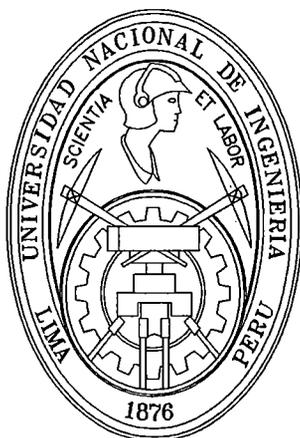


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**DESARROLLO DEL MAPA DE PELIGROS DEL DISTRITO DE
PUENTE PIEDRA MEDIANTE ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MIRIAM JANETT CALLA COA

Digitalizado por:

Lima – Peru

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

2007

**DESARROLLO DEL MAPA DE PELIGROS DEL DISTRITO DE PUENTE
PIEDRA MEDIANTE ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN**

**ASESOR PRINCIPAL
ING. JULIO KUROIWA HORIUCHI**

**CO – ASESORES
ING. ANTIOCO QUIÑONES VILLANUEVA
ING. JULIO CESAR ZEDANO CORNEJO**

**RESPONSABLE
BACH. ING. MIRIAM JANETT CALLA COA
E-mail: mir_calla@hotmail.com
Telefono: 3410306**

MARZO 2007

A la memoria de mi abuela
JULIANA SUYO DE COA,
quien me inspiró una gran fortaleza y dedicación.

DESARROLLO DEL MAPA DE PELIGROS DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA MEDIANTE ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, el distrito de Puente Piedra posee una alta dinámica de crecimiento urbano, este proceso de crecimiento urbano rebasa la capacidad de soporte del ecosistema, causando impactos ambientales negativos y comprometiendo seriamente la seguridad física del asentamiento ante desastres.

La realización del Mapa de Peligros mediante estudios de microzonificación permitirá, entre otros, la identificación del potencial para equipamiento urbano de las áreas de régimen diferido, develando la incertidumbre sobre las restricciones frente a la amenaza sísmica, existente sobre los terrenos propuestos para expansión urbana.

Este estudio servirá de base y pretende convertirse en la principal herramienta de trabajo para los planificadores y autoridades reguladoras del uso del territorio, así como de la planificación integral y sostenida del desarrollo municipal, siendo una guía para el Desarrollo Sostenible del Cono Norte y para la toma adecuada de decisiones por parte de las autoridades pertinentes en la mitigación y prevención de desastres.

La metodología empleada es la que utiliza el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, quien viene ejecutando a nivel nacional el Programa de Ciudades Sostenibles – Primera Etapa (PCS-1E) como parte de las estrategias del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres – PNPAD.

En el presente trabajo se busca difundir principalmente las acciones a realizar para promover el crecimiento y densificación del distrito sobre las zonas que presenten las mejores condiciones de seguridad física, y describir la estrategia

empleada y las acciones desarrolladas por el Programa de Ciudades Sostenibles – Primera Etapa (PCS-1E).

El distrito de Puente Piedra se encuentra ubicado en el área norte de Lima, sobre el eje de la Panamericana Norte, en aproximadamente 17 Km. de sur a norte entre los cerros que separan el distrito de Ventanilla por el Oeste y el Valle del Río Chillón por el Este. Geomorfológicamente, la mayor parte del distrito se ha desarrollado en el cono de deyección del río Chillón, con canales fluviales naturales que han sido rellenados para la ocupación física urbana, la cual configura determinados problemas geotécnicos en las edificaciones.

Uno de los mayores sismos ocurridos en los últimos años en el sector próximo al área de estudio sucedió el 17 de Octubre de 1966, sismo destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. Sin duda que la zona de Puente Piedra soporto un mayor grado de intensidades que las zonas circundantes.

En la parte norte del distrito, que comprende del Km. 36 al Km. 34 de la carretera Panamericana Norte, se ha identificado suelos de buenas características geotécnicas, con amplificación sísmica media a baja, clasificación SUCS SM, arenas mal graduadas en matriz limosa subyaciendo a arenas limosas, con capacidades portantes de hasta 2.27 Kg/cm^2 para una fundación superficial del tipo cimentación corrida.

A dos metros de profundidad, la gran mayoría de suelos en el sector sur del distrito de Puente Piedra son de clasificación GW y GP gravas bien graduadas y pobremente graduadas respectivamente, de baja amplificación sísmica y buenas características geotécnicas con capacidades portantes mayores a 3 Kg/cm^2 para una fundación superficial del tipo cimentación corrida.

En la parte centro del distrito, que comprende del Km. 34.5 al Km. 24.5 de la Carretera Panamericana norte, en sus actuales áreas urbanas, sus suelos son de malas características geotécnicas, con amplificación sísmica alta y capacidades portantes menores a 1 Kg/cm^2 . Sus áreas de expansión en la parte

alta de los cerros están conformadas por roca, debajo de una pequeña capa de suelo menor a 0.50 cm.

El A.H. Nueva Esperanza ubicada en la margen izquierda del río Chillón al sur del distrito, constituye una zona clasificada como de peligro alto. Asimismo, la zona del cercado de Puente Piedra está clasificada como de peligro alto, en la zona del Hospital de Puente Piedra, se ha identificado suelos con factores que la clasifican como de peligro alto.

Existen aguas subterráneas conformantes de un acuífero relacionado con el delta del río Chillón, el acuífero superficial que comprende del Km. 27 al Km. 26.5, donde se ha detectado que el nivel freático varía de 0.65 a 0.70 m. de profundidad respecto al nivel del terreno, constituyendo problemas geotécnicos. El tramo comprendido entre el Km. 25.5 a Km. 24.5, la capa de acuífero superficial se presenta a mayor profundidad y varían de 2.05 m. a 2.10 m. respecto al nivel del terreno, En la zona sur, el nivel freático varía entre 1.7 m. y 1.8 m. de profundidad, respecto al nivel de superficie del terreno.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA

1.1	Antecedentes	01
1.2	Justificación	02
1.3	Objetivos	04
1.4	Metodología	04
1.4.1	Logros del Programa PCS-1E	06

CAPÍTULO II. ASPECTOS GENERALES

2.1	Político – Geográfico	09
2.2	Físico – Geográfico	09
2.3	Socio – Demográfico	12
2.3.1	El Contexto Social	12
2.3.2	Demografía	13
2.4	Económico – Productivo	14

CAPÍTULO III. ANÁLISIS SISMOLÓGICO

3.1	Sismología Regional	16
3.1.1	Sismicidad Histórica	16
3.1.2	Sismicidad Instrumental	28
3.2	Microzonificación Sísmica de Lima	31
3.2.1	Medidas de Microtrepidaciones	31
3.2.2	Zonificación Geotécnica Sísmica	34

CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE LAS CONDICIONES LOCALES

4.1	Características Físicas	38
4.1.1	Geología	39
4.1.1.1	Geología Regional	39
4.1.1.2	Geología Local	40
4.1.2	Geomorfología	47
4.1.3	Hidrología	53
4.1.3.1	Escorrentía Superficial	53
4.1.3.2	Escorrentía Subterránea	57
4.1.3.3	Características de la Napa	58
4.2	Características Ambientales	60
4.2.1	Temperatura	61
4.2.2	Precipitaciones Pluviales	63
4.2.3	Humedad Relativa	64
4.2.4	Vientos	64
4.3	Características Geotécnicas	66
4.3.1	Recopilación y Análisis de Información Disponible	68

4.3.2	Exploración del subsuelo y Ensayos de Laboratorio	69
4.3.3	Perfiles Geotécnicos Típicos	70
4.3.4	Zonificación Geotécnica	71
4.3.4.1	Zonificación de Suelos	72
4.3.4.2	Zona de Acuífero Superficial	79
4.3.5	Capacidad Portante de Suelos	79
4.3.6	Amplificación Sísmica Local	85
4.3.7	Contenido de Sales Totales y Sulfatos de los Suelos	86
4.3.8	Profundidad de la Napa Freática	89

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE PELIGROS

5.1	Fenómenos de Origen Geológico - Geotécnico	92
5.1.1	Fenómenos de Origen Geológico	92
5.1.2	Fenómenos de Origen Geotécnico	94
5.1.3	Zonificación de Peligros Geológico – Geotécnico	97
5.2	Fenómenos de Origen Climático	100
5.2.1	Efectos por Precipitaciones Pluviales	100
5.2.2	Efectos por Acción Eólica	102
5.2.3	Zonificación de Peligros Climáticos	102
5.3	Fenómenos de Origen Geológico – Climático	103
5.3.1	Deslizamientos	103
5.3.2	Licuación del Suelo	103
5.3.3	Zonificación de Peligros Geológico – Climáticos	104
5.4	Mapa Peligros Múltiples	105
5.4.1	Zonificación de Peligros Múltiples	105

CAPÍTULO VI. LINEAMIENTOS PARA EL PLANEAMIENTO URBANO

6.1	Análisis de Desarrollo Urbano	109
6.1.1	Hipótesis de Crecimiento Demográfico	110
6.2	Plan de Usos de Suelos	112
6.2.1	Clasificación del Suelo por Condiciones Generales de Uso	113
6.3	Medidas de Mitigación de Desastres en Sectores Prioritarios	117
6.3.1	Identificación de Áreas Seguras	117
6.4	Lineamientos Técnicos	117
6.4.1	Pautas Técnicas de Habilitación Urbana	117
6.4.1.1	Habilitaciones Urbanas Existentes	117
6.4.1.2	Habilitaciones Urbanas Nuevas	118
6.4.2	Pautas Técnicas de Edificaciones	119

CAPITULO VII. CONCLUSIONES

7.1	Conclusiones	123
7.2	Recomendaciones	127

BIBLIOGRAFÍA

FOTOS (11 en 6 Páginas)

LÁMINAS (13)

ANEXOS

ANEXO 1 – Metodología

- INDECI – Programa de Ciudades Sostenibles Primera Etapa

ANEXO 2 – Información Sismológica

- Parámetros sismológicos del área de Lima
- Escala de intensidad Mercalli Modificada

ANEXO 3 – Estudio de las Condiciones Locales

- Estudios: Calicatas
- Fuentes de agua subterránea – INRENA

CAPÍTULO 1

METODOLOGÍA

1.1 ANTECEDENTES

Estudios realizados anteriormente, han demostrado que las condiciones locales de suelo y geología, así como la topografía, tienen influencia muy importante en la intensidad de las vibraciones sísmicas y por lo tanto, en la severidad de daños y su distribución geográfica.

Si se estudia el área de interés, en función, de los fenómenos naturales potencialmente destructivos, es posible determinar el comportamiento de dichos fenómenos, determinar los sectores de mayor peligro, y dónde éste es mínimo o no existe.

Si se superponen los efectos de cada uno de los fenómenos que ocurren en el área en estudio, se puede determinar de manera compuesta, los sectores peligrosos y seguros. El resultado es el Mapa de Peligros, que es un documento valioso, simple y práctico, para ser aplicado en planificación física de centros

urbanos contra desastres naturales; y además, se logra una comunicación efectiva y clara con los planificadores. Los sectores más seguros son asignados a los componentes urbanos más importantes como las áreas residenciales de alta densidad, para el desarrollo de las actividades económicas de las cuales vive la comunidad, etc. Los sectores más peligrosos no son aptos para el desarrollo urbano y debe dárseles un uso adecuado.

1.2 JUSTIFICACIÓN

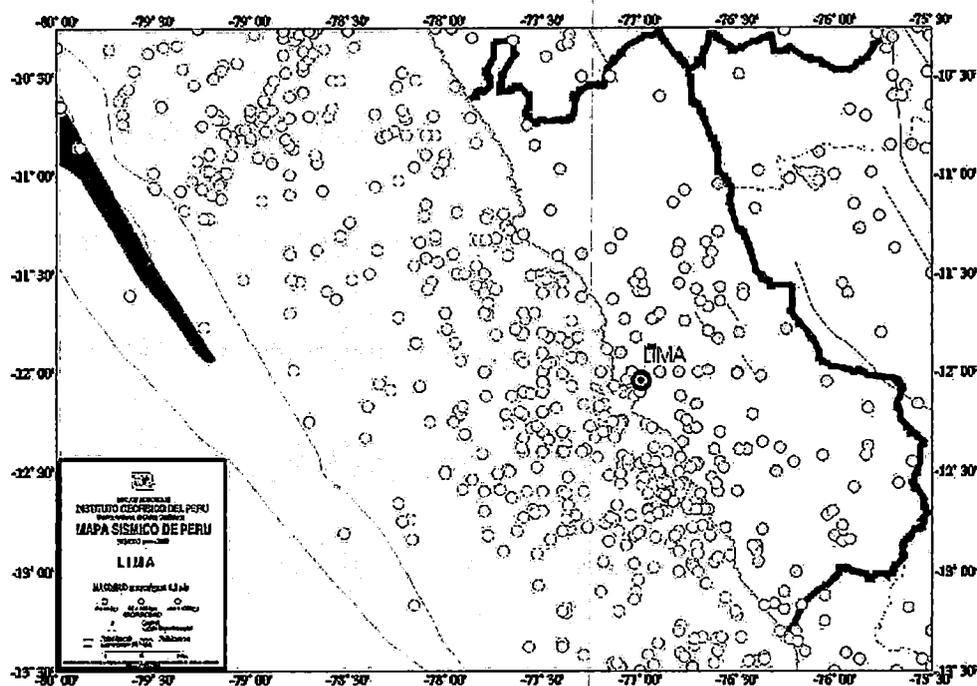
Actualmente el distrito de Puente Piedra posee una alta dinámica de crecimiento urbano, la realización del Mapa de Peligros mediante estudios de microzonificación del distrito permitirá entre otros, la identificación del potencial para equipamiento urbano de las áreas de régimen diferido, develando la incertidumbre sobre las restricciones frente a la amenaza sísmica, existente sobre los terrenos propuestos para expansión urbana.

En términos generales, la necesidad de adelantar este tipo de estudio se basa en las siguientes circunstancias:

- Las características geológicas y geotécnicas hacen que el comportamiento del suelo ante la posible ocurrencia de un sismo genere, si es el caso, invaluable pérdidas tanto de vidas humanas como económicas.
- La Ciudad de Lima se encuentra ubicado dentro de un ambiente sismotectónico de reconocida actividad histórica (Ver **Figura 1.1**).

Así, este estudio servirá de base y pretende convertirse en la principal herramienta de trabajo para los planificadores y autoridades reguladoras del uso del territorio, así como de la planificación integral y sostenida del desarrollo municipal, siendo una guía para el Desarrollo Sostenible del Cono Norte y para la toma adecuada de decisiones por parte de las autoridades pertinentes en la mitigación y prevención de desastres. Cabe anotar que los estudios de amenazas naturales correctamente transmitidos y acompañados por una actitud

decidida para la aplicación de sus resultados, puede garantizar inversiones mas seguras con un mayor beneficio social y económico.



1.3 OBJETIVOS

El objetivo general es proporcionar un concepto técnico preliminar de los efectos de microzona, es decir, la influencia que tienen las condiciones naturales de sitio dadas por las características de suelos, geología y topografía en la distribución y gravedad de los daños. Los objetivos especificados a nivel preliminar son:

- Revisión de las características geomorfológicas y geológicas.
- Identificación de las características geotécnicas del suelo.

Realizar los estudios de Microzonificación en el Distrito de Puente Piedra, para determinar **El Mapa de Peligros o Amenazas** y aplicarlos en planes de Uso de Suelos para la reducción de desastres naturales.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología empleada es la que utiliza el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, quien viene ejecutando a nivel nacional el Programa de Ciudades Sostenibles – Primera Etapa (**PCS-1E**) como parte de las estrategias del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres – PNPAD. El esquema metodológico general que se utiliza para la formulación de los estudios se puede apreciar en el **Gráfico 2**.

La estrategia para la obtención de una ciudad segura (primer atributo de una ciudad sostenible), consiste en conciliar los requerimientos de desarrollo urbano con las enseñanzas que ha brindado la naturaleza, mediante estudios de microzonificación.

Los estudios de microzonificación son estudios interdisciplinarios de las ciencias de la tierra que, debidamente sintetizados y graficados, permiten preparar el **Mapa de Peligros**; éste es un documento fácil de interpretar y aplicar en el acondicionamiento territorial para la reducción de desastres de origen natural, y disminuir los costos de construcción.

En las investigaciones de microzonificación se consideran todos los fenómenos naturales que potencialmente pueden afectar un área de interés, como: sismos, inundaciones, deslizamientos, licuación de suelos, avalanchas, erosión, tsunamis, etc.

Con un mapa de microzonificación, en el que se sintetizan los resultados de las investigaciones de varias disciplinas, a veces complejas, es posible comunicar la información de las condiciones naturales de una zona de manera gráfica, simple y práctica a los usuarios: planificadores urbanos y regionales, diseñadores de sistemas de energía, agua, alcantarillado, etc., autoridades nacionales y locales para la toma de decisiones, y población en general, para la identificación de las áreas de mayor peligro y que no deben ser ocupadas.

En la metodología del **PCS-1E**, el Mapa de Peligros ha simplificado la presentación del mapa de microzonificación. En él, los sectores están calificados en 4 niveles representados por los colores que se indican en el **Gráfico 1**.

Posteriormente a la identificación, análisis y evaluación de los peligros en el ámbito de los estudios, se realiza la evaluación de la vulnerabilidad en las áreas de uso urbano, en función a los peligros que puedan presentarse y, principalmente, a sus características físicas de ocupación (materiales y estado de construcción, hacinamiento, tugurización, accesibilidad, cobertura de servicios básicos, etc.), teniendo en cuenta además variables de orden socioeconómico.

Con este análisis se divide el área urbana en zonas de diferentes niveles de vulnerabilidad, teniendo como referencia los criterios que se muestran en el **Gráfico 1**.

Como resultado del análisis de los peligros y de la evaluación de vulnerabilidad, la ciudad es sectorizada en función a los niveles de riesgo. Los criterios para establecer dichos niveles se muestran en el cuadro citado anteriormente. La estimación de los niveles de riesgo es de suma utilidad para la determinación e identificación de sectores críticos, en los cuales se debe priorizar las acciones,

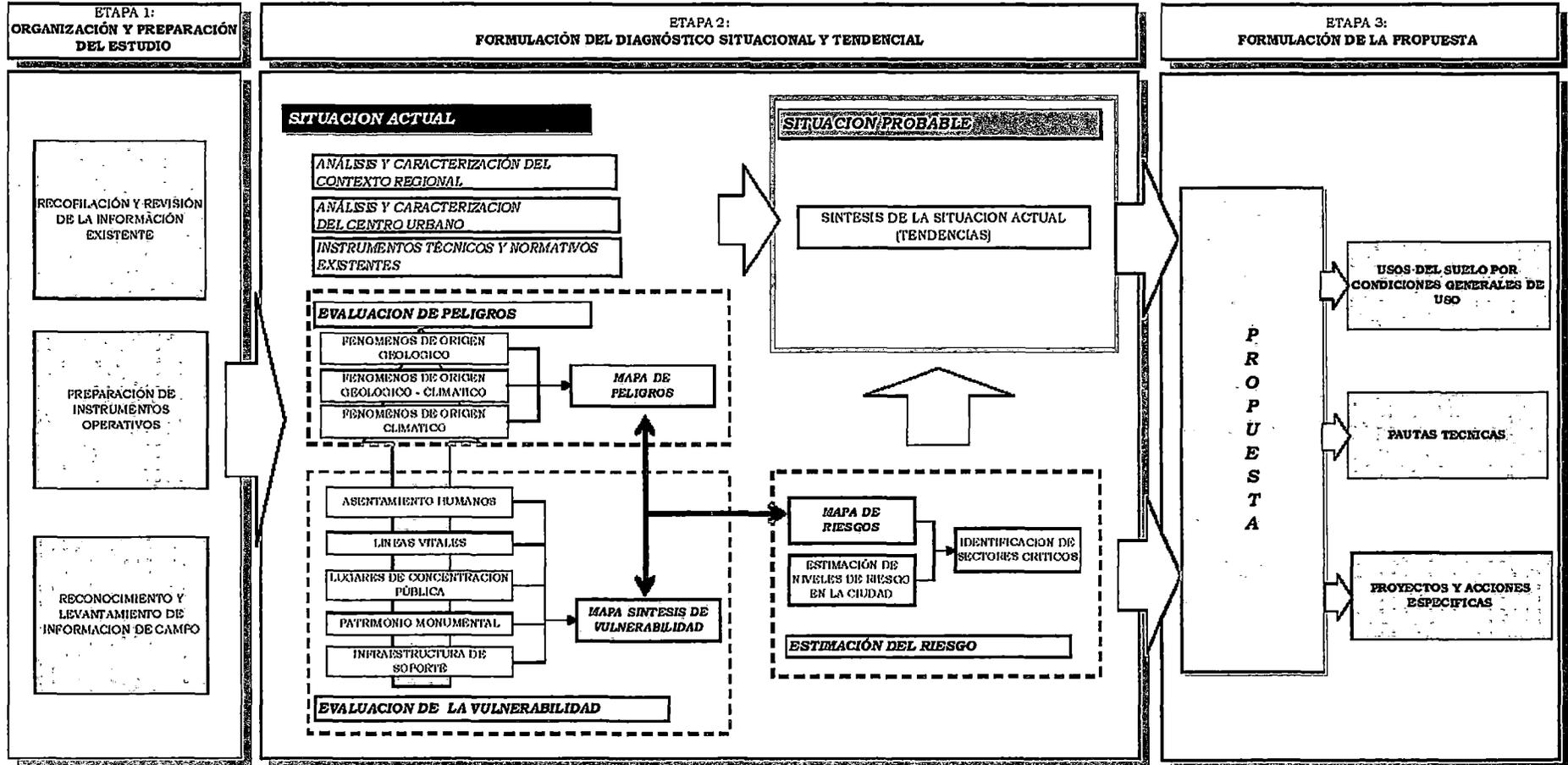
proyectos y medidas de mitigación, así como proponer algunas restricciones de uso y empleo de materiales en las edificaciones.

1.4.1 Logros del Programa PCS-1E

Desde el inicio del Programa hasta la fecha se han elaborado estudios en 103 ciudades y localidades de diferentes regiones del Perú, 87 de las cuales cuentan con estudios de Mapa de Peligros y 54 con Planes de Usos del Suelo y Medidas de Mitigación ante Desastres culminados, 42 municipalidades han aprobado los estudios por Ordenanza Municipal y se encuentran en proceso de implementación por los respectivos Gobiernos Locales, con las cuales se da fuerza de ley a las propuestas contenidas en los estudios, y que están orientadas a prevenir y mitigar los desastres en dichas ciudades.

En el **Anexo 1** se pueden apreciar el Programa de Ciudades Sostenibles – Primera Etapa – (PSC-1E) desarrollado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

Gráfico Nº 2
ESQUEMA METODOLÓGICO DE LOS ESTUDIOS DEL PCS-1E



CAPÍTULO 2

ASPECTOS GENERALES

2.1 POLÍTICO – GEOGRÁFICO

El Distrito de Puente Piedra, perteneciente a la Provincia de Lima, adquiere la categoría de distrito mediante la promulgación de la Ley N° 5675 del 14 de Febrero de 1927.

2.2 FÍSICO – GEOGRÁFICO

Puente Piedra se encuentra ubicado en el área norte de la ciudad de Lima, sobre el eje de la Panamericana Norte, en aproximadamente 17 Km. de sur a norte entre los cerros que separan el distrito de Ventanilla por el Oeste y el Valle del Río Chillón por el Este, a una altitud promedio de 184 m.s.n.m. (Ver **Figura 2.1**). Sus límites son los siguientes:

- Al Norte, con los Distritos de Ancón y Santa Rosa
- Al Oeste, con el Distrito de Ventanilla

- Al Este, con los Distritos de Carabayllo y Comas
- Al Sur, con el Río Chillón y los Distritos de Los Olivos y San Martín de Porres.

Tiene una extensión territorial de 10,300 Has. y una superficie de 7,180 Has., de las cuales 3,000 Has. son para uso agrícola, 1,100 Has. para uso urbano, hay presencia de dos espacios geográficos complementarios, uno conformado por tierras de alta calidad agrícola (suelos de tipo aluvial profundos y fértiles) para desarrollar la actividad agropecuaria y el otro constituido por tierras eriazas para asentar las poblaciones humanas en ambos casos con clima benigno y abundante agua del subsuelo.

El clima de la zona es de tipo cálido y semihúmedo. Basándose en el sistema de clasificación del Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), corresponde al tipo Semi – Cálido Muy Seco (Desértico – Árido – Subtropical), muy propio de la costa peruana; sin embargo la presencia de la cuenca del Río Chillón ha propiciado la ocurrencia de microclimas, esta zona se caracteriza por tener una temperatura media anual que varía entre 17°C y 19°C, la vegetación es moderada. Las temperaturas máximas en verano llegan a los 30°C y las mínimas a 12°C, su precipitación se ubica en el rango de humedad Perárido, con ligeras lluvias muy esporádicas, a excepción de frecuentes garúas (lloviznas) y abundantes neblinas que ocasionan una precipitación anual de 17.9 mm.

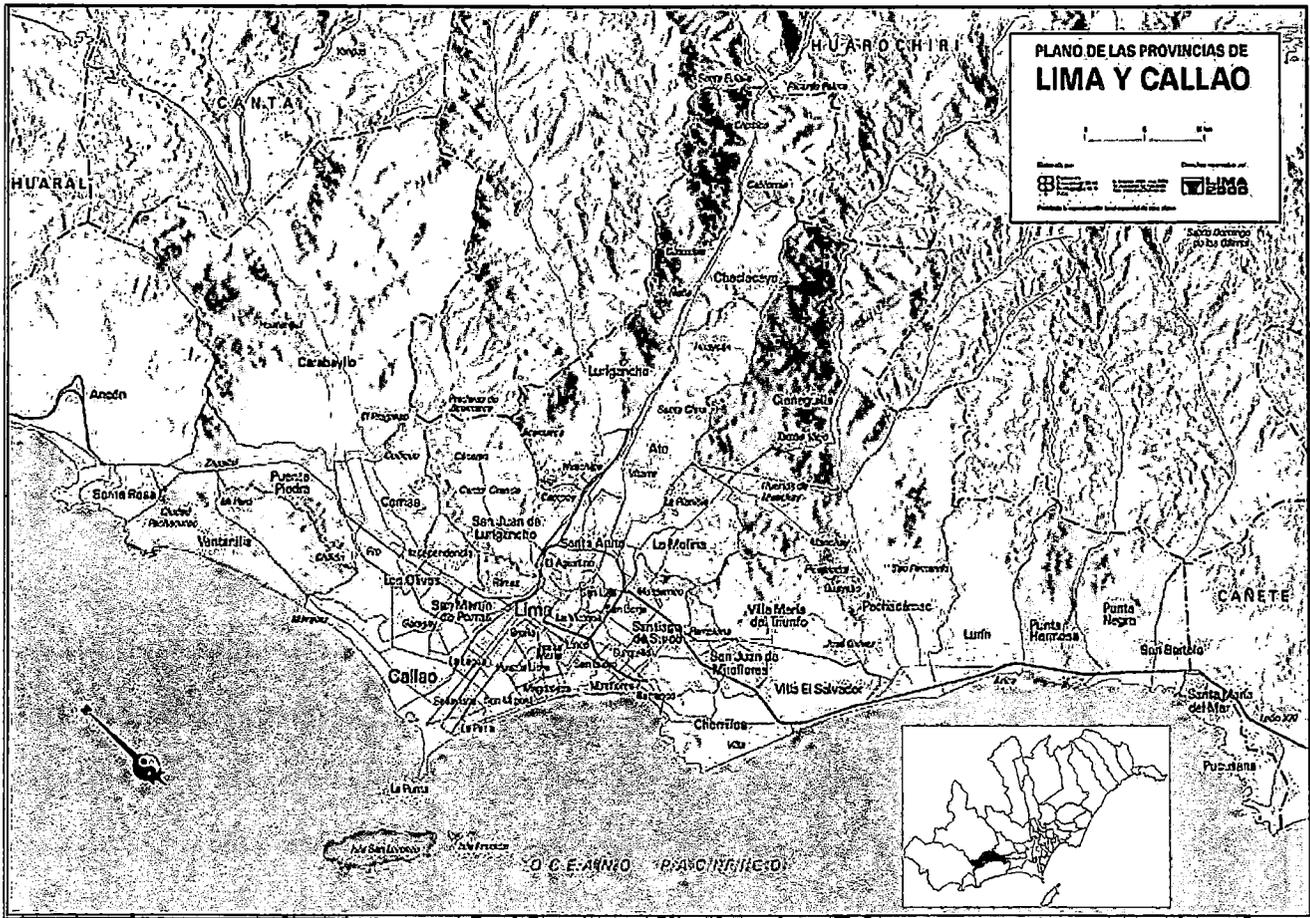


Figura 2.1 Ubicación del Área de Estudio

2.3 SOCIO – DEMOGRÁFICO

2.3.1 Contexto Social

El distrito de Puente Piedra tiene uno de los índices más altos de déficit en servicios públicos: 33.9% sin electricidad; 21% sin agua potable y aproximadamente 65% sin desagüe.

a. Procedencia

En su mayoría han inmigrado directa o indirectamente de las provincias del Norte del país o los excedentes o desplazados de las zonas saturadas del Área Norte normalmente por desdoblamiento familiar. A pesar de estar constituidas en su mayoría por familias jóvenes, el 64% tiene entre 3 a 6 hijos, el 14% entre 1 a 2 hijos y el 13% de 7 a 10 hijos.

b. Características socioeconómicas

De la población se observa que sólo un 16% tiene empleo fijo, un 46 % es eventual y un 3% "desocupado". Los lugares de sus actividades laborales se encuentran predominantemente en el Área Norte de Lima representando (34%) y el resto en las otras zonas de la ciudad (áreas centrales, este y sur respectivamente).

c. Educación

En cuanto a educación persiste un 6% de analfabetismo, un 16% con educación secundaria, un 19% con educación secundaria incompleta, un 43% con secundaria completa, un 4% con educación superior incompleta y 8% con educación superior. Desafortunadamente, este aumento en los niveles de educación de la población, no ha sido acompañado por un correspondiente aumento en las oportunidades laborales. Como resultado, una mayoría de la población sería empleada en el área denominada informal en actividades relacionadas al comercio.

Servicios Básicos de la Vivienda Censo 1993	
Total de Viviendas Particulares	22,220
Viviendas con Servicio de Desagüe	13,183
Viviendas con alumbrado eléctrico	2,777
% de hogares en viviendas particulares - Sin agua, ni desagüe ni alumbrado	4,9

Indicadores de Trabajo y Empleo Censo 1993	
Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años - Total	34433
Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años - Mujeres	24386
Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años - Hombres	10047
Tasa de Actividad Económica de la PEA de 15 y más años	52,1
% de la poblac. ocupada de 15 y más años - En la agricultura	5,5
% de la poblac. ocupada de 15 y más años - En los servicios	63,7
% de la población ocupada de 15 y más años - Asalariados	59,5

Fuente INEI. 1993

2.3.2 Demografía

La población del distrito de Puente Piedra según el Censo Nacional de 1993 fue de 102,808 habitantes, se estima que en el año 2000 la población aumentó a 179,109 habitantes, según el Boletín Especial N° 16 del INEI - Perú Proyecciones de población por años calendario, según departamentos, provincias y distritos 1990-2020.

Características de la Población Censo 1993 Distrito de PP	
Población Total	102,808
Población Urbana	101,568
Población Rural	1,240
Tasa Crecimiento Intercensal (1981 - 1993) (%)	9.3
Población de 15 años y más	65,144
Tasa de Analfabetismo de la población de 15 y más años (%)	6

Fuente INEI. 1993

POBLACIÓN TOTAL 1940 - 1998 (*)

Distrito	1940	1961	1972	1981	1993	1998
Puente Piedra	2,544	8,370	18,861	33,922	102,808	158,594

Fuente INEI. 1993 (Años 1981 y 1993 son datos oficiales de los Censos Nacionales, 1998 son estimados según crecimiento poblacional)

La tasa de crecimiento demográfico para el periodo 1993-1998 fue de 8.8% lo que significa una caída con respecto al periodo anterior (9.3% en el periodo 81-93), los mismos que han variado en función a una mayor y menor concentración de su población. Posee una densidad poblacional, a la fecha, de 23.61 Hab./Ha.

DISTRITO	Tasa de Crecimiento según rango de años				
	40-61	61-72	72-81	81-93	93-98
Puente Piedra	5.8	7.7	6.8	9.3	8.8

DISTRITO	Superficie Territorial	Densidad Poblacional Hab/Ha	
	Km²	1981	1993
Puente Piedra	71.80	5.01	14.65

Fuentes: INEI 1993. Municipalidad de Lima Metropolitana

2.4 ECONÓMICO – PRODUCTIVO

Puente Piedra se considera como distrito sustentable y de intercambio comercial, entre las principales características de la economía destaca su opción por el comercio y los servicios; cumple funciones residenciales, turísticas, recreacionales, administrativas y productivas (industrial, agrícola y pecuaria), la actividad industrial actualmente pasa por un período de recesión.

Además, es considerado un distrito netamente agrícola, ya que posee una basta zona de áreas de cultivo, los cuales cada vez están desapareciendo debido al incesante crecimiento poblacional. Se caracteriza por ser parcelaria, poco

tecnificada (con falta de asistencia técnica, uso de maquinaria obsoleta, etc.), baja rentabilidad y orientados al consumo humano e industrial.

La mayor extensión de tierra agrícola es destinada a cultivos transitorios destacando cereales, hortalizas, menestras y forrajes.

La interrelación entre el distrito de Puente Piedra y los distritos del área Norte y Lima se dan a través de la única vía, la carretera Panamericana Norte, siendo además la vía expresa regional de importancia nacional, por donde circulan, según informes de EMAPE, entre 15,000 a 18,000 unidades de transporte al día.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS SISMOLÓGICO**3.1 SISMOLOGÍA REGIONAL**

La información documentada de los terremotos que ocurrieron en el Perú data desde la conquista española, como un relato de los daños causados por éstos, de las pérdidas de vidas y otras observaciones. Aunque estos datos son incompletos resultan de gran utilidad para entender los antecedentes sísmicos de una región (**Anexo 2**).

3.1.1 Sismicidad Histórica

Silgado (1978) realizó un notable trabajo de recopilación de esta información y la más importante descripción ordenada de los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú desde el Siglo XVI.

La mayoría de estos terremotos generaron maremotos de intensidad variable y produjeron daños a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica (Montessus de Ballore, 1911) y alrededor del Pacífico (Hatori, 1968).

Para la costa central de Perú, Silgado (1978) y Dorbath et al (1990b) indican que los terremotos mayores son los de 1586, 1687 y el de 1746 ($I_0=X$ MM) que destruyó la ciudad de Lima y generó un maremoto con olas de 15-20 m. de altura (Ver Figura 3.1).

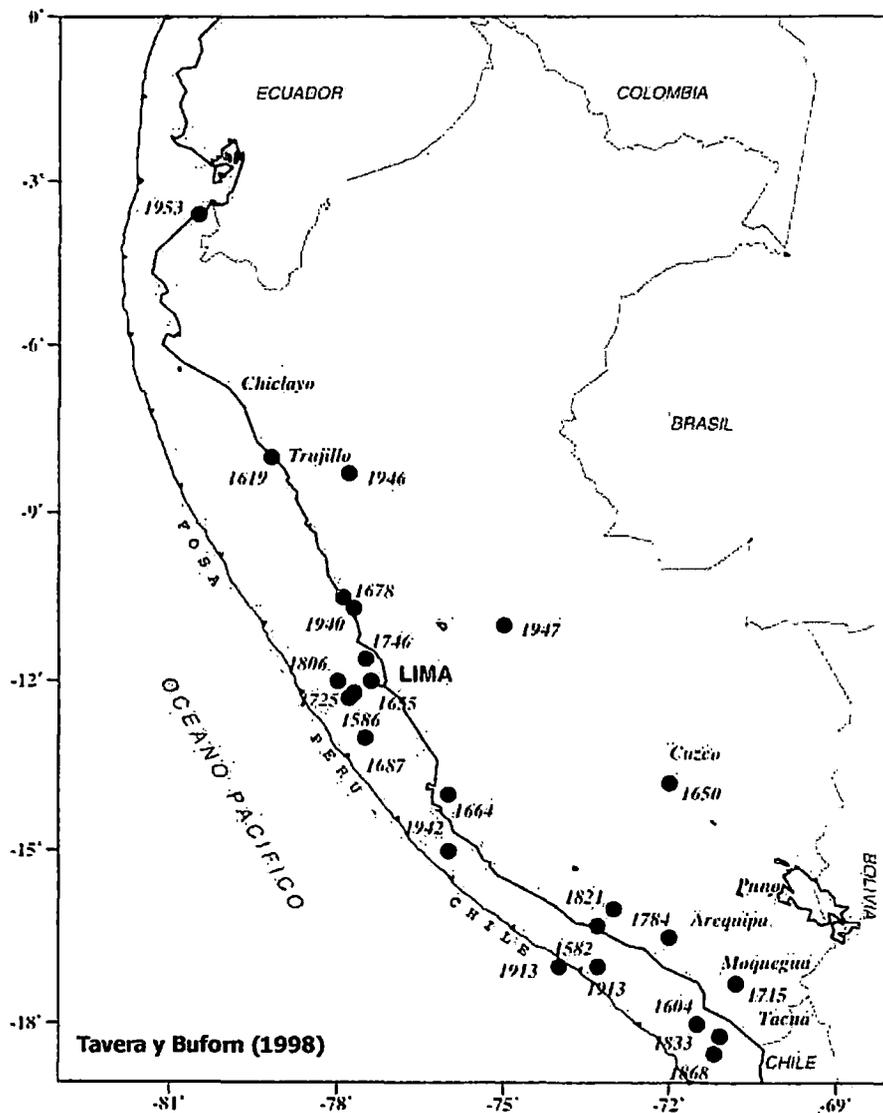


Figura 3.1 Sismicidad histórica del Perú.

En la región sur, los terremotos más importantes son los de 1604, 1784 y 1868, este último mejor documentado y descrito en detalle por Montessus de Ballore (1911) y Vargas (1922). Estos terremotos destruyeron las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y norte de Chile.

Lima se encuentra ubicado dentro de un ambiente sismotectónico de reconocida actividad histórica (ver **Figura 3.2**).

A manera de ilustrar dicha actividad sísmica y sus efectos sobre la ciudad, se presentan los mapas de isosistas de los sismos ocurridos en 1940, 1966, 1970, 1974 y 1993, los cuales fueron sentidos en Lima con intensidades de VII (MM), VIII (MM), VII (MM) y VII (MM) respectivamente.

24 de Mayo de 1940 (Figura 3.3)

El 24 de Mayo de 1940, ocurrió un fuerte sismo a las 11:35 de la mañana (16:35GMT) con epicentro localizado a 120Km. al NW de la Ciudad de Lima y tuvo una magnitud de 6.6 mb con foco situado a una profundidad de 50 Km. Este terremoto está asociado a la colisión de la placa de Nazca con la placa Sudamericana, y por su ubicación el sismo castigó duramente a las localidades Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Chancay, Huacho con intensidades de VII-VIII MM según el mapa de isosistas confeccionado por Silgado (1978).

Este terremoto sacudió casi todo el país debido a la gran cantidad de energía liberada. Hacia el continente, esta energía se atenúa rápidamente por la presencia de la Cordillera Andina y se expande a lo largo de toda la Costa llegando a sentir por el norte hasta el Puerto de Guayaquil (Ecuador) y por el sur hasta el Puerto de Arica (Chile). El terremoto generó una ruptura de superficie de 180 Km. con orientación NW – SE paralela a la línea de Costa. (Dorbath et al, 1990). Por su localización, profundidad e intensidad, este terremoto provocó un pequeño tsunami. El mar se retiró unos 150 m. mar adentro frente a las playas de Lima y retornaron gradualmente a su nivel con olas de hasta 3 m. de altura las mismas que lograron sobrepasar algunos muros de defensa localizados en la Punta-Callao, llegando a anegar completamente los muelles.

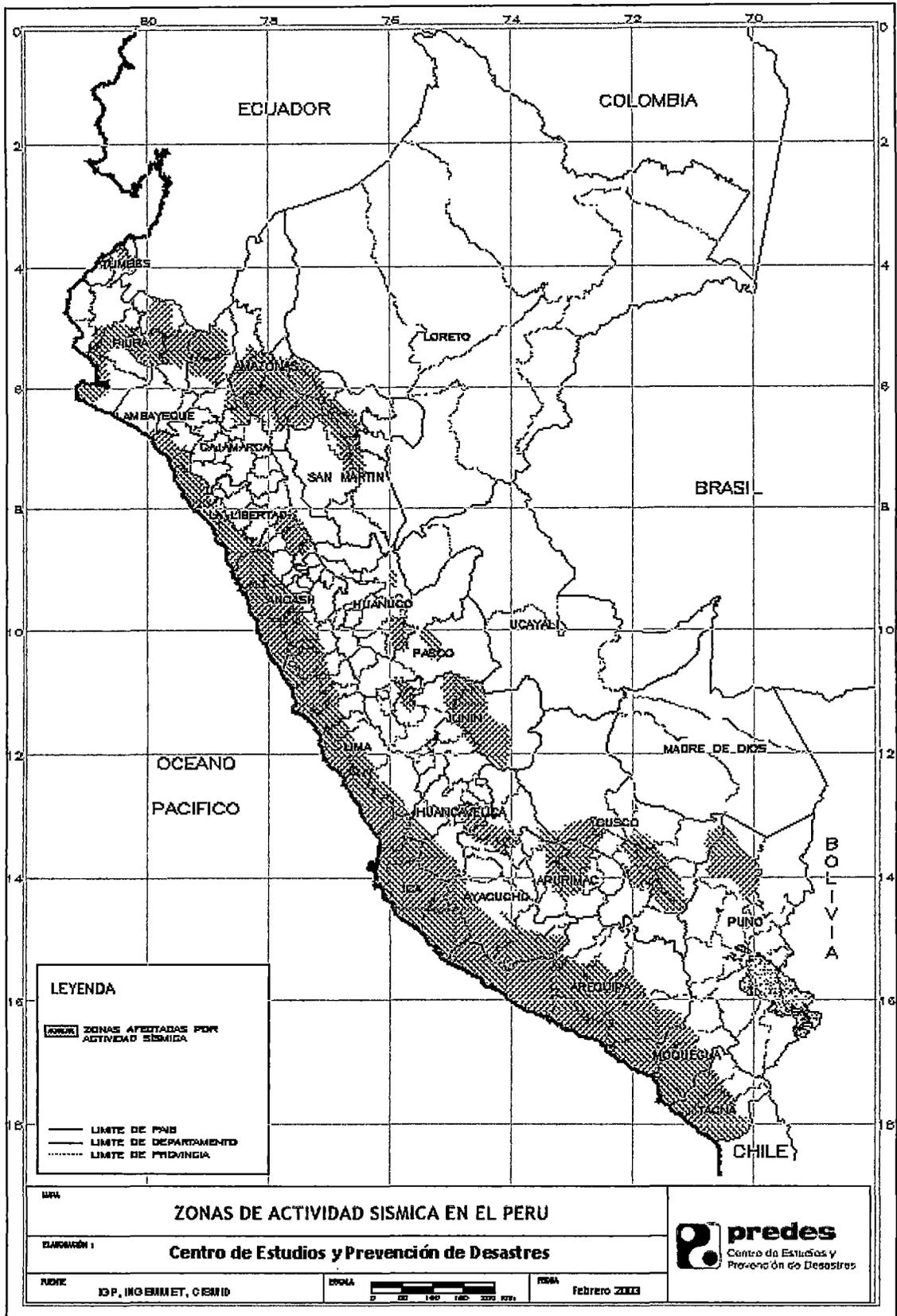


Figura 3.2 Zonas de Actividad Sísmica en el Perú
(Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES).

17 de Octubre de 1966 (Figura 3.4)

Sismo destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. Su profundidad fue de 38 Km. y su magnitud Ms de 7.5. Las intensidades MMI en el área de estudio estuvieron entre IV y V según el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS).

La zona de Puente Piedra, la cual sufrió la destrucción de unas 300 casas, en general de adobe. Sin duda que esta zona soportó un mayor grado de intensidades que las zonas circundantes, ya que estaba asentado sobre un terreno pantanoso hasta hace menos de 50 años, luego el Nivel Freático ha ido descendiendo y a la fecha de 1990 se hallaba en promedio sobre los 12 m. de profundidad (datos del DGA), su suelo es permeable y consta de depósitos cuaternarios, fluvial y eólico. Posiblemente haya contribuido a aumentar la intensidad, el hecho de encontrarse sobre una falla antigua que se extiende desde Ancón a Lima (Falla Zapallal).

31 de Mayo de 1970 (Figura 3.5)

A las 3:23 pm (hora local) del 31 de Mayo de 1970 ocurrió un terremoto de magnitud Ms =7.8 y mb =6.6, con epicentro a unos 50 Km. de la costa del Perú, al Oeste de la Ciudad de Chimbote. Las coordenadas del epicentro según el USCGS fueron 9.18° S y 78.82° W, con una profundidad focal de 45 Km. Se produjeron intensidades de VIII MM, en los sedimentos fluviales y fluvio-aluviales de la Costa. Sin embargo Lomnitz (1970) estima que en algunos sedimentos poco consolidados y saturados de agua, entre Casma y Chimbote, la intensidad puede haber llegado al grado IX. En la zona del Callejón de Huaylas fue de grado VII-VIII. En Huarmey VII y en Trujillo VI-VII.

El área afectada fue superior a los 83,000 km², abarcando el Departamento de Ancash, gran parte del departamento de La Libertad y algunas provincias del departamento de Lima, Huanuco y Cerro de Pasco.

Efectos secundarios: A consecuencia del terremoto, se produjo un gran aluvión que arrasó la población de Yungay, en el Callejón de Huaylas. La cornisa del

Nevado de Huascarán, se desprendió, arrastrando piedras, hielo y lodo cubriendo a la localidad de Yungay y parte de Ranrahirca ya arrasada en 1963.

3 de Octubre de 1974 (Figura 3.6)

El 03 de Octubre de 1974 a las 09:21 (hora local), Lima fue sacudida por un sismo de magnitud 6.6 mb, con epicentro a 90 km al SW de Lima. El sismo ocasionó 78 muertos, 2,500 heridos y pérdidas materiales estimadas en 2,700 millones de soles, según datos del Comité Nacional de Defensa Civil del Perú y de las Compañías de Seguros. Este sismo tuvo características peculiares entre las que se destacan la gran duración del movimiento perceptible (más, de 90 segundos), la baja frecuencia que predominó en el movimiento del suelo y una magnitud Ms, determinada con datos telesísmicos, anormalmente alta (7.6). Un gran número de réplicas ocurrieron en los tres meses siguientes al sismo principal, siendo la réplica más importante la ocurrida el 09 de Noviembre de 1974 con magnitud mb=6.0 (Ms=7.2).

Los lugares más afectados fueron ciertas zonas de Lima Metropolitana, las poblaciones costeras de Lurín, Chilca, Mala, Imperial, Cañete, Chíncha y Pisco, situadas al sur de la capital. De acuerdo con la destrucción causada y otros efectos se observó una intensidad máxima, restringida, de IX en la Escala Modificada de Mercalli.

18 de Abril de 1993 (Figura 3.7)

El 18 de Abril de 1993, a las 04 horas con 16 minutos hora local (IGP, 1993), se produjo un fuerte sismo que sacudió la ciudad de Lima y alrededores, en un radio de aproximadamente 140 Km. El sismo originó daños considerables en las viviendas construidas con materiales inestables, en los alrededores de la ciudad y en las zonas altas de Lima; ocasionando la muerte de 8 personas y 55 heridos. Este terremoto fue uno de los de mayor magnitud, después del terremoto del 03 de Octubre de 1974.

El epicentro se localizó a 55 Km. al Nor Este de la ciudad de Lima (localidades de Arahuy y Lachaqui - Canta). Su hipocentro fue localizado a una profundidad de 94 Km., por lo que se considera de tipo intermedio. En sus características, fue

similar a otros sismos que ocurrieron en la zona anteriormente. No se registró ninguna réplica, debido que en el caso de sismos intermedios y profundos, la energía liberada por las réplicas se disipan rápidamente en el medio antes de llegar a la superficie.

Este tipo de sismo está relacionado con la permanente liberación de energía a profundidades intermedios, producto del contacto entre la placa de Nazca y la Continental, fenómeno por el cual en la costa central y sur del Perú se libera la mayor cantidad anual de energía, en comparación a otras zonas del país.

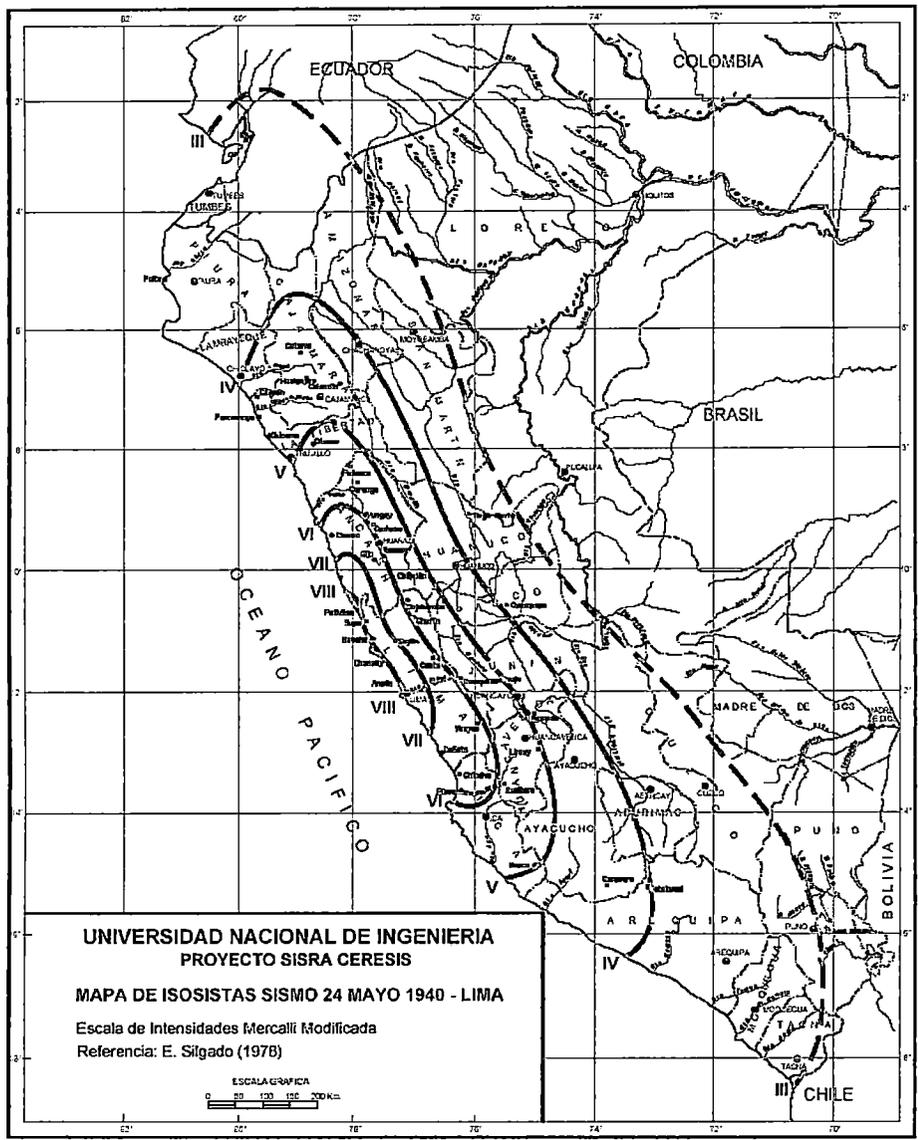


Figura 3.3 Mapa de Isosistas Sismo 24 Mayo 1940 - Lima

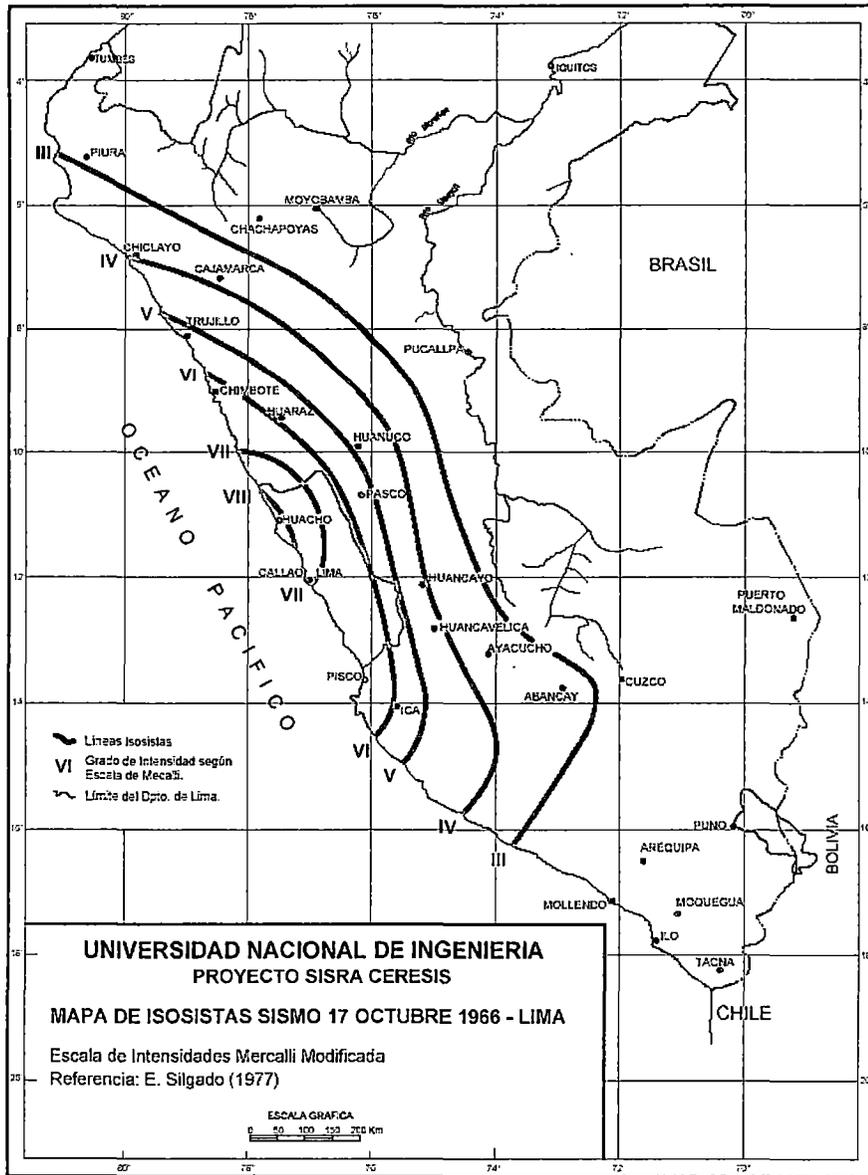


Figura 3.4 Mapa de Isosistas Sismo 17 Octubre 1966 – Lima

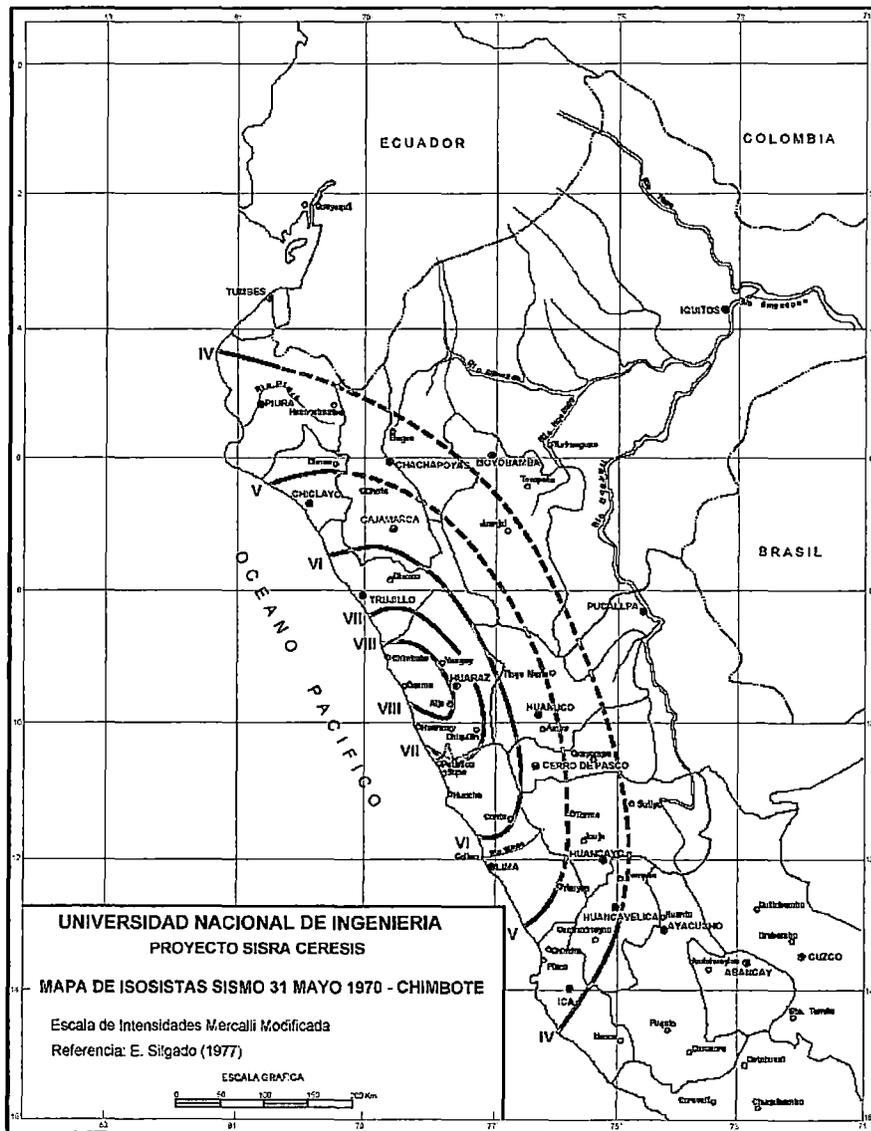


Figura 3.5 Mapa de Isosistas Sismo 31 Mayo 1970 – Chimbote

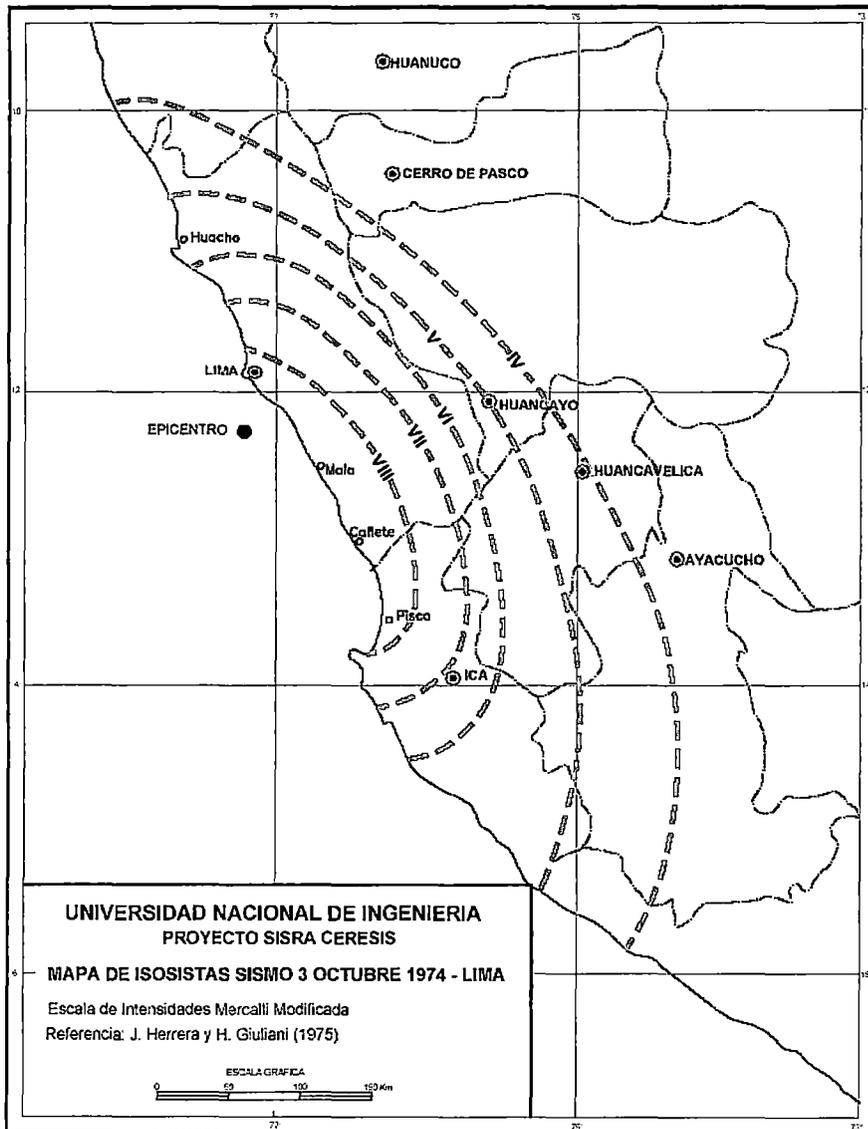


Figura 3.6 Mapa de Isosistas Sismo 03 Octubre 1974 – Lima

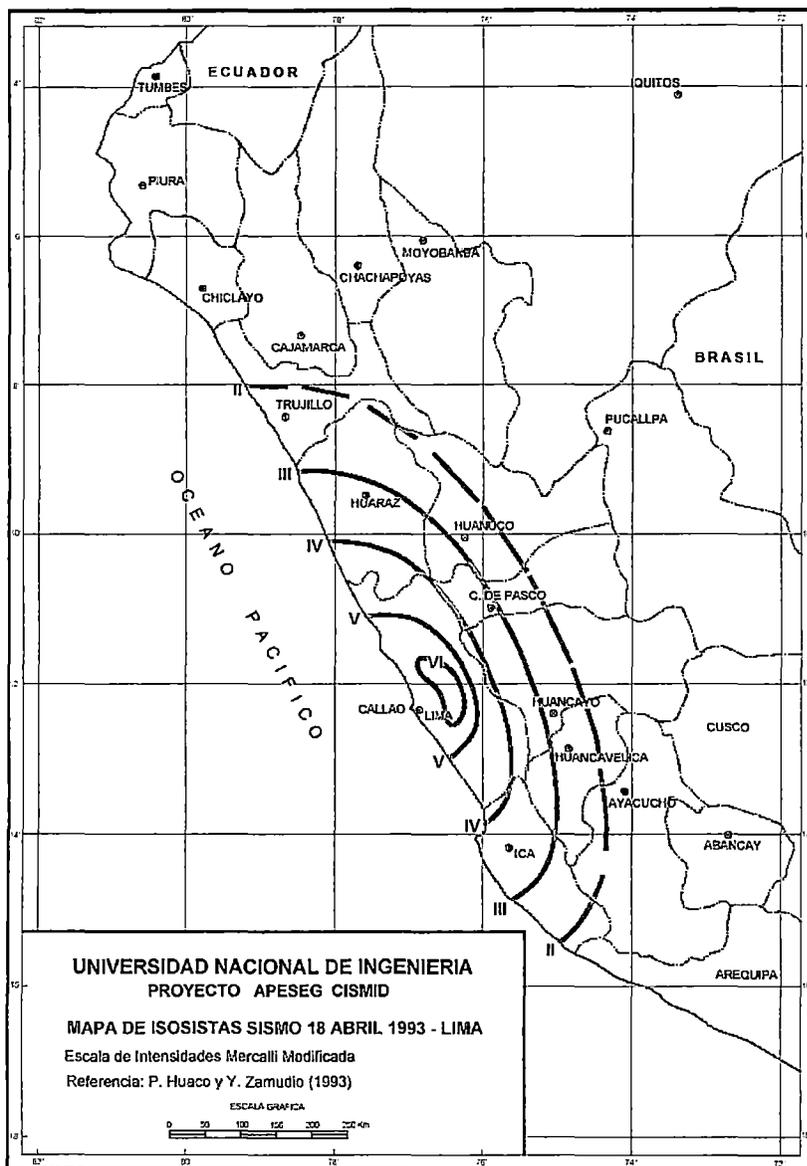


Figura 3.7 Mapa de Isosistas Sismo 18 Abril 1993 - Lima

3.1.2 Sismicidad Instrumental

La información sismológica instrumental para los sismos ocurridos en el Perú puede obtenerse entre otras fuentes del catálogo sísmico del Proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina), los datos instrumentales son considerados a partir de 1963 debido a que sólo a partir de dicho año se instaló la red mundial de sismógrafos estandarizados (WWSSN) produciéndose información más precisa, también, hay información referente en el Compendio Estadístico del SINADECI (Sistema Nacional de Defensa Civil), el cual considera los eventos con magnitud mb mayores o iguales a 4.5.

Los mapas de distribución de epicentros en el área de influencia de la zona de estudio (**Figura 3.8 y 3.9**), de acuerdo con sus profundidades focales, muestra que la distribución espacial de la actividad sísmica no es uniforme, se observa una mayor concentración en el mar, paralelo a la costa, debido a la subducción de la Placa de Nazca. Hacia el continente la profundidad focal de los sismos aumenta. También se producen sismos en el continente pero estos son superficiales y están relacionados al proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino. Agrupamientos importantes de eventos se producen en algunas estructuras geotectónicas tales como la falla de Huaytapallana, fallas ubicadas en la sierra central y en Moyabamba, en las cuales la actividad sísmica se encuentra en los primeros 40 Km. de profundidad

Los diferentes mapas sísmicos que se presentan, han sido elaborados considerando la base de datos del Catálogo Sísmico del IGP debidamente complementado con catálogos internacionales (Engdahl et al, 1998). Esta base de datos considera magnitudes mínimas de 4.0 mb.

Para una mejor visualización de los epicentros (Ver **Figura 3.8**), el tamaño de los círculos ha sido normalizado a uno estándar. Los sismos han sido clasificados en función de la profundidad de sus focos: en superficiales ($h < 60$ Km.) con círculos rojos, intermedios ($60 < h < 350$ Km.) con círculos verdes y profundos ($h > 350$ Km.) con círculos azules.

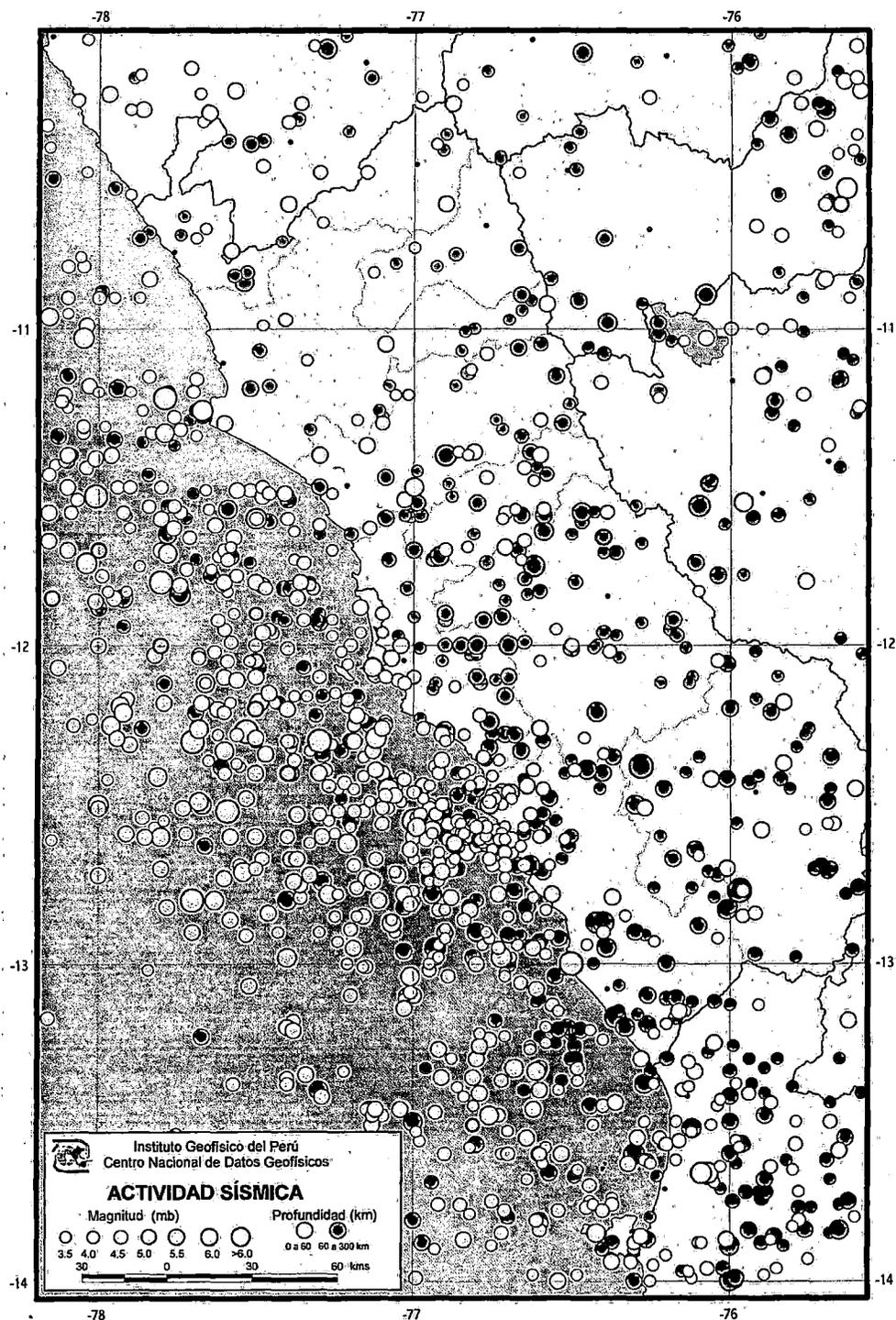


Figura 3.8 Actividad Sísmica (Centro Nacional de Datos Geofísicos 2003 – Instituto Geofísico del Perú)

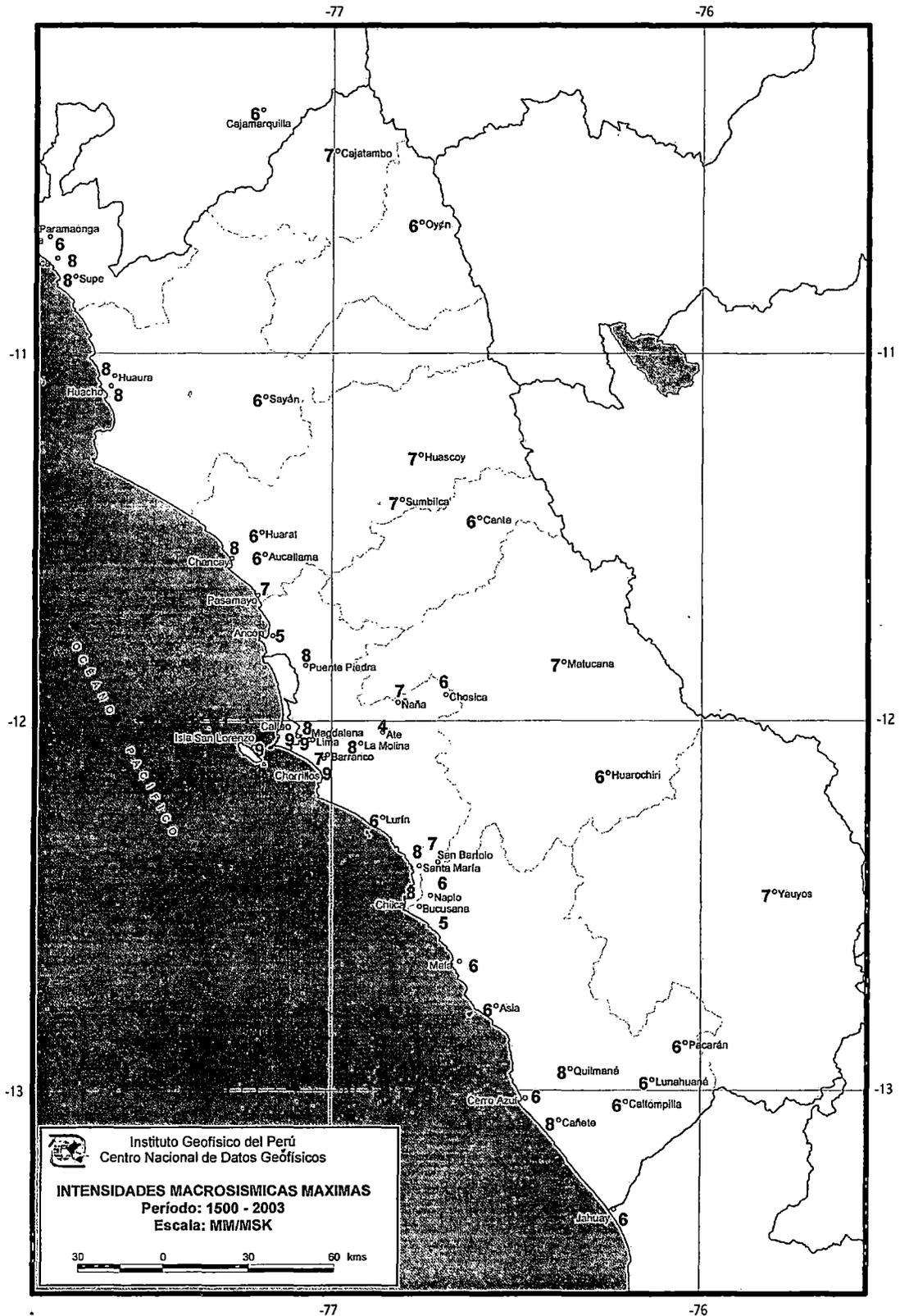


Figura 3.9 Intensidades Macrosísmicas (Centro Nacional de Datos Geofísicos 2003 - Instituto Geofísico del Perú)

3.2 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LIMA

El CISMID (Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres) ha terminado recientemente un Estudio para APESEG (Asociación Peruana de Empresas de Seguros), este Estudio ha recopilado información y ejecutado investigaciones sobre las características geotécnicas y dinámicas de los suelos de Lima Metropolitana, la cual servirá de base para el desarrollo de la presente investigación.

Además, el Estudio presenta de manera resumida las características topográficas, geológicas-geomorfológicas y geotécnicas de Lima y el mapa de zonificación sísmica propuesto en concordancia con la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del 2003.

Se tiene conocimiento que, las condiciones locales de sitio es uno de los principales factores responsables de los daños sufridos en las edificaciones durante los sismos severos. La amplificación sísmica es un efecto de las condiciones locales de sitio y es a su vez dependiente de las condiciones geológicas y topográficas de la zona en estudio. El efecto del tipo de suelo sobre la amplitud y la naturaleza de las ondas sísmicas ha sido reconocido desde hace mucho tiempo como crucial en la estimación del Peligro Sísmico.

3.2.1 Medición de Microtrepidaciones

Para caracterizar el comportamiento dinámico del terreno en el área de Lima y Callao el Estudio desarrollado por el CISMID ha realizado mediciones de microtremor, consistente en el monitoreo y procesamiento de los registros de microvibraciones ambientales que se producen tanto por fuentes naturales como artificiales. Este ensayo geofísico permite determinar el periodo predominante de vibración natural del terreno y en algunos casos el factor de amplificación sísmica, parámetros que definen el comportamiento dinámico del terreno durante un evento sísmico.

La **Figura 3.10** muestra la distribución de periodos predominantes de microtrepidaciones. En función a estos resultados, el Estudio del CISMID ha definido cuatro zonas en Lima Metropolitana, en cada una de las cuales se espera que el comportamiento sísmico sea similar.

ZONA I

Zona conformada por grava aluvial y afloramientos rocosos. La constituye la mayor parte de Lima. Los periodos predominantes varían entre 0.1 y 0.3 segundos. Es un suelo rígido, no se esperan amplificaciones importantes en periodos intermedios y largos.

ZONA II

Zona donde se presenta en superficie un estrato de suelo arcilloso o arenolimoso sobre la grava aluvial. Los periodos predominantes varían entre 0.3 y 0.5 segundos. Suelo medianamente rígido, se esperan amplificaciones moderadas en periodos bajos e intermedios.

ZONA III

Zona formada por depósitos de suelos finos y arenas potentes. Los depósitos eólicos se encuentran en estado suelto. Los periodos predominantes varían entre 0.5 y 0.7 segundos. Comportamiento de suelo blando, con amplificaciones importantes en periodos intermedios y largos.

ZONA IV

Áreas puntuales de depósitos eólicos en Villa El Salvador y zona de canteras de Pachacamac. Los periodos predominantes varían entre 0.7 y 2.0 segundos. Comportamiento de suelo muy blando con amplificaciones importante en periodos largos.

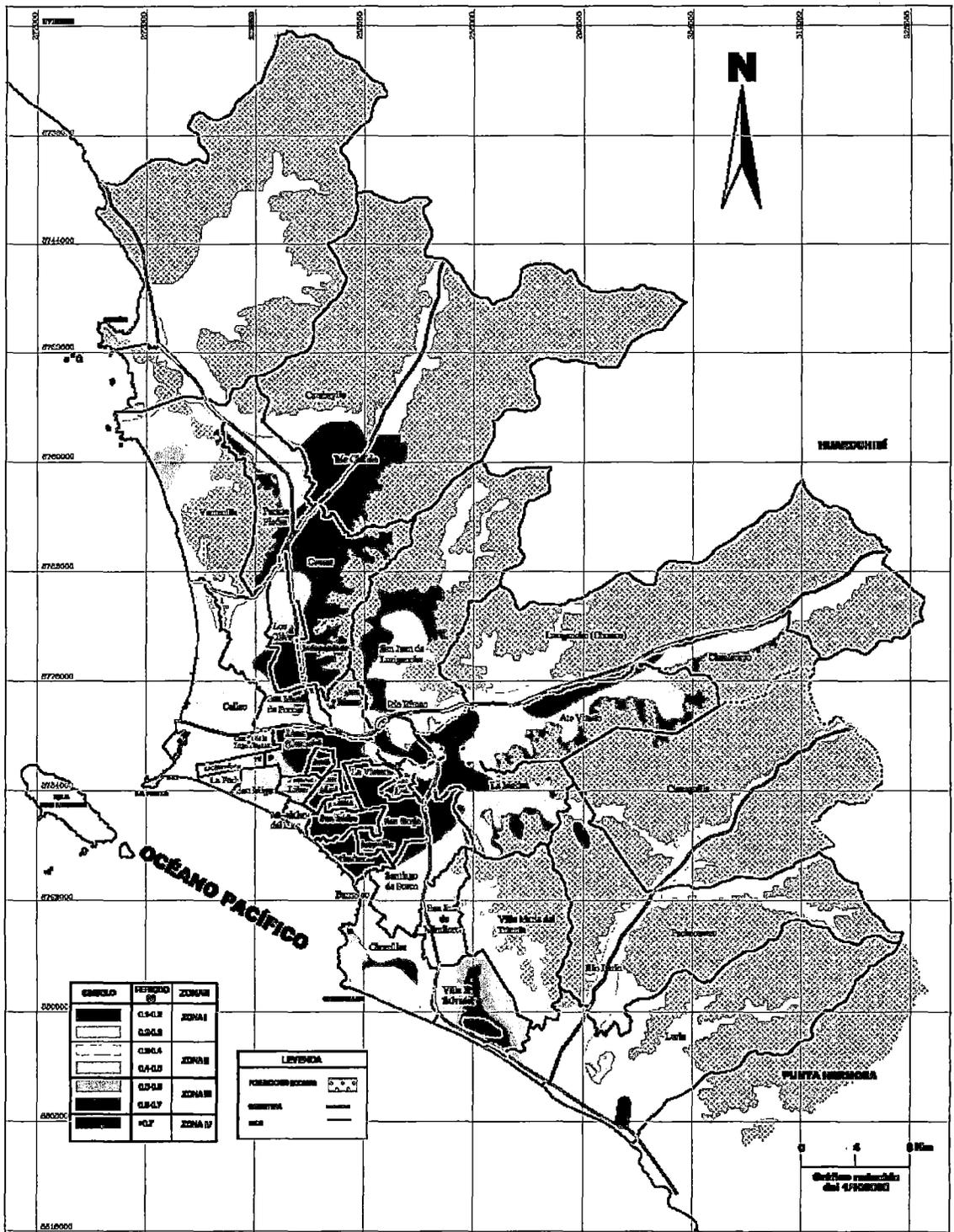


Figura 3.10 Plano de Isoperiodos de Distritos de Lima y Callao (CISMID 2004)

3.2.2 Zonificación Geotécnica Sísmica

El Estudio que realizó el CISMID ha definido 5 zonas geotécnicas sísmicas (ver **Figura 3.11**), según las consideraciones dadas por el Código de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones (Norma E-030, 2003) y las características mecánicas y dinámicas determinadas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio, siendo éstas las siguientes:

ZONA I

Esta zona está conformada por los afloramientos rocosos, los estratos de grava potentes que conforman los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón, y los estratos de grava coluvial-eluvial de los pies de las laderas, que se encuentran a nivel superficial o cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural determinados por las mediciones de microtremor que varían entre 0.1 y 0.3 s.

Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S = 1.0$ y el periodo natural del suelo es $T_s = 0.4$ s, correspondiendo a un suelo tipo S1 según la Norma de Diseño Sismorresistente peruana.

ZONA II

En esta zona se incluyen las áreas de terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, cuyas potencias varían entre 3.0 y 10.0 m. Subyaciendo a estos estratos se encuentra la grava aluvial o grava coluvial. Los periodos predominantes del terreno determinados por las mediciones de microtremor en esta zona varían entre 0.3 y 0.5 s.

Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S = 1.2$ y el periodo natural del suelo es $T_s = 0.6$ s,

correspondiendo a un suelo S2 según la Norma de Diseño Sismorresistente peruana.

ZONA III

Esta zona está conformada en su mayor parte por los depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor que se presentan en algunos sectores de los distritos de Puente Piedra, La Molina y Lurín, y en los depósitos de arenas eólicas que cubren parte de los distritos de Ventanilla y Villa El Salvador, que se encuentran en estado suelto.

Los periodos predominantes encontrados en estos suelos varían entre 0.5 y 0.7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo S3 según la Norma Sismorresistente peruana, con un factor de amplificación sísmica $S = 1.4$ y un periodo natural de $T_s = 0.9$ s.

ZONA IV

Esta zona está conformada por los depósitos de arenas eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos marinos y suelos pantanosos que se ubican en la zona del litoral de los distritos de Ventanilla, Callao, Chorrillos, Villa El Salvador y Lurín, así como la zona de canteras de este material en el distrito de Pachacamac.

En esta zona se ubica también el distrito de la Punta, cuyo perfil estratigráfico particular, con un estrato de grava superficial sobre un depósito potente de arcilla, genera periodos relativamente largos, y un sector del distrito de Pachacamac, cuyos depósitos profundos de arena generan periodos largos.

Los periodos predominantes encontrados en estos suelos son mayores que 0.7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo S4 de la Norma de Diseño Sismorresistente peruana, asignándoles un factor de amplificación sísmica $S = 1.6$ y un periodo natural de $T_s = 1.2$ s (caso especial según la Norma).

ZONA V

Están constituidos por áreas puntuales conformadas por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado, con potencias entre 5 y 15 m.

En esta zona se incluyen también a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y en la actualidad han sido urbanizados. Se mencionan las áreas que han sido identificadas en el presente estudio, las cuales se encuentran ubicadas en los distritos del Rímac, Surquillo, Bellavista, La Perla, San Juan de Miraflores y San Juan de Lurigancho, no descartándose la existencia de otras similares en Lima Metropolitana. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requieren un estudio específico.

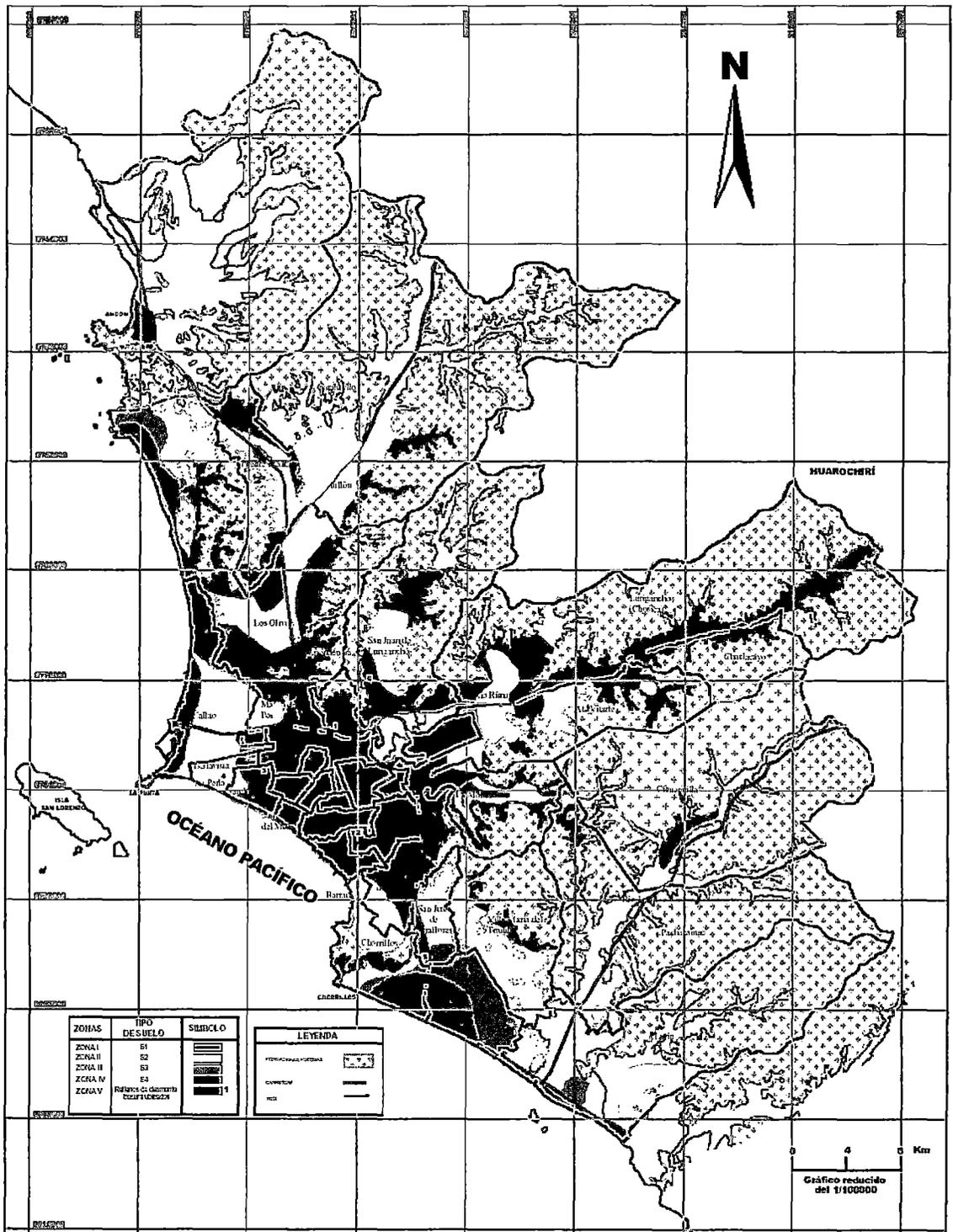


Figura 3.11 Plano Zonificación Geotécnica Sísmica de Distritos de Lima y Callao (CISMID 2004)

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES LOCALES

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La caracterización de las unidades estratigráficas, cuerpos intrusivos y geomorfológicos en el presente trabajo se obtuvo a partir de la información geológica – geomorfológico básica y la cartografía de los materiales de superficie, así como de la revisión de información recopilada producto de la ejecución de sondeos superficiales en el sector de estudio. De esta manera se provee información descriptiva de los materiales y procesos geológicos, datos cuantitativos de los diferentes componentes y propiedades físicas y mecánicas de los materiales, información que será interpretada e integrada posteriormente en las aplicaciones geotécnicas e ingenieriles.

Metodología de Trabajo

La metodología de trabajo utilizada para realizar el estudio de las unidades superficiales en el sector de Puente Piedra consistió en:

- Banco de documentación y revisión de información existente en entidades oficiales y particulares.
- Evaluación geológica preliminar con el fin de identificar diferentes unidades geológicas y la evolución geomorfológica del área a través del tiempo.
- Trabajo de campo para identificar, describir y corroborar la información.
- Correlación litoestratigráfica de diferentes sondeos realizados en la zona.

4.1.1 GEOLOGÍA

4.1.1.1 Geología Regional

Geológicamente la zona de estudio está ubicada en la parte central de la Costa peruana extendiéndose hasta las márgenes occidentales andinas. Comprende la Carta Nacional de la hoja de Chancay (24i) y de Lima (25i).

El estudio estratigráfico del área se enmarca en la cuenca de Lima, la cual se ubica en el sector occidental. En ella se distinguen cuatro ciclos sedimentarios, que van probablemente desde el Jurásico hasta el Cretácico superior, así tenemos como unidades más antiguas, la formación Arahuy del lado Este (borde occidental andino) conteniendo calizas intercaladas con volcánicos; y el grupo Puente Piedra del lado Oeste constituido de Rocas volcánicas sedimentarias cuyos focos magmáticos estuvieron hacia el Occidente y de edad ubicada entre fines del Jurásico y comienzos del Cretáceo, habiéndose diferenciado varias formaciones al Norte de Lima.

El área de Estudio se localiza en la cuenca baja del río Chillón, ubicado en el piedemonte de la Cordillera Occidental de los Andes Peruanos, en el contacto entre las formaciones volcánico - sedimentarias mesozoicas de la zona costera y el Batolito Costanero. Este último, consiste de una gigantesca masa de rocas intrusivas y subvolcánicas muy variadas, conformado por una gran variedad de tipos de granito, entre ellas por gabros, dioritas, granodioritas, adamelitas, entre otras.

Las formaciones volcánico - sedimentarias están constituidos por alternancias de volcánicos andesíticos basálticos, piroclastos y secuencias clásticas. El grosor

de estas secuencias es de aproximadamente 2,000 m de espesor. La **Figura 4.1** muestra la Columna Estratigráfica de la Región Costa de Lima (INGEMMET, 1992).

4.1.1.2 Geología Local

ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía de la zona de estudio (segmento distal del río Chillón) está caracterizada por el área donde se desarrolla el Valle del Río Chillón, el cual está constituido principalmente por rocas sedimentarias e ígneas y depósitos de suelos inconsolidados, cuyas edades datan desde el Jurásico Superior al Cuaternario reciente.

La unidad estratigráfica más antigua en el área es la Formación Puente Piedra. Los sedimentos no consolidados están representados por depósitos detríticos Cuaternarios. Los depósitos Cuaternarios comprenden los materiales detríticos aluviales y eólicos, su distribución es amplia, en especial los depósitos aluviales, formados particularmente por el régimen aluvional de los ríos Rímac y Chillón, que se remontan hasta fines del Neogeno (Plioceno). La composición es heterogénea y no guarda una sistemática razonable, vertical ni horizontal, debido a la superposición de diversos abanicos de deyección y distancia al ápice variable.

Los depósitos aluviales consisten en gravas. Tanto la arena como el material limo-arcilloso actúan de matriz en mayor o en menor grado, y forman lentes de espesor variable dentro de las gravas. Ocasionalmente aparecen áreas aisladas, de suelo orgánico de más de dos metros de espesor.

Sin establecer una dosificación, puede afirmarse que:

- Los sedimentos del río Chillón son más finos que los del río Rímac, ello evidenciado en los diferentes estudios de suelos realizados en ambas zonas.
- El material aluvial se hace algo más arcilloso en profundidad.

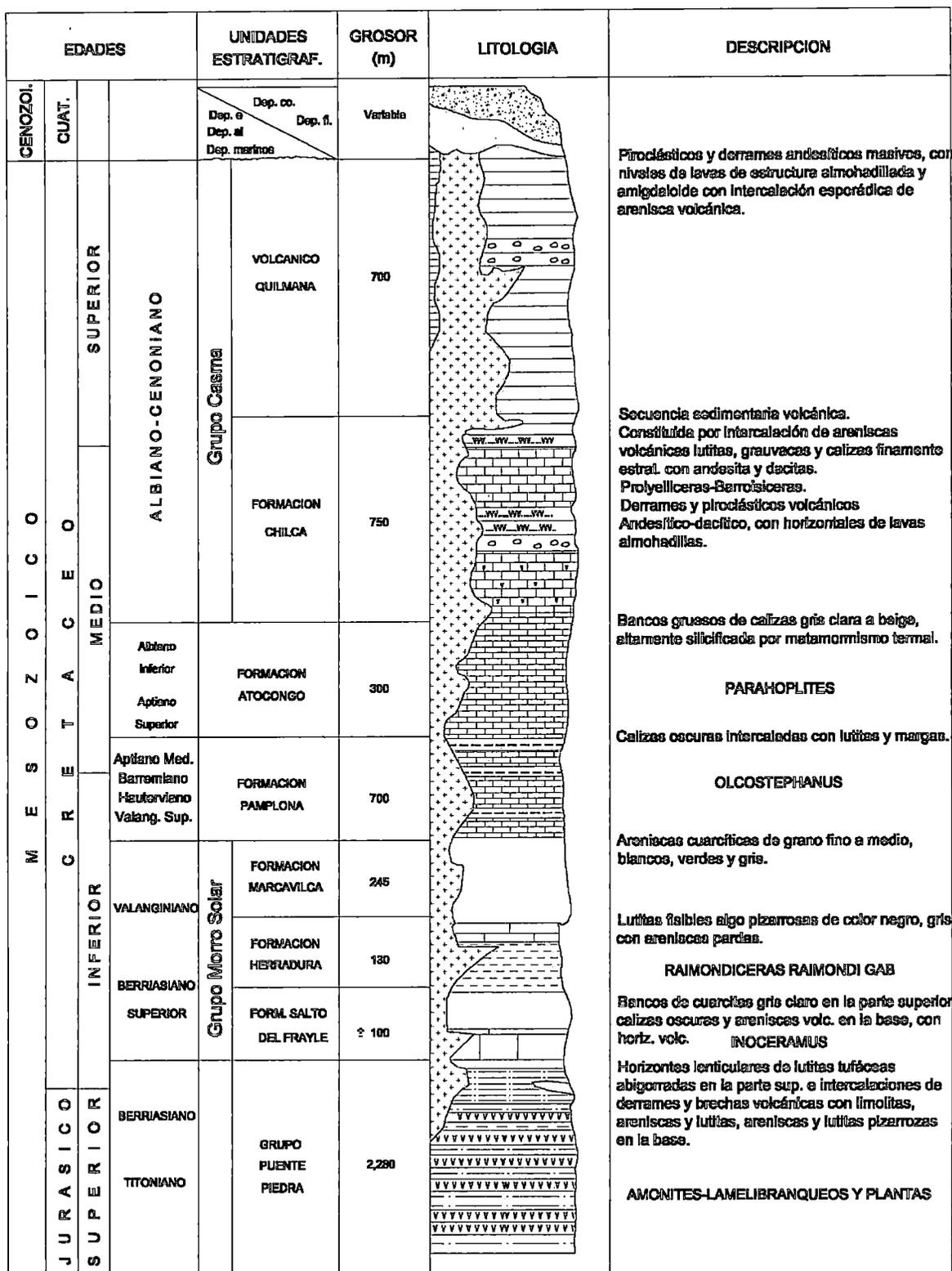


Figura 4.1 Columna Estratigráfica Generalizada de la Región Costa de Lima, Lurín, Chancay y Chosica (INGEMMET, 1992)

Además de los depósitos aluviales, existen también depósitos eólicos de origen reciente que ocurren generalmente en las áreas marginales de los cuerpos de deyección de los ríos Rímac y Chillón. Se trata de verdaderas “trampas” eólicas marginales, de irregular e imprevisible distribución, y que, geotécnicamente son sustancialmente desfavorables.

Las rocas intrusivas son principalmente granodiorita, tonalita y diorita, que forman parte del llamado batolito de la costa, cuerpo intrusivo elongado ubicado a todo lo largo de la pendiente pacífica de los Andes. Cronológicamente, corresponden al intervalo del Cretáceo Superior al Paleógeno.

La Lámina 01 presenta las unidades geológicas identificadas y la Figura 4.2 presenta el Mapa de Rasgos Estructurales de Lima (INGEMMET, 1981).

En orden geocronológico, la secuencia estratigráfica que se reconoce es la siguiente:

A. GRUPO PUENTE PIEDRA

a. Volcánico Santa Rosa (JsKi-v-s.r.)

Constituye la base de la columna geológica en el área de Lima, y consiste de secuencias predominantemente volcánicas con más de 500 m. de grosor. Aflora al Sur de Puente Piedra, es una franja estrecha de dirección N-S. Posee una secuencia volcánico-sedimentaria de andesitas, brechas y aglomerados que se intercalan con areniscas y limolitas pizarrosas. Su edad Geológica es de Jurásico Superior – Cretáceo Inferior.

b. Formación Puente Inga (Ki-pi)

Esta formación sobreyace al Volcánico Santa Rosa y es de composición sedimentaria-volcánica, compuesta por lutitas tobáceas, andesitas, areniscas y limolitas. Su potencia promedio es 250 m, correspondiendo en edad al Cretáceo Inferior. Se encuentra expuesta en Puente Inga, Sector Oeste de Puente Piedra, Norte y Nor Este de Carabaylo.

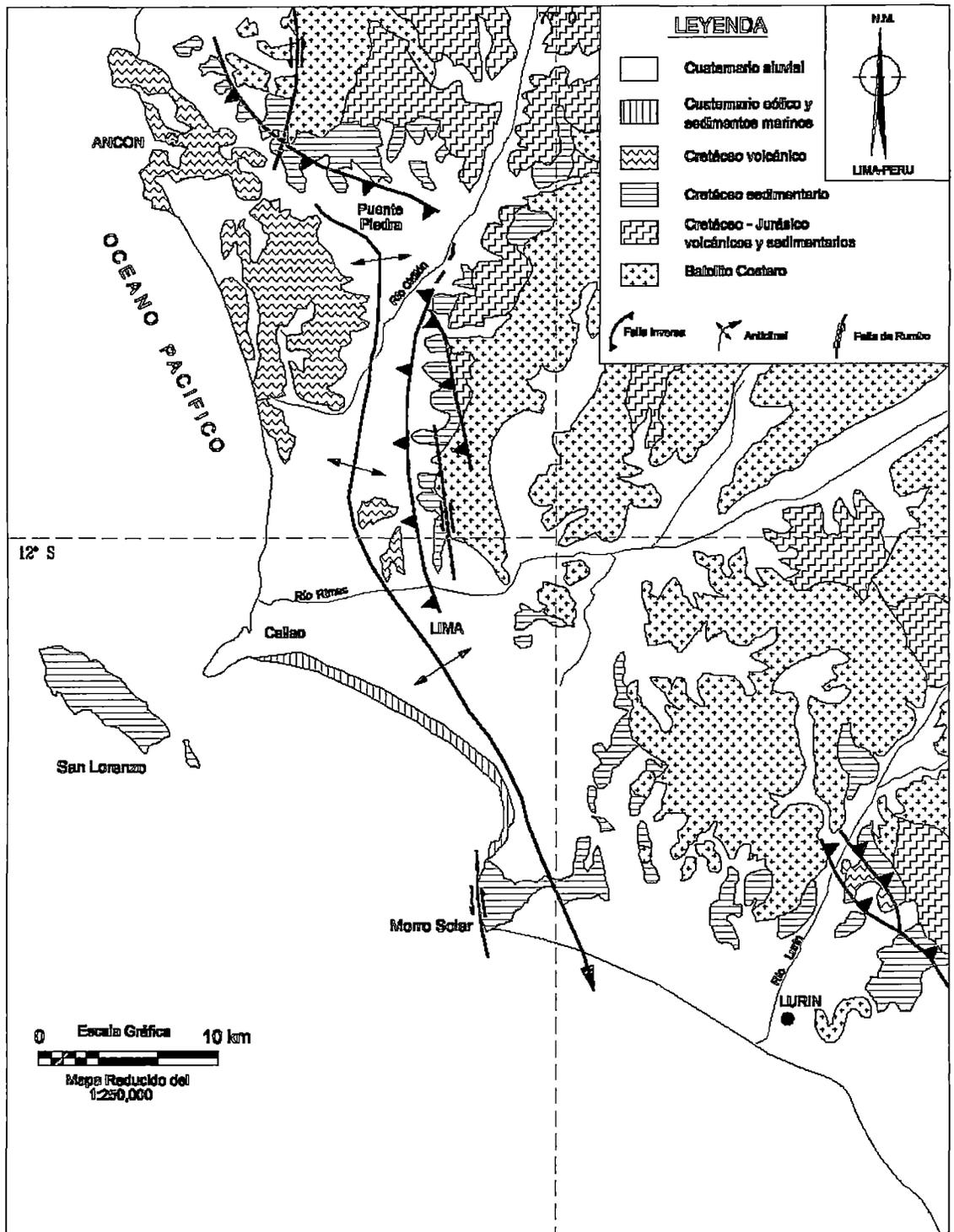


Figura 4.2 Rasgos Estructurales de Lima (Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET 1981)

c. Formación Ventanilla (Ki-v)

Descansa sobre la Formación Puente Inga y en el sector Sureste de Ventanilla.

Miembro Inferior: Lutitas Tobáceas Abigarradas: Litológicamente, está constituido por limolitas y arcillas abigarradas (illita).

Miembro Medio: Volcánico – Piroclástico: La secuencia empieza con andesitas de 30 a 40 m. de grosor. Estos volcánicos se alternan con algunos niveles de areniscas.

Miembro Superior: Sedimentario: Esta serie representa al miembro de la Formación Ventanilla y consiste de una secuencia mayormente sedimentaria, con algunas intercalaciones volcánicas.

d. Formación Cerro Blanco (Ki-cb)

Esta constituida por areniscas piroclásticas, andesitas, lutitas y calizas, que se encuentran aflorando en los cerros del lado oeste de Puente Piedra (Cerro Blanco, Cerro El Perro). La potencia de esta formación alcanza 300-350m y la edad geológica corresponde al Cretáceo Inferior.

e. Volcánico Ancón (Ki-va)

Considerado como el tope del Grupo Puente Piedra, consiste de una secuencia de brechas volcánicas que se intercalan con derrames de andesita, aglomerados, y esporádicas capas de roca sedimentaria. A este volcánico se le asigna edad Cretáceo Inferior. Está expuesto en los alrededores de los balnearios de Ancón y Santa Rosa.

B. DEPOSITOS CUATERNARIOS

a. Depósitos Aluviales Pleistocénicos (Qp-al)

Se encuentra formando los conos de deyección de los ríos Chillón, Rímac y Lurín sobre los que se asientan los centros urbanos y la agricultura. La litología de estos depósitos comprende conglomerados, conteniendo cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos

debido al poco transporte, arenas con diferentes granulometrías y en menor proporción de limos y arcillas.

b. Depósitos Aluviales Recientes (Qr-al)

Constituido predominantemente de material grueso compuesto de cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa; se le puede considerar como depósitos fluvioaluvionales; generalmente ofrecen condiciones desfavorables para la agricultura por ser muy pedregosos.

c. Depósitos Eólicos Recientes (Qr-e)

Conformado por las arenas móviles ampliamente propagadas en la zona de estudio. Estas arenas proceden de las diversas playas del litoral, en su movimiento adoptan variadas formas como mantos y dunas.

d. Depósitos Coluviales

Los depósitos coluviales son los materiales gruesos (bloques, grava angulosa, arena gruesa) producto de la intemperización de las rocas confortantes de los cerros que se han depositado en las laderas y pie de los mismos como depósito de escombros.

C. ROCAS INTRUSIVAS

Por lo general son Rocas Ígneas Intrusivas del cretáceo superior paleogeno que forma parte del batolito de la costa, genéticamente son bastante compactas y se encuentran superficialmente fracturadas debido a esfuerzos tensionales durante la consolidación del magma. Están aflorando en las partes altas de los cerros de Comas, lado Norte de Carabayllo y Extremo Nor Este de Ancón y Santa Rosa. Están constituidos por gabros y dioritas de color oscuro, grano medio a grueso.

TECTÓNICA

A. PLEGAMIENTOS

Los macizos volcano-sedimentarios que constituyen el basamento rocoso de la zona en estudio, están afectados por un gran plegamiento conocido como el “**Anticlinal de Lima**”, cuyo eje pasa por la ciudad de Lima, extendiéndose

desde Chorrillos hasta Ancón. Los buzamientos o inclinaciones de los estratos en el lugar de estudio varían entre 20° - 30°; en la actualidad gran parte de esta estructura está sepultada bajo los conos deyección que ha formado el río Chillón.

B. FALLAMIENTOS

Sobre este contexto cabe puntualizar que, la carta geológica nacional, en los cuadrángulos de Lima y Chancay presenta lineamientos de fallas de sobreescurrecimiento alineadas con dirección N-S, y otras fallas secundarias con dirección NE-SE. Se debe señalar que las fallas geológicas referidas datan de tiempos geológicos muy antiguos y actualmente son estables, no son activas. Dentro del área en estudio hay evidencias de fallas, siendo las más importantes:

- a. Falla Pueblo Viejo
- b. Falla Zapallal
- c. Falla Guardia Republicana

La **Lámina 02** presenta el Mapa Geológico – Tectónico

4.1.2 GEOMORFOLOGÍA

En este acápite se describen las características y formas del relieve actual, así como la incidencia pasada, actual y potencial de las acciones erosivas en el área. El análisis de esta disciplina tiene importancia práctica, puesto que el relieve es el fundamento donde se desarrollan la mayoría de las intervenciones humanas, las cuales pueden tener repercusiones negativas, que en ciertos casos comprometen no solamente la calidad del ambiente y los recursos naturales, sino incluso la seguridad física con la probabilidad de ocurrencia de desastres naturales.

En un contexto local el área de estudio y zonas adyacentes presentan un relieve característico de ambientes costeros litorales, en los cuales los procesos de geodinámica externa se han sobrepuesto a los procesos tectónicos más antiguos. Así, el desarrollo morfo-estructural Cretáceo - Cuaternario, ha dado lugar a la configuración de ciertas unidades geomórficas y relieves peculiares, entre los que destacan principalmente unidades de planicies costeras, de lomas y colinas de poca elevación y unidad de valles y quebradas.

Entre las formas estructurales que han controlado el modelado de la región cabe mencionar el anticlinal de Lima y los Bloques fallados como productos del dislocamiento regional. Así mismo, la erosión, la incisión por el drenaje (principalmente los ríos Chancay, Chillón, Rímac y Lurín) y la acumulación de arena eólica sobre grandes extensiones de la zona, han dado la configuración actual del relieve; el mismo que va desde el nivel medio del mar en el borde litoral hasta 3,600 m. de altura sobresaliendo rasgos geomorfológicos. Se presenta en el Mapa Geomorfológico de Lima según Martínez y Porturas (1975) de la **Figura 4.3** e INGEMMET (1981) de la **Figura 4.4**.

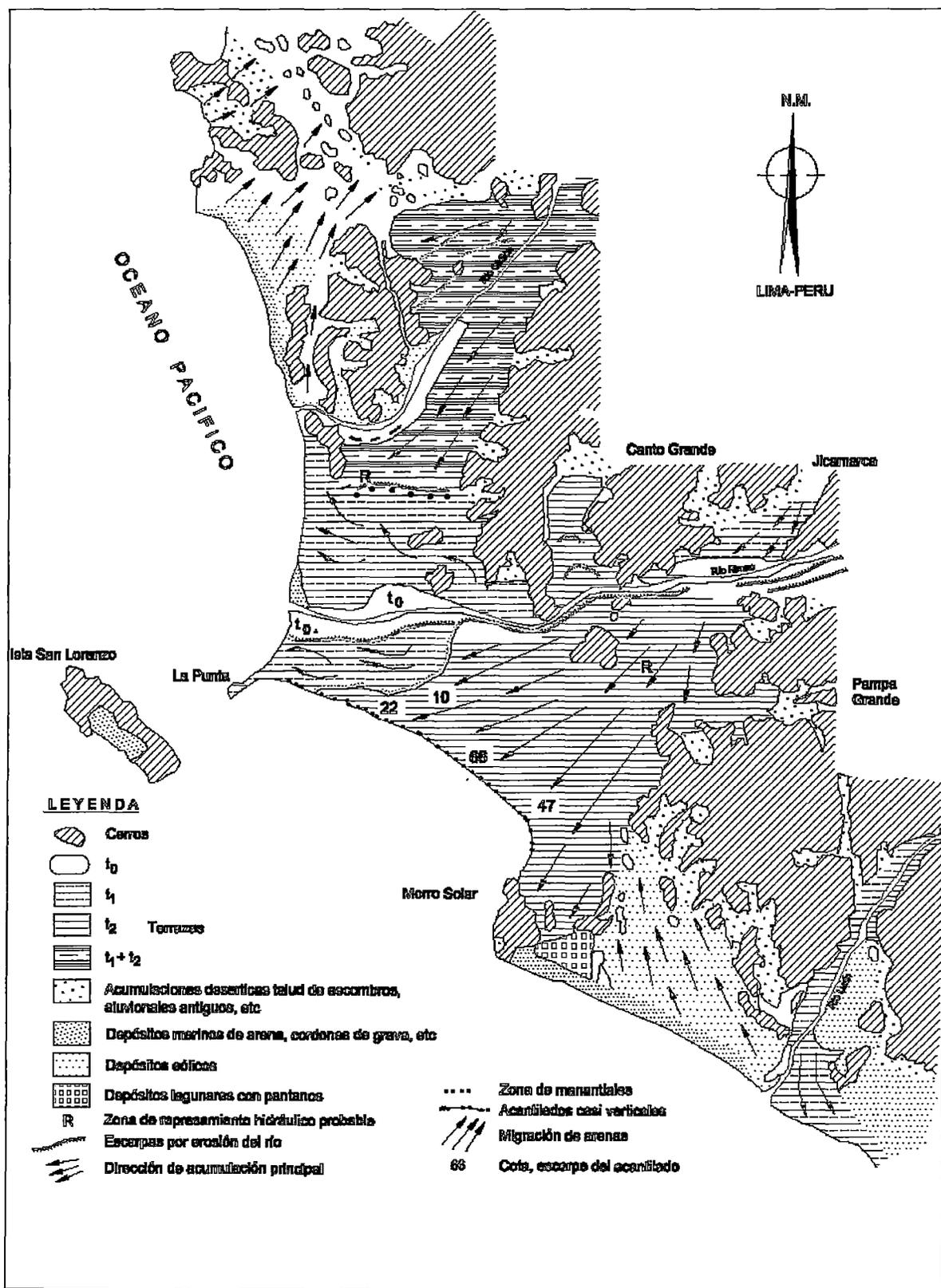


Figura 4.3 Mapa Geomorfológico de Lima
(Según A. Martines Vargas y Col. 1975)

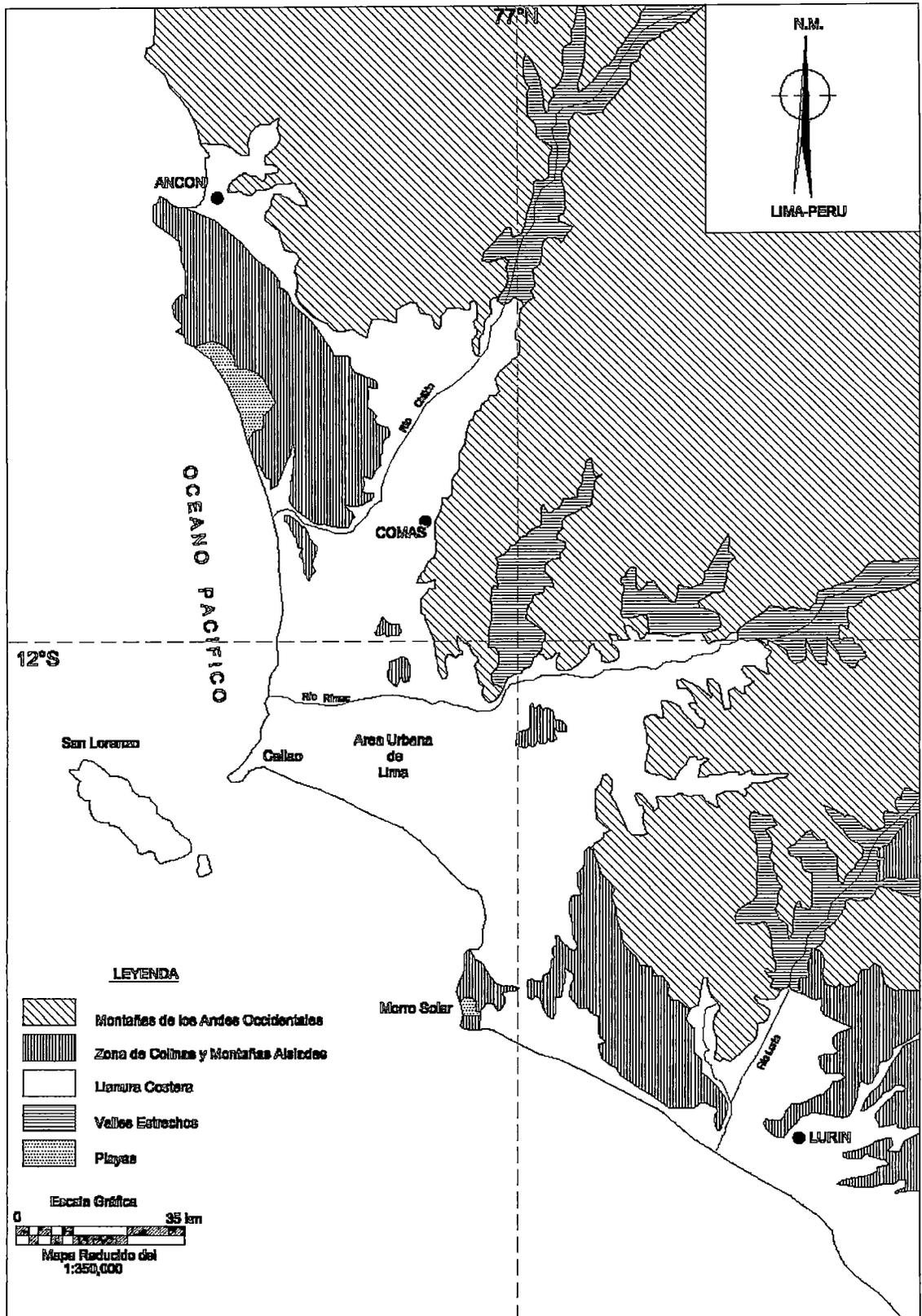


Figura 4.4 Mapa Geomorfológico de Lima

(Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET 1981)

FISIOGRAFÍA

a. Zona de Planicie Costera - Conos Deyectivos (U-PC)

Es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de la costa. Constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación del Río Chillón.

En el curso medio de los ríos Rímac y Chillón, existen explanaciones de 100 a 200 m que conforman terrazas fluviales o fluvio – aluviales, donde prevalecen bloques y fragmentos de rocas entre mezclados con arena y bancos de arcilla. En el Río Chillón a la altura de Santa Rosa se aprecian remanentes de terrazas que se encuentran 20 a 30 m sobre el cauce actual del río.

Como proceso de evolución de la acción erosiva, transporte y acumulación de estos ríos, cabe indicar que el vértice del abanico deyectivo del río Chillón se encuentra a 32 Km. del mar y su ancho máximo al llegar al mar alcanza a los 10 a 12 Km. El cono deyectivo del Río Rímac se ha unido con el Río Chillón.

La extensión superficial de los conos deyectivos de estos ríos es aproximadamente:

- *Río Chillón:* 180 – 200 Km² de los cuales un 20% son empleados para la agricultura.
- *Río Rímac:* 500 Km² con 10% de terrenos de cultivo.

b. Zona de Valles y Quebradas (U-VQ)

Esta unidad comprende el Valle del Río Chillón, así como las quebradas afluentes con depósitos fluvio-aluviales. La cobertura adyacente es de material coluvial y arena eólica.

En esta unidad geomorfológica, en etapas anteriores a la ocupación de los asentamientos humanos, ocurrían procesos de erosión y acarreo de sólidos. En la actualidad las construcciones urbanas y sus calles cubiertas con

asfalto, limitan la acción de los procesos de disolución, lavado, y erosión que atenúan los procesos erosivos.

c. Zona de Lomas y Crestas Rocosas (U-LC)

Las lomas presentan una topografía subordinada a la litología de las Unidades Geológicas y a la cobertura eólica que las cubren como es el caso de las lomas y colinas que bordean la faja Costanera. Las rocas que constituyen estas lomas y cerros testigos son calizas y cuarcitas o rocas intrusivas, siendo el relieve abrupto y cuando se trata de lutitas o limolitas las formas son redondeadas con pendientes más suaves.

Se identifica así a las colinas y cerros de poca elevación, entre 100 a 300 msnm. Se localizan por el lado Este del derecho de vía de la Panamericana Norte, separando a las estribaciones cordilleranas y la unidad de planicies costaneras. Los cerros conocidos como “Las Ánimas”, “La Ensenada del Chillón” y “Gramada” corresponden a esta unidad geomorfológica.

Su morfología es ondulada, poco a moderadamente agreste, sus taludes no sobrepasan los 30-40°, generalmente están desprovistas de vegetación y cobertura cuaternaria. En las bases o partes bajas se observan acumulaciones de detritus. Litológicamente las lomas o colinas están constituidas por rocas volcano-sedimentarias tipo andesitas, dacitas y lutitas, intercaladas con derrames volcánicos, eventualmente intruidas por cuerpos de granito.

La alteración del macizo rocoso por intemperismo y cambios climáticos es relativamente lento e imperceptible en tiempos de la escala humana, por lo que las laderas se muestran estables, excluyéndose los fenómenos de caída de bloques y fallas.

Para el caso de suelos tampoco fueron observados sitios inestables afectados por deslizamientos, movimientos de flujo, avalanchas, etc.

d. Sectores de Erosión

Bajo esta denominación se delimita aquellos sectores proclives a procesos erosivos. Uno de los sectores potencialmente inundables resulta la terraza izquierda del río Chillón.

En las riberas del río Chillón, especialmente en el sitio del estrangulamiento del cauce, ubicado hacia la parte Sur-Oeste del territorio en estudio, existen evidencias de procesos erosivos notorios.

También se debe señalar que en el cono deyectivo del río Chillón, próximo al litoral, ha sido ocupado por asentamientos humanos, estrangulando su cauce y generando alto riesgo de inundación.

4.1.3 HIDROLOGÍA

El presente acápite comprende el análisis del régimen y distribución de las aguas superficiales del río Chillón. La cuenca del río Chillón se ubica en la región Lima, provincias de Lima y Canta, distritos de Santa Rosa de Quives y Carabayllo en las coordenadas geográficas: 11°21'00" al 12°00'00" de Latitud Sur y 76°22' al 77°09' Longitud Oeste, con una altitud entre los 5,000 hasta el nivel del mar.

El río Chillón es de régimen irregular, sin embargo, presenta una época de avenidas que ocurre comúnmente durante los meses de enero a abril y una época de estiaje durante el resto del año.

4.1.3.1 Escorrentía Superficial

El río Chillón se origina en la laguna de Chonta a 4,850 msnm alimentándose con las precipitaciones que caen de las partes altas de su cuenca colectora y con los deshielos de la Cordillera de la Viuda.

El área de drenaje del río Chillón es de 2,444 Km², recorriendo una distancia total de 126 Km., con una pendiente promedio de 3,85%. La superficie de la cuenca húmeda es de 1,040 Km², lo que significa que el 42% del área contribuye al escurrimiento superficial, mientras que la cuenca seca comprende 1,050 km² de superficie.

El relieve general de la cuenca es el que caracteriza a la mayoría de los ríos de la vertiente occidental, es decir, el de una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y de pendiente fuerte. El río en su curso superior, hasta la localidad de Canta, presenta una pendiente de 6%, en su curso medio, de la localidad de Canta hasta Santa Rosa de Quives, presenta una pendiente de 5% y, finalmente, en su curso inferior a partir de Santa Rosa de Quives, en donde el valle empieza a ensancharse, la pendiente disminuye hasta 2% (ver **Figura 4.5**).

En el área de la cuenca baja del río Chillón aproximadamente desde su desembocadura en el Océano Pacífico y el Puente Trapiche (Km. 35 aguas arriba), las características del cauce del río Chillón son variables, presentando un

ancho promedio de cauce entre 50 y 100 m. La topografía de la faja marginal, en este tramo, presenta una pendiente promedio de aproximadamente 1,77%. En este último tramo el Río Chillón ha formado un cono de deyección, sobre el cual se encuentra la zona agrícola más importante de la cuenca.

En la Cuenca del Río Chillón, se tienen registros de las descargas en las estaciones hidrométricas que se hallan actualmente en funcionamiento las cuales son: Estación Hidrológica PUENTE MAGDALENA Latitud 11° 41' 4" Longitud 76° 50' 5" Altitud 1,100 msnm.

La información hidrométrica para el río Chillón, de acuerdo a los registros históricos de aforo Puente Magdalena para el periodo de 25 años (1960 – 2004), establece un caudal máximo de 84.91 m³/s. Ver **Cuadro 4.1**

El análisis de la información hidrométrica considerada señala que el río Chillón, al igual que en la mayoría de los ríos de la Costa, presenta un régimen de descarga irregular y de carácter torrentoso.

Los principales usos del agua son los destinados a fines agrícolas y para consumo humano previo tratamiento (agua potable).

Estación PTE. MAGDALENA, Caudal Medio Mensual (m3/s)

Código	202805	1276	Latitud	11° 42'	Max (m3/s)	84.91	Periodo
Río	CHILLON	Altitud msnm	1000	Longitud	76° 50'	Min (m3/s)	0.28
							1960 - 2004

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1960	13.43	19.71	17.95	5.59	1.47	1.58	1.40	1.12	1.05	1.27	1.21	1.34
1961	9.85	17.98	14.86	13.80	1.31	1.17	0.89	0.78	0.77	1.00	1.85	1.43
1962	15.90	30.51	30.45	25.58	3.05	1.69	0.93	0.74	0.65	2.62	2.80	3.48
1963	14.43	25.20	25.91	14.53	2.41	1.29	0.86	0.76	0.65	1.64	4.82	15.98
1964	1.99	19.06	29.55	19.04	4.01	1.92	0.90	0.78	1.01	1.79	4.47	3.11
1965	4.53	19.84	52.52	5.75	2.22	0.86	0.80	0.55	1.05	1.54	1.83	2.67
1966	11.84	7.06	14.21	3.17	1.18	0.77	0.46	0.28	0.99	4.88	4.42	10.33
1967	17.35	56.19	27.62	12.86	3.44	1.61	1.13	0.94	1.17	3.17	2.28	3.35
1968	7.58	9.27	14.17	9.85	1.66	1.25	0.72	0.49	0.70	2.54	2.57	3.59
1969	3.74	9.14	21.65	14.72	2.02	0.72	0.52	0.43	0.98	3.38	2.65	15.01
1970	41.05	13.05	13.05	10.91	8.73	4.80	1.54	1.19	2.49	3.03	2.61	7.11
1971	25.98	17.50	19.53	11.23	3.30	1.59	0.97	0.89	0.91	1.47	0.85	8.30
1972	26.58	25.46	84.91	17.91	4.74	4.02	2.65	2.39	2.15	3.05	2.77	9.21
1973	28.44	19.89	29.83	13.63	6.01	2.73	2.27	1.63	1.70	4.07	4.26	10.09
1974	16.36	16.81	39.27	8.87	5.76	5.32	2.95	1.91	2.31	2.61	2.23	2.01
1975	6.31	7.97	35.30	9.85	4.62	1.98	1.71	1.64	1.87	2.06	3.47	4.53
1976	13.19	23.69	21.04	8.52	4.25	3.33	2.26	2.69	2.34	2.19	2.37	4.59
1977	4.58	30.63	26.44	10.21	2.78	2.14	1.52	1.52	1.29	2.37	5.30	4.15
1978	6.47	18.32	13.59	7.70	2.48	1.43	2.09	2.75	1.59	1.41	1.34	1.74
1979	1.54	9.18	23.31	7.53	3.24	2.12	1.93	1.52	0.96	1.43	3.86	1.37
1980	4.67	4.85	10.75	10.67	2.91	1.81	1.22	0.63	0.45	1.47	2.09	3.58
1981	7.50	28.67	24.84	8.72	5.47	3.48	2.53	1.82	1.52	2.03	3.66	6.36
1982	5.71	12.28	9.03	9.48	4.86	1.61	1.30	1.14	0.85	1.89	3.30	4.01
1983	6.85	5.21	12.20	13.92	5.03	2.62	1.81	1.44	1.17	2.36	3.20	7.26
1984	9.30	21.71	15.32	10.38	4.87	2.83	1.77	0.94	0.68	2.32	2.44	11.51
1985	4.74	10.68	21.78	15.14	8.04	5.81	4.89	4.17	4.57	3.13	2.80	3.85
1986	10.44	14.66	11.75	11.13	6.38	3.78	3.05	2.63	2.86	2.13	1.32	4.87
1987	16.37	18.48	10.52	4.37	3.07	2.39	1.99	1.11	2.62	2.40	2.79	7.30
1988	13.47	24.36	11.04	14.61	9.64	6.70	3.13	1.87	2.98	2.67	1.86	3.06
1989	11.65	36.21	23.61	11.73	5.80	3.28	2.30	1.57	1.21	1.93	4.70	1.88
1990	4.21	6.18	5.15	2.19	0.75	0.41	0.39	0.37	1.96	1.71	15.50	11.00
1991	8.29	11.45	22.05	7.49	3.75	3.05	1.88	2.58	1.22	1.55	2.79	2.01
1992	2.64	2.07	7.50	4.89	4.19	2.30	0.84	1.05	0.66	0.53	2.37	1.92
1993	4.08	-1.00	15.73	15.02	5.00	3.30	3.34	2.58	3.55	4.41	4.04	13.46
1994	23.05	30.50	29.37	15.82	11.31	8.27	4.67	3.12	1.97	2.29	1.88	4.14
1995	8.55	10.38	14.50	16.17	5.93	2.21	1.73	2.33	-1.00	1.81	1.96	4.67
1996	11.27	17.88	15.45	11.87	3.85	1.95	1.41	1.03	1.71	2.46	15.00	3.56
1997	6.12	17.55	13.16	3.33	2.32	2.01	2.03	1.90	1.64	2.22	3.58	11.86
1998	24.02	23.88	22.05	13.26	4.34	3.17	1.97	1.38	1.60	3.13	3.34	2.98
1999	4.85	21.85	11.99	8.71	6.77	3.90	3.02	2.97	2.68	2.62	2.39	5.01
2000	14.17	24.70	22.25	11.60	6.42	3.99	2.74	2.34	1.27	3.37	2.97	8.82
2001	27.58	23.62	32.74	19.52	6.61	4.70	3.71	3.13	3.72	2.81	3.55	3.63
2002	2.17	8.27	15.30	15.82	-1.00	2.00	1.85	1.40	1.86	-1.00	4.87	3.60
2003	-1.00	16.10	-1.00	12.75	4.11	1.72	1.23	1.01	1.87	2.22	2.18	4.98
2004	-1.00	12.86	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Cuadro 4.1 Descargas Medias Mensuales y Anuales – Estación de Aforo Puente Magdalena.

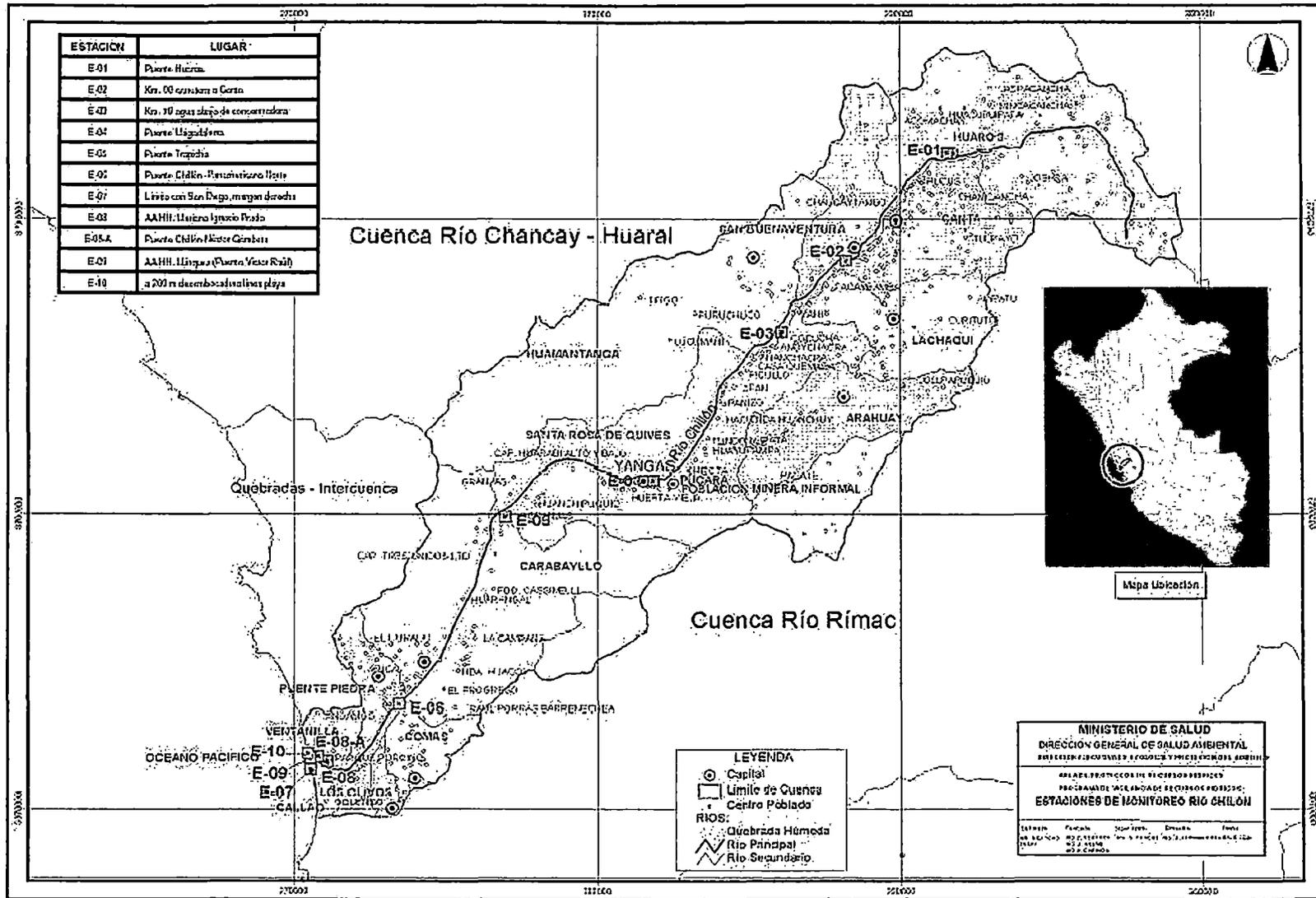


Figura 4.5 Cuenca del Río Chillón – Estaciones de Monitoreo

4.1.3.2 Escorrentía Subterránea

El reservorio acuífero estudiado está constituido por los depósitos del cuaternario, representados por sedimentos fluvioaluviales no consolidados,

El embalse subterráneo de la cuenca baja del Chillón está conformado por capas de gravas, arenas y arcillas o limos, correspondientes a depósitos fluviales correspondientes a la evolución del Río Chillón y antiguos conos de deyección.

El abanico del río Chillón presenta una napa de pendiente menor (1:80), cuya profundidad varía entre menos de 5 m (Aeropuerto - Cerro La Regla - río Chillón - Puente Piedra - Chuquitanta - Hacienda Aznapuquio) y 40 m (al NE de Carabaylo). Con el propósito de documentar la información hidrogeológica, en la **Figura 4.6** se presenta el Mapa Hidrogeológico de Lima (Binnie & Partners-CRC, 1994).

Sus límites impermeables laterales están constituidos hacia el Norte por rocas sedimentarias representadas por la Formación Pamplona – Marcavilca, al Norte – Oeste y Sur – Oeste el límite del acuífero esta constituido por rocas volcánico – sedimentario representadas por las formaciones Piedras Gordas y Puente Piedra en su miembro inferior. En la parte central existen afloramientos constituidos por rocas volcánico – sedimentario representado por la Formación Puente Piedra en su miembro superior; estos, de una u otra forma, condicionan el movimiento de las aguas subterráneas, al Este y al Oeste. El acuífero de la cuenca baja del Chillón está comprendido entre los cerros Respiro y Cerro La Cucaracha por el norte, los cerros Oquendo por el oeste y los cerros Candela y Mulería por el sur. (Ver **Lámina 03**)

Las formaciones del Jurásico y Cretáceo que afloran en el extremo inferior de la Cuenca del Río Chillón (Formación Puente Piedra, Pamplona y Atocongo); se encuentran afectados por importantes plegamientos (anticlinales y sinclinales) y sistemas de fallas de orientación SE-NO y SO-NE. Esta zona es muy sensible a todo movimiento sísmico que afecta al área de la ciudad de Lima y alrededores comprometiendo la seguridad física de las poblaciones de Santa Rosa, Zapallal, Puente Piedra, Ventanilla, etc.

De acuerdo a información de sondeos existentes (J. Gonzáles 1987) se tiene un espesor comprendido entre 50 y 120 m como mínimo. De acuerdo a ello, se estima que el volumen de embalse subterráneo es de 1,000 MMC.

4.1.3.3 Características de la Napa

En el sector de la cuenca baja del Chillón, la profundidad del nivel de saturación se encuentra comprendida entre 15 y 20m desde la superficie para los diferentes pozos del catastro, siendo más superficial en aquellos pozos situados más al oeste.

El sentido de escurrimiento del agua subterránea coincide con el sentido de escurrimiento del río Chillón, siendo de Este – Oeste. La variación temporal del nivel de saturación indica la respuesta del acuífero frente a los mecanismos de recarga y descarga.

Las fluctuaciones piezométricas estacionales son de 1 a 5 m/año, según la zona. La napa se presenta menos profunda entre junio a agosto y más profunda entre noviembre y enero.

De acuerdo a estudios hidrogeológicos se interpreta que, no existe un régimen único del nivel de las aguas subterráneas, y que los descensos por sobre explotación de las aguas subterráneas varían de un sector a otro entre 0.0m a 7m. en 10 años. El balance efectuado en los últimos años, muestra que el caudal efluente de los acuíferos resulta más alto que el afluente, lo que explica la depresión de la napa freática. Actualmente, se observa un avance de la interfase marina, a consecuencia del descenso piezométrico, que en algunos sectores alcanza 2 a 4 m al año.

Se ha preparado la carta de curvas hidroisohipsas, en base a las mediciones del nivel de agua en reposo y a las cartas topográficas de los pozos controlados. (Ver Lámina 03 Mapa de Hidroisohipsas)

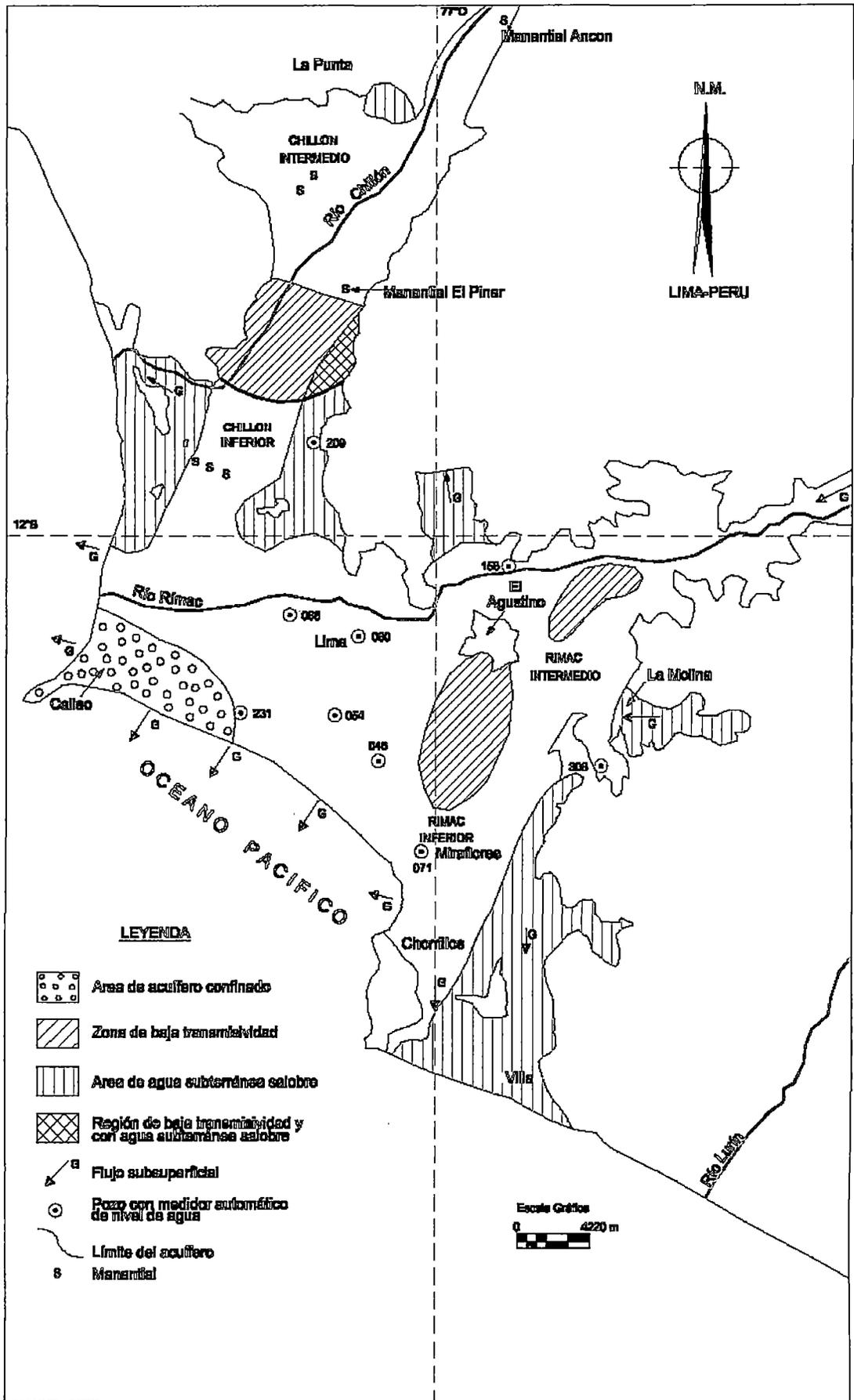


Figura 4.6 Mapa Hidrológico de Lima (Según Binnie y Partners y CRC 1994)

4.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

El clima en este sector de la cuenca baja del río Chillón es árido básicamente debido a la divergencia horizontal del viento en los niveles bajos de la atmósfera, lo que induce los movimientos verticales descendentes que imperan sobre el tope de la Inversión, que impiden el desarrollo de nubes convectivas (nubes generadoras de lluvia). Si por alguna circunstancia ocurre enfriamiento de la superficie del agua de mar frente a la parte baja de la cuenca al sur del departamento, los procesos físicos de divergencia y consiguientes movimientos subsidentes se intensifican desmejorando el tiempo atmosférico en este sector de la cuenca baja.

Las quebradas y cuencas del centro y sur del departamento de Lima son afectadas por circulaciones a mesoescala (entre 100 a 1000 Km.) en niveles superficiales. La más importante es aquella circulación que origina un viento con rotación ciclónica (sentido horario) causada por la divergencia horizontal del viento, lo cual ocurre sobre el mar a decenas o centenas de kilómetros mar adentro, que hace que la humedad marina sea transportada por este viento y entre directamente al continente, lo cual se manifiesta en un clima más húmedo, neblinoso, con apreciable y persistente nubosidad, en gran parte del año, lo cual no ocurre tan intensamente en el resto de los departamentos costeros. Acentúa esta presencia permanente de nieblas, neblinas y nubosidad baja (estratiforme) la menor distancia que se presenta en ese tramo de la costa entre el litoral y las grandes estribaciones andinas.

Cuenca Atmosférica Lima-Callao

La cuenca atmosférica es una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas etc.), divisiones políticas y uso de la tierra, de tal manera que dentro de ésta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de un campo de vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre.

El SENAMHI lideró y concluyó los trabajos de delimitación de la Cuenca Atmosférica. La delimitación de la Cuenca Atmosférica de la Z.M. de Lima-Callao se ha realizado en base al comportamiento de los flujos de viento locales y a las configuraciones topográficas, teniendo como límites la curva de nivel de 800 m.s.n.m y en la cuenca del Rímac la de 1000 m.s.n.m considerando el criterio de crecimiento poblacional hasta esa altitud.

En la Zona Metropolitana de Lima-Callao se ha identificado tres cuencas hidrográficas con sus respectivas microcuencas atmosféricas (ver **Figura 4.6** Cuenca Atmosférica Lima-Callao) siendo la Cuenca del Río Chillón de interés para el presente estudio.

Cuenca del Río Chillón

La Cuenca del río Chillón abarca los distritos de Ancón, Santa Rosa, Ventanilla, Puente Piedra, Carabaylo, Comas, zona norte-centro de San Martín de Porres, Los Olivos, Independencia y norte del distrito del Callao.

4.2.1 Temperatura

La temperatura media máxima en los meses de verano oscila entre 24.4° y 26.9°C y en los meses de invierno fluctúa de 18.7° a 20.0°C. Los valores más altos se presentan en el mes de febrero y los más bajos en el mes de agosto. Durante los meses de verano, la temperatura media mínima fluctúa de 18.1° a 19.8°C; en tanto que en los meses de invierno la temperatura media mínima varía de 14.8° a 15.6°C. (SENAMHI 2004)

Los valores más bajos se presentan en los meses de agosto y septiembre. Generalmente la temperatura mínima se presenta alrededor de la hora de salida del sol y la temperatura máxima después del mediodía. En la **Figura 4.7** se muestra el comportamiento de la temperatura.

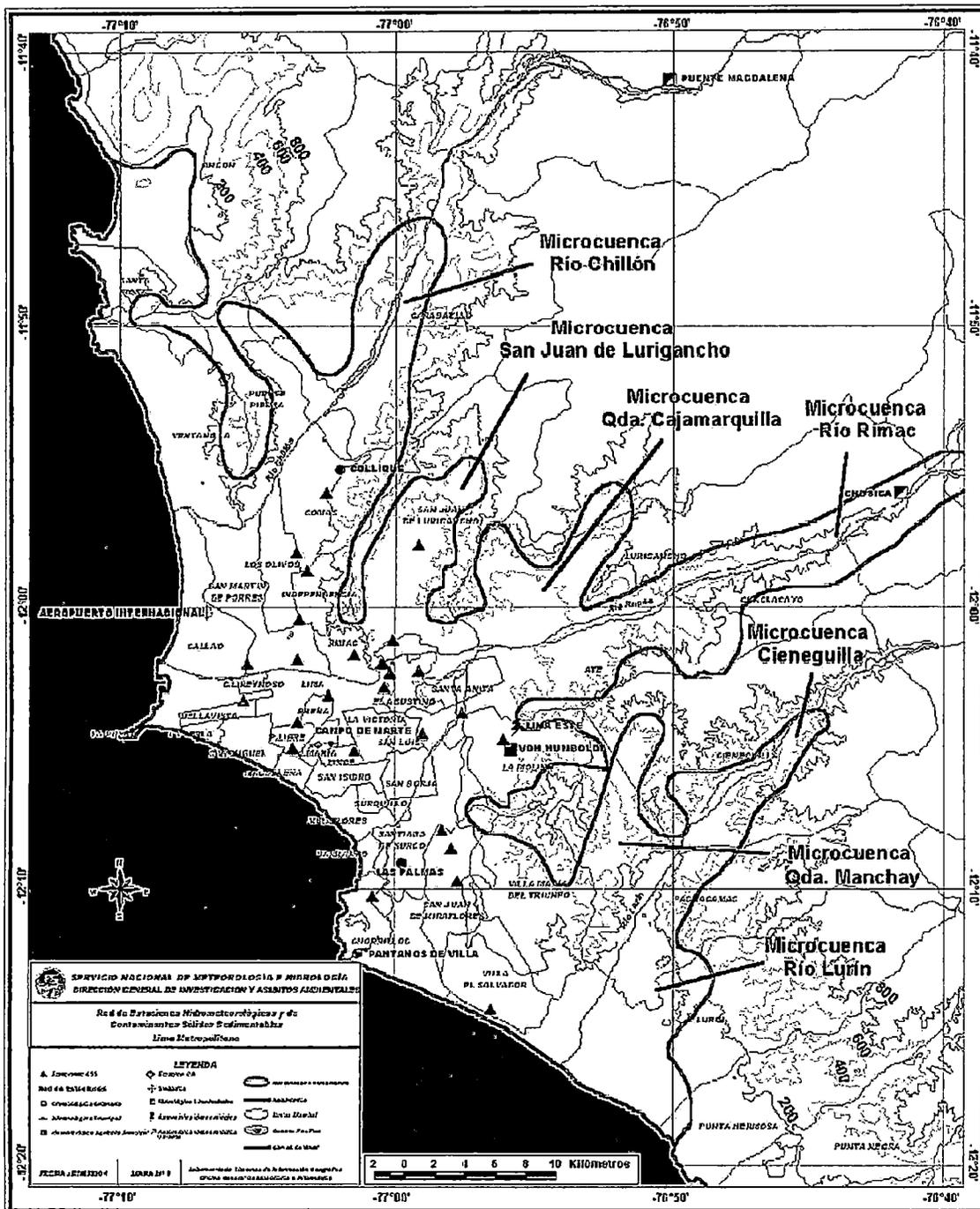


Figura 4.6 Cuenca Atmosférica Lima – Callao (SENAMHI 2004)

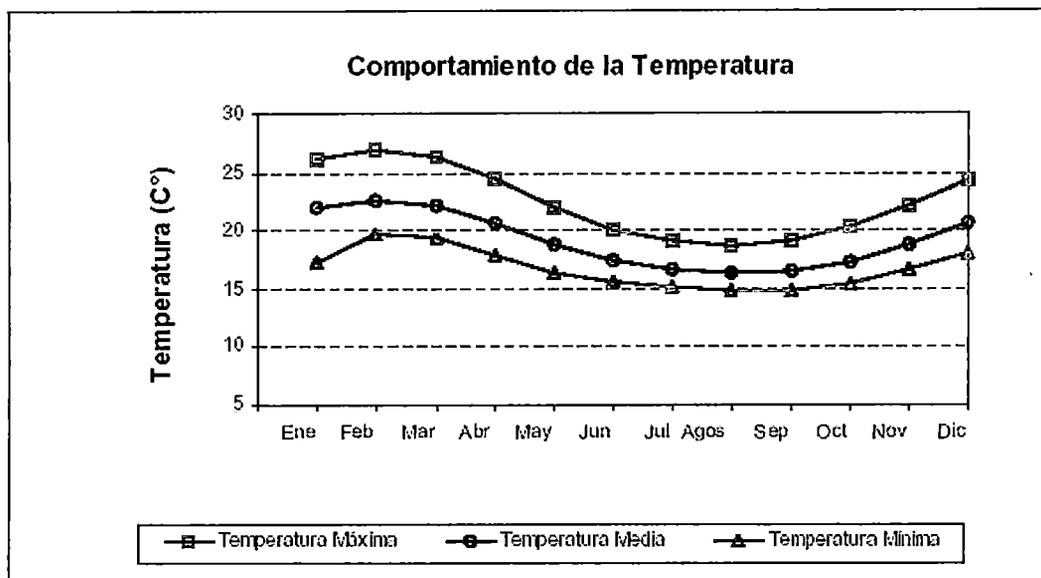


Figura 4.7 Comportamiento de las Temperatura Máximas, Mínimas y Promedios (SENAMHI 2004)

4.2.2 Precipitaciones Pluviales

En general, en las vertientes occidentales del departamento de Lima las **Precipitaciones Pluviales** inicia en el mes de septiembre y finaliza en el mes de abril del siguiente año; pero se concentra principalmente entre los meses de enero, febrero y marzo (verano). Kuroiwa (2002) presenta la distribución de la precipitación en la cuenca del río Rímac, que muestra que las lluvias alcanzan 10 mm/año en la árida costa, lo cual es muy similar en la cuenca baja del río Chillón.

En la cuenca baja del río Chillón, generalmente se registra precipitaciones trazas, vale decir, lluvias de 0.1 mm (litros/m²), las cuales son muy frecuentes y persistentes en los meses de la estación de otoño e invierno y mucho más acentuadas cuando ocurre el enfriamiento del mar. Estas se presentan cuando las nieblas se sobresaturan.

Cabe precisar que la ocurrencia de fenómenos inusuales como El Niño o La Niña, manifestados en gran intensidad durante 1997 y 1998, alteran los

principales elementos del clima, como son la precipitación pluvial y la temperatura ambiente.

Las escasas precipitaciones son casi exclusivamente invernales; aunque excepcionalmente, en algunos años ocurren precipitaciones aisladas en verano, en el que en un solo aguacero puede superarse al total que se registra a lo largo de los meses de invierno.

4.2.3 Humedad Relativa

El valor de la **Humedad Relativa**, indica el grado de “saturación” de humedad del aire atmosférico, el cual está fundamentalmente relacionado a la temperatura del aire, donde el valor próximo a 100% indica la presencia de nieblas, neblina, bruma e incluso llovizna.

Esta situación meteorológica es muy frecuente en el área, principalmente durante la estación de invierno debido a la configuración topográfica que facilita la entrada del aire húmedo procedente del mar además de confinarlos cuando el viento es ligero o moderado. En la zona de estudio este parámetro tiene sus valores más bajos durante los meses de verano (80 a 81%), mientras que los valores más altos se registran entre los meses de julio a septiembre (84 a 85%).

Cabe añadir que la variación de la humedad relativa en el transcurso del día es mayor durante el invierno y menor durante el verano.

4.2.4 Vientos

Los vientos en las regiones tropicales, a escala de valles y en niveles superficiales son generados por la diferencia de calentamiento de las superficies. A una mayor escala, como la zona costera, son predominantes los vientos Alisios (Sur Este), siendo modificados por la fisiografía de la localidad, así como por las circulaciones locales a menor escala. Así el viento en el área de interés es un elemento meteorológico constante en cuanto a la dirección; durante el día sigue la dirección del eje del río y en forma ascendente, aumentando la

velocidad a partir de mediodía, en tanto que en la noche la velocidad del viento disminuye considerablemente e incluso hay una gran predominancia de calmas.

De los registros meteorológicos, se tiene predominio de los vientos procedentes del SSE, con una velocidad media de entre 12 y 13 Km/h, o "Brisa débil", los que se intensifican entre Septiembre y Marzo.

Las calmas a las 07:00 horas están por encima del 50%, de Mayo a Agosto, disminuyendo en los otros meses. Estas variaciones en el año se deben a la diferencia entre las temperaturas del agua del océano y la del aire. Como se sabe, ésta se incrementa mucho más que aquélla en el verano, generando, por diferencia térmica, un mayor desplazamiento de masas de aire del mar hacia las costas, lo que no sucede en invierno porque la diferencia térmica disminuye, estabilizándose la atmósfera y aumentando las calmas.

A las 13:00 horas, los vientos más frecuentes provienen del Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste, con una intensidad de moderada a fuerte, intensidad ésta que es predominante para la dirección Sur. Esto ocurre tanto para los meses fríos como para los meses cálidos.

Para las 19:00 horas, aparte de la predominancia del viento de intensidad moderada y fuerte del Sur, aparece el viento del Sureste, notándose el efecto de continentalidad y de la zona urbana, que por diferencia térmica mueve masas de aire hacia el Océano, donde el aire está más liviano. Esto ocurre tanto para los meses fríos como para los meses más cálidos.

4.3 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En el Estudio que el CISMID realizó para el APESEG, identificó zonas geotécnicas que agrupan tipos de suelos con características similares, proponiendo un mapa de distribución de suelos, como se muestra en la **Figura 4.8** Plano Zonificación Geotécnica de distritos de Lima y Callao.

Las características geotécnicas del subsuelo del Sector de Puente Piedra, bajo la perspectiva que presenta la distribución de materiales y rangos de valores de parámetros geotécnicos, considera el horizonte más superficial del subsuelo, la cual conduce a una zonificación geotécnica indicativa de tipos de suelo, distribución espacial y parámetros geomecánicos promedio.

El estudio del CISMID describe las características de cada una de las zonas y los criterios seguidos para su subdivisión, siendo estas las indicadas en la **Figura 4.8**.

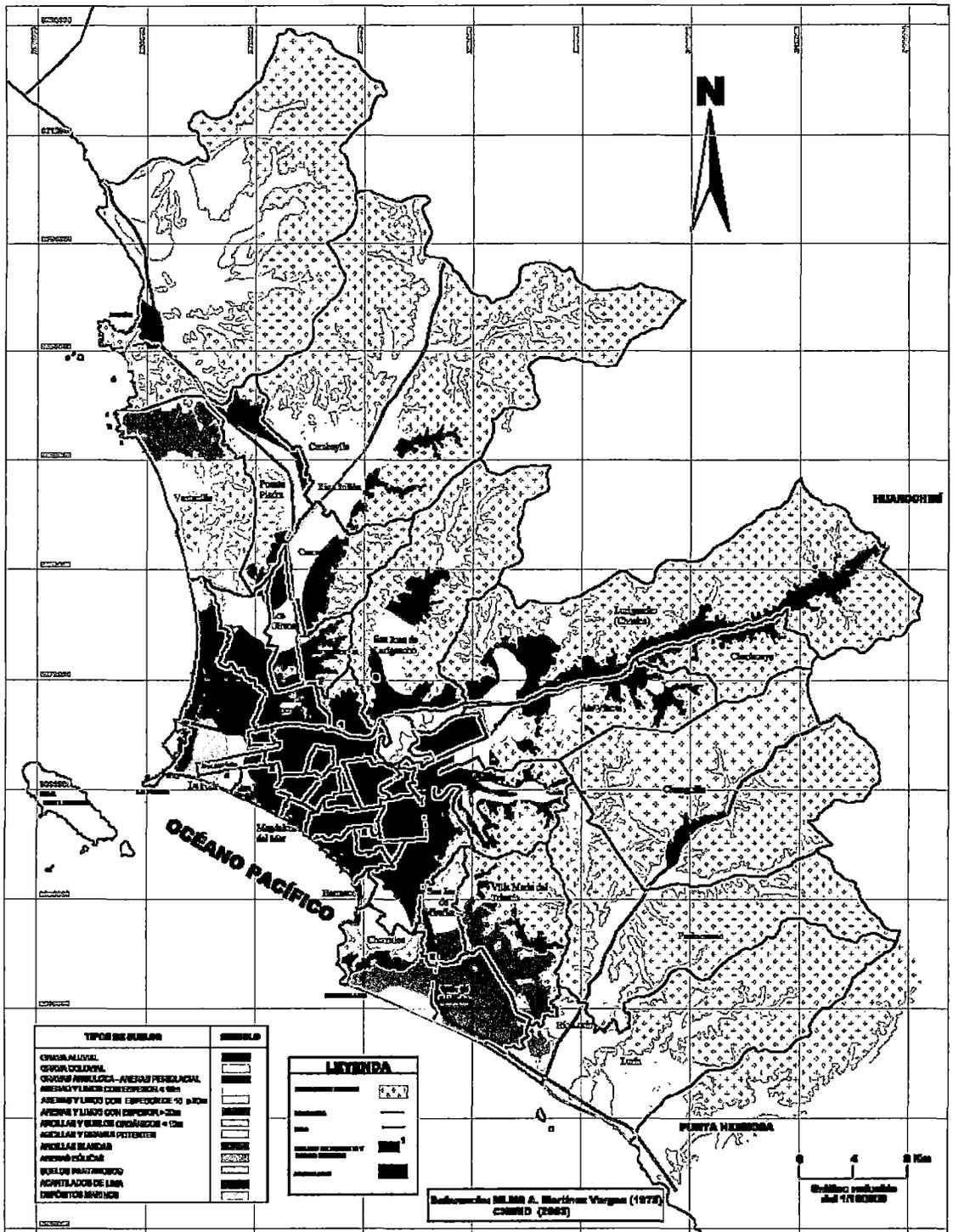


Figura 4.8 Plano Zonificación Geotécnica de Distritos de Lima y Callao (CISMID 2004)

4.3.1 Recopilación y Análisis de Información Disponible

Para fines de la caracterización geotécnica del Sector de Puente Piedra, se recopilaron y analizaron los datos de 195 perforaciones correspondientes a 07 estudios de suelos gentilmente suministrados por diversas instituciones; ellas se detallan en la **Tabla 4.1** y se localizan en la **Lámina 04**.

En el **Anexo 3** se presenta con mayor detalle la información correspondiente a cada perforación de cada estudio. La información de los estudios fue muy útil para caracterizar especialmente los primeros 03 metros del horizonte de suelo, que fue una ayuda valiosa en el transcurso del análisis.

Nº ESTUDIO	FUENTE	NOMBRE DEL PROYECTO	CLIENTE	FECHA	Nº MUESTRAS
E1	CCA Ing. Consultores	Mejoramiento Sanitario de las áreas marginales de Lima	Consortio Nippon Koei	Noviembre 2004	31
E2	Consortio LAHMEYER AGUA Y ENERGIA	Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento y Ampliación de los Sist. de Agua Potable y Alcantarillado	SEDAPAL	Noviembre 2002	21
E3	EDYPSA S.R.L.	Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento y Ampliación de los Sist. de Agua Potable y Desagües	SEDAPAL	Noviembre 1995	15
E4	HIDROENERGIA	Diseño Esquema de Alcantarillado del Dist. Puente Piedra	SEDAPAL	Febrero 1997	35
E5	BLASA	Estudio de Factibilidad Ramales Norte y Sur para Abastecimiento de Agua Potable	SEDAPAL	Octubre 1998	17
E6	CCA Ing. Consultores	Papelera Daniela	Azucena Gonzáles C.	Junio 2002	05
	CCA Ing. Consultores	Línea de Impulsión de Agua Potable "Copacabana"	SEDAPAL	Mayo 1999	05
	CCA Ing. Consultores	Planta Industrial	SYSTRAL PERU S.A.	Octubre 1997	04
	CCA Ing. Consultores	FOVIMAR	Marina de Guerra del Perú	Junio 2000	06
	CCA Ing. Consultores	Mejoramiento y ampliación agua potable y alcantarillado	SEDAPAL	Diciembre 1997	15
E7	Nestor Romero	Agencia Puente Piedra	Banco de la Nación	Mayo 2004	03
	UNI	Pavimentación de Calles A. V. Los Jardines de Shangrila		Diciembre 1996	30
	UNI	Viviendas AVITUNI		Octubre 1990	08

Tabla 4.1 Relación de Estudios

4.3.2 Exploración del Subsuelo y Ensayos de Laboratorio

Con los datos de los estudios de suelos se conformó una base de datos, empleando para su almacenamiento y manipulación una hoja de cálculo de Excel, cuya versión impresa se presenta en el **Anexo 3**

En los estudios de suelos consta información sobre los ensayos estándar de laboratorio que se realizaron siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América, siendo estos los siguientes:

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM-D-422)

El ensayo consistió en pasar la muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas, determinándose el contenido de gravas, arenas y finos.

Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216)

El ensayo consistió en determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

Gravedad Específica de los Sólidos (ASTM-D-854)

Este ensayo permite determinar el peso específico de las sustancias sólidas que son parte de los estratos presentes en el suelo excavado

Límites de Consistencia

El ensayo de Límites de Consistencia determina el Limite Líquido (ASTM-D-423) y Limite Plástico (ASTM-D-424)

Los ensayos realizados han permitido expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. La obtención de los límites líquido y límite plástico de una muestra de suelo permiten determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

4.3.3 Perfiles Geotécnicos Típicos

De acuerdo con el acápite 4.1, el subsuelo de la zona de Puente Piedra corresponde a una secuencia de depósitos cuaternarios de origen aluvial, conformado por arcillas, limos, arenas y gravas que se combinan en diferentes porcentajes para formar lentes y estratos heterogéneos de tipos y espesores de suelo.

Debido a esta naturaleza variable del depósito de material de suelo, es imposible conocer completamente todas sus características y por lo tanto es necesario simplificarlo e idealizarlo; ello se puede asimilar a lo que en la práctica convencional de la geotecnia se conoce como perfil promedio.

Esta idealización es aun mayor en el caso de una zonificación, ya que su objetivo no es servir para el diseño de una estructura particular, sino para el establecimiento de un comportamiento geotécnico general del suelo. Con este fin, para el caso de la zona de Puente Piedra se analizaron los estratos descritos para cada perforación en los informes de estudios disponibles. Este análisis, sin embargo, se limitó al horizonte de suelo más superficial, esto es los 2 primeros metros a 3 metros, ya que esas son las profundidades hasta donde se contó mayor información.

En las 195 perforaciones se lograron distinguir 70 perfiles diferentes, es decir secuencias iguales de estratos de suelo, sin considerar el espesor de los mismos. Estos estratos presentan una combinación de algunos o varios de los siguientes tipos de suelos (Clasificación Unificada de Suelos): CH, CL, MH, ML, CL-ML, SC, SM, SP, SC-SM, SP-SM, SW-SM, GC, GM, GP, GW, GP-GM y GW-GM.

Para tratar de clasificar en conjuntos semejantes los 70 perfiles identificados, se adoptó como un primer criterio de agrupación la Clasificación Unificada de Suelos y en segundo término la sucesión en profundidad de estratos de acuerdo

con esa clasificación. Bajo el primer criterio, los suelos se agruparon en las siguientes unidades:

- a) **Suelos de Alta Plasticidad (CH-MH)**: en este grupo se incluyeron todos aquellos suelos clasificados como CH, MH, CH-MH y MH-CH.
- b) **Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML)**: en este grupo quedaron comprendidos aquellos suelos clasificados como CL, ML y CL-ML
- c) **Arenas y suelos arenosos (SM)**: en este grupo se incluyeron los suelos clasificados como SC, SM, SC-SM, SP, SP-SM Y SW-SM.
- d) **Gravas y suelos gravosos (GP)**: en este grupo se incluyeron los suelos clasificados como GC, GM, GP, GW, GP-GM y GW-GM.

Bajo esta simbología se clasificaron las capas de suelo reportadas en las 195 perforaciones.

4.3.4 Zonificación Geotécnica

La zonificación geotécnica comprende la subdivisión del área de estudio en regiones características similares en cuanto a tipos de suelos y sus propiedades geomecánicas, lo que implica que en esas zonas se esperarían comportamientos mecánicos semejantes en una misma región, ante una misma sollicitación. Sin embargo, la naturaleza homogénea y anisotrópica que distingue a los depósitos de suelo, limitan de manera importante esa subdivisión y caracterización ya que la información que proviene de perforaciones, sondeos geofísicos, ensayos de campo y laboratorio son apenas una pequeña muestra de las condiciones reales del subsuelo.

Además, la ejecución de los trabajos de campo y de laboratorio alteran en algún grado las condiciones reales del suelo y en consecuencia siempre existe una alteración de sus propiedades y ambientes naturales que da lugar a cierta incertidumbre en la información geotécnica. Por ello, la zonificación geotécnica como la que aquí se propone, debe considerarse como una aproximación indicativa de unos tipos generales de suelos y unas propiedades geomecánicas promedio que pueden tener unos rangos de variación importantes, válida bien

para el análisis regional de la respuesta del suelo, o para el establecimiento de una reglamentación de diseño y construcción de obras.

4.3.4.1 Zonificación de Suelos

El depósito de suelo en la zona es variable, las características físicas que se pueden observar en superficie son relativamente homogéneas y dificultan la diferenciación de varios de los factores de análisis mencionados en la metodología general propuesta para la zonificación geotécnica del distrito de Puente Piedra.

Los sedimentos del río Chillón son más finos y las gravas son de origen volcánico. El material aluvial se hace más arcilloso conforme aumenta la profundidad. Existen depósitos eólicos en la margen derecha del río Chillón.

Ya en la zona de estudio y sus alrededores, la distribución de los tipos de suelos asignados es algo heterogénea tal como se observa en las **Láminas 05, 06 y 07**, los cuales muestran los tipos de suelos a determinada profundidad. En función a esta clasificación se definió las zonas a estudiar, sin embargo, aunque no hay una agrupación bien definida, se insinúan ciertas tendencias. Por ejemplo, los suelos arenosos (SM) predominan en la zona norte del distrito, los suelos de alta plasticidad (CH-MH) y baja plasticidad (CL-ML) predominan en la zona centro y los suelos gravosos (GP) predominan en la zona sur por estar cercanos al río Chillón.

De esta manera se confirmará que hay una variación importante de tipos y distribución espacial de suelos y que por lo tanto la zonificación geotécnica que se tratará más adelante no es más que una aproximación indicativa de ciertos tipos de suelos y comportamiento geomecánico general.

Dentro del área de estudio se definieron cuatro sectores que a continuación se describen:

ZONIFICACIÓN DE SUELOS A 1.00 m DE PROFUNDIDAD (Lámina 05)

SECTOR I:

Se encuentra asentado sobre depósitos eólicos provenientes de las diversas playas del litoral. Comprende del Km. 36+000 al Km. 34+500, de la carretera Panamericana Norte, en este tramo hay presencia predominante de Suelos Arenosos (**SM**), en ella se encuentran arenas limosas (SM) y arenas mal graduadas en matriz limosa (SP-SM) subyaciendo a arenas limosas.

Esta zona comprende en su totalidad la As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, As. Valle Hermoso, AH. Bella Aurora, Co. Hijos de Luya, Urb. Lomas de Zapallal, Urb. Zapallal, Co. Víctor Belaunde.

SECTOR II:

Se encuentra asentado en parte del cono deyeectivo del Río Chillón, depósitos que comprenden conglomerados conteniendo rocas volcánicas y arenas. Comprende del Km. 34+500 al Km. 29+500, de la carretera Panamericana Norte, este tramo presenta 4 tipos de suelo diferentes de los cuales los que predominan son: Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), Suelos Arenosos (**SM**), en menor proporción se encuentran los Suelos de Alta Plasticidad (**CH-MH**), Suelos Gravosos (**GP**). Comprende específicamente estratos superficiales de arena limosa (SM) y limo (ML).

Los Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML) se encuentran presentes en la As Los Portales de Puente Piedra, As. Las Viñas de Puente Piedra, As. Los Huertos de Copacabana, As. El Gramadal, C.P. Cercado de Puente Piedra, A.H. Jardines de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra, As. San Luis, Urb. Las Vegas y zonas aledañas.

Los Suelos Arenosos (SM) se encuentran presentes en la Urb. Las Torres de Zapallal, Co. Víctor Belaunde As. Los Portales de Puente Piedra, Urb. Copacabana, Urb. Los Huertos de Copacabana, Urb. Puente Piedra, Co. Fundo Victoria y zonas aledañas

Los Suelos de Alta Plasticidad (CH-MH), se encuentra presente en la As. El Gramadal y Urb. Puente Piedra.

SECTOR III:

Se encuentra asentado en parte del cono deyectivo del Río Chillón, depósitos que comprenden conglomerados conteniendo rocas volcánicas y arenas. Así mismo, hay presencia de depósitos fluvioaluvionales compuesto de material grueso. Comprende del Km. 29+500 al Km. 24+500, de la carretera Panamericana Norte, este tramo presenta 4 tipos de suelo diferentes de los cuales los que predominan son: Suelos Gravosos (**GP**) y Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), en menor proporción se encuentran los Suelos Arenosos (**SM**) y Suelos de Alta Plasticidad (**CH-MH**). Se puede diferenciar que el material es arena arcillosa (SC), conformada por coberturas superficiales de Limo (ML), debajo yacen lentes de arcilla (CL), las cuales sobreyacen a depósitos de gravas mal graduadas (GP) de textura redondeada con matriz de arena fina.

Los Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML), se encuentran presentes en la As. San Luis, As. Señor de la Soledad, As. La Floresta de Puente Piedra, Urb. Las Casuarinas del Norte, Urb. Villa Las Orquídeas y zonas aledañas.

Los Suelos Gravosos (GP), se encuentran en la Urb. Santa Bárbara, As. Los Girasoles, As. Villa Florida de Puente Piedra, Urb. San Juan, Urb. Shangrilla y zonas aledañas.

Los Suelos Arenosos (SM), se encuentran presentes en la Urb. Villa Las Orquídeas, Urb. Shangrilla y zonas aledañas.

Los Suelos de Alta Plasticidad (CH-MH), se encuentran presente en la As. Villa Florida de Puente Piedra.

SECTOR IV:

Se encuentra asentado sobre el cono deyectivo del Río Chillón, depósitos que comprenden conglomerados conteniendo rocas volcánicas y arenas. Así mismo, hay presencia de depósitos fluvioaluvionales compuesto de material grueso.

Comprende del Km. 24+500 hasta la planta de tratamiento existente; este tramo presenta 3 tipos de suelo diferentes y son: Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), Suelos Arenosos (**SM**) y Suelos Gravosos (**GP**). Se puede diferenciar que el material que predomina hasta la zona sur del área de estudio (Urb. San Diego de Vipol) esta conformada por coberturas superficiales de Limo (ML) y arena limosa (SM), de rellenos superficiales que sobreyacen a depósitos potentes de conglomerado, de gravas mal graduadas (GP) en matriz de arena fina a media y limos. Hay presencia de potentes estratos de gravas bien graduadas (GW).

Los Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML), se encuentran presentes en la As. Los Jardines de Shangrilla, Urb. Chillón, As. Los Huertos de Chillón y zonas aledañas.

Los Suelos Arenosos (SM), se encuentran presentes en la As. de Viv. Chillón, As. Los Jardines de Shangrilla, Co. La Ensenada y zonas aledañas.

Los Suelos Gravosos (GP), se encuentran en la Urb. Shangrilla, As. Las Haras de Chillón, As. Los Jardines de Shangrilla, As. Los Jardines de Chillón, Co. La Ensenada, Urb. Chillón, As. Los Huertos del Chillón. A.H. Nueva Esperanza; también presente en el distrito de San Martín de Porres, en la Urb. La Floresta de Pro, Urb. San Diego y zonas aledañas.

ZONIFICACIÓN DE SUELOS A 2.00 m DE PROFUNDIDAD (Lámina 06)

SECTOR I:

Se encuentran arenas limosas (SM) y arenas mal graduadas en matriz limosa (SP-SM) subyaciendo a arenas limosas.

Esta zona comprende la As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, As. Valle Hermoso, AH. Bella Aurora, Co. Hijos de Luya, Urb. Lomas de Zapallal, Urb. Zapallal, Co. Víctor Belaunde.

SECTOR II:

Se presenta 4 tipos de suelo de los cuales los que predominan son: Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), Suelos Arenosos (**SM**), en menor proporción se

encuentran los Suelos de Alta Plasticidad (**CH-MH**), Suelos Gravosos (**GP**). Comprende específicamente estratos superficiales de arena limosa (**SM**) y limo (**ML**) que sobreyacen a suelos cohesivos de estratos intercalados de arcilla (**CL**) y arcilla de alta plasticidad (**CH**), con acumulaciones de arena fina a media.

Los Suelos Arenosos (**SM**) se encuentran presentes en la Urb. Las Torres de Zapallal, Co. Víctor Belaunde As. Los Portales de Puente Piedra, As. Los Huertos de Copacabana y zonas aledañas

Los Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**) se encuentran presentes en la As Los Portales de Puente Piedra, As. Las Viñas de Puente Piedra, Urb. Copacabana, As. Los Huertos de Copacabana, As. El Gramadal, C.P. Cercado de Puente Piedra, A.H. Jardines de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra, As. San Luís, Urb. Las Vegas y zonas aledañas.

Los Suelos de Alta Plasticidad (**CH-MH**), se encuentra presente en el A.H. Jardines de Puente Piedra.

SECTOR III:

Presenta 3 tipos de suelo diferentes de los cuales los que predominan son: Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), Suelos Gravosos (**GP**) y Suelos Arenosos (**SM**). Se puede diferenciar que el material es arena arcillosa (**SC**), conformada por coberturas superficiales de Limo (**ML**), debajo yacen lentes de arcilla (**CL**), las cuales sobreyacen a depósitos de gravas mal graduadas (**GP**) de textura redondeada con matriz de arena fina.

Los Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), se encuentran presentes en la As. De Viv. Señor de los Milagros, As. San Luis, As. Señor de la Soledad, As. La Floresta de Puente Piedra, Urb. Las Casuarinas del Norte y zonas aledañas.

Los Suelos Gravosos (**GP**), se encuentran en la Urb. Santa Bárbara, As. Villa Florida de Puente Piedra, As. Los Girasoles, Urb. San Juan, Urb. Villa Las Orquídeas, Urb. Shangrilla y zonas aledañas.

Los Suelos Arenosos (SM), se encuentran presentes en la Urb. Santa Bárbara, Urb. Villa Las Orquídeas.

SECTOR IV:

Se presenta 2 tipos de suelo diferentes y son: Suelos Arenosos (**SM**) y Suelos Gravosos (**GP**). Se puede diferenciar que el material que predomina esta conformada por coberturas superficiales de Limo (ML) y arena limosa (SM), de rellenos superficiales que sobreyacen a depósitos potentes de conglomerado, de gravas mal graduadas (GP) en matriz de arena fina a media y limos. Hay presencia de potentes estratos de gravas bien graduadas (GW).

Los Suelos Arenosos (SM), se encuentran presentes en la As. de Viv. Chillón.

Los Suelos Gravosos (GP), se encuentran en la As. De Viv. Chillón, As. El Haras de Chillón, As. Los Jardines de Shangrilla, As. Los Jardines de Chillón, Co. La ensenada, Urb. Chillón, As. Los Huertos del Chillón. A.H. Nueva Esperanza; también presente en el distrito de San Martín de Porres, en la Urb. La Floresta de Pro y Urb. San Diego.

ZONIFICACIÓN DE SUELOS A 3.00 m DE PROFUNDIDAD (Lámina 07)

SECTOR I:

Hay presencia predominante de Suelos Arenosos (**SM**), en ella se encuentran arenas limosas (SM) y arenas mal graduadas en matriz limosa (SP-SM) subyaciendo a arenas limosas.

Esta zona comprende en su totalidad la As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, As. Valle Hermoso, AH. Bella Aurora, Co. Hijos de Luya, Urb. Lomas de Zapallal, Urb. Zapallal, Co. Víctor Belaunde.

SECTOR II:

Presenta 4 tipos de suelo diferentes: Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), Suelos Arenosos (**SM**), Suelos de Alta Plasticidad (**CH-MH**), Suelos Gravosos (**GP**).

Los Suelos Arenosos (SM) se encuentran presentes en la As. Los Portales de Puente Piedra, Urb. Copacabana, As. Los Huertos de Copacabana, Co. Fundo Victoria y zonas aledañas

Los Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML) se encuentran presentes en la As. El Gramadal, As. Las Viñas de Puente Piedra, C.P. Cercado de Puente Piedra, A.H. Jardines de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra, Urb. Las Vegas, As. San Luis y zonas aledañas.

Los Suelos de Alta Plasticidad (CH-MH), se encuentran presentes en la Urb. Puente Piedra.

SECTOR III:

Presenta 3 tipos de suelo diferentes: Suelos de Baja Plasticidad (**CL-ML**), Suelos Gravosos (**GP**) y Suelos Arenosos (**SM**).

Los Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML), se encuentran presentes en la As. San Luis, As. Señor de la Soledad, As. La Floresta de Puente Piedra, Urb. Las Casuarinas del Norte, As. Villa Florida de Puente Piedra y Urb. Villa Las Orquídeas y zonas aledañas.

Los Suelos Gravosos (GP), se encuentran en la As. Señor de los Milagros, As. Los Girasoles, también presente en la As. La Floresta de Puente Piedra, As. Villa Florida de Puente Piedra, Urb. San Juan, Urb. Shangrilla y zonas aledañas.

Los Suelos Arenosos (SM), se encuentran presentes en la Urb. Las Casuarinas del Norte, Urb. San Bárbara, Urb. Villa Las Orquídeas y zonas aledañas.

SECTOR IV:

Presenta de manera predominante Suelos Gravosos (**GP**), depósitos potentes de conglomerado, de gravas mal graduadas (GP) en matriz de arena fina a media y limos. Hay presencia de potentes estratos de gravas bien graduadas (GW).

Los Suelos Gravosos (GP), se encuentran en la As. de Viv. Chillón, As. El Haras de Chillón, As. Los Jardines de Shangrilla, As. Los Jardines de Chillón, Co. La ensenada, Urb. Chillón, As. Los Huertos del Chillón. A.H. Nueva Esperanza; también presente en el distrito de San Martín de Porres, en la Urb. La Floresta de Pro y Urb. San Diego.

4.3.4.2 Zona de Acuífero Superficial

La zona de acuífero superficial comprende del Km. 27+000 a Km. 26+500, donde se ha detectado, según los ensayos realizados, que el nivel freático varía de 0.65 a 0.70 m. de profundidad respecto al nivel de terreno.

El tramo comprendido entre el Km. 25+500 a Km. 24+500, la capa de acuífero superficial se presenta a mayor profundidad y varían de 2.05 m. a 2.10 m. respecto al nivel del terreno.

A 1,580 m. de distancia aproximada del puente Chillón en la margen derecha, y a 500 m. de la Urb. San Diego de Vipol, el nivel freático varía entre 1.70 m. y 1.80 m. de profundidad, respecto al nivel de superficie del terreno.

4.3.5 Capacidad Portante de Suelos

El objetivo del presente ítem es desarrollar el cálculo de la capacidad portante de los suelos del área de Estudio, con base a la información colectada anteriormente y al criterio ingenieril, común en este tipo de análisis.

Método de Terzaghi

Varios métodos de cálculo de la capacidad portante del suelo fueron desarrollados en la primera mitad del siglo XX, pero el primero que alcanzó la aceptación general fue el de Terzaghi (1943). Este método considera lo siguiente:

- La profundidad de la zapata es menor o igual que su ancho ($D \leq B$).

- La base de la zapata es lo suficientemente rugosa para que no ocurra deslizamiento entre la zapata y el suelo.
- El suelo bajo la zapata es una masa semi-infinita homogénea (el suelo se extiende hasta una gran distancia bajo la zapata y sus propiedades son uniformes).
- La resistencia al corte del suelo es descrita por la fórmula $\tau = c + \sigma' \tan \phi$
- El modo de falla por corte general gobierna.
- No ocurre consolidación en el suelo (el asentamiento de la zapata se debe únicamente al corte y al movimiento lateral del suelo).
- La zapata es muy rígida en comparación con el suelo.

Terzaghi desarrolló su teoría para zapatas continuas. Este es el caso más simple pues es un problema bidimensional. Terzaghi extendió su teoría a zapatas cuadradas y circulares mediante la adición de coeficientes empíricos.

Para zapatas continuas:

$$q'_{\mu} = cN_c + \gamma D N_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma}$$

Donde:

q'_{μ} = Capacidad portante última neta.

C = Cohesión del suelo (usar $c = s_u$ cuando se analizan condiciones no drenadas)

γ = Peso unitario del suelo.

D = Profundidad de la zapata bajo la superficie del terreno.

B = Ancho (o diámetro) de la zapata.

N_c, N_q, N_{γ} = Factores de capacidad portante = $f(\phi)$

(Usar $\phi = 0$ cuando se analizan condiciones no drenadas)

Los factores de capacidad portante de Terzaghi son:

$$N_q = \frac{a_{\phi}^2}{2 \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$\alpha_{\phi} = e^{\pi(0.75-\phi/360) \tan \phi}$$

$$N_c = 5.7 \quad \text{para } \phi = 0$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi} \quad \text{para } \phi > 0$$

$$N_{\gamma} = \frac{\tan \phi}{2} \left[\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right] \quad \dots\dots\dots (i)$$

Estos factores de capacidad portante también se presentan en la **Tabla 4.2**

Terzaghi no definió claramente la función matemática para K_{py} ; más bien proporcionó gráficos de N_c , N_q y N_{γ} como una función de ϕ . Asimismo se puede usar la siguiente fórmula para el cálculo de N_{γ} semejante a la Ec. i:

$$N_{\gamma} = \frac{2(N_q + 1) \tan \phi}{1 + 0.4 \text{sen}(4\phi)} \quad \dots\dots\dots (ii)$$

La Ecuación ii fue desarrollada por ajuste a una curva que armoniza con la de Terzaghi. Esta produce valores de N_{γ} dentro del 10% de los obtenidos por Terzaghi. Alternativamente, Kumbhujkar (1993) proporcionó una fórmula para N_{γ} más precisa pero más compleja.

El método de Terzaghi es muy usado, principalmente por su simplicidad. Sin embargo, no considera casos especiales tales como: zapatas rectangulares, cargas inclinadas, etc. Muchos investigadores han extendido el trabajo de Terzaghi; algunos de ellos han desarrollado soluciones más generales mientras que otros se han concentrado en casos particulares. La mayoría de ellos también son más exactos.

Efectos de la Napa Freática

Prescindiendo del método usado para calcular la capacidad portante última, también debemos considerar la posible influencia de un nivel freático superficial. Aunque es habitual desarrollar el análisis de la capacidad portante usando la resistencia saturada del suelo (para obtener los valores más desfavorables de c y ϕ), un nivel freático superficial rebajará aún más la resistencia del suelo. Esta pérdida adicional es el resultado de las presiones de agua en los poros y la correspondiente reducción en el esfuerzo efectivo.

Cuando se exploran las condiciones del subsuelo, se debe determinar la ubicación habitual del nivel freático y la ubicación más desfavorable (la más elevada) que razonablemente podría esperarse durante la vida de la estructura propuesta. La profundidad desde la superficie del terreno al nivel freático es D_w . Si $D_w < B + D$, el nivel freático afectará la capacidad portante porque se reduce el esfuerzo efectivo en la zona de corte (Meyerhof, 1955). En suelos con $\phi > 0$, esta reducción causa una disminución de la resistencia del suelo.

Las condiciones del nivel freático pueden dividirse en 3 casos que se indican a continuación y se muestran en la **Figura 4.9**:

- Caso 1: $D_w \leq D$
- Caso 2: $D < D_w < D + B$
- Caso 3: $D + B \leq D_w$

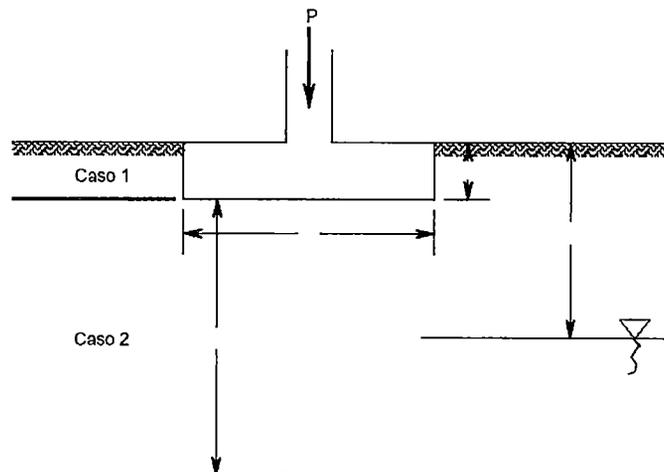


Figura 4.9 Condiciones del Nivel Freático

$\phi(^{\circ})$	TERZAGHI		
	Nc	Nq	Ny
0	5.7	1.0	0.0
1	6.0	1.1	0.1
2	6.3	1.2	0.1
3	6.6	1.3	0.2
4	7.0	1.5	0.3
5	7.3	1.6	0.4
6	7.7	1.8	0.5
7	8.2	2.0	0.6
8	8.6	2.2	0.7
9	9.1	2.4	0.9
10	9.6	2.7	1.0
11	10.2	3.0	1.2
12	10.8	3.3	1.4
13	11.4	3.6	1.6
14	12.1	4.0	1.9
15	12.9	4.4	2.2
16	13.7	4.9	2.5
17	14.6	5.5	2.9
18	15.5	6.0	3.3
19	16.6	6.7	3.8
20	17.7	7.4	4.4
21	18.9	8.3	5.1
22	20.3	9.2	5.9
23	21.7	10.2	6.8
24	23.4	11.4	7.9
25	25.1	12.7	9.2
26	27.1	14.2	10.7
27	29.2	15.9	12.5
28	31.6	17.8	14.6
29	34.2	20.0	17.1
30	37.2	22.5	20.1
31	40.4	25.3	23.7
32	44.0	28.5	28.0
33	48.1	32.2	33.3
34	52.6	36.5	39.6
35	57.8	41.4	47.3
36	63.5	47.2	56.7
37	70.1	53.8	68.1
38	77.5	61.5	82.3
39	86.0	70.6	99.8
40	95.7	81.3	121.5

Tabla 4.2 Factores de Capacidad Portante

Para el análisis de la cimentación en las diferentes calicatas de los estudios de suelo se considero adoptar la fundación superficial del tipo cimentación continua, siendo los datos generales:

Ancho de Cimentación:	1.2 m.
Profundidad plano de cimentación:	1.0 m.
Inclinación plano de cimentación:	0.0°
Inclinación talud:	0.0°
Factor de seguridad:	3.0

En la **Tabla 4.3** se muestran resultados de los ensayos de Capacidad Portante que se realizaron, obtenidos de todas las muestras ensayadas en los estudios a los cuales se tuvo acceso.

SECTOR	CALICATA	B m	D m	W %	Den. Nat. gr/cm3	C Kg/cm2	φ °	Qad (kg/cm2)
SECTOR I	E4P1	1.20	1.00	0.90	1.39	0.00	32	2.35
	E4P5	1.20	1.00	1.00	1.40	0.00	26	1.08
	E8P4					0.00	30	
SECTOR II	E1P10	3.00	7.00			0.00	31	4.50
	E1P15	3.00	7.00		0.80	0.15	22	1.20
	E1P9	3.00	6.00		1.75	0.00	33	5.00
	E4P10	1.20	1.00	29.70	1.43	0.10	26	1.70
	E4P11	1.20	1.00	22.60	1.44	0.00	25	0.98
	E4P6	1.20	1.00	20.40	1.44	0.00	13	0.51
	E4P9	1.20	1.00	41.60	1.16	0.10	21	0.90
	E6P12	1.20	1.00	23.60	1.48	0.22	22.29	1.20
	E7P1	0.85	1.20	7.81	1.74	0.10	28°37'	0.91
	E7P35	0.80	1.20	20.40	1.42	0.05	28	1.00
	E7P38	0.80	1.20	6.40	1.42	0.05	28	1.00
	E7P41	0.80	1.20	15.90	2.40	0.05	28	1.00
	E8P1					0.35	11	
E8P7	1.20	1.00	16.20	1.90	0.08	32	0.90	
SECTOR III	E4P15	1.20	1.00	9.40	1.42	0.00	20.5	0.56
	E6P1	1.50	2.00			0.15	28	2.10
	E6P3	1.50	2.00			0.15	28	2.10
	E6P4	1.50	2.00			0.15	28	2.10
	E6P5	1.50	2.00			0.15	28	2.10
	E8P6	1.20	1.00	3.00		0.00	30	1.97
SECTOR IV	E8P3	1.20	1.00	0.00	1.72	0.00	34	3.83

Tabla 4.3 Ensayos de Capacidad Portante

4.3.6 Amplificación Sísmica Local

De acuerdo al mapa de zonificación sísmica de suelos realizado por el CISMID para el APESEG, se ha identificado 3 zonas de amplificación sísmica para el área de estudio, considerándose las siguientes:

Zona de Amplificación Sísmica Baja

Está conformada por los afloramientos rocosos, los depósitos fluviales recientes que conforman el cono deyectivo del río Chillón y los estratos de grava coluvial de los pies de las laderas que se encuentran a nivel superficial o cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor, nivel freático por debajo de los 70 m, presenta periodos de vibración natural que varían entre 0.1 y 0.3 s, la capacidad de carga en esta zona, analizada para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 4.3, varía desde 2.10 Kg/cm² hasta 4.50 Kg/cm², es un suelo rígido, no se esperan amplificaciones importantes en períodos intermedios y largos, está comprendida mayormente por los sectores geotécnicos I y IV.

Ésta comprende, por el norte: la As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, As. Valle Hermoso, A.H. Bella Aurora, Co. Hijos de Luya, Urb. Lomas de Zapallal, Urb. El Dorado; por el oeste: Co. Víctor Belaunde y afloramientos rocosos; por el este: As. Villa Florida, Urb. Villa Las Orquideas, Urb. Shangrilla, además se encuentran en la As. Chillón, Co. La Ensenada, As. Los Jardines de Chillón, Urb. Chillón, As. Los Huertos del Chillón. A.H. Nueva Esperanza; también presente en el distrito de San Martín de Porres, en la Urb. La Floresta de Pro y Urb. San Diego.

Zona de Amplificación Sísmica Media

Está conformada por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos o areno-limoso, subyaciendo a estos estratos se encuentra la grava aluvial o grava coluvial. Presenta periodos predominantes entre 0.3 y 0.5 s, las capacidades de carga, analizada para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 4.3, varían desde 1.20 a 1.97 Kg/cm², suelo medianamente rígido, se esperan amplificaciones moderadas en períodos bajos e intermedios, está comprendida por el sector geotécnico denominado III.

Comprende los terrenos de la As. Los Portales de Puente Piedra, As. Las Viñas de Puente Piedra, A.H. Jardines de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra, As. San Luís, Urb. Las Vegas, asimismo, Señor de la Soledad, As. La Floresta de Puente Piedra, Urb. Las Casuarinas del Norte.

Zona de Amplificación Sísmica Alta

Está conformada por depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor. Presenta periodos predominantes que varían entre 0.5 y 0.7 s, comportamiento de suelo blando, con amplificaciones importantes en períodos intermedios y largos, capacidad de carga del orden de 0.9 a 1.0 Kg/cm², analizada para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 4.3, está comprendida geotécnicamente por el sector II.

Está comprendida por los terrenos de la Urb. Los Huertos de Copacabana, As. Las Viñas de Puente Piedra, asimismo, la As. El Gramadal, C.P. Cercado de Puente Piedra, A.H. Jardines de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra.

4.3.7 Contenido de Sales Totales y Sulfatos de los Suelos

A continuación, se muestran resultados de los ensayos de sales solubles y sulfatos obtenidos en laboratorio de todas las muestras ensayadas en los estudios a los que se tuvo acceso durante la recopilación (Ver **Tabla 4.4**).

La evaluación se hizo de acuerdo a recomendaciones del ACI Comité 201 2R-1982. (Ver **Tabla 4.5**)

ANÁLISIS QUÍMICOS							
SECTOR	CALICATA	SULFATOS		CLORUROS		SALES SOLUBLES	
		%	PPM	%	PPM	%	PPM
SECTOR I	E4P1	0.2600	2,600.00	1.0779	10,779.00	2.8200	28,200.00
	E4P2	0.3800	3,800.00	2.5709	25,708.50	4.5300	45,300.00
	E5P13	0.0066	66.00	0.0033	33.00	0.0030	30.00
	E5P14	NP	NP	0.0128	128.00	0.0600	600.00
	E5P15	0.0247	247.00	0.0252	252.00	0.1000	1,000.00
	E5P16	0.0433	433.00	0.0118	118.00	0.0080	80.00
	E5P17	NP	NP	0.0358	358.00	0.1600	1,600.00
SECTOR II	E3P3	0.2547	2,547.00	0.0226	226.00	0.3964	3,964.00
	E3P8	0.0095	95.00	0.0023	23.00	0.0186	186.00
	E4P8	0.1921	1,921.20	0.1170	1,170.18	0.7000	7,000.00
	E5P10	0.0651	651.00	0.0010	10.00	0.1600	1,600.00
	E5P11	0.0559	559.00	0.0047	47.00	0.1100	1,100.00
	E5P12	0.2541	2,541.00	0.0059	59.00	0.4600	4,600.00
	E6P11	0.0240	240.15	0.0085	85.10	0.1050	1,050.00
	E6P13	0.0480	480.30	0.0163	163.12	0.1720	1,720.00
	E6P23	0.1440	1,440.00	0.0103	102.84	0.3960	3,960.00
SECTOR III	E3P2	0.0623	623.00	0.0067	67.00	0.1189	1,189.00
	E3P11	0.1406	1,406.00	0.0358	358.00	0.2898	2,898.00
	E4P23	0.0768	768.48	0.0227	226.94	0.2400	2,400.00
	E5P1	0.0170	170.00	0.0019	19.00	0.0200	200.00
	E5P2	0.1353	1,353.00	0.0038	38.00	0.2200	2,200.00
	E5P4	0.0087	87.00	0.0027	27.00	0.0800	800.00
	E5P6	0.1411	1,411.00	NP	NP	0.1500	1,500.00
	E5P7	0.1710	1,710.00	0.0196	196.00	0.2600	2,600.00
	E5P8	NP	NP	NP	NP	0.0800	800.00
	E5P9	NP	NP	0.0007	7.00	0.1400	1,400.00
	E6P2	0.1381	1,380.60	0.2100	2,100.00	1.1970	11,970.00
	E6P29	0.0816	816.21	0.0111	110.64	0.2400	2,400.00
SECTOR IV	E3P14	0.0321	321.00	0.0036	36.00	0.0545	545.00
	E4P27	0.0038	38.42	0.0067	67.37	0.0640	640.00
	E4P35	0.0048	48.03	0.0267	266.66	0.1200	1,200.00

	SO4	Cl	SST
LEVE			
MODERADO			
SEVERO			
PERJUDICIAL			

Tabla 4.4 Ensayos de Análisis Químicos

PRESENCIA EN EL SUELO DE	PPM	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIONES
Sulfatos	0 – 1000 1000 – 2000 2000 – 20000 > 20000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
Sales Soluble Totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

Fuente: Report ACI Comité 201 2R- "Guide to Durable Concrete"- 1982

Tabla 4.5 Elementos químicos nocivos para la cimentación

En el **SECTOR I**, compuesta por suelos arenosos SM se tiene valores máximos de 2.82% y 4.53% de sales solubles, 0.26% y 0.38% de sulfatos y 1.0779% y 2.5709% de cloruros obtenidas en las calicatas ubicadas en la Urb. Zapallal, y valores mínimos de 0.0030% de sales solubles, 0.0033% de cloruros y 0.0066% en peso de sulfatos, obtenida en la calicata ubicada en el A.H. Bella Aurora. El tipo de exposición a los sulfatos es SEVERA, por lo que deberá tomarse las medidas del caso a fin de no dañar las cimentaciones.

En el **SECTOR II**, compuesta por Suelos Arenosos (SM), Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML), Suelos de Alta Plasticidad (CH-MH), y Suelos Gravosos (GP), se tienen valores máximos de 0.7% de sales solubles, 0.117% de cloruros y 0.2547% en peso de sulfatos obtenidas en las calicatas ubicadas en el As. El Gramadal, y valores mínimos de 0.0186% de sales solubles, 0.0023% de cloruros y 0.0095% en peso de sulfatos, obtenida en la calicata ubicada en el As. Los Portales de Puente Piedra. El tipo de exposición a los sulfatos es SEVERA en la zona determinada.

En el **SECTOR III**, compuesta por Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML), Suelos Gravosos (GP), y Suelos Arenosos (SM) en mayor proporción, se tiene valores máximos de 1.197% de sales solubles, 0.21% de cloruros y 0.1710% en peso de sulfatos obtenidas en las calicatas ubicadas en la As. Villa Florida de Puente Piedra, y valores mínimos de 0.02% de sales solubles, 0.0019% de cloruros y

0.087% en peso de sulfato obtenidas en las calicatas ubicadas el Urb. San Juan. El tipo de exposición a los sulfatos es DESPRECIABLE.

En el **SECTOR IV**, compuesta por Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML), Suelos Arenosos (SM) y Suelos Gravosos (GP), se tiene valores máximos de 0.12% de sales solubles, 0.0267% de cloruros y 0.0321 en peso de sulfato, y valores mínimos de 0.0545% de sales solubles, 0.0036% de cloruros y 0.0038% en peso de sulfatos ubicados en calicatas ubicadas en la Co. La Ensenada y en la Urb. San Diego. El tipo de exposición a los sulfatos es DESPRECIABLE.

De la información presentada se desprende que en términos generales los suelos del área norte del Distrito tienen un alto contenido de sulfatos, que es perjudicial al concreto de las estructuras de cimentación, además, cabe la posibilidad de que se produzca pérdidas de resistencia mecánica en los suelos por lixiviación al contener sales solubles superior a 15,000 ppm. En el área sur del distrito el contenido de sulfatos es bajo, así como el contenido de cloruros y sales totales.

4.3.8 Profundidad de la Napa Freática

Isoprofundidad de la Napa

Con las mediciones de profundidad del nivel del agua en reposo referido a la superficie del suelo, se ha elaborado la carta de isoprofundidad de la napa para el mismo periodo donde se aprecia que la profundidad a que se encuentra el agua subterránea aumenta de Sur a Norte y de Oeste a Este, las mayores profundidades se presentan en la margen derecha del valle, mientras que a la margen izquierda las profundidades varían de 5 a 15 m. Esta profundidad influenciada por la topografía del sector.

El espesor del acuífero conocido a través de pozos perforados es 110 m. Mayor detalle de los pozos perforados se puede apreciar en el **Anexo 3** donde se muestra las características de cada uno de los pozos que actualmente se explotan en el área de estudio.

Evolución de la Napa

Esta napa se encuentra sometida a una intensa explotación. El Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, a través de la Dirección General de Aguas Subterráneas muestra las características técnicas, mediciones y volúmenes de explotación de los pozos ubicados en la zona de estudio (**Anexo 3**), en este informe se indica que en el Sector de Puente Piedra existe un total de 383 pozos entre tubulares, tajo abierto y mixtos que son explotados. El bombeo discriminado de la napa ha provocado un descenso en el nivel freático en el área de Zapallal.

En el cuadro se presenta la evolución del nivel del agua subterránea, para el periodo 1995 – 2002 en los pozos SEDAPAL 557 y 556. Se puede observar que en estos últimos años existe un ascenso significativo del nivel de la napa de 3 a 4m aproximadamente.

POZO 557		POZO 556	
FECHA	PROF. NIVEL DE AGUA (m)	FECHA	PROF. NIVEL DE AGUA (m)
07 Dic. 1995	22.25	07 Dic. 1995	15.40
17 Jun. 1996	18.00	17 Jun. 1996	11.30
12 Nov. 1997	18.40	26 Feb. 1997	13.00
01 Jun. 1998	17.10	01 Ago. 1998	15.10
21 Jun. 1999	15.00	13 Oct. 1999	14.65
07 Jun. 2000	18.60	07 Jun. 2000	21.30
17 Ago. 2001	16.50	17 Ago. 2001	10.20
16 May. 2002	17.50	15 Abr. 2002	11.80

Fuente: SEDAPAL 2004

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DE PELIGROS

La Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID) y el Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de la OEA clasifican los fenómenos naturales potencialmente peligrosos en seis grupos:

- Sísmicos (ruptura de fallas, sacudimientos del terreno, licuefacción, tsunamis).
- Hidrológicos (inundaciones, desertificación, salinización, sequía, erosión y sedimentación, oleajes y marejadas).
- Atmosféricos (tempestades de granizo, heladas, vientos huracanados, rayos, tempestades).
- Hidrogeológicos (avalanchas por derrubios, aludes, aluviones o huaycos, deslizamientos de tierra, caída de rocas, hundimiento).
- Volcánicos (cenizas, gases, flujos de lava y de lodo proyectiles y explosiones laterales).
- Incendios. Difusión de plagas, pérdida de biodiversidad.

Otros riesgos naturales que afectan al territorio peruano son el fenómeno de El Niño, las intensas lluvias estacionales que suelen azotar la sierra y desencadenar una variedad de riesgos, conjugados con la acción antrópica (mal manejo del suelo), así como los terremotos y tsunamis, provocan desastres de magnitud por la vulnerabilidad creciente de nuestra sociedad urbana.

5.1 FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO - GEOTECNICO

El territorio peruano se ubica en una de las regiones de más alta sismicidad y dentro del Perú destaca la región costera, por hallarse frente a la zona de subducción de la placa oceánica de Nazca, que se hunde por debajo de la placa continental sudamericana.

A lo largo de casi 450 años, Lima ha sufrido 17 movimientos telúricos con intensidades comprendidas entre 7 a 9 grados en la Escala Modificada de Mercalli. Sin embargo, en los últimos años existe una notoria “calma sísmica” que se prolonga desde 1974, año en que el departamento de Lima sufrió un fuerte terremoto. Este último evento ocurrió después de que en los años 1966 y 1970, la zona central del país fuera afectada por dos grandes movimientos sísmicos.

5.1.1 Fenómenos de Origen Geológico

Los Fenómenos de Origen Geológico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en el área de estudio, son los siguientes:

Fenómeno Sísmico

La naturaleza sísmica del territorio impone consideraciones prácticas para toda actividad. Respecto a las obras civiles del área de Estudio, cabe indicar que la mayoría de formaciones rocosas del substrato son altamente competentes, y poco susceptibles de sufrir deformación por las ondas sísmicas, como el caso de los numerosos cuerpos intrusivos y subvolcánicos.

Sismos fuertes pueden dañar la fundación de las estructuras mediante rupturas y o asentamientos diferenciales.

Los movimientos telúricos constituyen el agente catalizador en los procesos de desestabilización de taludes, y riesgo de destrucción de las áreas urbanas. Por ejemplo la ocurrencia de sismos puede provocar los siguientes cambios físicos en la consistencia de los suelos:

- Licuefacción. Proceso por el cual los suelos arenosos de origen eólico y suelos limo arenosos influenciados por el nivel freático pueden cambiar su consistencia a líquidos viscosos y provocar asentamientos o desplazamientos laterales.
- Amplificación. Por rebote de ondas de un medio más denso a otro menos denso, se puede amplificar las ondas sísmicas y provocar mayor daño a las estructuras que se fundan en ella.

También los sismos extremos de gran magnitud, pueden provocar la formación de “tsunamis”, pero que cuya acción no alcanzaría al área de Estudio por su ubicación con relación al nivel del mar.

De acuerdo a la historia de las catástrofes sísmicas registradas en el territorio de Lima los sectores de suelos eólicos y suelos finos licuefactables, ubicados en Lurín, Chorrillos, La Molina, Canto Grande, el Callao, Ventanilla, etc, tienen mayores probabilidades de sufrir daños.

Los estudios de sismicidad realizados en el área de estudio pronostican que, la susceptibilidad de ocurrencia de sismos para esta región es alta. Para el tramo de la costa comprendido entre Ancón y Lurín, las Aceleraciones Máximas (g) para un periodo de retorno de 475 años varía entre 0,44 g y 0,45 g; en tanto que las Aceleraciones Efectivas varían entre 0,33 g y 0,34 g. La Aceleración para el análisis pseudo-estático varía entre 0,22 g. a 0,23 g.

5.1.2 Fenómenos de Origen Geotécnico

Los Fenómenos de Origen Geotécnico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en el área de estudio, son los siguientes:

Falla por Corte

Se producen en el suelo de cimentación cuyas condiciones geotécnicas iniciales se alteran debido a condiciones dinámicas y amplificación de ondas sísmicas, y en donde los esfuerzos actuantes inducidos por una estructura de cimentación de alguna obra específica pueden ocasionar la falla por corte y asentamiento del suelo.

Cambios de Volumen por Cambios en el Contenido de Humedad

En aquellos suelos en donde el Índice Plástico sea mayor al 15% es posible que se produzcan cambios moderados de volumen por cambios en el contenido de humedad y que ocurren generalmente en las épocas más secas y calurosas del año, en si se tendría especial énfasis en identificar problemas o fugas de agua en especial en el casco urbano de la ciudad.

Amplificación Sísmica Local

Los materiales volcánicos y las gravas conformantes del área de estudio tendrían un mínimo efecto de amplificación sísmica, ya que según el Estudio realizado por el CISMID, el distrito de Puente Piedra tiene un comportamiento moderadamente rígido a rígido.

Pérdida de Resistencia Mecánica por Lixiviación

Se producen en el suelo de cimentación que se encuentra fuertemente cementado por la presencia de sales de variado tipo. En aquellos suelos en donde la presencia de una napa freática sea importante, en donde se presente un flujo de agua subterránea y en donde el contenido de sales totales sea mayor a 15,000 ppm, es posible la pérdida de resistencia mecánica por el efecto de lixiviación.

Agresión Química del Suelo al Concreto

Se producen en suelos de cimentación que tienen un alto contenido de Sulfatos (SO_4). En aquellos suelos en donde el contenido de Sulfatos (SO_4) sea mayor a 2,000 ppm se considera que el suelo tendrá una agresividad química severa al concreto de las estructuras de cimentación, mientras que para valores por debajo de 1,000 ppm la agresividad química del suelo se considera despreciable, asimismo se considera moderada para los suelos que presentan entre 1,000 y 2,000 ppm de contenido de sulfatos.

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICO – GEOTÉCNICOS

Se ha identificado cuatro zonas geotécnicas cada una diferenciada mediante ensayos realizados en laboratorio. Se ha logrado conocer las propiedades del suelo de cada zona, estas zonas son: Suelos arenosos de clasificación SUCS SM (ZONA I) que cubre por completo el Sector I y algunas áreas de los Sectores II y III; Suelos de Baja Plasticidad (CL-ML) (ZONA II) que comprende en gran magnitud el Sector II y III; Suelos de Alta Plasticidad (CH-MH) (ZONA III) ubicada en áreas puntuales de los sectores II y III; Suelos Gravosos (GP) (ZONA IV) que corresponde en gran parte al Sector IV y algunas áreas de los sectores III y I. (Lámina 08)

La **Tabla 5.1** muestra la geometría de cimentación que se considera para definir la capacidad portante del suelo, cuyo resultado es el siguiente:

ZONA	B (m)	Df (m)	Qad (kg/cm ²)
ZONA I	0.60	0.80	1.57
	0.70	1.00	1.91
	0.80	1.20	2.27
ZONA II	0.60	0.80	1.31
	0.70	1.00	1.53
	0.80	1.20	1.74
ZONA III	0.60	0.80	0.76
	0.70	1.00	0.84
	0.80	1.20	0.91
ZONA IV	0.60	0.80	2.54
	0.70	1.00	3.11
	0.80	1.20	3.67

Tabla 5.1 Capacidad Portante de los suelos para cimentación

Los resultados de la Tabla 5.1, se obtuvieron una vez que se definió los parámetros que mejor representan las características geotécnicas de las zonas en mención, siendo estas:

ZONA	TIPO DE SUELO	C Kg/cm ²	ϕ °	γ gr/cm ³
ZONA I	Suelos Arenosos	0.00	32	1.39
ZONA II	Suelos de Baja Plasticidad	0.05	28	1.42
ZONA III	Suelos de Alta Plasticidad	0.10	21	1.16
ZONA IV	Suelos Gravosos	0.00	34	1.72

ZONA I, correspondiente a suelos de clasificación arena limosa SM, que poseen periodos de vibración natural que varía entre 0.1 y 0.3 s. sin problemas de amplificación sísmica, presiones admisibles del suelo que varían de 1.57 a 2.27 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Esta zona comprende la As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, As. Valle Hermoso, AH. Bella Aurora, Co. Hijos de Luya, Urb. Lomas de Zapallal, Urb. Zapallal, Co. Víctor Belaunde, también comprende la Urb. Las Torres de Zapallal, As. Los Portales de Puente Piedra, asimismo, esta presente en parte de los terrenos de la As. Los Huertos de Copacabana, Urb. San Bárbara, Urb. Villa Las Orquídeas y As. de Viv. Chillón. Por lo que es una ZONA SIN MAYORES PROBLEMAS.

ZONA II, que corresponde a suelos de clasificación CL-ML de origen fluvial, que presenta valores de densidad natural variando desde 1.31 a 1.74 g/cm³, periodos de vibración natural del suelo de entre 0.2 y 0.4 s, capacidades de carga variando desde 0.90 a 1.20 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Estas zonas comprenden en su totalidad a los Sectores II y la zona norte del Sector III.

ZONA III, esta conformada por suelos de clasificación CH-MH, con periodos naturales de vibración del suelo promedio alrededor a 0.5 s, valores de presiones admisibles del suelo que varían de 0.76 a 0.91 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Esta zona abarca los lugares conocidos como As. El Gramadal y Urb. Puente Piedra, As. Villa Florida de Puente Piedra y A.H. Jardines de Puente Piedra.

ZONA IV, esta conformada por suelos de clasificación GP compuestos por gravas pobremente graduadas, presenta periodos de vibración natural que varían entre 0.1 y 0.3 s, presiones admisibles del suelo de 2.54 Kg/cm² a 3.67 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Esta zona abarca en su totalidad el sur del distrito de Puente Piedra denominado Sector IV, asimismo está presente en gran parte del Sector III.

5.1.3 Zonificación de Peligros Geológico – Geotécnicos

La zonificación de peligros para el Distrito de Puente Piedra se presenta en la **Lámina 09**; en el cual se ha establecido 03 zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Bajo

Son las áreas conformadas por los afloramientos rocosos, estratos de grava potentes – Suelos Gravosos (GP) – que conforman el cono de deyección del Río Chillón y los estratos de grava coluvial de los pies de las laderas que se encuentran cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor, asimismo, por suelos de clasificación geotécnica SM, también denominadas ZONA I, ZONA IV, tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural que varía entre 0.1 y 0.3 s. sin problemas de amplificación sísmica, correspondiendo un suelo tipo S1 de la Norma de Diseño Sismorresistente Peruana. Los suelos de estas zonas geotécnicas poseen valores que varían de 1.57 a 3.67 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1, además, no se encontraron grandes muestras de suelos agresivos ya que su contenido de sales y sulfatos es mínimo.

ZONA I, formada por suelos de clasificación arena limosa SM, que presenta presiones admisibles del suelo que varían de 1.57 a 2.27 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1, periodos de vibración natural que varía entre 0.1 y 0.3 s. sin problemas de amplificación sísmica. La agresión del suelo por sales y sulfatos al concreto es puntual en algunas zonas y en el resto es considerado despreciable. Por lo que es una ZONA SIN MAYORES PROBLEMAS.

ZONA IV, esta conformada por suelos de clasificación GP compuestos por gravas pobremente graduadas, su bajo contenido de sales y sulfatos en los suelos hacen que no sean agresivos al concreto siendo una exposición despreciable, presenta periodos de vibración natural que varían entre 0.1 y 0.3 s, presiones admisibles del suelo de 2.54 Kg/cm² a 3.67 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1, no tiene problemas de amplificación de ondas sísmicas por ser considerado suelo rígido que constituye la mayor parte de Lima. Esta zona abarca en su totalidad el sur del distrito de Puente Piedra denominado Sector IV, asimismo está presente en gran parte del Sector III.

Esta zona comprende toda la zona sur del distrito como la As. Chillón, As. El Haras del Chillón, As. Los Jardines de Shangrilla, Co. La Ensenada, As. Los Jardines del Chillón, Urb. Chillón, As. Los Huertos del Chillón y A.H. Nueva Esperanza; también presente en el distrito de San Martín de Porres, en la Urb. La Floresta de Pro y Urb. San Diego. Esta es una zona que no presenta mayores problemas geotécnicos.

Zona de Peligro Medio

Son las áreas conformadas por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, así como también las arenas limosa SM y suelo de baja plasticidad CL-ML, denominadas geotécnicamente como ZONA I y ZONA II, bajo ella yacen estratos de grava aluvial. El suelo es medianamente rígido por lo que se esperan amplificaciones moderadas, con periodos de vibración predominantes entre 0.3 y 0.5 s., correspondiendo a un suelo S2 de la Norma de Diseño Sismorresistente Peruana, presentan valores de capacidad de carga mínima del suelo de 1.31 Kg/cm² y 1.57 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Sus valores de Índice plástico están en el rango de sin problemas a problemas severos, el cual puede producir cambios moderados de volumen en el contenido de humedad por lo que se deberá tener especial cuidado con los jardines, fugas de agua y desagüe, el contenidos de sales y sulfatos en el suelo es considerado severo y perjudicial ocasionando pérdida de resistencia mecánica.

ZONA II, que corresponde a suelos de clasificación CL-ML de origen fluvial, que presenta valores de densidad natural variando desde 1.2 a 1.4 gr/cm³, periodos de vibración natural del suelo de entre 0.2 y 0.4 s. capacidades de carga variando desde 1.31 a 1.74 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Estas zonas comprenden en su totalidad a los Sectores II y la zona norte del Sector III.

Esta zona comprende la As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, As. Valle Hermoso, Urb. Lomas de Zapallal, Co. Hijos de Luya, Urb. Bella Aurora, Urb. Zapallal, Urb. El Dorado, Urb. Las Torres de Zapallal y Co. Víctor A. Belaunde.

Asimismo, comprende: As. El Señor de los Milagros, As. Señor de la Soledad, As. La Floresta de Puente Piedra, Urb. Las Casuarinas del Norte, As. Los Girasoles, Urb. Santa Bárbara, Urb. Villa Florida, Urb. San Juan, Urb. Villa Las Orquídeas y Urb. Shangrilla.

Zona de Peligro Alto

Son las áreas conformadas en su mayor parte por depósitos de suelos finos y arenas potentes, presenta en superficie un estrato de suelo arcilloso o areno limosos de clasificación CH-MH, denominada geotécnicamente como ZONA IIII. Presenta en algunos sectores suelo blando, se esperan amplificaciones importantes, cuyos periodos predominantes encontrados varían entre 0.5 y 0.7 s, por lo que su comportamiento ha sido tipificado como suelo S3 de la Norma de Diseño Sismorresistente Peruana. Presenta valores de capacidad de carga mínima del suelo de 0.76 Kg/cm² y 0.84 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1, en los suelos de esta zona geotécnica el ataque del suelo al concreto de cimentación es severo, la presencia de cloruros y sales es bajo.

ZONA III, esta conformada por suelos de clasificación CH-MH, con periodos naturales de vibración del suelo promedio alrededor a 0.5 s, valores de presiones admisibles del suelo que varían de 0.76 a 0.91 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada en la Tabla 5.1. Esta zona abarca los lugares

conocidos como As. El Gramadal y Urb. Puente Piedra, As. Villa Florida de Puente Piedra y A.H. Jardines de Puente Piedra.

5.2 FENÓMENOS DE ORIGEN CLIMÁTICO

En el ámbito de influencia de la zona de estudio, ocurren fenómenos naturales (procesos geodinámicos externos) y antrópicos, que afectan al territorio, los recursos naturales, la población, la infraestructura de desarrollo, etc. comprometiendo la vida y la seguridad ambiental en general.

De los fenómenos naturales de origen climático, se han considerado los siguientes:

5.2.1 Efectos por Precipitaciones Pluviales

Inundaciones

Las inundaciones corresponden a crecidas intempestivas del nivel de las aguas de los ríos, asociado por ejemplo a los ciclos de influencia del Fenómeno de El Niño. En dichas circunstancias las aguas desbordan el cauce normal, afectan las terrazas superiores donde se encuentran las poblaciones, los terrenos de cultivo y las vías carrozables.

Durante los años asociados al Fenómeno de El Niño, en el río Chillón ocurrieron desbordes e inundaciones, afectando terrenos de cultivo, asentamientos humanos, etc. Analizando el fenómeno de inundación ocurridos en la zona de estudio, hay que destacar el ocurrido en la madrugada del 15 de marzo del 2001, en la que sorpresivamente el Río Chillón se desbordo de forma violenta en el punto de quiebre de las Mz. M y G de la Urb. San Diego, causando cuantiosos daños a las viviendas ubicadas en dicha urbanización.

La inundación de San Diego ocurrió debido al aumento considerable del caudal del Río Chillón que alcanzó 40 m³/s, erosionando y rompiendo la defensa ribereña en dos zonas por unos 15m de largo, cabe resaltar que dicha defensa

estaba construida por material aluvial del mismo río, desmontes y bloques de rocas.

Rota la defensa, por razones topográficas, geomorfológicas y sedimentológicas, desembocó hacia la parte sur, ya que dicho sector de la urbanización se encuentra ubicado debajo del actual cauce del Río Chillón y presenta una pendiente negativa. Sedimentológicamente, dicho sector del río se encuentra en una fase de depósito, es decir, acumulación de material fluvial. La geomorfología es una pequeña hondonada, por la que las aguas se depositaron formando una laguna que alcanzó hasta los 4 m. de profundidad, llegando el agua a cubrir muchas viviendas y llegando a alcanzar en muchas de ellas el segundo piso.

Este desastre trajo consigo problemas sociales, económicos y ambientales, ya que la inundación afectó aproximadamente a 500 viviendas. Según INDECI, hubo 1,978 damnificados que perdieron total o parcialmente sus pertenencias.

La ocurrencia de este fenómeno pudo ser evitado, dado que las evidencias saltaban a la vista, es decir, el nivel de las aguas del río se encontraban por encima del nivel de la pista y/o superficie ocasionado por el incremento de rellenos artificiales en la llanura de inundación los cuales redujeron la capacidad del canal de inundación elevando así la altura de la inundación.

Flujos de Lodo (Huaycos)

Son fenómenos geodinámicos formados por flujos intempestivos de agua cargada de sedimentos o flujos de barro, entremezclados con fragmentos de diferente diámetro. El material es obtenido desde las nacientes del río, las márgenes y del cauce de las quebradas tributarias, los cuales son arrancados en la precipitada y violenta carrera hacia el fondo del valle. Son originados por fuertes precipitaciones en las partes altoandinas.

El territorio en estudio, por ubicarse en cota elevada respecto al cauce del río se encuentra fuera del alcance de dichos fenómenos.

5.2.2 Efectos por Acción Eólica

Arenamiento

El viento es un factor climático que puede intensificar la desertificación de diferentes maneras. Su fuerza puede erosionar, transportar, y depositar partículas de suelos.

El área de estudio no presenta mayor acción por causa de este fenómeno.

5.2.3 Zonificación de Peligros Climáticos

La zonificación de peligros climáticos para el Distrito de Puente Piedra se presenta en la **Lámina 10**; en el cual se ha establecido 03 zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Alto

Se ha identificado una zona de peligro alto en las áreas próximas al cauce del río Chillón en la zona Sur del distrito, las grandes descargas fluviales instantáneas altas hasta 180 m³/s produce transporte violento de grandes cantidades de material aluviónico en las zonas de Chuquitanta y San Diego debido al estrangulamiento del cauce del río Chillón en la garganta de Puente Inca y el cañón Oquendo.

Este proceso, tiende al relleno del lecho del río Chillón, en una zona de alto peligro y pone en riesgo la infraestructura adyacente, así como la integridad de las vidas humanas asentadas en las riberas. Se estima que, de ocurrir nuevamente un incidente con características similares, llegaría a la zona industrial de El Callao y llegaría a las playas de Oquendo; siguiendo el curso antiguo del río Chillón.

Zona de Peligro Medio

Se han identificado zonas de peligro medio en la zona Este del distrito, en la continuación de la zona de peligro identificada. Asimismo, en las zonas adyacentes a la de peligro alto y en las zonas próximas al cauce del río Chillón.

Zona de Peligro Bajo

La totalidad del área de la ciudad, excepto los cauces citados en las zonificaciones anteriores está identificada como peligro bajo.

5.3 FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO – CLIMÁTICO

5.3.1 Deslizamientos de Tierra

El área de estudio posee relieve topográfico alto, cuya calidad de pendiente es susceptible, además es del tipo roca firme, el suelo de su superficie esta compuesto de material medianamente compactado, el cual está propenso a desestabilizarse siempre y cuando haya alteración de su forma y/o este expuesta al factor hidrológico, que en este caso es mínimo.

5.3.2 Licuación del Suelo

En primer lugar es muy importante saber que los únicos materiales térreos que presentan el fenómeno de licuación son los suelos granulares que tengan una distribución de partículas uniforme y con cierta cantidad o contenido de materiales finos como limos o arcillas. Es decir: gravas y arenas mal graduadas, arenas finas y arenas limosas.

Entre las condiciones necesarias que se deben reunir para que los suelos granulares experimenten el fenómeno de licuación se encuentran: las distribuciones granulométricas de sus partículas, la baja densidad de los materiales, su ubicación bajo el nivel freático (suelos saturados) y, principalmente, estar sometidas a la acción de fuerzas dinámicas como las que generan los sismos.

El territorio en estudio se encuentra fuera del alcance de dichos fenómenos.

5.3.3 Zonificación de Peligros Geológico – Climáticos

La zonificación de peligros geológico-climáticos para el Distrito de Puente Piedra se presenta en la **Lámina 11**; en el cual se ha establecido 03 zonas de acuerdo a la descripción siguiente:

Zona de Peligro Alto

Existe un riesgo latente de las viviendas asentadas en la zona de ladera alta (zona oeste) del área de estudio ante la ocurrencia de movimientos sísmicos dada la escasez de vías de escape y zonas de refugio.

Zona de Peligro Medio

Se ha identificado como zonas de peligro medio aquellas ubicadas en las faldas de los cerros de la zona Oeste y Noreste del distrito.

Zona de Peligro Bajo

La totalidad del área de la ciudad, excepto las zonas aledañas a los cerros en las zonificaciones anteriores está identificada como peligro bajo.

5.4 MAPA DE PELIGROS MÚLTIPLES

CALIFICACIÓN DEL SECTOR	EFECTOS DE LOS FENÓMENOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Altamente Peligroso	Las fuerzas naturales son tan poderosas que destruyen todas las construcciones hechas por el hombre causando el 100% de pérdida	No utilizable para fines urbanos. Para reserva ecológica o fines agrícolas
Peligroso	El grado de destructividad del fenómeno es grande pudiendo causar el 100% de pérdidas de construcciones vulnerables, pero es posible reducir sus efectos negativos con medidas adecuadas.	No construir edificios indispensables como hospitales. Baja a media densidad poblacional o para reserva ecológica si el sector no es extenso. Seleccionar tipo de construcción estructuración y material de acuerdo a la amenaza natural.
Peligro Medio	Fenómenos de intensidad mediana, que causan daños moderados.	Pueden construirse todo tipo de construcciones, previos estudios de ingeniería. Densidad mediana a alta.
Peligro Bajo	No amenazado por fenómenos intensos.	Ideal para ubicar construcciones importantes y esenciales. Densidad poblacional alta.

5.4.1 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS MÚLTIPLES

Tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia simultánea de los fenómenos de origen geológico-geotécnico, climático y geológico-climáticos en un punto determinado del área de estudio que comprende el Distrito de Puente Piedra, con sus áreas de expansión urbana, es que se ha procedido a confeccionar el Mapa de Peligros Múltiples del Distrito de Puente Piedra, que se presenta en la Lámina 12, el cual se divide en 03 sectores según el grado de peligro.

Zona de Peligro Alto

Conformada por suelos de clasificación CL-ML y CH-MH, en la zona centro del distrito. Aquí se esperan importantes amplificaciones de ondas sísmicas ocasionando problemas estructurales en las viviendas dado que, al ser alteradas las condiciones geotécnicas iniciales, los suelos están predispuestos a que fallen por corte y se produzcan asentamientos.

Asimismo, existe riesgo latente de las viviendas asentadas en la zona de ladera alta (zona oeste), las cuales son susceptibles a la ocurrencia de movimientos sísmicos.

El otro lugar que posee problemas esta ubicado en la zona sur del distrito, cerca a las cauces del río Chillón, siendo uno de sus problemas el nivel de las aguas del río, que se encuentran por encima del nivel de la pista y/o superficie ocasionado por el incremento de rellenos artificiales que producen represamiento del río con su consecuente desborde, inundando las viviendas que se encuentran próximas a dicha zona como la Urb. San Diego del distrito de San Martín de Porres.

En las zonas peligrosas se recomienda no construir equipamientos urbanos indispensables como hospitales, unidades de bomberos, policía, plantas de agua potable y otros. Sobre todo se deben tomar especiales provisiones en cuanto a materiales y sistemas constructivos en las edificaciones, identificándose las siguientes:

Suelos con amenaza de amplificación de ondas sísmicas como: As. Los Portales de Puente Piedra, As. El Gramadal, As. Las Viñas de Puente Piedra, C.P. Cercado de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra, As. Señor de la Soledad, As. La Floresta de Puente Piedra.

Zonas Inundables cercanas al río Chillón: Margen derecha, La Urb. Chillón, As. Los Huertos de Chillón, Ah. Nueva Esperanza.

Zonas Inundables en depresión: Margen izquierda, Urb. San Diego en el distrito de San Martín de Porres.

Zona de Peligro Medio

Conformada por suelos de clasificación CL-ML, que abarca una gran extensión del distrito, en la zona hay presencia de suelos de clasificación GP. Se ha identificado suelos donde se esperan amplificaciones moderadas de ondas sísmicas, que no causarían mayores problemas estructurales en las viviendas.

Se ha identificado aquellas zonas ubicadas en las faldas de los cerros de la zona Oeste y Noreste del distrito.

En las riberas del Río Chillón podrían ocurrir desbordes por el aumento del caudal ocasionando inundaciones de áreas de cultivo y zonas urbanas. El nivel freático cercano a la superficie es también un factor importante en la sucesión de hechos dado que, pueden incrementar los daños sobre las estructuras.

En las zonas de peligro medio el tipo de construcción es el mismo que el recomendado en la zona anterior.

En el distrito estas zonas son: Norte, Urb. Bella Aurora, Urb. Zapallal, Co. Víctor Belaunde; Centro, As. Los Huertos de Copacabana, Ah. Jardines de Puente Piedra, Co. Fundo Victoria, As. San Luís, Urb. Las Casuarinas del Norte, Urb. Las Vegas, As. Señor de Los Milagros, As. Los Girasoles, Urb. Santa Bárbara, As. Villa Florida de Puente Piedra; Sur, Urb. San Juan, Urb. Villa Las Orquídeas, Urb. Shangrilla, As. Chillón, As. Las Haras del Chillón, Co. La Ensenada, As. Los Jardines de Chillón, Urb. Chillón, As. Los Huertos de Chillón y los terrenos arenosos colindantes a éstas.

Además, la Av. Central, Av. Cahuac y Av. Naranjal en el distrito de San Martín de Porres.

Zona de Peligro Bajo

En esta zona los suelos son de clasificación SM arenas limosas, en ella se encuentran arenas limosas (SM) y arenas mal graduadas en matriz limosa (SP-SM) subyaciendo a arenas limosas, ubicadas en la zona norte del área de estudio. En la zona sur del distrito se encuentran suelos de clasificación GP, es decir, conteniendo gravas pobremente graduadas GP y gravas bien graduadas GW ubicadas en las áreas colindantes al cauce del río Chillón. Con los valores obtenidos en los diferentes ensayos realizados, se puede definir que esta zona no presenta problemas de amplificaciones de ondas sísmicas. En los suelos de esta zona no se encontraron muestras de suelos agresivos ya que su contenido de sales y sulfatos es mínimo.

Las zonas de peligros bajos se localizan en el resto del distrito; constituyen zonas libres de amenazas, estas son: As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, Co. Hijos de Luya, Urb. Zapallal, Urb. El Dorado, Urb. Torres de Zapallal.

Asimismo, la Av. Chillón, Av. San Enrique, Av. Santa Ana, Av. Tambo Río, Av. Gerardo Unger y la Urb. Pro Etapa III en el distrito de Comas.

En el distrito de Los Olivos, la Urb. Prolima, Urb. La Floresta de Pro, Urb. Pro Etapa I y II.

En el distrito de San Martín de Porres, Av. Bertello, Av. Naranjal.

CAPÍTULO 6

LINEAMIENTOS PARA EL PLANEAMIENTO URBANO**6.1 ANÁLISIS DE DESARROLLO URBANO**

La ocupación del espacio ha seguido un patrón de crecimiento horizontal en lugar de vertical y ocupando áreas agrícolas en lugar de las tierras eriazas urbanizables. Las actividades urbanas se localizan en términos incompatibles desde el punto de vista funcional y ambiental, como consecuencia de la no sujeción a las normas de zonificación de los usos del suelo.

Por otro lado, áreas públicas como parques, jardines y pasajes frecuentemente son utilizadas para otros fines o apropiadas ilegalmente por particulares. Los problemas de la administración urbana, el deficiente sistema de equipamiento básico y social, el costo de los asentamientos, las condiciones socio-económicas de la población, las conductas poblacionales, entre otras, conducen al deterioro urbano, contribuyendo por tugurización, a empeoramiento de las condiciones ambientales y sociales.

Existe una indebida localización de usos o actividades deteriorantes del medio ambiente urbano, con la consiguiente proliferación de focos de contaminación ambiental, así como en exceso de flexibilidad en los criterios de zonificación, con omisión en la aplicación del índice de compatibilidad de usos.

Este panorama se observa en el distrito de Puente Piedra cuyo crecimiento es desarticulado, anárquico y desigual con una tendencia a la depredación de tierras agrícolas. En los últimos 10 años, Puente Piedra ha visto transformado sus laderas de cerros en precarios Asentamientos Humanos y en las tierras agrícolas se han asentado Asociaciones de Vivienda, recibiendo o absorbiendo la población del área norte de Lima.

El proceso de habilitación y ocupación urbana se dio en base a 3 patrones:

- a. **Casco Urbano:** que se asienta una población urbana individualizada.
- b. **Laderas:** ocupado por migrantes de escasos recursos que se asientan en las laderas.
- c. **Zonas Planas:** ocupado por una población migrante de clase media próspera sobre tierras de alta calidad agrícola.

6.1.1 Hipótesis de Crecimiento Demográfico

Según el tamaño poblacional de 1993, Lima metropolitana puede clasificarse en seis estratos poblacionales siguientes: con más de 300 mil habitantes (32.8%), entre 200 mil y menos de 300 mil habitantes (30.6%), entre 100 mil y menos de 200 mil habitantes (18.5%) se encuentran 9 distritos entre ellos está Puente Piedra con 102,808 Hab. (1.6%), entre 50 mil y menos de 100 mil habitantes (13.1%), entre 10 mil y menos de 50 mil habitantes (4.5%), y con menos de 10 mil habitantes (0.5%)

POBLACIÓN TOTAL DEL CONO NORTE 1981 - 2015 (*)

Distrito	1972	1981	1993	1998	2005	2010	2015
Ancón	5 777	8 864	19 968	27 274	38 400	45 713	50 859
Carabaylo	28 827	55 550	108 049	138 880	179 477	200 978	210 328
Comas	183 358	304 548	410 066	452 617	471 961	453 392	407 058
Independencia	115 788	159 919	186 526	202 090	211 388	211 570	205 318
Los Olivos	53061	93 762	231 367	313 391	441 068	531 598	597 788
Puente Piedra	19 625	35 689	104 261	158 594	259 849	344 726	427 405
S. M. Porres	179 664	310 426	385 759	393 307	384 937	367 724	339 880
Santa Rosa	225	518	3 962	5 029	17 234	41 188	88 051
Ventanilla	17 359	20 186	95 654	117 163	138 126	152 875	167 246

Fuente INEI. 1993 Población total (Incluye población omitida y silvícola estimada)

(*) (Años 1981 y 1993 son datos oficiales de los Censos Nacionales, 2000, 2010 y 2015 son estimados según crecimiento poblacional)

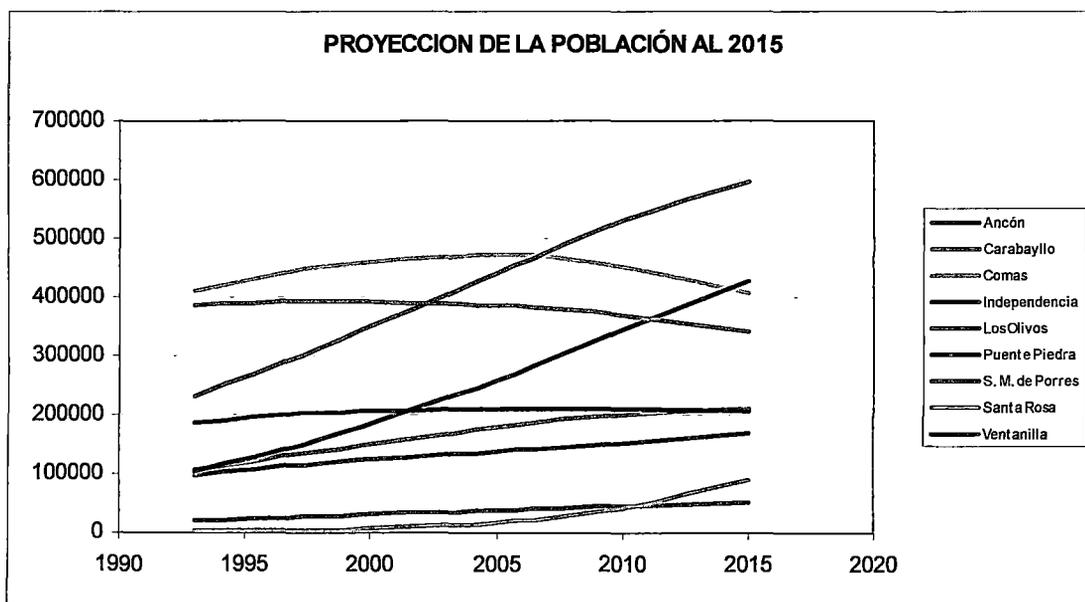
La población de los distritos que conforman el Cono Norte han registrado diferentes tasas de crecimiento poblacional entre 1981 y 1993, los mismos que han variado en función a una mayor y menor concentración de su población.

TASA DE CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DEL CONO NORTE

DISTRITO	72-81	81-93	93-98	98-05	05-10
Ancón	4.8	7.0	6.4	5.0	2.8
Carabaylo	7.5	5.7	5.2	3.7	1.6
Comas	5.7	2.5	2.0	0.6	-1.5
Independencia	3.6	1.3	1.6	0.6	-0.3
Los Olivos	6.5	7.8	6.3	5.0	3.1
Puente Piedra	6.8	9.3	8.8	7.3	5.1
S. M. De Porres	6.2	1.8	0.4	-0.3	-1.2
Santa Rosa	9.6	18.5	4.9	19.2	17.7
Ventanilla	1.7	13.8	4.1	2.4	1.9

Fuentes: INEI 1997 – Municipalidad de Lima Metropolitana

Al interior del Cono Norte, los incrementos poblacionales son variables, obsérvese que en las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, los distritos de San Martín de Porres, Comas e Independencia llegan al año 2015 con tasas de crecimiento negativo, lo cual tiene que ver con SU falta de áreas para expansión urbana. De modo contrario sobresalen los crecimientos de los distritos de Santa Rosa, Puente Piedra, Ancón y Los Olivos. Al año 2015 se presume que sea el distrito de Los Olivos el que concentre mayor población en el Cono Norte, seguido de Puente Piedra, Comas y San Martín de Porres.¹



Fuente: ALTERNATIVA; Lima; 2001

6.2 PLAN DE USOS DE SUELOS

El estudio de uso de la tierra permite determinar las distintas formas de uso actual de la tierra en el área de estudio. Asimismo, para el presente análisis se ha considerado algunos aspectos de zonificación urbana, respecto a la proyección del uso del suelo urbano considerando las principales actividades que se desarrollan.

Para la interpretación se utilizó información cartográfica de la zonificación urbana (suelo urbano) del distrito de Puente Piedra.

¹ ALTERNATIVA; Lima; 2001

6.2.1 Clasificación del Suelo por Condiciones Generales de Uso

Las unidades de uso del suelo identificadas se presentan en la **Lámina 13**.

La ocupación del suelo, ha ido evolucionando a medida que se incrementaban los sistemas de consolidación y se acentuaban las relaciones socio- económicas principalmente la industria. Asimismo, se nota actualmente una tendencia en el cambio en los patrones del uso del suelo de agrícola a zonas eminentemente residenciales de carácter informal.

En el **Cuadro 6.1** se muestra en resumen la Clasificación del Suelo por Condiciones de Uso (Instituto Metropolitano de Planificación – IMP, 1999)

Terrenos Urbanos y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas

Esta unidad corresponde a las áreas ocupadas por el hombre (centros poblados e instalaciones ocupadas para el desarrollo de actividades económicas, educaciones y culturales). Entre las subunidades identificadas tenemos:

a) Zona de Uso Residencial (R)

El suelo urbano corresponde mayormente a un uso residencial de densidad baja (R-1 y R-2), media (R-3 y R-4) y alta (R-5), con incorporación de actividades mixtas (residenciales-comerciales). Se caracterizan por el uso residencial unifamiliar y bifamiliar. Entre sus características tenemos las siguientes:

- El área de los lotes varía entre los 90 y 450 m²
- El número de componentes por familia es de 6 hab/hogar.
- Permite la edificación de hasta dos viviendas en un lote.
- El área libre máxima es de 40%.
- La edificación corresponde a viviendas con un piso (82.3%), con acabados interiores y proyecciones a un segundo y tercer piso.

b) Zona de Uso Industrial (I) y Uso Comercial (C)

La actividad comercial, según el plano de zonificación, se desarrolla en la zona comprendida a lo largo de las vías principales de acceso, es decir, la

Panamericana Norte, la Av. Santa Rosa en la Co. Fundo Victoria y en la Av. Lecaros y Av. Miguel Grau de la Urb. Puente Piedra.

La unidad de uso industrial corresponde a la zonificación de Gran Industria, que es la zona destinada a establecimientos industriales que tienen las siguientes características:

- Conforman concentraciones industriales con el uso de grandes volúmenes de materia prima.
- Producción a gran escala.
- Se encuentran orientadas hacia la infraestructura vial regional

Esta zona presenta mayor desarrollo en la As. Las Arenitas, As. Valle Hermoso, Urb. Zapallal, Urb. El Dorado, As. Señor de los Milagros, As. Señor de la Soledad, Urb. Chillón.

c) Zona Gubernamental y/o Privada

Esta zona correspondería al uso Educativo (E), Salud (H), actualmente ocupado por Centro de Salud Zapallal, Hospital Puente Piedra entre otros. Usos Especiales (OU) y Reglamentación Especial (ZRE), dentro de ellos, zona arqueológica Tambo Inga y Copacabana, Escuela de Policía, Cementerio Municipal, Estadio. Dentro de la zonificación urbana existente corresponde a la unidad de "Equipamiento Urbano Mayor".

d) Zona de Recreación Pública (ZRP)

Constituido por áreas de esparcimiento público, parques y plazas entre otros.

Terrenos con Vegetación Cultivada

Estos sectores de áreas cultivadas se localizan adyacentes a las zonas urbano-residenciales, por cuanto la tendencia es una reducción de estas tierras debido a la urbanización.

Entre los cultivos identificados se tiene: ajos, betarragas, perejil, rabanito, cebolla (que corresponden a cultivos de hortalizas) y frutales como plátanos. Las hortalizas se cultivan en pequeñas extensiones, asociados con otros cultivos.

Terrenos Sin Uso y/o Improductivos

Esta unidad corresponde a los terrenos eriazos y sin vegetación identificada en el área de estudio, las cuales son destinadas a áreas de expansión a corto y mediano plazo. En el área de influencia indirecta se identifican los cerros Victoria y Gramadal, Las Animas, La Ensenada de Chillón y Cerro Respio; asimismo, se identifica dentro de esta unidad el cauce del Río Chillón.

Las áreas de expansión consideradas para el distrito de Puente Piedra, según el Instituto Metropolitano de Planificación IMP, se resume en el **Cuadro 6.2**.

CUADRO 6.2 Resumen Áreas de Expansión (IMP – 1999)

PLAZO	TERRENO	SECTOR	DESCRIPCION	MEDIO DE ACCESO	ZONIFICACION	AREA				CAPACIDAD DE SOPORTE POBLACIONAL
						RESIDENCIAL	EQUIPAMIE.	RECREACION	DENS. BRUTA	
A CORTO PLAZO	AE-1		TERRENO ERIAZO POSTERIOR A ESCUELA DE POLICIA	ANTIGUA PANAMERICANA	R4	4.1	0.25	0.65	300	1500 Habs.
	AE-2	CENTRO	TERRENO ERIAZO DE PAMPA LA CORONELA	CAMINO REAL	R4	6.4	0.6	1.0	300	2400 Habs.
	AE-3	NORTE	TERRENO ERIAZO A TAMBO REAL	CAMINO REAL	R4	24.2	1.9	3.9	300	9000 Habs.
						34.7	2.75	5.55		35700 Habs.
A MEDIANO PLAZO	AE-4	NORTE	TERRENO ERIAZO FALDA DE CERRO	AV. SAN JUAN TADEO	I1-R4	126.8	14.2	20.0	330	53130 Habs.
	AE-5	ESTE	PROCESO DE FRAGMENTACION PARA VIVIENDA COPACASABA	AV. CABLES DE ALTA TENSION	R1-S	223.3	2.7	33.0	45	11655 Habs.
	AE-6	ESTE	PROCESO DE FRAGMENTACION PARA VIVIENDA GALLINAZOS	AV. CABLES DE ALTA TENSION	R1-S	81.1	1.1	12.3	45	4252 Habs.
						431.2	18.0	65.3		69037 Habs.
TOTAL						441.3	20.75	20.85		79,937Habs.
							482.9			

CUADRO 6.1 Resumen de Zonificación General de Uso (IMP - 1999)

RESIDENCIAL	AREA DE ESTRUCTURACION	ZONA	USO PREDOMINANTE	TIPO DE DENSIDAD	DENSIDAD Hab./Ho.		COEFICIENTE DE EDIFICACION	AREA DE LOTE NORMATIVO(m2)	AREA LIBRE MAXIMA	ALTURA MAXIMA DE PISOS	ESTACIONAMIENT (por cada.....)	USO PERMITIDO	FRENTE LOTE NORM. (en ml.)
					NETA	BRUTA							
					I	I1-R4							
R1	UNIFAMILIAR	BAJA DENSIDAD	110	80		1.0	450	40%	3	2 VIV.	10		
R2	UNIFAMILIAR	BAJA DENSIDAD	165	110		1.2	300	40%	3	-	10		
R3	UNIFAMILIAR	MEDIA DENSIDAD	330	200		1.5	150	30%	AZOTEA	-	8		
R4	UNIFAMILIAR	MEDIA DENSIDAD	500	330		3	120-90 SUBD. 80	30%	3	-	6		
R5	MULTIFAMIL.	ALTA DENSIDAD	500	330		3.25	450	35%	3	4 VIV. 3 VIV.	15		
R1-S	UNIFAMILIAR	BAJA DENSIDAD	70	45		0.6	1000	60%	3	-	20		
R1-Se	UNIFAMILIAR SEMIRUSTICO ESPECIAL	BAJA DENSIDAD	20	15		0.2	2500	90%	1	-	20		

ESPECIAL	I	ZRE	HUERTO, GRANJA, Y CLUBES etc.	BAJA DENSIDAD	20	15	0.15	10000	90%	2	-	VIV. DE CAMPO O RECREACION AGROPECUARIA	50.00
----------	---	-----	-------------------------------	---------------	----	----	------	-------	-----	---	---	---	-------

COMERCIAL	AREA DE ESTRUCTURACION	ZONA	DENOMINACION	NIVEL DE SERVICIO GENERICO	POBLACION SERVIDA	COEF. DE EDIFICACION			ALTURA MAXIMA (m)	ESTACIONAM.	USO COMERCIAL PERMITIDO	USOS RESIDENCIALES PERMITIDOS	AREA DE LOTE m.
						TOTAL MAXIMO	COMERCIO OBLIGAT. MINIMO	VIVIENDA					
						I	C1	COMERCIO LOCAL					
C2	COMERCIO LOCAL	BARRIO	2500 o 7800	2.0	0.5		1.5	3	(1)	OFICINA MERCADO	R3-R4-R5	-	
C3	COMERCIO SECTORIAL	SECTOR	10000 o 30000	3.0	0.8		2.4	3 o 5	100 m ²	OFICINA MERCADO	R4-R5	-	
CE	COMERCIO ESPECIALIZADO	METROPOLITANO	METROP.	4.0	1.0		3.0	1.5(α+r)	75 m ²	OFICINA MERCADO	(*)	450	

- (1) CUANDO SE TRATE DE ZONAS RESULTANTES DEL PROCESO DE HABILITACION QUE CUENTAN CON ESTACIONAMIENTO PUBLICO NO SE EXIGIRA ESTACIONAMIENTO DENTRO DEL LOTE. EN LAS ZONAS YA EXISTENTES ESTE ESTARA SUPEDITADO A LO QUE ESTABLEZCAN EL CONCEJO MUNICIPAL CORRESPONDIENTE
- (*) EL "CE" ES COMPATIBLE CON LA ZONA "R5" CON LAS NORMAS DEL AREA DE ESTRUCTURACION CORRESPONDIENTE Y SIN SOBREPASARSE EN CONJUNTO EL COEFICIENTE 4.0

INDUSTRIA	ZONA	DENOMINACION	AREA DE LOTE MINIMO (m.2)	FRENTE DE LOTE RECOMENDABLE	ESTACIONAM.	COEFICIENTE DE EDIFICACION	ALTURA MAXIMA	AREA LIBRE	RETIRO FRONTAL									
										I1	INDUSTRIA ELEMENTAL COMPLETEN	300 m.	10 m.	(1)	1.5	-	r+estaciona.	(5)
										I2	INDUSTRIA LIVIANA	1000 m.	20 m.	1/6 pers.	LA RESULTANTE DEL PROYECTO	LA QUE RESULTA DEL PROYECTO ARQUITECTONICO Y DE APLICACION DE REGLAMENTOS ESPECIALES	LA RESULTANTE DE LA SUMA DE LAS AREAS LIBRES POR CONCEPTO DE RETIROS DE ESTACIONAMIENTOS.	EL QUE SE VALE EN EL PLAN VIAL METROPOLITANO EN CUANTO A DISEÑO DE VIALS ES NECESARIO PARA RESOLVER LA SALIDA DE VEHICULOS.
I3	GRAN INDUSTRIA	ENTRE 2500 m. y 1000 m.	30 m.	20 m.														
		MENOS DE 1000 m. y A 3000 m.	10 m.															

- (1) ESTACIONAMIENTO INCLUIDO EN SECCION VIAL (D.S. N° 107 72 IV) del 3-IX-72
- (2) LAS PUERTAS DE INGRESO PARA VEHICULOS ESTARAN A UNA DISTANCIA NO MENOR DE 3.00 m. DE LA LINEA DE PROPIEDAD.

EDUCACION	ZONA	EQUIPAMIENTO	NIVEL DE SECTORIZACION URBANA	POBLACION N° de Habitad.	RADIO DE INFLUENCIA (en metros)	AREA NECESARIA por Hab. (m.2/Hab.)	CENTRO EDUCATIVO			
							TIPO	POBLACION SERVIDA N° de Hab.	CAPACIDAD N° de alum.	TERRENO NECESARIO (m2)
		BARRIO	2,500 A 7,500		1.45	7,000	1,080	15,000		
					1.5	7,000 A 10,000				
E-2	E.S.E.P.	DISTRITO DE PLANEAM.	100,000 A 300,000	3,000	0.56	E.S.E.P.	51,700	1,500	30,000	

SALUD	ZONA	EQUIPAMIENTO	NIVEL DE SECTORIZACION URBANA	POBLACION No. Hab.	RADIO DE INFLUENCIA (en metros)	POBLACION SERVIDA No. de Hab.	CAPACIDAD (cenas)	AREA DEL TERRENO (m2)								
									H2	CENTRO DE SALUD POLICLINICO	SECTOR	10,000 o 30,000	600 o 1,000	30,000 o 50,000	—	2,000
									H1	CONSULTORIO PERIFERICO	BARRIO	2,500 o 7,500	HASTA 600	2,500 o 7,500	—	1,000 (minimo)

6.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE DESASTRES EN SECTORES PRIORITARIOS

6.3.1 Identificación de Áreas Seguras

De acuerdo a los resultados obtenidos, se han identificado zonas más seguras para su habitabilidad, las que corresponden a las zonas de menor grado de peligro múltiple (PELIGRO BAJO) y que son las siguientes:

As. Las Arenitas, P.J. Jerusalén, Co. Hijos de Luya, Urb. Zapallal, Urb. El Dorado, Urb. Torres de Zapallal, que es zona industrial y/o comercial.

Otros sectores ubicados en la zona centro del distrito conformado por suelos de baja plasticidad CL-ML pertenecen a zonas menos seguras (PELIGRO MEDIO), esta área está habitado por familias que construyeron sus viviendas sin tener en cuenta las recomendaciones técnicas necesarias para que se adecuen a este tipo de suelo.

6.4 LINEAMIENTOS TÉCNICOS

6.4.1 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 del distrito de Puente Piedra, incluyendo las áreas de expansión urbana, tanto en las habilitaciones existentes como en las futuras.

6.4.1.1 Pautas Técnicas de Habilitaciones Urbanas Existentes

En las **zonas de Peligro Medio**, promover el reforzamiento de las habilitaciones urbanas y restringir el crecimiento vertical de las mismas, a su vez no debe aumentar su densidad poblacional; asimismo, recomendar que las cimentaciones sobrepasen la capa de arena limosa superficial y que se cimente sobre el material competente, que está a mayor profundidad, conformado por gravas.

En las laderas de los cerros ubicadas en la zona Oeste del distrito, restringir el crecimiento urbano de las mismas. En situaciones inusuales donde la falta de

espacio sea el factor preponderante, las cimentaciones de las estructuras deberán llegar hasta el basamento rocoso, atravesando todo el material suelto existente.

Prohibir las construcciones en lugares cercanos al cauce del río Chillón.

En la **zona de Peligro Alto** cercano al cauce del río Chillón, deberá dejarse libre anchos mínimos para un adecuado drenaje de una posible avenida en este río.

Asimismo, alrededor del Hospital de Puente Piedra, compuesta por limo arcillas se debe prohibir el crecimiento vertical de las estructuras existentes, a su vez se debe controlar la densidad poblacional.

Restringir las habilitaciones urbanas, más bien proyectar habilitaciones recreacionales, pero que a su vez sirvan de protección ante una posible avenida en el río Chillón.

6.4.1.2 Pautas Técnicas de Habilitaciones Urbanas Nuevas

- a. Las nuevas habilitaciones urbanas y obras de ingeniería deberán tomar en cuenta los terrenos rellenados (sanitarios o desmonte), áreas inundables; de manera que sobre estas áreas no se desarrolle ninguna edificación para fines urbanos o se tome en cuenta los estudios, proyectos y medidas de mitigación requeridas.
- b. Las áreas destinadas para recreación pública de las urbanizaciones nuevas debe ser del 13% de su área total, distribuidas en una o más áreas dentro de la estructura integral de habilitación, de manera tal que permitan un uso funcional y sirvan como área de refugio en caso de producirse un desastre.
- c. Las áreas donde se proyecta ubicar las nuevas habilitaciones urbanas, deben ser las más seguras que se pueden encontrar en cada distrito, cumpliendo todas las normas legales para tal fin. Estas áreas de expansión se ubican en: Urb. Torres de Zapallal, Urb. Copacabana.

- d. Las áreas no aptas para fines urbanos deberán ser destinadas a uso recreacional, paisajístico u otros usos aparentes, que no requieran de altos montos de inversión para su habilitación.
- e. Reglamentar y controlar la ubicación de nuevas habilitaciones en el área de expansión sobre las áreas de protección tales como: laderas de cerros, cursos de aguas naturales, acequias, canales, drenes, rellenos, etc.; sobre las cuales debe quedar prohibida la construcción de edificaciones para fines urbanos.

6.4.2 Pautas Técnicas de Edificaciones

A continuación se presentan recomendaciones técnicas para orientar el proceso de edificación en el distrito de Puente Piedra, 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. Las características de las edificaciones deben responder a las técnicas de construcción recomendadas por el Reglamento Nacional de Construcción.
- b. 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, siendo obligatoria en toda construcción o remodelación de obras urbanas que se realicen en el territorio nacional. (Fuente: Reglamento Nacional de Construcción)
- c. Previo a las labores de excavación de cimientos, deberá ser eliminado todo el material de desmonte que pudiera encontrarse en el área en donde se va a construir la edificación.
- d. Si las viviendas se encuentran en zonas de relleno se recomienda mejorar las condiciones del suelo, efectuándose compactación por capas de un espesor máximo de 20 cm de acuerdo con las técnicas de compactación oficialmente reconocidas, o de lo contrario, utilizar plateas de cimentación. (Fuente: Reglamento Nacional de Construcción).

- e. Los cimientos de las estructuras deben fijarse sobre suelos cuyas capacidades de carga sean siempre mayores a la carga total aplicada dado por el diseño de la estructura.
- f. No debe cimentarse nunca sobre suelos orgánicos, suelos susceptibles a cambios de volumen, suelos aluviales sueltos, desmonte o relleno sanitario, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y reemplazarlos con material de relleno seleccionado (GM y GC preferentemente), controlados y mejorar sus condiciones físico-mecánicas.
- g. Para las construcciones proyectadas en el distrito, de uno a dos pisos, las cimentaciones podrán usar cemento Pórtland de tipo I y serán de tipo superficial de acuerdo a los valores de Capacidad Portante del terreno.
- h. En suelos areno-limosos se debe de tomar en cuenta realizar un diseño estructural adecuado para la construcción de viviendas, con la finalidad de evitar grandes daños frente a eventos sísmicos como el agrietamiento de sus muros.
- i. En los suelos areno limosos (SM) si se proyectan edificaciones de más de dos pisos es recomendable usar zapatas conectadas con vigas de cimentación a fin de reducir los asentamientos diferenciales que puedan ocurrir en caso ocurriese un sismo.
- j. En las edificaciones destinadas a concentraciones de gran número de personas se debe exigir un Estudio de Mecánica de Suelos puntual, 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.). Asimismo, deberán considerar libre acceso desde todos sus lados, así como salidas y rutas de evacuación dentro u alrededor del edificio.

- k. En cuanto a los lotes se debe de tener en cuenta lo siguiente:
- Los lados de preferencia deberán ser perpendiculares a su frente.
 - Su largo no podrá ser mayor a 4 veces su frente, ni menor a 15 m.
 - Ningún lote podrá tener en relación con la calzada un desnivel mayor a 60 cm.
 - Todo lote deberá quedar totalmente liberado de desmonte.
- l. Para lograr que las construcciones resistan desastres naturales se recomienda lo siguiente:
- *Ofrecer resistencia a la tensión:* 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.
 - *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.
 - *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.
- m. 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, reduce 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.
 - Torres pesadas y otros elementos decorativos colocados en la parte más alta de los edificios.
- n. Para la instalación de tuberías en suelos sujetos a movimientos fuertes, se deberá emplear materiales dúctiles como el polietileno y tuberías de PVC.
- o. Para mejorar el comportamiento sísmico de las edificaciones se debe mantener las siguientes condiciones en las construcciones:
 - Simetría, tanto en la distribución de masas como en la rigidez.
 - Peso mínimo especialmente en los pisos altos.
 - Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
 - Resistencia adecuada.
 - Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
 - Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
 - Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
 - Buena práctica constructiva e inspección rigurosa.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Geomorfológicamente, el distrito de Puente Piedra está asentado en el cono de deyección del Río Chillón, a una altura promedio de 184 m.s.n.m., teniendo como frontera oeste Cerros que oscilan entre 300 y 500 m.s.n.m. de altitud.

- Litoestratigráficamente, la formación geológica más antigua de su entorno es la Formación Puente Piedra, de edad Jurásico, constituida principalmente por rocas sedimentarias, volcánicas y depósitos de suelos no consolidados representados por depósitos detríticos Cuaternarios aluviales y fluviales recientes de la evolución del Río Chillón. Sin embargo, a nivel superficial se reconocen varias unidades geomorfológicas formadas por la dinámica del río Chillón y sus afluentes. Debido a ello, el depósito presenta una variada combinación de estratos y lentes de arcillas, limos, arenas y gravas.

- Climáticamente el distrito de Puente Piedra es de características desérticas, con prácticamente inexistencia de lluvias. Hay presencia de dos espacios geográficos complementarios, uno conformado por tierras de alta calidad agrícola (suelos de tipo aluvial profundos y fértiles) para desarrollar la actividad agropecuaria y el otro constituido por tierras eriazas para asentar las poblaciones humanas en ambos casos con clima benigno y abundante agua del subsuelo.
- Hidrológicamente, esta probada la existencia de aguas subterráneas en todo el distrito, el Nivel Freático ha ido descendiendo y actualmente se halla en promedio sobre los 12 m. de profundidad, su suelo es permeable y consta de depósitos cuaternarios, fluvial y eólico. El hecho de encontrarse sobre una falla antigua que se extiende desde Ancón a Lima (Falla Zapallal) constituye un problema geotécnico para las edificaciones, pues posiblemente contribuya a aumentar la intensidad.
- De acuerdo a la distribución de las áreas de ruptura de la corteza terrestre asociadas al proceso de subducción de la placa tectónica de Nazca, en base al estudio de grandes terremotos ocurridos en la región central del Perú durante el siglo XX, la región de Lima conforma una zona de silencio sísmico. Por estas consideraciones, en este sector se espera la ocurrencia de un gran sismo de magnitud superior a la del sismo del 18 de Abril de 1993.
- Con relación a la respuesta local del subsuelo, la interpretación de los ensayos de microtemores realizados por el CISMID muestran que la zona de Puente Piedra tiene un comportamiento dinámico homogéneo. Los análisis realizados dieron lugar a establecer que los periodos de vibración dominantes se encuentran entre 0.1 y 0.3 segundos, aunque se encontró otro período importante entre 0.4 y 0.5 segundos. Considerando que el periodo de resonancia de una estructura es aproximadamente la décima parte del número de pisos, estos periodos implicarían preliminarmente, que las edificaciones de 4 a 5 pisos y las de 10 pisos o

más, serían las más susceptibles de ser afectadas por el fenómeno de resonancia durante un sismo.

- Desde el punto de vista de respuesta sísmica local todo el sector es aproximadamente homogéneo, la zonificación geotécnica refleja una gran variabilidad en los estratos arcillo-limosos superficiales, lo cual puede ser importante al considerar acciones como planificación urbana, establecimiento de nueva reglamentación o control de la existente sobre planificación, prediseño, diseño y construcción de obras, entre otras. Sin embargo, se enfatiza que esta zonificación no reemplaza los estudios de suelos que deberán hacerse en el caso de posibles obras civiles en la zona, aunque puede ser muy útil en la fase de prediseño de obras, así como para estimar comportamientos típicos y especiales de los suelos del sector.
- De acuerdo a la clasificación SUCS, los suelos de Puente Piedra están conformados de tipos SM suelos arenosos, CL-ML suelos de baja plasticidad, CH-MH suelos de alta plasticidad y GP suelos gravosos; así como rellenos.
- La capacidad portante de los suelos, para la geometría de cimentación considerada, varía desde un mínimo de 1.31 Kg/cm² en suelos de baja plasticidad CL-ML asociados al área Central, hasta un máximo de 3.67 Kg/cm² en suelos gravosos GP del flanco Sur del distrito.
- Los fenómenos de origen geológico – geotécnico de mayor incidencia son: expectativa de ocurrencia de un gran sismo por encontrarse Lima en una región con importante silencio sísmico y amplificación sísmica local.
- Los fenómenos de origen climático de mayor incidencia son: inundaciones por desborde del río Chillón y erosión por altas velocidades en los cauces del río.

- En el distrito de Puente Piedra se han establecido tres niveles de peligros múltiples en función del análisis de la información recogida en el campo y testimonial de la ocurrencia de fenómenos de origen geológico – geotécnico y climático, que se describen a continuación:
 - *Zona de Peligro Bajo:*

Suelos de clasificación GP y SM en la zona norte y noreste del distrito, bajo peligro climático por avenidas o inundaciones; no presenta problemas de amplificación de ondas sísmicas.
 - *Zona de Peligro Medio:*

Con suelos de clasificación SM arenas limosas y CL-ML suelos de baja plasticidad, que abarcan casi la totalidad del distrito. Asimismo, áreas próximas al cauce del Río Chillón. Con amplificaciones moderadas de ondas sísmicas.
 - *Zona de Peligro Alto:*

Conformada por suelos clasificación CH-MH y CL-ML, con importantes amplificaciones de ondas sísmicas que pueden alterar las condiciones geotécnicas iniciales de los suelos. Con capacidad portante mínima de 0.76 Kg/cm² y 0.84 Kg/cm² para la geometría de cimentación considerada, en los suelos de esta zona el ataque del suelo al concreto de cimentación es severo. Definida en la zona central del distrito, que comprende: As. Los Portales de Puente Piedra, As. El Gramadal, As. Las Viñas de Puente Piedra, C.P. Cercado de Puente Piedra, Urb. Puente Piedra. Considerando un evento climático excepcional productor de desbordes e inundaciones, la zona aledaña al río Chillón, en la zona sur del distrito.

- Como parte del tratamiento a las áreas residenciales se definen áreas de renovación urbana en las zonas de ladera alta, identificados como sectores vulnerables del distrito, donde las pendientes sobrepasan los niveles críticos urbanizables, existen problemas de precariedad de estructuras y estabilidad del suelo, problemas geológicos, falta de

servicios básicos, escasez de áreas verdes y de equipamientos, dificultades para la accesibilidad, entre otros.

- Según la propuesta, se identifica determinados sectores del distrito que requieren de un tratamiento o intervención especial por sus características específicas de vulnerabilidad como son la Zona De Recuperación Ecológica y de Protección Ribereña en las áreas cercanas a la ribera del río Chillón y la Franja Ecológica en las zonas de laderas altas del área oeste del distrito. Asimismo, la optimización de la localización de las áreas de equipamiento urbano (educación y otros usos) en la vías transversales principales y/o en terrenos que ya cuentan con dicho uso para mejorar su accesibilidad, cobertura y viabilidad; y también, el equipamiento recreativo sobre las áreas de riesgo por afloramiento de aguas subterráneas cercanas a la zona de mayor concentración residencial.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se resalta el hecho de que aunque las investigaciones realizadas en el Sector de Puente Piedra se hicieron al detalle adecuado para el alcance propuesto, los resultados podrían variar en alguna medida a la luz del estudio final de microzonificación de la ciudad, especialmente aquello que tiene que ver con los periodos de vibración y amplificación de la señal sísmica en la superficie del terreno.
- En cuanto al uso de los resultados de esta parte del estudio para fines constructivos, si se acepta como criterio que un terreno es más o menos apto para construir en él, dependiendo de las restricciones que le impone su naturaleza, se sugiere que en el Sector de Puente Piedra se consideren como zonas de muy baja aptitud para construcción las riberas del río y canales. Las demás zonas se consideran como de moderada aptitud para construcción. Estas recomendaciones se sintetizan gráficamente en la Lámina 12. No sobra advertir, sin embargo, que estas recomendaciones tienen en cuenta únicamente el aspecto geotécnico, el

cual necesariamente deberá integrarse a otros, como puede ser la inundación por desbordamiento del Río Chillón.

- Es recomendable diseñar e iniciar un programa de información pública y educativa sobre la naturaleza y efectos de los terremotos, la importancia de la microzonificación sísmica y demás aspectos de interés que, sin alarmar innecesariamente, sirvan para sensibilizar a la población y socializar entre ella los resultados del estudio.
- Implementar proyectos identificados para mitigar los efectos de los fenómenos naturales de origen geológico-geotécnico y climático.
- Finalmente, se debe recordar que:
“.....Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas determinadas en la forma pre-escrita en esta Norma” (Tomado de la NTE E-030 Diseño Sismorresistente, R.M. N° 079-2003-VIVIENDA del 2003).

BIBLIOGRAFIA

CASTRO-CUBA Milagros, CHANG Luís y SALAS Leonardo (2003) "Zonificación Geotécnica Sísmica de la Ciudad de Moquegua", XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Iquitos, Perú.

CIPUR (2001) "Estudio Abastecimiento de agua potable para asentamientos humanos en distritos del Área Norte de Lima-Callao", CIPUR, 2001, Perú

CISMID (2003). "Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de la Gran Lima-Fase I. Estudio APESEG/CISMID-EVR-LYC". Asociación Peruana de Empresas de Seguros-APESEG, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres-CISMID, Lima, Perú.

CISMID (2004) "Bases técnicas para la estimación de pérdidas con fines de seguros de terremoto, Asociación Peruana de Empresas de Seguros-APESEG Superintendencia de Banca y Seguros-SBS, CISMID, Lima.

DURAND QUEROL, Rodolfo (1993) "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Paita"; Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Lima.

GONZÁLES GÓMEZ, Jorge E. (1987) "Estudio Hidrogeológico para abastecimiento de agua potable al Pueblo Joven Jerusalem", Tesis de Grado, UNMSM

INADUR (2000) "Planes de Mitigación de los Efectos Producidos por los Desastres Naturales, Programa: Desarrollo de Ciudades Sostenibles - I Etapa"; Lima, INADUR.

INDECI – Dirección Regional de Defensa Civil de Tacna (2004) "Mapa de Peligros de la Ciudad de Tacna", Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles, Tacna, INDECI.

INEI - Perú Proyecciones de población por años calendario, según departamentos, provincias y distritos 1990-2020. Boletín Especial N° 16

INGEMMET (1992) "Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurin, Chancay y Chosica", Boletín N° 43, Lima, INGEMMET, 1992

KUROIWA HORIUCHI, Julio (2004) "Disaster Reduction, Living in Harmony with Nature", 2004; Lima, Peru

LOAIZA, César y BLONDET, Marcial (2000) "Estudio Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las Construcciones de Vivienda en Lima", Pontificia Universidad Católica del Perú.

MITMA MARTES, Grover Julio (2001) "Microzonificación de la Ciudad de Ica frente a Sismos e Inundaciones"; Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Lima.

SENAMHI - Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales – DGIA, (2004) "Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima – Callao", Boletín Técnico, Lima.

SILGADO E. (1978) "Historia de los Sismos más notables Ocurridos en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N° 3, Serie C, Lima.

VARGAS ATOCHE, Jean Paul (2002) "Deslizamientos inducidos por sismos y sus efectos en abanicos aluviales", Compendio de Trabajos de Investigación. CNDG –V.3 p. 125-136, Biblioteca Instituto Geofísico del Perú.

VALDIVIA FERNÁNDEZ, Helga y NÚÑEZ ATO, Daniel (2004) "Evaluación del Riesgo Ambiental de Tipo Físico Natural y su relación con el Planeamiento Urbano. Caso: Distrito de Comas", Revista del Instituto de Investigación FIGMMG Vol 7, N.º 13, 45-57, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

VIZCARRA CORNEJO, Martín (1986) "Microzonificación Sísmica de Moquegua aplicada al Planeamiento Urbano para la Mitigación de Desastres Naturales empleando el Método Simplificado"; Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Lima.

BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

<http://www.predes.org.pe/>

Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI

http://www.indeci.gob.pe/ciudad_sost/ciudad_sost.htm

Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres – SINPAD

<http://sinadeci.indeci.gob.pe/PortalSINPAD/Default.aspx?ItemId=257>

Pagina Web del SENHAMI www.senhami.gob.pe

Pagina Web del INEI. www.inei.gob.pe

Pagina Web del IGP – Instituto Geofísico del Perú

http://khatati.igp.gob.pe/Webs/cns06/ie_main.htm

Pagina Web del INRENA.

http://www.inrena.gob.pe/ogateirn2/microcuencas/estudios_depa.htm

Pagina Web INGEMMET

http://www.ingemmet.gob.pe/paginas/pl01_quienes_somos.aspx?opcion=41

FOTOS

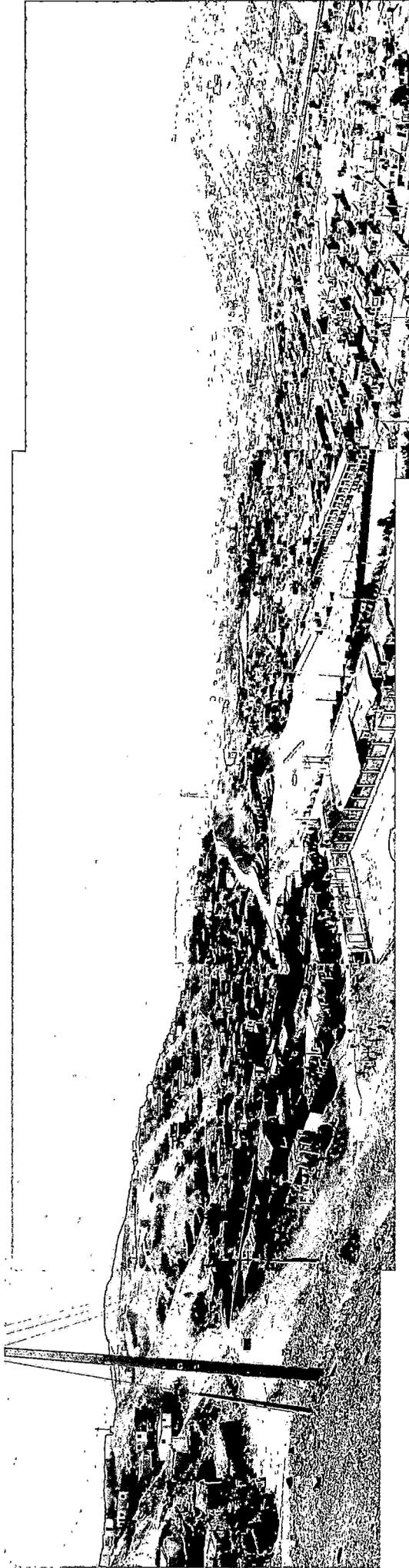


Foto N° 01. Vista panorámica de la parte alta del Pueblo Joven Jerusalem. Se puede apreciar la población se ha asentado, incluso, en las partes altas de los cerros poniendo en riesgo sus viviendas frente a un evento sísmico.

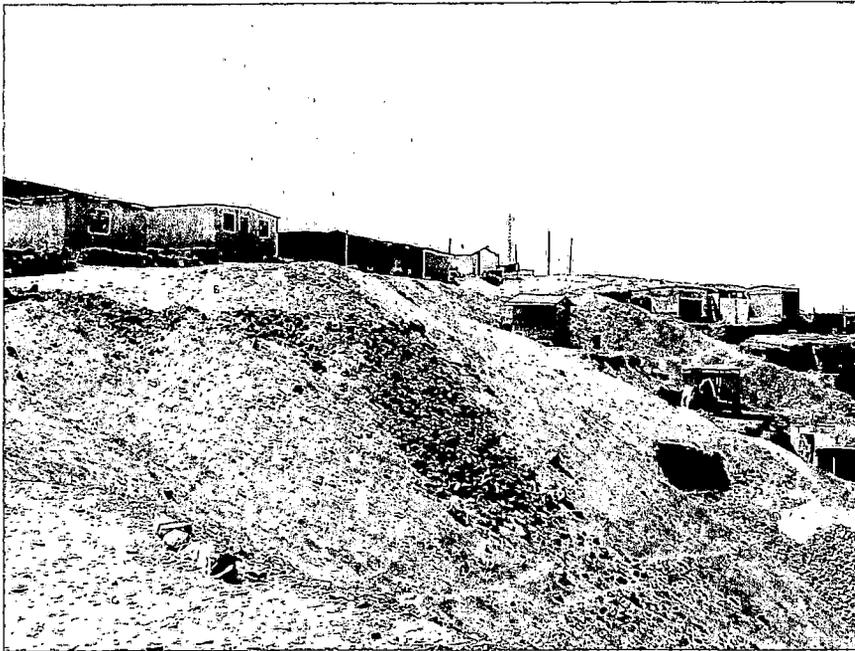


FOTO N° 02. Parte alta de la Cooperativa Hijos de Luya, en la zona noreste del distrito de Puente Piedra, nótese la capa de arena sobre la cual esta asentada la población



FOTO N° 03. En la Cooperativa Víctor A. Belaunde se aprecia la poca estabilidad de las laderas de los cerros, correspondiente a la zona noroeste del distrito de Puente Piedra.

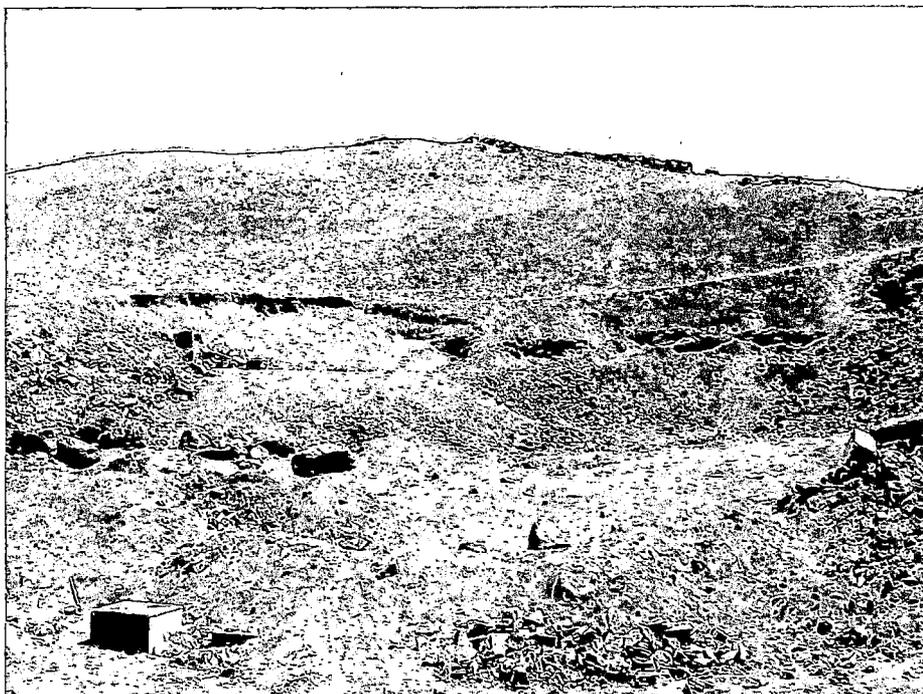


FOTO N° 04. En la Asociación San Felipe, se aprecia la erosión del talud del cerro, notándose la facilidad de desprendimiento de material.

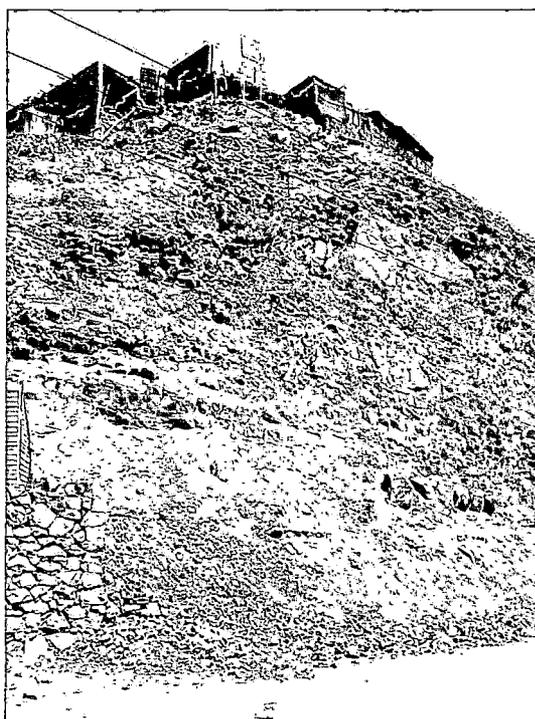


FOTO N° 05. Corte al lado izquierdo de la Av. Buenos Aires en la Asociación Los Portales, se aprecia secuencia típica de estratigrafía del Grupo Puente Piedra, secuencia volcánico sedimentaria de brechas y andesitas que se intercalan con limonitas y areniscas.



FOTO N° 06. Vista panorámica de la zona oeste de Puente Piedra, se puede apreciar que la Cooperativa Fundo Victoria se ha ubicado en medio de la quebrada, poniendo en riesgo moderado a los habitantes frente a un deslizamiento de ladera.

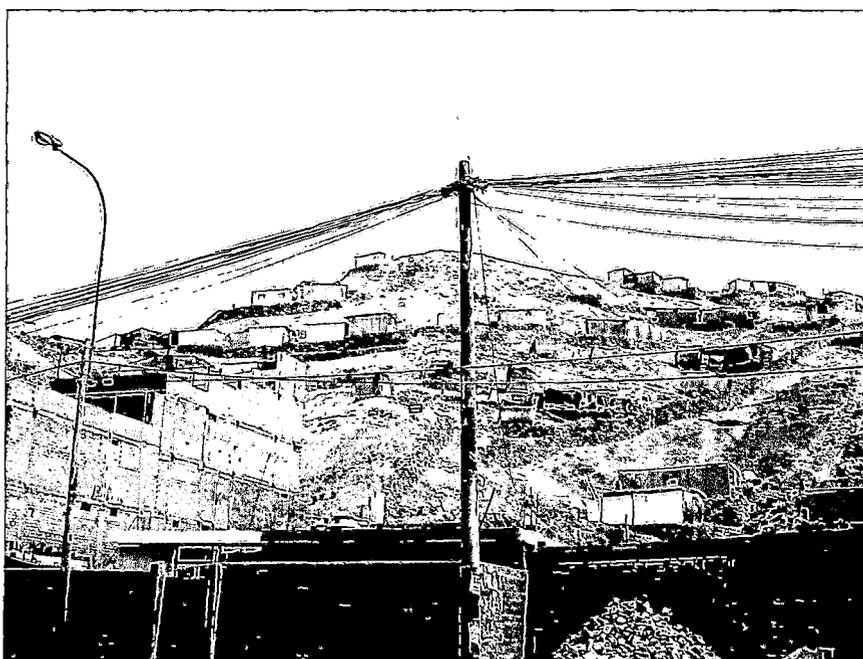


FOTO N° 07. La Urb. Las Casuarinas del Norte esta propensa a sufrir daños en sus estructuras frente a un evento sísmico.



FOTO N° 08. Zona Arqueológica Tambo Inga

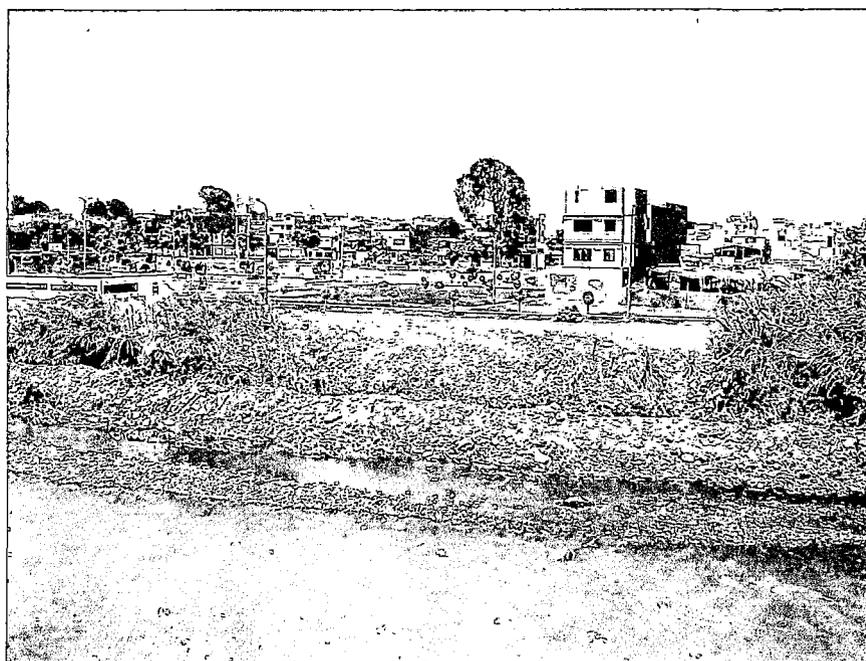


FOTO N° 09. La Urb. San Diego, en la Margen derecha del Río Chillón, esta identificada como zona de peligro muy alto tanto climático como múltiple.



FOTO N° 10. Cauce del río Chillón, cercano al puente inca y al cañón Oquendo, zona de estrangulamiento del río.

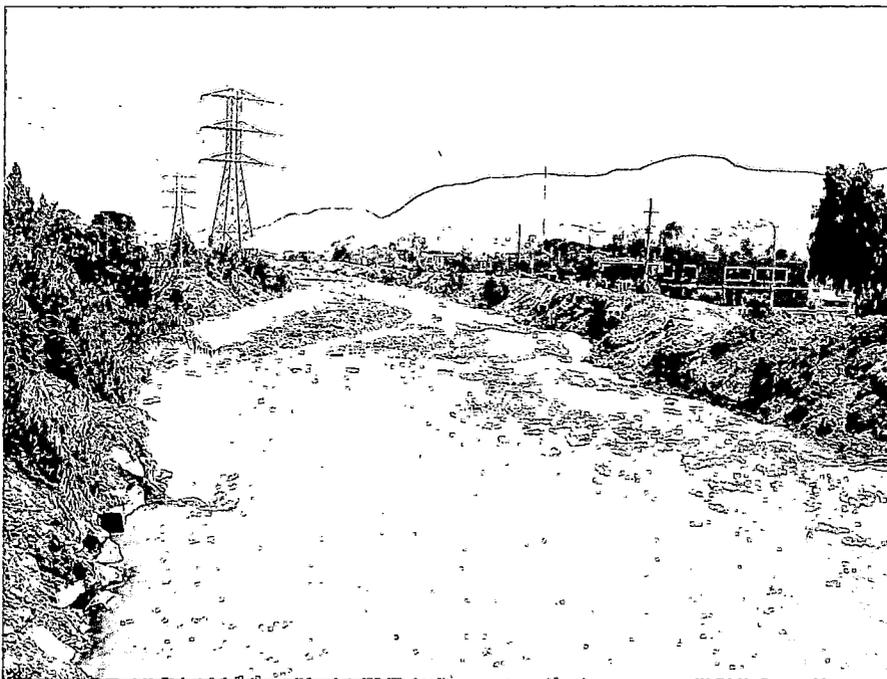


FOTO N° 11. Nótese el material que conforma la ribera del río, acumulación de material fluvial, desmonte y bloques de roca.

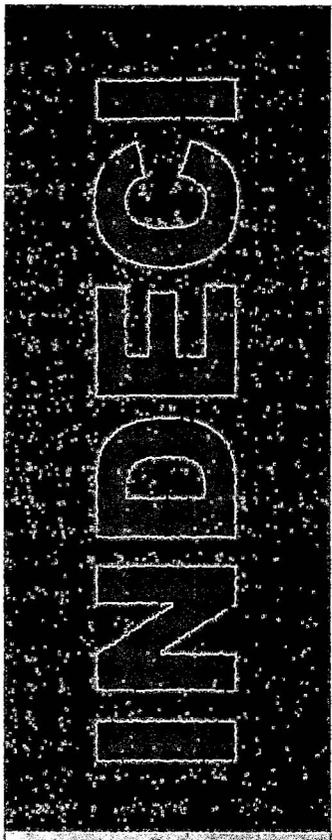
LÁMINAS

1. Mapa Geológico – Estratigráfico.
2. Mapa Geológico – Tectónico.
3. Carta de Hidroisohipsas.
4. Ubicación de Calicatas.
5. Zonificación de Suelos a 1.0 m. de Profundidad.
6. Zonificación de Suelos a 2.0 m. de Profundidad.
7. Zonificación de Suelos a 3.0 m. de Profundidad.
8. Mapa de Zonificación Geotécnica.
9. Mapa de Zonificación de Peligros Geológico – Geotécnicos.
10. Mapa de Zonificación de Peligros Climáticos.
11. Mapa de Zonificación de Peligros Geológico – Climáticos
12. Mapa de Zonificación de Peligros Múltiples.
13. Mapa de Uso de Suelos

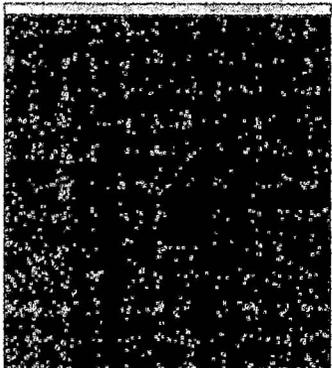
ANEXOS

ANEXO 1 – Metodología

- **INDECI – Programa de Ciudades Sostenibles Primera Etapa**



2005



**PROGRAMA DE CIUDADES SOSTENIBLES
PRIMERA ETAPA - (PCS - 1E)
PERÚ**



**PROGRAMA DE CIUDADES SOSTENIBLES - PRIMERA ETAPA
(PCS - 1E)**

INDECI

- I. INTRODUCCIÓN 2
- II. FINALIDAD DEL PROGRAMA DE CIUDADES SOSTENIBLES - PRIMERA ETAPA 2
- III. OBJETIVOS 3
- IV. ESTRATEGIA 3
- V. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS 4
- VI. AVANCES Y PROGRAMACIÓN 8
- VII. ESTUDIO DE CASOS 10



PROGRAMA DE CIUDADES SOSTENIBLES - PRIMERA ETAPA (PCS - 1E)

I. INTRODUCCIÓN

El Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres, (PNPAD) aprobado por Decreto Supremo Nº 001-A-2004-DE-SG del 10 de marzo del 2004, constituye una de las herramientas fundamentales en apoyo de la Política Nacional de Desarrollo, por cuanto contiene las directivas, objetivos, estrategias y acciones que orientan las actividades Intersectoriales e InterInstitucionales en materia de prevención, en concordancia con la problemática nacional de desastres y de las prioridades que derivan de ella para la reducción de los impactos socioeconómicos que afectan el desarrollo sostenible del país.

Dentro de las estrategias del PNPAD, se contempla el "Fomentar la Incorporación del Concepto de Prevención en la Planificación del Desarrollo", y es en este contexto que el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, viene ejecutando a nivel nacional el Programa de Ciudades Sostenibles – Primera Etapa (PCS-1E).

El "Desarrollo Urbano" es el proceso por el cual los asentamientos evolucionan positivamente hacia mejores condiciones de vida. Las estructuras, servicios y actividades urbanas, principalmente económicas deberán por tanto, asegurar el bienestar de la población.

El concepto de "Desarrollo Urbano Sostenible", implica un manejo adecuado en el tiempo de la relación entre "desarrollo urbano y medio ambiente", cuyo equilibrio garantiza la estabilidad de la población en un espacio geográfico.

En esta perspectiva, el desarrollo de un asentamiento supone el acondicionamiento del medio ambiente natural. Las ciudades importantes y medianas de los países en desarrollo están creciendo de manera caótica y desordenada, ocupando con creciente frecuencia, sectores altamente peligrosos, amenazados por sismos intensos, violentos flujos de lodo y piedras, inundaciones severas, etc.; donde se construyen edificaciones vulnerables, incrementando los niveles de riesgo de la población en general.

Este proceso de crecimiento urbano rebasa la capacidad de soporte del ecosistema, causando impactos ambientales negativos y comprometiendo seriamente la seguridad física del asentamiento ante desastres. Esta es la situación que el PCS-1E busca revertir.

Diversas experiencias a nivel nacional y mundial han demostrado que las acciones de prevención y mitigación son de mayor costo – beneficio que las acciones post – desastre.

En el presente Informe se busca difundir principalmente las acciones que se vienen realizando en el Perú para promover el crecimiento y densificación de las ciudades sobre las zonas que presenten las mejores condiciones de seguridad física, y describir la estrategia empleada y las acciones desarrolladas por el Programa de Ciudades Sostenibles – Primera Etapa (PCS-1E).

II. FINALIDAD DEL PROGRAMA DE CIUDADES SOSTENIBLES – PRIMERA ETAPA

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



En esta Primera Etapa se da énfasis a la "seguridad física de las ciudades", ya que los efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos intensos pueden causar pérdidas de magnitud en las ciudades, lo que originaría un brusco descenso en el nivel de vida de sus habitantes e imposibilitaría el desarrollo sostenible de la ciudad si es que no se toman las medidas preventivas adecuadas.

III. OBJETIVOS

Los objetivos principales del PCS-1E son los siguientes:

- Promover y orientar la prevención y mitigación de desastres en las ciudades a través del crecimiento y densificación de las mismas sobre zonas físicamente seguras. Reducir el riesgo de las áreas de la ciudad que se densifican o expanden es también hacerla competitiva a largo plazo, al evitar que la capacidad productiva instalada sobre zonas más seguras sea destruida.
- Promover una cultura de prevención ante desastres naturales y antrópicos entre las autoridades, instituciones y población del país.

IV. ESTRATEGIA

La Estrategia del PCS-1E se basa en la participación activa de todos los actores interesados en un desarrollo urbano seguro: la población organizada, los Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales, los Sectores, las universidades, profesionales e instituciones vinculadas al tema de desarrollo urbano sostenible.

En la formulación de los estudios se incorporaron a las Universidades y profesionales locales. Las ventajas de ello son varias: la motivación de participar en un Programa que incrementa la seguridad a las ciudades de su región; la capitalización del conocimiento y la experiencia de haber realizado estudios del medio local y la reducción sustancial en los costos de operación, ya que los conocimientos y la experiencia se quedan en la zona; y el reforzamiento del control municipal durante la implementación del Programa.

El PCS-1E enfoca el problema de manera integral hasta llegar a ordenanzas municipales aprobadas por consenso, que todos respeten y estén dispuestos a cumplir; incluyendo las acciones de control municipal.

De acuerdo a los Objetivos del Programa y a la Estrategia planteada para lograr resultados tangibles, sigan los siguientes pasos:

- Priorización del Golemo Regional**, el que recomienda las ciudades que se podrían incorporar al PCS-1E en atención a su situación de riesgo, magnitud poblacional, antecedentes de desastres o emergencias y rol económico en la región.
- Solicitud del Alcalde al Jefe del INDECI**, quien en su calidad de Presidente del Comité de Defensa Civil, señala el firme compromiso de las autoridades locales de participar activamente en la ejecución e implementación del programa.
- Formulación de los Estudios Mapa de Peligros y Plan de Usos del Suelo y Medidas de Mitigación ante Desastres**, que se constituyen en una herramienta de gestión municipal en los temas de prevención y mitigación de desastres. Consisten en propuestas que establecen pautas técnicas para un uso racional del suelo desde el punto de vista de la seguridad física de la ciudad. Se orienta la expansión urbana sobre los sectores que presentan las mejores condiciones de seguridad física, evitándose la ocupación de sectores de peligro muy alto, para reducir el impacto negativo de futuros eventos intensos o extremos y de terrenos agrícolas, para evitar su destrucción, con efectos negativos sobre el medio ambiente. Cabe destacar que durante la elaboración de los estudios participa el Comité de Defensa Civil ampliado con representantes de otras instituciones no contemplados en su conformación básica.



- d. **Proceso de aprobación** mediante difusión y consulta ciudadana de los estudios de Mapa de Peligros y Plan de Usos del Suelo y Medidas de Mitigación ante Desastres. El proyecto es difundido entre la comunidad, organizaciones locales y autoridades municipales, para luego aprobarlos mediante Ordenanza Municipal. Los Gobiernos Locales tienen a su cargo la implementación de los estudios.

V. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS

El proceso metodológico adoptado para la elaboración de los estudios de Ciudades Sostenibles se basa en las siguientes tres (03) etapas: (Ver gráfico N° 1)

- **Primera Etapa: Organización y Preparación del Estudio**
Consiste en la recopilación y revisión de información existente sobre la ciudad en estudio, y de su contexto regional; preparación de los instrumentos operativos para el trabajo de campo y el desarrollo del estudio, reconocimiento y levantamiento de información preliminar.
- **Segunda Etapa: Formulación del Diagnóstico Situacional**
Tiene cuatro componentes principales:
 - a. **Evaluación de Peligros (P).**- Tiene por finalidad identificar los peligros naturales que podrían tener impacto sobre la ciudad y su entorno inmediato, comprendiendo dentro de este concepto a todos "aquellos elementos del medio ambiente o entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él", así como los peligros de origen antrópico, es decir aquellos originados por el hombre.

Se analiza el impacto generado por acción de fenómenos de origen Geológico, Geológico - Climático y Climático, en forma independiente, elaborando mapas temáticos de los peligros que se presentan en la ciudad y su entorno, para obtener finalmente los Mapas Síntesis de Peligros.

- b. **Evaluación de Vulnerabilidad (V).**- Que permite determinar el grado de afectación y pérdida, que podría resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural en la ciudad. 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 sea el tipo de fenómeno evaluado.

Esta evaluación se realiza en el área ocupada de la ciudad, analizándose diferentes tipos de variables para determinar las áreas más vulnerables, tomándose en consideración las siguientes variables urbanas:

- **Asentamientos Humanos:** análisis de la distribución espacial de la población (densidades), tipologías de ocupación, características de las viviendas, materiales y estado de la construcción, etc.
- **Servicios y Líneas Vitales:** instalaciones más importantes de los sistemas de agua potable, desagüe, energía eléctrica, transportes; y servicios de emergencia como hospitales, estaciones de bomberos y comisarías.
- **Lugares de Concentración Pública:** evaluación de colegios, iglesias, coliseos, mercados públicos, estadios, universidades, museos, etc. y demás instalaciones donde exista una significativa concentración de personas en un momento dado; además se analiza el grado de afectación y daños que podrían producirse ante la ocurrencia de un fenómeno natural y situación de emergencia.
- **Patrimonio Monumental:** evaluación de los bienes inmuebles, sitios arqueológicos y edificaciones de interés arquitectónico que constituyen el legado patrimonial de la ciudad.

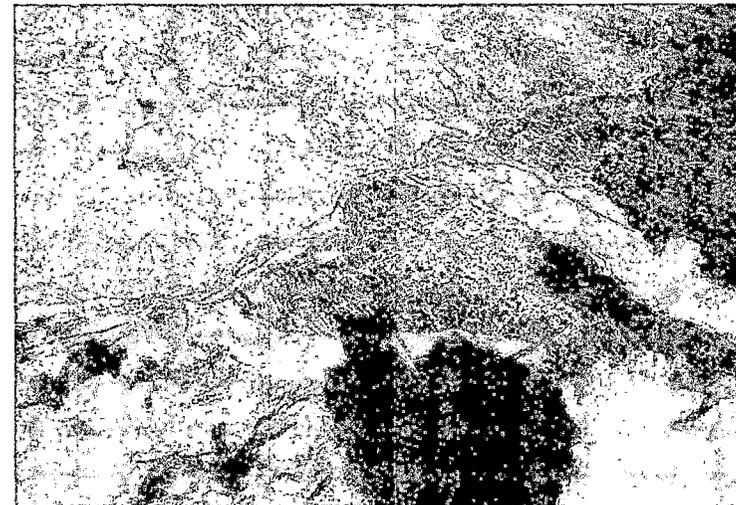


- **Infraestructura de Soporte:** corresponde a la evaluación de la infraestructura de soporte que permite el desarrollo de actividades económicas.
- c. **Estimación del Riesgo (R).**- Corresponde a la evaluación conjunta de los peligros que amenazan la ciudad y la vulnerabilidad de la ciudad ante ellos. El análisis de Riesgo es un estimado de las probabilidades de pérdidas esperadas para un determinado evento natural. De esta manera se tiene que:

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

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

- d. **Síntesis de la Situación Actual.**- Se desarrolla en base a las condiciones de peligros, vulnerabilidad y riesgo, vislumbrando un escenario de probable ocurrencia si es que no se actúa oportuna y adecuadamente.
- **Tercera Etapa: Formulación de la Propuesta**
Sobre la concepción de una imagen objetivo desde el punto de vista de la seguridad física y en atención a las tendencias, escenarios de riesgo y posibilidades de crecimiento y desarrollo de la ciudad, la formulación de la propuesta presenta tres grandes componentes: El Plan de Uso del Suelo por Condiciones Generales de Uso, Pautas Técnicas de construcción y habilitación y la Identificación de Proyectos de Prevención y Mitigación de desastres.



CIUDAD DE HUARAZ AÑO 1943
EFECTOS DE ALUVIÓN DEL AÑO 1941

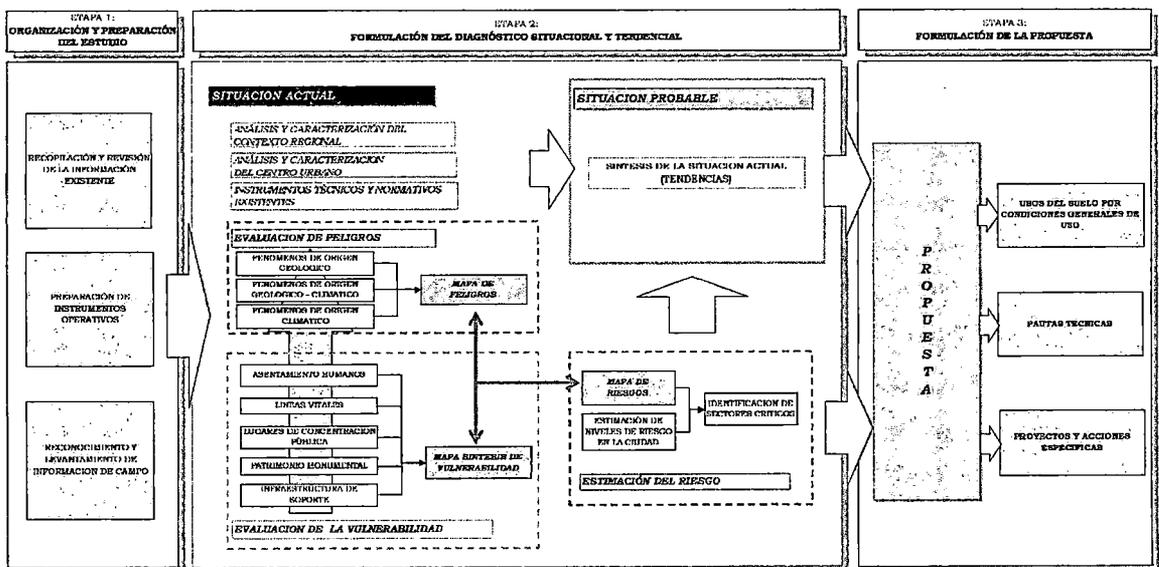
Gráfico N° 1
MATRIZ DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

		VULNERABILIDAD EN ÁREAS URBANAS OCUPADAS				RECOMENDACIONES PARA ÁREAS SIN OCUPACIÓN
		ZONAS DE VULNERABILIDAD ALTA	ZONAS DE VULNERABILIDAD MEDIA	ZONAS DE VULNERABILIDAD BAJA	ÁREAS LIBRES	
PELIGROS	<p>Edificios amenazados por aluviones y flujos repentinos de agua y lodo (tsunamis).</p> <p>Áreas amenazadas por flujos gravitacionales o lava.</p> <p>Zonas de quiebras que afectan a la ciudad en volutas activas y pozos de deposición de cenizas por ruidos de bombas.</p> <p>Edificios amenazados por deslizamientos, zonas amenazadas por inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza destructiva y poder erosivo.</p> <p>Edificios amenazados por tsunamis.</p> <p>Suelo con alta probabilidad de ocurrencia de licuación por saturación o aguas calientes en grandes proporciones.</p>	<p>Zonas con predominancia de viviendas de mediana y pequeña, viviendas en mal y regular estado de conservación, con procesos de hacinamiento y hacinamiento en parcelas, población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, ausencia de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias.</p>	<p>Zonas con predominancia de viviendas de mediana y pequeña, viviendas en mal y regular estado de conservación, con procesos de hacinamiento y hacinamiento en parcelas, población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias.</p>	<p>Zonas con predominancia de viviendas de cuantías cuantiosas, viviendas en regular buen estado de conservación, población con un nivel de ingresos económicos medio y alto, cultura económica media, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencias.</p>	<p>Zonas con viviendas de mediana y pequeña, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingresos económicos medio y alto, cultura económica media, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura de servicios básicos, con buen nivel de accesibilidad para atención de emergencias.</p>	<p>ÁREAS LIBRES</p>
	ZONAS DE PELIGRO ALTO	ZONAS DE PELIGRO ALTO	ZONAS DE PELIGRO ALTO	ZONAS DE PELIGRO ALTO	ZONAS DE PELIGRO ALTO	<p>Prohibido su uso con fines de ocupación urbana. Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, zonas recreativas, etc.</p>
	ZONAS DE PELIGRO MEDIO	ZONAS DE PELIGRO ALTO	ZONAS DE PELIGRO MEDIO	ZONAS DE PELIGRO MEDIO	ZONAS DE PELIGRO MEDIO	<p>Pueden ser empleados para expansión urbana de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes. Se deben emplear muros de contención y sistemas constructivos adecuados.</p>
	ZONAS DE PELIGRO BAJO	ZONAS DE PELIGRO ALTO	ZONAS DE PELIGRO MEDIO	ZONAS DE PELIGRO BAJO	ZONAS DE PELIGRO BAJO	<p>Suelo apto para expansión urbana.</p> <p>Suelo ideal para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes.</p>

RIESGO	
ZONAS DE PELIGRO ALTO	<p>Secures críticas donde se deben priorizar obras, acciones e implementación de medidas de mitigación ante desastres. De ser posible, reubicar a la población en zonas más seguras de la ciudad. Cuidado de todo tipo de construcciones ante la ocurrencia de un fenómeno térmico.</p>
ZONAS DE PELIGRO MEDIO	<p>Secures críticas donde se deben priorizar obras, acciones e implementación de medidas de mitigación ante desastres. Educación y capacitación de la población y autoridades. No son aptas para procesos de ocupación y localización de equipamientos urbanos. Cuidado de edificaciones en mal estado y/o con materiales inadecuados para soportar los efectos de los fenómenos naturales.</p>
ZONAS DE PELIGRO BAJO	<p>Suelo apto para uso urbano. Es deseable implementar medidas de mitigación ante desastres y educación y capacitación de la población en temas de prevención. Pueden practicarse con algunas restricciones. Daños considerables en viviendas en mal estado.</p>
ZONAS DE PELIGRO BAJO	<p>Suelo apto para uso urbano de alta densidad y localización de equipamientos urbanos de importancia, tales como hospitales, grandes centros educativos, bancos, cuarteles de policía, etc. Daños menores en las edificaciones.</p>



Gráfico N° 2
ESQUEMA METODOLÓGICO DE LOS ESTUDIOS DEL PCS-1E





VI. AVANCES Y PROGRAMACIÓN

Cuadro N° 1
CIUDADES COMPRENDIDAS EN EL PCS-1E

A la fecha, 103 ciudades y localidades de diferentes regiones del Perú están comprendidas en el Programa de Ciudades Sostenibles - Primera Etapa, 67 de las cuales cuentan con estudios de Mapa de Peligros y 54 con Planes de Usos del Suelo y Medidas de Mitigación ante Desastres culminados, 42 municipalidades han aprobado los estudios por Ordenanza Municipal y se encuentran en proceso de Implementación por los respectivos Gobiernos Locales.

N° DE ORDEN	CIUDAD / LOCALIDAD	REGION	SITUACIÓN DE ESTUDIOS	
			MAPA DE PELIGROS	PLAN DE USOS DEL SUELO Y MEDIDAS D. P.
1	AGUAS VERDES	TUMBES	X	X
2	TUMBES	TUMBES	X	X
3	TALARA	TUMBES	X	X
4	SULLANA	TUMBES	X	X
5	PATA	TUMBES	X	X
6	CHILICANAS	PIURA	X	X
7	HUANCABAMBA	PIURA	X	X
8	SECHURA	PIURA	X	X
9	AYACUCHO	PIURA	X	X
10	CASAPATA	PIURA	X	X
11	CHICLAYO	PIURA	X	X
12	PIURA (No incluye Casco Viejo)	PIURA	En estudio	Programado
13	CHICLAYO	PIURA	En estudio	Programado
14	SAN JOSÉ	PIURA	X	X
15	PIURILLO	PIURA	X	X
16	SANTA ROSA	PIURA	X	X
17	MOYOBAMBA	PIURA	X	X
18	ETEN	PIURA	X	X
19	PUERTO EYEN	PIURA	X	X
20	BELOE	PIURA	X	X
21	AGORONDE	PIURA	X	X
22	TIGRE	PIURA	X	X
23	LAMBAYEQUE	PIURA	X	X
24	TIERRA NUEVA	PIURA	X	X
25	CAJAMARCA	CAJAMARCA	X	Programado
26	BANOS DE LA INCA	CAJAMARCA	X	Programado
27	JAEN	CAJAMARCA	En estudio	Programado
28	TREJILLO	LA LIBERTAD	En estudio	En culminación
29	CHIMBOTE	LA LIBERTAD	X	X
30	HUARAL	LA LIBERTAD	X	X
31	CARHUAY	LA LIBERTAD	X	X
32	REQUÍM	LA LIBERTAD	X	X
33	CATAC	LA LIBERTAD	X	X
34	INCAHUASI	LA LIBERTAD	X	X
35	CARHUAY	LA LIBERTAD	Programado	Programado
36	YUNGAY	LA LIBERTAD	Programado	Programado
37	HUARAL	LA LIBERTAD	Programado	Programado
38	MOYOBAMBA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
39	TARAPOTO	LA LIBERTAD	Programado	Programado
40	JANAYCA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
41	BELLAVISTA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
42	SAN MARTÍN	LA LIBERTAD	Programado	Programado
43	CARHUAY	LA LIBERTAD	Programado	Programado
44	CERRO ALTA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
45	SANTA ROSA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
46	TIERRA NUEVA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
47	NUÑO TUPERUAL	LA LIBERTAD	Programado	Programado
48	LEONARDO RODRÍGUEZ	LA LIBERTAD	Programado	Programado
49	QUILMANA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
50	CHIMBOTE	LA LIBERTAD	Programado	Programado
51	CHIMBOTE	LA LIBERTAD	Programado	Programado
52	SAN ANTONIO	LA LIBERTAD	Programado	Programado
53	CHICLAYO	LA LIBERTAD	Programado	Programado
54	SANTA ELIZABETH	LA LIBERTAD	Programado	Programado
55	RICARDO PALMA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
56	MATECANA	LA LIBERTAD	Programado	Programado
57	ICA	ICA	X	X
58	SAN JOSÉ DE LOS RÍOS	ICA	X	X
59	TINQUINA	ICA	X	X
60	PAUCOPATAN	ICA	X	X
61	PALPA	ICA	X	X
62	NASCA	ICA	X	X
63	CHICLAYO	ICA	X	X
64	PISCO	ICA	X	X
65	AYACUCHO	AYACUCHO	X	X
66	PIURA	AYACUCHO	X	X
67	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
68	CHICLAYO	AYACUCHO	X	X
69	PUERTA DE BRONCE	AYACUCHO	X	X
70	PERUVALLEY	AYACUCHO	X	X
71	CAJAMA	AYACUCHO	X	X
72	CHICLAYO	AYACUCHO	X	X
73	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
74	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
75	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
76	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
77	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
78	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
79	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
80	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
81	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
82	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
83	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
84	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
85	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
86	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
87	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
88	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
89	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
90	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
91	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
92	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
93	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
94	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
95	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
96	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
97	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
98	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
99	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
100	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
101	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
102	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
103	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
104	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
105	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
106	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
107	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
108	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
109	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
110	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
111	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
112	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
113	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
114	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
115	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
116	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
117	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
118	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
119	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
120	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
121	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
122	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
123	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
124	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
125	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
126	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
127	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
128	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
129	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
130	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
131	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
132	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
133	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
134	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
135	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
136	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
137	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
138	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
139	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
140	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
141	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
142	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
143	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
144	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
145	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
146	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
147	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
148	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
149	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
150	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
151	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
152	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
153	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
154	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
155	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
156	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
157	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
158	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
159	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
160	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
161	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
162	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
163	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
164	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
165	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
166	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
167	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
168	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
169	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
170	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
171	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
172	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
173	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
174	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
175	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
176	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
177	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
178	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
179	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
180	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
181	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
182	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
183	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
184	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
185	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
186	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
187	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
188	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
189	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
190	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
191	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
192	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
193	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
194	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
195	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
196	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
197	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
198	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
199	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
200	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
201	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
202	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
203	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
204	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
205	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
206	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
207	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
208	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
209	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
210	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
211	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
212	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
213	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
214	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
215	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
216	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
217	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
218	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
219	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
220	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
221	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
222	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
223	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
224	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
225	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
226	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
227	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
228	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
229	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
230	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
231	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
232	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
233	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
234	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
235	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
236	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
237	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
238	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
239	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
240	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
241	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
242	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
243	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
244	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
245	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
246	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
247	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
248	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
249	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
250	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
251	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
252	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
253	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
254	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
255	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
256	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
257	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
258	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
259	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
260	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
261	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
262	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
263	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
264	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
265	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
266	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
267	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
268	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
269	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
270	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
271	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
272	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
273	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
274	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
275	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
276	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
277	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
278	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
279	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
280	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
281	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
282	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
283	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
284	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
285	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
286	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
287	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
288	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
289	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
290	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
291	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
292	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
293	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
294	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
295	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X
296	AREQUIPA	AYACUCHO	X	X



VII. ESTUDIO DE CASOS

A continuación se presenta de manera resumida, dos (02) estudios del Programa de Ciudades Sostenibles desarrollados por el INDECI: Lambayeque y Huaraz, desarrollados entre Febrero del 2003 y Enero del 2004 con la participación de las respectivas municipalidades.

Dichos Estudios cubren los siguientes objetivos específicos:

- Evalúan los Peligros Naturales y Antrópicos que amenazan a las ciudades estudiadas.
- Identifican Sectores Críticos ante Desastres en dichas ciudades.
- Evalúan la Vulnerabilidad y el Nivel de Riesgo de los sectores críticos identificados; a fin de estimar las pérdidas, daños y riesgos que podrían darse como consecuencia del impacto de algún peligro natural en las referidas ciudades.
- Proponen sus respectivos Planes de Usos del Suelo que orientan una ocupación racional, sostenible y segura de la ciudad correspondiente y de su entorno inmediato.
- Identifican proyectos de Prevención y Mitigación de Desastres y plantean pautas técnicas de edificación y habilitación en cada ciudad.

MAPA DE PELIGROS, PLAN DE USOS DEL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE

Resumen Ejecutivo

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Lambayeque, capital de la provincia del mismo nombre se localiza en la Región Lambayeque, en la zona norte de la costa peruana. Se encuentra ubicada en el valle Chancay - Lambayeque, al borde del Río Lambayeque o acequia San Romualdo, a 11,4 Kms. al Noreste de la ciudad de Chiclayo; y entre las coordenadas 9°264,000 UTM y 9°258,000 UTM Sur y 620,000 UTM y 623,000 Oeste.

En el sistema urbano con tendencia metropolitana, que conforman las ciudades de Chiclayo, Lambayeque, Ferreñafe, San José, Pimentel, Santa Rosa, Monsefú, Eten, Puerto Eten y Reque, la ciudad de Lambayeque cumple el rol de centro urbano dinamizador secundario y de apoyo a la ciudad de Chiclayo.

Tiene una población estimada al año 2004 de 50,650 hab., ocupa un área urbana de 462 Hás., con una densidad bruta resultante de 110 hab./Há. Se estima que al año 2013 tendrá una población de 66,670 hab. y ocupará un área no menor de 687 Hás. con una densidad normativa de 100 hab./Há.

MAPA DE PELIGROS

Para la elaboración del Mapa Síntesis de Peligros se ha analizado los fenómenos de origen Climático, de origen Geológico - Climático, y de origen antrópico, considerando una mayor importancia a los fenómenos Climáticos, debido a que son más recurrentes en el tiempo. De esta manera se han definido las siguientes zonas para la ciudad de Lambayeque:

- **Zonas de Peligro Muy Alto:**
Las zonas calificadas como Peligro Muy Alto, comprometen al 32.21% del área total de la ciudad (148.68 Hás. aprox.). Se encuentran al Norte y Sur de la ciudad, inmediatas a la infraestructura de riego y drenaje agrícola que cruza la ciudad: Dren Principal 1400, Drenes Colectores 1400 -18 y 2210, Dren Subcolector 2210-1 y las acequias San Romualdo y San José. Los peligros recurrentes en esta zona están relacionados a las inundaciones generadas por el probable desborde de drenes y acequias, la presencia de suelos Altamente Expansibles, de Baja a Media Expansibilidad y a la presencia de inundaciones en zonas topográficamente deprimidas, generadas por la acción pluvial.

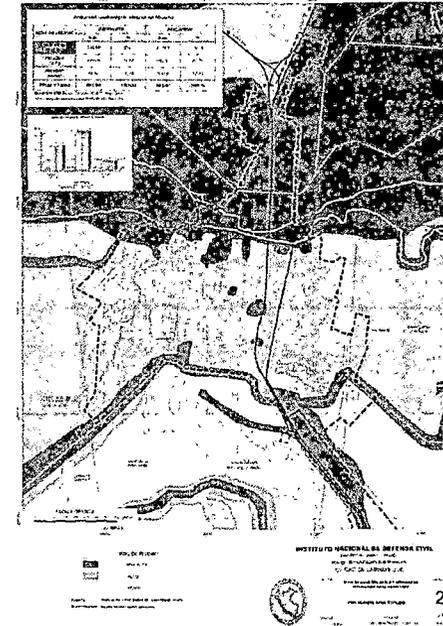


Zonas de Peligro Alto:

La zona calificada como Peligro Alto, compromete al 51.57% del área total de la ciudad 238.06 Hás. aproximadamente. Los peligros recurrentes en esta zona se encuentran relacionados a Fenómenos de Origen Climático, generados por la acción pluvial, presentándose Inundaciones por un corto tiempo de concentración del flujo del agua, debido a que la topografía del terreno, calidad y permeabilidad de suelo que posibilitan el drenaje natural. Otros peligros que se presentan en esta zona están relacionados a la probabilidad de Licuación de arenas y Expansibilidad de suelos.

- **Zonas de Peligro Medio:**

La zona que presenta esta calificación representa el 10.79% del área total de la ciudad, 49.80 Hás. aprox. Presenta menor probabilidad a ser afectada por Inundaciones generadas por la acción pluvial, debido a que la topografía del terreno ayuda a evacuar las aguas de lluvia, sin provocar problemas a la ciudad.



SECTORES CRÍTICOS ANTE DESASTRES

A partir de la Evaluación de Peligros, Vulnerabilidad y Estimación del Riesgo, en la ciudad de Lambayeque se han identificado Quince (15) Sectores Críticos, de los cuales cuatro (04) corresponden al nivel de Riesgo Muy Alto y once (11) corresponden al nivel de Riesgo Alto. En esta calificación se ha otorgado mayor criticidad a las áreas que presentan mayor riesgo ante fenómenos de origen Climático.

- Sector I: Mocce Antiguo - Urb. Mocce (Riesgo Muy Alto).
- Sector II: Mocce Sector Industrial. (Riesgo Alto).
- Sector III: AA.HH. El Sausal - Santo Domingo. (Riesgo Alto).
- Sector IV: Invasión San Romualdo (Riesgo Muy Alto).
- Sector V: AA.HH. Maravillas - Rinconada. (Riesgo Alto).
- Sector VI: Urb. Miraflores - A.H. Castilla de Oro (Riesgo Alto).
- Sector VII: AA.HH. Próceres de la Independencia - Santa Rosa (Riesgo Alto).
- Sector VIII: AA.HH. Jesús Nazareno - Las Mercedes. (Muy Alto).
- Sector IX: AA.HH. La Alameda - Prolongación Los Angeles. (Riesgo Muy Alto)
- Sector X: A.H. Santa Rosa - Urb. La Tina (Riesgo Alto).
- Sector XI: Área Central. (Riesgo Alto).
- Sector XII: A.H. San Martín - Cuartel Leoncio Prado. (Riesgo Alto).
- Sector XIII: AA.HH. Nuevo Mocce - La Isla. (Riesgo Alto).
- Sector XIV: Invasión 1ro. de Marzo. (Riesgo Alto).
- Sector XV: Invasión San Martín. (Riesgo Alto)



PLAN DE USOS DEL SUELO

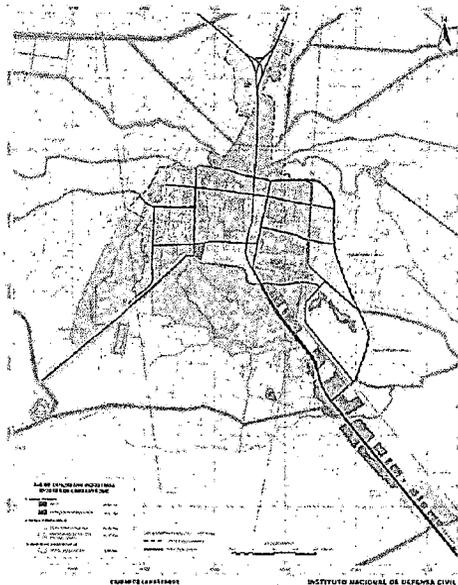
El presente Plan de Usos del Suelo considerando la Seguridad Física de la ciudad, clasifica el suelo dentro de la ciudad y su entorno según sus condiciones generales de uso en: Suelo Urbano, Urbanizable y No Urbanizable. La superficie total del Casco Urbano al año 2013 será de 687,04 Hás.

Suelo Urbano.-

Constituyen suelo urbano, las áreas actualmente ocupadas por usos, instalaciones urbanas y sobre los que se desarrollan actividades propias de una ciudad.

En el ámbito de estudio, la Propuesta del Plan de Usos del Suelo contempla la siguiente clasificación del Suelo Urbano.

- Suelo Urbano Apto**
Son las áreas urbanas actualmente ocupadas y que por su emplazamiento constituyen zonas de Riesgo Bajo o Medio, que presentan mayores niveles de seguridad frente a desastres naturales. En esta clase de suelos es factible la consolidación de las edificaciones.
- Suelo Urbano con Restricciones**
Son las áreas actualmente ocupadas, que constituyan parte de los Sectores Críticos y que por la naturaleza de su ocupación (consolidación y usos) y de su situación de riesgo ante peligros naturales y procesos antrópicos; deben ser sujetos a un tratamiento especial que implique restricciones en densificación, consolidación, usos, materiales y en donde debe exigirse con mayor obligatoriedad la aplicación de sistemas constructivos adecuados.



Suelo Urbanizable.-

Se califican como Suelo Urbanizable aquellas tierras no ocupadas por uso urbano actual y que presentan los mejores niveles de seguridad física, ventajas de localización y factibilidad de servicios. Puede ser Suelo Urbanizable de Corto Plazo, Mediano Plazo, Largo Plazo y de Reserva Urbana.

Suelo No Urbanizable.-

Constituyen Suelo No Urbanizable las tierras que no reúnen las características físicas de seguridad y factibilidad de ocupación por usos urbanos, las cuales estarán sujetas a un tratamiento especial y de protección, en razón de la seguridad física del asentamiento, valor paisajístico, histórico o cultural; o para la defensa de la fauna, flora y/o equilibrio ecológico. Esta clasificación incluye también terrenos con limitaciones físicas para el desarrollo de actividades urbanas.



PROYECTOS Y ACCIONES ESPECÍFICAS DE INTERVENCIÓN

A continuación se presenta el Cuadro con el listado de los proyectos identificados y priorizados, orientados a la prevención de desastres y reducción del riesgo.

**Cuadro N° 2
CIUDAD DE LAMBAYEQUE: LISTADO DE PROYECTOS PRIORIZADOS**

TEMA	Nº	CLAVE	PROYECTOS	PLAZO		
				C	M	L
PROYECTOS ESPECIALES	1	P.E.1	TRATAMIENTO ESPECIAL SOCIO REASENTAMIENTO POBLACIONAL E IMPLEMENTACION DEL COMPLEJO ECOLÓGICO Y RECREATIVO	X		
	2	P.E.2	REASENTAMIENTO POBLACIONAL	X		
	3	P.E.3	EVALUACION FISICA DE LOS PRINCIPALES EQUIPAMIENTOS DE EDUCACION, SALUD, RECREACION Y COMERCIO	X		
INFRAESTRUCTURA SOCIAL	4	P.I.S.1	RECONEXIONAMIENTO DEL COEDIFICIO AMBULATORIO DEL MERCADO LAMBAYEQUE	X		
	5	P.I.S.3	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE DRENAJE EN LOS PRINCIPALES EQUIPAMIENTOS DE EDUCACION, SALUD, RECREACION Y COMERCIO	X		
	6	P.I.S.4	IMPLEMENTACION DE AREAS VERDES DE RECREACION PUBLICA	X	X	
	7	P.I.S.5	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS CENTROS DE SALUD: TORIBIA CASTRO CHIRINOS Y SAN MARTIN	X	X	
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS	8	P.I.S.1	REHABILITACION Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y DESAGUE	X	X	
	9	P.I.S.2	AMPLIACION DE LA CAPACIDAD OPERATIVA Y TRATAMIENTO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE COEDIFICACION	X	X	
	10	P.I.S.3	CONSTRUCCION DE RELLENO SANITARIO	X	X	
	11	P.I.S.4	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL	X	X	
INFRAESTRUCTURA VIAL	12	P.I.V.1	TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS	X		
	13	P.I.V.1	REHABILITACION DE LA VIA LAMBAYEQUE - FERREÑAFE	X	X	
	14	P.I.V.2	MEJORAMIENTO DE LA VIA LAMBAYEQUE - SAN JOSE	X	X	
	15	P.I.V.3	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL EN LA CARRETERA PANAMERICANA	X	X	
INFRAESTRUCTURA AGRICOLA	16	P.I.V.4	IDENTIFICACION DE VIES LOCALS	X	X	X
	17	P.I.V.5	MEJORAMIENTO DE LOS POSITIVOS EXISTENTES	X	X	X
	18	P.I.V.6	CONSTRUCCION DE NUEVOS POSITIVOS	X	X	X
	19	P.I.V.7	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA VIAL EN AREAS DE EXPANSION URBANA	X	X	X
	20	P.I.A.1	EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE AGRICOLA	X	X	X
	21	P.I.A.2	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE AGRICOLA	X	X	X
GESTION DE EMERGENCIAS	22	P.G.1	PROTECCION DEL SISTEMA DE DRENAJE AGRICOLA	X	X	X
	23	P.G.2	LIMPIEZA, MANTENIMIENTO Y PROTECCION DEL SISTEMA DE RIEGO	X	X	X
	24	P.G.3	RECONEXIONAMIENTO DE ACEQUIA SAN JOSE	X	X	X
	25	P.G.4	CONDICIONAMIENTO DE RESERVOIS TIEMPORALES	X	X	X
CAPACITACION	26	P.C.1	IMPLEMENTACION DE LAS INSTALACIONES DE LA COMISARIA DE RUMOROS	X	X	X
	27	P.C.2	CAMPANAS DE SALUD ANTE DESASTRES	X	X	X
	28	P.C.3	REHABILITACION DEL COMITE PROVINCIAL DE DEFENSA CIVIL	X	X	X
	29	P.C.4	REPOSICIONAMIENTO Y PROTECCION DE VIVIENDAS	X	X	X
NORMATIVOS	30	P.N.1	ORIENTACION TECNICA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIVIENDAS NUEVAS	X	X	X
	31	P.N.2	IMPLEMENTACION DE CURSOS DE PREVENCIÓN EN LA CURRÍCULA ESCOLAR	X	X	X
	32	P.N.3	CAMPANA DE EDUCACION AMBIENTAL EN LA POBLACION	X	X	X
	33	P.N.4	ACTUALIZACION DEL PLAN DIRECTOR	X	X	X
DASCSO	34	P.D.1	PLAN MAESTRO DE CONSERVACION DE PATRIMONIO MONUMENTAL	X		
	35	P.D.2	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL MONTE LA VIRGEN	X		
	36	P.D.3	PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	X		
	37	P.D.4	REHABILITACION DE LAS ACCIONES DE CONTROL URBANO	X	X	X
	38	P.D.5	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN AREAS DE EXPANSION URBANA	X	X	X
	39	P.D.6	ESTUDIO DE COTAS Y MASANES	X	X	X

MAPA DE PELIGROS, PLAN DE USOS DEL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES DE LA CIUDAD DE HUARAZ

Resumen Ejecutivo

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Huaraz fue creada en la época de la independencia como distrito de la Provincia de Huaraz (Ley del 25-07-1857); ubicada en el departamento de Ancash, se encuentra a una altura de 3,052 m.s.n.m., siendo sus coordenadas geográficas, 09°25' - 9°75' de Latitud Sur y 77°25' - 77°75' de Latitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Las características del entorno de la ciudad de Huaraz corresponden a las de un valle interandino. Geográficamente, está localizado en el Callejón de Huaylas, limitado por las Cordilleras Blanca y Negra, cuyo Rto principal es el Santa que la atraviesa y el Río Quilicay que la cruza de este a oeste.

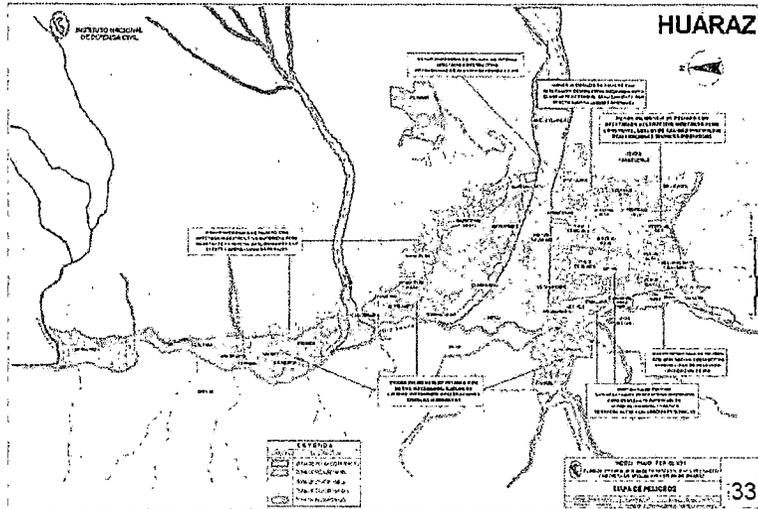
Tiene una población estimada al año 2002 de 93,110 hab., ocupa un área urbana de 930 Hás., con una densidad bruta resultante de 100 hab./Há. Se estima que al año 2015 tendrá una población de 153,000 hab. y ocupará un área no menor de 1,260 Hás. con una densidad normativa de 120 hab./Há.



MAPA DE PELIGROS

El Mapa de Peligros de la ciudad de Huaraz está representado en la Lámina N° 33, habiéndose identificado cuatro niveles de peligro, los que se distribuyen espacialmente de acuerdo a la siguiente descripción:

- **Zona de Peligro Muy Alto:**
Consiste básicamente en la zona amenazada por el peligro del aluvión que podría bajar por el curso del Río Quillcay y la zona amenazada por las crecidas del Río Santa, ambos ubicados hacia el Sector Sur de la ciudad.
- **Zona de Peligro Alto:**
Está formada, de una parte por áreas con suelos de muy baja resistencia, de conformación granular, con la napa freática alta, propensa a licuación de suelos en caso de sismos severos, y susceptibles a procesos de amplificación de las ondas sísmicas. De otra parte, está formada por el curso de quebradas que, no presentando el grado de peligrosidad del Río Quillcay, es necesario dejar libre para permitir la evacuación de aguas pluviales durante la ocurrencia de fenómenos de El Niño excepcionales o en épocas de particular abundancia de lluvias.



- **Zona de Peligro Medio:**
Está conformada por el área restante del Sector Sur de la ciudad y por franjas alledañas a las zonas de peligro alto y muy alto, además de la mayor parte de las laderas de cerros en la vertiente de la Cordillera Blanca, así como algunos lugares en donde existen focos de peligro local.
- **Zona de Peligro Bajo:**
Está conformada por el resto de la ciudad, compuesta principalmente por los Barrios del Norte y los de la Cordillera Negra, además del Barrio El Pinar en el Este, que no se ubica en ladera de cerro.



ZONAS CRÍTICAS ANTE DESASTRES

A partir de la Evaluación de Peligros, Vulnerabilidad y Estimación del Riesgo, en la ciudad de Huaraz se han identificado los siguientes sectores críticos:

- **Zona de Riesgo Muy Alto:**
Conformados por las áreas conocidas con la denominación "Cono Aluviónico" y "Río Santa", amenazadas por avalanchas, aludes e inundaciones (con o sin la ocurrencia de un sismo). En este caso se estima que la gravedad del peligro es tal, que difícilmente podría ser contrarrestada en base a una reducción de la vulnerabilidad.
- **Zona de Riesgo Alto:**
Conformado por parte de los Barrios de Cascapampa y Palmira. También esta zona está integrada por áreas comprometidas con inundaciones y de manera indirecta, con la posibilidad de ocurrencia de aluviones o avalanchas, las que podrían provocar las inundaciones, aunque la causa más probable continúe siendo la de lluvias extraordinarias por efecto de un fenómeno de El Niño intenso.

PLAN DE USOS DEL SUELO

Teniendo como base la seguridad física de la ciudad de Huaraz, se ha elaborado el presente Plan de Usos del Suelo, que clasifica al suelo de la ciudad y alrededores, de acuerdo a sus condiciones generales de uso en: Suelo Urbano, Suelo Urbanizable y Suelo No Urbanizable.

Suelo Urbano.-

Constituyen el Suelo Urbano, las áreas actualmente ocupadas por usos, actividades, o instalaciones urbanas, dotadas de las obras de habilitación urbana. Contempla la siguiente clasificación:

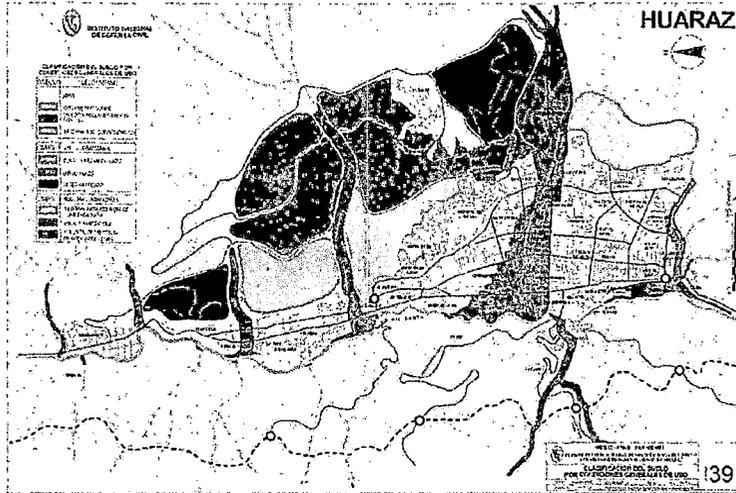
- Suelo Urbano Apto para su consolidación, los que se proponen densificar a corto y mediano plazo.
- Suelo Urbano con Restricciones para su consolidación, los que presentan niveles de Riesgo Alto y que por la naturaleza de su ocupación (consolidación y usos) deben ser sujetos a un tratamiento especial que implique restricciones en densificación, consolidación, usos y sistemas constructivos adecuados.
- Suelo Urbano sujeto a Reglamentación Especial, en los que además de las restricciones descriptas anteriormente debe haber un proceso de paulatina reubicación de sus pobladores.

Suelo Urbanizable.-

Se califican como Suelo Urbanizable, las áreas de expansión urbana, ocupadas en parte o desocupadas, aptas para su aplicación a usos o actividades urbanas en el corto, mediano y largo plazo, por constituir zonas de bajo peligro o peligro medio. Estas áreas comprenden preferentemente tierras eriazas.

Suelo No Urbanizable.-

Constituyen Suelo No Urbanizable 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 de la seguridad física del asentamiento, su valor agrológico, sus recursos naturales, sus valores paisajísticos, históricos o culturales, o para la defensa de la fauna, flora o el equilibrio ecológico. Esta clasificación incluye también terrenos con limitaciones físicas para el desarrollo de actividades urbanas.



PROYECTOS Y ACCIONES ESPECÍFICAS DE INTERVENCIÓN.-

A continuación se presenta el Cuadro con el listado de los proyectos identificados y priorizados, orientados a la prevención de desastres y reducción del riesgo.

**Cuadro N° 3
CIUDAD DE HUARAZ: LISTADO DE PROYECTOS PRIORIZADOS**

CLAVE	PROYECTOS	PLAZO			POBLACIÓN BENEFICIADA
		C	M	L	
PR-1	FORESTACIÓN				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-2	ACONDICIONAMIENTO Y DEFENSA DE REFUGIOS TEMPORALES				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-3	DIFUSIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-4	ELABORACIÓN DEL PLAN DIRECTOR DE HUARAZ				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-5	REUBICACIÓN DEL COMERCIO AMBULATORIO				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-6	CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL DESARROLLO URBANO				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-7	CAMPAÑA DE REFORZAMIENTO Y PROTECCIÓN DE VIVIENDAS				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-8	FORTALECIMIENTO DE LOS COMITÉS DE DEFENSA CIVIL				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-9	POTENCIACIÓN DEL HOSPITAL "VICTOR RAMOS QUARANDA"				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-10	MEJORAMIENTO DE INSTALACIONES Y EQUIPO DEL CUERPO DE BOMBEROS				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ Y POBLACIONES VECINAS
PR-11	INVESTIGACIÓN DE LA ACTIVIDAD DINÁMICA DE LOS GLACIARES Y DE LA "FALLA ACTIVA DE LA CORDILLERA"				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-12	CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS				TODA LA POBLACIÓN DEL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-13	OBRAS DE DEFENSA Y SISTEMAS DE VIGILANCIA DE LAS LAQUINAS				TODA LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-14	PROTECCIÓN DE RIBERAS FRENTE A INUNDACIONES				POBLACIÓN DEL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-15	CONVULSIONICO - RÍO QUILCAY				POBLACIÓN DE LAS MARGENES DEL RÍO QUILCAY
PR-16	LIMPIEZA DE CAUCE POR COLMATACIONES				TODA LA POBLACIÓN DEL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE HUARAZ
PR-17	ESTABILIZACIÓN POR EROSIONES EN CARCAVAS				POBLACIÓN DEL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE HUARAZ

REFERENCIA: Pp/pe/16/Incd/DRG-2008



Calles 1 y 21 Urb. Corpac, San Isidro Lima-Perú
 Central Telefónica: (511) 225-9898
<http://www.indeci.gob.pe>
 Número de Emergencia
 a Nivel Nacional: 115

ANEXO 2 – Información Sismológica

- **Parámetros sísmicos del área de Lima**
- **Escala de intensidad Mercalli Modificada**

INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU
CENTRO NACIONAL DE DATOS GEOFISICOS
SISMOLOGIA

PARAMETROS HIPOCENTRALES DEL AREA: LIMA
Período: 1560 - 2003

FECHA	H.O. GMT	LAT.	LON.	PROF	MAG	INT.	LOCALIDAD
A/mm/dd	hh:mm:ss	°S	°W	km	mb	MAX	
1568/04/04	00:00:00.0	12.30	77.70	30	6.6	5	Lima
1566/07/10	00:30:00.0	12.10	77.02	40	7.7	8	Lima
1606/10/25	13:00:00.0	11.80	77.80	60	6.8	8	Lima
1609/10/20	01:00:00.0	11.90	77.40	40	7.4	8	Lima
1630/11/27	15:30:00.0	12.20	77.50	30	7.5	7	Lima
1655/11/13	19:45:00.0	12.30	77.60	30	7.7	9	Isla San Lorenzo
1687/10/20	09:15:00.0	12.55	77.00	40	6.4	9	Lima
1696/07/14	09:00:00.0	12.80	77.70	20	6.7		
1697/09/29	13:30:00.0	12.30	77.40	30	7.3		
1699/07/14	09:00:00.0	11.80	77.50	40	7.7	7	Lima
1709/05/23	07:00:00.0	12.60	77.50	60	4.6	3	Lima
1709/12/20	10:00:00.0	12.30	77.30	50	6.3	6	Lima
1794/09/07	00:00:00.0	12.20	77.40	40	4.9	4	Lima
1799/01/21	21:00:00.0	12.20	77.40	40	4.8	5	Lima
1840/01/28	08:00:00.0	12.30	77.30	40	4.8		
1937/03/28	12:21:42.0	13.50	77.00	120	5.4		
1937/10/15	03:41:42.0	10.55	75.63	25	5.7		
1937/12/24	05:20:45.0	12.87	76.42	70	5.6		
1939/04/25	06:53:12.0	11.50	75.50	60	5.7		
1940/01/30	11:56:55.0	11.50	77.00	50	5.4		
1940/05/24	16:33:57.0	11.22	77.79	50	6.6	8	Lima
1940/08/25	02:27:59.0	11.50	75.00	110	5.6		
1945/02/09	18:10:00.0	10.80	78.30	60	4.2		
1945/02/10	20:30:00.0	10.80	78.30	60	4.7		
1945/02/17	13:45:00.0	10.80	78.30	60	4.7		
1945/02/17	18:35:00.0	10.80	78.30	60	4.2		
1945/02/27	03:37:00.0	13.00	76.80	40	4.5		
1945/03/06	17:10:00.0	12.70	77.80	40	4.5		
1945/03/14	05:45:00.0	11.50	76.10	30	4.8		
1945/03/21	23:45:00.0	12.00	77.80	40	4.8		
1945/04/11	09:54:00.0	13.50	75.26	30	3.5		
1945/05/02	09:45:00.0	10.60	75.70	25	4.2		
1945/05/05	10:00:00.0	12.00	77.80	40	4.8		
1945/05/14	02:30:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/05/30	20:00:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/06/10	02:22:00.0	13.60	76.80	50	4.3		
1945/06/15	11:46:00.0	11.60	77.50	60	4.0		
1945/06/15	15:46:00.0	11.60	77.50	60	4.0		
1945/07/10	01:02:00.0	12.00	77.80	50	4.3		
1945/07/14	21:30:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/07/21	08:30:00.0	11.50	77.60	40	4.6		
1945/07/26	14:20:00.0	13.00	76.20	80	4.7		
1945/08/07	20:15:00.0	13.00	76.20	80	4.7		
1945/08/10	04:23:00.0	12.80	77.40	70	5.0		
1945/08/16	18:15:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/08/19	05:30:26.0	11.00	76.00	30	4.4		
1945/08/21	16:29:37.0	11.56	76.10	50	5.9		
1945/09/21	10:34:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/09/23	11:05:00.0	13.00	76.20	80	4.2		
1945/09/25	17:45:00.0	13.00	76.20	80	4.7		
1945/10/05	00:30:00.0	12.00	77.80	40	4.6		
1945/10/08	04:05:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/10/20	12:00:00.0	12.10	77.60	30	4.5		
1945/10/21	12:45:00.0	10.80	78.20	50	4.0		
1945/11/21	17:00:00.0	12.50	76.30	100	5.0		
1945/11/21	18:55:00.0	13.30	76.20	90	4.4		
1945/11/22	07:07:00.0	13.60	76.60	60	4.2		
1945/11/27	15:55:00.0	13.00	76.20	80	4.4		
1945/11/28	13:56:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/12/12	08:25:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1945/12/21	12:56:00.0	12.00	77.80	40	4.2		
1945/12/29	01:00:00.0	10.80	75.65	30	4.3		
1946/01/05	07:38:00.0	10.80	75.65	25	4.4		
1946/01/15	08:55:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1946/02/08	22:00:00.0	12.00	77.80	40	4.7		
1946/02/15	01:30:00.0	13.00	76.20	80	4.7		
1946/02/17	23:14:00.0	12.30	75.20	40	4.1		
1946/03/06	02:15:00.0	11.80	77.50	40	3.8		
1946/03/06	02:15:00.0	11.80	77.50	40	3.8		
1946/03/10	04:24:00.0	11.15	75.90	30	3.9		

1946/04/06	17:50:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1946/04/09	10:50:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1946/04/17	09:40:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1946/05/05	10:00:00.0	13.50	76.00	90	4.2		
1946/05/10	09:10:00.0	12.00	77.80	40	4.8		
1946/05/29	10:50:00.0	11.20	78.00	40	3.9		
1946/06/04	13:35:00.0	10.70	78.20	40	3.9		
1946/09/22	02:55:00.0	11.90	77.50	40	4.4		
1946/09/26	20:50:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1946/09/27	18:30:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1946/10/09	08:30:00.0	13.50	76.00	90	4.9		
1946/10/17	21:15:00.0	13.50	76.00	90	4.7		
1946/10/27	04:54:00.0	12.40	76.40	90	4.7		
1946/11/19	08:48:00.0	12.87	76.40	90	5.6		
1946/12/05	07:55:00.0	12.39	76.45	90	5.0		
1946/12/09	15:05:00.0	10.80	78.10	40	4.3		
1947/01/08	04:40:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/02/09	15:18:00.0	11.20	75.40	15	4.3		
1947/03/27	05:30:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/04/01	10:13:00.0	11.20	75.40	40	4.0		
1947/04/03	02:57:00.0	11.20	75.40	40	4.6		
1947/04/04	03:15:00.0	12.00	77.80	40	4.5		
1947/04/05	05:30:00.0	11.40	78.10	40	4.8		
1947/04/08	01:30:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/04/08	12:23:00.0	11.72	76.92	100	5.0		
1947/07/19	15:18:00.0	10.80	78.10	40	4.1		
1947/07/22	15:18:00.0	13.94	76.00	90	4.2		
1947/07/23	02:28:00.0	13.50	76.00	90	4.7		
1947/07/30	11:50:00.0	12.00	77.80	40	4.5		
1947/08/01	05:20:00.0	12.00	77.80	40	4.5		
1947/08/03	14:20:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/08/11	08:20:00.0	13.50	76.00	90	4.7		
1947/08/12	12:10:00.0	12.00	76.70	80	4.2		
1947/08/15	02:30:00.0	11.15	75.90	40	3.5		
1947/08/15	03:30:00.0	11.15	75.90	40	4.0		
1947/08/19	04:57:00.0	10.60	75.85	25	4.5		
1947/08/23	04:50:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/09/15	04:00:00.0	10.20	75.80	40	4.2		
1947/09/18	13:15:00.0	13.50	76.00	90	4.7		
1947/09/22	03:54:00.0	10.39	75.88	100	4.7		
1947/10/01	08:00:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/10/15	08:00:00.0	13.60	76.00	90	4.8		
1947/10/19	21:12:00.0	11.15	75.90	40	4.5		
1947/11/01	14:58:53.0	11.25	75.08	100	6.2		
1947/11/15	22:10:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/11/18	04:40:00.0	12.00	77.80	40	4.3		
1947/11/23	14:56:00.0	11.80	77.50	40	4.4		
1947/11/24	06:52:00.0	11.60	76.90	80	4.7		
1947/11/29	04:50:00.0	12.10	77.50	40	3.9		
1947/12/01	17:10:00.0	12.00	77.50	40	3.9		
1947/12/04	19:00:00.0	13.00	76.20	90	4.3		
1947/12/11	11:00:00.0	12.10	77.50	40	3.9		
1947/12/13	12:10:00.0	12.00	75.60	40	4.3		
1948/01/04	10:17:00.0	13.60	76.60	70	4.8		
1948/01/12	04:45:00.0	11.80	75.10	30	3.8		
1948/01/31	06:30:00.0	12.10	77.50	40	3.9		
1948/02/09	22:22:00.0	12.10	77.50	40	3.9		
1948/02/22	10:58:00.0	12.20	77.50	40	4.6		
1948/03/04	10:00:00.0	10.60	75.40	30	4.5		
1948/03/06	11:15:00.0	13.60	76.60	70	4.8		
1948/03/15	16:00:00.0	12.20	77.50	40	4.0		
1948/03/17	19:20:00.0	12.20	77.50	40	4.0		
1948/04/04	14:05:00.0	11.67	78.16	40	4.8		
1948/04/14	04:38:00.0	11.80	75.10	30	4.5		
1948/04/17	12:00:00.0	12.00	77.80	40	4.5		
1948/05/28	05:36:16.0	13.00	76.50	60	6.0		
1948/07/01	20:25:00.0	11.90	77.50	40	3.8		
1948/08/04	05:45:00.0	11.70	77.80	40	4.5		
1948/08/15	07:35:00.0	12.60	76.50	80	4.4		
1948/08/17	17:45:00.0	13.50	76.00	90	4.4		
1948/08/19	23:45:00.0	12.60	76.50	80	4.4		
1948/08/20	12:00:00.0	12.20	77.50	40	4.0		
1948/09/05	10:14:00.0	12.20	77.50	40	4.5		
1948/09/08	01:30:00.0	13.00	76.20	90	4.3		
1948/09/21	08:25:00.0	12.60	77.50	70	4.7		
1948/10/09	10:25:00.0	13.00	76.20	90	4.3		
1948/10/12	07:49:00.0	12.05	77.50	40	4.1		
1948/11/05	07:30:00.0	11.80	75.10	30	3.8		
1948/11/13	10:05:00.0	10.80	76.20	80	4.2		
1948/11/18	08:18:00.0	12.34	77.29	70	4.9		

1948/12/03	04:00:00.0	11.00	75.90	30	3.6		
1948/12/25	15:20:00.0	12.10	77.50	40	3.9		
1949/01/03	10:35:00.0	12.10	77.50	40			

1963/04/28	05:22:05.0	11.70	78.10	10	4.9
1963/06/27	13:15:15.0	11.70	77.60	33	4.2
1963/07/05	05:46:13.0	11.60	77.50	55	5.8
1963/08/15	14:36:01.0	10.00	78.60	60	4.4
1963/09/17	05:54:35.8	10.78	78.26	61	6.7
1963/09/20	04:00:36.0	11.30	77.60	33	4.5
1963/09/24	16:30:16.0	10.75	78.20	60	6.0
1963/10/07	12:43:53.0	12.90	76.60	69	5.4
1963/10/28	02:50:39.0	13.60	76.90	38	4.1
1964/02/20	10:57:42.6	13.75	75.62	65	4.5
1964/03/07	20:53:28.0	10.05	78.19	37	4.2
1964/04/19	19:41:32.0	13.78	75.13	85	4.4
1964/07/05	22:14:59.1	10.24	75.11	135	5.0
1964/10/03	12:49:31.8	10.74	75.05	151	4.5
1964/10/06	18:19:06.9	13.10	75.10	117	4.2
1964/10/13	23:54:12.8	13.57	76.80	61	4.6
1964/11/11	18:48:55.8	13.68	75.34	81	5.0
1964/11/18	00:12:01.6	10.50	75.70	94	4.3
1964/11/18	04:04:00.9	13.51	75.26	93	4.3
1965/01/28	05:35:00.0	12.66	77.56	16	4.8
1965/04/22	05:24:47.0	13.68	75.86	78	4.8
1965/05/05	09:13:56.3	13.66	75.86	89	4.6
1965/05/12	09:42:38.2	14.00	76.54	37	4.6
1965/05/03	12:11:30.6	13.90	76.40	70	4.2
1965/07/13	17:58:02.3	13.20	75.10	102	4.0
1965/08/23	00:08:11.0	13.10	75.20	107	4.2
1965/09/11	18:17:54.0	11.40	75.30	33	4.1
1965/10/04	21:25:12.0	10.60	75.00	33	4.2
1965/10/11	20:41:04.0	10.80	75.00	100	3.6
1966/01/09	20:16:53.6	10.85	75.71	33	4.4
1966/01/17	06:57:04.6	11.60	75.93	104	4.3
1966/02/14	16:34:44.9	13.38	75.52	100	4.5
1966/07/26	21:53:34.3	11.49	75.16	119	4.5
1966/08/23	01:37:17.0	10.55	77.95	70	4.4
1966/08/26	14:37:27.0	13.60	76.70	59	4.4
1966/08/27	00:59:35.8	11.02	76.23	65	4.3
1966/08/27	15:43:00.0	11.00	78.80	49	4.1
1966/10/17	21:41:57.6	10.83	78.64	37	6.4
1966/10/17	22:26:41.3	11.08	78.63	29	5.1
1966/10/17	23:04:23.3	10.52	78.54	32	5.3
1966/10/17	23:32:39.7	10.75	78.84	36	5.1
1966/10/18	01:56:19.0	10.60	78.80	50	4.6
1966/10/18	04:42:54.5	11.54	78.75	13	4.3
1966/10/18	09:00:03.0	10.70	78.60	58	4.0
1966/10/19	07:25:43.7	11.53	78.48	28	4.4
1966/10/20	23:50:55.0	10.67	79.00	44	4.6
1966/10/23	03:46:18.8	11.59	78.61	32	4.6
1966/10/25	14:53:12.6	10.85	78.80	67	4.5
1966/10/29	04:45:38.0	10.97	77.41	26	4.3
1966/10/29	15:32:23.0	10.79	78.99	40	4.9
1966/10/29	15:42:17.9	10.90	78.67	69	4.7
1966/11/08	14:55:37.0	10.70	78.70	41	4.5
1966/11/20	01:52:47.5	11.95	76.19	90	4.2
1966/12/18	23:59:32.4	10.81	79.00	20	4.7
1967/02/18	18:59:49.3	10.47	75.03	33	4.6
1967/05/14	11:48:48.0	11.20	77.70	33	4.4
1967/05/08	18:09:53.7	11.58	77.74	48	4.3
1967/07/07	10:26:59.9	12.18	77.43	70	4.3
1967/07/16	21:03:53.1	13.16	75.27	85	4.6
1967/07/24	04:45:21.9	11.33	78.71	10	4.8
1967/07/24	10:13:58.3	13.40	76.15	49	4.2
1967/08/01	01:13:42.6	12.98	76.72	52	5.6
1967/08/22	07:42:46.1	10.99	78.35	47	4.9
1967/08/22	09:59:36.0	12.64	77.01	58	4.8
1967/08/31	14:06:39.0	10.49	78.25	70	4.9
1967/10/16	01:31:48.5	11.50	78.39	47	4.7
1967/11/17	05:41:17.7	13.62	76.26	67	4.4
1967/11/06	22:12:41.7	11.26	75.46	155	4.0
1967/11/26	07:36:03.3	12.56	76.61	72	4.5
1968/01/01	08:16:16.6	11.11	78.87	124	4.4
1968/02/03	11:07:50.3	12.59	76.59	67	4.9
1968/02/03	11:43:06.7	12.71	76.57	69	4.9
1968/03/12	12:35:52.4	11.39	76.61	31	4.5
1968/03/28	02:00:36.7	11.31	78.05	48	4.2
1968/08/05	14:23:42.0	12.98	76.93	42	4.5
1968/08/29	04:02:10.3	11.05	76.60	111	4.3
1968/09/17	21:49:59.0	13.72	75.89	73	4.5
1968/09/21	14:44:31.0	11.88	75.08	41	5.0
1968/09/28	13:53:36.7	13.17	76.36	68	5.9
1968/11/25	02:13:05.5	10.98	76.23	161	4.7
1969/01/13	05:02:33.1	11.54	77.75	70	4.3
1969/04/03	03:47:18.0	11.40	76.60	33	4.8
1969/05/25	05:21:05.3	10.73	78.95	23	4.2
1969/07/24	02:59:23.3	11.87	75.10	6	5.9
1969/07/24	04:32:38.8	11.91	75.13	27	4.6
1969/07/24	06:33:10.4	11.92	75.11	6	4.7
1969/07/24	08:00:45.3	11.93	75.12	42	4.4
1969/08/01	02:22:41.7	11.98	75.22	0	4.7
1969/08/01	05:58:34.7	11.74	75.10	33	4.2
1969/08/01	19:02:18.2	11.88	75.25	38	4.9
1969/08/20	06:32:54.2	12.84	77.46	38	4.5
1969/10/01	05:05:47.0	11.87	75.21	14	5.8
1969/10/01	06:28:09.3	11.81	75.21	48	5.1
1969/10/01	08:28:17.0	11.81	75.07	10	5.7
1969/10/01	17:04:47.8	11.75	75.20	15	5.0
1969/10/02	00:30:59.4	12.01	75.14	5	4.3
1969/10/04	00:26:34.3	11.96	75.18	20	4.4
1969/10/04	21:08:20.3	12.02	75.09	5	4.7
1969/10/04	21:57:53.5	11.78	75.03	5	4.2
1969/10/05	00:39:01.1	11.77	75.15	30	4.9
1969/10/05	06:36:47.2	11.80	75.10	4	5.1
1969/10/07	23:07:28.3	11.81	75.15	38	4.9
1969/10/13	04:41:21.4	11.73	75.09	46	4.3
1969/10/20	18:00:31.6	11.96	75.24	16	5.0
1969/10/31	22:37:53.8	11.92	75.10	8	4.5
1969/11/13	07:06:22.9	10.12	75.36	152	4.1
1969/12/09	12:10:04.6	10.21	75.64	38	4.8
1969/12/10	08:53:11.0	10.25	75.57	35	4.4
1969/12/29	09:42:11.0	10.99	75.44	99	4.4
1970/01/05	08:05:40.0	11.94	75.05	55	4.0
1970/01/24	12:53:40.0	10.75	77.58	32	4.7
1970/02/09	16:15:55.2	12.72	77.33	30	4.7
1970/02/28	18:44:54.4	11.82	75.20	36	4.1
1970/03/07	06:31:50.4	10.85	75.06	92	4.3
1970/05/31	20:45:52.7	10.73	78.48	50	6.0
1970/05/31	21:03:48.4	10.21	78.80	53	5.6
1970/05/31	21:23:42.8	11.11	78.95	49	4.1
1970/05/31	21:45:04.9	11.07	78.59	63	4.6
1970/05/31	21:48:06.1	10.22	78.65	50	5.4
1970/05/31	23:19:39.3	10.06	78.64	67	4.7
1970/06/01	01:11:23:1.7	10.30	78.63	49	5.0
1970/06/01	02:21:41.0	11.07	78.68	57	4.9
1970/06/01	02:45:20.4	10.27	78.68	44	5.8
1970/06/01	04:44:48.1	10.21	78.79	47	5.5
1970/06/01	05:15:30.9	10.28	78.75	45	5.1
1970/06/01	17:59:28.4	10.05	78.80	46	5.4
1970/06/02	01:53:33.9	10.41	78.70	43	4.6
1970/06/02	02:32:11.7	10.62	78.93	46	4.3
1970/06/02	03:39:30.0	11.15	78.80	65	4.7
1970/06/02	04:39:54.5	10.28	78.68	45	4.9
1970/06/02	10:35:46.8	10.22	78.87	45	4.9
1970/06/02	18:02:40.6	10.25	78.66	49	5.2
1970/06/02	18:52:19.6	10.24	78.96	45	4.9
1970/06/03	02:40:22.1	10.32	78.75	63	4.9
1970/06/03	11:09:19.1	10.09	78.90	62	4.6
1970/06/04	02:41:25.2	10.09	78.78	48	4.6
1970/06/05	05:56:37.6	11.19	79.00	51	5.0
1970/06/06	09:10:08.0	10.56	78.90	29	4.1
1970/06/07	20:49:43.3	10.33	78.71	67	4.3
1970/06/11	07:30:52.5	10.26	78.83	47	5.2
1970/06/12	03:00:16.0	11.13	78.94	65	4.3
1970/06/15	11:32:34.2	10.37	78.73	45	4.7
1970/06/19	06:43:57.9	12.43	77.22	27	4.2
1970/07/02	00:45:02.1	11.18	78.60	50	5.8
1970/07/02	12:47:08.3	10.10	78.74	47	4.9
1970/07/06	06:35:04.0	10.24	78.72	45	4.9
1970/07/06	15:55:56.7	10.70	78.59	56	4.5
1970/07/13	08:18:56.3	10.31	78.77	50	4.3
1970/07/16	23:57:03.2	10.98	76.39	120	5.0
1970/08/04	23:17:50.2	10.07	78.82	45	4.5
1970/09/17	12:08:03.9	11.38	78.35	59	4.3
1970/09/23	08:32:00.1	11.78	77.64	70	4.6
1970/09/29	05:59:08.0	12.07	75.15	25	4.5
1970/10/09	15:53:14.0	12.03	78.80	43	4.6
1970/10/23	15:49:37.2	10.35	75.25	60	4.8
1970/10/27	09:37:40.9	12.92	76.54	70	4.6
1970/11/23	16:59:50.5	11.79	75.26	13	4.7
1971/01/21	03:57:23.3	10.59	75.69	82	4.4
1971/01/30	10:19:56.5	10.99	78.04	41	4.7
1971/02/05	17:30:21.1	10.48	78.82	60	5.2
1971/03/19	14:27:54.8	12.05	75.24	27	4.8
1971/03/23	10:27:03.3	10.23	78.80	49	4.7
1971/04/12	04:08:33.5	10.00	78.94	66	4.9
1971/04/12	08:12:14.1	11.85	77.70	30	3.8
1971/05/28	06:50:02.4	12.57	76.99	52	5.0
1971/06/10	06:47:39.5	10.89	76.88	126	5.6
1971/07/25	22:01:45.0	10.36	78.76	50	5.9
1971/08/17	06:12:41.4	13.04	77.01	51	4.1
1971/09/15	11:24:20.5	10.41	78.85	47	4.9
1971/09/20	10:44:37.5	13.48	77.10	16	4.3
1971/09/22	22:15:01.2	10.96	78.16	55	5.3
1971/10/01	21:08:35.2	12.73	77.15	25	4.7
1971/10/03	10:29:27.1	12.75	77.36	23	4.6
1971/10/03	14:58:26.5	12.78	77.27	30	5.2
1971/10/03	15:27:39.2	12.79	77.36	19	4.2
1971/10/09	21:54:32.2	12.90	76.90	33	4.9
1971/10/23					

2002/06/14	07:33:07.3	11.59	76.39	19	4.1
2002/06/14	19:08:14.7	12.41	76.41	66	3.5
2002/06/26	00:08:07.5	13.87	75.87	59	3.6
2002/06/26	23:29:57.1	10.86	75.20	26	3.8
2002/06/26	23:29:57.3	10.91	75.50	186	3.8
2002/07/02	06:08:17.7	12.64	76.75	54	3.6
2002/07/03	23:26:01.3	13.62	76.17	54	3.6
2002/07/13	18:21:16.3	13.01	75.13	111	3.8
2002/07/16	09:09:48.4	13.07	76.35	72	3.8
2002/07/17	19:40:11.2	13.92	76.20	57	3.9
2002/07/19	02:16:18.7	11.53	78.38	22	4.3
2002/08/08	14:34:14.2	12.27	75.56	52	3.6
2002/08/15	04:16:50.8	13.19	75.14	77	3.5
2002/08/26	13:43:15.8	13.76	76.85	17	4.1
2002/09/11	11:02:11.4	13.57	75.96	69	4.5
2002/09/14	16:42:27.2	12.49	75.11	41	3.5
2002/09/16	21:07:26.0	10.01	78.52	42	3.9
2002/10/06	06:51:09.0	10.82	77.13	51	3.8
2002/10/12	11:52:40.2	10.50	75.17	189	3.9
2002/10/22	03:06:39.8	12.49	75.43	115	3.6
2002/10/31	19:00:32.5	10.69	75.66	4	3.9
2002/11/02	09:54:56.5	10.54	76.40	46	4.4
2002/11/07	16:03:21.0	12.66	75.13	102	4.0
2002/11/10	19:06:51.1	11.16	77.69	31	4.0
2002/11/20	14:40:17.7	13.04	76.71	54	3.6
2002/11/22	11:35:55.8	13.74	75.15	88	3.7
2002/12/02	14:51:01.4	13.97	76.13	51	3.7
2002/12/12	23:50:18.7	13.31	76.13	49	4.0
2002/12/20	00:28:01.2	13.25	75.34	117	3.8
2002/12/24	13:33:12.0	12.70	75.05	48	3.8
2003/01/02	20:04:45.3	13.04	76.89	40	4.0
2003/01/13	01:43:22.5	10.05	78.69	33	4.2
2003/01/19	04:08:49.1	13.22	76.24	53	3.5
2003/01/21	23:30:03.9	13.63	76.25	59	3.7
2003/01/24	01:20:46.0	11.20	78.77	51	4.0
2003/01/24	06:28:37.8	12.59	76.84	49	3.9
2003/01/25	22:14:17.9	10.85	78.31	51	3.5
2003/01/28	01:46:12.7	13.14	75.47	51	3.7
2003/02/02	00:02:10.0	12.90	76.77	56	3.7
2003/02/12	18:11:00.0	11.08	75.64	128	3.5
2003/02/14	10:40:53.7	10.97	76.70	74	3.7
2003/02/14	22:44:10.2	13.21	78.25	27	4.7
2003/02/17	04:09:42.2	10.10	78.59	26	4.3
2003/02/18	19:29:04.5	13.37	76.53	65	3.7
2003/02/21	07:10:16.4	12.44	75.32	15	3.5
2003/02/22	23:32:25.8	10.45	78.97	27	4.2
2003/02/27	19:37:14.3	12.69	76.57	59	3.5
2003/03/02	21:52:28.6	13.41	75.58	84	3.7
2003/03/04	07:35:58.9	12.38	77.55	40	3.5
2003/03/06	03:16:56.1	12.15	77.46	46	4.5
2003/03/13	04:04:13.5	14.00	75.88	62	4.1
2003/03/16	18:50:38.2	11.30	78.48	15	3.6
2003/03/18	03:53:29.4	12.57	75.22	105	3.8
2003/03/23	07:36:07.1	10.84	76.57	173	4.0
2003/03/28	05:29:18.2	12.71	75.69	95	4.4
2003/03/28	06:28:17.9	12.70	75.68	99	4.4
2003/04/03	23:55:03.5	13.49	75.16	112	3.7
2003/04/04	13:43:13.8	12.29	77.51	31	3.9
2003/04/04	18:27:26.8	13.54	75.15	104	3.5
2003/04/05	12:34:55.1	13.15	76.54	60	3.6
2003/04/05	12:46:44.7	11.52	77.70	75	3.6
2003/04/07	09:32:31.6	12.57	76.65	55	3.5
2003/04/10	08:36:36.2	12.91	76.66	65	3.9
2003/04/15	19:14:23.3	12.18	77.44	35	3.9
2003/04/22	04:41:52.6	10.32	76.66	226	3.9
2003/04/23	01:59:07.0	12.12	76.13	116	3.7
2003/05/04	08:19:20.0	12.44	76.95	47	3.8
2003/05/05	08:03:15.7	12.29	76.89	46	3.6
2003/05/07	00:02:38.0	11.27	75.60	125	3.6
2003/05/08	16:33:00.4	12.99	77.40	51	5.0
2003/05/08	16:49:59.6	12.90	77.20	46	3.5
2003/05/08	23:53:02.0	13.44	75.68	149	3.5
2003/05/12	01:20:42.4	11.83	77.97	45	3.5
2003/05/21	02:54:58.7	13.47	75.12	122	3.6
2003/05/22	12:14:46.5	13.50	75.54	97	3.6
2003/05/25	05:20:42.7	13.96	75.85	58	3.7
2003/05/28	21:26:47.1	12.62	77.21	25	5.1
2003/05/28	21:32:59.0	12.46	76.99	33	3.7
2003/05/28	23:12:44.0	12.51	77.08	46	3.5
2003/05/29	04:48:47.0	12.52	77.24	40	4.3

2003/05/29	10:42:05.8	12.53	77.30	34	4.2
2003/05/30	10:14:22.8	12.49	77.14	48	3.9
2003/05/31	01:16:29.1	12.49	77.10	41	3.6
2003/06/01	06:26:25.0	12.62	77.33	16	3.8
2003/06/02	11:43:40.8	12.74	76.92	42	3.5
2003/06/05	19:36:13.1	10.34	77.67	41	3.9
2003/06/08	00:08:56.6	12.61	76.73	53	3.5
2003/06/10	07:45:25.1	11.33	75.49	13	3.5
2003/06/13	04:42:59.3	12.52	77.19	43	4.0
2003/06/13	11:10:51.3	12.52	77.17	35	3.6
2003/06/13	13:20:45.1	11.57	76.68	23	3.7
2003/06/13	21:52:31.2	12.89	77.20	19	4.0
2003/06/16	02:29:12.1	12.98	76.82	56	3.5
2003/06/17	14:46:10.9	11.78	77.56	56	4.0
2003/06/21	17:22:16.7	11.14	75.89	142	3.5
2003/06/30	07:10:20.5	13.18	76.74	70	4.2
2003/06/30	21:50:28.0	13.94	76.31	47	4.4
2003/07/01	18:20:12.9	12.86	75.05	123	3.7
2003/07/02	20:30:39.9	11.91	75.72	88	4.5
2003/07/05	01:58:38.8	11.18	76.87	118	3.6
2003/07/09	16:50:08.0	12.10	75.85	110	3.8
2003/07/11	18:40:46.0	11.23	75.39	124	3.7
2003/07/13	00:38:26.3	12.55	75.57	129	3.7
2003/07/13	07:39:10.0	13.62	76.27	50	3.9
2003/07/13	16:09:05.6	11.92	75.54	75	3.7
2003/07/19	02:01:35.0	13.11	76.20	69	4.2
2003/07/20	11:17:06.8	13.46	75.09	112	3.6
2003/07/21	13:13:40.1	13.76	76.43	46	3.9
2003/07/23	12:47:49.6	12.40	75.31	12	4.2
2003/07/24	21:01:36.4	13.26	76.49	63	4.4
2003/07/24	22:08:07.7	10.26	78.96	28	4.1
2003/07/26	00:41:11.6	10.68	77.66	14	3.5
2003/07/27	03:20:18.7	10.82	77.53	112	4.0
2003/07/31	08:52:41.9	11.74	77.52	66	3.6
2003/08/05	18:52:33.8	12.61	76.79	50	3.5
2003/08/08	15:24:37.7	12.41	75.30	49	3.6
2003/08/09	09:50:59.1	13.69	75.19	107	3.8
2003/08/18	17:45:20.0	12.69	76.87	77	3.6
2003/08/20	23:47:08.0	11.15	77.84	41	4.1
2003/08/24	07:22:40.5	13.56	76.16	51	4.2
2003/08/26	00:30:29.4	12.93	77.24	52	3.5
2003/08/28	11:09:52.9	13.45	76.04	50	3.5
2003/08/30	14:54:06.6	11.65	76.81	100	3.9
2003/09/02	02:49:20.0	12.82	75.02	130	3.6
2003/09/02	12:22:26.0	11.06	76.45	163	3.8
2003/09/08	11:30:45.2	13.83	75.52	80	4.3
2003/09/08	18:37:15.8	10.63	75.17	140	4.3
2003/09/19	11:33:33.5	12.10	77.30	51	4.1
2003/09/21	04:38:48.0	13.33	75.89	97	3.6
2003/09/21	16:13:42.5	10.66	75.32	22	3.5
2003/09/22	16:29:49.3	12.69	77.19	52	4.1
2003/09/24	13:12:05.2	12.58	75.37	110	3.7
2003/09/27	16:55:26.8	13.22	76.79	54	3.6
2003/09/29	01:04:01.9	12.60	76.77	52	3.6
2003/10/01	09:17:14.6	13.11	76.60	73	3.8
2003/10/02	08:09:38.1	10.79	78.46	76	3.9
2003/10/06	07:27:04.2	11.58	78.16	51	4.5
2003/10/06	20:05:01.8	11.33	75.31	133	3.9
2003/10/08	02:44:43.1	10.94	76.86	98	3.5
2003/10/13	06:17:04.1	12.63	76.51	69	4.0
2003/10/16	00:21:15.7	11.66	77.71	45	4.2
2003/10/21	09:50:12.8	12.11	76.74	76	3.5
2003/10/23	11:25:10.1	12.12	77.66	44	3.5
2003/10/23	17:36:41.8	11.00	76.81	103	3.8

3 Ancón

4 Chosica

3 Huacho

ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA ABREVIADA

GRADO	DESCRIPCION
I	No sentido excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido solo por muy pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos de edificaciones. Objetos suspendidos delicadamente pueden oscilar.
III	Sentido muy sensiblemente por personas dentro de edificaciones, especialmente las ubicadas en los pisos superiores. Muchas personas no se dan cuenta que se trata de un sismo. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como las producidas por el paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos se despiertan. Platos, ventanas, puertas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento de algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algunos muebles pesados se mueven; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño significativo en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras corrientes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras de diseñadas especialmente; considerable en edificios corrientes sólidos con colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Paredes separadas de la estructura. Caída de chimeneas, rimeros de fábricas, columnas, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Conductores en automóviles entorpecidos.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical; grande en edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunos edificios bien construidos en madera destruidos; la mayoría de las obras de estructura de ladrillo, destruidas con los cimientos; suelo muy agrietado. Carriles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Carriles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

ANEXO 3 – Estudio de las Condiciones Locales

- Estudios: Calicatas
- Fuentes de agua subterránea – INRENA

ESTUDIO	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD			NIVEL FREATICO	LL %	LP %	IP %	W %	Den. Nat. gr/cc	Qad (kg/cm2)	C Kg/cm2	O °	ANALISIS QUIMICOS			
			INICIO	FINAL	SUCS										CL++	SO4=	SST	PH
E3P1	C-11	M-1	0.00	0.30	CL-ML	1.00	25.80	19.10	6.70	29.70								
		M-2	0.30	0.90	MH		51.00	34.50	16.50	44.30								
		M-3	0.90	1.00	SM		-	NP	NP	45.10								
		M-4	1.00	1.50	GC													
E3P2	C-12	M-1	0.00	0.90	CL-ML		27.30	15.20	12.10	19.00								
		M-2	0.90	1.50	MH		51.00	34.30	16.70	43.40				0.0067	0.0623	0.1189		
E3P3	C-13	M-1	0.26	0.50	ML													
		M-2	0.50	1.20	ML		-	NP	NP	33.90								
		M-3	1.20	1.50	SM		22.50	19.40	3.10	23.40				0.0226	0.2547	0.3964		
E3P4	C-14	M-1	0.00	1.50	SM		-	NP	NP	4.40								
E3P5	C-15	M-1	0.00	0.60	CL-ML		28.40	22.00	6.40	25.60								
		M-2	0.60	1.50	CL		29.90	22.00	7.90	26.10								
E3P6	C-16	M-1	0.00	1.20	CL													
		M-2	1.20	1.50	CL													
E3P7	C-17	M-1	0.00	0.50	CL-ML		24.60	19.20	5.40	11.60								
		M-2	0.50	0.90	ML		31.90	25.30	6.60	16.80								
		M-3	0.90	1.50	CL													
E3P8	C-18	M-1	0.00	1.00	CL-ML		20.60	15.50	5.10	9.00								
		M-2	1.00	1.50	ML									0.0023	0.0095	0.0186		
E3P9	C-20	M-1	0.00	0.80	ML		18.80	16.30	2.50	19.30								
		M-2	0.80	1.50	CL-ML		22.10	17.40	4.70	31.40								
E3P10	C-21	M-1	1.00	1.50	ML		30.80	24.90	5.90	32.60								
E3P11	C-22	M-1	0.40	1.50	ML		33.40	25.10	8.30	25.20				0.0358	0.1406	0.2898		
E3P12	C-23	M-1	0.00	0.70	CL-ML	0.90	25.10	20.80	4.30	16.10								
		M-2	0.70	0.90	MH		51.00	33.00	18.00	41.50								
		M-3	0.90	1.50	GP													
E3P13	C-24	M-1	1.35	1.50	CL-ML		26.00	20.50	5.50	15.20								
E3P14	C-25	M-1	0.00	0.50	SM													
		M-2	0.50	0.60	SM													
		M-3	0.60	0.80	ML													
		M-4	0.80	1.50	SP-SM		-	NP	NP	1.30					0.0036	0.0321	0.0545	
E3P15	C-26	M-1	0.00	1.50	GP		-	NP	NP	9.80								

ESTUDIO	CALICATA	PROGRESIVA KM	MUESTRA	PROFUNDIDAD			NIVEL FREATICO	LL %	LP %	IP %	N.N. %	Den. Nat. gr/cc	Qad (kg/cm2)	C Kg/cm2	O °	ANALISIS QUIMICOS (ppm)				
				INICIO	FINAL	SUCS										CL++	SO4=	SST	PH	
E5P1	CN-15A	21+340	M-1	0.00	2.80	CL	33.1	21.4	11.7	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			M-2	2.80	3.00	SP-SM	-	-	-	NP	3.30	-	-	-	-	-	0.0019	0.0170	0.0200	5.60
			M-3	4.40	6.00	GP-GM	-	-	-	NP	7.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E5P2	CN-16	22+140	M-1	0.30	1.60	CL	41.40	22.70	18.70	35.30	-	-	-	-	-	0.0038	0.1353	0.2200	8.28	
			M-2	1.60	2.70	SM	-	-	-	NP	16.30	-	-	-	-	-	-	-	-	
			M-3	2.70	3.00	GP-GM	-	-	-	NP	26.90	-	-	-	-	-	-	-	-	
E5P3	CN-16B	FDT	M-1	0.25	1.76	GP	-	-	-	NP	11.60	-	-	-	-	-	-	-		
E5P4	CN-17A	FDT	M-1	0.00	1.00	GP	-	-	-	NP	5.30	-	-	-	-	-	-	-	-	
			M-2	1.00	1.30	SP	-	-	-	NP	12.90	-	-	-	-	-	-	-	-	
			M-3	1.30	1.80	GP	-	-	-	NP	7.30	-	-	-	-	-	0.0014	0.0099	0.0240	8.71
			M-4	1.80	2.55	GP	-	-	-	NP	7.20	-	-	-	-	-	0.0027	0.0087	0.0800	6.48
			M-5	2.55	3.10	GM	-	-	-	NP	14.40	-	-	-	-	-	-	-	-	
E5P5	CN-17B	FDT	M-1	0.50	1.20	GP	-	-	-	NP	8.80	-	-	-	-	-	-	-		
E5P6	CN-18	23+810	M-1	0.30	1.20	CL	33.70	22.70	11.00	26.20	-	-	-	-	-	-	-	-		
			M-2	1.20	2.40	ML	28.40	-	-	NP	44.90	-	-	-	-	-	NP	0.1411	0.1500	7.24
			M-3	2.40	3.00	ML	22.60	-	-	NP	37.70	-	-	-	-	-	-	-		
E5P7	CN-19	24+420	M-1	0.30	1.20	GP-GM	-	-	-	NP	2.80	-	-	-	-	-	-	-		
			M-2	1.20	2.40	SM	19.90	-	-	NP	14.00	-	-	-	-	-	0.0196	0.1710	0.2600	7.50
			M-3	2.40	3.00	SC	29.50	19.20	10.20	26.50	-	-	-	-	-	-	-	-		
E5P8	CN-20	25+140	M-1	1.00	2.40	CL	25.90	17.50	8.40	12.00	-	-	-	-	-	-	NP	0.0800	7.61	
			M-2	2.40	3.00	ML	28.60	-	-	NP	10.30	-	-	-	-	-	-	-		
E5P9	CN-21	26+150	M-1	0.00	0.90	CL	28.90	18.50	10.10	11.30	-	-	-	-	-	-	-	-		
			M-2	0.90	1.70	CL	31.70	18.60	12.10	19.10	-	-	-	-	-	-	-	-		
			M-3	1.70	2.20	CL	43.20	24.30	18.90	35.10	-	-	-	-	-	-	-	-		
			M-4	2.20	2.90	CL	29.00	21.10	7.90	26.20	-	-	-	-	-	-	0.0007	NP	0.1400	3.90
			M-5	2.90	3.10	GM	30.80	18.00	12.80	7.10	-	-	-	-	-	-	-	-		
E5P10	CN-22	27+570	M-1	0.50	1.10	CL	25.90	18.30	7.50	22.90	-	-	-	-	-	-	-	-		
			M-2	1.10	1.30	SC	28.50	-	-	NP	23.60	-	-	-	-	-	-	-		
			M-3	1.30	2.10	ML	29.90	19.30	10.50	24.50	-	-	-	-	-	-	-	-		
			M-4	2.10	2.60	CL	26.80	17.40	9.40	25.80	-	-	-	-	-	-	0.0010	0.0651	0.1600	7.30
			M-5	2.60	3.00	CL	52.60	37.70	14.90	23.70	-	-	-	-	-	-	-	-		
E5P11	CN-23	29+000	M-1	1.50	2.30	MH	31.20	21.80	9.50	29.70	-	-	-	-	-	-	-			
			M-2	2.30	3.00	SC	30.80	23.50	7.40	12.90	-	-	-	-	-	0.0047	0.0559	0.1100	8.23	
E5P12	CN-24	30+000	M-1	2.00	3.00	ML	-	-	-	NP	16.80	-	-	-	-	0.0059	0.2541	0.4600	8.20	
E5P13	CN-25	31+410	M-1	0.80	2.80	SP-SM	16.70	-	-	NP	0.70	-	-	-	-	0.0033	0.0066	0.0030	9.07	
			M-2	2.80	3.10	SM	-	-	-	NP	12.90	-	-	-	-	-	-	-		
E5P14	CN-26	32+440	M-1	0.90	3.00	SP-SM	-	-	-	NP	3.60	-	-	-	-	0.0128	NP	0.0600	6.60	
E5P15	CN-27	34+000	M-1	1.80	3.00	SM	-	-	-	NP	6.30	-	-	-	-	0.0252	0.0247	0.1000	7.75	
E5P16	CN-27A	34+440	M-1	1.60	3.10	SM	-	-	-	NP	4.70	-	-	-	-	0.0118	0.0433	0.0080	5.40	
			M-2	3.10	4.20	SM	-	-	-	NP	7.60	1.8470	-	-	-	-	-	-		
			M-3	4.20	6.00	SP-SM	-	-	-	NP	5.30	-	-	-	-	-	-			
E5P17	CN-28	35+000	M-1	1.10	3.10	SM	-	-	-	NP	0.90	-	-	-	-	0.0358	NP	0.1600	7.16	

ESTUDIO	CALICATA	MUESTRA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD			NIVEL FREATICO	LL %	LP %	IP %	W %	Den. Nat. gr/cc	Qad (kg/cm2)	C Kg/cm2	O °	ANALISIS QUIMICOS (ppm)					
				INICIO	FINAL	SUCS										CL++	SO4=	SST	PH		
E7P32	P-29	M-1	Av. 25 de Seti	0.00	1.20	ML		31.90	23.70	8.20											
E7P33	P-30	M-1	Calle Cabo Jo	0.00	1.00	CL															
		M-2	Calle Cabo Jo	1.00	1.30	GM															
E7P34	C-1	M-1	AVITUNI	0.00	0.50	ML															
		M-2	AVITUNI	0.50	1.20	MH		63.40	47.60	15.80	16.30										
		M-3	AVITUNI	1.20	1.80	ML		48.50	32.60	15.90	11.60										
		M-4	AVITUNI	1.80	2.30	ML		40.90	31.90	9.00	1.40										
		M-5	AVITUNI	2.30	2.80	SP - SM															
		M-6	AVITUNI	2.80	3.10	ML		31.40	28.60	2.80											
		M-7	AVITUNI	3.10	3.55	ML															
E7P35	C-2	M-1	AVITUNI	0.00	1.05	ML															
		M-2	AVITUNI	1.05	1.45	MH		58.30	39.90	18.40	20.40		1.00								
		M-3	AVITUNI	1.45	1.85	ML															
		M-4	AVITUNI	1.85	2.20	ML															
		M-5	AVITUNI	2.20	2.50	ML															
		M-6	AVITUNI	2.50	2.90	SM						4.6									
		M-7	AVITUNI	2.90	3.20	ML															
		M-8	AVITUNI	3.20	3.80	CL															
E7P36	C-3	M-1	AVITUNI	0.00	1.05	ML															
		M-2	AVITUNI	1.05	2.00	ML															
		M-3	AVITUNI	2.00	3.05	SP - SM					1.2										
E7P37	C-4	M-1	AVITUNI	0.00	1.00	ML															
		M-2	AVITUNI	1.00	1.80	ML															
		M-3	AVITUNI	1.80	2.50	SM															
E7P38	C-5	M-1	AVITUNI	0.00	1.05	ML															
		M-2	AVITUNI	1.05	1.35	CL		30.00	21.10	8.90	6.40		1.00								
		M-3	AVITUNI	1.35	1.75	SP - SM															
		M-4	AVITUNI	1.75	2.20	CL		33.40	24.40	9.00	10.00		1.00								
		M-5	AVITUNI	2.20	2.70	SP - SM															
		M-6	AVITUNI	2.70	3.10	SM															
E7P39	C-6	M-1	AVITUNI	0.00	0.45	ML															
		M-2	AVITUNI	0.45	0.90	ML															
		M-3	AVITUNI	0.90	1.20	CL - ML															
		M-4	AVITUNI	1.20	1.90	ML		42.50	36.00	6.50	42.20		1.00								
		M-5	AVITUNI	1.90	3.00	SP - SM															
E7P40	C-7	M-1	AVITUNI	0.00	0.25	ML															
		M-2	AVITUNI	0.25	0.85	ML															
		M-3	AVITUNI	0.85	1.50	MH															
		M-4	AVITUNI	1.50	1.95	ML															
		M-5	AVITUNI	1.95	2.50	SP - SM															
		M-6	AVITUNI	2.50	3.00	SP - SM						8.5		1.00							
E7P41	C-8	M-1	AVITUNI	0.00	0.30	ML															
		M-2	AVITUNI	0.30	0.90	ML						15		1.00							
		M-3	AVITUNI	0.90	1.60	ML															
		M-4	AVITUNI	1.60	2.00	ML		28.00	NP		15.9		1.00								
		M-5	AVITUNI	2.00	2.70	SP - SM															
		M-6	AVITUNI	2.70	3.15	CL		30.10	22.00	8.10	24.50		1.00								

**CUADROS DE
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
VALLE CHILLÓN**



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA



INRENA
Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : LIMA

CÓDIGO : 15/01/25

PROVINCIA : LIMA

DISTRITO : PUENTE PIEDRA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

INDIC.	NOMBRE DEL POZO	USO Y HERRAMIENTAS		HIDROLOGÍA		MATERIALES		ESTRUCTURA DEL POZO		RESISTENCIA MECÁNICA				CANTIDAD		ESTADÍSTICAS		VOLUMEN
		TIPO	MATERIALES	PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD	TIPO	PROFUNDIDAD	TIPO	PROFUNDIDAD	TIPO	PROFUNDIDAD	TIPO	PROFUNDIDAD	TIPO	PROFUNDIDAD	TIPO	PROFUNDIDAD	
31	MARCELO CHISA	161 25	TA	2002	1.63	0.70									1.20	UTILIZADO	D	189.30
32	TOMAS ESCARTE JIRBERA	161 25	TA		1.68	1.05									0.94	UTILIZADO	D	217.25
33	MARIA BENITEZ OLIVERA	161 25	TA		1.50	0.84									0.77	UTILIZADO	D	137.05
34	OSVALDO CORREA JON	161 25	TA		2.71	0.64									0.84	UTILIZADO	D	284.70
35	RODRIGO TORRES S. A.	182 50	TA	2002	3.06	0.63									1.66	UTILIZADO	D	217.25
36	SOLVA VILCAMARQUE AMANZO	173 00	TA	1983	1	2.38	1.05								0.89	UTILIZADO	D	217.25
37	ROBERTO CARCHA SIVICE	177 40	TA	1991	6.29	6.21	1.47								0.99	UTILIZADO	D	
38	VICTOR BULACERO	172 30	TA	2002	1.60	0.90									1.11	UTILIZADO	D	
39	RODOLFO ESTIVO FELANISTA	161 36	TA		2.56	2.96	1.00								1.22	UTILIZADO	D	237.25
40	BENJAMIN MARTIN LAMERO	161 61	TA	1996	3.56	3.52	1.50								0.86	UTILIZADO	D	6658.06
41	JAZ AUCANORJA FERRALLOS	161 61	TA	2002	3.20	2.50	1.46								0.71	UTILIZADO	D	237.25
42	ARTURO RAMIREZ	160 71	TA	2002	2.30	2.34	1.00								1.09	UTILIZADO	D	237.25
43	OSVALDO CORREA GONZALEZ	152 70	TA	2001	2.73	1.10									1.23	UTILIZADO	D	142.35
44	FELIPE RIVERO MERRIDA PLAZAS	160 74	TA	1999	2.10	4.97	1.22								1.02	UTILIZADO	D	237.25
45	BERNABE ESPINOZA	160 74	TA		1.86	1.22									1.23	UTILIZADO	D	237.25
46	MARIA APOLINARIO MORAÑA	160 71	TA		2.33	1.86									1.13	UTILIZADO	D	189.80
47	MARIA GUERRERO	161 60	TA	2002	1.82	1.05									1.25	UTILIZADO	D	237.25
48	JAVIER MAMANI MAMANI	161 98	TA	2003	2.31	2.40	1.60								1.00	UTILIZADO	D	237.25
49	MARIA RUIRIBOSO SANCHEZ	161 98	TA	2001	1.94	0.76									1.26	UTILIZADO	D	174.30
50	CAROLA CUSTENZO CONDIZO	171 56	TA	2002	2.40	0.65									0.93	UTILIZADO	D	237.25
51	PIERO RUIRIBOSA	161 98	TA	1997	2.50	2.50	0.80								0.85	UTILIZADO	D	284.70
52	EMILIANO RAMIREZ MALCORRERO	172 00	TA	1993	2.50	2.25	1.15								0.94	UTILIZADO	D	284.70
53	RICARDO GARCIA	171 70	TA	2000	1.33	0.45									1.09	UTILIZADO	D	284.70
54	JOSE ALANZA	161 70	TA	1998	2.48	0.36									1.21	UTILIZADO	D	379.60
55	JOSE VILCHEZ	161 30	TA	1999	2.50	3.00	0.70								0.84	UTILIZADO	D	237.25
56	MANUEL DEVS SAI THOX CAI DERWIN	161 25	TA	2001	3.20	3.30	0.60								1.55	UTILIZADO	D	237.25
57	VALENTIN CARRERA	161 25	TA	2000	2.16	1.00									0.73	UTILIZADO	D	284.70
58	AJBERTO TELLO ESPINOZA	161 25	TA	2000	2.73	2.16	1.16								0.95	UTILIZADO	D	379.60
59	ELISA BERTHARDO	161 25	TA		2.20	2.20	0.90								0.93	UTILIZADO	D	237.00
60	ERENDAS ORRERA SALAS	160 71	TA	2003	2.41	2.41	1.24								0.97	UTILIZADO	D	17.45

T - Tubular
 TA - Tipo Abierto
 NI - Muro
 D - Doble
 E - Entubado
 G - Giratorio
 P - Plomo
 MV - Molino de Viento
 IV - Inclinación Vertical
 S - Simétrico
 CS - Contribución de Suelo
 P - Positivo
 A - Apical
 I - Insular



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS AGUALES - INRENA



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

INRENA
Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : LIMA

PROVINCIA : LIMA

CÓDIGO : 1500/25
DISTRITO : PUENTE PIEDRA

ID	NOMENCLATURA DEL POZO	CÓDIGO DE POZO	PÚBLICACION			EQUIPO			MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
			Año	Procl. No.	Dist. No.	Dom. No.	Alt.	Prof. No.	Dist. No.	Dom. No.	Alt.	Prof. No.	Dist. No.	Dom. No.	Alt.	Prof. No.	Dist. No.	Dom. No.	Alt.	Prof. No.	Dist. No.	Dom. No.	Alt.
01	TUPUNSI (CAMARSA)	152.70	TA	1991	2.45	0.85	30.09.03	0.00	1.73	UTLIZANCA	D	1.12	189.80										
02	CARAMEL A GAMA PACAYA	152.70	TA	1998	2.08	0.95	30.09.03	0.00	1.71	UTLIZANCA	D	0.96	189.80										
03	PABLO FREIRENSE MORALES	152.30	TA	1995	3.08	0.80	30.09.03	0.62	2.29	UTLIZANCA	D	0.58	189.80										
04	BUELA YANAR	153.00	TA		5.00	0.80	30.09.03	0.00	1.77	UTLIZANCA	D	1.08	312.15										
05	GUELLERMINA ALAMON DE PUERTO	161.25	TA		5.00	1.94	30.09.03	0.33	1.89	UTLIZANCA	D	1.03	237.25										
06	EL STUNANG EL REBEZUEZ LUYCHA	152.80	TA	1993	5.21	0.84	30.09.03	0.00	1.25	UTLIZANCA	D	1.00	474.50										
07	ESMERALDA GALLARDO GARCIA	152.30	TA	2000	5.74	0.94	30.09.03	0.00	1.31	UTLIZANCA	D	0.75	237.25										
08	AGUIRRA CURO RIVERA	152.70	TA	2003	5.21	0.85	30.09.03	0.00	1.74	UTLIZANCA	D	0.84	189.80										
09	TITO TARCOPINA PABLO	161.01	TA	2001	5.06	1.30	01.10.03	0.24	0.66	UTLIZANCA	D	0.91	237.25										
70	WILMER CHACANO VELLÓN	161.10	TA	2005	5.22	0.80	01.10.03	0.00	0.63	UTLIZANCA	D	0.50	189.80										
71	TEODORO SANCHEZ VILLANUEVA	161.02	TA	1995	5.84	0.80	01.10.03	0.24	0.48	UTLIZANCA	D	0.32	800.65										
72	ANTONIA ACUÑA ARQUINERO	161.98	TA	1999	5.46	0.52	01.10.03	0.11	0.40	UTLIZANCA	D	0.73	237.25										
73	DELA MANOQUEZ VILLANUEVA	161.98	TA		5.00	1.50	01.10.03	0.15	0.54	UTLIZANCA	D	0.67	312.15										
74	PEDRO TRUJILLO ZORRILLA	161.05	TA		5.40	0.63	01.10.03	0.00	0.54	UTLIZANCA	D	0.62	189.80										
75	PULMENDO ACUÑA ARQUINERO	161.98	TA		5.35	0.70	03.10.03	0.16	0.54	UTLIZANCA	D	0.70	164.25										
76	SANTIA VIDAL IBAÑALES	161.98	TA		5.66	0.60	03.10.03	0.00	0.60	UTLIZANCA	D	0.86	182.30										
77	MOSNA GONZALEZ ROSAS	161.98	TA		5.04	0.80	03.10.03	0.00	1.10	UTLIZANCA	D	0.96	189.80										
78	WIKTORIA VACAS ANSIBES	160.74	TA	2003	5.12	1.69	03.10.03	0.36	1.10	UTLIZANCA	D	0.96	248.20										
79	EDMUNDOS VILLANUEVA	161.60	TA		5.85	0.78	03.10.03	0.00	1.31	UTLIZANCA	D	0.96	189.80										
80	ELIS THAZ	164.25	TA	2002	5.24	1.10	01.10.03	0.42	1.06	UTLIZANCA	D	0.78	189.80										
81	EXMBA CACERES BUITRÓN	164.25	TA	2002	5.93	1.00	01.10.03	0.40	0.67	UTLIZANCA	D	1.00	284.70										
82	JESU CRISTO	161.50	TA	1999	5.85	0.70	03.10.03	0.00	1.16	UTLIZANCA	D	1.15	284.70										
83	LESI MESTRE	161.50	TA	2000	5.85	0.70	03.10.03	0.00	1.16	UTLIZANCA	D	1.08	379.60										
84	FEI IVÁN CORDERO GARCIA	161.50	TA	2003	5.24	0.75	03.10.03	0.10	0.82	UTLIZANCA	D	0.78	474.50										
85	JESUS ESPINOZA	161.50	TA	2000	7.36	1.70	03.10.03	0.24	0.68	UTLIZANCA	D	0.94	237.25										
86	MELCARES VENTURA	155.25	TA		5.57	0.75	03.10.03	0.00	0.40	UTLIZANCA	D	0.99	189.80										
87	LUCY VERA SAABERVA	155.25	TA	2000	5.67	0.70	03.10.03	0.00	0.26	UTLIZANCA	D	1.03	237.25										
88	OLINDA SUÑEZ	161.30	TA	2001	5.33	0.70	03.10.03	0.00	0.21	UTLIZANCA	D	0.89	237.25										
89	HELENA MEDA	158.00	TA	1999	5.79	0.90	03.10.03	0.00	0.30	UTLIZANCA	D	0.97	237.25										
90	JOSE DE LAS ANAS FUENTES	161.50	TA	1993	5.68	0.80	03.10.03	0.00	0.60	UTLIZANCA	D	0.97	237.25										

E - Estructura
 P - Píchar
 M - Malmos de Yunta
 S - Surosgable
 C - Contribuyente de Succión
 D - Densidad
 A - Agrícola
 I - Industrial



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

INRENA
Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : LIMA

CÓDIGO : 15/01/25

DISTRITO : PUENTE PIEDRA

PROVINCIA : LIMA

BOIS	NOMBRE DEL POZO	COTTA (Metros)	TIPO		PERFORACION			MOTOR			TUBERIA			SISTEMA DE EXPLORACION			ESTADISTICA			EXPLORACION			VALOR MON		
			Tip	Sub	Prof. (m)	Prof. Act. (m)	Blindaje (m)	MARCA	HP	IP	Materia	HTG	TV (m)	SP (m)	PS (m)	MS (m)	MT (m)	MT (m)	MT (m)	MT (m)	MT (m)	MT (m)		MT (m)	MT (m)
121	BOQUE TRAVESADO PERANANZ	170.16	TA	2001	6.88	1.00																			249.60
122	BUEN DARRI LOYZA PALACIOS	170.81	TA	2003	5.23	1.00																			237.25
123	FRANCISCO BERNABE BUSTAMANTE	169.30	TA	2003	6.84	0.80																			284.70
124	FORTI RUIZ DE GALAN	170.18	TA	2003	5.88	1.10																			182.50
125	CELA BRAVO JAIMES	166.55	TA	2003	6.46	0.50																			94.90
126	ZARZA ANDRÉS VESTICISTES	164.48	TA	1996	5.77	0.80																			369.40
127	VECTER ORTIZ BERENSON	169.80	TA	1996	0.53	0.60																			474.50
128	AGUILAR	169.80	TA	2001	7.76	1.00																			569.40
129	NEOLAS DE LA CRUZ	170.70	TA	2003	6.07	0.70																			337.25
130	EVER VASQUEZ BODAS	172.60	TA	1993	5.65	1.00																			94.50
131	JUAN PABLO MOLINA	172.10	TA	1999	6.16	0.70																			142.35
132	FAUSTO SOTO	172.42	TA	1996	6.74	1.20																			474.50
133	CASILLAS SIBAZO	172.39	TA	1999	0.14	0.80																			379.60
134	ELIAS MONTES BODAS	172.33	TA	2003	6.75	0.90																			379.60
135	BERNABE ORTIZ LA CRUZ	172.80	TA	2001	5.99	0.80																			237.25
136	BARILAND ESPINOZA	172.28	TA	2001	7.07	0.60																			189.80
137	JUAN ANTONIO BERNABE TERRONES	172.30	TA	1996	5.87	1.30																			232.15
138	REGORRO PASTAN CORNEJO	172.33	TA	1999	6.94	0.50																			189.80
139	JOSÉ LUIS PASTAN	172.27	TA	1994	6.87	0.80																			142.35
140	SABINA PASTAN	172.28	TA	2002	6.62	1.20																			237.25
141	ADELINA ARENAS GONZALES	172.26	TA	1994	5.60	0.75																			284.70
142	ASTENOR ALFARO HERRERA	172.23	TA	1996	6.19	1.20																			47.45
143	GREGORIO PASTAN CORNEJO	172.19	TA	2003	5.70	0.80																			569.40
144	ELVA ROSITA VDA DE VILLASQUEZ	171.60	TA	1999	6.22	0.80																			237.25
145	BERNABE CASTILLO	171.80	TA	2001	6.93	1.00																			284.70
146	DIENSO CORDERO	173.90	TA	1995	5.73	1.95																			474.50
147	MISIAS DE LA CRUZ	174.70	TA	2002	5.02	0.67																			284.70
148	TERESA ALFARO REYNA	172.60	TA	1991	4.52	1.06																			474.50
149	FRANCISCA ALEJOS REYNA	172.40	TA	2003	6.20	0.97																			237.25
150	OSVALDO SANTA SOTOMAYOR	153.50	TA	1995	5.05	1.50																			412.45

T = Tubular
TA = Tapa Abierta
M = Muro
E = Fricción
D = Días
MV = Molinos de Viento
L = Usadísimo
P = Placa
S = Subterráneo
C = Contorno de Succión
TV = Tubería Vertical
P = Pertenencia
D = Doméstico
A = Agrícola
I = Industrial



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

INRENA
Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO: LIMA

CÓDIGO: 1500/25

DISTRITO: PUENTE PIEDRA

PROVINCIA: LIMA

IDEN	NOMBRE DEL POZO	COTEA			PERFORACION			FORMA DE PERFORACION			SISTEMA DE ABASTECIMIENTO			EXPLORACION			VOLUMEN (m ³ /año)							
		HECTÁREAS	TIPO	ÁREA (m ²)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)		Prof. (m)						
181	ROMAN CASHANI	180.75	TA	1997	6.18	0.92											1.17	1711	P	3	7	12	294.19	
182	SOLIDARIDAD BARRERAS	150.75	TA	1999	6.55	0.70												2.28	1510.03	D				237.25
183	VICTOR LAZARUS HAZAN	149.99	TA	2002	3.45													1.23	1310.03	D	1	7	12	91.90
184	ASOCIACION CULTURAL SAN MARTIN DE TAYUR	152.74	TA	2001	6.45	1.35												1.18	1310.03	D	2	7	12	802.35
185	ACCIDENTE BARBA VERDE MAYES	130.75	TA	2001	6.03	1.10												1.41	1310.03	D				20.44
186	SRECKER MELISA FLORES	130.65	TA	2001	6.70	0.90												1.17	1310.03	D				199.80
187	MARGARITA CUAYEZ MALAQUI	131.10	TA	2003	1.53	0.63												1.60	1410.03	D				244.70
188	JAMIE ABENDEZA FLORES	150.10	TA	1990	1.98	0.70												1.20	1410.03	D				245.21
189	ASOCIACION SAN BAMBADO MIEVA VILLA HUANQUIAY	148.40	TA	1995	2.00	0.53												1.20	1410.03	D	2	7	12	237.45
190	ALEJANDRO RASIOS	175.30	TA	1996	6.38	0.53												0.79	1410.03	D	2	7	12	244.70
191	HERNANDO CANCHAN	174.12	TA	1999	6.40	0.50												0.85	1410.03	D	1	7	12	169.80
192	HERNANDO CASHANI	172.98	TA	1990	6.45	1.00												1.30	1110.03	A	1	7	12	640.00
193	ALEJANDRO HAZAN	174.23	TA	2000	6.16	0.85												0.98	1110.03	D	1	7	12	237.35
194	ALEXIA VARELA	156.77	TA	1995	1.65	1.65												1.70	0112.03	D				244.70
195	JEONICA GUARDIA VILADESA	192.90	TA	1945	5.95	5.95												1.45	0212.03	D				237.25
196	SOL MAQUICHE PAZ	163.70	TA	1982	8.00													1.40	0212.03	D				379.60
197	ALBERTO BELLEZ ANASTAZO	173.06	TA	1995	5.34	0.73												1.50	0212.03	D				237.40
198	ADOLFO ESPINOZA	167.36	TA	1985	10.00													0.86	0212.03	D				244.70
199	ADRIANA SANCHEZ DE VIDA DE VERGA	191.12	TA	1980	6.40	1.00												1.33	1410.03	D	3	7	12	243.50
200	ELLY SANTOS BARRERO	148.15	TA	2000	1.97	0.84												1.33	1410.03	D	3	7	12	243.50
201	LUCRECIA RODRIGUEZ CONTRERAS	147.65	TA	1983	1.76	0.90												1.06	1410.03	D				94.90
202	LUZ CAJALAYAMA AGUIRRE	149.40	TA	1968	1.75	1.20												1.32	1510.03	D				93.27
203	MAGDA VILLACORTA CORCUERA	148.40	TA	1963	1.48													1.34	1510.03	D				191.77
204	FALSTO AGUIRRE ALEJANDRO	144.60	TA	2002	3.15	0.90												1.17	1510.03	D				191.77
205	FRANCISCO DIAZ MONTALVO	145.95	TA	2004	2.04	0.95												1.13	1610.03	D				379.60
206	MARTHA MORENO	146.00	TA	2000	1.55	0.90												1.47	1610.03	D				142.35
207	RECTOR PEREIRA RAMON	148.50	TA	2001	1.55	0.90												1.53	1610.03	D				474.47
208	MARIBEL VILLERAS DE SILVA	140.00	TA	2001	2.09	0.70												0.87	1610.03	D				474.47
209	SABIEL AGUIRRE LAURENTE	145.90	TA	2000	1.91	1.00												1.14	1610.03	D				474.47
210	ADRIANA SANCHEZ DE VIDA DE VERGA	193.21	TA	1993	7.86	1.45												3.32	1410.03	D				332.15
211	ANASTAZIA MAQUIN	162.30	TA	1965	6.00	0.67												1.95	0212.03	D				142.35
212	ADRIANA SANCHEZ DE VIDA DE VERGA	193.44	TA	1970	3.60	1.15												0.90	0212.03	D	1	7	12	142.35
213	CELINA LAS VEGAS	164.50	TA	1987	6.00	0.84												1.31	0212.03	D				970.00
214	PIRE DE TESORERO	162.50	TA	1986	5.00	0.90												2.04	0212.03	D				474.47

T - Tubular
 TA - Tajo Abierto
 M - Mfivo
 G - Ganadiero
 E - Ebanizado
 P - Pando
 MV - Molino de Viento
 S - Sonotigüe
 C.S. - Cantifraga de Succión
 IV - Junta Vertical
 P - Pausado
 A - Apilado
 I - Industrial



[Handwritten signature]

DEPARTAMENTO: LIMA
Aguas Subterráneas

INIFOP

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLORACIÓN DE POZOS

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INGENIEROS AGRÍCOLAS Y TÉCNICOS DE POZOS

PROVINCIA: LIMA

DISTRITO: PUENTE PIEDRA

CÓDIGO: 15/0125



ID	NOMBRE DEL POZO	COTEA	EXPLORACIÓN			TIPO DE POZOS			MATERIAL			MATERIAL			MATERIAL			ESTADO	DIFERENCIAL	ESTRUC.	MATERIALES	VALORES
			PROF. (m)	DIAM. (cm)	PROF. (m)	TIPO	TIPO	TIPO	PROF. (m)													
243	RAMBLA TAPPA	163.40	TA	1965	5.08	1.30															284.70	
244	HERNAN GARCERAN	162.26	TA	1965	5.46	1.20															279.60	
245	CECEN DE SANTA MONICA	162.26	TA	1968	3.13	1.30															305.60	
246	PEREZANO MARTINES ROZ	162.41	TA	1966	3.17	0.73															284.70	
247	AMN AVASTRECH	163.60	TA	1969	4.58	1.05															277.25	
248	CASITA TAPPA PEREZ	154.41	TA		4.15	1.05															175.20	
249	PECO FACUA LLON	163.37	TA	1993	3.48	0.60															227.25	
250	ESTHER NAVARREZ	163.95	TA	1995	2.90	0.72															227.25	
251	HERNAN VASQUEZ MIRIA	163.57	TA	1998	4.60	1.20															242.15	
252	ASAC TOMAMIRTA CASIA	163.83	TA	1960	5.38	1.08															369.40	
253	RODRIGO TOMAFASCA	162.00	TA	2001	4.62	0.78															189.80	
254	VERLETA HONORIO	162.22	TA	2003	4.18	0.90															474.50	
255	HUMANO VEREDA SIENA	159.31	TA	2003	3.77	1.50															227.25	
256	PUERTA LUYA LUYA DE LLON	159.31	TA		5.03	0.75															227.25	
257	JUSTINA YANA ULLOA	159.31	TA	2001	1.48	0.84															227.25	
258	JOSE VALDEZ TOROAN	158.98	TA	2003	0.90																142.25	
259	COBRO VIERDE DE COMANCANA	117.00	TA	2003	2.50	1.00															929.00	
260	SILVANO HUIJO HUAYTA	118.31	TA	1999	2.49	1.20															21.90	
261	HERTOR TOVAR	144.90	TA	1997	2.19	1.30															288.25	
262	HERNANDE HERNANDE VITE	142.20	TA	1983	2.06	1.87															108.00	
263	LEVAS ROBLES PEREZANO	142.70	TA	2001	1.81	1.20															711.75	
264	SILVANO	148.10	T		215																	
265	LAS TIRES REINAS	137.00	TA	1999	6.50																	
266	LAS TIRES REINAS	137.50	TA	1999																		
267	CENTRO RECREACIONAL HUANOS DEL INCA	135.05	TA	1999	4.50	1.70															115.20	
268	LOTE EL HERCULO	137.58	TA	1997	3.73	1.13															388.75	
269	ALVARADO BALLENA	162.22	TA	2000	3.40	0.85															227.25	
270	RECREIO CHAMPAYA RIVERA	161.28	TA	2002	3.23	0.90															284.70	

T = Tubos
T.A. = Tapa Abierta
M = Muro

E = Elevación
D = Diámetro
C = Caudal

NIV = Nivel de Verano
N = Número

S = Sumatoria
C = Caudal de bombeo

A = Aguada
I = Inicial

D = Diámetro
P = Paredes




MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

INRENA
Agua Subterránea
DEPARTAMENTO : LIMA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 15/01/25
DISTRITO : PUENTE PIEDRA

PROVINCIA : LIMA

Nº	NOMBRE DEL POZO	C/C/A		HEREDEROS			MEDIOS			TIPO DE POZO			MANTENIMIENTO		FICHA		NIVEL DE AGUAFUERA		C/E		EMOLUCIONES		
		PROF. (m)	DIAM. (m)	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO	PROF. (m)	TIPO
322	AULIUN LEANRO CASARIS	149.75	1.19	2.12	1.19	1.19	E	0.5	PESTAJA	C/S	25.10.03	0.17	1.35			1.47	UTILIZABLE	D	1	7	12	379.00	
328	WALTER BERRERES LEIVA	147.51	1.00	2.62	1.00	1.00	E	1	HIDROSTAL	C/S	27.10.03	0.30	1.00			1.11	UTILIZABLE	D	1	4	12	189.80	
329	ANTONIO RODRIGUEZ	149.77	1.00	3.00	1.00	1.00	E	1	PIERRELLI	C/S	25.10.03	0.00	1.80			1.44	UTILIZABLE	D	1	7	12	332.15	
330	ANABELLA ALASTORIA	153.51	0.75	2.50	0.75	0.75	E	2	PIERRELLI	C/S	25.10.03	0.40	0.80			1.10	UTILIZABLE	D	3	2	12	474.50	
331	CELENO USI - OI	148.78	0.70	2.18	0.70	0.70	E	1	PIERRELLI	C/S	28.10.03	0.60	1.12			1.36	UTILIZABLE	D	2	7	12	1023.00	
332	SANTOS LOPEZO ESPINOSA CRUZADO	153.35	0.90	1.75	0.90	0.90	E	1.5	PIERRELLI	C/S	25.10.03	0.20	0.71			1.18	UTILIZABLE	D	1	7	12	332.15	
333	HESES MONTAÑANO VESTIBILLA	153.60	0.80	1.70	0.80	0.80	E	1.0	HIDROSTAL	C/S	27.10.03	0.00	0.26			1.48	UTILIZABLE	D	2	7	12	379.60	
334	JUANJO NAVARRO ORDOÑEZ	191.80	0.90	2.12	0.90	0.90	E	1.0	HIDROSTAL	C/S	25.10.03	0.00	0.27			1.61	UTILIZABLE	D	1	3	12	2903.00	
335	DANAYO DIAZ AYALA	183.60	0.90	2.05	0.90	0.90	E	1.5	HIDROSTAL	C/S	27.10.03	0.00	1.00			1.34	UTILIZABLE	D	1	2	12	284.70	
336	ALFREDO LEIVA SALAZAR	148.53	0.56	2.69	0.56	0.56	E	1.5	HIDROSTAL	C/S	27.10.03	0.20	0.60			1.12	UTILIZABLE	D	1	7	12	142.35	
337	VOLCARIO PARAGUANA AGUIRRE	190.00	0.84	2.12	0.84	0.84	E	1.5	HIDROSTAL	C/S	27.10.03	0.33	0.52			1.15	UTILIZABLE	A	2	7	12	43.80	
338	KIMBERLY - CLAIR - S.A	183.50	2.2*	3.72	2.2*	2.2*	E	2.0	HIDROSTAL	C/S	28.10.03	0.00	0.00			1.37	UTILIZABLE	A	6	7	12	120742.88	
339	JUANA IRUJAN DANIELA AZO	148.74	0.72	2.29	0.72	0.72	E	2.0	HIDROSTAL	C/S	28.10.03	0.85	1.09			1.47	UTILIZABLE	D	1	7	12	284.70	
340	KIMBERLY - CLAIR - S.A	164.43	2.2*	4.62	2.2*	2.2*	E	2.0	HIDROSTAL	C/S	28.10.03	0.60	1.51			1.75	UTILIZABLE	D	1	7	12	244.70	
341	LAZARLA ATENCIO LAVERANO	147.51	1.00	2.05	1.00	1.00	E	0.5	PIERRELLI	C/S	28.10.03	0.09	1.16			1.60	UTILIZABLE	D	21	7	12	680730.00	
342	KIMBERLY - CLAIR - S.A	184.71	2.2*	4.23	2.2*	2.2*	E	0.5	PIERRELLI	C/S	28.10.03	0.34	0.46			1.51	UTILIZABLE	D	1	7	12	237.35	
343	MARIA NATIVIDAD CARRERAS PEZARCO	147.54	1.00	2.91	1.00	1.00	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.20	7.55			1.34	UTILIZABLE	A	3	7	12	182.50	
344	JARDINES DEL BUEN RETIRO	172.03	1.35	16.49	1.35	1.35	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.60	1.24			1.50	UTILIZABLE	D	1	7	12	337.70	
345	ASOC. VASO DE LECHE SANTO CRISTO	147.54	1.00	3.60	1.00	1.00	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.43	3.57			1.40	UTILIZABLE	A	3	7	12	18250.00	
346	JARDINES DEL BUEN RETIRO	173.06	1.22	5.32	1.22	1.22	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.20	1.17			3.00	UTILIZABLE	D	1	7	12	212.35	
347	JULIA ALEXANDER SAMAR	149.40	0.80	2.00	0.80	0.80	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.20	1.17			1.37	UTILIZABLE	D	1	7	12	234.70	
348	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE LA PSP	169.85	1.20	25.02	1.20	1.20	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.60	22.16			1.27	UTILIZABLE	D	9	7	12	25350.00	
349	HESES VILA	154.78	1.10	1.40	1.10	1.10	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.57	0.80			1.09	UTILIZABLE	D	9	7	12	13100.00	
350	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE LA PSP	149.80	0.60	36.01	0.60	0.60	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.09	0.58			1.33	UTILIZABLE	D	9	7	12	189.80	
351	MERCADO ANDRÉO CUEZ DE MOTUPPE	154.14	1.39	2.40	1.39	1.39	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.46	0.82			1.41	UTILIZABLE	D	9	7	12	379.60	
352	FRANCO DOMINGA HUICASTRO	154.16	1.00	2.40	1.00	1.00	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.20	0.81			1.41	UTILIZABLE	D	9	7	12	379.60	
353	JORGE CASAS	156.77	0.80	2.21	0.80	0.80	E	2.0	HIDROSTAL	S	28.10.03	0.20	0.81			1.41	UTILIZABLE	D	9	7	12	379.60	

T = Tubular
TA = Tipo Abierto
M = Misa
E = Ejecución
D = Fiscal
G = Clasificación
P = Pabellón
MV = Molinos de Viento
TV = Tubular Vertical
S = Sansigable
CS = Contról de Succion
D = Densidad
A = Agrícola
I = Industrial

CUADROS DE CAUDALES

VALLE CHILLÓN



INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS - INRENA
SISTEMA DE INFORMACION HIDROLOGICA "SIH"



Estación PTE. MAGDALENA, Caudal Medio Mensual (m³/s)

Código	202805		1276.00	Latitud	11° 42'	Máx (m³/s)	84.91	Periodo
Río	CHILLON	Altitud msnm	1000.00	Longitud	76° 50'	Mín (m³/s)	0.28	(1960- 2004)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	13.43	19.71	17.95	5.59	1.47	1.58	1.40	1.12	1.05	1.27	1.21	1.34
1961	9.85	17.98	14.86	13.80	1.31	1.17	0.89	0.78	0.77	1.00	1.85	1.43
1962	15.90	30.51	30.45	25.58	3.05	1.69	0.93	0.74	0.65	2.62	2.80	3.48
1963	14.43	25.20	25.91	14.53	2.41	1.29	0.86	0.76	0.65	1.64	4.82	15.98
1964	1.99	19.06	29.55	19.04	4.01	1.92	0.90	0.78	1.01	1.79	4.47	3.11
1965	4.53	19.84	52.52	5.75	2.22	0.86	0.80	0.55	1.05	1.54	1.83	2.67
1966	11.84	7.06	14.21	3.17	1.18	0.77	0.46	0.28	0.99	4.88	4.42	10.33
1967	17.35	56.19	27.62	12.86	3.44	1.61	1.13	0.94	1.17	3.17	2.28	3.35
1968	7.58	9.27	14.17	9.85	1.66	1.25	0.72	0.49	0.70	2.54	2.57	3.59
1969	3.74	9.14	21.65	14.72	2.02	0.72	0.52	0.43	0.98	3.38	2.65	15.01
1970	41.05	13.05	13.05	10.91	8.73	4.80	1.54	1.19	2.49	3.03	2.61	7.11
1971	25.98	17.50	19.53	11.23	3.30	1.59	0.97	0.89	0.91	1.47	0.85	8.30
1972	26.58	25.46	84.91	17.91	4.74	4.02	2.65	2.39	2.15	3.05	2.77	9.21
1973	28.44	19.89	29.83	13.63	6.01	2.73	2.27	1.63	1.70	4.07	4.26	10.09
1974	16.36	16.81	39.27	8.87	5.76	5.32	2.95	1.91	2.31	2.61	2.23	2.01
1975	6.31	7.97	35.30	9.85	4.62	1.98	1.71	1.64	1.87	2.06	3.47	4.53
1976	13.19	23.69	21.04	8.52	4.25	3.33	2.26	2.69	2.34	2.19	2.37	4.59
1977	4.58	30.63	26.44	10.21	2.78	2.14	1.52	1.52	1.29	2.37	5.30	4.15
1978	6.47	18.32	13.59	7.70	2.48	1.43	2.09	2.75	1.59	1.41	1.34	1.74
1979	1.54	9.18	23.31	7.53	3.24	2.12	1.93	1.52	0.96	1.43	3.86	1.37
1980	4.67	4.85	10.75	10.67	2.91	1.81	1.22	0.63	0.45	1.47	2.09	3.58
1981	7.50	28.67	24.84	8.72	5.47	3.48	2.53	1.82	1.52	2.03	3.66	6.36
1982	5.71	12.28	9.03	9.48	4.86	1.61	1.30	1.14	0.85	1.89	3.30	4.01
1983	6.85	5.21	12.20	13.92	5.03	2.62	1.81	1.44	1.17	2.36	3.20	7.26
1984	9.30	21.71	15.32	10.38	4.87	2.83	1.77	0.94	0.68	2.32	2.44	11.51
1985	4.74	10.68	21.78	15.14	8.04	5.81	4.89	4.17	4.57	3.13	2.80	3.85
1986	10.44	14.66	11.75	11.13	6.38	3.78	3.05	2.63	2.86	2.13	1.32	4.87
1987	16.37	18.48	10.52	4.37	3.07	2.39	1.99	1.11	2.62	2.40	2.79	7.30
1988	13.47	24.36	11.04	14.61	9.64	6.70	3.13	1.87	2.98	2.67	1.86	3.06
1989	11.65	36.21	23.61	11.73	5.80	3.28	2.30	1.57	1.21	1.93	4.70	1.88
1990	4.21	6.18	5.15	2.19	0.75	0.41	0.39	0.37	1.96	1.71	15.50	11.00
1991	8.29	11.45	22.05	7.49	3.75	3.05	1.88	2.58	1.22	1.55	2.79	2.01
1992	2.64	2.07	7.50	4.88	4.19	2.30	0.84	1.05	0.66	0.53	2.37	1.92
1993	4.08	-1.000	15.73	15.02	5.00	3.30	3.34	2.58	3.55	4.41	4.04	13.46
1994	23.05	30.50	29.37	15.82	11.31	8.27	4.67	3.12	1.97	2.29	1.88	4.14
1995	8.55	10.38	14.50	16.17	5.93	2.21	1.73	2.33	-1.000	1.81	1.96	4.67
1996	11.27	17.88	15.45	11.87	3.85	1.95	1.41	1.03	1.71	2.46	1.50	3.56
1997	6.12	17.55	13.16	3.33	2.32	2.01	2.03	1.90	1.64	2.22	3.58	11.86
1998	24.02	23.88	22.05	13.26	4.34	3.17	1.97	1.38	1.60	3.13	3.34	2.91
1999	4.85	21.85	11.99	8.71	6.77	3.90	3.02	2.97	2.68	2.52	2.39	5.0
2000	14.17	24.70	22.25	11.60	6.42	3.99	2.74	2.34	1.27	3.37	2.97	8.8
2001	27.58	23.62	32.74	19.52	6.61	4.70	3.71	3.13	3.72	2.81	3.55	3.6
2002	2.17	8.27	15.30	15.82	-1.000	2.00	1.85	1.40	1.86	-1.000	4.87	3.6
2003	-1.000	16.10	-1.000	12.75	4.11	1.72	1.23	1.01	1.87	2.22	2.18	4.9

Nota: -1 sin dato



INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS - INRENA
SISTEMA DE INFORMACION HIDROLOGICA "SIH"



Estación PTE. MAGDALENA, Caudal Medio Mensual (m³/s)

Código	202805		1276.00	Latitud	11° 42'	Máx (m ³ /s)	84.91	Periodo
Río	CHILLON	Altitud msnm	1000.00	Longitud	76° 50'	Mín (m ³ /s)	0.28	(1960-2004)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2004	-1.000	12.86	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000



INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS - INRENA
SISTEMA DE INFORMACION HIDROLOGICA "SIH"



Estación PTE. MAGDALENA, Caudal Medio Mensual (m³/s)

Código	202805		1276.00	Latitud	11° 42'	Máx (m ³ /s)	84.91	Periodo
Río	CHILLON	Altitud msnm	1000.00	Longitud	76° 50'	Mín (m ³ /s)	0.28	(1960-2004)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Número	43	44	43	44	43	44	44	44	43	43	44	44
Sumatoria	502.84	800.86	933.24	499.84	190.10	119.61	83.30	69.51	71.25	100.98	139.04	248.71
Media	11.69	18.20	21.70	11.36	4.42	2.72	1.89	1.58	1.66	2.35	3.16	5.65
Máximo	41.05	58.19	84.91	25.58	11.31	8.27	4.89	4.17	4.57	4.88	15.50	15.98
Mínimo	1.54	2.07	5.15	2.19	0.75	0.41	0.39	0.28	0.45	0.53	0.85	1.34
Mediana	9.30	17.92	19.52	11.18	4.18	2.17	1.78	1.42	1.52	2.28	2.78	4.14
Desviación	8.78	9.92	13.62	4.75	2.29	1.64	1.04	0.89	0.92	0.87	2.18	3.84
Varianza	76.75	98.56	185.58	22.62	5.27	2.69	1.09	0.80	0.85	0.76	4.79	14.79
Vol. MMC	31.32	44.43	58.13	29.45	11.84	7.05	5.07	4.23	4.29	6.29	8.19	15.14