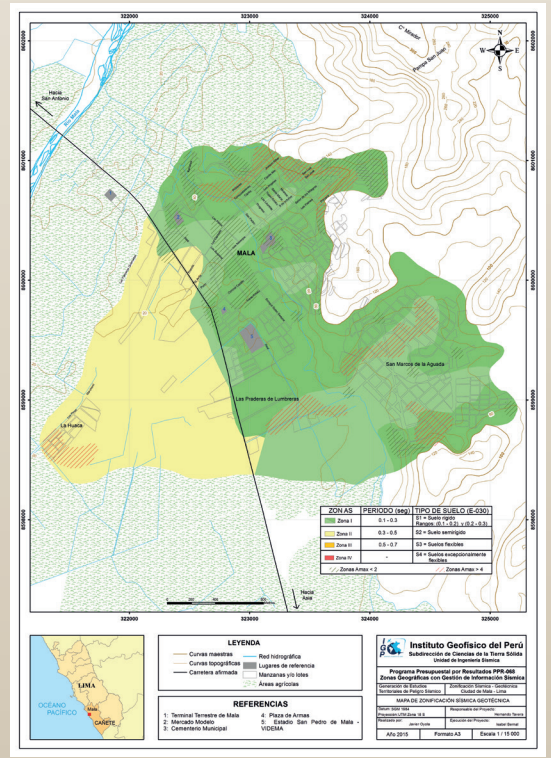
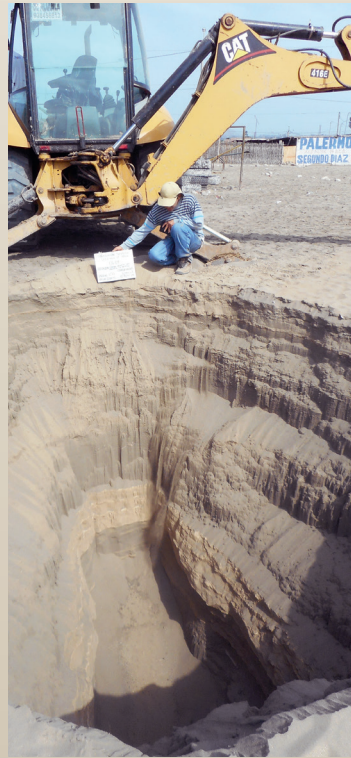


Programa Presupuestal N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"  
Producto: "Estudios para la estimación de Riesgos de Desastres"

# Generación de información y monitoreo de peligro por sismos, fallas activas y tsunamis

## Boletín técnico bimensual

### Peligro por sismos en la localidad de Mala



# Contenido

**2 - 3** Introducción

**4 - 19** Boletín Especial

Programa Presupuestal por Resultados N° 68 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”.

Producto: Estudios para la estimación de Riesgos de Desastres

Actividad: Peligro por sismos, fallas activas y tsunamis

**Elsa Galarza**  
Ministra del Ambiente

**Ronald Woodman**  
Presidente Ejecutivo IGP

**José Macharé**  
Director Científico IGP

**Hernando Tavera**  
Responsable de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

**Edmundo Norabuena**  
Responsable de la Subdirección de Redes Geofísicas

**Alejandra Martínez**  
Responsable de la Subdirección de Geofísica y Sociedad

Edición: Luis Santos  
Diseño y Diagramación: Dante Guerra E.

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

Impreso por:  
Lettera Gráfica SAC.  
Av. La Arboleda 431 - Ate  
Teléfono (511) 7150315

Lima, Octubre del 2016

Hecho el Depósito Legal en la  
Biblioteca Nacional del Perú N° 2016 - 05047

# Introducción

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. Dichos resultados 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.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) viene participando en el Programa Presupuestal 068: “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, específicamente con el producto “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”.

Con este propósito, tres de las cuatro subdirecciones del IGP vienen participando activamente en una actividad que incluye el monitoreo, generación de información, y difusión de resultados de esa actividad: Ciencias de la Tierra Sólida, Redes Geofísicas y Geofísica & Sociedad. Todas ellas contribuyen – desde su específico campo de trabajo –, a que la ciudadanía pueda contar con información confiable y oportuna sobre el ambiente geofísico que la rodea, y a que las autoridades puedan tomar decisiones informadas sobre eventos potencialmente desastrosos en su localidad, municipio o región, específicamente sobre sismos, fallas activas y tsunamis.

Así, el presente Boletín bimensual tiene como objetivo difundir información de primera mano sobre el ambiente geofísico, conocimientos y avances científicos y tecnológicos, y noticias relacionadas. Este sexto número se centra en la localidad de Mala, sin embargo la información que contiene es válida para recordarnos que nuestro país está expuesto y es vulnerable ante fenómenos geofísicos que pueden afectar a sus ciudadanos y sus principales medios de vida.

Los resultados de esta actividad están disponibles en:  
[www.igp.gob.pe/sysppr](http://www.igp.gob.pe/sysppr).



# IGP

# PO-SNAT

El Instituto Geofísico del Perú es una institución pública al servicio del país, adscrita al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en el campo de la geofísica y ciencias afines, forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico.

Es importante recalcar que se cumple un rol social, pues se contribuye a prevenir y mitigar fenómenos con gran potencial destructivo. Las actividades principales son: la investigación científica, la educación y la prestación de servicios en Geofísica Aplicada. Con más de 60 años de aportes de conocimiento y tecnología, contamos con connotados especialistas para hacer investigación, todos ellos peruanos, que contribuyen con talento y experiencia para servir a la población peruana.

El Protocolo Operativo del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami (PO-SNAT) es el resultado de un trabajo conjunto entre el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci).

Las bases del mismo establecen las responsabilidades y funciones de cada institución en caso ocurra un evento sísmico que origine un tsunami en las costas de Perú.

De esta forma, se determinó que ante la ocurrencia de un sismo de origen cercano el IGP proporcionará los parámetros sísmicos de localización (latitud, longitud, profundidad y magnitud) a la DHN, institución que previo análisis y evaluación de estos datos determinará la posibilidad que ocurra un tsunami, información que será transmitida al Indeci para que sea difundida a las autoridades locales correspondientes.

El citado protocolo fue aprobado oficialmente en junio de 2012 por las máximas autoridades de cada institución: el Dr. Ronald Woodman del IGP, el General Alfredo Murgueytio del Indeci, y el Almirante Javier Gaviola de la DHN.

## LEY N° 29664

### Resumen

La Norma regula los objetivos, composición y funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres - SINAGERD, cuya finalidad es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión.

Entre otros puntos indica que, teniendo como base la investigación científica, se identificará y conocerá los peligros naturales a los que estamos expuestos para tomar las medidas de prevención, reducción y de control de los factores de riesgo, labor que recae en el gobierno pero que involucra a la sociedad, cuya protección es el fin último de la gestión de riesgo de desastres.

## Ciencias de la Tierra Sólida *Profesionales al servicio de la gestión de riesgo de desastres*



Personal de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) tiene entre sus principales misiones brindar información técnica científica que contribuya a la gestión de riesgo de desastres (GRD) a través de sus estudios e investigaciones. Una de las subdirecciones que cumple con esta labor es la de Ciencias de la Tierra Sólida, la cual además de participar en el Programa Presupuestal 068, ejecuta proyectos y servicios que tienen como fin generar nuevo conocimiento sobre las posibles amenazas naturales que podrían afectar a las comunidades asentadas en las respectivas zonas de estudio.

Con el objetivo de conocer con mayor profundidad estas actividades; la M.Sc. Liliana Torres, la ingeniera Lizbeth Velarde y el ingeniero Roberth Carillo, profesionales de la citada subdirección, dan a conocer algunos de los trabajos que se están desarrollando, los cuales son una clara muestra del cumplimiento del referido rol del IGP en beneficio de la comunidad.

### Programa Presupuestal 068

La M.Sc. Liliana Torres indica que en el presente año se han estudiado las localidades de Humay y San Clemente en Pisco (Ica); Imperial, Nuevo Imperial, Quilmaná, San Luis de Cañete, Coayllo, San Antonio de Padua y Chilca en Cañete (Lima), las cuales recibirán – respectivamente – un mapa de zonificación sísmica – geotécnica así como un informe técnico con los resultados obtenidos en sísmica, geofísica, geología, geotecnia, geomorfología y geodinámica.

“Estos estudios permiten brindar conocimiento e información del tipo de suelo así como su comportamiento dinámico; es decir, son la base para generar mapas de ordenamiento territorial y por lo tanto generar ciudades sostenibles. Por ello,

tanto las autoridades como la población deben tener acceso a esta información para que se concienticen y sensibilicen sobre la importancia de un crecimiento urbano ordenado y planificado, contribuyendo así a la GRD”, agrega la magister.

Destaca que, profesionalmente, ser parte del PP068 es una experiencia enriquecedora porque permite aumentar y mejorar los conocimientos en diferentes temas de métodos y técnicas de geofísica, geotecnia, geología entre otros que se correlacionan y complementan para obtener un producto confiable. Mientras que, en lo personal, es satisfactorio aportar nuevo conocimiento a la sociedad, además de conocer y comprender la cultura y costumbres de las localidades donde se realizan los trabajos.

### Estudio de fallas activas

La Ing. Lizbeth Velarde señala que está desarrollando el proyecto “Monitoreo sísmico y análisis de la deformación cortical y geometría del sistema de las fallas activas en el Perú usando sísmica local”, el cual se ejecuta en el sistema de fallas de la región del Cañon del Colca mediante el análisis de la microsismicidad registrada por una red compuesta por 12 estaciones sísmicas emplazada en la zona de estudio.

“El valle del Cañon del Colca es una zona dinámicamente muy activa desde el punto de vista tectónico, debido a la presencia de un complejo sistema de fallas y actividad volcánica, por ello los sismos son muy frecuentes. En tal sentido el objetivo de este estudio es analizar la actividad microsísmica y conocer en detalle la geometría del sistema de fallas geológicas superficiales, así como identificar los patrones de deformación que controlan la geodinámica local”, explica la ingeniera.

Precisa que este estudio beneficiará a la población aportando conocimiento sobre el riesgo sísmico en el cual se encuentra, para que se puedan tomar las medidas preventivas necesarias con el fin de minimizar los daños que puedan darse ante la eventual ocurrencia de futuros sismos importantes. “De los estudios de la actividad sísmica en el Perú se desprende que la segunda fuente sismogénica más importante la constituye la deformación cortical superficial debido a la presencia de fallas geológicas activas, en este sentido, este proyecto puede replicarse en las zonas en las cuales se tenga la presencia de estas fallas”, replica.

### Servicios en geodinámica

El Ing. Roberth Carrillo afirma que, desde el año 2013 a la fecha, el IGP ha atendido más de 70 servicios por emergencia ante la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos aluvionales, colapsos, entre otros) y peligros de origen hidrometeorológico (inundaciones). Explica que los estudios consisten en realizar la evaluación y estimación de la susceptibilidad y peligrosidad ante eventos naturales haciendo uso del manual elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred), con la finalidad de contribuir a la gestión de riesgo de desastres de las localidades en peligro.

“Los servicios se brindan por iniciativa de las autoridades de las localidades que podrían ser afectadas por algún peligro de origen natural. Estas autoridades cubren los gastos logísticos de los trabajos que se desarrollan, los cuales consisten en cartografiado geológico, geomorfológico y geodinámico a escala local, así como estudios geotécnicos (elaboración de calicatas, DPL, posteadora, densidad de campo y laboratorio de suelos) a fin de evaluar las características físicas del evento geodinámico. Posteriormente, se realiza el procesamiento de datos y la elaboración del informe técnico final, en el cual se incluyen los mapas de susceptibilidad, peligrosidad y las medidas de mitigación que se consideren pertinentes”, detalla el ingeniero.

Agrega que aquellos eventos geodinámicos que presentan una dinámica particular (eventos extremos) pasan de ser estudios por encargo a proyectos de investigación de la institución. “Los deslizamientos en el valle del Colca (monitoreo geodésico EDM y análisis geotécnico del deslizamiento que afecta la seguridad física del distrito de Lari, valle del Colca, provincia Caylloma, en la región Arequipa) y el proyecto iniciado el presente año en Huancavelica (deslizamiento en el distrito de Cuenca), que represó las aguas del río Mantaro, son un ejemplo de esto”, enfatiza.

## Perfil de los entrevistados



**Liliana Torres, M.Sc.**

*Agregada de investigación del Instituto Geofísico del Perú*

*Grado de Master en Ciencias, con finalidad de investigación y mención en ciencias de la Tierra, en la especialidad de “Magmas y volcanes” de la Universidad Clermont-Ferrand 2 Blaise Pascal (Francia) y Geofísica de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Actualmente es parte de la Unidad de Ingeniería Sísmica de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida. Participa en el Programa Presupuestal 068 – “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”.*



**Lizbeth Velarde, Ing.**

*Asistente de investigación del Instituto Geofísico del Perú*

*Ingeniera Geofísica de la Universidad Nacional de San Agustín. Actualmente es parte de la Unidad de Sismología de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida. Está a cargo del proyecto “Monitoreo sísmico y análisis de la deformación cortical en fallas activas de la zona del valle del Colca, Chivay, en la región Arequipa”.*



**Roberth Carrillo, Ing.**

*Asistente de investigación del Instituto Geofísico del Perú*

*Ingeniero geólogo de la Universidad Nacional de Piura. Actualmente es parte de la Unidad de Geodinámica de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida. Participa en el Programa Presupuestal 068 – “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Asimismo, contribuye en la atención de servicios de emergencias de gobiernos locales y regionales en la evaluación de la susceptibilidad y peligrosidad ante la ocurrencia de peligros de origen natural.*

# Estudios en Ingeniería Sísmica en Mala



Durante el 2015 la Unidad de Ingeniería Sísmica de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP realizó, en el área urbana del distrito de Mala, una serie de estudios en sísmica y geofísica con el objetivo de conocer las propiedades físicas del subsuelo (periodos dominantes, velocidades sísmicas, resistividades del subsuelo, entre otros). Los mismos que comprendieron la aplicación de los siguientes métodos:

**Estudio sísmico con la técnica H/V;** para la aplicación de la misma se procedió, sobre el mapa catastral de la ciudad de Mala y alrededores, a definir la distribución y el número de puntos para el registro de vibraciones ambientales teniendo en cuenta la información geológica y geomorfológica de la zona de estudio.

Esta información permitió obtener espectros de Fourier para las tres componentes de registro y a partir de la razón de estos (componentes horizontales/componente vertical), conocer las frecuencias predominantes y/o periodos dominantes de vibración natural del suelo y, en algunos casos, la amplificación sísmica relativa.

Los resultados obtenidos sugieren la presencia de suelos dinámicamente estables, principalmente hacia el extremo norte de la zona céntrica de la ciudad, a diferencia de lo observado hacia su extremo sur, especialmente en las urbanizaciones La Huaca y San Marcos de la Aguada, donde los suelos evidencian una mayor complejidad (presencia de dos picos de frecuencia, con amplificaciones de hasta 6 veces).

Asimismo, en dirección noreste con respecto al centro de la ciudad, los suelos son más estables y presentan un incremento en su espesor de manera progresiva, desde las laderas del cerro hacia las zonas más bajas.

**Estudios sísmicos con la técnica de arreglos sísmicos;** la técnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) permite conocer la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo a partir del análisis de la dispersión de ondas superficiales registradas por arreglos lineales de estaciones sísmicas. Como resultado de la inversión de la curva de dispersión, se obtiene el perfil de velocidades para las ondas de corte ( $V_s$ ) en el punto central de cada arreglo.

Para el registro de la información se utilizó un equipo de refracción sísmica que consta de un registrador multipropósito, modelo GEODE (24-canales), geófonos de 4.5 Hz y registros a una resolución de 24 bits con un rango dinámico mayor a 110 dB. Como fuente de impacto y/o energía para generar las ondas sísmicas, se utilizó un martillo de 20 lbs.

Los parámetros de registro, tales como la geometría del tendido, espaciamiento entre geófonos (entre 3 y 6 metros) y el punto de impacto del martillo, fue variable ya que dependió de la geomorfología de la zona de estudio. La frecuencia de muestreo fue de 4000 Hz con un pre-trigger de - 0.1s y una longitud de registro de 2 segundos.

Tras los estudios realizados los resultados muestran la presencia de suelos conformados por dos capas bien definidas, la primera con velocidades ( $V_s$ ) bajas (180 m/s) que correspondería a suelos de material de cultivo y material orgánico que sobreyacen a suelos aluviales más consistentes (velocidades de entre 300 y 500 m/s) y con espesores de hasta 15 metros, siendo estos de mayor espesor bajo la Urb. San Marcos de la Aguada. Todas estas capas están asentadas sobre un estrato de material intrusivo meteorizado.

**Estudios de tomografía eléctrica;** los cuales permiten obtener información sobre las propiedades físicas del subsuelo mediante la evaluación del parámetro de resistividad al paso de la corriente eléctrica. Esta propiedad conlleva a conocer la resistividad del subsuelo asociado a la presencia de capas con mayor o menor contenido de agua.

Conocidas las resistividades del suelo ( $\Omega.m$ ), por medio de secciones transversales (2-D) se modela versus la profundidad y los resultados son validados con datos geológicos. En la ciudad de Mala y alrededores se han realizado 4 líneas de tomografía eléctrica con el

el mapa de periodos se asignó a cada punto de medición un radio de confiabilidad de 10 metros, lo cual facilita los procedimientos seguidos para la zonificación de los suelos.

Los periodos dominantes que caracterizan a los suelos de la ciudad de Mala están relacionados por sus condiciones físico-dinámicas a través de la relación  $T_0=4H/V_s$  ( $T_0$ , periodo dominante;  $H$ , espesor del estrato y  $V_s$ , velocidad de onda de corte). Por lo que conocidos los periodos y la velocidad de las ondas de corte ( $V_s$ ), se puede proceder a calcular los espesores de las capas del suelo.



Los estudios se realizaron en la zona céntrica y los alrededores del área urbana de Mala.

dispositivo polo-dipolo y la distribución de 25 electrodos a fin de alcanzar tendidos de 72 a 144 metros, lo cual permitió tener alcances en profundidad del orden de 24 y 40 metros.

Los resultados obtenidos evidencian la presencia de valores bajos resistivos en la Urb. La Huaca, los cuales estarían asociados a la presencia de humedad y suelos con contenido de salitre. En los extremos Norte y Sur del área céntrica de la ciudad de Mala, los suelos presentan alta resistividad a niveles superficiales, lo cual podrían estar asociados a la presencia de depósitos de desmonte. Contrariamente, en la Urb. San Marcos de la Aguada, donde se obtienen valores mayores de resistividad hasta los 20 metros de profundidad para luego tender a valores menores.

Para presentar los resultados finales obtenidos con la técnica H/V, los valores de frecuencias fueron transformados a periodos dominantes y para construir

De esta forma, considerando velocidades de 300 m/s para las ondas de corte ( $V_s$ ) y periodos de 0.2 y 0.4 segundos, se estima para la capa superficial espesores entre 15 a 30 metros. Estos valores son confirmados con los modelos de velocidad y espesores de capas obtenidos con los métodos geofísicos.

**<< La Ingeniería sísmica permite conocer el comportamiento dinámico de los suelos y estructuras sujetas a cargas sísmicas y el conocimiento adquirido permite prever las potenciales consecuencias de los sismos en áreas urbanas y sus efectos en la infraestructura ubicada sobre diferentes tipos de suelo. >>**

# Estudios en Geodinámica Superficial en Mala



*Las conclusiones de los estudios se dieron en geomorfología, geología, geodinámica y geotecnia.*

Tras realizar una serie de trabajos de campo, durante el 2015, enfocados a la caracterización geodinámica y geotécnica del distrito de Mala, la Unidad de Geodinámica Superficial de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del Instituto Geofísico del Perú (IGP) llegó a las siguientes conclusiones:

**Geomorfología;** en base a la topografía de terreno y al uso de herramientas computacionales como SIG y CAD, se ha elaborado el mapa digital de terreno y el plano de pendientes a fin de delimitar las características del terreno, las mismas que fueron verificadas y validadas durante el trabajo de campo.

El modelo digital del terreno (MDT), representa a una superficie en 3D construida para un área de 22 km<sup>2</sup> que permite concluir que la urbe de Mala se asienta sobre una terraza aluvial con altitudes entre 40 y 100 m.s.n.m.; mientras que en los alrededores, hacia el extremo noreste de la ciudad, se observan relieves que alcanzan alturas de hasta 160 m.s.n.m. con respecto al área urbana.

Además, se ha identificado la existencia de cuatro unidades geomorfológicas clasificadas por su origen en: colinas y lomas (denudacional), terraza aluvial (depositacional) y lecho fluvial (fluvial).

**Geología;** para describir las principales unidades geológicas se tomó como base la información regional descrita por Salazar y Landa (1993) a escala 1/100000.

Estos autores describen las unidades litológicas aflorantes en las inmediaciones de la zona de estudio, las mismas que comprenden rocas con edades entre el Cretácico Superior hasta el Cuaternario Reciente.

Estas rocas intrusivas, compuestas por rocas tonalitas y dioritas (Ks-je/to), descansan bajo unidades Cuaternarias compuestas por depósitos fluviales (Qh-fl), depósitos aluviales 1 (Qh-al1) y depósitos aluviales 2 (Qh-al2), todos compuestos por materiales heterogéneos de gravas redondeadas a subredondeadas envueltas en una matriz arenosa y/o limosa.

Asimismo, in situ se procedió con el reconocimiento y cartografiado de las unidades litológicas aflorantes en la ciudad de San Vicente de Cañete a escala 1:15,000, sobre un área de 22 km<sup>2</sup> aproximadamente. Tras lo cual se identificaron las siguientes características: superunidad Jecuán (representada por rocas intrusivas tipo tonalitas, y dioritas) y depósitos cuaternarios (fluviales y aluviales).

**Geodinámica;** los eventos geodinámicos predominantes en el distrito de Mala son de origen antrópico, como el caso de los movimientos de masa del tipo caída de rocas. Este tipo de eventos considera clastos o fragmentos de rocas preexistentes que se desprenden de una ladera como resultado de procesos de erosión y meteorización, ya sea de origen natural o antrópico.



En la ciudad de Mala, específicamente a 580 m al oeste del A.H Dignidad Nacional, existe una colina afectada por caída de rocas debido principalmente a que se construyó un tanque de agua sobre su cima y que afectarían a las viviendas que se asientan en su parte baja.

**Geotecnia;** para el estudio de los suelos en la ciudad de Mala se recolectó información según las siguientes técnicas: exploraciones a cielo abierto, densidad de suelo in situ, exploración con posteadora manual y ensayo de penetración dinámica ligera.

En base a la información geotécnica recopilada de las calicatas, postesos y de los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos realizados en el laboratorio de la Universidad La Molina, se realiza la clasificación de suelos SUCS para la ciudad de Mala, para la cual se ha identificado la existencia de 6 tipos de suelos. Los mismos que, para un mejor entendimiento, se pueden clasificar por su composición en arenas bien graduadas, arenas mal graduadas, arenas limosas,

limos orgánicos, gravas bien graduadas y gravas mal graduadas.

Asimismo, el desarrollo de ensayos de corte directo (ángulo de fricción y la cohesión) permitió realizar cálculos que conllevan a determinar que gran parte del área urbana de la ciudad de Mala se asienta sobre suelos con la siguiente capacidad de carga admisible: baja (suelos limosos arcillosos), media (suelos de grava mal graduada) y alta (suelos con grava bien graduada).

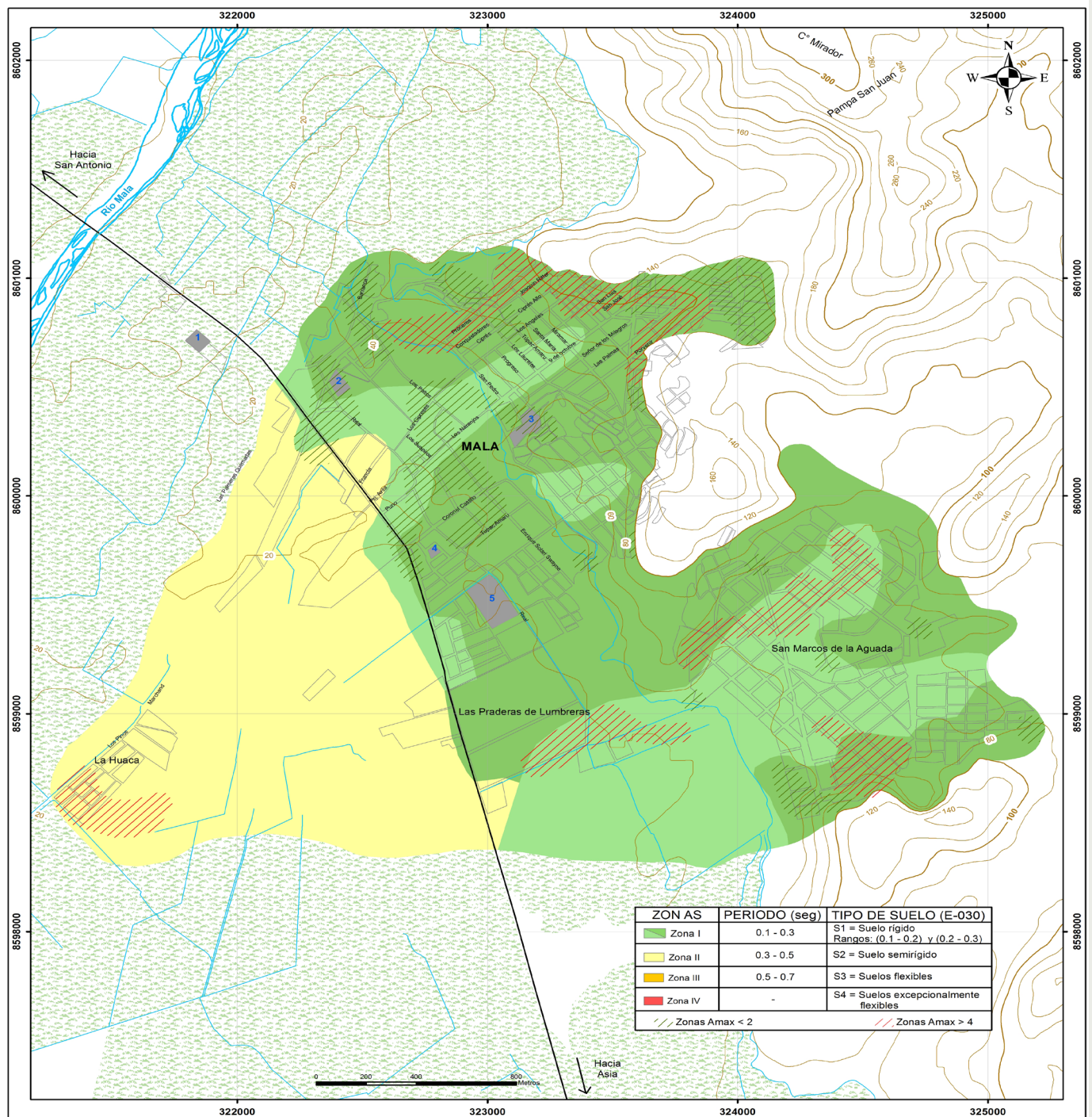
**<< Todas las conclusiones, gráficos y mapas de estos estudios están incluidos en el informe “Zonificación sísmica - geotécnica del área urbana de la ciudad de Mala”, elaborado en el marco del Programa Presupuestal 068 >>**



*Realización de calicata y posterior diseño de densidad de campo (método del cono).*

# Ingeniería Sísmica

## Mapa de zonificación sísmica-geotécnica



**LEYENDA**

|                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| — Curvas maestras     | — Red hidrográfica      |
| — Curvas topográficas | — Lugares de referencia |
| — Carretera afirmada  | □ Manzanas y/o lotes    |
|                       | ■ Áreas agrícolas       |

**REFERENCIAS**

|                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1: Terminal Terrestre de Mala | 4: Plaza de Armas                     |
| 2: Mercado Modelo             | 5: Estadio San Pedro de Mala - VIDEMA |
| 3: Cementerio Municipal       |                                       |

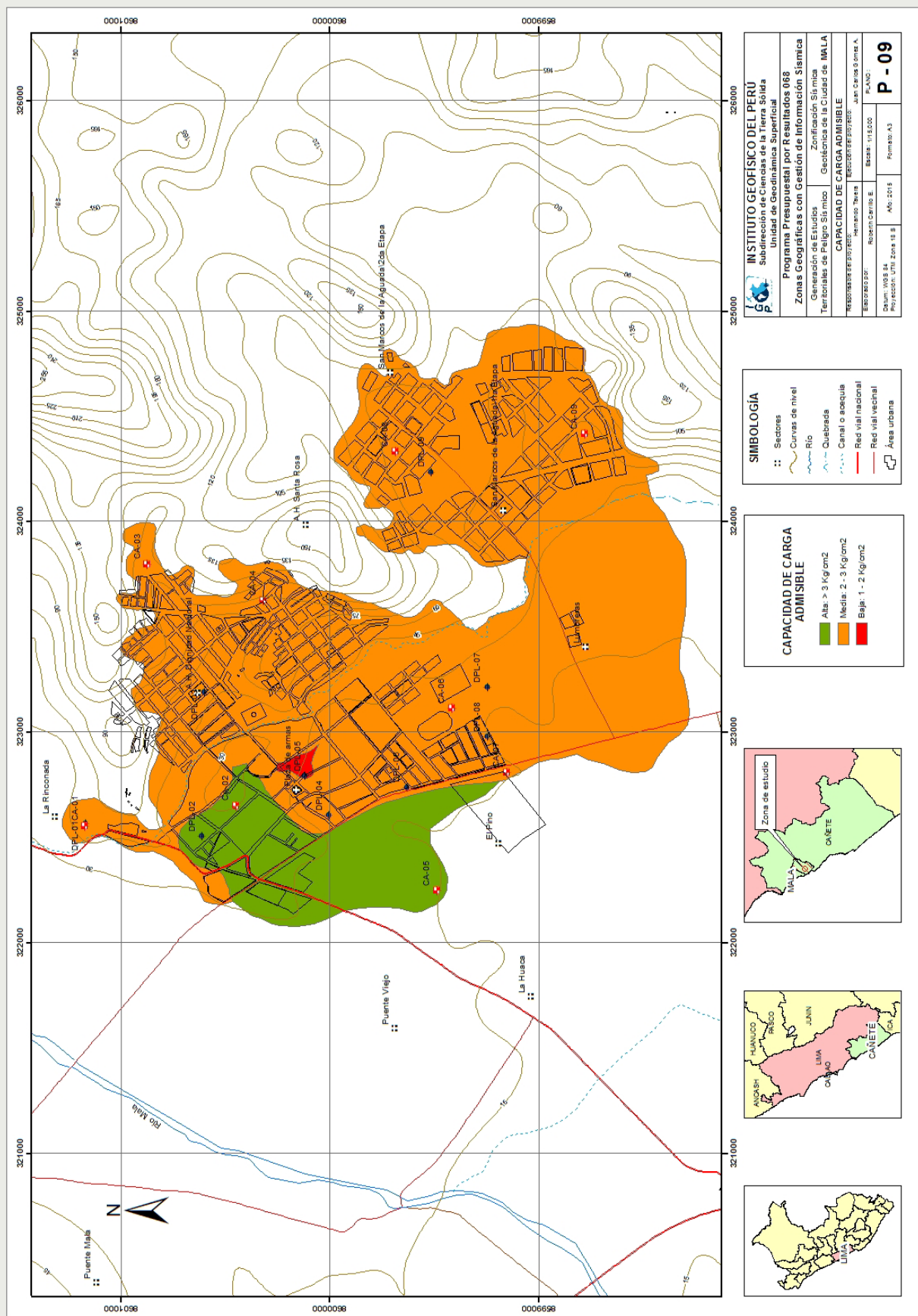
**Instituto Geofísico del Perú**  
Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida  
Unidad de Ingeniería Sísmica

**Programa Presupuestal por Resultados PPR-068**  
**Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica**

|   |  |
|---|--|
| Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico | Zonificación Sísmica - Geotécnica<br>Ciudad de Mala - Lima |
| MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA GEOTÉCNICA                 |  |
| Datum: SGM 1984   | Responsable del Proyecto: Hernando Tavera                  |
| Proyección: UTM Zona 18 S                               | Realizado por: Javier Oyola                                |
| Realizado por: Javier Oyola                             | Ejecución del Proyecto: Isabel Bernal                      |
| Año 2015  | Formato A3   |
| Escala 1 / 15 000                                       |  |

# Geodinámica Superficial

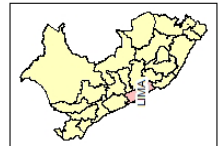
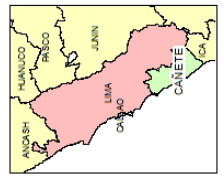
## Mapa de capacidad de carga admisible



|  |  |
|--|--|
| <b>INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ</b><br>Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida<br>Unidad de Geodinámica Superficial |  |
| <b>Programa Presupuestal por Resultados 068</b><br><b>Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica</b>           |  |
| Generación de Estudios<br>Territoriales de Peligro Sísmico   | Zonificación Sísmica<br>Geotécnica de la Ciudad de IMLA                              |
| <b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE</b>  |  |
| Elaborado por:<br>Humberto Torres<br>Roberto Carrillo E.   | Juan Carlos Sotelo A.<br>P.L.A.N.O.:<br>Escala: 1:18,000<br>Año: 2016<br>Formato: A3 |
| <b>P - 09</b>  |  |

| SIMBOLOGÍA |                   |
|------------|-------------------|
| ::         | Sectores          |
| —          | Curvas de nivel   |
| —          | Río               |
| —          | Quebrada          |
| —          | Canal o acequia   |
| —          | Red vial nacional |
| —          | Red vial vecinal  |
| —          | Área urbana       |

| CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| ■                            | Alta > 3 Kg/cm <sup>2</sup>     |
| ■                            | Medio: 2 - 3 Kg/cm <sup>2</sup> |
| ■                            | Baja: 1 - 2 Kg/cm <sup>2</sup>  |



## Ingeniero obtuvo maestría en Brasil en geociencias aplicadas



*El Ing. Condori (en terno) junto a su jurado calificador, integrado por expertos brasileiros.*

El Ing. Cristóbal Condori, de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP, obtuvo en julio el grado de magister en geociencias aplicadas, con la sustentación de la tesis “Estudo da estrutura da crosta no norte do Peru usando a função do receptor” (Estudio de la estructura de la corteza en la región norte del Perú a partir del análisis de funciones – receptoras) en la Universidad de Brasilia (UnB).

La tesis consistió en el estudio y análisis de la estructura y composición de la corteza empleando el

método de “Función receptora”, para este fin hizo uso de información de eventos telesísmicos registrados por las estaciones de la Red Sísmica Nacional del IGP.

La mencionada tesis contó, por parte de la institución, con el asesoramiento del Dr. Hernando Tavera. Mientras que por parte de la Universidad de Brasilia contó con la asesoría del Dr. George Sand.

El jurado calificador estuvo integrado por especialistas de la referida casa de estudios así como de la Universidad de Sao Paulo.

## Grupo de trabajo de Arequipa realizó reunión sobre escenarios sísmicos

El grupo de trabajo para la elaboración de escenarios sísmicos de la región Arequipa se reunió en setiembre en la sede del Centro de Operaciones de Emergencia (COER) con la presencia de profesionales del Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), el Ministerio de Salud, entre otras entidades. Por parte del IGP la cita contó con la participación del Dr. Hernando Tavera y el MSc. Nino Puma.

Durante su exposición, el Dr. Tavera indicó las zonas donde se ha demostrado la existencia de acumulación de energía que aún no ha sido liberada, ubicada en la zona sur del Perú y norte de Chile la que representa mayor riesgo para las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna. “No sabemos cuándo, pero un evento de magnitud superior a 8Mw afectará esta zona del país”, remarcó.

## Evaluación de sismo en el valle del Colca determinó reactivación de falla de Ichupampa

Ingenieros de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP viajaron a la provincia de Caylloma (Arequipa) para identificar los efectos causados por el sismo ocurrido el 14 de agosto del presente año en las localidades de Maca, Lari, Yanque, Ichupampa, Chivay, Huambo, Achoma, Coporaque, Cabanaconde y Pinchollo.

Las labores de campo estuvieron a cargo de los ingenieros Efraín Fernández y Roberth Carrillo. Entre las principales conclusiones tras la data recabada se tuvo que, por la ubicación del epicentro del sismo principal y la distribución espacial de sus réplicas, la falla de Ichupampa – ubicada entre las localidades de Chivay, Achoma y Yanque – se reactivó, provocando el escenario de daños observado en las localidades mencionadas”.



Personal del IGP se hizo presente en la zona afectada por el sismo del 14 de agosto.

## Especialista en sismología capacitó a entidades públicas y privadas

Dentro de su labor de dar a conocer los estudios en sismología del IGP, así como de capacitar y concientizar a la ciudadanía en materia de gestión de riesgo de desastres, específicamente en el tema de la ocurrencia de sismos, el Dr. Hernando Tavera, investigador de la institución, cumplió durante el segundo semestre una serie de actividades en diversas entidades públicas y privadas.

Entre los beneficiados con las charlas del citado investigador figuran representantes de la Dirección de Defensa Nacional de la Compañía de Bomberos, personal del Ejército del sur de los Estados Unidos y de Perú y de la Universidad ESAN.



La Compañía de Bomberos del Perú fue una de las entidades beneficiadas.

## Estudio permitirá conocer deformación cortical de fallas de Arequipa y Junín

Con la finalidad de estudiar en detalle la deformación cortical existente en el sistema de fallas de la región del cañón del Colca (Arequipa), el Lic. José Millones, de la Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP, está ejecutando el proyecto “Monitoreo sísmico y análisis de la deformación cortical y geometría del sistema de las fallas activas en el cañón del Colca usando datos de una red sísmica local”.

Por otro lado, la Ing. Martha Añazco, de la citada subdirección, está realizando el monitoreo sísmico y análisis de la deformación cortical de la falla Huaytapallana (Junín), para lo cual se realizó a inicios de año la instalación de siete estaciones sísmicas que están registrando la actividad microsísmica netamente local.

## Presentaciones en vulcanología y sismología del IGP fueron premiadas en el CPG 2016

Dos presentaciones del Instituto Geofísico del Perú (IGP) sobre estudios en vulcanología y sismología, respectivamente, fueron premiados durante la clausura del XVIII Congreso Peruano de Geología 2016, organizado por la Sociedad Geológica del Perú en la Pontificia Universidad Católica del Perú del 16 al 19 de octubre.

El reconocimiento en presentación oral se dio por la ponencia “Características de la actividad sísmica en el proceso eruptivo 2013 – 2015 del volcán Ubinas”, a cargo del Ing. José Del Carpio, quien ocupó el segundo puesto en esta sección. Mientras que, en pósteres, el Ing. José Guzmán obtuvo el tercer lugar con el tema “Metodología para la detección de eventos tsunamigénicos locales a partir del análisis frecuencial de señales sísmicas: aplicación al borde occidental del Perú”.

## Población de Mala recibió capacitación sobre la ocurrencia de sismos



La capacitación se realizó en la Casa de la Cultura de Mala.

Funcionarios y público en general del distrito de Mala recibieron en setiembre una capacitación en la Casa de la Cultura de la citada comuna sobre la ocurrencia de sismos. El taller fue organizado por la Subdirección de Geofísica y Sociedad del Instituto Geofísico del Perú (IGP), en coordinación con la de Ciencias de la Tierra Sólida.

La capacitación fue inaugurada por el alcalde distrital, Palermo Figueroa, quien posteriormente recibió de parte de representantes del IGP un ejemplar del Mapa Sísmico del Perú, el cual tiene un consolidado de los sismos suscitados desde 1960 hasta la actualidad.

El evento contó con las ponencias de representantes de la citada subdirecciones del IGP y de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), así como de especialistas invitados del Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred) y de la citada municipalidad.

Durante el mismo se presentaron temas como los antecedentes del Programa Presupuestal 068 (por el cual se organiza el taller), las características

geográficas de Mala, los estudios de sismicidad en la costa peruana, la gestión prospectiva y correctiva, la gestión reactiva para el riesgo de desastres, el uso de los mass media y redes sociales en esta labor y los avances desarrollados por la Subgerencia de Defensa Civil de Mala.

Asimismo, por invitación de la comuna, se contó con la presencia de la Lic. Nabil Moggiano, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú, quien expuso sobre las cartas de inundación por tsunami.

Tras las exposiciones se realizó un taller de diagnóstico rápido participativo con el objetivo que los asistentes identifiquen sus fortalezas y debilidades en materia de gestión de riesgo de desastres.

Durante la estadía del personal del IGP en Mala se visitaron en compañía de personal de la Subgerencia de Defensa Civil de la comuna local, las principales zonas vulnerables ante la ocurrencia de sismos. La evaluación de esta visita está registrada en la sección "Características geográficas" del presente boletín.

## Introducción

La provincia de Cañete se divide en dieciséis distritos: San Vicente de Cañete, Asia, Calango, Cerro Azul, Chilca, Coaylo, Imperial, Lunahuaná, Mala, Nuevo Imperial, Pacarán, Quilmaná, San Antonio, San Luis, Santa Cruz de Flores y Zúñiga. El distrito de Mala está situado en las coordenadas geográficas 12°39'27"S 76°37'45"O, en el kilómetro 86 de la panamericana sur. El distrito tiene una extensión territorial de 129,31 km<sup>2</sup> y una altitud de 32 m.s.n.m. (INEI, 2013)

La ubicación del distrito de Mala la hace vulnerable ante un tsunami, generando una mayor exposición y riesgo de desastre de las comunidades o asentamientos con un alto nivel de desigualdad social (UNESCO, 2011).

El diagnóstico socioeconómico que se realizará tendrá como finalidad saber el grado de desigualdad social de la población.

Las secciones trabajadas son: demografía, educación y salud.

## Demografía

El distrito de Mala en el año 2014 tuvo una población de 33 623 habitantes, representando un poco más del 14% de los habitantes de la provincia de Cañete. Siendo el tercer distrito (de un total de dieciséis) de la segunda provincia más grande de la región Lima. La tasa de crecimiento poblacional anual desde el año 2007 fue de 2,26%.

La población de la provincia de Cañete asciende a 229 693 (en el año 2014), representando cerca del 2,4% del total de habitantes. Esta participación genera una tasa de crecimiento anual de 1,46% desde el año 2007.

El crecimiento anual del distrito de Mala (2,26%) fue mayor al de la provincia de Cañete (1,46%), al de la región Lima (1,49%) y al país en su totalidad (1,13%). (Tabla 1)

**Tabla 1: Población proyectada y tasa de crecimiento 2007- 2014.**

| Ámbito geográfico   | 2000       | 2007       | 2014       | Crecimiento anual 2007-14 |
|---------------------|------------|------------|------------|---------------------------|
| Distrito de Mala    | 24 179     | 28 753     | 33 623     | 2,26%                     |
| Provincia de Cañete | 184 998    | 207 462    | 229 693    | 1,46%                     |
| Región Lima         | 7 767 873  | 8 730 820  | 9 685 490  | 1,49%                     |
| Perú                | 25 983 588 | 28 481 901 | 30 817 696 | 1,13%                     |

Fuente: Población Perú 2000 - 2015 (INEI, 2014)

Los distritos ubicados en la costa tienen mayor densidad poblacional que los ubicados en la sierra de la provincia. Mala muestra un crecimiento de 2,38% en el periodo de los años 2000 y el 2014.

**Tabla 2: Distribución de la población por grupos de edad**

| Grupos de edad | Distrito de Mala |        | Perú       |            |
|----------------|------------------|--------|------------|------------|
|                | 1993             | 2007   | 1993       | 2007       |
| 0 – 14         | 36,2%            | 30,4%  | 37,0%      | 30,5%      |
| 15 – 29        | 29,3%            | 28,3%  | 28,6%      | 27,6%      |
| 30 – 64        | 30,0%            | 35,6%  | 29,8%      | 35,5%      |
| 65 y más       | 4,5%             | 5,7%   | 4,7%       | 6,4%       |
| Total          | 18 712           | 27 881 | 22 048 356 | 27 412 157 |

Fuente: Censos Nacionales (INEI, 1993 y 2007)

La Tabla 2 muestra los grupos de edades para el distrito de Mala y para el Perú. La población agrupada de acuerdo a las edades proporciona una información valiosa sobre la dinámica poblacional.

El distrito de Mala está compuesto por habitantes adultos jóvenes, adulta y adultos mayores (INEI, 2008), conformado por más del 41% de la población distrital. La población menor a 30 años en el año 2007 (58,7%) presentó una caída a comparación del año 1993 (65,5%). Caso contrario sucedió para la población adulta y adultos mayores, donde en el año 2007 mostró un crecimiento (41,3%) a comparación del año

1993 (35%). La población de 0 a 14 años del distrito disminuyó su participación de 36,2% a 30,4% (entre los años 1993 y 2007).

## Educación

El distrito de Mala tiene 45 instituciones educativas, las cuales comprenden a las instituciones de educación inicial, primaria, secundaria y centros de educación técnica productiva (CETPRO). El distrito presenta 45 escuelas, donde 21 son de gestión privada y 24 escuelas son de gestión pública. (Tabla 3)

**Tabla 3: Centros educativos y alumnos en la provincia de Cañete y el distrito de Mala**

| Ámbito geográfico | C.E. de gestión privada | C.E. de gestión pública | Total de C. E. | Alumnos (gestión privada) | Alumnos (gestión pública) | Total de alumnos | Población 2014 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| Prov. de Cañete   | 126                     | 239                     | 365            | 20 382                    | 44 877                    | 65 259           | 229 693        |
| Distrito de Mala  | 21                      | 24                      | 45             | 4 556                     | 5 835                     | 10 391           | 33 623         |

Fuente: Estadísticas de la Calidad Educativa (MINEDU, 2014)

El número de estudiantes del distrito se encuentra concentrado en el sector público (5 835 alumnos) a comparación del sector privado (4 556 alumnos), es decir al sector público se encuentra dirigida la mayor cantidad de matrículas del distrito.

A nivel distrital, Mala tiene la más alta concentración escolar, a comparación de los otros distritos de la provincia, con cerca el 16% de alumnos de la provincia de Cañete.

El analfabetismo consiste en la falta o insuficiencia de la habilidad para leer y escribir, además de limitar el pleno desarrollo de las personas, afectando el entorno familiar. En consecuencia, tiene repercusiones durante todo el ciclo vital de la persona. A continuación, en la Tabla 4 se muestran las estadísticas para el distrito de Lunahuaná y para la provincia de Cañete.

**Tabla 4: Tasa de alfabetización de la población de 15 años a más (en porcentajes)**

| Ámbito geográfico   | 1993 | 2007 |
|---------------------|------|------|
| Distrito de Mala    | 94   | 97   |
| Provincia de Cañete | 92   | 96   |
| Perú                | 87   | 93   |

Fuente: Censos Nacionales (INEI, 1993 y 2007)



# Diagnóstico socioeconómico

Las tasas de alfabetización del distrito y la provincia de Cañete son superiores a la nacional. El distrito de Mala (97%) y la provincia de Cañete (96%) tuvieron un incremento en la tasa de alfabetización en el periodo de años 1993 y 2007.

La Tabla 5 muestra el indicador del nivel educativo alcanzado por la población de 15 años a más, la cual refleja el capital educativo alcanzado por la población.

**Tabla 5: Nivel educativo alcanzado por las personas con edades de 15 años a más (en porcentajes)**

| Censo 1993    | Sin nivel | Educación inicial | Primaria | Secundaria | Superior no univ. incompleta | Superior no univ. completa | Superior univ. incompleta | Superior univ. completa | Total censado |
|---------------|-----------|-------------------|----------|------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|
| Dist. de Mala | 0,32      | 0,34              | 32,94    | 48,2       | 4,52                         | 5,46                       | 3,98                      | 4,2                     | 11 125        |
| Censo 2007    | Sin nivel | Educación inicial | Primaria | Secundaria | Superior no univ. incompleta | Superior no univ. completa | Superior univ. incompleta | Superior univ. completa | Total censado |
| Dist. de Mala | 3,4       | 0,1               | 18,8     | 46,9       | 9,3                          | 10,3                       | 4,7                       | 6,4                     | 19 418        |

Fuente: Censos Nacionales (INEI, 1993 y 2007)

En el año 1993 cerca del 34% de la población de 15 años a más de Mala no habían alcanzado el nivel de educación secundaria. La situación empeoró para el año 2007, donde más del 22% de personas tenían similares niveles de educación.

En Mala también destaca el incremento de las personas con algún tipo de educación superior (completa o incompleta). Los pobladores con estas características aumentaron en más del 18% en el año 1993 hasta cerca del 31% en el año 2007.

## Salud

La salud tiene un rol muy importante en el capital humano, debido a que es necesario para el desarrollo de las capacidades productivas de la población. Asimismo, la infraestructura en el sector salud es significativa debido a su principal función en el tratamiento de heridos y enfermedades. La estructura del sector salud peruano está compuesto por hospitales, centros y puestos de salud.

La Tabla 6 muestra la infraestructura en salud para Mala, la provincia de Cañete, y para el país en el año 2014.

El distrito de Mala tiene 4 puestos de salud, y no cuenta con hospitales ni centros de salud. Existen ocho mil doscientos dieciocho habitantes por puesto de salud.

**Tabla 6: Infraestructura en salud del distrito de Mala**

| Ámbito geográfico | Número de: |                  |                  | Habitantes por cada: |                 |                 |
|-------------------|------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
|                   | Hospitales | Centros de salud | Puestos de salud | Hospital             | Centro de salud | Puesto de salud |
| Perú              | 526        | 2 096            | 7 124            | 57 938               | 14 540          | 4 278           |
| Prov. de Cañete   | 2          | 16               | 29               | 113 130              | 14 141          | 7 802           |
| Distrito de Mala  | 0          | 0                | 4                | 0                    | 0               | 8 218           |

*Fuente: Registro Nacional de Establecimientos de Salud (MINSA, 2014)*

Además, en el distrito el número de habitantes por puesto de salud (8 218) es superior al número de habitantes de la provincia de Cañete (7 802) y a

nivel nacional (4 278). Es decir, el distrito posee un número menor de puestos de salud por persona que el promedio nacional.

## Referencias bibliográficas

- INEI, 1993. Sistema de consulta de datos del IX Censo Nacional de Población y IV Censo Nacional de Vivienda. [En línea] Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/censos1993/redatam/>
- INEI, 2007. Sistema de consulta de datos del XI Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Vivienda. [En línea] Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/>
- INEI, 2008. Perfil Sociodemográfico del Perú. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI, 2013. Compendio Estadístico del Perú 2013. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI, 2014. Población Perú 2000-2015. [En línea] Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- MINEDU, 2014. Estadística de la Calidad Educativa - ESCALE. [En línea] Disponible en: <http://escale.minedu.gob.pe/>
- MINSA, 2014. Registro Nacional de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo. [En línea] Disponible en: <http://app12.susalud.gob.pe:8080/views/ConsultaPorCodigoUnico.aspx>
- Municipalidad distrital de Mala, 2016. Portal distrital. [En línea] Disponible en: <http://munimala.gob.pe/distrito/actividades-economicas/>
- PNUD, 2013. Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2013, Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- UNESCO, 2011. Manual de Gestión del Riesgo de Desastre para Comunicadores Sociales, Lima: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

## Créditos

- *Entrevista especial - Lic. Luis Santos Chaparro.*
- *Diagnóstico socioeconómico - Eco. Digna Trujillo Saavedra.*
- *Características geográficas - Ing. Raquel Rios Recra.*

# Características geográficas



*Vista Panorámica de Mala, desde el A.A.H.H. Dignidad Nacional.*

El distrito de Mala se encuentra asentado en la margen derecha del río Mala, lo cual hace que sea un distrito que tiene como principal actividad la agricultura. La foto fue tomada a unos 100 m.s.n.m., punto más alto del A.A.H.H. Dignidad Nacional, donde se puede apreciar el crecimiento poblacional que existe actualmente.



*Vista panorámica del A.A.H.H. Santa Rosa.*

El alto crecimiento poblacional existente en Mala se ha dado hacia los cerros, debido a que esta zona es característica por tener un terreno llano a suavemente ondulado; la foto fue tomada desde una de las zonas más altas del A.A.H.H. Santa Rosa, a unos 80 m.s.n.m.



*Vista de la rompiente de olas en el balneario Bujama.*


El levantamiento del macizo andino esculpió la morfología actual, la cual se muestra en la foto tomada en el balneario de Bujama, con vista hacia el sur.

De acuerdo a la Carta de Inundación por tsunami de la Dirección de Hidrografía y Navegación la máxima cota de inundación es de 12 m.s.n.m.



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

 [http://twitter.com/igp\\_peru](http://twitter.com/igp_peru)

 [https://www.youtube.com/c/igp\\_videos](https://www.youtube.com/c/igp_videos)