



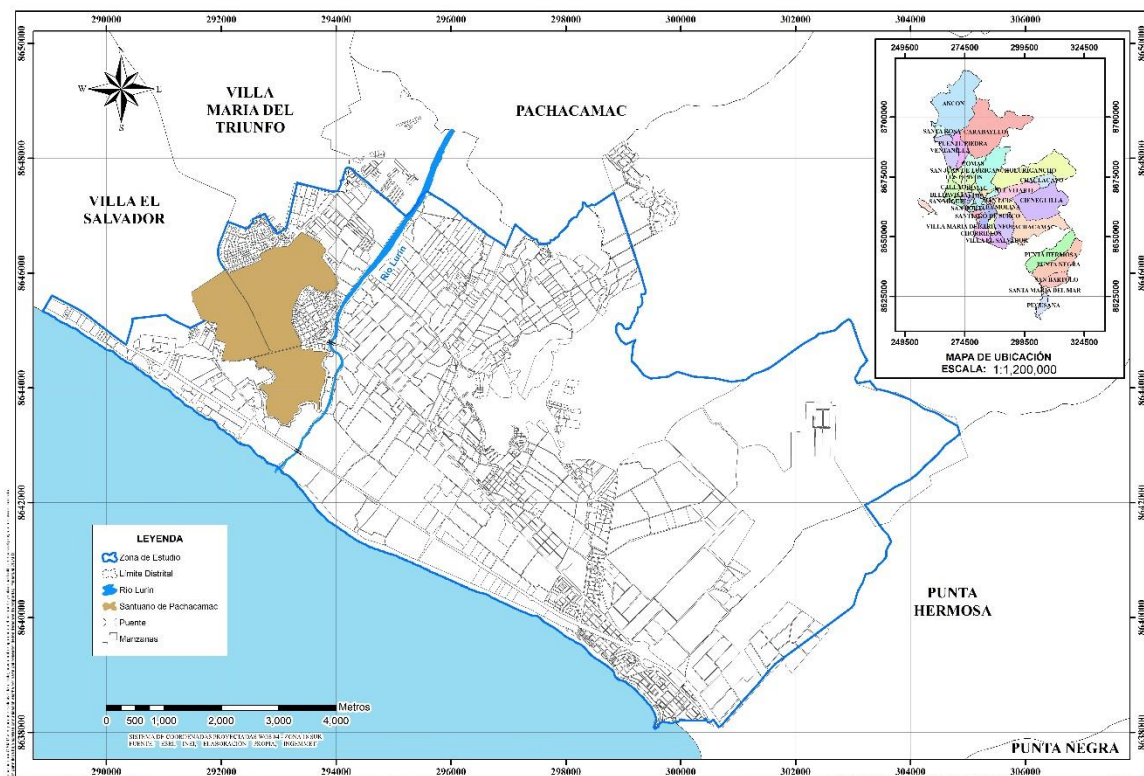
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



**PROGRAMA: 0068 REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR DESASTRE**

**PRODUCTO: 3.000481 GOBIERNOS LOCALES CON
EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE SISMOS Y TSUNAMIS**

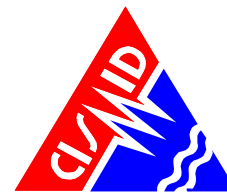
**ACTIVIDAD: 5.003430 DESARROLLO DE
MICROZONIFICACIÓN ANTE SISMO Y TSUNAMI**



INFORME

**MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO
DE LURÍN**

LIMA – OCTUBRE, 2013



ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.	OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	4
1.2.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
II.	ESTUDIO GEOLÓGICO	5
2.1.	GEOLOGÍA REGIONAL.....	5
2.2.	GEOLOGÍA LOCAL	6
2.3.	ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA Y PELIGRO GEOLÓGICO POTENCIAL	7
III.	EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO	8
3.1.	SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	8
3.2.	EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO	10
IV.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO	11
4.1.	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA Y MAPA DE TIPOS DE MATERIAL	11
4.2.	MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.	14
V.	CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS.....	16
5.1.	MAPA DE ZONAS DE ISOPERÍODO.....	18
VI.	MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA.....	19
VII.	MAPA DE ACELERACIONES MÁXIMAS ESPERADAS DEL SUELO	21
VIII.	MAPA DE VELOCIDADES MÁXIMAS ESPERADAS DEL SUELO.....	21
IX.	REFERENCIAS	22



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



LISTA DE APÉNDICES

- APÉNDICE A** : Estudio Geológico en el distrito de Lurín.
- APÉNDICE B** : Evaluación del Peligro Sísmico en el distrito de Lurín.
- APÉNDICE C** : Características Geotécnicas del Suelo en el distrito de Lurín.
- APÉNDICE D** : Caracterización Dinámica del Suelo en el distrito de Lurín.

LISTA DE MAPAS

- I-01** : Mapa de Ubicación de la zona de estudio del distrito de Lurín
- I-02** : Mapa de Microzonificación Sísmica del distrito de Lurín
- I-03** : Mapa de Aceleraciones Máximas Esperadas del Suelo del distrito de Lurín
- I-04** : Mapa de Velocidades Máximas Esperadas del Suelo del distrito de Lurín



RESUMEN

La Universidad Nacional de Ingeniería a través del CISMID-FIC-UNI participa como pliego en la estrategia de gestión “Presupuesto por Resultados” (PpR) del Ministerio de Economía y Finanzas, específicamente en el programa “**0068 Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres**”, recibiendo el presupuesto necesario para ejecutar la actividad “**Desarrollo de Microzonificación ante Sismo y Tsunami**”, dentro del producto “**Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgos Ante Sismos y Tsunamis**”.

Cumpliendo con el compromiso adquirido, el producto principal del presente estudio es elaborar un Mapa de Riesgo para un escenario sísmico en el distrito de Lurín, para ello es necesario ejecutar previamente un estudio dirigido a obtener un mapa de Microzonificación Sísmica y de Peligro Geológico para el distrito de Lurín, integrando para ello las diferentes especialidades como geología, geotécnica y geofísica; y complementando con otros estudios anteriormente realizados, dicho estudio comprende el contenido del presente informe.

La microzonificación sísmica es un estudio multidisciplinario, que investiga los efectos de sismos y fenómenos asociados, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales.

Inicialmente se identificaron en el área de estudio del distrito de Lurín aquellas zonas declaradas como intangibles, cuyo uso como zona residencial es prohibido y está declarado como zona de otros usos, para ello se utilizó como referencia el plano de Zonificación del distrito de Lurín (Z-01), elaborado por la Municipalidad distrital de Lurín (Ordenanza 1146 aprobada el 05 de junio de 2008), asimismo se identificaron las zonas declaradas por el Instituto Nacional de Cultura como monumentos arqueológicos, También se limitaron e identificaron áreas ubicadas en las partes superiores y las laderas de fuerte pendiente de las formaciones rocosas existentes en el distrito, cuyo uso también está restringido como zona residencial. Luego, se priorizó ejecutar el estudio en las zonas urbanas ocupadas con construcciones formales e informales y las zonas de expansión urbana.

Este informe comprende el desarrollo de diferentes estudios. El primero corresponde a las características geológicas en el distrito de Lurín (Apéndice A), como segundo estudio se evalúa el peligro sísmico para estimar estadísticamente la aceleración máxima horizontal (PGA) en roca y suelo (Apéndice B), el cual es importante para determinar las aceleraciones del terreno en superficie. Los siguientes son las características geotécnicas, y dinámicas del suelo; estas características son plasmadas en los mapas de Microzonificación Geotécnica (Apéndice C) y de Isoperiodos (Apéndice D).

Las características geotécnicas fueron determinadas mediante exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, los cuales permitieron identificar los diferentes tipos de suelo presentes en el área de estudio, así como también sus propiedades mecánicas. Por otro lado, las características dinámicas, fueron determinadas a partir de mediciones de la vibración del suelo y de ensayos superficiales de ondas de corte, para su posterior análisis mediante métodos descritos en el Apéndice D.



A partir de la superposición de los mapas de Microzonificación Geotécnica (Apéndice C) e Isoperíodos (Apéndice D) se obtiene el Mapa de Microzonificación Sísmica (I-02), el cual fue el objetivo para el presente informe.

Se han identificado cinco zonas en el Mapa de Microzonificación Sísmica. Las Zonas I, II, III, IV y V reflejan el comportamiento geotécnico y sísmico del suelo, de manera cuantitativa y cualitativa; estas zonas se presentan ordenadas de más a menos competente ante sollicitaciones de cargas estáticas y ante la ocurrencia de un evento sísmico severo. El resultado final es un mapa que se convierte en un gran instrumento para la planificación y desarrollo urbano o para la reconstrucción después de un desastre sísmico. Asimismo el Mapa de Peligro Natural y Peligro Geológico (A-03) se ubica en el Apéndice A.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos en la Microzonificación Sísmica no deben ser utilizados para fines de diseño y/o construcción de algún tipo de edificación en algún punto específico de la zona de estudio. Estos resultados no reemplazan a los estudios que deben ejecutarse siguiendo los procedimientos exigidos en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente y la Norma Técnica de Edificación E.050 de Suelos y Cimentaciones, que son de obligatorio cumplimiento.

En los Apéndices A, B, C y D se presentan a detalle los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados, utilizando tanto la información recopilada como la generada en el presente informe.



INFORME

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO DE LURÍN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

La Universidad Nacional de Ingeniería a través del CISMID participa como pliego en la estrategia de gestión pública “Presupuesto por Resultados” (PpR) del Ministerio de Economía y Finanzas, que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población, que requiere la existencia de una definición de los resultados a alcanzar, el compromiso para lograr dichos resultados por sobre otros objetivos secundarios, la determinación de responsables, los procedimientos de generación de información de los resultados, productos y de las herramientas de gestión institucional, así como la rendición de cuentas.

Los programas presupuestales son unidades de programación de las acciones del Estado que se realizan en cumplimiento de las funciones encomendadas a favor de la sociedad. Su existencia se justifica por la necesidad de lograr un resultado para una población objetivo, en concordancia con los objetivos estratégicos de la política de Estado formulados por el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN), órgano rector del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico. El CISMID-FIC-UNI participa como pliego específicamente en el programa **0068 Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres**, recibiendo el presupuesto necesario para ejecutar la actividad “Desarrollo de Microzonificación ante Sismo y Tsunami”, dentro del producto “Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgos Ante Sismos y Tsunamis”.

El objetivo del presente estudio es elaborar un mapa de Microzonificación Sísmica y de Peligro Geológico para el distrito de Lurín, integrando para ello las diferentes especialidades como geología, geotécnica y geofísica; y complementando con otros estudios anteriormente realizados. Los resultados obtenidos serán utilizados para elaborar un Mapa de Riesgo para un escenario sísmico en el distrito de Lurín.

Inicialmente se identificaron en el área de estudio del distrito de Lurín aquellas zonas declaradas como intangibles, cuyo uso como zona residencial es prohibido y está declarado como zona de otros usos, para ello se utilizó como referencia el plano de Zonificación del distrito de Lurín (Z-01), elaborado por la Municipalidad distrital de Lurín (Ordenanza 1146 aprobada el 05 de junio de 2008), asimismo se identificaron las zonas declaradas por el Instituto Nacional de Cultura como monumentos arqueológicos, también se limitaron e identificaron áreas ubicadas en las partes superiores y las laderas de fuerte pendiente de las formaciones rocosas existentes en el distrito, cuyo uso también está restringido como zona residencial. Luego, se priorizó ejecutar el estudio en



las zonas urbanas ocupadas con construcciones formales e informales y las zonas de expansión urbana.

La actividad desarrollada se sustenta en el presente informe **Microzonificación Sísmica del distrito de Lurín**.

1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El distrito de Lurín se ubica en la provincia de Lima, departamento de Lima, limita con los siguientes distritos:

- Por el Norte con los distritos de Pachacámac, Villa María del Triunfo y Villa El Salvador.
- Por el Sur con el distrito de Punta Hermosa.
- Por el Este con el distrito de Pachacámac.
- Por el Oeste con el Océano Pacífico.

El Mapa I-01 del presente informe muestra la ubicación geográfica del área de estudio.

II. ESTUDIO GEOLÓGICO

Se efectuó la Evaluación Geológica y de Peligro geológico de las zonas con Afloramientos rocosos y depósitos geológicos del distrito de Lurín, provincia y departamento Lima. Mayor detalle se puede encontrar en el Apéndice A.

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Los rasgos geomorfológicos presentes en el área en estudio, han sido modelados por eventos plutónicos y/o tectónicos, así como por procesos de geodinámica externa.

Las unidades geomorfológicas existentes son clasificadas como valles y quebradas, lomas y cerros testigos y estribaciones de la cordillera occidental.

La secuencia estratigráfica de la región abarca las formaciones o superunidades que se ubican unas fuera del área de estudio y otras en el marco del área de estudio. La geología regional comprende rocas y suelos con edades que van desde el Cretáceo Inferior, Cretáceo Superior y Cuaternario, hasta la más reciente

En el área de estudio y alrededores, producto de la fase compresiva del Terciario Inferior, se ha desarrollado un sistema de fallamiento con dirección NO – SE paralelo a la Cadena Andina, que ha favorecido el rápido desarrollo de la erosión lineal, así como un sistema de fracturas que obedecen a procesos tectónicos de compresión post – batolito. Los grandes esfuerzos tangenciales han causado el fracturamiento intenso de los cuerpos rocosos ígneos, con fracturas ligeramente meteorizadas a limpias, que presentan aberturas que van desde milímetros a centímetros, lo que ocasiona que en la superficie éstas se encuentren disturbadas, propensos a la inestabilidad.



Para mayor detalle de los aspectos geomorfológicos, aspectos geológicos y litológicos, geología estructural, morfogénesis y aspectos geodinámicos revisar el Apéndice A (Informe Geológico del distrito de Lurín).

2.2. GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geomorfológicas existentes están clasificadas como valles y quebradas, lomas y cerros testigos y estribaciones de la cordillera occidental.

La secuencia estratigráfica de la región abarca las formaciones o superunidades que se ubican en el área de estudio; con edades que van desde el Cretáceo Inferior, Cretáceo Superior y Cuaternario, hasta la más reciente, en el siguiente orden:

Formación Marcavilca (Ki-ma).- Litológicamente presenta rocas cuarcitas gris blanquecina y en menor proporción las lutitas.

Formación Pamplona (Ki-pa).- Es una serie arcillosa- calcárea compuestas por lutitas con características muy arcillosas.

Formación Atocongo (Ki-at).- Litológicamente está conformado por calizas oscuras y limolitas, areniscas silicificadas, con capas de Chert. Las cuales se encuentran intruidas por rocas intrusivas del tipo gabro-diorita y adamelitas, las cuales han dado lugar a niveles recristalizados con menas de calcita como relleno, diseminación de pirita y alteración de manchas de azufre.

Gabro - dioritas pertenecientes a la Súper unidad Patap (Ks – gbdi – pt).- Está compuesta por cuerpos de gabros y dioritas, de color oscuro, debido a los magnesianos que contiene, la textura de la roca varía de grano medio a grueso, de alto peso específico, conteniendo hornblenda y biotitas. Generalmente se encuentran disturbadas, con signos de inestabilidad.

Depósito Marino Reciente (Qr-m).- Está conformada por acumulaciones de arenas, limos y cantos retrabajados y distribuidos por corrientes a lo largo del borde litoral, como producto de erosión disgregación y por los materiales acarreados por los ríos al océano.

Depósito Aluvial Reciente (Qr-al).- La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos, está conformada por bloques de roca de naturaleza intrusiva y volcánica y gravas con formas que van de subangulosas a angulosas, arenas de diversa granulometría y una matriz limosa o limo arcillosa.

Depósito Eólico Reciente (Qr-e).- Está constituida por arenas móviles ampliamente propagadas, como barjanas o también como mantos de arenas y sobre rocas in situ; en las planicies costeras al sur de las playas de Lurín, las arenas litorales son acarreados por el viento con una dirección preferencial de Sur a Norte y de Suroeste a Noreste, formando barjanas alineados en esas direcciones y con una altura de hasta 2 m.



Para mayor detalle de los aspectos de geología estructural y procesos geodinámicos actuales revisar el Apéndice A (Informe Geológico del distrito de Lurín)

2.3. ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA Y PELIGRO GEOLÓGICO POTENCIAL

Esta actividad consistió en una inspección y evaluación geológica del área de estudio con la finalidad de identificar los distintos depósitos y/o formaciones rocosas, así como identificar fenómenos de geodinámica externa, así como el peligro geológico. La descripción de esta Zonificación y Peligro Geológico puede apreciarse en el Mapa A-03 del Apéndice A.

Zona Geológica ZG1

Esta zona está ubicada en gran parte del área de estudio (ver fotos N° 26 y N° 29 del Apéndice A). Las morfologías disectadas en las pampas, con presencia de extensos abanicos proluviales, es testigo de la actividad geodinámica externa pasada e histórica del área, que está comprometido con antiguos fenómenos de geodinámica externa ocurridos en las partes altas de Lurín, como los deslizamientos, flujos, inundaciones, derrumbes, caída de bloques de rocas, arenamientos.

En la actualidad se puede apreciar que esta zona está comprometida por los depósitos aluviales y/o eólicos recientes y rocas pertenecientes a la formación Pamplona y Atocongo.

Esta zona está considerada como Peligro Geológico Potencial Bajo.

Zona Geológica ZG2

Esta zona está ubicada en la Señal Cerro Cavero (ver fotos N° 3, N°4 y del N° 13 al N° 29 del Apéndice A), representado por las rocas tipo diorita de la Superunidad Patap (Ks-gbdi-pt); esta zona está propensa, si se dan las condiciones, a sufrir fenómenos de geodinámica externa del tipo derrumbe y caída de bloques de roca.

El Peligro Geológico Potencial es equivalente a Moderado.

Sería recomendable una evaluación por el especialista en el ramo, para tomar medidas de prevención o atenuación de estos fenómenos.

Zona Geológica ZG3

Esta zona está ubicada al noroeste del área en estudio (ver fotos N° 6, N° 8, N° 9, N° 10 y N° 11 del Apéndice A), que está asociada al cauce del Río Lurín.

Esta área es susceptible a la erosión fluvial, donde se observan procesos erosivos que afectan directamente a ambas márgenes del río Lurín, con materiales arrimados a manera de muros de contención que resaltan ser insuficientes cuando el caudal del río aumenta en periodo lluvioso y además se observó acumulaciones de basura en ambas márgenes del río.



Se recomienda mejorar los muros y/o enrocado existente, reconstruir las partes que puedan estar destruidas y después de la temporada de lluvias realizar limpieza respectiva del cauce.

Esta zona está considerada como Peligro Geológico Potencial Alto.

Zona Geológica ZG4

Esta zona está ubicada al noroeste del área en estudio (ver fotos N° 5, N° 6, N° 7, N° 8 y N° 12 del Apéndice A).

Las inundaciones que podrían ocurrir ya sea por procesos lluviosos y/o lluvias extraordinarias puede afectar directamente a zonas de cultivo y viviendas urbanas o rurales ubicadas a los alrededores y aguas abajo; también pueden ocasionar daños personales.

Es importante mencionar que el avance urbanístico y agrícola del área no permite determinar con exactitud los límites de la influencia de los flujos.

Esta zona está considerada como Peligro Geológico Potencial Muy Alto.

Zona Geológica ZG5

Esta zona está ubicada hacia el oeste del área en estudio (ver fotos N° 1 y N° 2 del Apéndice A), que en la actualidad esta zona está comprometida por los depósitos marino y aluvial reciente.

Está asociada a la Urb. Los Claveles, las Playas de Lurín y la base señal de Conchan y áreas de influencia de un posible Tsunami.

Esta zona está considerada como Peligro Geológico Potencial Muy Alto.

III. EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

A continuación se describe la sismicidad del área de estudio y se presenta la evaluación del peligro sísmico mediante métodos probabilísticos. Mayor detalle se puede encontrar en el Apéndice B.

3.1. SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

Silgado (1969, 1973, 1978 y 1992), hace una recopilación de datos sobre los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú desde el año 1513. Este trabajo constituye una fuente de información básica para el conocimiento de las intensidades sísmicas de los sismos históricos. Según esta información, los mayores terremotos registrados en la costa central del Perú son los de 1586, 1687 y el de 1746, este último destruyó completamente la ciudad de Lima y generó un maremoto con olas de 15 a 20 m de altitud. Así mismo, se reporta que durante el período de 1513 a 1959, Lima fue destruida sucesivamente por un total de 15 terremotos (Silgado, 1978).



Alva Hurtado et al (1984), basándose en esta fuente han elaborado un mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú. La confección de dicho mapa se ha basado en treinta isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes. Las intensidades máximas registradas en la zona costa central, donde se localiza el área de estudio, alcanzan valores de hasta IX en la escala MMI.

En el Anexo B-1 (Apéndice B) se presenta una descripción resumida de los sismos que han ocurrido en el área de influencia. Este anexo está basado fundamentalmente en el trabajo de Silgado y en el Proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina), patrocinado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Así mismo, se incluye la descripción de los sismos recientes ocurridos en la región en estudio y que se consideran significativos para los fines de este estudio.

Del análisis de la información existente se deduce que en la zona andina, existe poca información histórica. La mayor cantidad de información está referida a sismos ocurridos principalmente a lo largo de la costa centro y sur, debido probablemente a que en esta región se establecieron las ciudades más importantes después del siglo XVI. Se debe indicar que dicha actividad sísmica, tal como se informa, no es totalmente representativa, ya que pueden haber ocurrido sismos importantes en regiones remotas, que no fueron reportados.

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia se conoce son:

- El sismo del 9 de Julio de 1586, con intensidades de IX MMI en Lima y VI MMI en Ica.
- El sismo del 13 de Noviembre de 1655, con intensidades de IX MMI en el Callao y VIII MMI en Lima.
- El sismo del 12 de Mayo de 1664, con intensidades de X MMI en Ica, VIII MMI en Pisco y IV MMI en Lima.
- El sismo del 20 de Octubre de 1687, con intensidades de IX MMI en Cañete, VIII MMI en Ica y VII MMI en Lima.
- El sismo del 10 de Febrero de 1716, con intensidades de IX MMI en Pisco y V MMI en Lima.
- Sismo del 28 de Octubre de 1746 a las 22:30 horas: Destrucción de casi la totalidad de casas y edificios en Lima y Callao. Intensidad de X (MMI) en Chancay y Huaral, IX -X (MMI) en Lima, Barranca y Pativilca.
- El sismo del 30 de Marzo de 1828, con intensidad de VII MMI en Lima.
- El sismo del 04 de Marzo de 1904, con intensidad de VII - VIII MMI en Lima.



- Sismo del 24 de Mayo de 1940 a las 11:35 horas: Intensidad de VIII (MMI) en Lima, VI (MMI) en el Callejón de Huaylas, V (MMI) en Trujillo.
- El sismo del 17 de Octubre de 1966, con intensidad VII MMI en Lima.
- El sismo del 03 de Octubre de 1974, con intensidad de VIII MMI en Lima y VII MMI en Cañete.
- El sismo del 18 de Abril de 1993, con intensidad de VI MMI en Lima y V MMI en Cañete y Chimbote.
- El 15 de Agosto del 2007 ocurrió un sismo con origen en la zona de convergencia de las placas, el cual fue denominado como “el sismo de Pisco” debido a que su epicentro fue ubicado a 60 km al Oeste de la ciudad de Pisco. Este sismo tuvo una magnitud de momento sísmico $M_w=7.9$ de acuerdo al Instituto Geofísico del Perú y de 8.0 según el National Earthquake Center (NEIC). El sismo produjo daños importantes en un gran número de viviendas de la ciudad de Pisco (aproximadamente el 80%) y menor en las localidades aledañas, llegándose a evaluar una intensidad del orden de VII en la escala de Mercalli Modificada (MM) en las localidades de Pisco, Chincha y Cañete, V y VI en la ciudad de Lima. VI en las localidades de Yauyos (Lima), Huaytará (Huancavelica), IV en las ciudades de Huaraz y localidades de Canta, Puquio, Chala. Este sismo produjo un tsunami que se originó frente a las localidades ubicadas al sur de la península de Paracas, y una licuación generalizada en un área de más de 3Km de longitud por 1.0 Km de ancho en las zonas de Canchamaná y Tambo de Mora en Chincha.

En el Anexo B-2 (Apéndice B) se presentan los Mapas de Isosistas disponibles, los cuales corresponden a los siguientes sismos ocurridos en el área en estudio: 9 de Julio de 1586, 20 de Octubre de 1687, 28 de Octubre de 1746, 06 de Enero 1725, 28 de Octubre de 1746, 24 de Mayo de 1940, 28 de Mayo de 1948, 17 de Octubre de 1966, 31 de Mayo de 1970, 3 de Octubre de 1974, 18 de Abril de 1993 y 15 de Agosto del 2007.

Se concluye que, de acuerdo a la historia sísmica del área de estudio, en los últimos 400 años han ocurrido sismos con intensidades de hasta IX.

3.2. EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

En el presente estudio se han empleado leyes de atenuación para cuantificar la aceleración horizontal máxima del suelo en la base, así como leyes de atenuación que permiten estimar los niveles de demanda sísmica para diferentes periodos de vibración del suelo publicados en la literatura técnica, denominados leyes de atenuación para ordenadas espectrales. Dada esta tendencia mundial, se ha empleado en este estudio relaciones de atenuación de ordenadas espectrales para aceleraciones, que distingue sismos de subducción de interfase e intraplaca. Se ha empleado los modelos de atenuación de Youngs et al. (1997) y la ley de atenuación CISMID obtenida mediante el procesamiento estadístico bayesiano de registros de movimientos fuertes de



suelo de sismos registrados dentro del territorio peruano y captados por la Red Acelerográfica del CISMID. Esta investigación fue realizada por Chávez, J. (2006). Así mismo, se ha empleado el modelo de atenuación para aceleraciones espectrales propuestas por Sadigh, et al, 1997 para sismos continentales.

En base a la clasificación de sitio definida en el código International Building Code (IBC), la ley de atenuación de Youngs et al, 1997 elaborada para roca aplica para un suelo Tipo B (velocidades promedio de ondas de corte Vs entre 760 m/s y 1500 m/s), la ley de atenuación de Youngs et al, 1997 elaborada para suelo, aplica para un suelo firme "Stiff soil" Tipo D (velocidades promedio de ondas de corte Vs que varían de 180 m/s a 360 m/s), la ley de atenuación de CISMID se aplica para un tipo de suelo "Tipo C", debido a que presenta una velocidad de 530 m/s, según los resultados obtenidos de mediciones realizados en la Estación "Jorge Alva Hurtado".

Los resultados obtenidos proponen un valor de aceleración horizontal máxima de diseño PGA de 0.33g para roca, y un valor de aceleración horizontal máxima de diseño PGA de 0.44g para suelo Tipo C, y 0.53g para suelo D, estimado para 475 años de periodo de retorno.

IV. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO

4.1. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA Y MAPA DE TIPOS DE MATERIAL

El presente informe documenta las actividades realizadas para desarrollar el estudio de Microzonificación Geotécnica del distrito de Lurín. En éste se documenta la recopilación de la información disponible, los trabajos de exploración de campo, los ensayos de laboratorio y la caracterización mecánica de los suelos de cimentación, que constituyen la información básica para definir las zonas con características geotécnicas similares, teniéndose como producto final el Mapa de Microzonificación Geotécnica del distrito de Lurín.

La principal fuente de información existente sobre las características geotécnicas del distrito de Lurín lo constituye el estudio de Microzonificación Geotécnica Sísmica realizada por el CISMID, en el año 2004. En este estudio, se recopilaron 11 calicatas.

Adicionalmente, en el presente estudio (CISMID, 2013), se ha recopilado información de estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación, ejecutados en el distrito de Lurín por empresas privadas. Esta información incluye cuatro registros de sondajes representativos, dos ensayos con Cono Sowers (Cono Peck), cinco Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL) y nueve Ensayos de Penetración Estándar (SPT).

La ubicación de los sondajes recopilados se presenta en el Mapa C-1; sus registros, en el Anexo C-1, y una relación de los mismos, en las Tablas C-1 y C-2 del Apéndice C (Características Geotécnicas del Suelo en el distrito de Lurín)

Las características geotécnicas del distrito Lurín han sido determinadas mediante sondajes y



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



perfiles de pozos de agua recopilados y sondajes ejecutados durante el presente estudio. La ubicación de todos estos sondajes se muestran en el Mapa C-1 del Apéndice C y un resumen de los mismos, en las tablas C-1, C-2, C-3 y C-4 del Apéndice C. A continuación se describe los perfiles estratigráficos.

Dentro del área en estudio se han trazado 03 ejes a través de los sondajes representativos (Ejes A-A, B-B, y C-C), con la finalidad de presentar perfiles de suelos que cubran las diferentes áreas de la zona en estudio. La representación de estos perfiles de suelos se encuentra en el Anexo C-2 del Apéndice C (Láminas 01 al 03), y son los que se describen a continuación:

Sección A-A (Lámina 01): Este eje se ha trazado en forma paralela al litoral. Superficialmente, tal como se muestra en el sondaje E04, se registra la presencia de material de relleno, hasta una profundidad máxima de 1.70 m —los materiales de relleno están conformados por restos de concreto, ladrillo cerámica, conchuelas, etc. con matriz de arcilla, limos y presencia de materia orgánica—. Asimismo, en los extremos del eje, desde la superficie se tiene la presencia de suelo natural, constituido por arena pobremente gradada (SP), arena con limos (SM, SP-SM) y arcillas de baja plasticidad (CL) de consistencia media. Subyaciendo a estos materiales, se tiene a las arenas mal gradadas (SP), arenas arcillosas (SC), arenas limosas (SM, SW-SM) y a los limos (ML), que presentan compacidades que varían de suelta a densa y se encuentran intercaladas con lentes aislados de arcilla (CL), de consistencia blanda a media, y de manera focalizada, en el sondaje E01, se tiene la presencia de grava mal gradada (GP). La máxima profundidad alcanzada por los sondajes en este perfil fue de 5.00 m.

Sección B-B (Lámina 02): Este eje se ha trazado en el extremo noroeste del distrito. Superficialmente presenta depósitos de rellenos, conformados por gravas, arcillas, limos y materia orgánica. El suelo natural está conformado por limo arcilloso (ML), de consistencia blanda y baja plasticidad. Subyaciendo a estos materiales, hasta 5.90 m, se registra la presencia de arcillas, de consistencia blanda, y arenas arcillosas y limosas (SC y SM), de compacidad media. Continuando, se tiene a la grava limosa pobremente gradada (GP-GM) de compacidad muy densa. El nivel freático, en este eje, varía entre 1.40 y 2.30 m de profundidad.

Sección C-C (Lámina 03): Este eje se ha trazado para el sector sur del distrito. El perfil de suelos está conformado básicamente por la arena limosa (SM) y arena pobremente gradada (SP, SP-SM), de compacidad media a muy densa, con presencia aislada de gravas angulosas de T.M. 11/2", hasta una profundidad máxima de 5.50 m, de manera focalizada, en la calicata C03, a partir de los 3.10 m de profundidad, se registra al limo arenoso (ML), de consistencia dura y plasticidad media.

Los resultados de la exploración de campo y los ensayos de laboratorio realizados en este estudio han permitido desarrollar un análisis de licuación de suelos en el distrito. Este análisis concluye en que existirán y/o pueden existir efectos severos de licuación para eventos extraordinarios, en la zona donde se ejecutaron los sondajes SPT-01, SPT-05, SPT-06, SPT-07, SPT-08 y SPT-09.



Con la información geotécnica obtenida de la exploración de campo, de la información recopilada, de los resultados de ensayos de mecánica de suelos, y siguiendo la clasificación según el Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS) y la clasificación visual del material encontrado en campo se ha procedido a delimitar el área de estudio según los tipos de material encontrados. Las características de cada uno de estos tipos de material y los criterios seguidos para su subdivisión se describen en los ítems siguientes.

Formaciones rocosas

En base al informe de Geología, las formaciones rocosas, identificadas en el área de estudio, son materiales conformados, principalmente, por la Formación Marcavilca, la Formación Pamplona y la Formación Atocongo.

Se encuentran en los sectores topográficamente elevados del distrito de Lurín. Están representados por los registros de sondajes recopilados, que se presentan en el Anexo C-1 del Apéndice C; y los taludes descritos T-1, T-2, T-3, T-6, T-7, T-8, T-9, T-10, T-11, T-12, T-13, T-14, T-15, T-16 y T-17, que se presentan en el Anexo C-3 del Apéndice C.

Gravas

Son materiales que pertenecen a depósitos aluviales y coluviales. Se caracterizan por ser de compacidad media, de bordes subredondeados, en la parte baja del distrito, y angulosos, en la parte elevada, y de humedad baja. Se encuentran emplazados, principalmente, en la superficie de las formaciones rocosas y, en lugares específicos del distrito, a partir de 1.0 m de profundidad por debajo de materiales superficiales como arenas, limos y arcillas.

Están representados por los registros recopilados, que se documentan en el Anexo C-1 del Apéndice C; y por los registros de las calicatas ejecutadas C-4 y C-9, que se presentan en el Anexo C-3 del Apéndice C.

Arenas

Son materiales que pertenecen a depósitos aluviales y eólicos recientes, conformados predominantemente por arenas de compacidad media a densa, sin la presencia del nivel freático, se encuentran en los sectores norte, sur y este del distrito de Lurín. Están representados por los registros recopilados, que se documentan en el Anexo C-1; y por los registros de las calicatas ejecutadas C-1 y C-2, que se presentan en el Anexo C-3.

Limos y arcillas

Son materiales finos, de consistencia media a dura, sin la presencia del nivel freático.

Se encuentran focalizados en sectores específicos del área en estudio. Están representados por los registros de sondajes recopilados, que se presentan en el Anexo C-1.



Rellenos Antrópicos

Son depósitos antrópicos, tales como materiales demolición de construcciones antiguas, basura, etc. Son materiales heterogéneos sin selección, constituidos por diversos materiales que van desde gravas, arenas y finos hasta concreto, ladrillos, maderas y desechos. Estas acumulaciones han sido identificadas en sectores específicos del distrito de Lurín.

Los Mapas C-2 y C-3 del Apéndice C muestran los tipos de materiales a 1.0 y 2.5 m de profundidad, respectivamente.

4.2. MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.

El distrito de Lurín, a la fecha, cuenta con una microzonificación geotécnica realizada por el CISMID, en el año 2004. Por lo tanto, los puntos de exploración geotécnica programados en el presente estudio fueron ejecutados con el fin de complementar a los realizados en dicha microzonificación.

La evaluación geotécnica del área en estudio ha permitido delimitar los diferentes tipos de materiales con características geotécnicas similares, cuyo producto se presenta en los Mapas C-2 y C-3 del Apéndice C. A partir de esta delimitación, se ha procedido a agrupar los diferentes tipos de materiales según sus características geotécnicas. El propósito de esta agrupación ha sido definir un Mapa de Microzonificación Geotécnica el cual permita identificar zonas favorables y desfavorables para viviendas existentes y proyectadas del tipo convencional.

El Mapa C-4 del Apéndice C presenta la microzonificación geotécnica propuesta para el distrito de Lurín.

Esta microzonificación incluyó, para cada zona, la estimación de la capacidad de carga admisible que tendría la cimentación de una edificación convencional definida como cimientos corridos de 0.60 m de ancho y profundidad de cimentación mínima de 0.80 m. El criterio de diseño de una cimentación considera que para garantizar el comportamiento satisfactorio de las estructuras, se deben cumplir las dos condiciones siguientes:

- La cimentación debe ser segura contra la falla de corte del suelo que la soporta, y.
- Los asentamientos producidos por la carga transmitida por la cimentación deben ser igual o menores que los permisibles para cada tipo de edificación.

Para tal fin, se ha utilizado la teoría de capacidad de carga de Terzaghi, con los factores de capacidad de carga propuestos por Vesic (1973).

En consecuencia, se ha dividido el área de estudio en cinco zonas, los mismos que se describen a continuación:



Zona I

Esta zona incluye a los depósitos de gravas de compacidad densa y a las formaciones rocosas con diferente grado de fracturación en caso estén habitadas. Los tipos de materiales descritos en esta zona presentan las mejores características geotécnicas para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho, varía entre 2.0 y 4.0 kg/cm², si se desplanta sobre la grava a una profundidad mínima de 0.80 m; y mayor a 5.0 kg/cm², si se desplanta sobre la roca ligeramente alterada o sana. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.

Zona II

Esta zona incluye, predominantemente, a los depósitos de arenas de compacidad media densa a densa, de espesores mayores a 2.50 m, y, de manera muy localizada se encontró depósitos de gravas, sin la presencia de nivel freático, que se encuentra en los sectores norte, este y sur del distrito de Lurín. Los tipos de suelos descritos en esta zona presentan características geotécnicas favorables para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y a una profundidad mínima de 0.80 m, varía entre 1.0 y 3.0 kg/cm², si se desplanta sobre la arena; y entre 0.70 y 1.00 kg/cm², si se desplanta sobre los limos y arcillas. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.

Zona III

Esta zona incluye a los depósitos de arenas de compacidad suelta a media; limos y arcillas de consistencia blanda con presencia del nivel freático, que se encuentra en el sector centro oeste del distrito de Lurín. El tipo de suelo descrito en esta zona presenta características geotécnicas menos favorables, en relación al caso anterior, para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y desplantada entre 0.80 y 1.50 m de profundidad varía entre 0.50 y 1.00 Kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.

Zona IV-A

Esta zona incluye a los depósitos marinos, que se ubican en el litoral del área en estudio, y a un sector de depósitos de arenas potencialmente licuables, que se encuentran en un sector céntrico y específico del distrito de Lurín, conformados por arenas sueltas a muy sueltas. Dadas las



características desfavorables de estos materiales emplazados en los sectores mencionados, se considera que esta zona no es apta para la construcción de edificaciones.

Zona IV-B

Esta zona incluye a las canteras que han sido identificadas en el distrito de Lurín. Dadas sus características antrópicas, se considera a esta zona no apta para la construcción de edificaciones.

Zona V

Estas zonas incluyen a los rellenos y escombros antrópicos, identificados en sectores específicos del área urbana y alrededores. Dadas las características desfavorables de estos materiales, se considera que estas zonas, actualmente, no son aptas para la construcción de edificaciones.

Los rellenos podrían ser reemplazados por material competente, esto podrá ser posible siempre y cuando se ejecuten estudios específicos de mecánica de suelos, que respalden técnicamente esta decisión.

V. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

El presente estudio consiste en la determinación de las características dinámicas de vibración del suelo en el ámbito del distrito de Lurín. Estas características están definidas por parámetros dinámicos tales como el período natural de vibración y la velocidad de ondas de corte. Los períodos naturales de vibración han sido hallados mediante la medición de puntos de microtremores distribuidos en toda el área del distrito. Los lugares de medición fueron propuestos teniendo en cuenta áreas donde no se tenía información previa. Por otro lado, se han ejecutado y recopilado puntos de Microtremores y perfiles sísmicos obtenidos mediante ensayos de Refracción Sísmica con el propósito de estimar la velocidad de propagación de ondas P en el suelo, también se han ejecutado ensayos MASW para estimar la velocidad de propagación de ondas de corte en el suelo; todos los métodos y sus características son descritos en el Apéndice D.

En este estudio se ha hecho la medición de 36 microtremores distribuidos en toda el área del distrito de Lurín, formando una malla de 1 a 1.5 km de separación entre puntos. La distribución de los puntos de medición se pueden observar en el Mapa D-1 Apéndice D.

Mediante el análisis de los espectros H/V se han determinado los períodos naturales de vibración, los cuales varían de 0.08 s a 0.68 s (Anexo D-1 del Apéndice D).

Los resultados obtenidos muestran una buena correspondencia con mediciones realizadas anteriormente como lo muestra CISMID (2005). Así, en la zona central y al norte del distrito predominan periodos de vibración que indican la existencia de suelos rígidos. En la zona central y este predominan valores de periodos que indican la existencia de suelos medianamente rígidos. En la zona central y al sur predominan valores de periodos que indican la existencia de suelos



medianamente flexibles. Por último, en la zona sur y oeste que colindan con el Océano Pacífico predominan valores de periodos de vibración que indican la existencia de suelos flexibles.

Se han realizado 08 ensayos geofísicos MASW con el fin de obtener perfiles de velocidades de ondas de corte en el distrito de Lurín. En el Anexo D-2 del Apéndice D se muestran los registros de las Ondas Sísmicas MASW realizadas, en ellas se puede observar la llegada de las ondas superficiales en cada geófono en el tiempo medido. En el Anexo D-3 del Apéndice D se muestran las curvas de dispersión halladas del análisis de los registros de ondas sísmicas y en el Anexo D-4 del Apéndice D se muestran los resultados de los perfiles de ondas de corte hallados con los ensayos MASW.

El perfil MASW 01, ubicado en la zona centro del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular medianamente denso hasta los de 15.5 m. de profundidad, subyaciendo a este estrato se encuentra un material granular denso hasta la máxima profundidad explorada de 30.00 m. A estas profundidades se encontró una máxima velocidad de ondas de corte de 445 m/s.

El perfil MASW 02, ubicado en la zona sur del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular medianamente denso hasta los 9.00 m de profundidad, seguido inmediatamente por un material granular denso hasta los 25.00 m de profundidad alcanzando una velocidad de ondas de corte de 520 m/s.

El perfil MASW 03, ubicado en la zona este del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular medianamente denso hasta los 2.30 m de profundidad, subyaciendo a este estrato se encuentra un material granular denso hasta los 30.00 m alcanzando una velocidad de ondas de corte de 750 m/s.

El perfil MASW 04, ubicado en la zona sur del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular medianamente denso hasta los 9.00 m de profundidad, seguido por un material granular denso hasta los 25.00 m de profundidad, alcanzando una velocidad de ondas de corte de 470 m/s.

El perfil MASW 05, ubicado en la zona norte del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular medianamente denso hasta los 5.30 m de profundidad, seguido por un material granular denso hasta los 30.00 m de profundidad, alcanzando una velocidad de ondas de corte de 470 m/s.

El perfil MASW 06, ubicado en la zona oeste del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular suelto hasta los 4.70 m de profundidad, seguido por un material granular medianamente denso hasta los 20.00 m de profundidad alcanzando una velocidad de ondas de corte de 340 m/s.

El perfil MASW 07, ubicado en la zona oeste del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular suelto hasta los 4.50 m de profundidad, seguido por un



material granular medianamente denso hasta los 15.00 m de profundidad, alcanzando una velocidad de ondas de corte de 280 m/s.

El perfil MASW 08, ubicado en la zona oeste del distrito, presenta velocidades de ondas de corte que corresponden a un material granular suelto hasta el 6.0 m de profundidad, seguido por un material granular medianamente denso hasta los 20.00 m de profundidad, alcanzando una velocidad de ondas de corte de 265 m/s.

También se han ejecutado 03 ensayos de Refracción Sísmica con el propósito de estimar los Perfiles de Velocidades de Ondas de Compresión del suelo.

La ubicación de los ensayos de refracción sísmica ejecutados se presenta en el Mapa D-2 del Apéndice D. Las Dromocrónicas y los perfiles de velocidades de ondas de compresión se muestran en los Anexos D-5 y D-6 del Apéndice D respectivamente. En el Anexo D-8 del Apéndice D se presentan su panel fotográfico. Un resumen de los perfiles de velocidades de ondas compresionales (Ondas P) se presenta en la Tabla D-8 del Apéndice D.

En el Anexo D-6 del Apéndice D se presentan los perfiles de ondas de compresión obtenidos mediante los ensayos de refracción sísmica ejecutados. Estos perfiles sísmicos representan la variación de las velocidades de ondas de compresión con la profundidad. En general, se observa una buena correlación entre las velocidades de ondas de compresión y velocidades de ondas de corte halladas con el Ensayo MASW.

5.1. MAPA DE ZONAS DE ISOPERÍODO.

El mapa D-3 del Apéndice D muestra que el distrito de Lurín posee 04 zonas de isoperiodos.

La Zona I mostrada en color verde oscuro abarca la zona norte del distrito cubriendo un tramo del río Lurín. De acuerdo a los resultados de la exploración geotécnica se encuentra formaciones rocosas y depósitos de gravas de compacidad media. Adicionalmente, se encuentra arenas de compacidad media a densa con presencia de gravas focalizadas. Los períodos de vibración de esta zona son menores o iguales a 0.20 s lo que corresponde a un suelo rígido.

La Zona II mostrada en color verde medio es contigua a la zona I y también se encuentra en la parte este del distrito. De acuerdo a los resultados de la exploración geotécnica se encuentra principalmente arenas de compacidad media a densa con presencia de gravas focalizadas y arenas de compacidad suelta a media, limos y arcillas de consistencia blanda. En esta zona, los periodos de vibración varían entre 0.20 y 0.30 s lo que corresponde a un suelo medianamente rígido.

La Zona III mostrada en color amarillo se encuentra en la parte central del distrito extendiéndose hacia el noroeste y sureste del mismo. De acuerdo a los resultados de la exploración geotécnica se encuentran principalmente arenas de compacidad media a densa con presencia de gravas focalizadas y arenas de compacidad suelta a media, limos y arcillas de consistencia blanda. En



esta zona, los periodos de vibración varían entre 0.30 s y 0.50 s lo que corresponde a un suelo medianamente flexible.

La Zona IV mostrada en color naranja se ubica en las zonas colindantes con el litoral. De acuerdo a los resultados de la exploración geotécnica se encuentran principalmente arenas de compacidad suelta a media, limos y arcillas de consistencia blanda y adicionalmente depósitos marinos conformados por arenas sueltas a muy sueltas. En esta zona, los periodos de vibración son mayores o iguales a 0.50 s lo que corresponde a un suelo flexible.

VI. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Para determinar el comportamiento de un suelo ante la ocurrencia de un sismo, se tienen que tomar en cuenta las características mecánicas y dinámicas que presentan los diferentes materiales del terreno. Estas características han sido determinadas para el distrito de Lurín y representadas en los mapas de Microzonificación Geotécnica (Mapa C-4, Apéndice C) y de Isoperiodos (Mapa D-3, Apéndice D) respectivamente. Los resultados de estos mapas son superpuestos en la superficie del área de estudio, permitiendo identificar cinco zonas en el Mapa de Microzonificación Sísmica (I-02) del presente informe. A continuación se describen estas zonas:

Zona I

Esta zona incluye a los depósitos de gravas de compacidad densa y a las formaciones rocosas con diferente grado de fracturación en caso estén habitadas. Los tipos de materiales descritos en esta zona presentan las mejores características geotécnicas para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho, varía entre 2.0 y 4.0 kg/cm², si se desplanta sobre la grava a una profundidad mínima de 0.8 m; y mayor a 5.0 kg/cm², si se desplanta sobre la roca ligeramente alterada o sana. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.

Los resultados de las mediciones de microtemores muestran que los periodos de vibración natural en esta zona son menores a 0.3 s.

Zona II

Esta zona incluye, predominantemente, a los depósitos de arenas de compacidad media densa a densa, de espesores mayores a 2.50 m, y, de manera muy localizada se encontró depósitos de gravas, sin la presencia de nivel freático, que se encuentra en los sectores norte, este y sur del distrito de Lurín. Los tipos de suelos descritos en esta zona presentan características geotécnicas favorables para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y a una profundidad mínima de 0.80 m, varía entre 1.0 y 3.0 kg/cm², si se desplanta sobre la arena; y



entre 0.70 y 1.00 kg/cm², si se desplanta sobre los limos y arcillas. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.

Los resultados de las mediciones de microtemores muestran que los periodos de vibración natural en esta zona se encuentran entre 0.30 s y 0.50 s.

Zona III

Esta zona incluye a los depósitos de arenas de compacidad suelta a media; limos y arcillas de consistencia blanda con presencia del nivel freático, que se encuentra en el sector centro oeste del distrito de Lurín. El tipo de suelo descrito en esta zona presenta características geotécnicas menos favorables, en relación al caso anterior, para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y desplantada entre 0.80 y 1.50 m de profundidad varía entre 0.50 y 1.00 Kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.

Los resultados de las mediciones de microtemores muestran que los periodos de vibración natural en esta zona son mayores a 0.50 s.

Zona IV

Esta zona incluye a los depósitos marinos, que se ubican en el litoral del área en estudio, y a un sector de depósitos de arenas potencialmente licuables, que se encuentran en un sector céntrico y específico del distrito de Lurín, conformados por arenas muy sueltas a sueltas. Dadas las características desfavorables de estos materiales emplazados en los sectores mencionados, se considera que esta zona no es apta para la construcción de edificaciones.

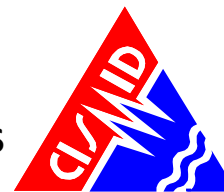
Los resultados de las mediciones de microtemores muestran que los periodos de vibración natural en esta zona son mayores a 0.5s.

Zona V

Esta zona incluye a los escombros y rellenos antrópicos, identificados en zonas puntuales del distrito de Lurín. Dadas las características desfavorables de los materiales de escombros y rellenos, se considera que estas zonas, actualmente, no son aptas para la construcción de edificaciones.

Los escombros y rellenos podrían ser reemplazados por material competente, para ser usados como áreas de habilitación urbana, esto podrá ser posible siempre y cuando se ejecuten estudios específicos de mecánica de suelos, que respalden técnicamente esta decisión.

De acuerdo a la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones (1997), no está permitido cimentar sobre un relleno heterogéneo, por lo cual en lugares como este no es posible estimar la capacidad de



carga para cimentaciones. Así mismo estos materiales presentan una mala respuesta frente a un evento sísmico. Por lo cual se ha demostrado en la experiencia que edificaciones cimentadas sobre este tipo de suelo sufren grandes asentamientos y daño severo, por lo que se recomienda su remoción total en caso que estas áreas sean utilizadas con fines urbanos.

Se debe mencionar que los resultados obtenidos en la Microzonificación Sísmica no deben ser utilizados para fines de diseño y/o construcción de algún tipo de edificación en algún punto específico de la zona de estudio. Estos resultados no reemplazan a los estudios que deben ejecutarse siguiendo los procedimientos exigidos en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente y la Norma Técnica de Edificación E.050 de Suelos y Cimentaciones, que son de cumplimiento obligatorio y se encuentran vigente a la fecha de elaboración de este informe.

VII. MAPA DE ACELERACIONES MÁXIMAS ESPERADAS DEL SUELO

Una vez determinado el mapa de microzonificación sísmica en el área de estudio, es necesario caracterizar las zonas identificadas de manera cuantitativa, estimando el valor de aceleración horizontal máximo esperada para el suelo; para ello se utilizará como dato de entrada el resultado de la aceleración esperada para terreno firme del estudio de peligro sísmico para el distrito de Lurín (Apéndice B) que corresponde para un suelo "Tipo C" (IBC) un valor de aceleración horizontal máxima de diseño PGA de 435.31 cm/s²; los valores de aceleración máxima proyectados para las diferentes zonas mostrados en el mapa de Microzonificación Sísmica I-02 del presente informe se obtienen multiplicando los parámetros del suelo propuestos en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente por la aceleración máxima PGA de 435.31 cm/s² de la siguiente manera:

Zona	Factor	Aceleración Máxima
I	1.0	435.31 cm/s ²
II	1.2	522.37 cm/s ²
III	1.3	565.90 cm/s ²
IV	1.4	609.43 cm/s ²
V	1.5	625.97 cm/s ²

Los valores obtenidos para cada zona son mostrados en el Mapa I-03 del presente informe.

VIII. MAPA DE VELOCIDADES MÁXIMAS ESPERADAS DEL SUELO

Es necesario determinar los valores de velocidad máxima del suelo que pueden presentarse en la zona de estudio con la finalidad de estimar el riesgo al que se encuentra expuesto el sistema de tuberías de la red de saneamiento.

Para la elaboración del mapa de velocidades máximas se utiliza la relación matemática presentada en el artículo técnico titulado "**Correlación entre la aceleración y velocidad máxima del suelo: Aplicación en el análisis del peligro sísmico**", (Miguel A. Jaimes, Eduardo Reinoso, Mario Ordaz



y Cesar Arredondo, 2009), publicado en la Revista de Ingeniería Sísmica No. 81, pag. 19-35 (2009), editada por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS). La relación es la siguiente:

$$\ln V_{max} = -1.8349 + 1.1146 \ln A_{max} + 0.4043 \ln T_s$$

Donde la velocidad máxima esperada del suelo (V_{max}) se expresa en función de la aceleración máxima esperada del suelo (A_{max}) y del periodo de oscilación del suelo (T_s) para sismos de tipo subducción. Entonces para determinar el mapa de velocidades máximas del suelo para el distrito de Ventanilla, se deberá utilizar como datos de entrada la aceleración máxima del suelo y el periodo de oscilación del suelo estimados anteriormente y representados en el mapa I-03 del presente informe y el plano D-03 del Apéndice D respectivamente. Los valores de velocidades máximas esperadas del suelo para el distrito de Lurín se muestran en el mapa I-04 del presente informe.

IX. REFERENCIAS

- Alva Hurtado J.E., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- Asten M.W. and Henstridge J.D., (1984), "Array Estimators and the use of Microseisms for Sedimentary Basin Reconnaissance": *Geophysics* v. 49, 1828–183.
- Ayquipa C. (1995), "Microzonificación Sísmica de Chorrillos y Barranco", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Lima.
- Ayashi, K. (2003), "Data Acquisition and Analysis of Active and Passive Surface Wave Methods". Short Course - SAGEEP 2003.
- Bard, P. (1998), Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation? The effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada y Sasatani (eds), 1251-1279.
- Bermúdez M., Franco L., Martínez S. y Ojeda A., (2002), "Uso de las Microtremores para la evaluación de la Respuesta Dinámica de los Suelos"
- Berrocal J., (1974), "South American Seismotectonics from SAAS data", Thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy in the University of Edinburg.
- Berrocal J., Deza E. y Shikiya J. (1975), "Estudio de Sismicidad para el Proyecto de Derivación del Río Mantaro a Lima", Informe del Instituto Geofísico del Perú a ELECTROPERU.S.A.
- Bieniawski Z.T (1989) "Engineering Rock Mass Clasificación" Willey Intersciencie Publication, USA.
- Capon J., 1969, High-Resolution Frequency-Wavenumber Spectrum Analysis: *Proc. IEEE*, v. 57, 1408-1418.
- Calderon, J., Sekiguchi, T., Aguilar, Z., Lazares, F. y Nakai, S. (2011), Dynamic Characteristics of the Surface Soils in Lima, *Proc., Eighth International Conference on Urban Earthquake Engineering*, 8CUEE Tokyo, Japan, 537-542.
- Casaverde L. y Vargas J. (1980), "Zonificación Sísmica del Perú", II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo - Resistente, Organización de Estados Americanos y Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.



- Castillo J. (1993), "Peligro Sísmico en el Perú", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Lima.
- CISMID (1991), "Memorias del Seminario Taller de Dinámica de Suelos". Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- CISMID (1992), "Estudio de Peligro Sísmico para el Afianzamiento Hídrico del Río Cañete-Lima". Informe Técnico, Lima, Perú.
- CISMID (2005), "Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 42 distritos de Lima y Callao". Ayuda Memoria Informe Técnico, Lima, Perú.
- Cornell A. (1968), "Engineering Seismic Risk Analysis", Bulletin of the Seismological Society of America", Vol 58, N°5 págs.1538-1606.
- Das, B. M. (1996), "Principios de Ingeniería de Cimentaciones", México Thomson Editores, 4ta Edición, México.
- Deza E. y Carbonell C. (1978), "Regionalización Sismotectónica Preliminar del Perú", IV Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú.
- Deza E. (1969), "Estudio Preliminar Sobre las Zonas de Transición que Separan Posibles Regiones Sismotectónicas del Margen Occidental de Sudamérica: Zona de Transición en el Perú", I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima, Perú.
- Figuerola, J., C. (1974), "Tratado de Geofísica Aplicada", LITOPRINT, Madrid.
- Flores, H.C. (2004), "Método SPAC: Una alternativa para la Estimación de Modelos Velocidades en el Valle de México", Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gabriels, P., Snider, R., and Nolet, G. (1987), In situ measurements of shear-wave velocity in sediments with higher-mode Rayleigh waves: Geophys. Prospecting, 35, 187-196.
- González de Vallejo, L. y Ferrer M. (2002), "Ingeniería Geológica", Prentice Hall, Madrid, España.
- Hoek E. Bray J.W (1977) "Rock Slope Engineering" London, 2da Edición.
- Hunt, Roy E (1986), "Geotechnical Engineering – Techniques and Practices", McGraw-Hill, USA.
- Idriss I. (1985), "Evaluating Seismic Risk in Engineering Practice". XI International Conference in Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco, USA.
- Instituto Geofísico del Perú. (2000), "Catálogo Sísmico del Perú: Versión Revisada y Actualizada". Lima, Perú.
- INGEMMET (1992), "Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica" "Boletín N°43 – Hoja: 24-i.
- Instituto Tecnológico de España (1991) "Manual de Ingeniería de Taludes"
- Isacks B., Oliver J. y Sykes L.R., (1968), "Seismology and Global Tectonics", Journal of Geophysical Research, Vol 73, N°18, 5855-5899.
- Jaimes Miguel A., Reinoso Eduardo, Ordaz Mario y Arredondo Cesar (2009), "Correlación entre la aceleración y velocidad máxima del suelo: Aplicación en el análisis del peligro sísmico", publicado en la Revista de Ingeniería Sísmica No. 81, pág. 19-35 (2009), editada por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS).
- Kramer, S.L., (1996), "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, USA.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



- Lankston, R. W., "High Resolution Refraction Data Acquisition and Interpretation", Geo-Compu-Graph, Inc., U.S.A.
- Lermo J., Rodríguez M., y Singh S. K. (1988) Natural period of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements, *Earthquake Spectra*, 4, 805-14.
- Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994). Are microtremors useful in site response evaluation?, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 83, 1350-1364.
- McGuire R.K. (1974), "Seismic Structural Response Risk Analysis incorporating Peak Response Regression on Earthquake Magnitude and Distance", MIT Report R74-51 Cambridge MA, USA.
- McGuire R.K. (1976), "Fortran Computer Program for Seismic Risk Analysis", Open-File Report 76-67, U.S. Geological Survey.
- Miller, R. D., Pullan, S.E., Waldner, J. S., Haeni, F. P., (1986), "Field comparison of shallow seismic sources", *Geophysics*, Vol. 51, Nº 11, 2067 – 2092, U.S.A.
- Nakamura, Y. (1989). "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface". *Quarterly Report Railway Technology Research Institute*, Vol. 30. Nº3. 25-30.
- Park, C., Miller, R. y Xía, J. (1999), "Multichannel analysis of surface waves". *Geophysics*. Vol. 64. Nº 3. 800-808.
- Park., C.B., R. D. Miller, and J. Xia, Julian M. (1999), *Multichannel Analysis of Surface Waves to Map Bedrock*, Kansas Geological Survey, Lawrence, Kansas, U.S.
- Park, C., Miller, R., Xia, J., & Ivanov, J. (2001^a). "Seismic characterization of geotechnical sites by Multichannel Analysis of Surfaces Waves (MASW) method". *Tenth International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering (SDEE)*, Philadelphia.
- Roma V. (2001), "Soil Properties and Site Characterization by means of Rayleigh Waves", PhD Degree in Geotechnical Engineering, Department of Structural and Geotechnical Engineering, Technical University of Turin (Politecnico), Italy.
- Redpath, B., B. (1973), "Seismic Refraction Exploration for Engineering Site Investigations", *Explosive Excavation Research Laboratory Livermore, California, U.S.A.*
- Richter C.F. (1958), "Elementary Seismology", W.H. Freeman Co., San Francisco.
- Sebrier M., Huamán D., Blanc J.L, Macharé J., Bonnot D. y Cabrera J. (1982), "Observaciones acerca de la Neotectónica del Perú", Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
- Silgado E., (1969), "Sismicidad de la Región Occidental de la América del Sur entre los paralelos 2° y 18° Latitud Sur", *Primer Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica*, pp.33-44.
- Silgado E. (1973), "Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú 1955-1970", *Geofísica Panamericana*, Vol2, 179-243
- Silgado E. (1978), "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín Nº3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.
- Silgado E. (1992), "Investigación de Sismicidad Histórica en la América del Sur en los Siglos XVI, XVII, XVIII y XIX", CONCYTEC, Lima, Perú.
- Slemmnons D. (1982), "Magnitude of Active Faults", U.S. Army Engineer Waterways Experimental Station, USA.
- SISRA (1985), "Catálogo de Terremotos para América del Sur" Vol7a, 7b y 7c, Proyecto SISRA, CERESIS, Lima, Perú.



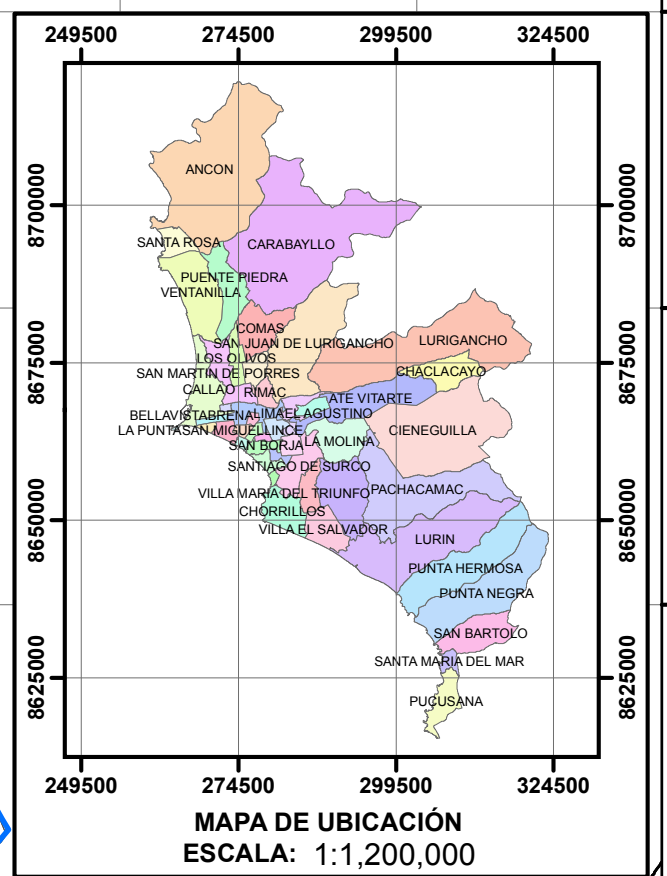
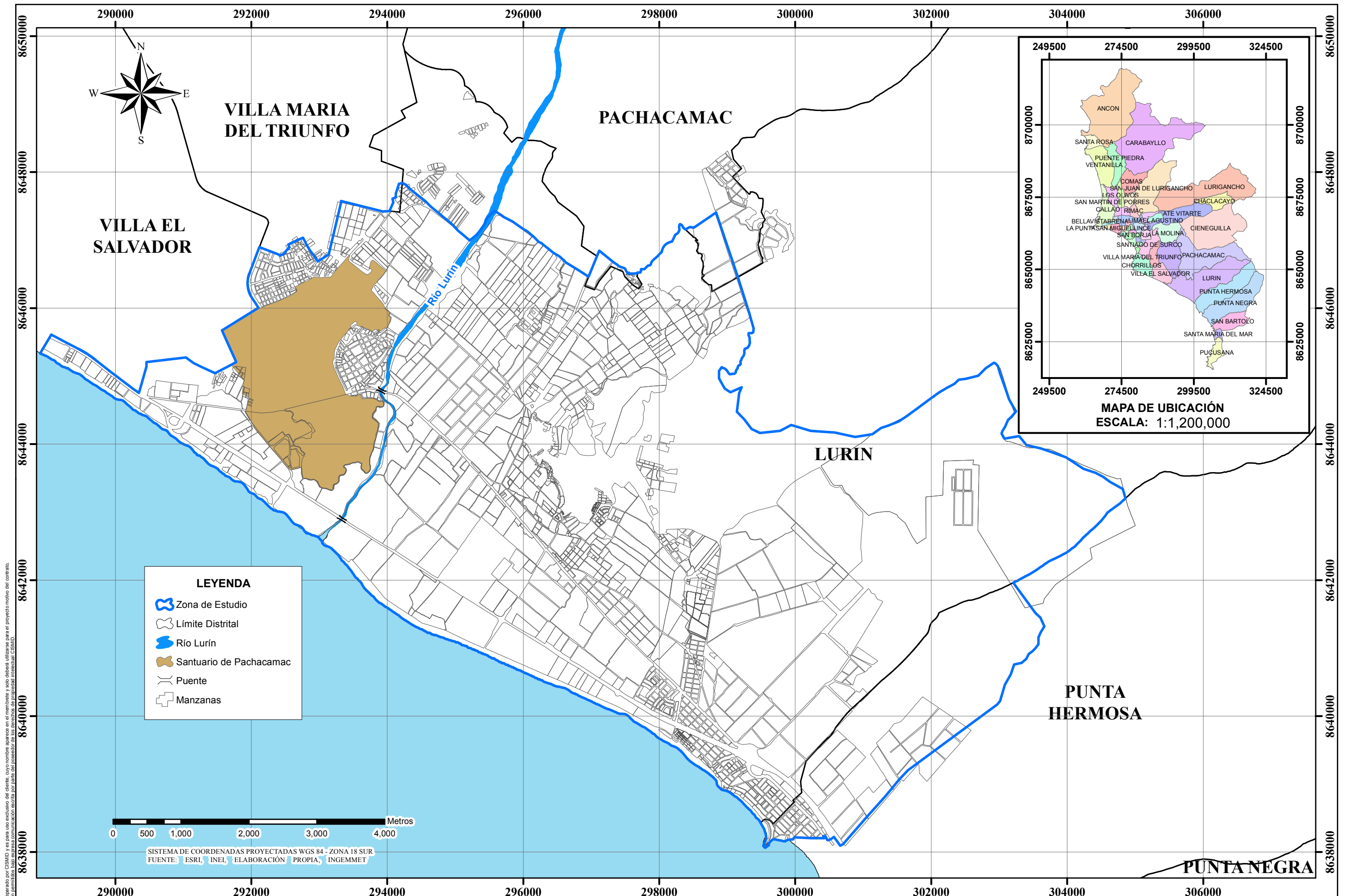
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



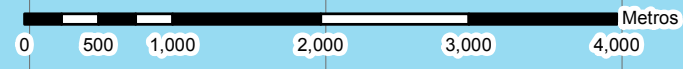
-
- Tavera, H., y E. Buforn. (1998), "Sismicidad y Sismotectónica de Perú", Física de la Tierra, N°10, pp.187–219. España.
- Tokimatsu K., Miyadera Y. and Kuwayama S. (1992a), Determination of Shear Wave Velocity Structures from Spectrum Analyses of Short-Period Microtremors, Proc., 10th World Conf. on Earthquake Engineering, 1, 253-258.
- Tokimatsu K., Shinzawa K., Kuwayama S. (1992b), Use of short-period microtremors for Vs profiling, J. Geotechnical Eng., vol. 118 (10), ASCE, pp. 1544-1558.
- U. S. Army Corps of Engineers, (1995), "Geophysical Exploration for Engineering and Environmental Investigations", Engineer Manual 1110-1-1802, Washington, U. S. A.

MAPAS



LEYENDA

- Zona de Estudio
- Límite Distrital
- Río Lurín
- Santuario de Pachacamac
- Puente
- Manzanas



SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS WGS 84 - ZONA 18 SUR
 FUENTE: ESRI, INEI, ELABORACIÓN PROPIA, INGEMMET

Este plano es emitido y preparado por CSUMIP y es para uso exclusivo del cliente, cuyo nombre aparece en el membrete y no debe ser utilizado para otros fines. Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CSUMIP es estrictamente prohibido.

APROBACIÓN	Dr. Zenón Aguilar
REVISIÓN	Msc. Fernando Lizares
DISEÑO	Ing. Silvia Alarcón
FECHA	Bach. Judith Ramos, Bach. Jorge Soto NOVIEMBRE - 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
 SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

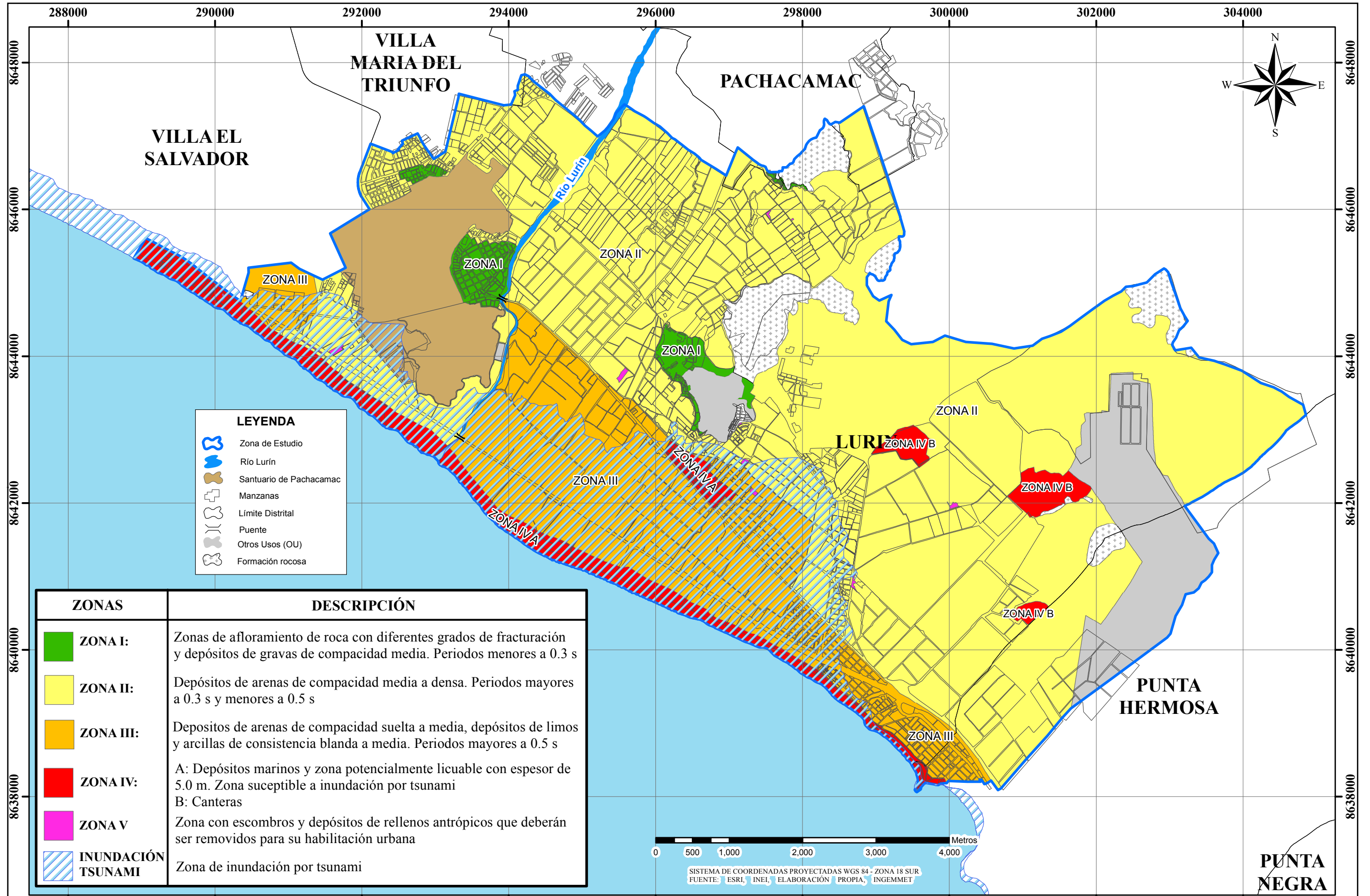


PERÚ Ministerio de Economía y Finanzas




PROYECTO:	PP0068-SATREPS
PAIS:	PERU
DEPARTAMENTO:	LIMA
PROVINCIA:	LIMA
DISTRITO:	LURIN







PRODUCTO: 3.000481 GOBIERNOS LOCALES CON EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE SISMOS Y TSUNAMIS
 ACTIVIDAD: 5.003430 DESARROLLO DE MICROZONIFICACIÓN ANTE SISMO Y TSUNAMI
 INFORME: MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO DE LURÍN
 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

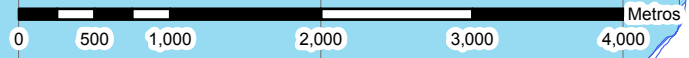
MAPA N° **I-01**



LEYENDA

-  Zona de Estudio
-  Río Lurín
-  Santuario de Pachacamac
-  Manzanas
-  Límite Distrital
-  Puente
-  Otros Usos (OU)
-  Formación rocosa

ZONAS	DESCRIPCIÓN
 ZONA I:	Zonas de afloramiento de roca con diferentes grados de fracturación y depósitos de gravas de compacidad media. Periodos menores a 0.3 s
 ZONA II:	Depósitos de arenas de compacidad media a densa. Periodos mayores a 0.3 s y menores a 0.5 s
 ZONA III:	Depositos de arenas de compacidad suelta a media, depósitos de limos y arcillas de consistencia blanda a media. Periodos mayores a 0.5 s
 ZONA IV:	A: Depósitos marinos y zona potencialmente licuable con espesor de 5.0 m. Zona susceptible a inundación por tsunami B: Canteras
 ZONA V	Zona con escombros y depósitos de rellenos antrópicos que deberán ser removidos para su habilitación urbana
 INUNDACIÓN TSUNAMI	Zona de inundación por tsunami



SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS WGS 84 - ZONA 18 SUR
FUENTE: ESRI, INEL, ELABORACIÓN PROPIA, INGEMMET

APROBACIÓN	Dr. Zenón Aguilar
REVISIÓN	Msc. Fernando Lázares
DISEÑO	Ing. Silvia Alarcón Bach. Judith Ramos, Bach. Jorge Soto
FECHA	NOVIEMBRE - 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

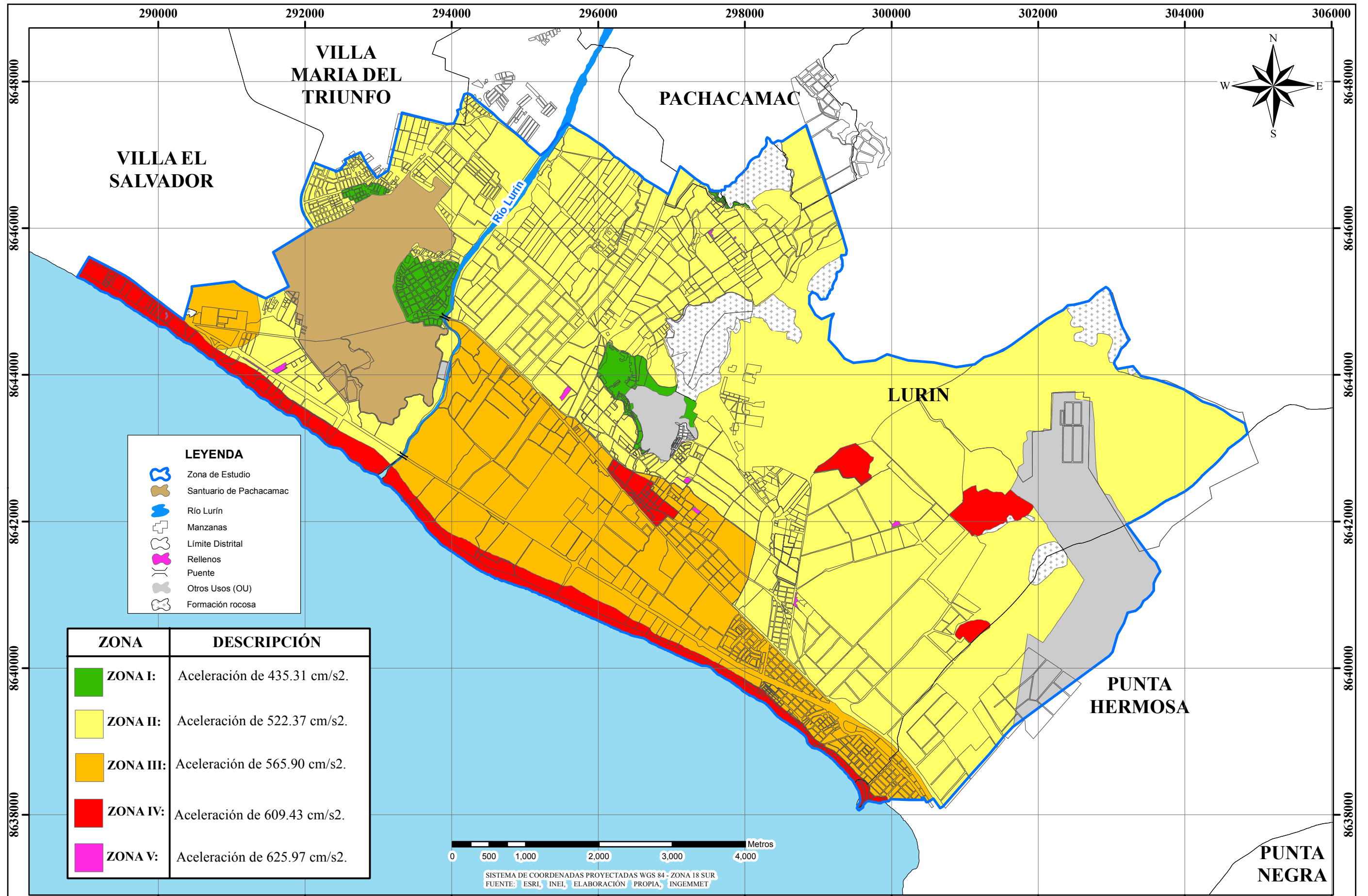


PERÚ Ministerio de Economía y Finanzas

PROYECTO:	PP0068-SATREPS
PAÍS:	PERÚ
DEPARTAMENTO:	LIMA
PROVINCIA:	LIMA
DISTRITO:	LURÍN

PRODUCTO: 3.000481 GOBIERNOS LOCALES CON EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE SISMOS Y TSUNAMIS
ACTIVIDAD: 5.003430 DESARROLLO DE MICROZONIFICACIÓN ANTE SISMO Y TSUNAMI
INFORME: MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO DE LURÍN
MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

MAPA N° **I-02**



LEYENDA

- Zona de Estudio
- Santuario de Pachacamac
- Río Lurín
- Manzanas
- Límite Distrital
- Rellenos
- Puente
- Otros Usos (OU)
- Formación rocosa

ZONA	DESCRIPCIÓN
	ZONA I: Aceleración de 435.31 cm/s ² .
	ZONA II: Aceleración de 522.37 cm/s ² .
	ZONA III: Aceleración de 565.90 cm/s ² .
	ZONA IV: Aceleración de 609.43 cm/s ² .
	ZONA V: Aceleración de 625.97 cm/s ² .



SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS WGS 84 - ZONA 18 SUR
 FUENTE: ESRI, INEI, ELABORACIÓN PROPIA, INGEMMET

APROBACIÓN	Dr. Zenón Aguilar
REVISIÓN	Msc. Fernando Lázares
DISEÑO	Ing. Silvia Alarcón Bach. Judith Ramos, Bach. Jorge Soto
FECHA	NOVIEMBRE - 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
 SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

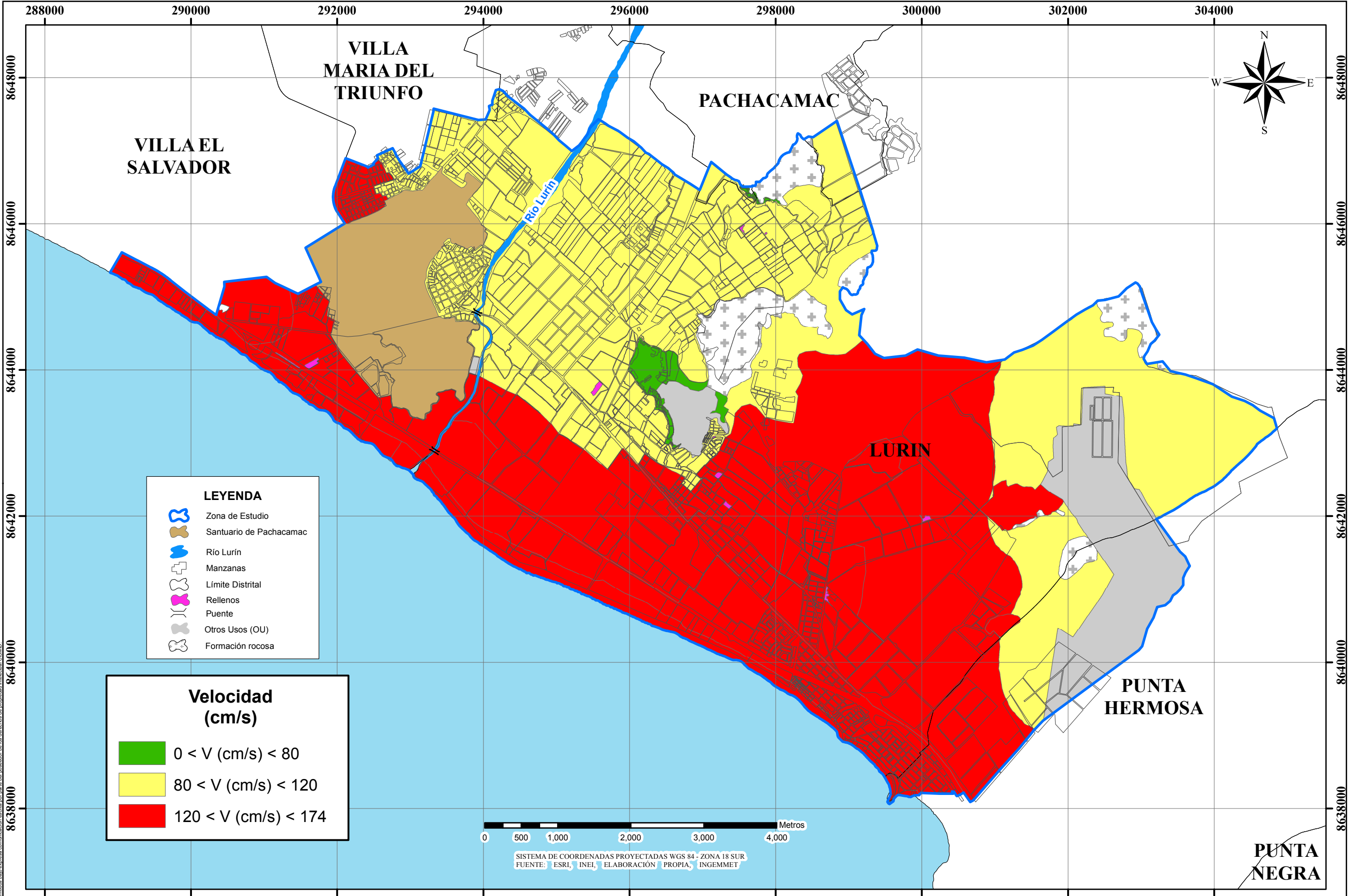


PERÚ Ministerio de Economía y Finanzas

PROYECTO:	PP0068-SATREPS
PAÍS:	PERÚ
DEPARTAMENTO:	LIMA
PROVINCIA:	LIMA
DISTRITO:	LURÍN

PRODUCTO: 3.000481 GOBIERNOS LOCALES CON EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE SISMOS Y TSUNAMIS
 ACTIVIDAD: 5.003430 DESARROLLO DE MICROZONIFICACIÓN ANTE SISMO Y TSUNAMI
 INFORME: MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO DE LURÍN
 MÁXIMAS ACELERACIONES ESPERADAS

MAPA N° **I-03**

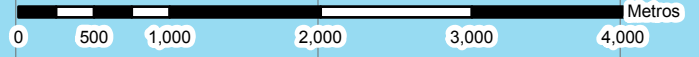


LEYENDA

- Zona de Estudio
- Santuario de Pachacamac
- Río Lurín
- Manzanas
- Límite Distrital
- Rellenos
- Puente
- Otros Usos (OU)
- Formación rocosa

Velocidad (cm/s)

- $0 < V \text{ (cm/s)} < 80$
- $80 < V \text{ (cm/s)} < 120$
- $120 < V \text{ (cm/s)} < 174$



SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS WGS 84 - ZONA 18 SUR
 FUENTE: ESRI, INEI, ELABORACIÓN PROPIA, INGEMMET

Este plano es emitido y preparado por CEBRID y es para uso exclusivo del cliente, cuyo nombre aparece en el memorando y solo dentro de las oficinas para el proyecto motivo del contrato. No se permite su reproducción o uso para otros fines sin el consentimiento escrito de CEBRID.

APROBACIÓN	Dr. Zenón Aguilar
REVISIÓN	Msc. Fernando Lázares
DISEÑO	Ing. Silvia Alarcón Bach. Judith Ramos, Bach. Jorge Soto
FECHA	NOVIEMBRE - 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
 SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

PERÚ Ministerio de Economía y Finanzas

PROYECTO:	PP0068-SATREPS
PAÍS:	PERÚ
DEPARTAMENTO:	LIMA
PROVINCIA:	LIMA
DISTRITO:	LURÍN

PRODUCTO: 3.000481 GOBIERNOS LOCALES CON EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE SISMOS Y TSUNAMIS
 ACTIVIDAD: 5.003430 DESARROLLO DE MICROZONIFICACIÓN ANTE SISMO Y TSUNAMI
 INFORME: MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO DE LURÍN
 MÁXIMAS VELOCIDADES ESPERADAS

MAPA N° **I-04**