



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú



Programa Presupuestal por Resultados N° 068: Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencia por desastres
Producto "Zonas geográficas con gestión de información sísmica"

Reporte Técnico

Zonificación sísmica geotécnica de la cuenca del río Rímac:
Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo



2012

Introducción

CONTENIDO

- 2 Introducción
- 3 Sección 1: Diagnóstico socioeconómico
- 8 Sección 2: Instrumentación
- 10 Sección 3: Estudio sísmico geotécnico
- 12 Resultados
- 13 Mapas geodinámicos
- 17 Mapas de clasificación de suelos
- 21 Mapas de capacidad portante
- 25 Mapas de distribución de puntos de medición
- 29 Esquemas metodológicos
- 33 Productos finales
- 44 Acrónimos/Bibliografía

Reporte Técnico “Zonificación sísmica geotécnica de la cuenca del río Rímac: Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo”. Instituto Geofísico del Perú. Lima, 2012. 46 pags; tab. ilustr.

Manuel Pulgar Vidal
Ministro del Ambiente

Ronald Woodman
Presidente Ejecutivo IGP

José Macharé
Director Técnico IGP

Elaboración:

Responsable del producto: Hernando Tavera
Ingeniería Sísmica: Isabel Bernal, Hernando Tavera y Bertrand Guillier

Geotécnia: Juan Carlos Gómez

Instrumentación : David Portugal

Aspectos socioeconómicos: Lidia Enciso

Diseño y Diagramación: Dante Guerra

Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
IV Etapa - Ate
Teléfono (511) 3172300

Impreso por: Editorial SúperGráfica EIRL
Jirón Ica 344-346
Cercado de Lima

Lima, diciembre del 2012

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional N° 2013-02211

El Programa Presupuestal por Resultados (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Estos se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

Durante el año 2012, el IGP participó en el Programa por Resultados “Vulnerabilidad y atención de emergencia por desastres” a través del producto “Zonas geográficas con gestión de información sísmica”. Los principales objetivos de este producto son: (i) Fortalecimiento del sistema observacional y (ii) Generación de estudios territoriales de peligro sísmico en la cuenca del río Rímac. Las localidades escogidas para realizar este estudio fueron: Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo.

La región central del Perú ha sido afectada por eventos sísmicos de variada magnitud a lo largo de su historia, presentando daños post-sismo muy variables, siendo las zonas más afectadas las áreas urbanas por ser las más pobladas. Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que en el futuro, y con mayor o menor probabilidad, las mismas áreas urbanas sean afectadas nuevamente por eventos sísmicos de similar o mayor intensidad. Así, más importante que el sismo en sí, deben tomarse en cuenta factores como la intensidad del sacudimiento del suelo, calidad de las construcciones presentes en cada área y la educación de la población.

En cada uno de los poblados seleccionados se han desarrollado estudios sísmicos – geotécnicos mediante el uso de diferentes metodologías (sísmicas, geofísicas, geodinámicas y geotécnicas), que permitirán conocer mejor las características dinámicas del sub-suelo. Los resultados obtenidos se han traducido en Mapas de Zonificación Sísmica Geotécnica para cada una de las zonas de interés y se espera que esta información sirva para un mejor ordenamiento del territorio, considerando tanto las zonas sobre las cuales ya se levantan las áreas urbanas como aquellas de futura expansión urbanística.

Sección 1: Diagnóstico socioeconómico

El área de estudio del producto “Zonas geográficas con gestión de información sísmica” consideró, para el año 2012, cuatro (4) áreas urbanas situadas en la cuenca del río Rímac, escogidas tanto por las características socioeconómicas de sus poblaciones como por su ubicación geográfica de proximidad al borde occidental de la región central del Perú, sindicada como de mayor riesgo por su probabilidad de ser afectada en el futuro por un sismo de gran magnitud e intensidad. Estas áreas urbanas fueron:

Zonas de estudio	Distrito	Superficie	Población	Provincia
Área urbana de Chosica	Lurigancho-Chosica	42 km ²	169.359	Lima
Área urbana de Chaclacayo	Chaclacayo	13 km ²	41.110	
Área urbana de Huaycán	Ate	5.7 km ²	119.017	
Área urbana de Carapongo	Lurigancho-Chosica	4 km ²	3.200	

CREACIÓN, EXPANSIÓN URBANA Y PRINCIPALES FACTORES SOCIOECONÓMICOS DE LA POBLACIÓN

Las cuatro zonas de estudio se caracterizan por ubicarse en la periferia de la ciudad de Lima y haber emprendido un proceso de expansión urbana, caracterizado por un crecimiento no planificado sobre la base de pequeños núcleos urbanos que se fueron expandiendo rápidamente.

El distrito de Chaclacayo se formó a partir de nueve (9) fundos (Huascata, Morón, San Bartolomé, La Tuna, Tupacocha, San Damián, Santa Inés, El Juzgado y Buenamuerte), donde se cultivaban algodón y forrajes para ganado vacuno, así como frutales; además, se fabricaban esteras de manera artesanal gracias a las grandes cantidades de carrizos que bordeaban ambas riberas del río Rímac. Chaclacayo se crea mediante la Ley N°9080 del 24 de abril de 1940, durante el gobierno de Manuel Prado Ugarteche.

Por su parte, Chosica nació a fines del siglo XIX —gestada por la “Sociedad Urbanizadora Chosica”— que adquirió terrenos pertenecientes al fundo Moyopampa destinados a la fundación de este pueblo que adoptaría caracteres propios y modernos en su urbanización. El desarrollo urbano fue rápido y se levantaron casas hacienda y chalets de gran belleza. El 09 noviembre de 1896, tan solo dos años después de haberse fundado la nueva ciudad, el Congreso de la República dio una ley elevando a capital del distrito de Lurigancho a la llamada “Nueva Chosica”. Durante las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado, Chosica empezó un nuevo proceso de expansión debido a las migraciones campo-ciudad que han cambiado completamente el rostro a la ciudad.

La localidad de Carapongo pertenece también al distrito de Lurigancho-Chosica, siendo un sub-sector de riego de la Junta de Regantes del Rímac, ubicada a tan solo 13 km de distancia de los mercados mayoristas más importantes de la ciudad de Lima. En los terrenos de Carapongo se cultivaban antiguamente frutales y otros cultivos de tipo industrial, pero con la venta de terrenos a pequeños propietarios —iniciada en 1968— se dio un cambio de cultivos hacia hortalizas como: beterraga, lechuga, nabo, rábanos, etc. (Maldonado, 2004). Además en las últimas dos décadas, una nueva ola migratoria, principalmente de la sierra sur y centro del país, se ha venido asentando en las zonas “libres” como laderas de los cerros y márgenes del río Rímac, hecho que en muchas ocasiones ha sido impulsado por los traficantes de terrenos.

Por su parte, Huaycán —localizada en el distrito de Ate— es un caso sui géneris al ser una comunidad autogestionaria surgida como una organización social que buscó convertir terrenos eriazos en parte integral del ámbito urbano; y es así que en 1984, en coordinación con la Municipalidad de Lima Metropolitana, las primeras organizaciones de base involucradas ocuparon ese terreno. Desde 1985 hasta 1987 se dio un proceso de planificación participativo en el diseño urbanístico de Huaycán, teniendo como órgano rector al Comité de Gestión de ese entonces, y a fines del siglo pasado ingresaron a la zona nuevos contingentes de población, asentándose en lugares improvisados principalmente localizados en las partes altas de esta comunidad (Samanamú, 2005).

La población en cada una de estas localidades es muy variable. Así para el caso de Chaclacayo, esta asciende a 41.110 habitantes (INEI, 2007), mientras que para Chosica es de 169.359 (INEI, 2007), también con predominancia urbana. Por su parte, Carapongo cuenta con aproximadamente 3.200 pobladores (Maldonado, 2004) y se calcula que la población de Huaycán se aproxima a los 119.017 habitantes (esta población pertenece a la zona 6 de Ate). En todos los casos la población es principalmente urbana y muy joven (INEI, 2007).

En las cuatro zonas de estudio el nivel de alfabetismo ronda el 94%, encontrándose el mayor porcentaje de analfabetos en las mujeres, entre las personas del grupo etario mayor a 65 años, y en los migrantes. Asimismo, existe una brecha de acceso a la educación por origen, siendo las personas provenientes de zonas rurales las de menor nivel educativo formal.

En Chosica, Chaclacayo y Carapongo las diferencias socioeconómicas existentes son notables, un ejemplo de ello son las viviendas; en el caso de Carapongo existen las casas huertos y asentamientos humanos localizados en las laderas de los cerros y a menos de 100 metros de distancia de torres de alta tensión.

Asimismo, el abastecimiento de servicios básicos son variables; sin embargo, en las cuatro localidades existen zonas donde hay falta de servicio de agua potable al interior de las viviendas lo que es suplido por camiones cisterna o vehículos similares, y en lugar de red de desagüe intra domiciliario, se cuenta con pozos ciegos, silos, letrinas, o no cuentan con servicio alguno.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO Y VULNERABILIDAD

Para cada una de las localidades se identificaron los peligros y sus zonas vulnerables a través de un proceso de análisis en gabinete, tomando en cuenta estudios y reportes técnicos existentes como los de INGEMMET (2009), PREDES (2006), INDECI (2010), PNUD (2005), etc. Además, se revisaron las bases de datos sobre desastres de DesInventar de (<http://www.desinventar.org>) y sobre emergencias del Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres (SINPAD) del INDECI (<http://sinpad.indeci.gob.pe/PortalSINPAD/>). Posteriormente, se realizaron visitas técnicas a las cuatro localidades con el fin de validar la identificación de zonas vulnerables realizadas en gabinete, además de contar con un archivo fotográfico

actualizado, y ubicar in situ las zonas críticas.

En la tabla siguiente se muestran los principales peligros, factores de vulnerabilidad, impactos y zonas vulnerables identificadas para cada una de las zonas estudiadas. Si bien existen ligeras variaciones entre los peligros que amenaza cada localidad, los factores de vulnerabilidad son consistentemente similares: viviendas y accesos ubicados en zonas de quebradas o laderas de alta pendiente, viviendas autoconstruidas sin columnas ni vigas, etc. A estos factores, además, hay que sumarle la falta de acceso a la información, falta de educación formal, existencia de traficantes de terreno, entre otros.

Localidad	Principales peligros	Factores de vulnerabilidad	Impactos	Zonas vulnerables
Chaclacayo	*Huaycos *Crecidas del río (riadas) *Inundaciones *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Viviendas y accesos ubicados en zonas de quebrada. *Viviendas asentadas en laderas de alta pendiente. *Base de las viviendas estabilizadas con pircas. *Viviendas ubicadas en suelos no consolidados y/o rellenos antrópicos.	Filtraciones en las viviendas con techos precarios, afectación de infraestructura como casas precarias y el colapso de bocatomas, erosión horizontal y vertical, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	*Asociación de Vivienda Garcilaso de la Vega, Pueblo Joven 3 de Octubre, AA. HH, Perla del Sol, AA.HH. La Tapada, AA.HH Santa Inés, AA.HH. Paraíso, Casco Urbano, Av. Los Laureles, Av. Morón, Asociación Vivienda San Bartolomé, etc.
Chosica	*Huaycos *Desprendimiento y caída de rocas *Inundaciones *Procesos de erosión fluvial *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Falta de muros de contención. *Viviendas sin títulos de propiedad o constancia de posesión. *Viviendas autoconstruidas, de material noble, pero sin columnas ni vigas.	Afectación y pérdida de infraestructura como viviendas, puentes y canales, pérdida de vidas humanas, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	Quebrada La Ronda, Sector San Antonio de Pedregal, Sector Puente Los Ángeles, Cooperativa Pablo Patrón,
Carapongo	*Inundaciones *Desbordes *Huaycos *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Población migrante sin conocimiento del entorno. *Poco acceso a la información. *Etc. Adicionalmente: *Huaycán: existencia de picapedreros.	Colapso estructural de puentes, defensas ribereñas y viviendas; pobladores aislados por la caída de puentes, pérdida de sembríos y animales menores, corte del servicio de agua potable y alumbrado eléctrico, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	El Mirador de Ñaña, Puente de Carapongo, Brisas de Carapongo, Barrio Portillo, El Vallecito, Barrio Huancayo, Asociación El Olivar; las Terrazas de Caraponguillo, Alameda de Carapongo, Asociación Los Tulipanes, etc.
Huaycán	*Huaycos *Deslizamientos *Desprendimiento de rocas *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Carapongo: casas asentadas muy cerca de torres de alta tensión.	Afectación de infraestructura como viviendas y algunos Centros de Atención Primaria, etc. Viviendas y algunos Centros de Atención Primaria, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	Zona Z: Asociación San Martín de Porres, Los Girasoles IV Etapa, Jardines de Villa; Zona T; Zona S; Zona K, Zona X, Zona V, Zona F, Zona R.

Fuentes: Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres – SINPAD, 2012; INGEMMET, 2009; PREDES, 2006; INDECI, 2010; DesInventar, 2012; PNUD, 2005; Dirección de Geofísica&Sociedad del IGP: visitas de campo 2012.

Un punto adicional a considerar es que para todos los casos, tanto las lluvias intensas como los sismos son factores detonantes del riesgo.

Archivo fotográfico

A continuación se presenta un archivo fotográfico donde se identifican las zonas más vulnerables en cada una de las localidades: Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo

Chosica



San Antonio de Pedregal



Comité vecinal Los Girasoles del
AA.HH A.P.L Segunda Pris.
Túpac Amaru (San Antonio de Pedregal)



Viviendas ubicadas en el cauce del
río Rimac



Zona Pedregal de Chosica

Chaclacayo



Cerca al puente Los Ángeles



Prolongación Las Mercedes



Zona Alta de Huampaní



AA.HH. Villa Mercedes Chaclacayo

Huaycán



Zona I de Huaycán



Agrupación
de pobladores Los Girasoles "Zona Z"



Zona K de Huaycán



Zona San Martín de Porres Huaycán

Carapongo



Cerrito La Libertad



Asociación El Portillo II



Brisas de Carapongo



Brisas de Carapongo

Sección 2: Instrumentación

RED DE ACELERÓMETROS EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC

La red acelerométrica del IGP está integrada por un total de 21 estaciones, siendo la mayoría distribuidas en la ciudad de Lima. Estas estaciones registran la aceleración del movimiento del suelo producido por un sismo, el mismo que se caracteriza por su alto contenido de frecuencias. Posteriormente, esta importante información es procesada por los instrumentos para su aplicación en la ingeniería sísmica.

De las 21 estaciones, 10 se encuentran distribuidas en la cuenca del río Rímac, localizadas dentro de los distritos de Chosica (01) y Chaclacayo (02), en la comunidad Autogestionaria de Huaycán (02), Carapongo (02), Santa Anita (01), Jicamarca (01), y La Molina (01); y están ubicadas dentro de instituciones como: La DEMUNA, en el caso de Chosica; en INDECI y el colegio Almirante Miguel Grau en Chaclacayo; en el colegio Juan El Bautista y el local del Consejo de la Comunidad Urbana Autogestionaria de Huaycán; en los colegios José Faustino Sánchez Carrión y Divina Sabiduría en Carapongo, SEDAPAL en Santa Anita, en el Radio Observatorio de Jicamarca y en la sede del IGP ubicada en La Molina.



Acelerómetro instalado en la DEMUNA de Chosica



Acelerómetro instalado en el local de INDECI en Chaclacayo



Acelerómetro instalado en el local del consejo de la Comunidad Autogestionaria de Huaycán



Acelerómetro instalado en la institución educativa Divina Sabiduría en Carapungo



Sección 3: Estudio Sísmico Geotécnico

El principal objetivo del producto “Zonas geográficas con gestión de información sísmica” para la cuenca del río Rímac fue la preparación de un mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica para las áreas urbanas de Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo, que permita a las autoridades locales y regionales disponer de un documento técnico a fin de trabajar en el ordenamiento territorial de esta cuenca.

METODOLOGÍA

La metodología seguida consideró tanto trabajos de campo como en gabinete y es de aplicación internacional. A continuación se describe la metodología utilizada para los aspectos sísmicos.

- **Peligro sísmico probabilístico.** Considera en términos de probabilidad conocer la severidad sísmica con la cual podría ser sacudida un área en un determinado lapso de tiempo, y puede ser expresado en términos de aceleración. Para tal efecto, se hace uso de: i) catálogo sísmico y fuentes sismogénicas definidas por el Instituto Geofísico del Perú, ii) ecuaciones de atenuación definidas por Young et al (1997) y de Sadigh et al (1997), y iii) algoritmo CRISIS-2007.

Para cada área de estudio se obtuvieron datos para un periodo de retorno de 50 años con el 10% de excedencia, valores de aceleración entre 345 a 390 gals, equivalentes a intensidades del orden de VI-VII (MM); es decir, suficiente para producir daños estructurales de importancia.

- **Monitoreo sísmico.** Se analizó la información sísmica registrada por siete estaciones de aceleración instaladas en las áreas urbanas de Chosica (1), Chaclacayo (2), Huaycán (2) y Carapongo (2). Durante el periodo de operatividad de la red se registró, con buena resolución, hasta 6 eventos sísmicos (5 con foco superficial y uno con foco intermedio), todos con magnitudes entre 3.7 a 4.7 ML.

Estos eventos produjeron en las áreas de estudio aceleraciones de hasta 10 cm/seg², equivalentes a intensidades del orden de III (MM), lo que produjo que cayeran de las zonas altas piedras de menor tamaño. Este escenario sugiere que sismos de mayor magnitud podrían producir deslizamientos, sobre todo en zonas de quebradas o de roca fracturada.

- **Estudios sísmicos y geofísicos.** Estos estudios consideraron la recolección en campo de información sísmica y geofísica utilizando instrumental sísmico (vibración ambiental), arreglos sísmicos lineales y circulares, además de tomografía eléctrica; todos orientados a conocer el comportamiento dinámico del suelo y sus propiedades físicas. Las técnicas de análisis utilizadas son:

Técnica de H/V: considera el registro de vibración ambiental o microtremores a fin de conocer la frecuencia predominante del suelo, siendo esta información básica para lograr la zonificación sísmico-geotécnica.

Técnica de arreglos lineales: considera el registro en arreglos lineales de ondas de volumen y superficiales, generadas por fuentes artificiales a fin de conocer la velocidad de las ondas de corte utilizando el método MASW.

Técnica de arreglos circulares: considera el registro en arreglos circulares de datos de vibración ambiental a fin de obtener curvas de dispersión; y a partir de su inversión conocer la velocidad de las ondas de corte (V_s) en el subsuelo utilizando métodos F-K (frecuencia-número de onda) y SPAC (autocorrelación espacial).

Técnica de prospección eléctrica: considera el registro de ondas eléctricas generadas artificialmente a fin de identificar zonas de alta (roca) y baja resistividad (presencia de agua).

Por otro lado, los estudios geotécnicos analizan las propiedades mecánicas, hidráulicas y de ingeniería de los suelos, para determinar sus propiedades y contar con información base que permita un mejor diseño de las estructuras creadas por el hombre, como casas y edificios, carreteras, puentes, etc. Así, los estudios geodinámicos realizados en las localidades de Chosica, Chaclacayo, Carapongo y Huaycán consideraron la recolección de información geológica, geomorfológica, topográfica de deslizamientos y de zonas susceptibles a flujos en campo. En este caso se utilizaron las siguientes técnicas de análisis:

- **Levantamiento geológico, geomorfológico y geodinámico.** Realizados para conocer la geología y geomorfología local, a fin de construir bases de datos topográficos, de pendientes, drenajes, litológico, uso de suelos, deslizamientos y de áreas susceptibles a flujos.
- **Análisis geotécnico.** Se realizó gracias a la construcción de quince (15) calicatas de 1.5x1.5x3.0 m distribuidas en toda la zona de trabajo, y de los cuales se obtuvieron muestras de suelo que permitieron realizar los análisis granulométricos, límites de elasticidad y contenido de humedad. Los productos de este análisis fueron mapas de geodinámica para cada una de las zonas de interés, así como la clasificación y la capacidad de carga de los suelos.

Resultados

La cuantificación, análisis e interpretación de los datos recolectados en campo permitió obtener productos intermedios (mapas geodinámico, de clasificación de suelos, de capacidad de carga y de distribución de puntos de medición) y productos finales en la forma de mapas de zonificación sísmico-geotécnico para cada área urbana considerada. A continuación se presenta una breve descripción de los productos logrados.

PRODUCTOS INTERMEDIOS

Mapa geodinámico. Mapa construido a partir de la información geológica, geomorfológica, de pendientes, drenajes y deslizamientos. Permite identificar la presencia de zonas susceptibles al flujo de detritos (lodo), principal peligro potencial para las áreas urbanas construidas en laderas de cerros o al pie de los mismos.

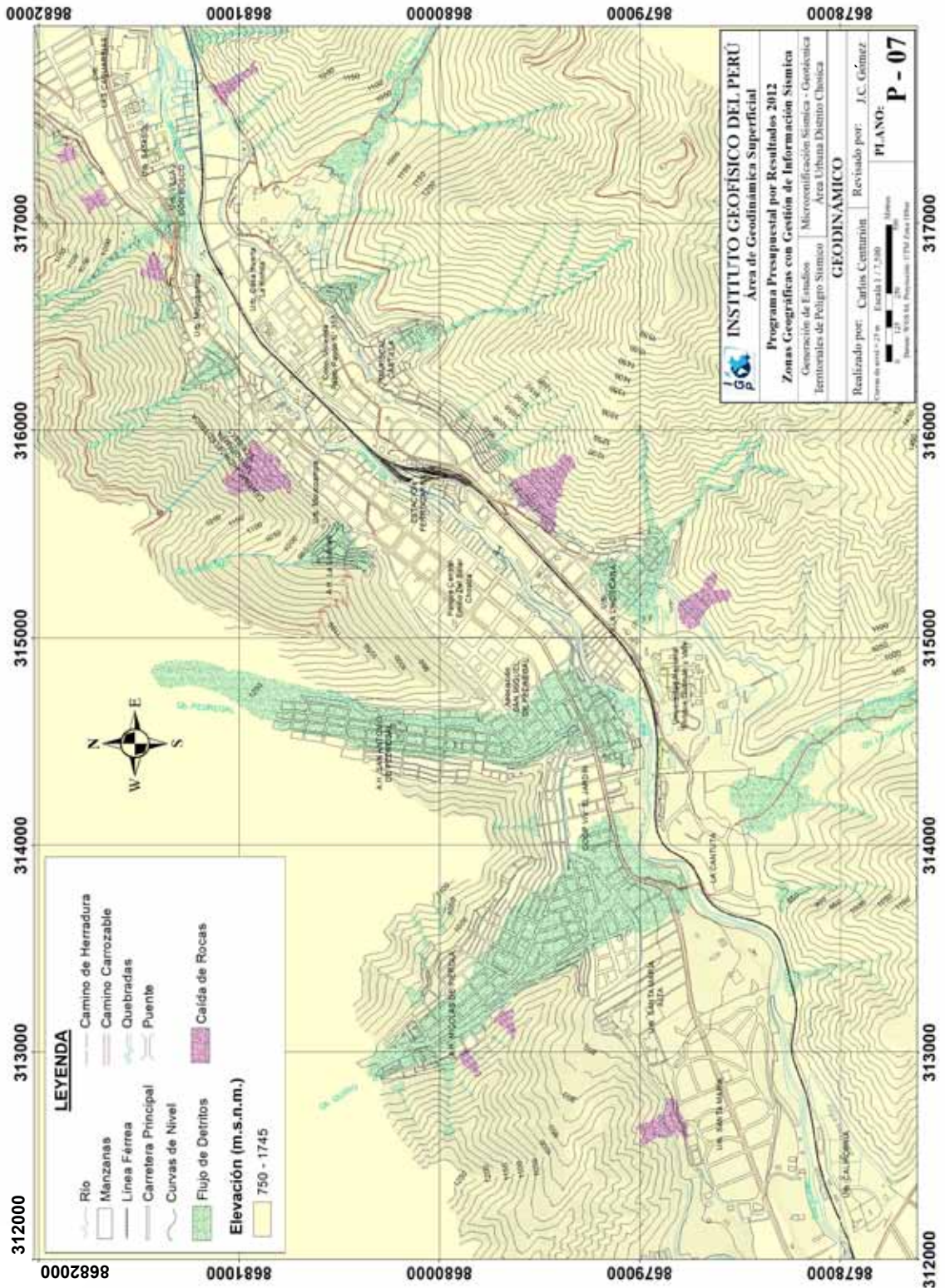
Mapa de clasificación de suelos. Mapa construido a partir de la información recolectada en trincheras elaboradas en cada área urbana y su respectivo análisis de laboratorio. Los diferentes tipos de suelos son clasificados por el tamaño de sus partículas haciendo uso del “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos” (SUCS), el mismo que considera quince (15) grupos o tipos de suelo, que van desde el más compacto hasta el más susceptible a producir licuación de suelos ante la ocurrencia de sismos severos.

Mapa de capacidad de carga. Mapa construido a partir de la información recolectada en calicatas elaboradas en cada área urbana y su respectivo análisis de laboratorio. El método de corte directo describe y regula los ensayos para determinar la resistencia de una muestra de suelo a esfuerzos de corte, sometida previamente a un proceso de consolidación, para luego aplicarse el esfuerzo, mientras desarrolla su completo drenaje. Los resultados permiten conocer la capacidad de carga del suelo, siendo estos proporcionales a las dimensiones y altura de las viviendas y edificios a construirse. Valores de carga igual o mayores a 4 kg/m², sugieren suelos competentes.

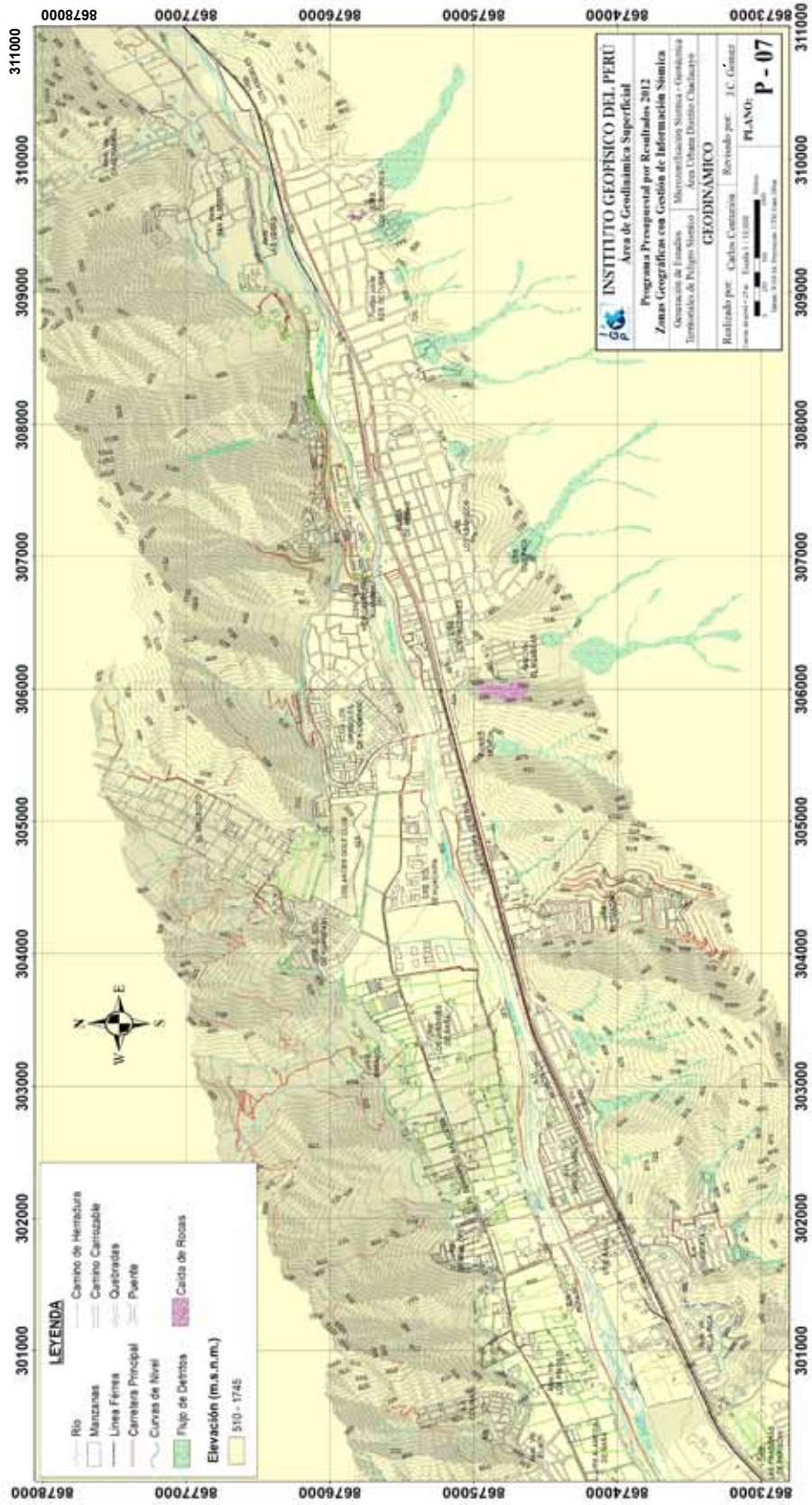
Mapa de distribución de puntos de medición . Se presenta la distribución de puntos de medición de vibración ambiental (variable para cada área urbana), ubicación de los arreglos lineales y circulares, así como de prospección eléctrica. La información vibración ambiental fue analizada con la técnica de Nakamura (H/V), la de los arreglos lineales con el método MASW, y los arreglos circulares con el método F-K y SPAC.

Esquema de metodología. Se presenta el registro de vibración ambiental obtenido para un determinado punto, su análisis y razón espectral (H/V) en el cual se identifica la frecuencia predominante. Las curvas de dispersión corresponden a ondas superficiales que al ser evaluadas aplicando métodos de inversión, proporcionan la distribución de capas y velocidades del subsuelo. Luego, mediante la aplicación de otros métodos de inversión se determina la Función de Transferencia Teórica (FTT) que caracteriza a dichos espesores y velocidades. La correlación entre la razón H/V y FTT, permite corroborar los resultados obtenidos en el estudio. En las zonas de estudio, la técnica H/V ha permitido identificar la presencia de frecuencias predominantes por debajo de 2Hz (amplificaciones relativas mayores a 5 unidades), las cuales no son consideradas en los resultados finales por estar posiblemente asociadas a efectos debidos a la geometría del valle.

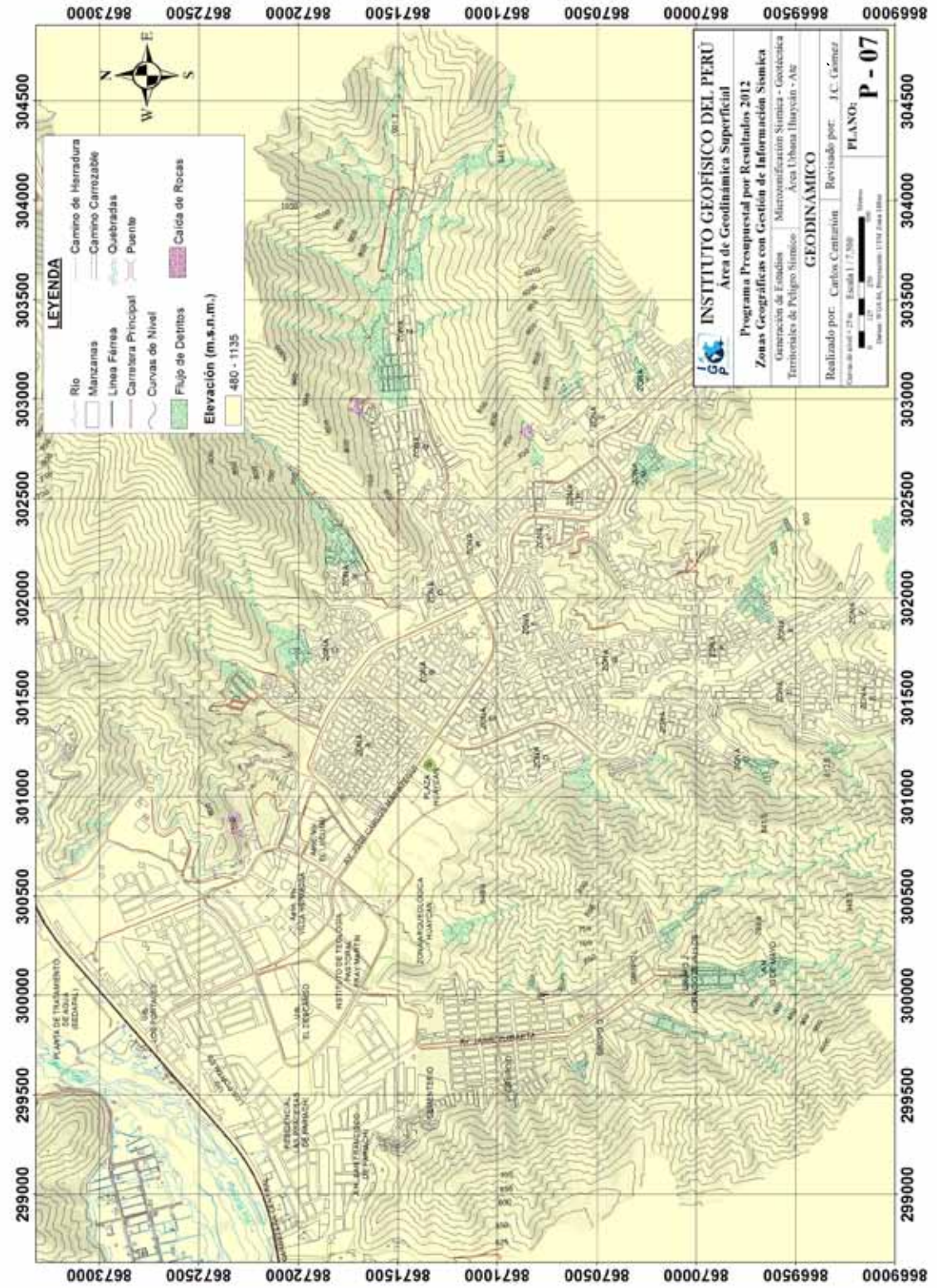
Chosica



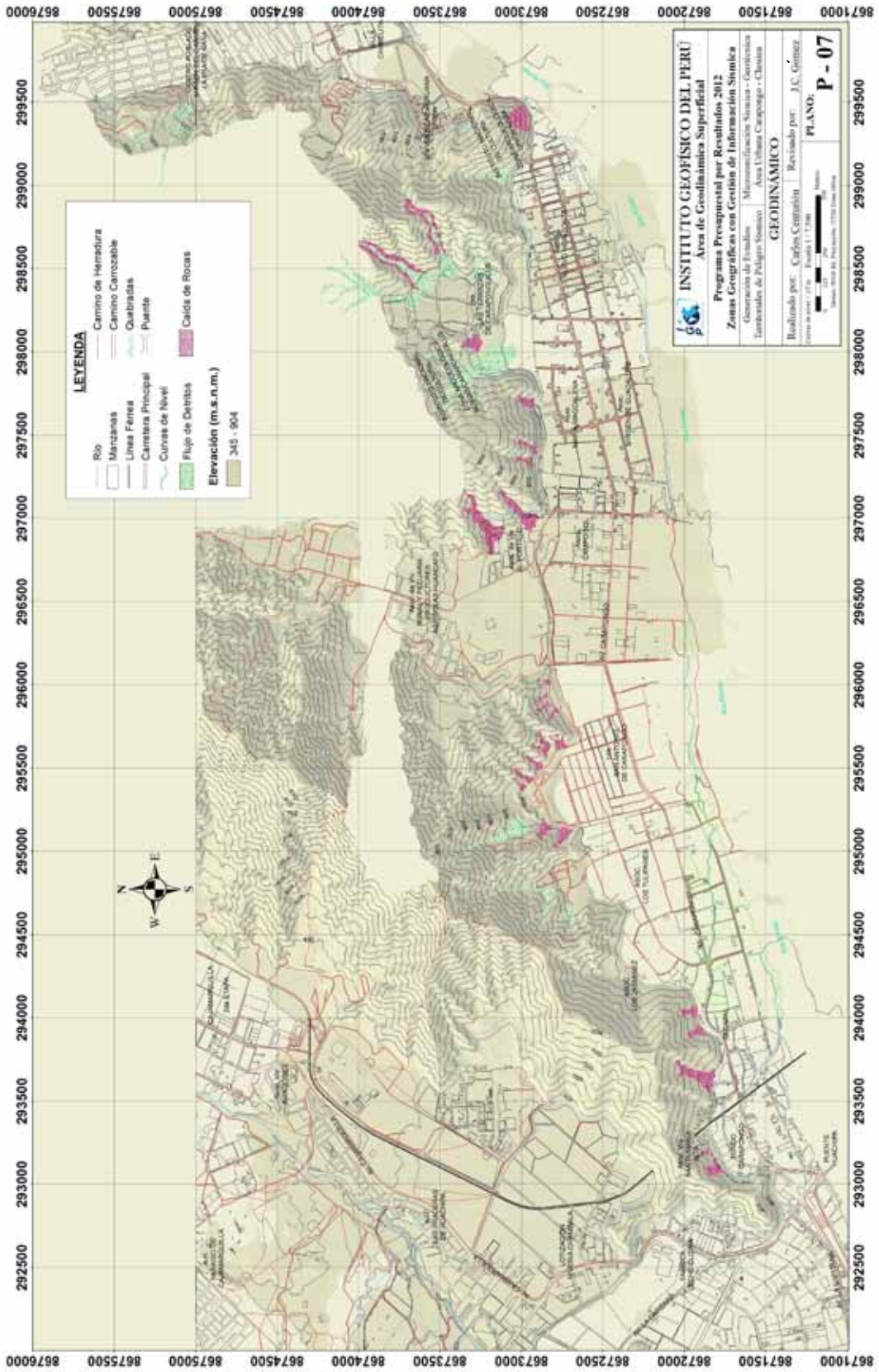
Chaclacayo



Huaycán

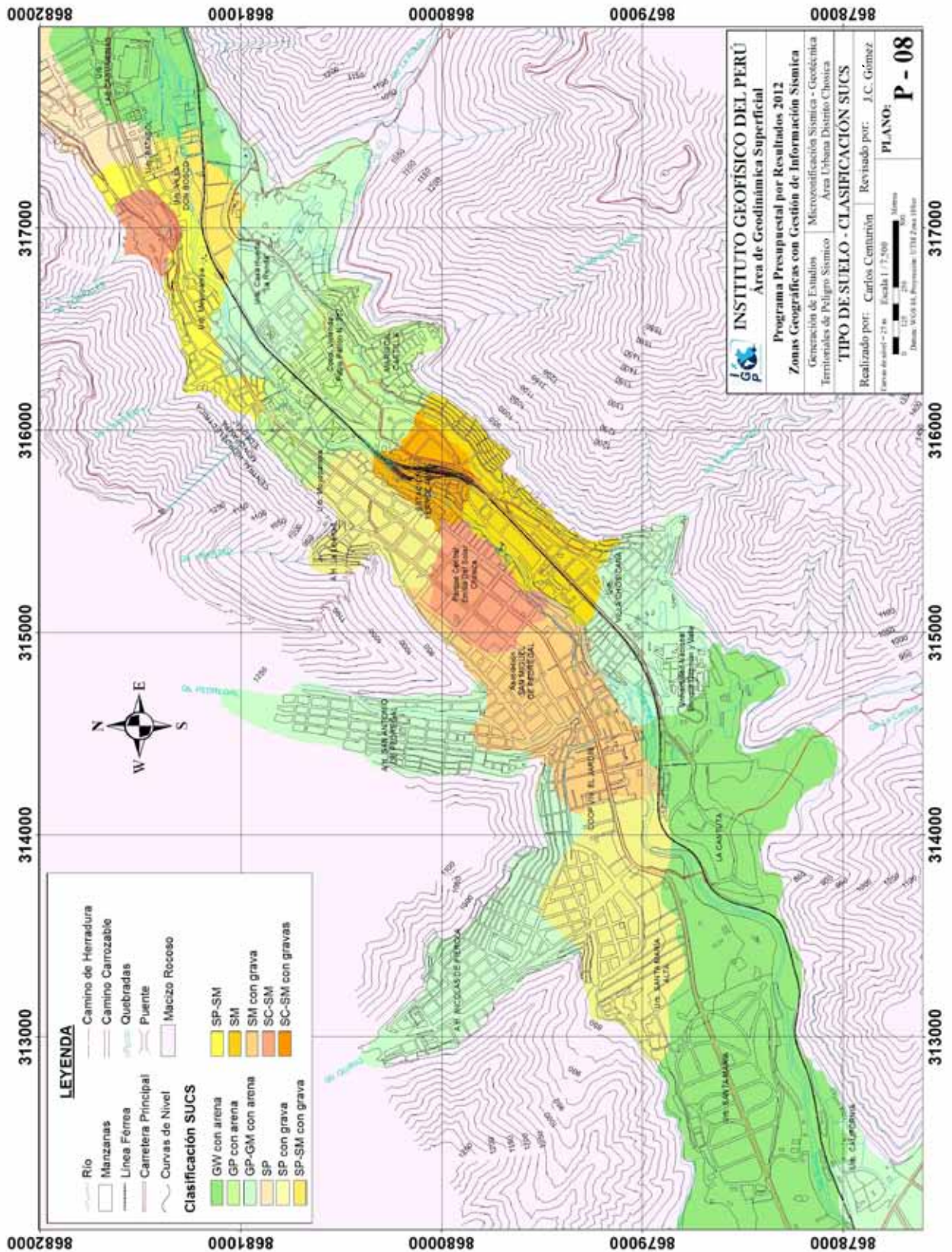


Carapongo

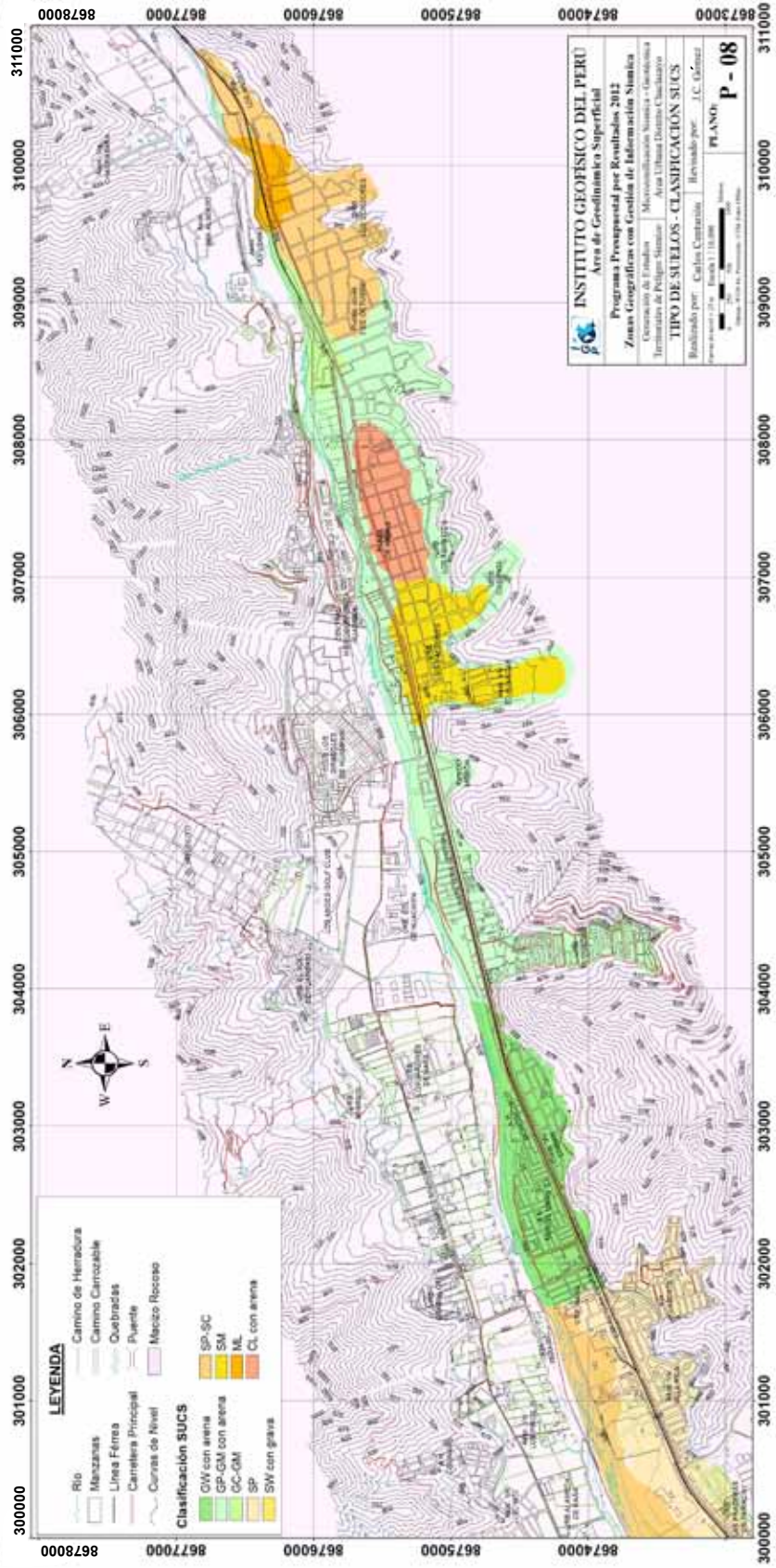


Mapas de clasificación de suelos

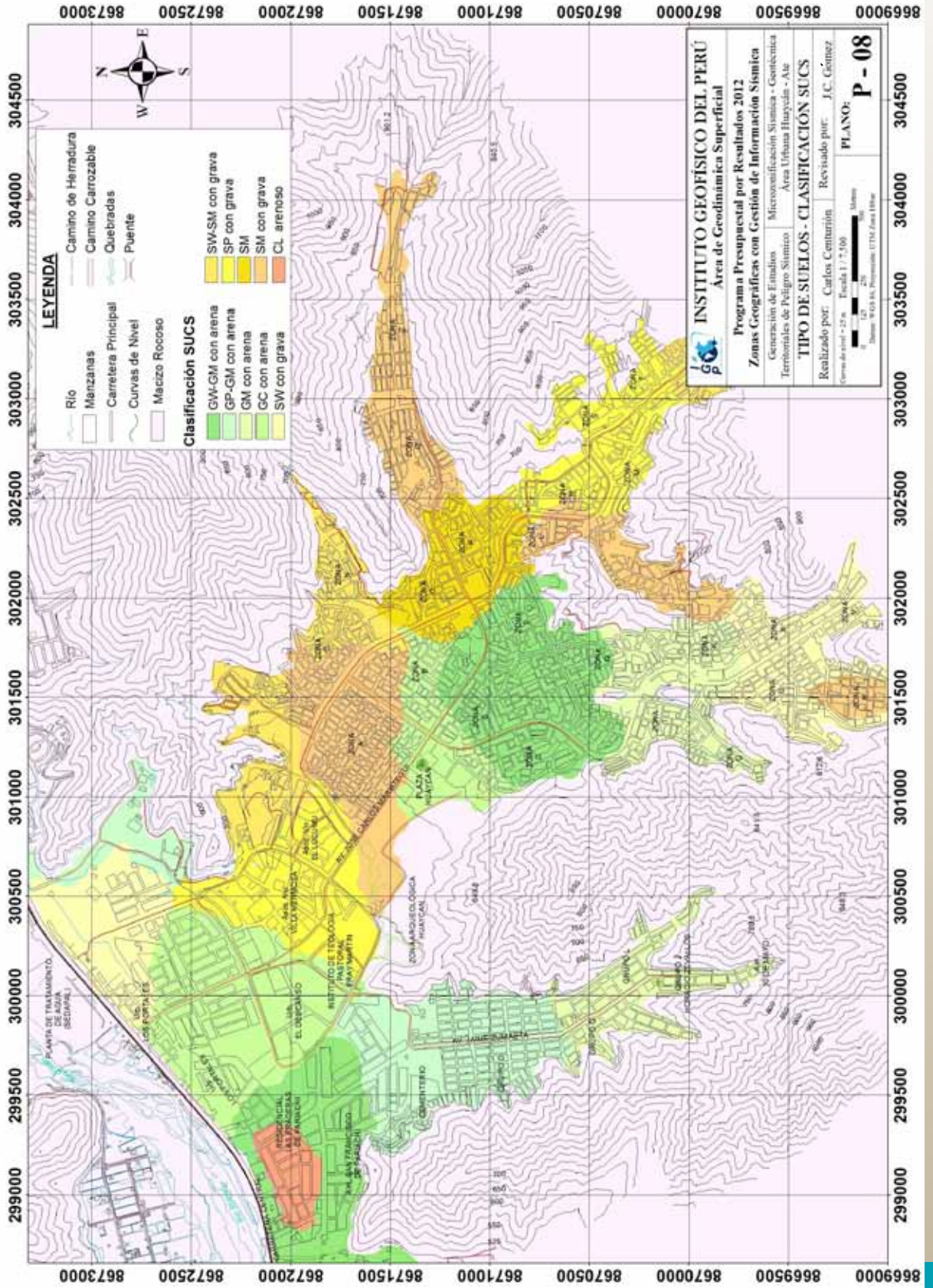
Chosica



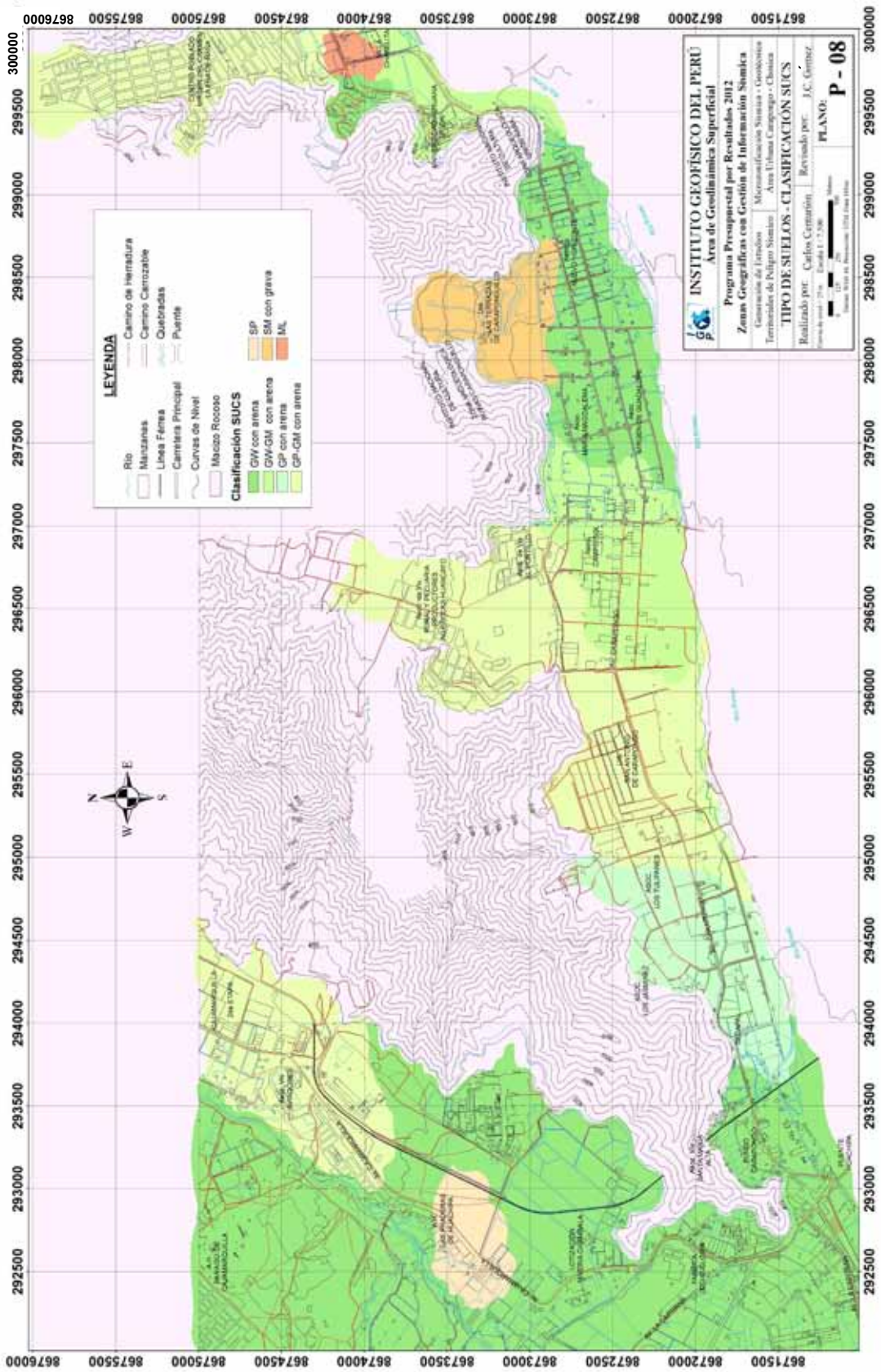
Chaclacayo



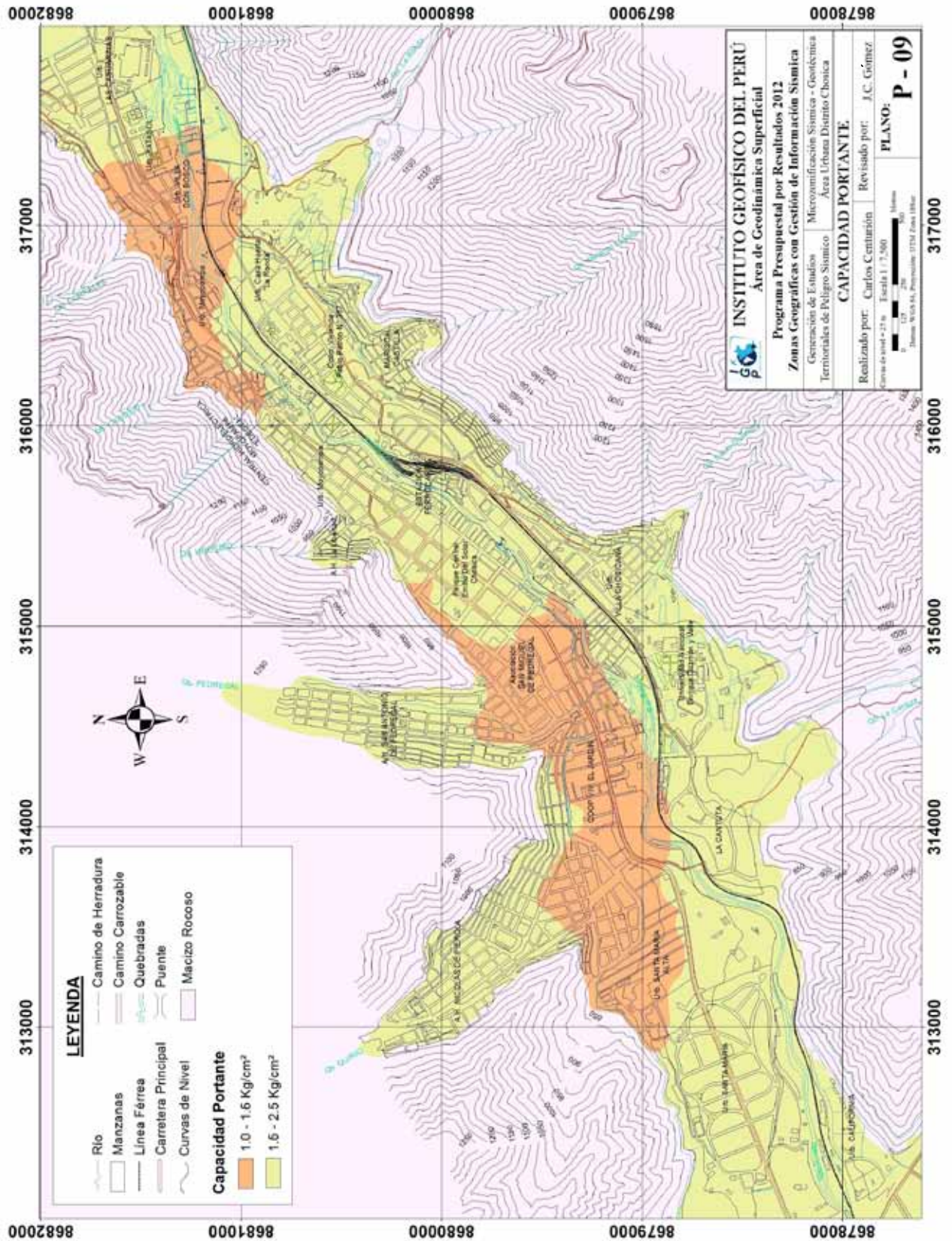
Huaycán



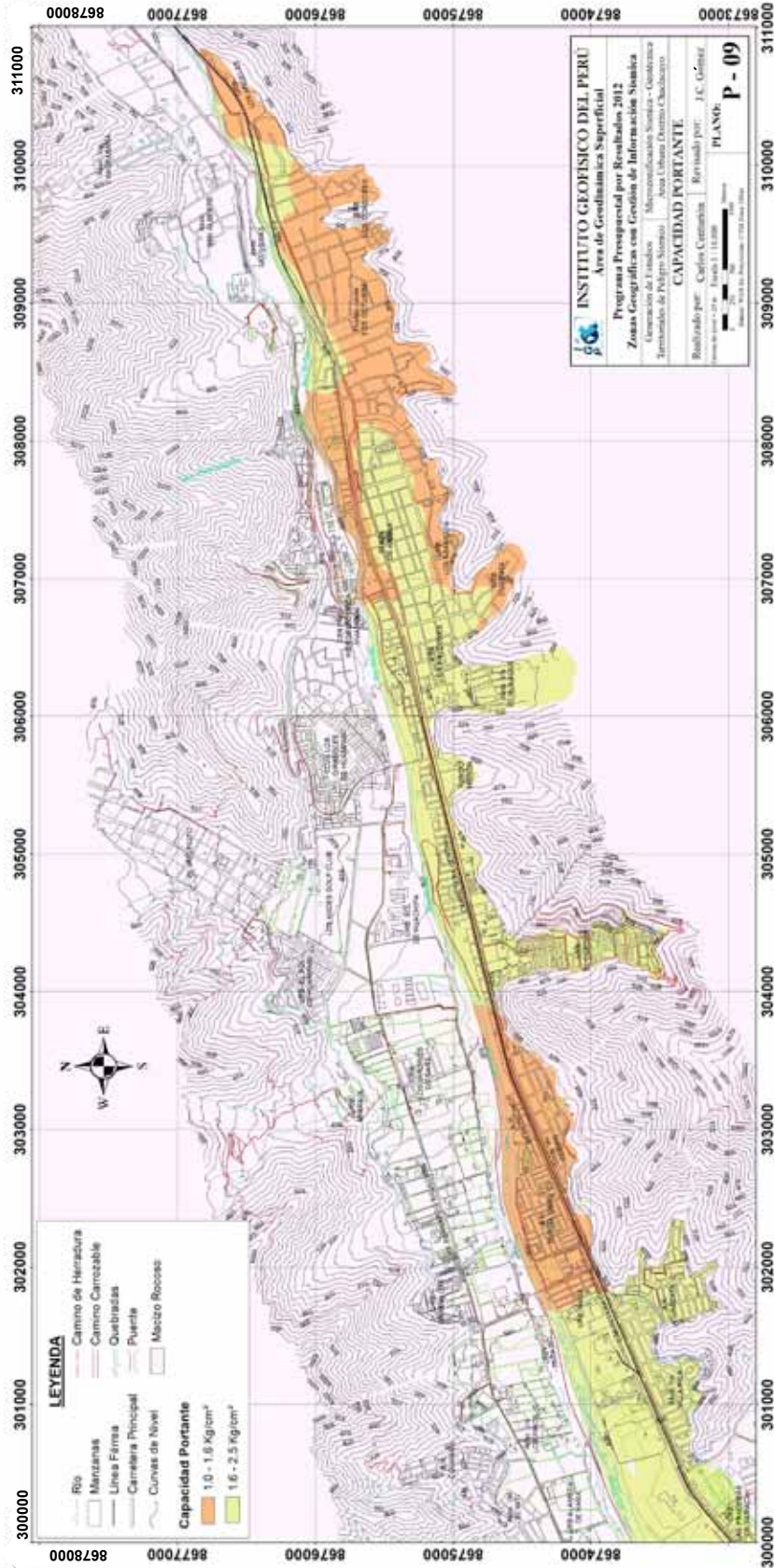
Carapongo



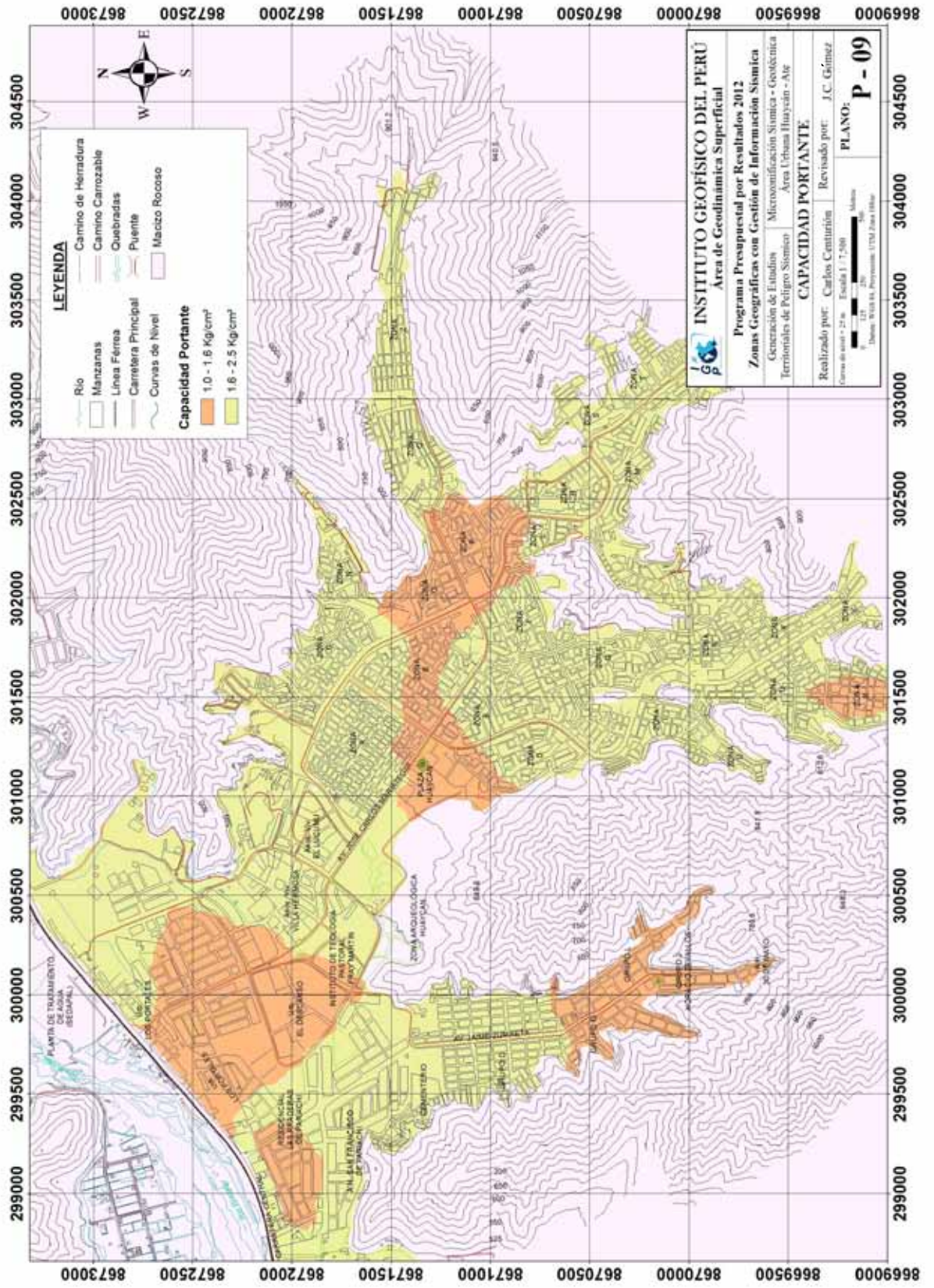
Chosica



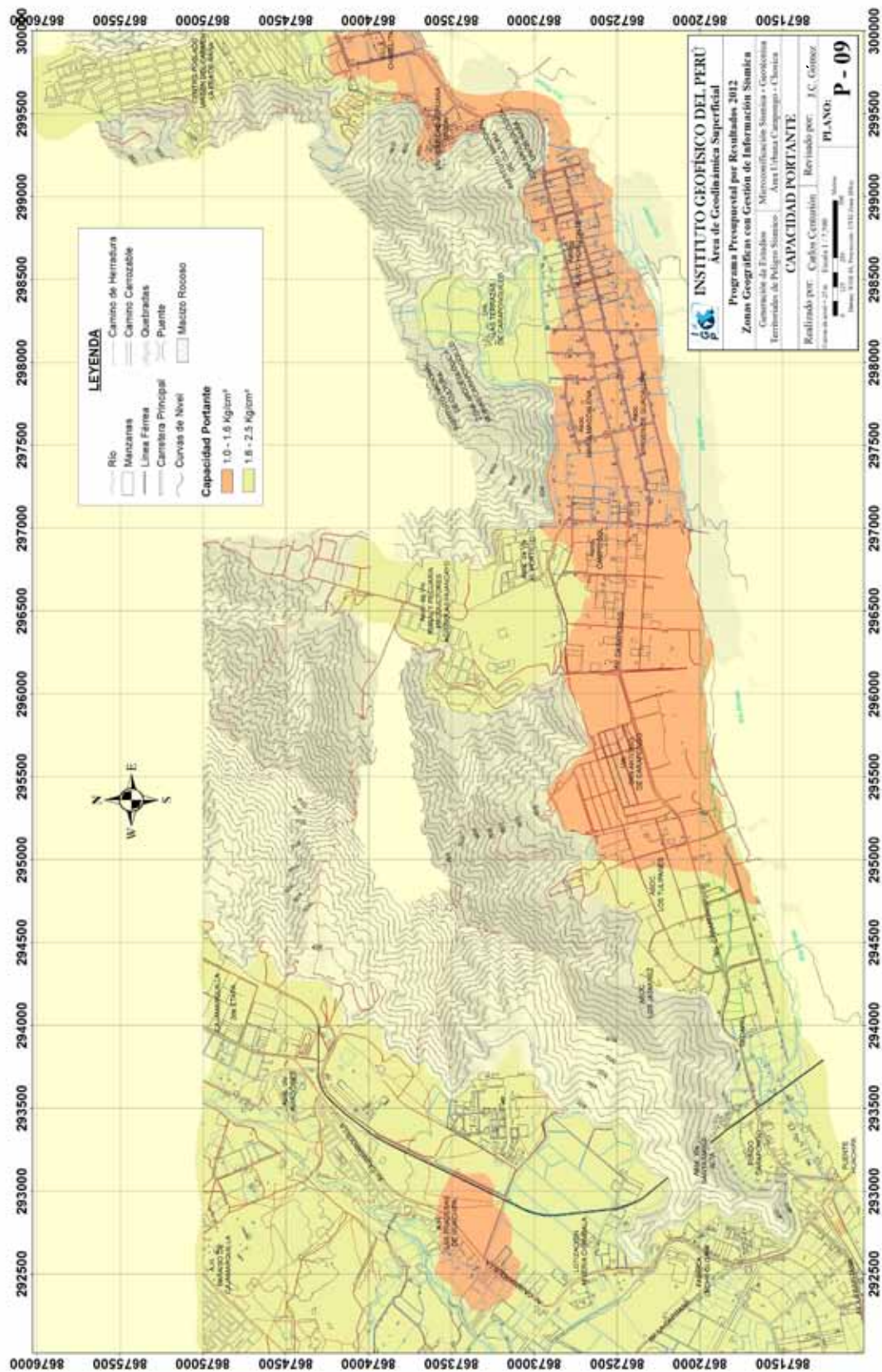
Chaclacayo



Huaycán

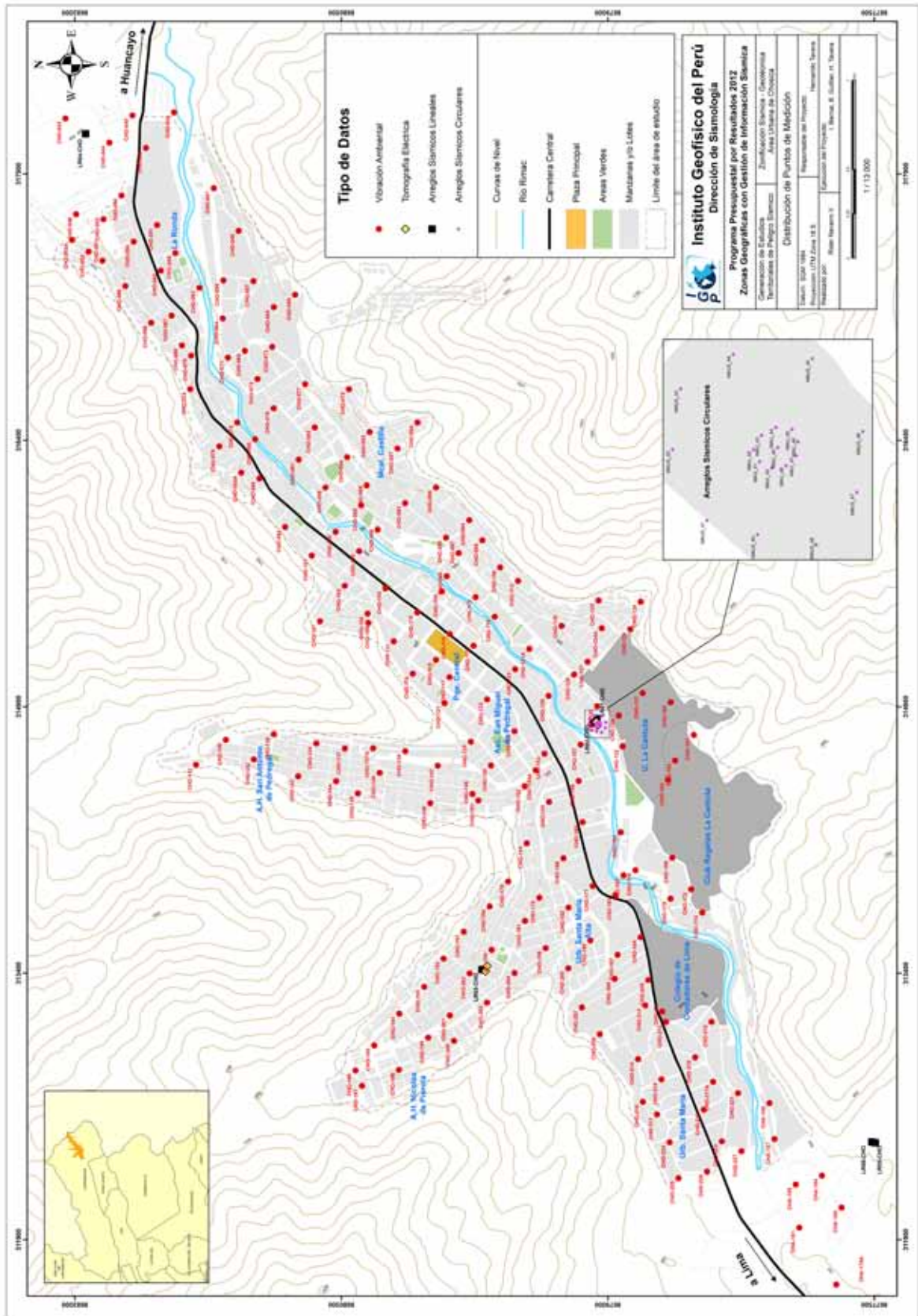


Carapongo

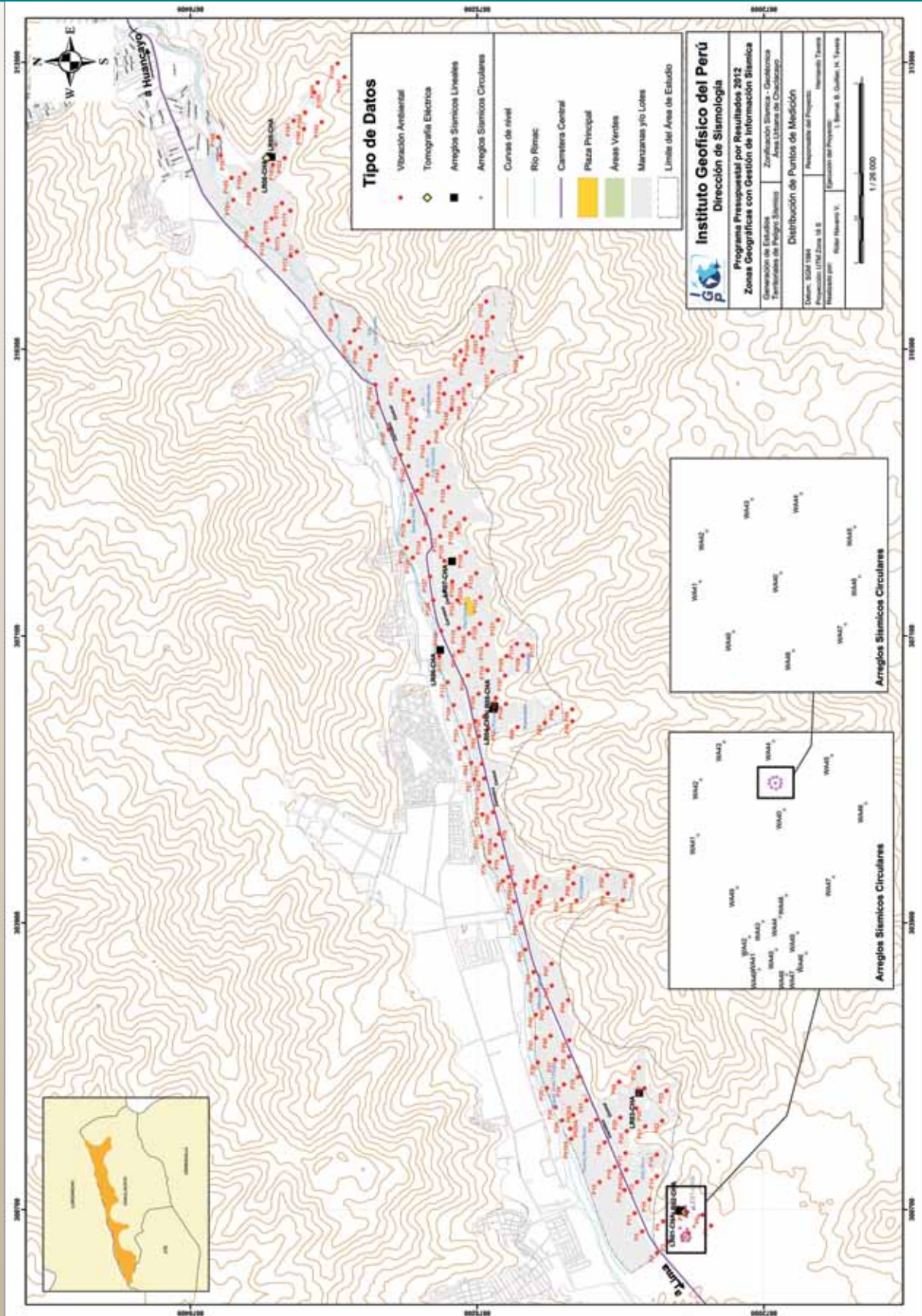


Mapas de distribución de puntos de medición

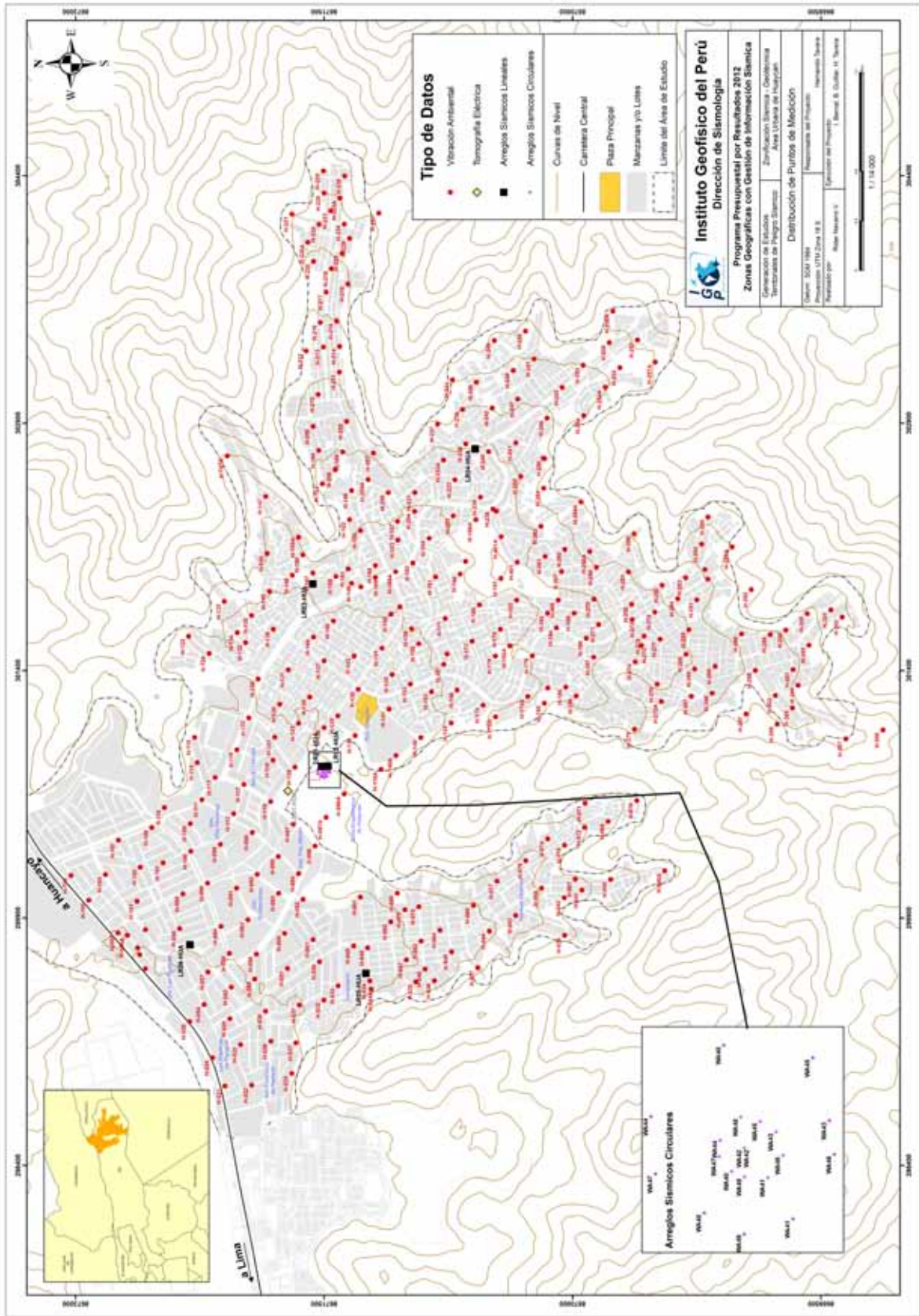
Chosica



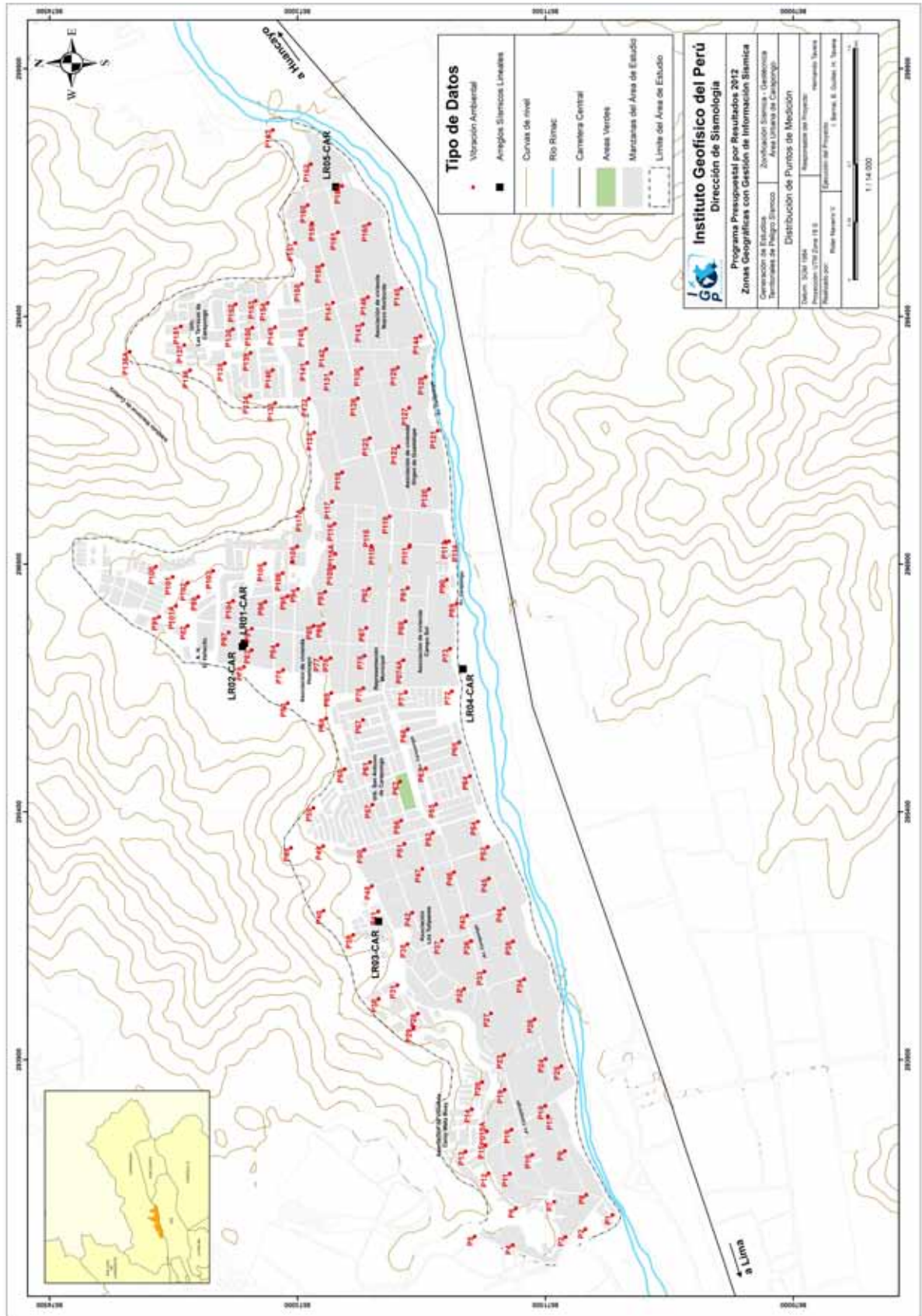
Chaclacayo



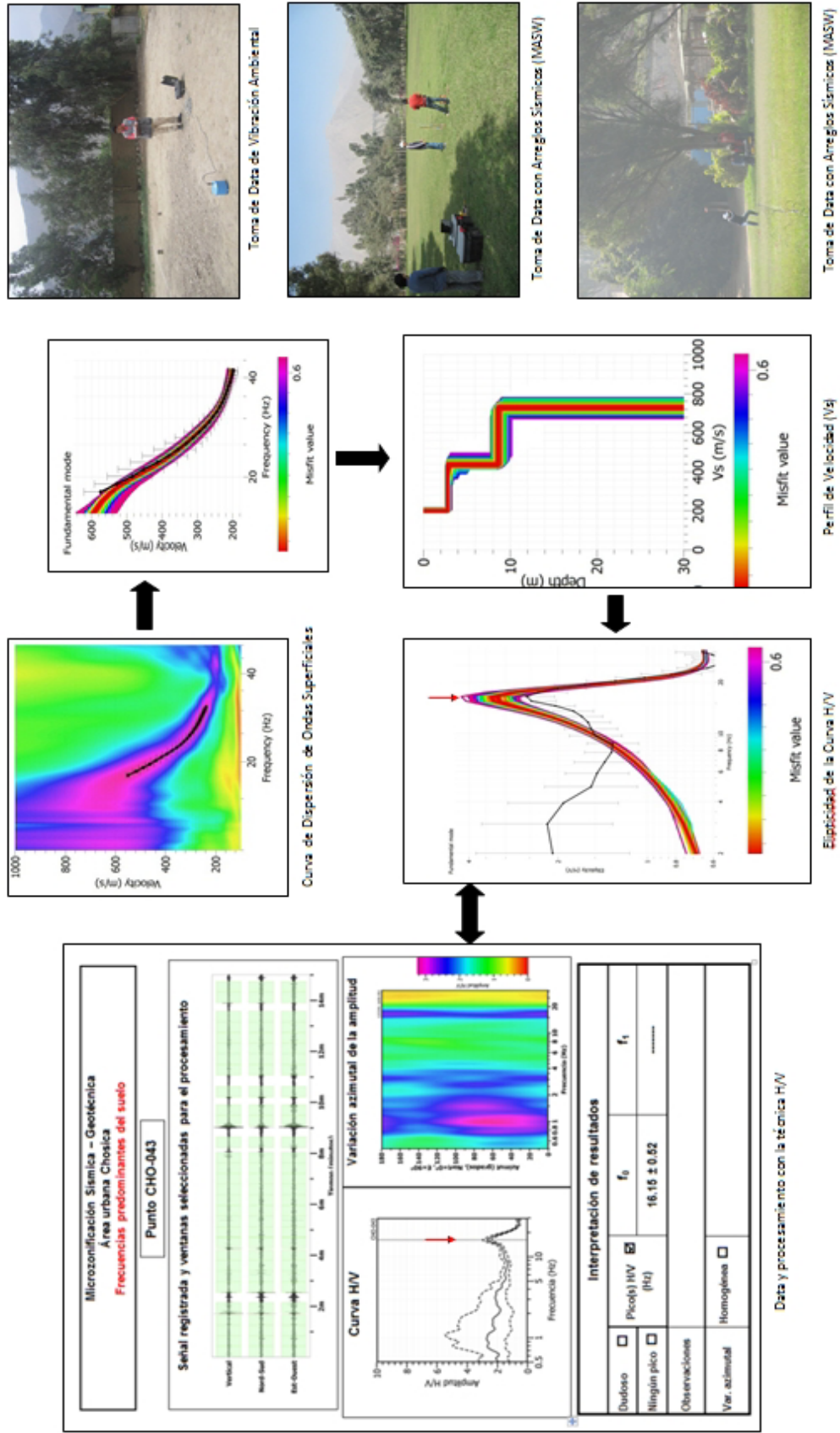
Huaycán



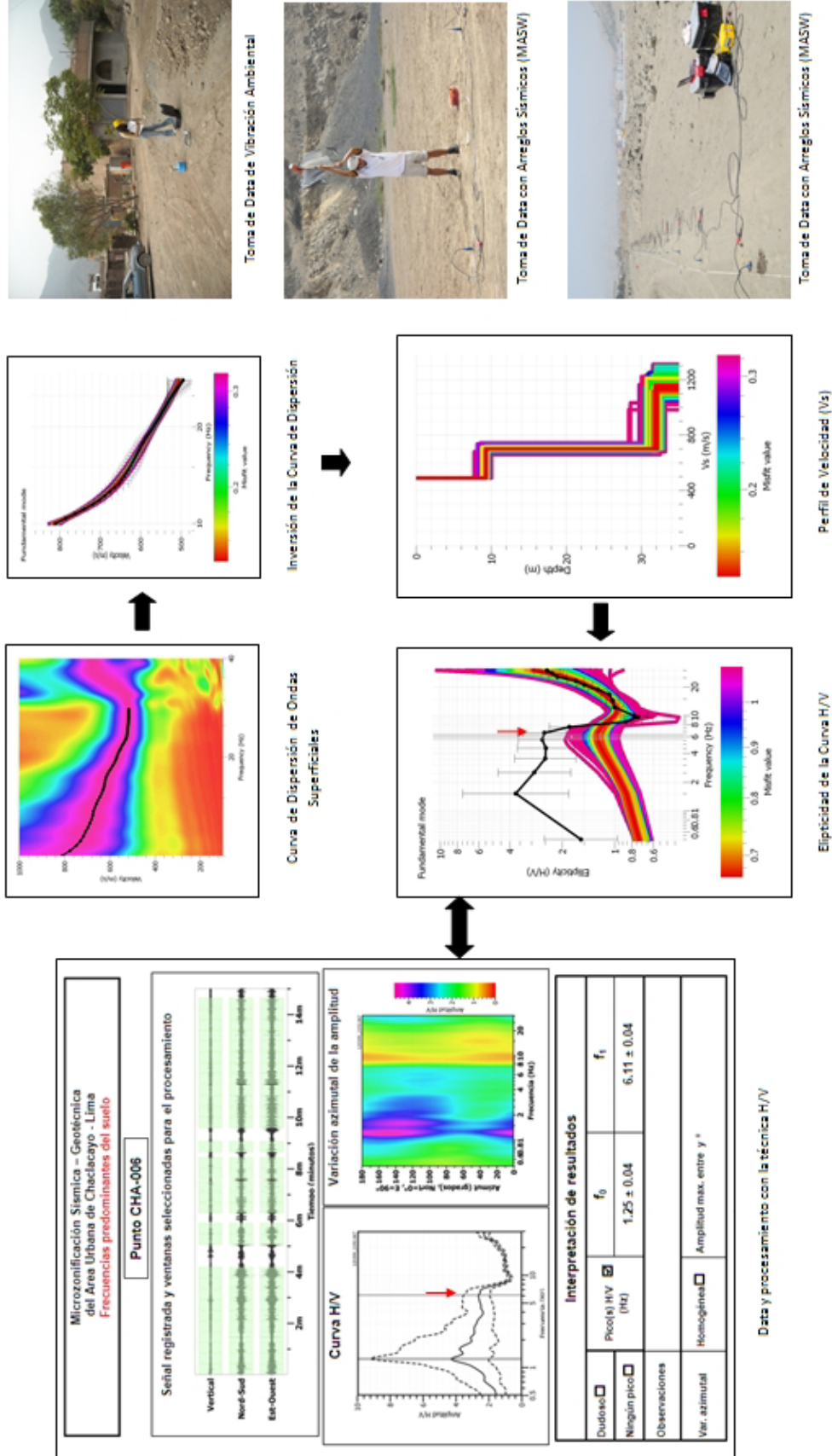
Carapongo



Metodología: Área urbana de Chosica



Metodología: Área urbana de Chaclacayo



Metodología: Área urbana de Huaycán

Microzonificación Sísmica – Geotécnica
 Área Urbana Huaycán
Frecuencias predominantes del suelo

Punto HUA-097A

Señal registrada y ventanas seleccionadas para el procesamiento

Vertical
 Nord-Sud
 Est-Ouest

Tramo (minutos): 0 2m 4m 6m 8m 10m 12m 14m

Curva H/V

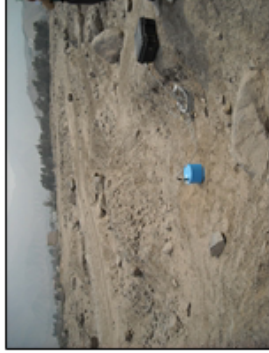
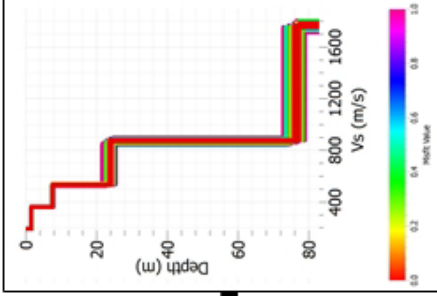
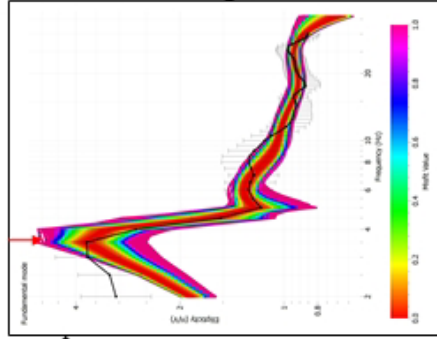
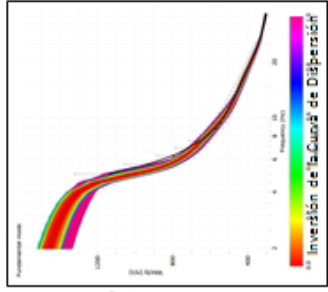
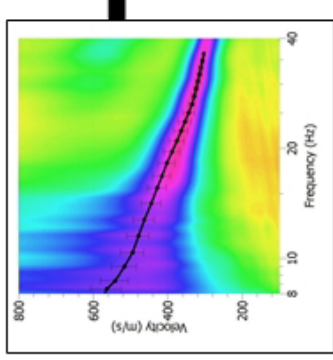
Variación azimutal de la amplitud

Azimut (grados): Nord=0°, E=90°

Interpretación de resultados	
Dudoso <input type="checkbox"/>	Pico(s) H/V <input checked="" type="checkbox"/>
Ningún pico <input type="checkbox"/>	Ningún pico <input type="checkbox"/>
Observaciones	
Var. azimutal <input type="checkbox"/>	Homogénea <input type="checkbox"/>

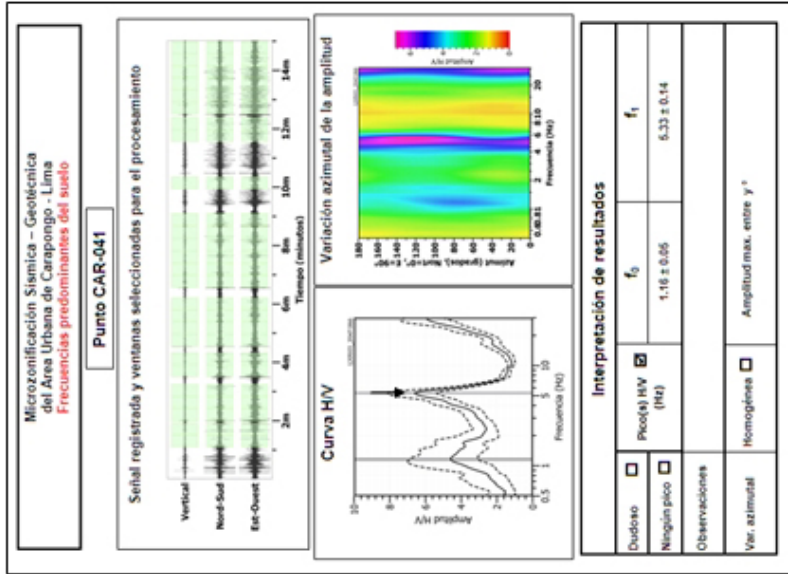
f₀ f₁

3.13 ± 0.3

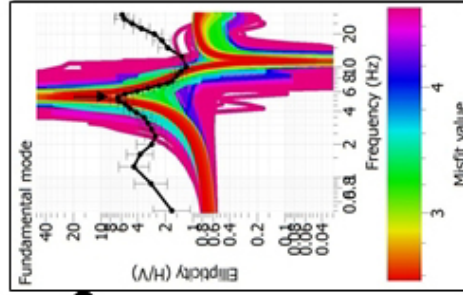
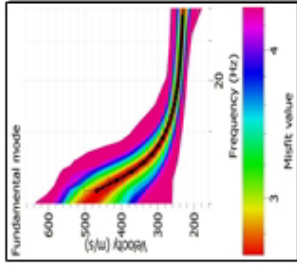
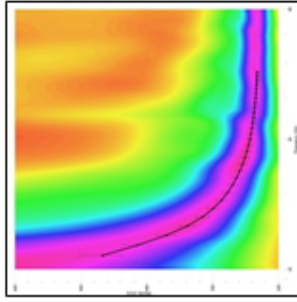


Datos y procesamiento con la técnica H/V

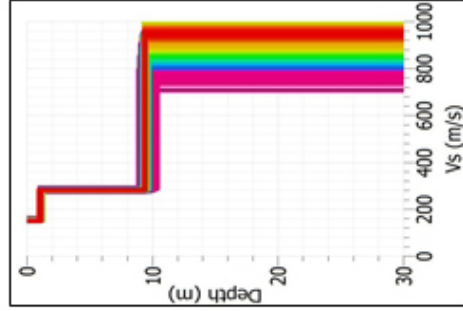
Metodología: Área urbana de Carapongo



Data y procesamiento con la técnica H/V



Elipticidad de la Curva H/V



Perfil de Velocidad (Vs)



Toma de Datos de Vibración Ambiental



Toma de Datos con Arreglos Sísmicos (MASW)



Toma de Datos con Arreglos Sísmicos (MASW)

Los productos finales generados son los **mapas de Zonificación Sísmica-Geotécnica para las áreas Urbanas de Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo**, los que fueron obtenidos correlacionando la información sísmica, geofísica, geodinámica y geotécnica; y representa la información más importante para la toma de decisiones en temas de calidad y uso de suelos. Para la construcción de este mapa se hace uso del Reglamento Nacional de Construcciones (Norma Sismorresistente E030, 2003), el mismo que define las siguientes zonas sismo-geotécnicas:

ZONA I: Conformada por afloramientos rocosos y/o estratos de grava coluvial-aluvial 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 (registros de vibración ambiental) 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 es de $S=1.0$ y un periodo natural de $T_s=0.4$ s, correspondiendo a un suelo Tipo-1 de la norma sismorresistente peruana.

ZONA II: Considera terrenos conformados por estratos superficiales de suelos granulares finos y suelos arcillosos con espesores que varían entre 3 y 10 m.; subyaciendo a estos estratos se encuentra la grava aluvial o grava coluvial. Los periodos predominantes del terreno 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 es $S=1.2$ y el periodo natural del suelo es $T_s=0.6$ s, correspondiendo a un suelo Tipo-2 de la norma sismorresistente peruana.

ZONA III: Conformada en su mayor parte por depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor 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 Tipo-3 de 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: Conformada por depósitos de arenas eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos fluviales, depósitos marinos, suelos y pantanosos. 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 Tipo-4 de la norma 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: Constituidos por áreas puntuales conformadas por depósitos de rellenos sueltos heterogéneos de desmontes colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado, con espesores entre 5 y 15 m. Se incluyen también a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y, en la actualidad, han sido urbanizados. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requiere estudios específicos.

Los mapas generados y presentados a continuación son herramientas para el proceso de ordenamiento territorial en el cual están inmersos los gobiernos locales y regionales en nuestro país. En este proceso, además de las características de los suelos, deben considerarse las particularidades de las estructuras que pueden construirse en cada tipo de suelo, siempre teniendo en cuenta la importancia de contar con:

- a) Estudios sísmicos y geotécnicos que permitan la preparación de planos adecuados con información sobre las características dinámicas del suelo.
- b) Profesionales idóneos, tales como arquitectos, ingenieros civiles, etc.
- c) Materiales de calidad

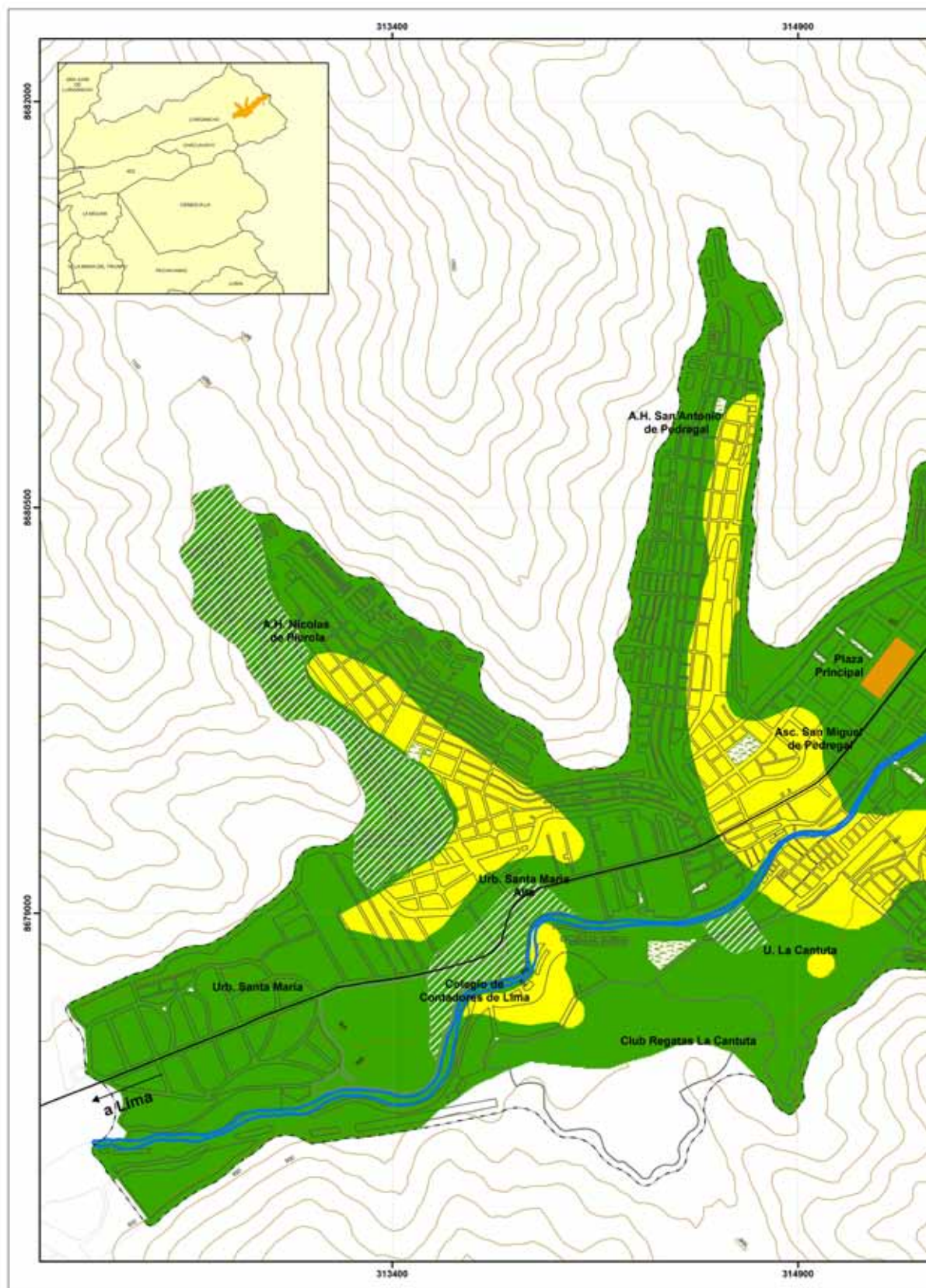
Solo estos tres elementos permitirán la construcción de estructuras sismo resistentes a un nivel determinado de sacudimiento del suelo.

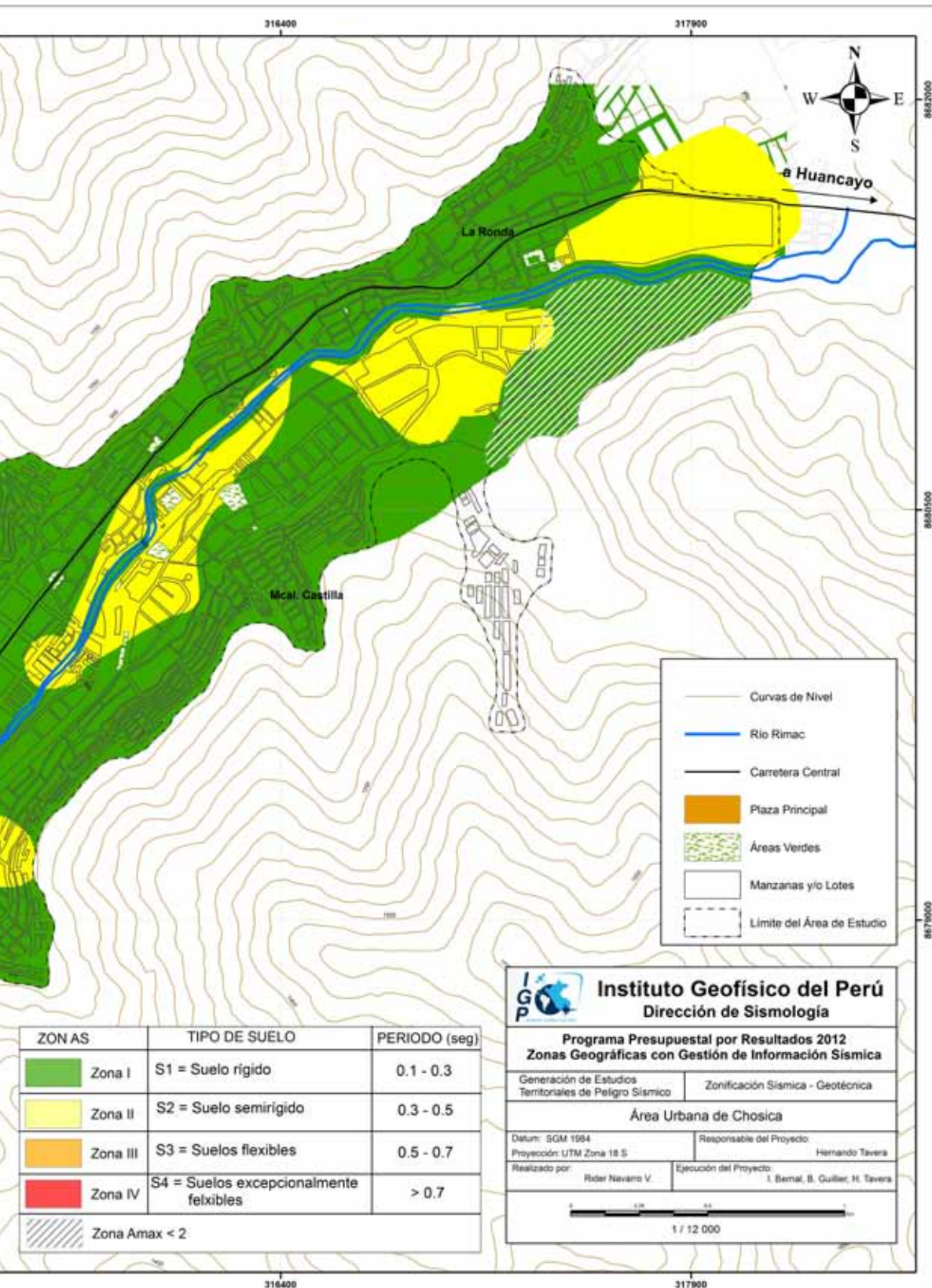
Para mayor información, visite:

www.igp.gob.pe

**Mapas de zonificación
Sísmica-Geotécnica para
las áreas urbanas de
Chosica, Chaclacayo,
Huaycán y Carapongo**

Chosica





ZONAS	TIPO DE SUELO	PERIODO (seg)
Zona I	S1 = Suelo rígido	0.1 - 0.3
Zona II	S2 = Suelo semirígido	0.3 - 0.5
Zona III	S3 = Suelos flexibles	0.5 - 0.7
Zona IV	S4 = Suelos excepcionalmente flexibles	> 0.7
Zona Amax < 2		

I G P Instituto Geofísico del Perú
 Dirección de Sismología

Programa Presupuestal por Resultados 2012
Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica

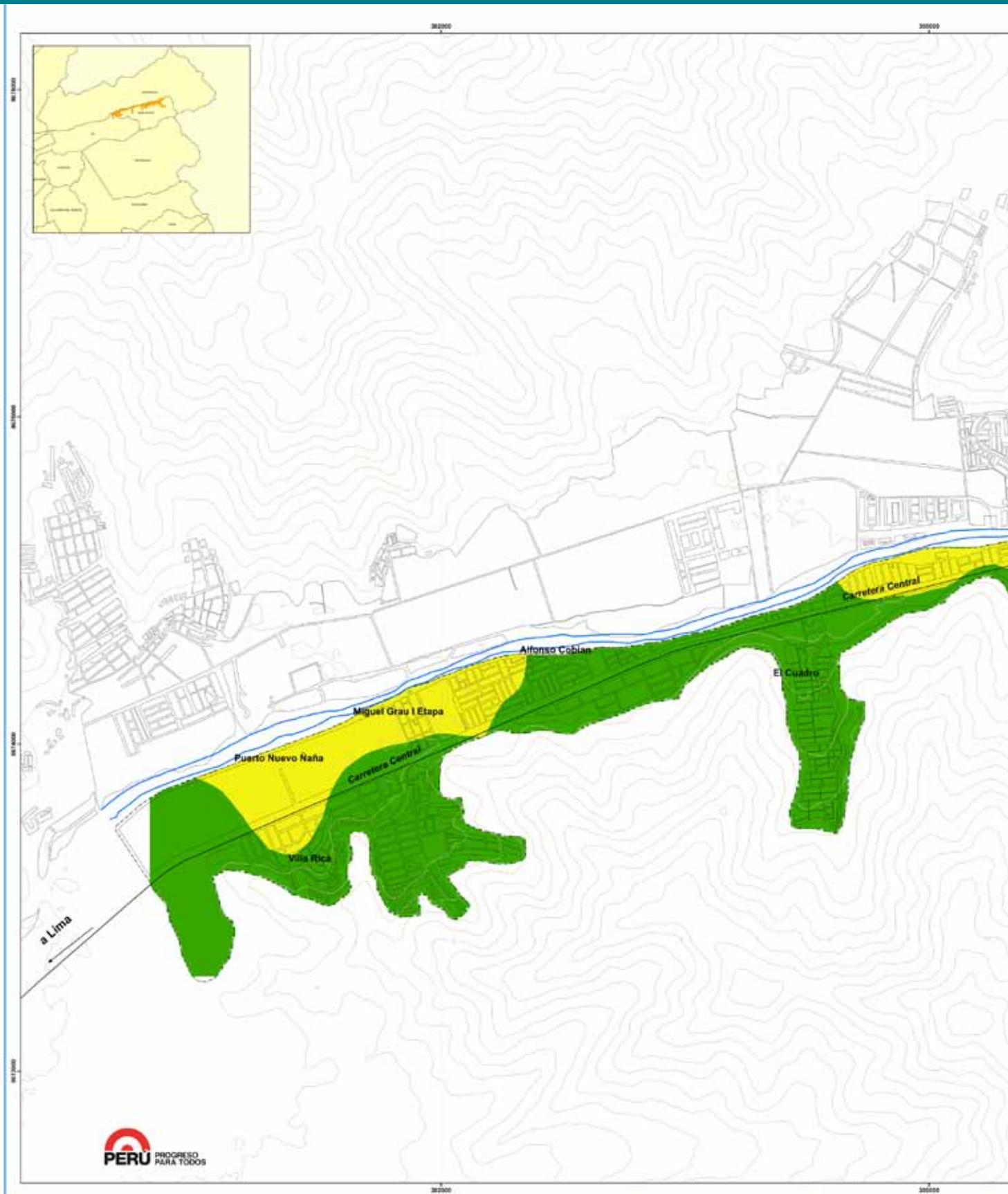
Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico	Zonificación Sísmica - Geotécnica
---	-----------------------------------

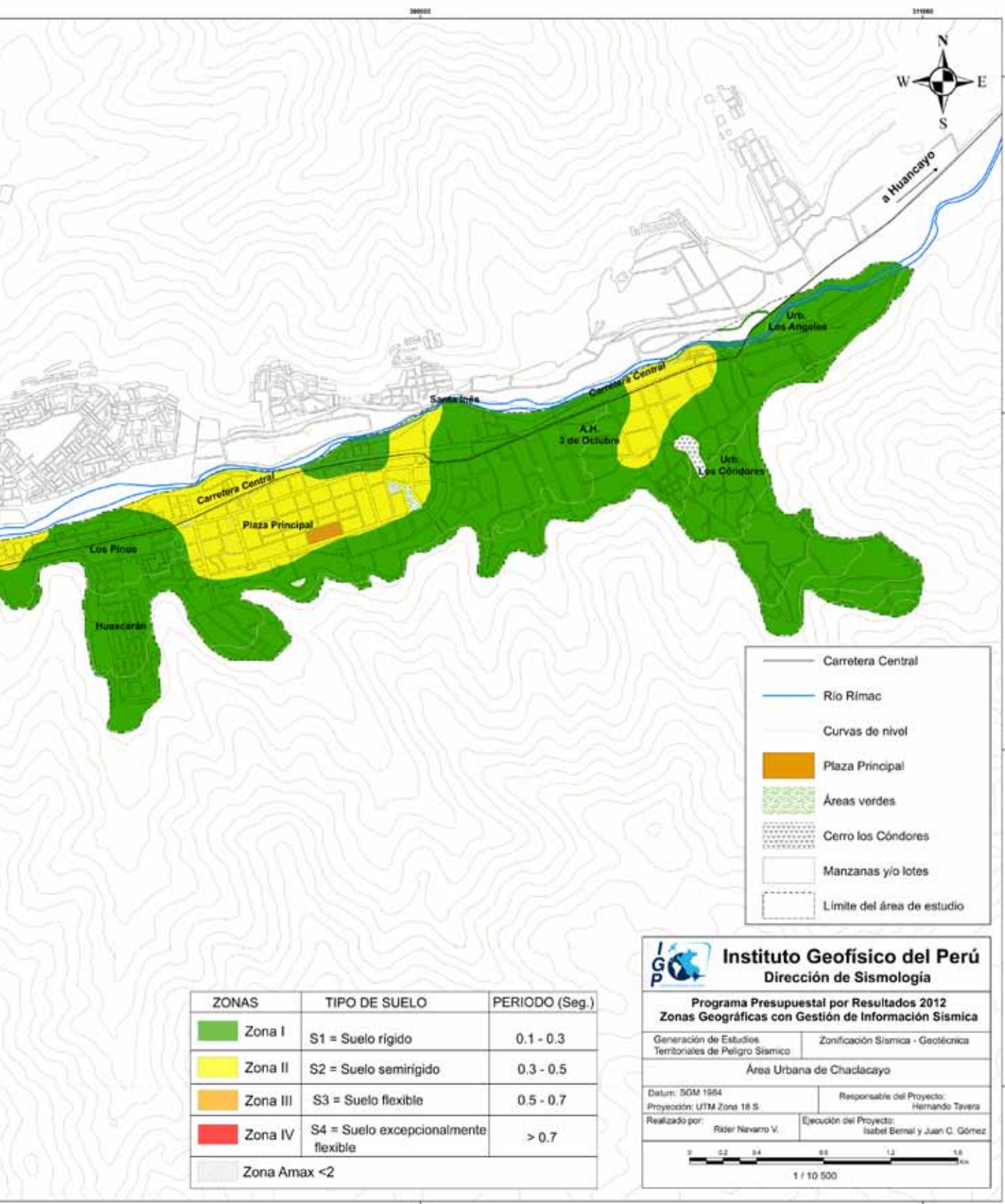
Área Urbana de Chosica

Datum: SGM 1984 Proyección: UTM Zona 18 S Realizado por: Róder Navarro V.	Responsable del Proyecto: Hernando Tavera Ejecución del Proyecto: I. Bernal, B. Guillier, H. Tavera
---	--

1 / 12 000

Chaclacayo





ZONAS	TIPO DE SUELO	PERIODO (Seg.)
Zona I	S1 = Suelo rígido	0.1 - 0.3
Zona II	S2 = Suelo semirígido	0.3 - 0.5
Zona III	S3 = Suelo flexible	0.5 - 0.7
Zona IV	S4 = Suelo excepcionalmente flexible	> 0.7
Zona Amax <2		

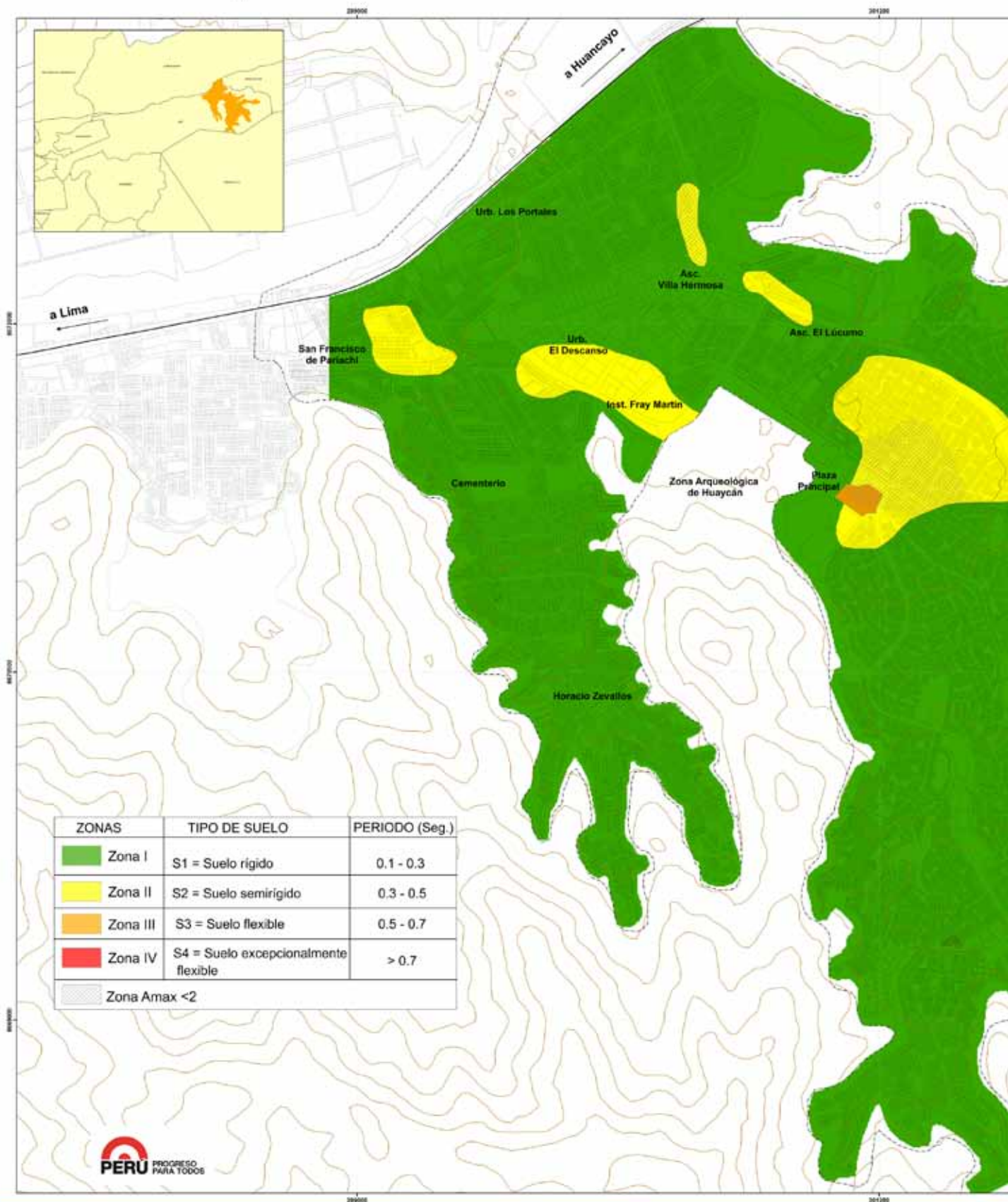
IGP Instituto Geofísico del Perú
 Dirección de Sismología

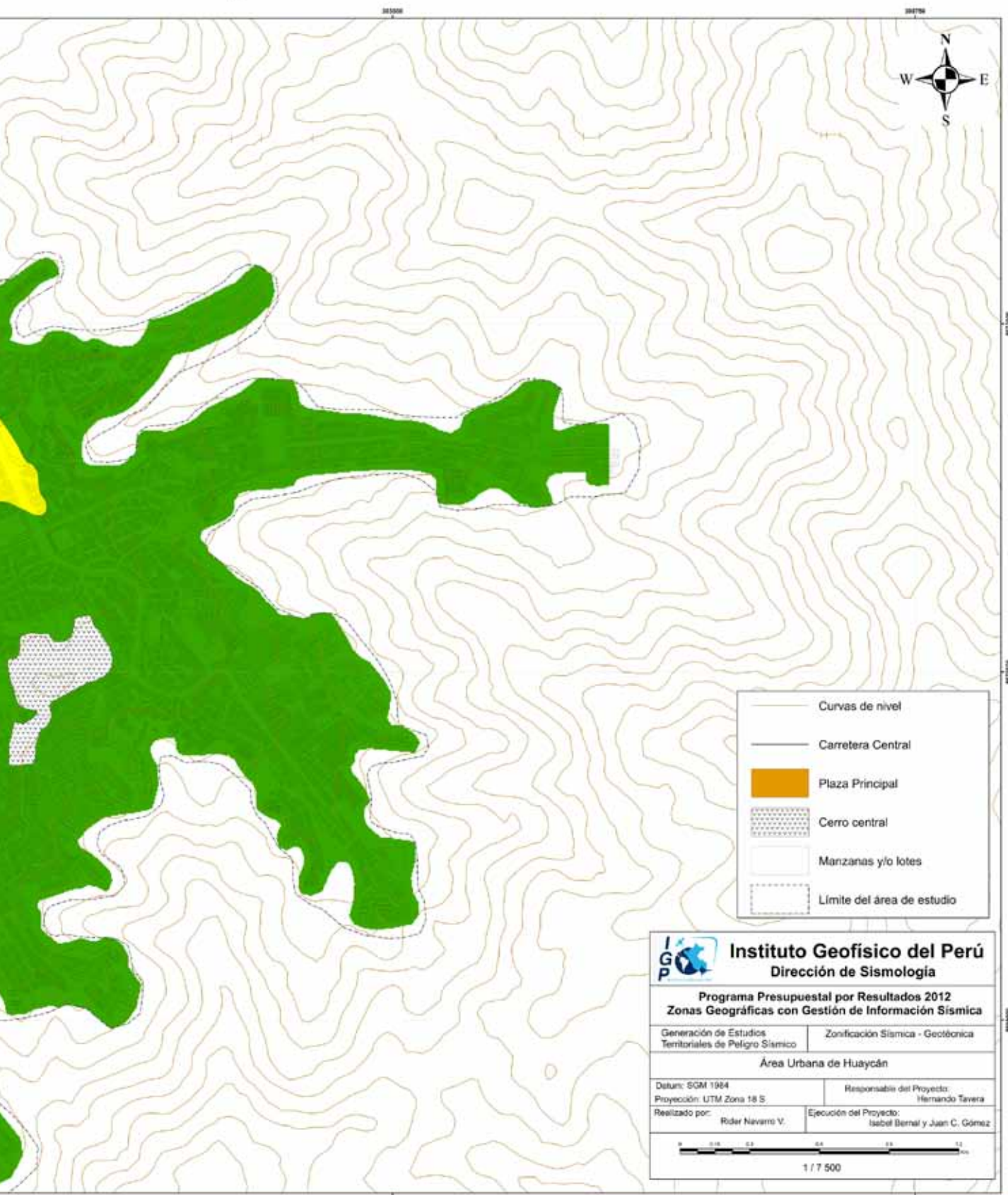
Programa Presupuestal por Resultados 2012
 Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica

Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico	Zonificación Sísmica - Geotécnica
Área Urbana de Chacabayo	
Datum: SGM 1984 Proyección: UTM Zona 18 S Realizado por: Rider Navarro V.	Responsable del Proyecto: Hernando Tavera Ejecución del Proyecto: Isabel Bernal y Juan C. Gómez

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 km
 1 / 10 500

Huaycán

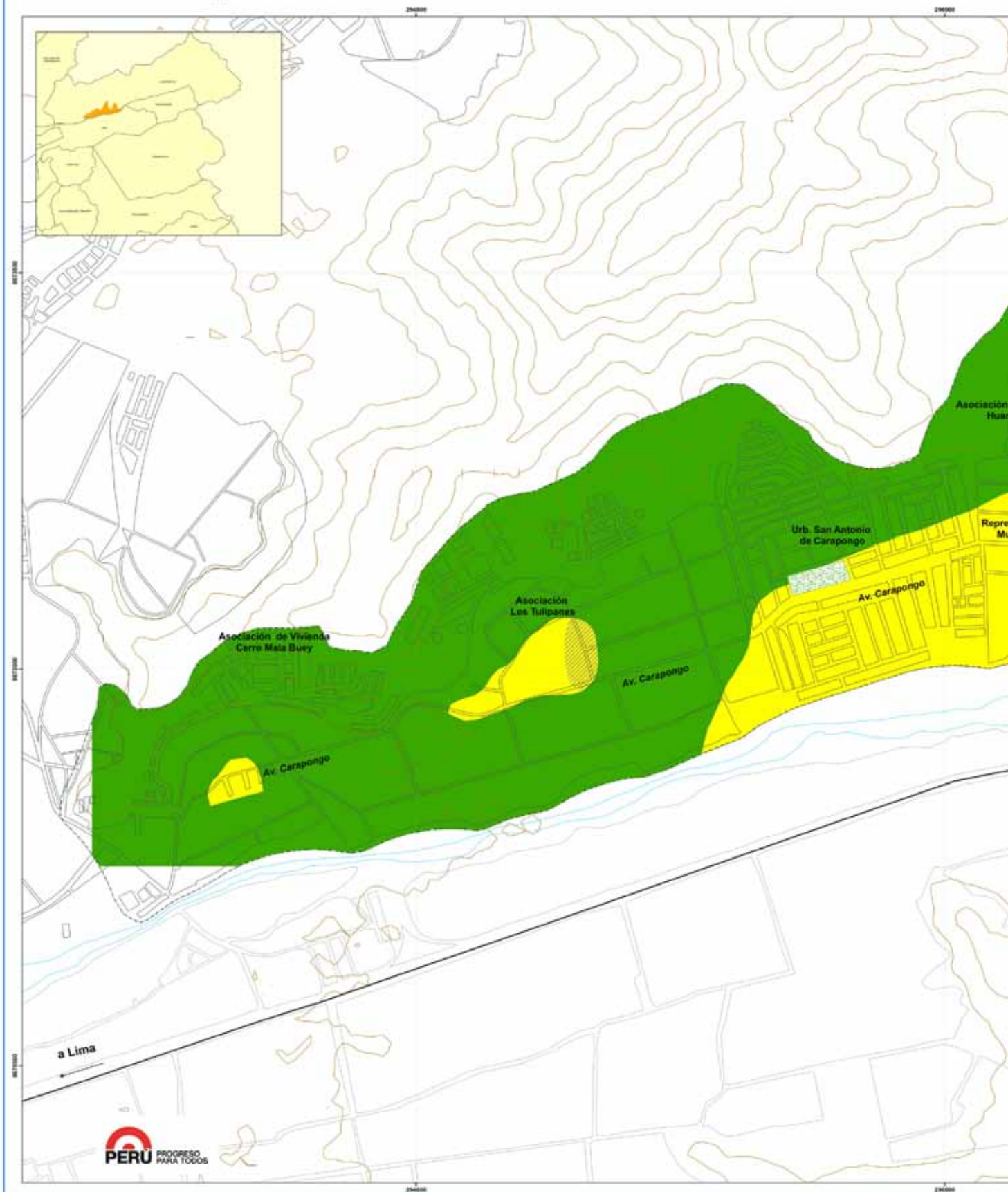


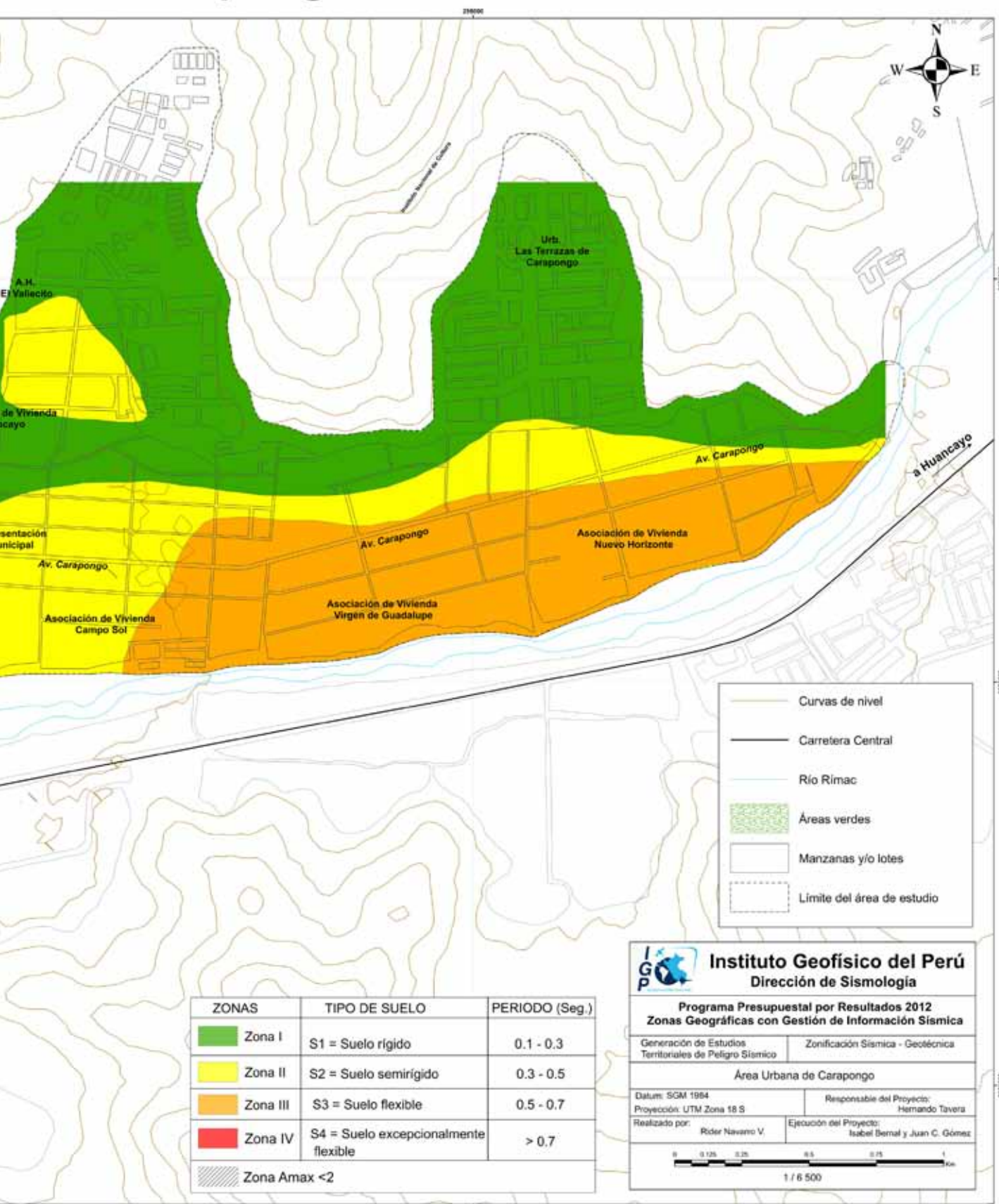


-  Curvas de nivel
-  Carretera Central
-  Plaza Principal
-  Cerro central
-  Manzanas y/o lotes
-  Límite del área de estudio

 Instituto Geofísico del Perú Dirección de Sismología	
Programa Presupuestal por Resultados 2012 Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica	
Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico	Zonificación Sísmica - Geotécnica
Área Urbana de Huaycán	
Daturn: SGM 1984	Responsable del Proyecto: Hernando Tavera
Proyección: UTM Zona 18 S	Ejecución del Proyecto: Isabel Bernal y Juan C. Gómez
Realizado por: Rider Navarro V.	
 1 / 7 500	

Carapongo





ZONAS	TIPO DE SUELO	PERIODO (Seg.)
Zona I	S1 = Suelo rígido	0.1 - 0.3
Zona II	S2 = Suelo semirígido	0.3 - 0.5
Zona III	S3 = Suelo flexible	0.5 - 0.7
Zona IV	S4 = Suelo excepcionalmente flexible	> 0.7
Zona Amax <2		

IGP Instituto Geofísico del Perú
 Dirección de Sismología

Programa Presupuestal por Resultados 2012
 Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica

Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico	Zonificación Sísmica - Geotécnica
Área Urbana de Carapongo	
Datum: SGM 1984	Responsable del Proyecto: Hernando Tavera
Proyección: UTM Zona 18 S	Ejecución del Proyecto: Isabel Bernal y Juan C. Gómez
Realizado por: Rider Navarro V.	

0 0.125 0.25 0.5 0.75 1 Km
 1 / 6 500

Acrónimos / Bibliografía

ACRÓNIMOS	
DEMUNA	Defensoría Municipal del Niño y del Adolescente
DESINVENTAR	Sistema de Inventario de Efectos de Desastres
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IGP	Instituto Geofísico del Perú
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
PREDES	Centro de Estudios y Prevención de Desastres
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SINPAD	Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación

Bibliografía

Abad Pérez, Cesar, (2009). Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos/ 2009, 38 (3): 475-486. Huaycos en 1987 en el distrito de Lurigancho-Chosica (Lima-Perú).

Alfaro, A., Egozcue y A. Ugalde, (1999). Determinación de características dinámicas del suelo a partir de microtemores. Memorias del Primer Congreso de Ingeniería Sísmica, España.

APESSEG (2005). Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en 42 distritos de Lima y Callao, CISMID, 10 pág.

Bernal, I. y H. Tavera, (2007). Estimación de frecuencias predominantes y amplificaciones relativas en los terrenos del BCP-Ciudad de Trujillo. Informe presentado al BCP, 22p.

Chávez-García, J., L. R. Sánchez y D. Hatzfeld, (1996). "Topographic site effects and HVSR. A comparison between observations and theory", Bull. Seism. Soc. Am. 86, 1559-1573.

Centro de Estudios y Prevención de Desastres, (2006). Ante posibles huaycos que amenazan la provincia de Huarochirí. Disponible en: <http://www.predes.org.pe/predes/cuenca_rimac_pedregal.htm>.

Centro de Estudios y Prevención de Desastres, (1987). Primer informe evaluativo de daños ocasionados por huaycos el 09.03.87 en los poblados de Chosica y Santa Eulalia, 11pp., Lima: PREDES.

Cooperazione Internazionale, (2009). "Estudio hidrológico e identificación de zonas de riesgo en los distritos de Lima cercado y El Agustino, Lima Metropolitana, Provincia de Lima, 14 de mayo 2009.

Gutierrez, C. y S.K. Singh, (1992), "A site effect study in Acapulco, Guerrero, Mexico: Comparison of results from strong motion and microtremor data", Bull. Seism. Soc. Am., 82, 642-659, 1992.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (1992). "Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica" Boletín N°43-Hoja: 24-j.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2009). Primer reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos en Lima Metropolitana.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (1999). 501 Cuadrángulos Geológicos Digitales de la Carta Nacional 1960-1999. Sector Energía y Minas.

Instituto Nacional de Defensa Civil, (2012). Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2010). Directorio Nacional de centros poblados TOMO IV, 2010. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

Lermo, J. y F.J. Chávez-García (1994a), "Are microtremors useful in site response evaluation?", Bull. Seism. Soc. Am. 84, 1350-1364 pp.

Luis Maldonado V., (2004). Maestría en Gerencia Social. Universidad Católica, Lima-Perú. Centro Internacional de la Papa, Cosecha Urbana.

Municipalidad Distrital de Ate, (2011).Boletín Estadístico. Perfil Demográfico, Edad y Género a nivel Distrital y Zonal.

Nakamura, Y., (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, QR of RTRI, 30, No.1, 25-33 pp.

Norma E-30 (2003). Technical Building Standard E.030 Earthquake Resistant Standards (E-030 Diseño Sismorresistente). Ministry of Housing, Construction and Sanitation.

Okada, H. (2003), "The Microtremor Survey Method", Geophysical monograph series, No 12, Society of exploration geophysicists, 135 pp.

Rocha Felices, A., (2003). La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico, 27 pp.; Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Tavera, H., Bernal, I., Gómez, J-C. (2010). Zonificación Sísmico-Geotécnico para el Distrito del Callao (Comportamiento Dinámico del Suelo). Informe Técnico COOPI-IRD.

Tavera, H., Bernal, I., Gómez, J-C. (2010). Zonificación Sísmico-Geotécnico para el Distrito de Lima (Comportamiento Dinámico del Suelo). Informe Técnico COOPI-IRD.



Calle Badajoz # 169 Mayorazgo
IV Etapa Ate Vitarte
Central Telefónica: 317-2300

 <http://www.facebook.com/igp.peru>

 http://twitter.com/igp_peru