epizootias que se presentan en las zona de Esquivel, Retes, La Caporala, El Milagro 2, El Trébol, zona del camal, sectores de las granjas y chancherías.

#### **PELIGRO ALTO**

- Grifos y autoservicios en el perímetro de la ciudad, en espacios reducidos, sin zonas de seguridad, no conservan distancia mínima a la vía pública de circulación vehicular; son fuentes de explosiones e incendios por manipulación de petróleo, gas y gasolina, como ocurre en la zona central de la ciudad, Colán, La Huaquilla, San Gerónimo y Aparicio.
- Contaminación electromagnética por la cantidad de antenas de radio, TV y de telefonía móvil distribuidas dentro de la ciudad.
- Torres de Alta Tensión cruzando zona urbana de Esquivel, El Milagro y Pampa Lara.
- Comercialización de agroquímicos, constituyen fuentes de manipulación de sustancias peligrosas y olores contaminantes como ocurre en la zona de concentración de comercio de sustancias químicas peligrosas como se observa en el sector del Mercado Mora Parra, Aparicio y San Gerónimo.
- Acumulación de residuos sólidos en los canales de riego agrícola, drenes de la ciudad como se observa en la zona de Retes y La Caporala. También residuos sólidos en la vía pública y terrenos baldíos: en Esquivel y El Milagro 1 y El Rosario.
- Locales de expendio de gas doméstico estrechos y poca ventilación.
- Distribución domiciliaria de balones de gas doméstico en trimóviles, motos lineales y otros vehículos en mal estado que ocurre a diario en toda la ciudad.
- Uso intensivo de agroquímicos en cultivos de consumo humano, sectores de La Caporala, Retes, Esquivel y Los Naturales.
- Viviendas construidas con material altamente inflamable (esteras, carrizos, bambú) en casi toda la zona periférica de la ciudad.
- Áreas alledañas a pozas de aguas servidas, canales de riego con aguas contaminadas (mezcla desagüe con agua de riego) en Retes, San Cristóbal, Pampa Lara y Los naturales
- Zonas de concentración de comercio especialmente ferreterías, agroquímicos, farmacias que manipulan sustancias químicas, gas como se observa en San Gerónimo, Aparicio y zona del Mercado Mora Parra.
- Silos colapsados en sectores sin desagües de Esquivel, Las Mercedes, El Trébol, Micaela Bastidas, Alejandro del Solar y San Cristóbal
- Desechos e inservibles acumulados en techos y terrazas de viviendas. Este peligro es común observar en todas partes de la ciudad.
- Hacinamiento comercial en mercados de Huaral, Mazú y otros de abastos y frutas.
- Zona de San Martín asentado sobre suelo de materiales de lo que era laguna de oxidación, por ser focos infecciosos y contaminantes de agua y suelos.

**PELIGRO MEDIO**

- Sobresaturación del parque automotriz, trimóviles y ticos originando contaminación sonora principalmente en el centro de la ciudad.
- Venta de materiales rústicos de construcción inflamables son peligro potencial de incendio (bambú, maderas, etc.) en zona periférica de la ciudad
- Comercio informal alrededor de los mercados.
- Centros de salud, farmacias y boticas que manipulan sustancias químicas peligrosas y residuos tóxicos en diversos puntos de la ciudad.
- Quema de desechos sólidos y maleza agrícola en las zonas periféricas de la ciudad como Retes La Caporala y El Milagro.
- Centro de sacrificio de aves en mercados.
- Ruta de transporte de sustancias peligrosas con peligro de explosión por el centro de la ciudad.
- Terminales terrestres ubicados en zonas de alta densidad humana y céntrica de la ciudad.
- Mercados de frutas con infraestructura rústica y carentes de servicios de saneamiento
- Instalaciones del camal municipal dentro del perímetro urbano.

**PELIGRO BAJO**

- Cementerio en estado precario con acumulación constante de flores y ramas en su frontis.

Los sectores de mayor peligrosidad antrópica de la ciudad de Huaral (Peligro Alto), corresponde a la zona periférica de la ciudad comprendiendo los asentamientos Retes, Esquivel, El Milagro 1 y 2, La Caporala, Huarangal, Colán, Pampa Lara, y Los Naturales. Las zonas de Peligro Medio corresponden a La Victoria y El Rosario El resto de la ciudad se considera como de Peligro alto. Casi toda la zona urbana de Huaral está sujeta a peligro Alto a Muy Alto lo cual debe ser tomado en cuenta para fines del establecer un ordenamiento con desarrollo sostenible para la ciudad. El Peligro bajo corresponde a los sectores de Huando y San Isidro.

**MATRIZ SÍNTESIS DE PELIGROS TECNOLÓGICOS**

N°	SECTOR	FACTORES DE PELIGRO							SUMA	PUNTAJE	NIVEL DE PELIGRO
		ACTIVIDAD ANTROPICA									
		CONTAMINACION AMBIENTAL					SUSTANCIAS QUIMICAS				
		CONTAMINACION DEL AGUA VERTIENTOS DE EFUENTES DOMESTICOS, HOSPITAL, CAMAL E INDUSTRIAS DE HUARAL A LOS CANALES DE RIEGO	CONTAMINACION DE SUELOS R.S. MUNICIPALES, NO MUNICIPALES, USO AGRICOLA Y CEMENTERIOS	CONTAMINACION DEL AIRE POR QUEMA DE MALEZA AGRICOLA, BASURA Y PLOVO	CONTAMINACION ELECTROMAGNETICA (ANTENAS MOVILES, LINEAS DE TRANSMISION, RED ELECTRICA PRIMARIA)	PELIGROS DE EPIDEMIAS, PLAGAS, EPIZOTIAS MERCADO, CAMAL, GRANJAS AVICOLAS, CEMENTERIOS, POZOS DE OXIDACION, CANALES DE RIEGO	SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS TRANSPORTE DE GAS, DERIVADOS DEL PETROLEO, MANIPULACION EN CENTROS DE SALUD Y BOTICAS, VENTAS DE AGROQUIMICOS.	INFLAMABILIDAD Y EXPLOSION GRIFOS, VENTAS DE GAS, FERRETERIAS, COMERCIOS, VARIOS.			
1	ZONA CENTRAL	3	2	2	2	2	3	3	17	0.77	MUY ALTO
2	COLÁN	3	3	2	2	3	3	3	19	0.86	MUY ALTO
3	LA HUAQUILLA	2	2	2	1	2	2	3	14	0.64	ALTO
4	HUARANGAL	3	3	3	2	3	2	1	17	0.77	MUY ALTO
5	LA VICTORIA	2	2	1	2	2	1	1	11	0.50	MEDIO
6	EL MILAGRO 1	4	4	3	3	4	2	2	22	1.00	MUY ALTO
7	ESQUIVEL	4	4	3	3	4	2	2	22	1.00	MUY ALTO
8	EL TRÉBOL	3	3	3	1	3	1	2	16	0.73	ALTO
9	PAMPA LARA	3	4	2	2	4	2	1	18	0.82	MUY ALTO
10	EL ROSARIO	1	1	2	2	2	1	2	11	0.50	MEDIO
11	SAN GERÓNIMO	2	2	3	2	2	3	2	16	0.73	ALTO
12	SAN CRISTÓBAL	3	3	3	2	3	2	2	18	0.82	MUY ALTO
13	LA CAPORALA	4	4	3	2	4	3	2	22	1.00	MUY ALTO
14	RETES	4	4	3	3	4	2	2	22	1.00	MUY ALTO
15	SAN ISIDRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	BAJO
16	LOS NATURALES	3	3	3	2	2	3	2	18	0.82	MUY ALTO
17	APARICIO	2	2	3	2	2	4	2	17	0.77	MUY ALTO
18	HUANDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	BAJO
<b>PUNTAJE MAXIMO</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>1.00</b>	

## 5.2 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

### A. Grados de Vulnerabilidad

#### Zonas de Vulnerabilidad Muy Alta

Zonas con viviendas de materiales precarios, viviendas en mal estado de conservación, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización, población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos, accesibilidad restringida.

#### Zonas de Vulnerabilidad Alta

Zonas con predominancia de viviendas de materiales precarios, viviendas en mal y regular estado de conservación, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha, población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, cobertura parcial

#### Zonas de Vulnerabilidad Media

Zonas con predominancia de viviendas de materiales nobles, viviendas en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de servicios básicos, con facilidades para el acceso.

#### Zonas de Vulnerabilidad Baja

Zonas con viviendas de material noble, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio y alto, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura de servicios básicos, con buen nivel de accesibilidad.

### B. Variables para el análisis de Vulnerabilidad

Se han considerado en total 12 variables para hacer el análisis de la vulnerabilidad, y los resultados del análisis realizado muestran que de los 18 sectores que conforman la ciudad de Huaral, la zona central de la ciudad es la que presenta mayor nivel de vulnerabilidad: Muy Alta; la periferia urbana presenta Alta vulnerabilidad y algunos sectores de la periferia y cerca de la zona central presentan vulnerabilidad Media (Colán, Huarangal, Esquivel, San Cristóbal).

Las 12 variables analizadas y que se han calificado con puntaje, son las siguientes:

1. Densidad poblacional
2. Material constructivo
3. Altura de edificación
4. Estado de conservación
5. Líneas de agua
6. Líneas de desagüe
7. Líneas de energía eléctrica
8. Accesibilidad y circulación
9. Servicios de emergencia
10. Actividades económicas
11. Lugares de concentración pública

## 12. Edificaciones de interés arquitectónico

A continuación se presentan los valores para cada una de las variables:

Cuadro N° 61 VARIABLES: DENSIDAD POBLACIONAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES

Densidad Poblacional		Materiales constructivos		Altura de Edificación		Estado Conservación	
Rangos	Valor	Rangos	Valor	Rangos	Valor	Rangos	Valor
< 150 hab./ha - Densidad Baja	1	Ladrillo/ Concreto	1	1 piso	1	Bueno	1
150 /300 hab./ha - Densidad Media	2	Mixto: Adobe, Ladrillo, Piedra	2	2 pisos	2	Regular	2
301 /450 hab./ha - Densidad Alta	3	Adobe	3	3 pisos	3	Malo	3
> 450 hab./ha - Densidad Muy Alta	4	Provisional	4	4 a + pisos	4	Colapsado	4

Los sectores con mayor concentración de población (densidad poblacional) son más susceptibles de riesgos frente a los peligros naturales y tecnológicos, por lo cual a mayor densidad se considera que la vulnerabilidad es mayor. Esto explica el mayor valor que se asigna a los sectores con mayor densidad.<sup>18</sup>

A continuación se presenta la información sobre Densidad Urbana para cada uno de los sectores urbanos identificados en la ciudad (ver Mapa N° 42).

<sup>18</sup> La información sobre Densidad Poblacional se ha tomado del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huancavelica 2007-2011

Cuadro N° 62 DENSIDAD POBLACIONAL POR SECTORES  
CIUDAD DE HUARAL

Nº	SECTOR	DENSIDAD Hab/ ha
1	ZONA CENTRAL	138.12
2	COLAN	43.85
3	LA HUAQUILLA	158.10
4	HUARANGAL	39.60
5	LA VICTORIA	191.44
6	EL MILAGRO	131.70
7	ESQUIVEL	50.30
8	EL TREBOL	53.40
9	PAMPA LARA	41.81
10	EL ROSARIO	85.62
11	SAN GERONIMO	198.34
12	SAN CRISTOBAL	116.58
13	LA CAPILLA	85.54
14	RETES	40.08
15	SAN ISIDRO	85.12
16	LOS NATURALES	26.18
17	APARICIO	77.97
18	HUANDO	59.62
	<b>PROMEDIO</b>	<b>91.84</b>

Los sectores de Colán, Esquivel, El Trébol, Pampa Lara, Retes, Los Naturales son los que presentan menor densidad, ya que se ubican en la periferia y están en proceso progresivo de ocupación. El material de construcción predominante es el ladrillo, y la mayoría de las viviendas tienen 1 a 2 pisos de altura, aunque se observa un proceso de densificación en la zona central de la ciudad. Asimismo, la mayoría de las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. Ver Mapa N° 43, 44 y 45).

Cuadro N° 63 VARIABLES: SERVICIOS VITALES

LÍNEAS DE AGUA		LÍNEAS DE DESAGÜE		LÍNEAS DE E.ELECTRICA		ACCESIBILIDAD Y CIRCULACIÓN		SERVICIOS DE EMERGENCIA	
Rangos	Valor	Rangos	Valor	Rangos	Valor	Rangos	Valor	Rangos	Valor
Sin Servicio	0	Sin Servicio	0	Sin Servicio	0	Trocha	1	Sin servicio	0
Servicio insuficiente (menos del 50% del sector tiene servicio)	1	Servicio insuficiente (menos del 50% del sector tiene servicio)	1	Servicio insuficiente (menos del 50% del sector tiene servicio)	1	Vías principales y locales afirmadas	2	Cuenta con 1 servicio	1
Con Servicio	2	Con conexiones domiciliarias	2	Con conexiones domiciliarias	2	Vías principales y locales pavimentadas / Vía Regional, Carretera	3	Cuenta con 2 servicios	2
Con servicio y reservorios	3			Con servicio y 4 a + subestaciones.	3	Vías Locales Estrechas *Trazo urbano	4	Cuenta con 3	3
								Cuenta con 4 servicios	4

\* Se consideran Servicios de Emergencia: Centro de Salud, Hospital, Bomberos, Comisaría, Defensa Civil, otros.

Las zonas más vulnerables son aquellas donde se ubica infraestructura de servicios que es importante para la ciudad, como son los reservorios, subestaciones eléctricas, y aquella infraestructura de servicios de emergencia, como son los centros de atención de salud, bomberos, comisaría. El colapso de esta infraestructura durante un evento de desastre puede resultar crítico, ya que no podría darse la atención adecuada a la población. Ver Mapa N° 46.

En relación a las condiciones de accesibilidad se observa que en la zona central y sus alrededores, hay pasajes peatonales estrechos y de gran longitud, que determinan la vulnerabilidad de la zona ante un posible evento de desastre, como por ejemplo, en el caso de sismos. Aquellos sectores con menor accesibilidad son los que están más expuestos al riesgo ya que existe mayor dificultad para acceder en caso de requerir atención ante un desastre, o para la evacuación de la población que habita en la zona en caso de presentarse un evento.

**Cuadro N° 64 VARIABLES: ACTIVIDADES ECONÓMICAS, LUGARES DE CONCENTRACIÓN PÚBLICA Y EDIFICACIONES DE INTERÉS ARQUITECTÓNICO**

ACTIVIDADES ECONÓMICAS (comercio, industria, turismo)		LUGARES DE CONCENTRACIÓN PÚBLICA		EDIFICACIONES DE INTERÉS ARQUITECTÓNICO	
Rangos	Valor	Rangos	Valor	Rangos	Valor
Sin actividades económicas	0	Sin Lugares de Concentración Pública	0	Sin edificaciones de interés	0
Baja concentración (1 a 4 manzanas con actividades económicas en el sector)	1	1 a 2 lugares de concentración en el sector	1	1 a 2 edificaciones de interés en el sector	1
Media concentración (5 a 10 manzanas con actividades económicas en el sector)	2	3 a 5 lugares de concentración en el sector	2	3 a 4 edificaciones de interés en el sector	2
Alta concentración (11 a + manzanas con actividades económicas en el sector)	3	6 a + lugares de concentración en el sector	3	5 a + edificaciones de interés en el sector	3

Los sectores donde se presenta mayor concentración de actividades económicas tienen mayor vulnerabilidad, ya que la pérdida de éstas ante una situación de desastres impactaría en la economía de la población afectada y en el conjunto de la ciudad.

De igual modo, la existencia de mayores lugares de concentración pública hace un sector más vulnerable, ya que son lugares que ante un desastre impactaría a la población que se encuentre en dicho lugar, estos lugares pueden ser plazas públicas, mercados, estadios, coliseos, iglesias y otros. Ver Mapa N° 47.

### C. Mapa de Vulnerabilidad

En la ciudad de Huaral se presentan tres niveles de vulnerabilidad: Muy Alta, Alta y Media. Ver Mapa N° 48.

#### Vulnerabilidad Muy Alta

Como ya se mencionó los sectores urbanos con mayor vulnerabilidad se ubican en el centro de la ciudad, donde se concentran las actividades comerciales, allí se ubican los mercados y mercadillos con que cuenta la ciudad. Son sectores con equipamiento importante donde transita gran cantidad de gente incluso los sábados y domingos.

#### Vulnerabilidad Alta

Este nivel de vulnerabilidad se presenta en la mayor parte de los sectores de la ciudad, los cuales se ubican en la periferia urbana donde predominan las edificaciones de adobe y material mixto.

#### Vulnerabilidad Media

En los sectores Colán, Huarangal, Esquivel y San Cristóbal se observa un nivel de vulnerabilidad media.

### MATRIZ DE VULNERABILIDAD

Nº	SECTOR URBANO	Densidad Poblacional A	Materiales constructivos B	Altura de Edificación C	Estado Conservación D	Líneas y Servicios Vitales (Total) E	Actividades Económicas F	Lugares de Concentración Pública G	Edificaciones de interés H	PUNTAJE	PONDERACIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	ZONA CENTRAL	1	1	1	2	2	3	2	2	14	0.88	MUY ALTO
2	COLÁN	1	1	1	1	2	1	1	0	8	0.49	MEDIO
3	LA HUAQUILLA	2	1	1	2	2	2	3	0	13	0.80	MUY ALTO
4	HUARANGAL	1	1	1	1	2	1	1	0	8	0.48	MEDIO
5	LA VICTORIA	2	1	1	2	2	3	1	0	12	0.73	ALTO
6	EL MILAGRO	1	1	1	2	2	2	0	0	9	0.56	ALTO
7	ESQUIVEL	1	1	1	2	2	1	0	0	8	0.48	MEDIO
8	EL TRÉBOL	1	3	1	2	2	2	0	0	11	0.67	ALTO
9	PAMPA LARA	1	3	1	2	2	1	1	0	11	0.67	ALTO
10	EL ROSARIO	1	1	1	1	2	2	2	0	10	0.62	ALTO
11	SAN GERÓNIMO	2	1	1	2	2	1	0	0	9	0.56	ALTO
12	SAN CRISTÓBAL	1	1	1	2	2	1	0	0	8	0.49	MEDIO
13	LA CAPORALA	1	3	1	2	2	0	0	0	9	0.53	ALTO
14	RETES	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0.51	ALTO
15	SAN ISIDRO	1	3	1	2	1	2	0	0	10	0.63	ALTO
16	LOS NATURALES	1	3	1	2	2	1	1	0	11	0.65	ALTO
17	APARICIO	1	1	1	2	2	1	1	0	9	0.53	ALTO
18	HUANDO	1	3	1	2	2	1	1	1	12	0.73	ALTO
	<b>PUNTAJE MÁXIMO</b>	2	3	1	2	2	3	3	2	16	1.00	

## 5.3 ESTIMACIÓN DE RIESGOS

### A. Análisis de escenarios de riesgos

#### **Escenario de riesgo ante Peligros Naturales** (Mapa N° 49)

Los “escenarios” están referidos a los lugares donde se localizan/originan los peligros naturales y que al convertirse en “eventos” tienen un impacto en la ciudad de Huaral.

De toda la información básica sobre las condiciones naturales del espacio territorial de la ciudad de Huaral y su entorno, descrita precedentemente, se ha establecido que estos escenarios se localizan, en el Océano Pacífico, en el curso del río Chancay y en la ciudad de Huaral.

#### **Océano Pacífico**

El Océano Pacífico es el espacio donde se localiza el peligro natural que podría tener el mayor impacto negativo en la seguridad física de la ciudad de Huaral, estando relacionado con la existencia de las placas tectónicas Oceánica y Continental, cuyo desplazamiento convergente genera la liberación de energía sísmica, traducida en sismos en general.

#### **Curso del río Chancay**

El recorrido del río Chancay a partir del vértice de su amplio cono deyectivo (que se localiza cerca a la ciudad de Huaral, por su lado Este), ofrece las condiciones geomorfológicas favorables para que, con incrementos extraordinarios de caudales de aguas se generen desbordes e inundaciones a ambas márgenes de su cauce.

Se debe precisar que, por este aspecto geomorfológico (poca pendiente de fondo), el río divaga de manera sinuosa, con erosiones y sedimentación en las partes cóncavas y convexas de estas sinuosidades.

#### **Ciudad de Huaral**

El ámbito urbano de la ciudad de Huaral se le considera como un escenario de peligros naturales por las características litológicas de su suelo (gravas y arenas aluviales) y la comprobada existencia de una napa freática la que, ante la probabilidad de su existencia muy cercana a la superficie, podría ofrecer las condiciones para que se produzcan amplificaciones de ondas sísmicas relacionadas con un sismo importante.

En el espacio suburbano de la ciudad de Huaral, donde se encuentran los asentamientos humanos que ocupan las lomadas y cerros bajos también se consideran como escenarios de peligros naturales por la naturaleza del suelo donde se encuentran cimentadas las edificaciones (la mayoría precarias), ya es una cobertura de material muy incompetente frente a una vibración sísmica importante.

**Escenario de Riesgo ante Peligros de origen Tecnológico**

- Asentamientos humanos dentro de áreas afectadas por los efluentes de la ciudad de Huaral: Retes, Esquivel y El Milagro.
- Poblaciones que conviven con malos olores producto de los cúmulos de basura que existen en el área o por las aguas servidas que descargan en su sector, como se da en la población de los asentamientos mencionados.
- Poblaciones que irrigan sus cultivos utilizando las aguas servidas que descargan en su sector como ocurre en Retes y El Milagro y otras poblaciones ubicadas en el lado sur de la ciudad de Huaral.
- Poblaciones carentes de servicios de agua y/o desagüe como ocurre en los sectores de El Trébol, Micaela Bastidas, La Merced, Alejandro del Solar, Huarangal, la Caporala entre otros.
- Poblaciones con conexiones e instalaciones eléctricas carentes de condiciones mínimas de seguridad, como se observa en los asentamientos ya mencionados.
- Crecimiento de asentamientos localización en suelos contaminados debido a que fue una laguna de oxidación, como ocurre en el asentamiento San Martín.
- Mercados en condiciones de hacinamiento de comerciantes y sin servicios de saneamiento básico
- Falta de ordenamiento y zonificación del comercio en la ciudad, comercio de rubros potencialmente peligrosos para la población urbana.
- Población carente de un Relleno Sanitario y manejo adecuado de los residuos sólidos.
- Población carente de Lagunas de Oxidación para el tratamiento de los efluentes que produce.

Cuadro N° 65 RUBROS COMERCIALES SUSCEPTIBLES A PELIGROSIDAD ANTRÓPICA DE LA CIUDAD DE HUARAL

RUBRO COMERCIAL	CANTIDAD	ELEMENTOS DE PELIGROSIDAD
Ferreterías	98	Artículos ferreteros, pinturas, thinner, aguarrás
Boticas	17	Alcohol y otras sustancias inflamables
Plaguicidas	30	Metamidofos, dimetoatos, cipermetrina y otros productos químicos; sustancias inflamables además de olores.
Agroquímicos	26	Herbicidas diversos, productos químicos algunos de venta prohibida y también olores y sustancias inflamables
Fertilizantes	20	Olores. Sulfatos, nitratos de amonio y otros abonos químicos y orgánicos
Insecticidas	15	Metamidofos, dimetoato y cipermetrina y otros productos químicos peligrosos, Olores, productos inflamables etc.
Materiales de Construcción	04	Fierros, Pinturas, Cementos Esmaltes, agregados
Avícolas/Granjas	95	Malos olores, moscas, residuos sólidos y líquidos, epizootias y epidemias
Granjas de porcinos	13	Malos olores, moscas, residuos sólidos y líquidos, epizootias y epidemias
Centros de engorde de ganado	02	Malos olores, moscas, residuos sólidos y líquidos, epizootias y epidemias
Procesadoras	29	Ruidos, olores, efluentes, humos y vapores, polvo
Fábricas de jabón	05	Olores, humos y vapores, ruidos
Discotecas	09	Ruidos, congestión de personas
Cementerios	03	Olores, residuos de flores y plásticos, epizootias y epidemias
Grifos	14	Explosiones, incendios
Distribuidoras de gas doméstico	04	Explosiones, incendios, olores, ruidos
Embutidoras	02	Olores, efluentes, fraguase, desechos orgánicos, moscas, canes, ruidos
ladrilleras	03	Humo, polvo
Desmotadoras	03	Ruidos, polvo

## B. Análisis de Riesgos

La ciudad de Huaral presenta varios sectores con Riesgo Alto y Medio, y un sector en riesgo Muy Alto, dadas las condiciones de vulnerabilidad y peligros a que está expuesta. Ver Mapa N° 50.

Cuadro N° 66 NIVELES DE RIESGO POR SECTOR URBANO

Nº	SECTOR URBANO	PELIGROS NATURALES	NIVEL DE VULNERABILIDAD	RIESGO POR PELIGROS NATURALES
1	ZONA CENTRAL	MEDIO	MUY ALTO	ALTO
2	COLÁN	MEDIO	MEDIO	MEDIO
3	LA HUAQUILLA	MEDIO	MUY ALTO	ALTO
4	HUARANGAL	MEDIO	MEDIO	MEDIO
5	LA VICTORIA	MEDIO	ALTO	MEDIO
6	EL MILAGRO	MEDIO	ALTO	MEDIO
7	ESQUIVEL	ALTO	MEDIO	MEDIO
8	EL TRÉBOL	MEDIO	ALTO	MEDIO
9	PAMPA LARA	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
10	EL ROSARIO	MEDIO	ALTO	MEDIO
11	SAN GERÓNIMO	MEDIO	ALTO	MEDIO
12	SAN CRISTÓBAL	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
13	LA CAPORALA	MEDIO	ALTO	MEDIO
14	RETES	ALTO	ALTO	ALTO
15	SAN ISIDRO	ALTO	ALTO	ALTO
16	LOS NATURALES	MEDIO	ALTO	MEDIO
17	APARICIO	MEDIO	ALTO	MEDIO
18	HUANDO	ALTO	ALTO	ALTO

#### 5.4 IDENTIFICACIÓN DE SECTORES CRÍTICOS

A partir de la Estimación del Riesgo, en la ciudad de Huaral se han identificado 06 (seis) Sectores Críticos, en los cuales se plantea priorizar las medidas de prevención y mitigación de desastres dado el nivel de riesgo existente. Ver Mapa N° 51.

Cuadro N° 67 SECTORES CRÍTICOS

Nº	SECTORES CRÍTICOS
I	ZONA CENTRAL
II	LA HUAQUILLA
III	PAMPA LARA
IV	SAN CRISTÓBAL
V	RETES
VI	SAN ISIDRO
VII	HUANDO
VIII	EL MILAGRO

A continuación se describen las principales características de estos sectores:

##### **Sector Crítico I: ZONA CENTRAL**

Se localiza en la zona más antigua de la ciudad de Huaral, el uso predominante es comercial e institucional, por lo que se observa alta concentración de personas. En este sector existen pasajes peatonales de sección reducida y de gran longitud, lo que constituiría un riesgo en caso de presentarse un evento de desastre.

Se observan servicios diversos como: bancos, tiendas de abarrotes, talleres de mecánica, restaurantes, chifas, locutorio, centros de cómputo, peluquerías, etc.

##### **Sector Crítico II: LA HUAQUILLA**

En este sector se concentran los principales mercados y mercadillos de la ciudad: Mercado Modelo de Huaral, La Chachina, Mercado de Hortalizas, Mercado de aves, Mercado Miyashiro, además de zonas comerciales y de actividades económicas diversas. Sin embargo es de anotar que la mayoría de locales que expenden sus productos no presentan condiciones de seguridad. Se observa locales con ambientes muy estrechos, instalaciones eléctricas expuestas y en malas condiciones, hacinamiento de mercaderías e incluso extensión del negocio hacia la calle invadiendo la vía pública.

Igual que en la Zona Central, también se observa la existencia de pasajes peatonales de sección reducida y de gran longitud.

### **Sector Crítico III: PAMPA LARA**

El asentamiento San Martín localizado en este sector se encuentra asentado en terreno donde existió una laguna de tratamiento de aguas servidas, lo que constituye un riesgo para la salud de la población. Asimismo, se observa la presencia de canales de riego sin revestimiento, donde desembocan aguas servidas, constituyendo un riesgo para la población asentada en el lugar.

### **Sector Crítico IV: SAN CRISTÓBAL**

En los alrededores del Canal de regadío denominado Cañón 2 se observan edificaciones cuya cimentación se encuentra permanentemente expuesta a la humedad, dado que este canal y otros que se localizan en la zona carecen de revestimiento. Asimismo, la falta de mantenimiento y la ausencia de un servicio eficiente de recolección de basura generan un grave problema de contaminación.

### **Sector Crítico V: RETES**

El sector de Retes está expuesto a problemas ambientales por las actividades económicas que se desarrollan, como son granjas y chancherías, sin contar con las condiciones adecuadas. Esto perjudica el medio ambiente de la ciudad, y también resta valor turístico a la zona.

### **Sector Crítico VI: SAN ISIDRO**

La población asentada en el cerro detrás del cementerio carece de accesibilidad adecuada, observándose pasadizos de sección angosta lo que no garantiza condiciones para la evacuación de la población ante un posible evento de desastre. Asimismo, las edificaciones se realizan sin asistencia técnica, lo que requiere una evaluación y supervisión. En este sector se localizan dos cementerios.

### **Sector Crítico VII: HUANDO**

Este sector se localiza hacia el este de la ciudad, conserva edificaciones antiguas y de adobe, acá se localizan dos reservorios que son parte del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad.

Existe un proceso de ocupación de las laderas del cerro que se ubica en este sector, sin condiciones adecuadas ni asistencia técnica para asegurar un proceso constructivo con calidad.

### **Sector Crítico VIII: EL MILAGRO**

Este sector se localiza hacia el este de la ciudad, conserva edificaciones antiguas y de adobe, acá se localizan dos reservorios que son parte del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad.

## **VI. PROPUESTA**

## 6.1 PROPUESTA GENERAL

La Municipalidad Provincial de Huaral cuenta con un Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad en el cual se plantea la Zonificación urbana considerando zonas de protección ambiental y forestación, las cuales se han tomado en cuenta en la formulación de la Propuesta de Usos del Suelo ante Desastres. Sin embargo, el PDU requiere ser revisado ya que no existe concordancia entre el Plano de Zonificación y la propuesta de zonas urbanizables y no urbanizables.

## 6.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE DESASTRES

Una opción para poder reducir, mitigar y enfrentar el impacto de los fenómenos naturales y antrópicos es identificando las condiciones y factores asociados a la ocurrencia de dichos fenómenos que ponen en riesgo a las poblaciones, afectando negativamente el capital productivo como producción agrícola, instalaciones industriales; la infraestructura económica como puentes, carreteras, energía; y la infraestructura social como vivienda ; de manera que sea posible diseñar propuestas de planes y medidas de prevención y mitigación que permitan enfrentar contingencias, alertas y sistemas de atención frente a la ocurrencia de fenómenos naturales y/o antrópicos.

Se plantean medidas orientadas a reducir o eliminar las condiciones de vulnerabilidad de la población frente a los impactos negativos que resulten de la ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos que afecten la ciudad de Huaral. Algunas de estas medidas deben estar destinadas a mejorar la capacidad de preparación de la población para responder de manera adecuada para la prevención y/o mitigación de situaciones adversas generadas por fenómenos sean naturales o antrópicos. Se deberán difundir la ruta de evacuación y lugares de refugio temporal que podrían ser habilitados para alojar a personas damnificadas en caso de ocurrir un evento de desastre que afecte la ciudad (ver Mapa N° 52).

Se buscará priorizar la atención de los segmentos de población que resulten más vulnerables y que se encuentran en menor capacidad para soportar y/o superar los efectos por una probable ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino.

Se propone:

- Con urgencia, elaborar un completo estudio hidrogeológico para conocer las características hidrodinámicas de la napa freática que existe bajo la ciudad de Huaral, orientado a establecer en qué medida el nivel de aguas puede ser un peligro frente a la propagación de ondas sísmicas de un terremoto, toda vez que en ambientes geológicos como el que tiene el subsuelo de la ciudad de Huaral podrían presentarse fenómenos de licuación de suelos, con severas afectaciones a las edificaciones e infraestructura de servicios.
- Se estudie la forma de evitar que, en un determinado momento, se produzcan inundaciones en parte de la ciudad por obstrucción de los canales de regadío que la cruzan.

- Se realice un detallado estudio geológico geotécnico de los lugares donde se ubican asentamientos, en las planicies y lomadas de los cerros bajos para conocer la bondad de sus edificaciones (cimentaciones) frente a un terremoto, ya que por diferencia de materiales (roca y suelo) se podrían generar amplificaciones sísmicas.
- Para el curso del río Chancay, entre los puentes Palpa y Huaral, desarrollar un detallado estudio que conlleve a proyectar (y luego construir) obras de encauzamiento y protección, en complemento a las existentes, a fin de prever la seguridad del puente Huaral frente a caudales extraordinarios por un Fenómeno de El Niño.
- Para la “Pampa de los perros”, frente a su posible utilización como espacio urbano, desarrollar un detallado estudio geológico geotécnico como parte de la ingeniería básica requerida para una planificación urbana técnicamente concebida.

#### **A. Medidas para disminuir los niveles de riesgo por peligros naturales**

De la identificación de los peligros naturales en el ámbito territorial de la ciudad de Huaral, se deduce la necesidad de tener un mayor conocimiento técnico sobre las condiciones naturales imperantes en el suelo y sub suelo de la ciudad y su entorno, a fin de tener las mayores precisiones para poder calificar las respuestas de las edificaciones e infraestructura de servicios, existentes y a proyectarse en el futuro, frente a los peligros naturales, que al convertirse en eventos, las impactarían. Bajo este comentario, se plantean los siguientes trabajos de carácter geológico:

- **Investigaciones Hidrogeológicas**

Investigaciones que permitirán conocer en detalle las características de la probada existencia de la napa freática bajo la ciudad de Huaral.

Esto comprendería:

- ✓ Caracterización litológica del subsuelo.
- ✓ Parámetros hidrodinámicos de la napa freática: geometría, fuentes de alimentación, dirección de flujo, niveles piezométricos, profundidad en relación a la superficie, etc.
- ✓ El método de investigación a utilizar sería de geofísica por resistividad eléctrica.

Con la interpretación de los resultados de un buen estudio hidrogeológico se conocerá un posible impacto negativo del agua subterránea frente a un sismo importante ya que, es sabido, que un nivel freático alto en horizontes de arena podría dar origen a un fenómeno de licuación, con la consiguiente desestabilización de las cimentaciones de las viviendas y edificaciones en general.

- **Investigaciones Geotécnicas**

Estas investigaciones están referidas, básicamente, a conocer con la mayor propiedad técnica los suelos donde se encuentran edificadas las viviendas de los AAHH periféricos a la ciudad de Huaral y que ocupan las planicies y lomadas de los cerros bajos.

Precedentemente se ha comentado que estos suelos son una cobertura de materiales sueltos a semi compactados, de espesor variable, que cubren la roca basamento, la misma que por intemperismo tiene una importante aureola de meteorización, con debilitamiento físico mecánico de su estructura.

Por observaciones de campo se deduce que la mayoría de las edificaciones, por su construcción precaria (y las de material noble que hay construidas), tienen cimentaciones que solo llegan a este material de cobertura.

Las ondas sísmicas de un evento telúrico importante (terremoto) pueden tener una amplificación, que afectaría a las viviendas.

Investigaciones de carácter geológico geotécnico, con el probable apoyo de investigaciones geofísicas (refracción sísmica) darían una clara respuesta a este problema, permitiéndonos plantear las obras de ingeniería necesarias para corregir deficiencias constructivas; evitando, de esta manera, afectaciones importantes en las viviendas.

- **Obras de Encauzamiento en el río Chancay**

En el segmento del río Chancay, entre los puentes Palpa y Huaral, hay parciales trabajos de encauzamiento y protección de las márgenes, con limpieza del cauce y la construcción de muros de enrocados.

Por lo observado en campo, estos trabajos no son suficientes para garantizar una eficiente circulación de las aguas; así como que tienen ciertas deficiencias de carácter constructivo, razón por la que se hace necesaria la elaboración de un proyecto técnicamente elaborado, considerando caudales extraordinarios ante la probabilidad de un Fenómeno de El Niño.



Limpieza del cauce del río Chancay aguas arriba del Puente Huaral (salida para Lima).



Obras parciales de encauzamiento en la margen izquierda del río Chancay aguas abajo del Puente Palpa.

## B. Medidas de Política Institucional –Gobierno Local

- Utilizar los mapas cualitativos de peligros de la ciudad de Huaral, como los aquí presentados y, en base a ello programar acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad al peligro al que se encuentran expuestos los sectores menos favorecidos para soportar los efectos por una probable ocurrencia de un potencial fenómeno dañino.
- Coordinar acciones conjuntas con las instituciones que administran los servicios básicos de la ciudad de Huaral como son, empresas eléctricas, Empresa Municipal de Administración de Agua y Alcantarillado (EMAPA), para que mejoren el estado de condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la red de distribución del servicio que ofrecen a la población.
- Desarrollar campañas de sensibilización en la población para que retiren de los techos y/o azoteas todo tipo de material en desuso, de igual manera el retiro de materiales inflamables (madera, leña) almacenados en torno a las viviendas. En su defecto, la autoridad local debe dar las facilidades para que se realice dicha acción.
- Diseñar y realizar campañas informativas sobre los peligros naturales y antrópicos orientadas a las instituciones educativas (colegios, institutos y otros), mercados, y otros centros de concentración humana para la prevención de accidentes o de eventos dañinos a las personas y al medio ambiente de su comunidad, comprometiendo principalmente los sectores identificados como críticos en el presente estudio.

- Preparar un Plan de Contingencias que involucre la capacitación de personal para enfrentar contingencia, respuesta, alerta, sistemas de atención y otras medidas de emergencias por epidemias, envenenamientos, accidentes eléctricos y otros que puedan desprenderse de los peligros antrópicos que afectan la ciudad de Huaral.
- Planificar las actividades de prevención, mitigación y manejo de las emergencias como parte de la política de un desarrollo sostenible.
- Diseñar y desarrollar campañas orientadas a despertar conciencia en la población de mayor vulnerabilidad al peligro, para que adopten medidas de seguridad para prevenir y reducir los riesgos humanos, económicos y sociales en cada comunidad local.
- Difundir las normas y políticas emanadas de las instancias nacionales, regionales y locales en la temática de los peligros naturales y antrópicos.
- Planificar, coordinar y concertar un plan de reubicación de la población cuyas viviendas se encuentran invadiendo el área de protección y seguridad de la línea de alta tensión que cruza por la ciudad de Huaral. De igual manera coordinar acciones para que las empresas eléctricas instalen cercos de protección alrededor de dichas torres.
- Dado que en la ciudad de Huaral son numerosas las antenas instaladas de Tv, cable, telefonía, radio y otras, por lo tanto sería de necesidad propiciar la realización de estudios de evaluación de los efectos electromagnéticos de estas antenas en la población.

### **C. Medidas para mitigar la problemática ambiental**

- Implementar la propuesta de Protección Ecológica ante cambio climático (Mapa N° 53)
- Diseñar e implementar un sistema de colección y tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Huaral, antes de su deposición final. La evacuación directa de los desagües domésticos, hospital e industriales a los drenes y canales de riego de cultivos, origina que estos líquidos y gases generen un constante riesgo de deterioro de la salud, calidad de los suelos agrícolas, el agua o el aire de los sectores donde ocurre este problema.
- Construir un Relleno Sanitario, de manera que los residuos sólidos no sean lanzados a los canales de riego y/o cualquier espacio público de la ciudad; también debe mejorar y regularizarse el sistema de recojo de los residuos sólidos.
- Promover el uso de insecticidas y fertilizantes orgánicos para reemplazar a los agroquímicos, de manera que se pueda reducir la contaminación de los cultivos de consumo humano.
- El camal municipal actualmente ubicado en El Palmo (centro de Huaral) debe ser reubicado en un lugar adecuado y que opere de acuerdo a las normas de sanidad, y así prevenir focos de infección que podría estar afectando a la población del entorno.
- Elaborar y difundir un plan de sensibilización a la población para el manejo adecuado de los residuos sólidos de la ciudad, prohibiendo y controlando para no sean arrojados a los canales de riego o en los espacios públicos de la ciudad, ya que eso contribuye a mejorar la calidad de vida de la población.

- Desarrollar campañas de educación ambiental dirigidas a la población, sobre todo en aquellos sectores donde las condiciones ambientales se presentan más deterioradas, resaltando la necesidad de proteger y conservar el mismo.
- Dotar a los mercados de abastos (incluyendo los de frutas) de los servicios básicos de salubridad para prevenir la salud de las personas y también evitar o reducir los elementos de contaminación de los productos que allí se manipulan.
- Sectorizar la comercialización de productos agroquímicos y ferreterías, ubicándolos en zonas con locales adecuados a la naturaleza del rubro e implementados de elementos de seguridad ante cualquier evento contaminante.
- Los grifos y centros de distribución de gas doméstico, deben ubicarse en locales seguros, ventilados, con áreas de seguridad y considerando la distancia mínima a la vía pública y contar con todos los elementos para afrontar emergencias de explosiones y/o incendios.
- La distribución de gas doméstico a domicilio debe hacerse en vehículos adecuados y seguros para tal fin, que cuenten con elementos de seguridad para atender emergencias de incendios y/o explosiones. Se debe prohibir el uso de trimóviles (mototaxis), motos lineales y otros vehículos frágiles para la distribución de gas doméstico en la ciudad.
- Limitar el tránsito de vehículos de carga pesada y/o con sustancias peligrosas por las arterias céntricas de la ciudad durante el día y horas de mayor congestión urbana. Este tipo de transporte debe ser restringido hacia las vías periféricas de la ciudad y su ingreso al centro urbano debe darse en horas de la noche con mínima actividad nocturna.
- Prohibir el uso indiscriminado de elementos que generan ruidos molestos en la ciudad como son bocinas, megáfonos y claxon de los vehículos urbanos.
- Los cementerios deben contar con un estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado por la autoridad competente.

#### **Para el campo electromagnético (antenas)**

- Como medida preventiva, se debe limitar la exposición a los Campos Electromagnéticos en la ciudad de Huaral, ello con la finalidad de proteger al organismo humano de los efectos conocidos y que pudieran ser motivo de riesgo para la salud de los ciudadanos.

#### **Para las ladrilleras**

- Las ladrilleras deben ser ubicadas fuera del área urbana y en zonas donde no hallan poblaciones expuestas a los efectos del humo originado por dichos quemadores.

#### **D. Medidas de Planificación**

- El Plan de Desarrollo Urbano aprobado, delimita áreas destinadas al uso industrial que se encuentran localizadas en las zonas periféricas de la ciudad como se observa en el sector de Huarangal, El Trébol, Retes, y San Gerónimo; sin embargo observamos que algunas de estas actividades también se encuentran ocupando espacios del centro de la ciudad como ocurre en el sector La Huaquilla, y Colán.
- De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de Huaral (PDU) la zona industrial debe desarrollarse en las afueras de la ciudad en el eje de desarrollo Chancay-Huaral por ser este eje el que facilita el transporte y la fluidez vial, lleva también a las áreas industriales de la ciudad de Chancay permitiendo un adecuado intercambio entre ambas ciudades y que deberán respetar las condicionantes ambientales para su adecuado funcionamiento; además de localizarse distante de áreas residenciales por no ser éstas compatibles, con excepción de la industria elemental y liviana. Esta consideración es muy importante y deberá tomarse en cuenta para establecer el Ordenamiento Territorial de la ciudad de Huaral.

#### **E. Medidas de mitigación para los Servicios Básicos y Aguas Subterráneas**

##### **Servicio de Agua**

- Coordinar acciones conjuntas con las entidades que administran los servicios de Agua y Alcantarillado en Huaral (EMAPA), para que mejoren el estado de condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la red de distribución de agua y desagüe de la ciudad de Huaral.
- Dotar del Servicio de Agua y/o Desagüe a los sectores de Huaral que carecen de dicho servicio como son El trébol, Huarangal, Micaela Bastidas, Las Mercedes, Alejandro del Solar y otros.
- Elaborar un Plan de Contingencia que oriente las acciones para mitigar los problemas sanitarios por el posible colapso total de los sistemas de agua potable y alcantarillado durante algún desastre natural.

##### **Servicio de Desagüe**

- Cambio total del sistema de tubería de desagüe de la ciudad de Huaral, puesto que el que posee se encuentra completamente colapsado lo que viene generando surgencias de aguas servidas en diferentes lugares.
- Construir pozas de captación y tratamiento de las aguas servidas de la ciudad de Huaral, para que esas aguas sean derivadas a dichas pozas de tratamiento y evitar emanación y descargas superficiales de los efluentes hacia los canales de riego de cultivo, lo cual genera

malos olores, peligro de epidemias, contaminación del suelo, agua, cultivos y animales domésticos.

- Realizar una campaña y prohibir el uso de las aguas servidas de la ciudad, para regar cultivos como son culantro, cebolla, brócoli, lechuga y otras plantaciones de tallo corto para consumo humano.
- Prohibir el uso de las aguas servidas y/o mezcladas con agua de riego, para el consumo de los animales domésticos de las zonas donde discurren estas aguas contaminadas.
- El sistema de alcantarillado y pozas de tratamiento de efluentes, debe ser diseñado aplicando las normas de diseño y construcción para contar con un sistema seguro y que pueda responder de manera adecuada en caso de eventos de desastres naturales.

#### **Para las aguas subterráneas**

- Se debería realizar estudios de control y monitoreo de la calidad del agua subterránea de los pozos que abastecen a la población de Huaral. Los controles de la calidad del agua de las aguas subterráneas de dichos pozos deben efectuarse como mínimo 2 veces por año, haciendo coincidir los periodos de máximas avenidas y la del estiaje.

#### **Sistema de Energía Eléctrica**

- Reemplazar la instalación de palos o varas rústicas que actualmente cumplen el papel de “postes” para la toma de corriente en las instalaciones eléctricas domiciliarias, por verdaderos postes que cumplan con las especificaciones técnicas recomendadas para el caso; esto, en los sectores de Retes, Esquivel, El Milagro y otros AA.HH de Huaral.
- Coordinar acciones con Defensa Civil, bomberos y otras instancias relacionadas con el tema de seguridad, para que supervisen la calidad de las instalaciones eléctricas y el estado de conservación de las mismas en los mercados, colegios, hospitales, y cualquier otro centro de concentración masiva de personas.
- Coordinar un programa de cambio de las cajas de abastecimiento eléctrico domiciliario, puesto que se encuentran deterioradas y en mal estado, constituyendo un alto riesgo para la población.
- Diseñar un Plan de Contingencias que incorpore propuestas para enfrentar emergencias en caso que colapse el sistema de energía eléctrica como efecto negativo de un evento de desastre natural.

## 6.2 PLAN DE USOS DEL SUELO ANTE DESASTRES

El Plan de Desarrollo Urbano de Huaral plantea una vía de Evitamiento, así como zonas de protección ambiental que se han tomado en cuenta en el siguiente planteamiento. Asimismo, plantea el desarrollo de infraestructura recreacional con un criterio ecológico en torno a los anillos viales periféricos y los ejes de desarrollo como son la intersección norte, sur, este y oeste.

Las zonas de protección cumplirían además funciones ambientales y de amortiguamiento a la expansión urbana, su identificación y delimitación es importante, sobre todo aquellas cercanas al río Chancay por ser éste uno de los ecosistemas con mayor riqueza biológica y ser el sustento de los demás procesos ecológicos de la ciudad de Huaral.

Consideramos que los criterios del PDU tienen validez, más aún si se toma en cuenta que los espacios recreacionales de la población deben formar parte de la estructura ecológica de una ciudad, además de la accesibilidad desde todos sus sectores.

### 6.2.1 Áreas de Expansión y Reserva Urbana

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2007 la población urbana de la ciudad de Huaral era de 70,862 habitantes, observándose una tendencia de crecimiento ascendente.

#### POBLACIÓN URBANA DISTRITO HUARAL

AÑO CENSAL	POBLACIÓN URBANA
1981	35,701
1993	54,199
2007	79,001

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

#### TASA DE CRECIMIENTO POBLACIÓN URBANA- DISTRITO HUARAL

PERÍODO INTERCENSAL	TASA DE CRECIMIENTO
1981-1993	2.7
1993-2007	3.5

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEI 2007

Considerando la tasa de crecimiento distrital del último período intercensal 3.5 %, se calcula que al año 2021 la ciudad podría tener una población aproximada de 115,329 habitantes, es decir, 44,467 habitantes más. Considerando que el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad 2009-2019 plantea áreas residenciales de media y baja densidad que van desde 300 a 1500 hab/Há., se ha estimado que el área de expansión y el área de reserva urbana señaladas en el Plan cubriría la demanda de área necesaria para crecimiento poblacional hasta el año 2021.

En el ámbito del estudio se han considerado las áreas de expansión y reserva urbana previstas en el Plan de Desarrollo.

### 6.2.2. Clasificación del Suelo por condiciones generales de uso

En la ciudad de Huaral se consideran tres tipos de suelo (Mapa N° 54):

- A. Suelo Urbano
- B. Suelo No Urbanizable
- C. Suelo Urbanizable

**A. SUELO URBANO**, lo constituyen las áreas actualmente ocupadas por usos, actividades o instalaciones urbanas, dotadas de obras de habilitación, servicios básicos y ciertos niveles de accesibilidad, independientemente de su situación legal.

En el ámbito del estudio, se plantea la siguiente clasificación del suelo urbano:

**Suelo Urbano No Apto**, que corresponde a áreas ocupadas que se encuentran en zona de riesgo, debiendo plantearse las medidas necesarias para su reubicación.

**Suelo Urbano Apto con Restricciones**, corresponde a las áreas urbanas consolidadas, en proceso de consolidación o incipientes, que por la naturaleza de su ocupación y su situación de riesgo deben ser sujetas a un tratamiento especial que implique restricciones a la mayor densificación, usos, materiales y/o sistemas constructivos.

**Suelo Urbano Apto**, que corresponde a las áreas urbanas ocupadas, ubicadas en zonas de riesgo bajo o medio y presentan mayores niveles de seguridad. En esta clase de suelos es factible la consolidación de edificaciones para uso residencial y otras funciones urbanas.

En la ciudad de Huaral encontramos lo siguiente:

#### **Suelo Urbano No Apto**

Se localiza en la franja de servidumbre de la línea de Media Tensión, en la zona de Esquivel, donde se ha iniciado un proceso de edificación de viviendas sin considerar la localización de torres de media tensión, exponiendo la vida y seguridad de las familias. Estas edificaciones deben ser reubicadas, considerando un proceso de diálogo con sus ocupantes.

#### **Suelo Urbano Apto con Restricciones**

Los sectores en laderas de cerro que están siendo progresivamente ocupados, sin contar con asesoría técnica con edificaciones improvisadas que no garantizan la seguridad de sus ocupantes a menos que se realice una evaluación y se oriente el proceso constructivo. Estos se localizan en el área urbana en el Cerro San Cristóbal, La Merced, San Isidro y Huando.

#### **Suelo Urbano Apto**

El resto del área urbana ocupada corresponde a **Suelo Urbano Apto**.

**B. SUELO NO URBANIZABLE**, lo constituyen las tierras que no reúnen las características físicas de seguridad y factibilidad de ocupación para usos urbanos, las cuales estarán sujetas a un régimen de protección, en razón a la seguridad física de la población, su valor agrológico, sus recursos naturales, sus valores paisajísticos, históricos o culturales, o para la defensa de la fauna, la flora o el equilibrio ecológico. Esta clasificación incluye también terrenos con limitaciones físicas para el desarrollo de actividades urbanas.

Las municipalidades controlarán el uso y destino de estos terrenos. Las áreas que cuentan con esta calificación y que en la actualidad se encuentren parcialmente ocupadas por construcciones o actividades humanas, deberán respetar las condiciones establecidas en las medidas de mitigación y pautas técnicas correspondientes. En este concepto están incluidas las tierras conformadas por los cauces y márgenes de quebradas, así como taludes de laderas, dunas y médanos, los que deberán estar sujetos a monitoreo y/o trabajos de mantenimiento periódico para evitar inundaciones, derrumbes, deslizamientos o erosiones.

En la ciudad de Huaral el suelo **NO URBANIZABLE** comprende las siguientes zonas:

- Zona de Tratamiento Ambiental
- Zona de Amortiguamiento Ambiental
- Zona de Forestación
- Zona Arqueológica

#### **Zona de Tratamiento Ambiental**

Esta zona se plantea en correspondencia con la Zona de Protección Ambiental 2 (ZPA 2) que establece el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad (PDU), para preservar el entorno de la ciudad y evitar la ocupación de áreas agrícolas de manera indiscriminada, así como la especulación del suelo. Está delimitada por la vía de Evitamiento propuesta en el PDU.

#### **Zona de Amortiguamiento Ambiental**

Se propone una zona de amortiguamiento, que contribuya a aislar las actividades de industria, respecto a las actividades residenciales y otras propias del área urbana. Asimismo, se plantea amortiguar efectos que puedan producirse en la zona arqueológica donde se ubica el Templo de San Jacinto y otros templos en U, por la cercanía al área urbana y a la propia área agrícola que bordea la ciudad.

Esta zona comprende además de la Zona de Protección Ambiental 1 (ZPA 1) establecida en el PDU, el área que rodea la zona arqueológica y el área que bordea la zona industrial. Esta zona industrial es la que se ha proyectado en el PDU sobre la vía que vincula la ciudad de Huaral con el centro urbano de Chancay, donde se observa una ocupación progresiva de edificaciones de vivienda sobre la vía en el sentido de oeste a este.

### **Zona de Forestación**

Comprende una franja de arborización de una sección de 50 metros a 100 metros, bordeando la vía de Evitamiento proyectada en el PDU, la cual deberá ayudar a delimitar la zona de tratamiento ambiental, cumpliendo además una función importante para la oxigenación y medio ambiente. Adicionalmente se plantea como zona de borde de la zona arqueológica.

Asimismo, se recoge la propuesta de forestación del PDU que ha planteado una zona de forestación en la ribera del río Chancay-Huaral.

### **Zona Arqueológica**

Es una zona reservada para preservar los restos de Templos en U que se localizan entre la ciudad de Huaral y el río Chancay, en el PDU ha sido considerada como Zona de Reglamentación Especial.

**C. SUELO URBANIZABLE**, corresponde a aquellas tierras no ocupadas por uso urbano actual y que constituyen zonas de bajo peligro o peligro medio que pueden ser programadas para uso urbano futuro. Estas áreas comprenden predominantemente las tierras que presentan los mejores niveles de seguridad física y localización.

Corresponden con esta calificación las áreas previstas para expansión urbana a corto, mediano y largo plazo, de acuerdo a la proyección de crecimiento de la población; y las áreas de reserva urbana para uso futuro. Estas áreas han sido delimitadas en el PDU, y consideran las islas rústicas, así como las zonas con mayor tendencia de ocupación sobre la vía hacia Retes, la salida hacia Lima, la vía hacia Huando y la vía hacia Chancay donde se ha programado la zonificación industrial.

Estas áreas se localizan en suelo seguro, siendo importante considerar las pautas técnicas para la ocupación y construcción de edificaciones, que a continuación se presentan.

## **6.3 PAUTAS TÉCNICAS**

### **6.3.1 Obras para evitar el desborde de canales de riego**

La mayoría de los canales mantienen un caudal constante, y están regulados por tomas y bocatomas. Sin embargo el desborde se da, cuando los cauces de los canales son reducidos y estrangulados, por acumulación de desechos y basura en las márgenes.

Teniendo los canales expuestos, es difícil evitar que los transeúntes echen desechos al canal, por tanto, las obras de protección ante este caso deben ser el revestimiento y cobertura de los canales, y en aquellos casos en que no se pueda cubrir, es necesario construir cercos de protección y seguridad a lo largo del canal.

### 6.3.2 Obras para deprimir el nivel freático

Debido a la cantidad de canales de riego que cruzan la ciudad de Huaral, la mayoría de ellos sin revestimiento, el Nivel freático en las depresiones topográficas es alto. Por tanto, es necesario e imprescindible contar con adecuados sistemas de drenaje subsuperficial ya sea mediante canales abiertos o tuberías enterradas, que permitan y garanticen la depresión del nivel freático. Estos sistemas de drenaje deben tener buzones de inspección para verificar el buen funcionamiento.

Por otro lado es necesario el revestimiento de todos los canales que cruzan áreas urbanas, para evitar la filtración del agua.

### 6.3.3 Para nuevos asentamientos humanos

En las zonas de expansión urbana previstas en el Plan de Desarrollo Urbano 2009-2019, planificar el mantenimiento y protección de los sistemas de riego, a fin de evitar futuros peligros de inundación por desborde de canales, daños de las viviendas por una napa freática superficial, etc.

En el caso de zonas de expansión urbana aprobadas en el Plan de Desarrollo Urbano que se encuentren en proceso de habilitación, los canales de riego terminales (canales de último y/o penúltimo orden), deberán eliminarse mediante el relleno de la caja del canal, a fin de evitar problemas de contaminación ambiental.

Los canales de riego principales (canales de derivación, canales de orden principal), que pasan por zonas de expansión urbana aprobadas en el Plan de Desarrollo Urbano, deberán alinearse y ubicarse en las futuras avenidas principales, así mismo estos canales deben ser revestidos y cubiertos con una amplia caja de canal (un holgado borde libre). En estas nuevas zonas que se habiliten deben proyectarse obras de subdrenaje a fin de deprimir la napa freática, y habilitar un terreno con mínimos contenidos de humedad.

### 6.3.4 Pautas técnicas de Habilitación Urbana

Los procesos de habilitación urbana con fines de ocupación deberán contemplar las siguientes pautas técnicas, con la finalidad de garantizar la estabilidad y seguridad física de la ciudad de Huaral y de sus áreas de expansión urbana, tanto en las habilitaciones urbanas existentes como en las futuras.

#### Para Habilitaciones Urbanas existentes

a) Implementar la pavimentación de las vías urbanas utilizando el tipo de recubrimiento (rígido o flexible) más apropiado con la finalidad de disminuir la contaminación por polución o polvareda que suceden en la zona por la ausencia de infraestructura vial, en especial en las zonas periurbanas y arterias principales de la ciudad. Asimismo, se deberá otorgar especial atención a los ejes viales que faciliten la accesibilidad de la población a los equipamientos mayores: Colegios, Estadio Municipal, Municipalidad Provincial, Hospital, Centro de Salud y otros.

- b) Planteamiento integrado de los sistemas de redes (agua, desagüe, energía y vías), en base a los resultados de estudios a desarrollarse, estudios existentes y Proyectos en actual ejecución para la ciudad de Huaral; relacionados a las características de los fenómenos de origen geológico-geotécnico.
- c) Identificación y ejecución de medidas de mitigaciones estructurales y no estructurales en zonas de peligro geotécnico medio.

#### **Para Habilitaciones Urbanas nuevas**

- a) No autorizar la construcción de nuevos equipamientos urbanos, ni otorgar licencias de construcción en áreas calificadas como de protección y/o áreas agrícolas.
- b) Las nuevas habilitaciones urbanas deberán ubicarse en las áreas de expansión urbana previstas y que representan las áreas más seguras a la producción de fenómenos de origen Natural considerando la seguridad física de la ciudad. Estas áreas de expansión segura son las indicadas en el presente estudio.
- c) Reglamentar y controlar la ubicación de nuevas habilitaciones en las áreas donde existan rellenos de desmonte y rellenos sanitarios que estén plenamente identificados, acequias, canales y drenes; sobre las cuales queda terminante prohibido la construcción de edificaciones para fines urbanos.
- d) Las nuevas habilitaciones urbanas y obras de ingeniería deberán tomar en cuenta los terrenos con afloramiento de la napa freática; de manera que sobre estas áreas no se desarrolle ninguna edificación para fines urbanos o en su defecto, se tome en cuenta los estudios, proyectos y medidas de mitigación requeridas.
- e) Las habilitaciones urbanas para uso de vivienda deben adecuarse a las características particulares de la ciudad de Huaral, a factores climáticos, así como a la vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales.
- f) Los aportes o áreas destinadas para recreación pública, deben estar debidamente ubicados y distribuidos, de manera tal que permitan un uso funcional y sirvan como área de refugio en caso de producirse un desastre.
- h) El diseño vial debe adecuarse a la vulnerabilidad de la zona y la circulación de emergencia en caso de desastres, debe contemplar las obras de drenaje y la arborización de las bermas laterales para interceptar el asoleamiento; con especial énfasis en las vías Huaral-Lima y Huaral-Chancay.
- i) Las obras de ingeniería (vías, puentes, tanques, lozas, estructura hidráulica, redes de agua, desagüe y gas) deberán tomar en cuenta los tipos de suelo, las condiciones de peligro, áreas de depósitos antropogénicos; de manera que sobre estas áreas no se desarrolle ninguna infraestructura.
- j) Toda ocupación en el territorio se debe dar a través de habilitaciones urbanas, la misma que se debe diseñar considerando las condiciones de suelo, los de mayor capacidad portante destinarlo a equipamientos esenciales.
- k) Respetar las franjas marginales de los ríos, derechos de vías y áreas de servidumbre.

### 6.3.5 Pautas técnicas de Edificaciones

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en la ciudad de Huaral, con la finalidad que las construcciones estén preparadas para afrontar la eventualidad de un sismo y sus consecuencias, reduciendo así su grado de vulnerabilidad.

- a) Establecer medidas de control y como requisito obligatorio para la construcción de nuevas habilitaciones la realización del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), tal como lo establece el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente. Considerando trabajos de campo para establecer la estratigrafía y ensayos para determinar los parámetros reales de la resistencia y deformación del suelo.
- b) Previamente a las labores de excavación de cimientos, deberá ser eliminado todo el material de desmonte que pudiera encontrarse en el área donde se va a construir la edificación.
- c) No debe cimentarse sobre suelos orgánicos, suelos susceptibles a cambios de volumen, suelos expansivos, suelos aluviales sueltos, desmonte o relleno sanitario. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y reemplazados con material de relleno seleccionado (GM y GC preferentemente), controlados y de ingeniería.
- d) La profundidad mínima de cimentación recomendada para edificaciones convencionales en la ciudad de Huaral y sus áreas de expansión es igual a 1.50 m. o hasta encontrar suelo de granulometría variada con gravas y que sea competente.
- e) La cimentación de las edificaciones debe ser diseñada de modo que la presión de contacto o actuante para la condición más crítica de servicio (con ocurrencia de sismo), sea inferior o cuando menos igual a la capacidad portante del terreno. En términos generales los valores conservadores de capacidad portante propuestos para el diseño de la cimentación en la ciudad de Huaral, es el siguiente:

SECTOR	CAPACIDAD PORTANTE (PROM.) (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO
Zonas: Aparicio, San Gerónimo, zona central y La Caporala	3.00	GC (Grava Arcillosa) y GW
Zonas: Esquivel, El Milagro, La Victoria, Huarangal, La Huaquilla y Colan	2.5	GC (Grava Arcillosa)
Zonas: El Trébol, Pampa Lara, El Rosario, San Cristóbal, Los Naturales, San Isidro y Retes	1.2	GP (Grava de mala Gradación)
Zona: Huando	0.8	SP-SM (Arena mal gradada con Limo)

- f) Para la cimentación de las estructuras en suelos arcillosos inorgánicos de alta plasticidad (Suelo Agrícola) de consistencia suave a muy suave y en donde el potencial de expansión sea alto, es necesario reemplazar el material natural alrededor de la estructura de cimentación por un material de relleno seleccionado (GM y GC preferentemente) con la finalidad de evitar que la expansión del

suelo natural ocasione daños en la edificación. Las especificaciones técnicas de detalle deberán ser proporcionadas en un Proyecto Geotécnico específico (EMS).

g) Cuando la napa freática se encuentre superficialmente, en lo posible, se tratará primero de abatir y drenar el agua subterránea instalando zanjas de drenaje profundas que tengan un desfogue libre hacia un curso de agua más cercano (Canal). En el caso de que esto no fuere ya posible, antes de construir la cimentación se deberá colocar un material granular grueso en un espesor de 0.40 m. cuyos fragmentos deben ser de 7.5 cm. a 15.0 cm. y luego un solado de concreto de 0.20 m. de espesor.

h) Las características de las edificaciones deben responder a las técnicas de construcción recomendadas para la ciudad de Huaral.

i) El diseño de las edificaciones debe responder a las condiciones climatológicas y deben estar dirigidas a contrarrestar el asoleamiento y favorecer la ventilación y circulación interna para ayudar a los distintos tipos de evacuación.

j) Siendo el adobe o quincha el material común para la construcción de casas-habitación en sectores de bajos recursos económicos; y con la finalidad de que este trabajo adecuadamente frente a solicitaciones sísmicas; los proyectos que se elaboren debe respetar la Norma E.080: Adobe, del nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. En el Artículo 2 dice:

“2.1. El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.

2.2. Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.

2.3. Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente. Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quincha o similares.

2.4. No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.

2.5. Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.”

k) La edificaciones destinadas a las concentraciones de gran número de personas, deben tener un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y un diseño específico que cumpla con las normas de seguridad física y garantice su uso como área de refugio (hospitales, escuelas, oficinas administrativas, hoteles, restaurantes, salas de baile, almacenes comerciales, edificios industriales, etc.).

l) Los edificios destinados para concentraciones de un gran número de personas, deberán considerar libre acceso desde todos sus lados, así como salidas y rutas de evacuación dentro u alrededor del edificio.

m) Para lograr que las construcciones resistan desastres naturales se recomienda lo siguiente<sup>19</sup>:

- Incluir refuerzos laterales: el edificio debe diseñarse para que las paredes, los techos y los pisos se apoyen mutuamente. Una pared debe actuar como refuerzo para otra. El techo y los pisos deberán usarse para dar rigidez horizontal adicional. Deben evitarse las ventanas y las puertas cerca de las esquinas.
- Ofrecer resistencia a la tensión: para los amarres entre vigas y columnas deben estar fuertes para que no se separen. Los edificios de ladrillo deben estar amarrados con madera o acero. Los techos deben estar firmemente amarrados a las paredes.
- Fomentar la buena práctica local: la observancia de aspectos como una elección sensata de la ubicación, buenos materiales, y el mantenimiento regular que irá en beneficio de edificios más seguros.

n) Las Directrices de las Naciones Unidas para la seguridad de las edificaciones recomienda formas y disposiciones para los edificios, que si bien atentan contra la libertad del diseño, es conveniente adecuar su aplicación a ciudades como Huaral, por su vulnerabilidad ante desastres. Estas orientaciones se seguirán, previendo los efectos de los fenómenos probables:

- Los edificios deben ser de formas sencillas, manteniéndose la homogeneidad en las formas y el diseño estructural. Se recomiendan las formas horizontal cuadrada o rectangular corta.
- Se debe evitar:
  - ✓ Edificios muy largos
  - ✓ Edificios en forma de L o en zig-zag.
  - ✓ Alas añadidas a la unidad principal.
  - ✓ La configuración del edificio debe ser sencilla evitándose: Grandes diferencias en las alturas de distintas partes del mismo edificio, y torres pesadas y otros elementos decorativos colocados en la parte más alta de los edificios.

o) Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno.

p) La accesibilidad, circulación y seguridad para los limitados físicos, deben estar garantizadas con el diseño de las vías y accesos a lugares de concentración pública.

### 6.3.6 Medidas de prevención ambiental

Las medidas de prevención ambiental tomarán en cuenta las siguientes normas ambientales:

#### Estándares De Calidad Ambiental - Normas

- Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental
- Decreto Supremo N° 008-2005-PCM – Reglamento de la Ley Marco de Gestión Ambiental
- Decreto Supremo N° 074-2001-PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire
- Decreto Supremo N° 069-2003-PCM - Establecen Valor Anual de Concentración de Plomo
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM - Aprueban el Reglamento de

<sup>19</sup> Fuente: Dr. R. Spence. Universidad de Cambridge

- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido
- Decreto Supremo N° 010-2005-PCM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM - Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
- Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM - Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire

### Residuos Sólidos

- Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos
- Decreto Legislativo N° 1065 - Decreto que modifica la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos
- Decreto Supremo N° 057-2004-PCM - Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos

### Materiales Peligrosos

- Ley N° 28256 - Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos
- Decreto Supremo N° 021-2008-MTC - aprueban el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

### Fajas de servidumbre – Torres de Media Tensión (20.0 KV; 22.9 KV; 33 KV; 33/19KV).

Debe respetarse la faja de servidumbre cuyo ancho se muestra en el cuadro a continuación, evitando la construcción de edificaciones en ésta.

TENSIÓN NOMINAL DE LA LÍNEA (KV)	ANCHO (metros)
10 - 15 KV	6 metros
20 - 36 KV	11 metros
50 - 70 KV	16 metros
115 - 145 KV	20 metros
220 KV	25 metros
500 KV	64 metros

Fuente: Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011  
Resolución Ministerial 214-2011-MEM/DM

## 6.4 PROYECTOS DE INTERVENCIÓN

Nombre del Proyecto	Costo estimado (S/.)	Sector Crítico donde interviene						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>Proyectos de Mitigación de Peligros Geológico y Climáticos (Mapa Nº 55)</b>								
A-1 Investigaciones Hidrológicas	100,000.00	X	X	X	X	X	X	X
A-2 Investigaciones Geotécnicas	80,000.00	X	X	X	X	X	X	X
A-3 Proyecto de Ingeniería Hidráulica	70,000.00	X	X	X	X	X	X	X
A-4 Revestimiento y Cobertura de Canales de riego	70,000.00			X	X	X		
A-4 Sistema de Drenaje Sub superficial	70,000.00	X	X	X	X	X	X	X
A-5 Delimitación de la Faja Marginal y Obras de Protección del río Chancay –Huaral	70,000.00	X	X	X	X	X	X	X
A-6 Descolmatación del río Chancay - Huaral	70,000.00	X	X	X	X	X	X	X
<b>Proyectos de Mitigación de Peligros Geotécnicos (Mapa Nº 56)</b>								
B-1 Evaluación de la Vulnerabilidad de las Edificaciones esenciales	120,000.00	X	X					
B-2 Rehabilitación y Adecuación del Campo Deportivo Huaral	80,000.00			X				
B-2 Sistema de Muros de Contención en laderas de cerros poblados para la protección de los servicios básicos	20,000.00				X		X	X
B-3 Remodelación de los Mercados situados en el centro de Huaral	80,000.00		X					
B-4 Taller de capacitación a comerciantes de mercados en Prevención de Riesgos	25,000.00		X					
B-5 Plan de Contingencias ante posible colapso de Redes de agua y desagüe post desastre	60,000.00	X	X	X	X	X	X	X
<b>Proyectos de Mitigación de Peligros Tecnológicos (Mapa Nº 57)</b>								
C-1 Proyecto Construcción del Nuevo Camal Municipal de la Ciudad de Huaral	60,000.00		X					
C-2 Construcción de un Relleno Sanitario para la Ciudad de Huaral	10,000,000.00	X	X	X	X	X	X	X
C-3 Instalación de Postes para la Conexión del Servicio Eléctrico Domiciliario en los sectores de Redes, Esquivel y El Milagro 1 y 2	150,000.00					X		
C-4 Construcción de Lagunas de Tratamiento de Aguas Servidas	20,000,000.00	X	X	X	X	X	X	X
C-5 Construcción de Vía Alternativa para el tránsito Pesado en la Zona Urbana de Huaral	10,000,000.00	X	X	X	X	X	X	X
C-6 Estudio de Reubicación de Viviendas establecidas en la franja de Servidumbre de la Línea de Media Tensión Eléctrica	70,000.00			X				
C-7 Mejoramiento de la Infraestructura Física y Ambiental de los Mercados de Abastos y de Frutas	10,000,000.00		X					
C-8. Control Municipal de Licencias para Almacenamiento y Transporte en la Distribución de Gas Doméstico	100,000.00	X	X	X	X	X	X	X
C-9 Limpieza de Canales que bordean la Ciudad de Huaral afectados por la colmatación de Residuos Sólidos.	200,000.00			X	X	X		
C-10 Campaña de Limpieza de Techos y/o Azoteas de Viviendas que son utilizadas como Depósitos de objetos Inservibles Peligrosos.	100,000.00	X	X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL</b>	51,595,000.00							

## **ANEXOS**

Anexo 1- Determinación de la Descarga Máxima

Anexo 2- Determinación de Caudales Máximos

Anexo 3- Perfiles Estratigráficos

Anexo 4- Fichas de Proyectos

Anexo 5- Resultados de Laboratorio Ciudad de Huaral

Anexo 6- Mapas

## **ANEXO 4**

## RELACIÓN DE PROYECTOS

### **Proyectos de Mitigación de Peligros Geológico y Climáticos**

- A-1 Investigaciones Hidrológicas
- A-2 Investigaciones Geotécnicas
- A-3 Proyecto de Ingeniería Hidráulica
- A-4 Revestimiento y Cobertura de Canales de riego
- A-4 Sistema de Drenaje Sub superficial
- A-5 Delimitación de la Faja Marginal y Obras de Protección del río Chancay –Huaral
- A-6 Descolmatación del río Chancay - Huaral

### **Proyectos de Mitigación de Peligros Geotécnicos**

- B-1 Evaluación de la Vulnerabilidad de las Edificaciones esenciales
- B-2 Rehabilitación y Adecuación del Campo Deportivo Huaral
- B-2 Sistema de Muros de Contención en laderas de cerros poblados para la protección de los servicios básicos
- B-3 Remodelación de los Mercados situados en el centro de Huaral
- B-4 Taller de capacitación a comerciantes de mercados en Prevención de Riesgos
- B-5 Plan de Contingencias ante posible colapso de Redes de agua y desagüe post desastre

### **Proyectos de Mitigación de Peligros Tecnológicos**

- C-1 Construcción del Nuevo Camal Municipal de la Ciudad de Huaral
- C-2 Construcción de un Relleno Sanitario para la Ciudad de Huaral
- C-3 Instalación de Postes para la Conexión del Servicio Eléctrico Domiciliario en los sectores de Retes, Esquivel y El Milagro 1 y 2
- C-4 Construcción de Lagunas de Tratamiento de Aguas Servidas
- C-5 Construcción de Vía Alternativa para el tránsito Pesado en la Zona Urbana de Huaral
- C-6 Reubicación de Viviendas establecidas en la franja de Servidumbre de la Línea de Media Tensión Eléctrica
- C-7 Mejoramiento de la Infraestructura Física y Ambiental de los Mercados de Abastos y de Frutas
- C-8. Control Municipal de Licencias para Almacenamiento y Transporte en la Distribución de Gas Doméstico
- C-9 Limpieza de Canales que bordean la Ciudad de Huaral afectados por la colmatación de Residuos Sólidos.
- C-10 Campaña de Limpieza de Techos y/o Azoteas de Viviendas que son utilizadas como Depósitos.



**PROYECTO: A-1 INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Ámbito urbano y de expansión de la ciudad de Huaral</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Corto plazo</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> De investigación</p>	
<p><b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Conocer las características hidrogeológicas de la napa freática que se tiene bajo la ciudad de Huaral para deducir su impacto negativo en las edificaciones por un sismo importante.</p>	
<p><b>DESCRIPCION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar a cabo un programa de investigaciones geofísicas por el método de resistividad eléctrica.</li> <li>- Interpretar los parámetros hidrodinámicos de la napa freática en su relación con un posible sismo con características de terremoto.</li> </ul>	
<p><b>COSTO:</b> Se estima en S/. 100,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población que habita el espacio urbano y sub urbano de la ciudad de Huaral, ocupando el amplio cono deyectivo del río Chancay.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Provincias Instituto Nacional de Defensa Civil</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO:</b> Tesoro Público y Cooperación Internacional</p>	



**PROYECTO: A-2 INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS**

<p><b>LOCALIZACION:</b>                  Ámbito suburbano de la ciudad de Huaral, donde se ubican los AAHH que ocupan las planicies y lomadas de cerros bajos.</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Corto y Mediano plazo</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b>                  De investigación</p>	
<p><b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b>                  Conocer las características geológicas y geotécnicas de los suelos donde se ubican las viviendas de los asentamientos humanos marginales a la ciudad; y su comportamiento frente a un sismo con características de terremoto.</p>	
<p><b>DESCRIPCION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar a cabo un programa de investigaciones geotécnicas (calicatas, geofísica) en las áreas donde hay viviendas.</li> <li>- Interpretar los parámetros geotécnicos y relacionarlos con un terremoto.</li> </ul>	
<p><b>COSTO:</b> Se estima en S/. 80,000 Nuevos Soles</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b>                  Toda la población de los AAHH que ocupan estos espacios de lomadas y cerros bajos.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b>                  Municipalidad provincial de Huaral</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b>                  Gobierno Regional de Lima Provincias                  Instituto Nacional de Defensa Civil</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO:</b> Tesoro Público y Cooperación Internacional</p>	



**PROYECTO: A-3 PROYECTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**

<p><b>LOCALIZACION:</b> En el segmento del río Chancay entre los puentes Palpa y Huaral.</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Corto y Mediano plazo</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> De infraestructura</p>	
<p><b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Garantizar que caudales extraordinarios de aguas por un Fenómeno de El Niño, no afecten al puente Huaral, sobre la carretera que lleva a Lima.</p>	
<p><b>DESCRIPCION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar un expediente técnico para el encauzamiento y protección del cauce del río Chancay en el segmento entre los puentes Palpa y Huaral.</li> <li>- Construir las obras subsecuentes.</li> </ul>	
<p><b>COSTO:</b> Se estima en S/. 70,000 Nuevos Soles la elaboración del proyecto. El costo de las obras será estimado en el proyecto.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población del Huaral, toda vez que el puente Huaral es un elemento importante dentro de la actividad socio económica de la población.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Provincias Instituto Nacional de Defensa Civil Ministerio de Agricultura</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO:</b> Tesoro Público y Cooperación Internacional</p>	



**PROYECTO: A-4 REVESTIMIENTO Y COBERTURA DE CANALES DE RIEGO**

<b>LOCALIZACION:</b> Huaral	
<b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo	
<b>PRIORIDAD:</b> Primera	
<b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador	
<b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto	

**OBJETIVO:**

Evitar el arrojado de desechos en los cauces de los canales de riego. Evitar la filtración de los canales que contribuyen al ascenso del nivel freático.

**DESCRIPCIÓN:**

- \* La mayoría de los canales mantienen un caudal constante, y están regulados por tomas y bocatomas. Además, las secciones de los canales están diseñados con la suficiente capacidad de conducción. El problema surge cuando las secciones de los canales son reducidos y estrangulados, por acumulación de desechos y basura en las márgenes. Teniendo los canales expuestos, es difícil evitar que los transeúntes echen desechos al canal.
- \* El proyecto consiste en la protección de los canales mediante el revestimiento y cobertura de los canales, y en aquellos casos en que no se pueda cubrir, será necesario construir cercos de protección y seguridad a lo largo del canal.
- \* El proyecto también evitará la filtración de los canales de riego, evitando contribuir en el ascenso del nivel freático. El propósito del proyecto es evitar que los flujos de los canales desborden del cauce e inunden áreas urbanas.

**COSTO** estimado de elaboración del proyecto S/. 70,000 Nuevos Soles. El costo de las obras será estimado en el proyecto.



**BENEFICIARIOS:**

Toda la población de Huaral

**ENTIDAD PROMOTORA:**

Municipalidad Provincial de Huaral  
Junta de Usuarios  
Gobierno Regional de Lima

**AGENTES PARTICIPANTES:**

Gobierno Regional, Ministerio de Agricultura, Empresa Privada, Junta de Usuarios.

**ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:**

Tesoro Público, Cooperación Internacional



**PROYECTO: A-5 SISTEMA DE DRENAJE SUBSUPERFICIAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Segunda</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Deprimir el nivel freático en las áreas urbanas.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Debido a la cantidad de canales de riego que cruzan la ciudad de Huaral, la mayoría de ellos sin revestimiento, el Nivel freático en las depresiones topográficas es alto. Por tanto, es necesario e imprescindible contar con adecuados sistemas de drenaje subsuperficial.</li> <li>* El sistema de drenaje subsuperficial debe estar constituido de canales colectores y tuberías de drenaje enterradas, que permitan y garanticen la rápida depresión del nivel freático.</li> <li>* El sistema de drenaje debe tener buzones de inspección para verificar el buen funcionamiento.</li> <li>* El sistema de drenaje debe concentrar las aguas de filtración en el río Chancay-Huaral o en un lugar de donde se pueda aprovechar para el riego de jardines y parques.</li> <li>* El sistema de drenaje debe mantenerse independiente del sistema de alcantarillado.</li> <li>* La infraestructura de drenaje debe complementada con el revestimiento de todos los canales que cruzan áreas urbanas.</li> </ul> <p><b>COSTO</b> estimado de elaboración del proyecto S/. 70,000 Nuevos Soles. El costo de las obras será estimado en el proyecto.</p>	
	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de Huaral</p>
	<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Junta de Usuarios Gobierno Regional de Lima</p>
	<p><b>GENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional, Ministerio de Agricultura, Empresa Privada, Junta de Usuarios.</p>
	<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Cooperación Internacional</p>



**PROYECTO: A-6 DELIMITACION DE LA FAJA MARGINAL Y OBRAS DE PROTECCION DEL RIO CHANCAY - HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Río Chancay – Huaral. Distrito de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Segunda</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> No Estructural</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Evitar el asentamiento sobre el cauce secundario del río Chancay - Huaral</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* La faja marginal es el área inmediata superior a la ribera del río, el cual debe mantenerse libre de uso (uso agrícola, asentamiento, etc.).</li> <li>* La faja marginal debe considerarse un área intangible y no debe permitirse la instalación o construcción de viviendas dentro de ella.</li> <li>* Para la delimitación de dicha faja, es necesario realizar un estudio integral de hidráulica fluvial del río, considerando el flujo sobre el cauce principal y secundario.</li> <li>* Así mismo, esta delimitación debe estar complementada con sistemas de encauzamiento y protección de las riberas más vulnerables.</li> </ul> <p><b>COSTO</b> estimado de elaboración del proyecto S/. 70,000 Nuevos Soles. El costo de las obras será estimado en el proyecto.</p>	
	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Población asentada en las proximidades del río Chancay – Huaral</p>
	<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Junta de Usuarios Gobierno Regional de Lima</p>
	<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional, Ministerio de Agricultura, Empresa Privada, Junta de Usuarios.</p>
	<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Cooperación Internacional</p>



**PROYECTO: A-7 DESCOLMATACION DEL RIO CHANCAY - HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Río Chancay – Huaral. Distrito de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto y Mediano plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> No Estructural</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Evitar cambios de curso del río Chancay – Huaral, y evitar el desborde del flujo del río Chancay - Huaral.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Todo curso de agua presenta un cauce principal y un cauce secundario, el primero corresponde a la sección hidráulica de flujo permanente, mientras que el cauce secundario corresponde a la sección hidráulica durante las épocas de avenidas. Estas dos áreas deben permanecer libres de escombros, desmonte y basura a fin de dar tránsito libre al flujo de avenidas.</li> <li>* Actualmente el cauce del río Chancay Huaral, viene siendo colmatado con desmontes arrojado por la misma población de Huaral. Esta colmatación podría traer como consecuencia el cambio de curso del río Chancay, con condiciones desfavorables para la ciudad y para las obras ubicadas sobre él (puentes, bocatomas, etc.).</li> <li>* Otra consecuencia desfavorable es el rebose del flujo, posible inundación de áreas que actualmente se establecen con peligro bajo.</li> <li>* La descolmatación del cauce debe realizarse en forma permanente (mínimo una vez por año), de preferencia antes de la temporada de lluvias.</li> </ul> <p><b>COSTO</b> estimado de elaboración del proyecto S/. 70,000 Nuevos Soles. El costo de las obras será estimado en el proyecto.</p>	

	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> La población de Huaral</p>
	<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Junta de Usuarios Gobierno Regional de Lima</p>
	<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional, Ministerio de Agricultura, Empresa Privada, Junta de Usuarios.</p>
	<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Cooperación Internacional</p>



**PROYECTO: B-1 EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES ESENCIALES**

<b>LOCALIZACION:</b> Hospitales, Centros de Salud, Clínicas Privadas, etc.	
<b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo	
<b>PRIORIDAD:</b> Primera	
<b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Preventivo y Dinamizador	
<b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto	

**OBJETIVO:**  
Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica de hospitales, y centros de salud públicos y privados con la finalidad de poder identificar deficiencias estructurales y no estructurales que predisponen un desempeño sísmico inapropiado a nivel integral de la edificación, luego de un desastre que conlleven a la reducción de la misma y la mitigación de riesgo sísmico.

**DESCRIPCIÓN:**  
Debido a que los Hospitales de la ciudad de Huaral fueron construidas ya hace algún tiempo o tal vez no han sido diseñados ni construidos con normas sismo-resistentes que puedan salvaguardar contra daños producidos por eventos sísmicos de grandes magnitudes y por encontrarse la ciudad de Huaral en zona de sismicidad activa, surgen dudas con respecto a la seguridad que dichas edificaciones ofrecen para cumplir adecuadamente su función en caso de un terremoto de magnitudes que se espera que ocurra.  
Ante tales circunstancias es de vital importancia realizar una revisión lo más detallada posible de la capacidad de la estructura de soportar sismos moderados y fuertes mediante un estudio de evaluación que tenga necesariamente un análisis de la capacidad disponible de resistencia y ductilidad ante sismos, así como de la vulnerabilidad funcional, no estructural, organizativa y administrativa del hospital.

**COSTO DEL ESTUDIO** S/. 120,000 Nuevos Soles

	<b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral
	<b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Instituto Nacional de Defensa Civil.
	<b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Ministerio de Salud MINSA. Entidades Privadas de Salud EPS Municipalidad Provincial de Huaral. Instituto Nacional de Defensa Civil.
	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Cooperación Internacional



**PROYECTO: B-2 REHABILITACION Y ADECUACION DEL CAMPO DEPORTIVO HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Estadio de Huaral. Sector Pampa Lara</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto y Mediano plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Prmera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador y Dinamizador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	

**OBJETIVO:**  
Generar acciones que promuevan y fortalezcan la identidad, cultura y las diferentes disciplinas de deporte, además de prever y equipar el espacio como zona de refugio ante un eventual desastre.

**DESCRIPCIÓN:**  
El proyecto contempla la rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura del estadio de Huaral, así como el mantenimiento y dotación de las instalaciones deportivas para cada disciplina que estén acorde a las políticas públicas de fomento y masificación de la actividad física, educación física, el deporte, así como el alto rendimiento deportivo como expresión de la riqueza cultural e identidad.  
Además de ser utilizados las áreas como zonas seguras, espacios de refugio, albergues temporales ante situaciones adversas: sismos u otros fenómenos naturales, en los que faciliten la atención de damnificados en el marco del fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres por Terremoto, con lo cual se evitaría una catástrofe y la muerte de miles de personas.

**COSTO DEL PERFIL DEL PROYECTO** S/. 80,000 Nuevos Soles.

	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral</p>
	<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Instituto Nacional de Defensa Civil.</p>
	<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Ministerio de Salud MINSA. Entidades Privadas de Salud EPS Municipalidad Provincial de Huaral. Instituto Nacional de Defensa Civil.</p>
	<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Cooperación Internacional</p>



**PROYECTO: B-3 SISTEMA DE MUROS DE CONTENCIÓN EN LADERAS DE CERROS POBLADOS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS**

<p><b>LOCALIZACIÓN:</b> Cerros San Isidro, San Cristóbal, La Merced, Huando.</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	

**OBJETIVO:**

Elaboración de un proyecto cuyo objetivo principal es brindar protección a las redes de agua y desagüe, así como mejorar las condiciones de tránsito peatonal de los pobladores mediante la construcción de muros de contención en las laderas de los cerros poblados.

**DESCRIPCIÓN:**

El Proyecto contribuirá a dotar a los pobladores de los Asentamientos Humanos que habitan en las laderas de los cerros, de una infraestructura necesaria para la protección de Tuberías de agua, desagüe y demás servicios básicos mediante la construcción de muros de contención; además de mejorar la infraestructura vial dando seguridad en el tránsito peatonal a los pobladores de las partes más altas de los cerros evitando desplazarse sobre superficies inclinadas accidentadas y finalmente mejorar el entorno urbano con la restricción de posibles deslizamientos de materiales.

**COSTO DEL PROYECTO** S/. 20,000 Nuevos Soles por Kilómetro.

	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Habitantes de los AA.HH. de las zonas altas de los cerros.</p>
	<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Instituto Nacional de Defensa Civil.</p>
	<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Municipalidad Provincial de Huaral. Instituto Nacional de Defensa Civil.</p>
	<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Cooperación Internacional, Ministerio de Vivienda.</p>



**PROYECTO: B- 4 REMODELACION DE LOS MERCADOS PRINCIPALES SITUADOS EN EL CENTRO DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Mercado de hortalizas y Mercado Mazú</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b>                  Contar con una infraestructura adecuada de acuerdo a los estándares actuales de calidad de atención y servicio, para las actividades económicas en la ciudad de Huaral.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b>                  El crecimiento económico-comercial y poblacional de la ciudad de Huaral ha generado en los Mercados Principales la aglomeración al interior y exterior de las instalaciones actuales: puestos de venta inapropiados construidos con materiales altamente inflamables, el caos vehicular en las calles aledañas, la insatisfacción de compradores y vendedores debido a las notables deficiencias de los servicios básicos e infraestructura física y las condiciones antihigiénicas y ambientales no adecuadas conllevan a remplazar por una infraestructura con instalaciones seguras y acordes con la actividad económica que realizan.</p>	
<p><b>COSTO DEL ESTUDIO</b> S/. 80,000 Nuevos Soles por local.</p>	
	<p><b>BENEFICIARIOS:</b>                  Comerciantes y Usuarios de los Mercados de la ciudad de Huaral.</p> <p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b>                  Municipalidad Provincial de Huaral                  Instituto Nacional de Defensa Civil.</p> <p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b>                  Gobierno Regional de Lima                  Ministerio de Salud MINSA.                  Municipalidad Provincial de Huaral.                  Instituto Nacional de Defensa Civil.</p> <p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b>                  Tesoro Público, Cooperación Internacional.</p>



**PROYECTO: B-5 TALLER DE CAPACITACION A COMERCIANTES DE LOS MERCADOS EN: “PREVENCIÓN DE RIESGOS”**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Mercados principales, mayoristas y de frutas.</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Preventivo y Dinamizador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Fomentar la reflexión y práctica de actitudes y valores propios de una cultura de prevención a comerciantes de los principales mercados de la ciudad de Huaral.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Realizar un Taller dirigido a los comerciantes en general de los Principales mercados de la ciudad de Huaral sobre prevención de riesgos, formación de brigadas, funciones principales de las brigadas manejo de situaciones de emergencia que pueden presentarse en las instalaciones del Mercado; Proporcionar información de que hacer antes, durante y después de un sismo o incendio, del mismo modo se les da las pautas de cómo prepararse para prevenir eventuales riesgos.</p> <p><b>COSTO DE LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER</b> S/. 25,000 Nuevos Soles (Incluye Material Didáctico, Honorarios de especialista).</p>	
	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral</p> <p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Instituto Nacional de Defensa Civil.</p> <p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Municipalidad Provincial de Huaral. Instituto Nacional de Defensa Civil.</p> <p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> FONCOMUN: Municipalidad Provincial de Huaral. Tesoro Público, Gobierno Regional. Cooperación Internacional.</p>



**PROYECTO: B-6 PLAN DE CONTINGENCIAS ANTE POSIBLE COLAPSO DE REDES DE AGUA Y DESAGUE POST DESASTRE**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Ciudad de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto y Mediano plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Preventivo y Dinamizador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Prever el comportamiento de estos sistemas, tanto durante su operación normal, como durante situaciones de recuperación y respuesta frente a emergencias.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> El plan ha de contemplar los procedimientos alternativos que se debe seguir en caso de colapso de las redes de agua y desagüe después de un desastre, en la medida de que estos servicios hayan sido dañados y se encuentren inoperativos. Debido a que la utilización del agua post desastre pasa por la necesidad de: extinción incendios, proveer a los hospitales para la atención de emergencias, consumo humano y el funcionamiento normal básico de la sociedad hasta procesos industriales; y los sistemas de evacuación de excretas no contribuya a la contaminación y propagación de epidemias. Se requiere de un plan alternativo para el funcionamiento de estos componentes aún cuando estén dañados a fin de cubrir las necesidades.</p>	
<p><b>COSTO DEL ESTUDIO Y ORGANIZACIÓN DE SENSIBILIZACIÓN</b> S/. 60,000 Nuevos Soles (Incluye Material Didáctico, Honorarios de especialista).</p>	
	<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral</p> <p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral Instituto Nacional de Defensa Civil.</p> <p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional de Lima Municipalidad Provincial de Huaral. Instituto Nacional de Defensa Civil. EPS de Agua y Desagüe.</p> <p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> FONCOMUN: Municipalidad Provincial de Huaral. Tesoro Público. Gobierno Regional. Cooperación Internacional.</p>



**PROYECTO: C-1 CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO CAMAL MUNICIPAL DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Fuera de zona urbana de Huaral</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Construcción del nuevo camal municipal para sacrificio de ganado que debe ser ubicado en una zona fuera del casco urbano de Huaral y, debe contar con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y sujeto a toda la normatividad técnica e implementación física y sanitaria que el caso demande; de esta manera se elimina un foco de contaminación ambiental ubicado en pleno centro de la ciudad de Huaral, constituyendo un alto peligro que pone en riesgo la salud de la población del entorno debido a la presencia de moscas, roedores y malos olores con generación de efluentes altamente contaminantes que allí se generan .</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> El Camal Municipal de Huaral donde se sacrifica el ganado se ubica en El Palmo que es parte del centro de la ciudad de Huaral y constituye un foco de contaminación ambiental por la proliferación de moscas, que junto con los malos olores afectan la salud de la población ubicada en el entorno de dicho local. Además las condiciones físicas del actual camal no reúnen las condiciones físicas ni de seguridad y medio ambiente, por ser un local antiguo muy reducido y sus instalaciones se encuentran en franco deterioro.</p> <p><b>COSTO</b> estimado del Proyecto: S/. 60,000 Nuevos Soles</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral en general y, los vecinos de El Palmo en particular.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Empresa Privada, Ministerio de Salud y Gobierno Regional de Lima.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral, Gobierno Regional, Ministerio de Salud y del Ambiente.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-2 CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Fuera de la zona urbana de Huaral</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b></p> <p>El Proyecto busca la construcción de un botadero municipal que cumpla con los requisitos que exige la norma para disponer los residuos de manera sanitaria y ambientalmente adecuada. Busca proteger a la población de la ciudad de Huaral del peligro de contaminación del medio físico (aire, agua y suelo) que le rodea, debido a los cúmulos de residuos sólidos que se encuentran dispersos por la ciudad, originando malos olores, insectos y roedores, presencia de aves de rapiña y otros animales que se alimentan de dichos residuos, lo cual representa un alto riesgo para la salud de las personas.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Actualmente la población de la ciudad de Huaral, cuenta con un botadero sin embargo gran parte de los desechos sólidos que produce la ciudad son depositados en diferentes espacios periféricos de la ciudad como son canales de riego, o terrenos baldíos de la ciudad. El botadero para la deposición final de los residuos sólidos, no tiene un tratamiento orientado a preservar el medio ambiente y la salud de las personas.</p> <p>Lo establecido en el <b>Plan de Desarrollo Urbano 2009-2019 de la ciudad de Huaral</b> la cual debe ser implementada de acuerdo a las necesidades establecidas en la caracterización del sistema de limpieza pública. Para la ubicación del relleno sanitario se debe hacer un estudio de selección de sitio, que permita definir el marco físico técnico y ambiental del área.</p> <p><b>COSTO</b> aproximado: S/. 10'000,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, empresa Privada y Gobierno Regional de Lima.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral, Gobierno Regional, Ministerio de Salud y Empresa Privada Gremios, Organizaciones Vecinales.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-3 INSTALACIÓN DE POSTES DE CONEXIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO DOMICILIARIO EN EL SECTOR DE RETES, ESQUIVEL Y EL MILAGRO- HUARAL**

<p><b>LOCALIZACIÓN:</b> Sector Oeste de la ciudad de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Instalar postes que reemplacen a los palos rústicos o “varas de madera” que actualmente son utilizados por los pobladores del sector oeste de Huaral (Retes, Esquivel, El Milagro) para las conexiones eléctricas domiciliarias con el objeto de proteger de la exposición al peligro eléctrico, a los pobladores de los sectores señalados</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Los pobladores de los sectores de Retes, Esquivel, El Milagro y otros del sector oeste de la ciudad de Huaral, actualmente toman el suministro eléctrico domiciliario a partir de “postes” que no son otra cosa que “palos” rústicos instalados en la vía pública y, desde los cuales conectan en forma aérea el cableado eléctrico hacia las viviendas. Esta situación da lugar a una enmarañada de cables completamente bajos y, las cajas del suministro eléctrico (medidores) se encuentran colgadas y/o apoyadas en los maderos, o adheridas a pequeños muros de ladrillo en mal estado y a alturas menores a 01m desde el suelo. Esta situación representa un Peligro Muy Alto para cualquier persona que transita por estos lugares.</p> <p><b>COSTO</b> aproximado: S/. 150,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Pobladores de las zonas de Retes, Esquive, El Milagro 1 y 2 y otras poblaciones del sector oeste de Huaral, los que suman un aproximado de 200 familias.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Empresas Eléctricas.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral, Ministerio de Energía y Minas, Empresa Privada, Organizaciones Vecinales.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-4 CONSTRUCCIÓN DE LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS- HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Entorno de la ciudad de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Busca reducir los niveles de contaminación ambiental y el peligro por epidemias y epizootias en la ciudad de Huaral en general y a los pobladores del sector de Retes, Esquivel, El Milagro y otros de la zona oeste de la ciudad en particular. Esto se logra con la construcción de una Laguna de Oxidación y tratamiento de los efluentes que genera la ciudad de Huaral.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> La ciudad de Huaral no cuenta con una laguna de captación y tratamiento de las aguas servidas producidas por la ciudad. Actualmente, dichos efluentes provenientes del uso doméstico, hospitalario e industrial, drenan hacia acequias a cielo abierto que los conducen a los canales de riego agrícola donde se mezclan con las aguas de dichos canales para finalmente desaparecer mediante el riego de cultivos de tallo corto para consumo humano. Esta situación genera una elevada contaminación del agua, el suelo y el aire (malos olores) afectando de manera seria a las poblaciones del sector oeste de la ciudad que es el sector donde ocurre dicha contaminación. Los animales domésticos de los pobladores del sector, consumen dichas aguas contaminadas lo que da lugar a que dichos animales de carne para consumo humano se encuentren también contaminados afectando así la salud de la población. El Proyecto debe considerar la selección de sitio para ubicar la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, además se debe desarrollar los estudios básicos como son Estudios de Impacto Ambiental, Geológico Geotécnico, levantamiento topográfico y otros aspectos considerados en el PDU-Huaral 2009-2019.</p> <p><b>COSTO</b> aproximado: S/. 20'000.000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Pobladores de la ciudad de Huaral</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Huaral (EMAPA) Gobierno Regional, Ministerio de Vivienda, Salud y Empresa Privada.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral, Gobierno Regional, Ministerio de Vivienda, Salud, Empresa Privada, Organizaciones Vecinales.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada internacional</p>	



**PROYECTO: C-5 CONSTRUCCIÓN DE VÍA ALTERNA PARA EL TRÁNSITO PESADO EN LA ZONA URBANA DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Vía que bordea la ciudad de Huaral (según Plan de Desarrollo Urbano 2009-2019).</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Reducir el peligro de accidentes de tránsito y/o por transporte de sustancias peligrosas, debido al tránsito de vehículos de carga pesada por las calles céntricas de la ciudad de Huaral. El peligro se reduce construyendo una vía alterna para la circulación del transporte pesado o con carga de sustancias peligrosas.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> La ciudad de Huaral no cuenta con una vía alterna que evite el tránsito de vehículos pesados por el centro de la ciudad y, muchas veces dichos vehículos transportan sustancias que representan peligro para la población. Se observa que, los vehículos pesados que ingresan al centro de la ciudad, originan congestión vehicular incrementando el peligro a las colisiones vehiculares con el riesgo de afectar no solo la salud e integridad física de las personas, sino también daños a la propiedad privada; por tanto es necesario construir una vía de evitamiento para la ciudad. El proyecto contempla también limitar el necesario ingreso de vehículos con carga pesada hacia los mercados y centros comerciales de la ciudad, solo a determinadas horas de la noche y/o a horas de mínima congestión vehicular.</p> <p><b>COSTO</b> Aproximado: S/. 10'000,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de la ciudad de Huaral</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Ministerio de Transportes y Gobierno Regional</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Gobierno Regional, Ministerio de Transportes, Empresa Privada, Organizaciones Vecinales.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-6 REUBICACIÓN DE VIVIENDAS ESTABLECIDAS EN FRANJA DE SERVIDUMBRE DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN EN ZONA URBANA DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACIÓN:</b> Sector Oeste de la ciudad de Huaral. Zonas de Retes, Esquivel, El Milagro y otras poblaciones de dicho sector.</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Reubicar las viviendas establecidas dentro del espacio reservado como franja de peligro para el trazo de la línea de Alta Tensión eléctrica que cruza la ciudad de Huaral. Esta es una zona expuesta al peligro por las perturbaciones originadas por el alto voltaje que transmite la línea de alta tensión eléctrica.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> La línea de conducción eléctrica de alta tensión cruza la ciudad de Huaral., Se entiende que cuando se trazó la línea eléctrica, ésta se hizo considerando y reservando una zona de peligro para la seguridad de la población, de acuerdo a las normas y estándares de seguridad vigentes; sin embargo, con el tiempo y debido a la expansión urbana de Huaral, parte de la zona de peligro ha sido invadida por viviendas dando lugar a que los ocupantes de dichas viviendas sean impactados por las perturbaciones originadas por el alto voltaje que transmiten dichas torres lo cual se manifiestan por las constantes interrupciones que sufren algunos artefactos como radios, TV y otro dispositivo eléctrico, además de los peligros por la atracción eléctrica a la que están expuestas las personas. Además, las torres de transmisión eléctrica no presentan ningún tipo de protección como pudiera ser mallas o cerco de protección perimétrico que evite que las personas tengan acceso a la estructura misma de dichas torres.</p> <p><b>COSTO</b> Aproximado: S/. 500,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Pobladores ubicados dentro de la zona de peligro eléctrico a lo largo de la línea de alta tensión en el ámbito urbano de la ciudad de Huaral, en un aproximado de 50 familias.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Empresas Eléctricas, Ministerio de Energía y Minas, Programa mi Vivienda.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral, Ministerio de Energía y Minas, Programa mi Vivienda,, Empresa Privada, Organizaciones Vecinales.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-7 MEJORAMIENTO DE LOS MERCADOS DE ABASTOS Y FRUTAS DE LA CIUDAD DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACIÓN:</b> Ciudad de Huaral: Mercado de frutas Huarangal, Mercado El Palmo, Mercado de frutas García Alonso, Mercado Mora Parra, Mercado de abastos de Huaral, Mercado Mazú, Mercado El Rosario</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Estructurador</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b></p>	
<p>Mejorar las condiciones de infraestructura de los Mercados de Abastos y Mayoristas de Frutas de la ciudad de Huaral. La falta de mínimas condiciones físicas y ambientales que presentan los mercados de la ciudad de Huaral, los convierte en focos de alto potencial de peligro para la seguridad y la salud tanto de comerciantes como de las otras personas que allí a diario concurren. Además, de mejorar la calidad ambiental, el proyecto permitiría mejorar la competitividad de la ciudad y la calidad de vida de los agricultores huaralinos.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Las condiciones de la infraestructura física y ambiental que presentan los mercados de la ciudad de Huaral son muy precarias. Todos los mercados de frutas ocupan terrenos baldíos cercados con ladrillo, pero las “paredes” de los puestos de distribución de los comerciantes, son de materiales rudimentarios como es triplay, cartones, costales de plástico, sacos de polietileno y todo tipo de materiales altamente inflamables, de igual manera los techos son de cartones y plásticos diversos o toldos de lona desprendidos y deteriorados en extremos. Así mismo observamos que, las condiciones de salubridad son también muy precarias; con puestos hacinados, condiciones antihigiénicas en los productos y desordenados; sin servicios higiénicos, agua ni desagüe. Las instalaciones eléctricas se encuentran en muy mal estado con cables y empalmes visibles, desprendidos y entrecruzados. El proyecto considera la construcción de puestos de venta de material noble, con servicios básicos adecuados en condiciones de seguridad física y ambiental para las personas y ordenamiento del comercio en dichos mercados.</p>	
<p><b>COSTO</b> aproximado: S/.10'000,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de Huaral en general y, los comerciantes de mercados en particular.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Cajas de Ahorros y otras Empresas Privadas.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral, Asociación de Comerciantes de Mercados, Cámara de Comercio de Huaral.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público, Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-8 CONTROL MUNICIPAL DE LICENCIAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACIÓN:</b> Ciudad de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto, Mediano y Largo plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Complementario</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Garantizar el servicio adecuado de venta de gas en la Ciudad, evitando riesgo de incendio y explosiones por almacenamiento, distribución y manipulación incorrecta de balones de gas.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Los locales de venta y/o depósitos destinadas al comercio del gas doméstico en la ciudad de Huaral por lo general son locales estrechos, poco ventilados e instalaciones defectuosas y no poseen elementos de seguridad para afrontar situaciones de emergencia. Las modificaciones impuestas a los balones de distribución y venta de gas licuado deben cumplir con las normas técnicas de seguridad y de medio ambiente establecidas en la normativa del subsector hidrocarburos. La supervisión debe verificar y controlar los siguientes aspectos: Plan de Contingencias ante Emergencias, Pruebas periódicas de tanques, tuberías y otros equipos, Certificado de Cumplimiento de Recomendaciones de Estudio de Riesgos, Certificado de Conformidad de INDECOPI de los tanques de almacenamiento según código ASME Sección III División 1 o 2. Entre otros: Certificado de alineamiento, instalaciones eléctricas y mecánicas, circulación y radios de giro, sanitarios, sistemas de seguridad contra incendios, estructura de techos y obras civiles existentes como locales ventilados y aislados de la circulación pública. La distribución domiciliaria debe hacerse en vehículos adecuados, seguros, (no en trimóviles) e implementados con elementos de seguridad contra incendios y/o explosiones. El proyecto debe considerar también, un programa de supervisión a los locales públicos que utilizan el gas licuado de petróleo para operar como son los restaurantes. Algunos de estos establecimientos ubican los balones de gas expuestos a la vía pública con el riesgo de ser manipulados por cualquier transeúnte, lo cual representa un alto peligro para la población.</p> <p><b>COSTO</b> aproximado: S/. 100,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de Huaral en general y, los comerciantes de mercados en particular.</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> OSINERGMIN. Municipalidad Provincial de Huaral, Defensa Civil.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Sec. Técnico Defensa civil, Inspectores Técnicos de Seguridad, Supervisores OSINERGMIN, empresas del rubro.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Inversión privada</p>	



**PROYECTO: C-9 LIMPIEZA DE CAUCES DE CANALES QUE BORDEAN LA CIUDAD DE HUARAL**

<p><b>LOCALIZACIÓN:</b> Periferia de la ciudad de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Complementario</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Mitigar la contaminación en todos los canales de riego agrícola que bordean la ciudad de Huaral lo que permitirá mejorar las condiciones físicas y ambientales en beneficio de la población de la zona periférica de la ciudad.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Los canales de riego que bordean la ciudad de Huaral se encuentran colmatados de desechos sólidos de toda naturaleza y de difícil biodegradación. Muchas de estas estructuras de riego agrícola actualmente representan verdaderos botaderos; esta situación constituye un problema de alto riesgo para la salud de las personas por la contaminación que allí se genera afectando el agua de riego, suelo y cultivos de la zona; más aún si consideramos también la descarga a dichos canales de los colectores de efluentes producidos por el uso doméstico, hospitalarios e industriales de la ciudad, que al entrar en contacto con los residuos sólidos dan lugar a reacciones químicas y bioquímicas relacionada a una contaminación de alta complejidad. Por tanto, se debe desarrollar un plan de recojo y limpieza de residuos sólidos de los canales de riego agrícola de toda la zona periférica de la ciudad; así mismo, se debe establecer y aplicar medidas correctivas comprometiendo la participación de las organizaciones vecinales para mantener dichos canales libres de desechos y elementos contaminantes.</p> <p><b>COSTO</b> Estimado: S/. 200,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de Huaral</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Ministerio de Agricultura y del Ambiente.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral y Programas Sociales-; Ministerio de Agricultura y del Ambiente.</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público</p>	



**PROYECTO: C-10 CAMPAÑA DE LIMPIEZA DE TECHOS Y/O AZOTEAS DE VIVIENDAS UTILIZADAS COMO DEPÓSITO**

<p><b>LOCALIZACION:</b> Ciudad de Huaral</p>	
<p><b>TEMPORALIDAD:</b> Corto plazo</p>	
<p><b>PRIORIDAD:</b> Primera</p>	
<p><b>NATURALEZA DEL PROYECTO:</b> Complementario</p>	
<p><b>IMPACTOS EN LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b> Alto</p>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Desarrollar campañas de concientización e incentivos a la población para que evacuen los materiales en desuso e inservibles que mantienen acumulados en los techos y azoteas de las viviendas, los cuales representan un potencial peligro al constituir estos hábitat de roedores e insectos que causarían epidemias o epizootias y otros que afectarían a la salud de la población; o también causar incendios que afectaría los bienes de la misma.</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Se plantea lograr un compromiso entre la Municipalidad y los vecinos de la ciudad de Huaral de manera que la población asuma la disposición para desprenderse de los objetos en desuso e inservibles que mantienen almacenados en los techos y azoteas de sus viviendas. El proyecto conlleva a la realización de coordinaciones con las Juntas Vecinales orientadas a concertar acuerdos para que la labor sea compartida de manera bilateral entre la Municipalidad y la población. Los vecinos se comprometen a clasificar y sacar todo tipo de inservible del interior de sus viviendas y a colocarlos en el frontis de sus viviendas y, la municipalidad se compromete a recogerlo en camiones y llevarlo a los botaderos respectivos, de acuerdo a los diferentes tipos de materiales previamente clasificados. El incentivo para que la población participe del programa sería la reducción de un porcentaje (%) del pago de uno cualquiera de los tributos municipales, y durante un determinado periodo. Esto permitiría a la población participar de manera activa en el programa de limpieza de techos y azoteas de sus viviendas, alejando así el peligro de contraer epidemias y/o epizootias que se puedan originar debido a la presencia de roedores e insectos que comúnmente habitan en esos lugares o, el riesgo a sufrir incendios por el material inflamable que allí suelen almacenar.</p> <p><b>COSTO</b> Estimado: S/.100,000 Nuevos Soles.</p>	
<p><b>BENEFICIARIOS:</b> Toda la población de Huaral</p>	
<p><b>ENTIDAD PROMOTORA:</b> Municipalidad Provincial de Huaral, Juntas Vecinales, Ministerio de Salud y del Ambiente.</p>	
<p><b>AGENTES PARTICIPANTES:</b> Municipalidad de Huaral y Juntas Vecinales. Agricultura y del Ambiente</p>	
<p><b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO:</b> Tesoro Público</p>	