PERÚ | Ministerio del Ambiente

IGP Instituto Geofísico del Perú

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA Y PERIURBANA DEL DISTRITO DE HUARAL

(Región Lima)

Informe Técnico n.° 007-2026/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima-Perú
Abril, 2026

CRÉDITOS

Nelly Paredes del Castillo
Ministro del Ambiente

Hernando Tavera
Jefe institucional del IGP

Juan Carlos Gómez
Director de la Dirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP

Zonificación geofísica-geotécnica de suelos del área urbana y periurbana del distrito de Huaral (región Lima)
Informe técnico

Isabel Bernal
Fabiola Rosado
Juan Carlos Gómez
Hernando Tavera
Autores

Evaluación geofísica: Isabel Bernal, Fabiola Rosado, Jorge Salas, César Huayhua, Luz Arredondo, Eliana Bejarano, Jonathan Díaz, Kelly Pari
Cartografía: Juan Carlos Ramírez
Evaluación geodinámica-geotécnica: Mariana Vivanco, Juan Carlos Gómez
Apoyo técnico: Liliana Torres, Jesús Huarachi
Apoyo logístico: Robert Yupanqui
Apoyo administrativo: Marisol Enríquez, Susana Huaccachi
Participantes

Hernando Tavera
Jorge Concha
Edición de contenido

Jorge Concha
Diseño y diagramación

Este informe ha sido elaborado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP)
Calle Badajoz 169, Mayorazgo, Ate, Lima
Teléfono: +5113172300

Accede libremente al Repositorio Geofísico Nacional (REGEN) para descargar este informe:
https://repositorio.igp.gob.pe/

REGEN

Lima, abril de 2026

Programa Presupuestal 068
REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES

ESTUDIOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Actividad
Desarrollo de estudios para establecer el riesgo a nivel territorial

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA Y PERIURBANA DEL DISTRITO DE HUARAL

(Región Lima)



Lima, Perú
Abril de 2026

RESUMEN

Se analizan y evalúan las características físicas y dinámicas de los suelos del área urbana y periurbana del distrito de Huaral (provincia de Huaral, región Lima), a partir de la aplicación de técnicas geofísicas y geotécnicas. Los resultados evidencian el predominio de suelos muy rígidos a medianamente rígidos, cubiertos a nivel superficial por una capa delgada de material poco compacto. En la zona de estudio se ha identificado la presencia de velocidades bajas en el extremo oeste del área periurbana de Huaral (entre los sectores de Quincha Alta y El Trébol) y en sectores próximos al río Chancay. Por otro lado, por sectores los suelos muestran sensibilidad a periodos largos (0.4 s y 0.6 s). Asimismo, se observa que los suelos presentan un contenido de humedad de moderado a alto en los sectores próximos al río y en el área periurbana de Huaral y de moderado a bajo en la zona céntrica. En general, en la zona de estudio los suelos presentan una capacidad de carga portante que varía de baja a alta (1.0–2.0 kg/cm^2 a > 3.0 kg/cm^2) a un metro de profundidad.

De acuerdo con la Norma E.030, en la zona de estudio predominan suelos de los tipos S1, S2, S3 y S4, es decir, muy rígidos, rígidos, medianamente rígidos y blandos, respectivamente. Ante la ocurrencia de un sismo, los suelos medianamente rígidos a blandos, especialmente aquellos con alto contenido de humedad, experimentarían altos niveles de sacudimiento que afectarán principalmente a las construcciones y a la infraestructura asentadas sobre ellos.

CONTENIDO

5 Resumen

8 Introducción

8 Objetivo del estudio

8 Área de estudio

8 Condiciones locales de sitio

10 Norma Técnica E.030

11 Antecedentes

12 Geomorfología, geología y geotecnia

12 Geomorfología

14 Geología local

18 Geodinámica superficial

23 Aspectos geotécnicos

33 Evaluación geofísica

33 Método de razones espectrales-vibración ambiental

38 Métodos sísmicos MASW-MAM

45 Método de resistividad eléctrica

52 Zonificación geofísica-geotécnica

52 Caracterización física y dinámica de los suelos

55 Mapa de zonificación geofísica-geotécnica

57 Conclusiones

58 Referencias

60 Anexos



Plaza de Armas de Huaral

1. Introducción

En el marco del convenio de colaboración interinstitucional entre el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la Municipalidad Distrital de Huaral, se realizó el estudio de "Zonificación geofísica-geotécnica del área urbana y periurbana del distrito de Huaral", ubicado en el distrito y provincia de Huaral, región Lima. El estudio permite conocer el comportamiento dinámico del suelo ante la demanda sísmica.

De acuerdo con la historia sísmica del Perú, la región centro ha sido afectada constantemente por eventos sísmicos de variada magnitud que han generado altos niveles de sacudimiento del suelo, lo que se evidencia con los daños observados postsismo en la región Lima (Silgado, 1978; Tavera et al., 2014). Al ser los sismos fenómenos cíclicos, es de esperarse que, en el futuro, las mismas ciudades o áreas urbanas sean afectadas por nuevos eventos sísmicos de igual o mayor magnitud. Entonces, no es tan importante el tamaño del sismo, sino la intensidad del sacudimiento del suelo, la educación de la población y la calidad de las construcciones.

El estudio de zonificación geofísica-geotécnica (comportamiento dinámico del suelo) permitirá tener mayor conocimiento sobre las características físicas y dinámicas del suelo sobre el cual se levanta la ciudad o futuras áreas de expansión urbana. Para ello, se realizó la aplicación de diferentes metodologías que consideran información sísmica, geofísica, geológica, geodinámica, geomorfológica y geotécnica. Estos métodos permiten conocer el contenido de humedad, los espesores y las velocidades de las ondas de corte (Vs) en las capas que conforman el suelo; a su vez, los resultados se correlacionan con la información geológica y geotécnica obtenida, a fin de elaborar el mapa de zonificación de suelos. En general, es sabido que el suelo acondiciona el diseño y la construcción de viviendas y estructuras apropiadas para cada tipo de suelo; por ende, estos estudios constituyen una herramienta básica para la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD).

1.1 Objetivo del estudio

El presente estudio tiene como objetivo conocer los parámetros físicos de la estructura del suelo y su comportamiento dinámico ante la demanda sísmica, a fin de elaborar el mapa de zonificación geofísica-geotécnica del suelo para el área urbana y periurbana del distrito de Huaral, provincia de Huaral, región Lima. Para lograr este objetivo, se realizan estudios multidisciplinarios de geofísica, geología, geomorfología y geotecnia. Los resultados de este estudio deben ser considerados por las autoridades locales como una herramienta básica para la GRD, la adecuada planificación y la expansión urbana del área de estudio.

1.2 Área de estudio

El área urbana del distrito de Huaral se ubica en la región central de Perú, en la provincia de Huaral, región Lima (Figuras 1 y 2), en las coordenadas UTM 259023 E y 8727716 N (WGS84-18S), a una elevación media de 188 m s. n. m. Tiene una población de 79 455 habitantes (INEI, 2018), establecida sobre una superficie irregular, pero mayoritariamente sobre una llanura de baja pendiente que se encuentra delimitada por lomas y montañas hacia sus extremos este, oeste y norte. Entre los fenómenos naturales que afectan directamente a la población se encuentran los sismos, capaces de generar altos niveles de sacudimiento del suelo, los movimientos en masa, los flujos de detritos y la caída de rocas. Estos eventos, de manera conjunta o independiente, pueden ocasionar daños significativos a la población e infraestructura.

1.3 Condiciones locales de sitio

En la actualidad, es ampliamente conocido que las condiciones locales de sitio son uno de los principales factores responsables de los daños que se producen en cualquier tipo de edificación durante la ocurrencia de sismos severos. Este factor es fuertemente dependiente de las características físicas y dinámicas del suelo (Lermo & Chávez-García, 1994; Bard & SESAME, 2004; Bernal, 2006). Estas características controlan la amplificación de las ondas sísmicas que generan los daños observados en superficie después de ocurrido un evento sísmico.

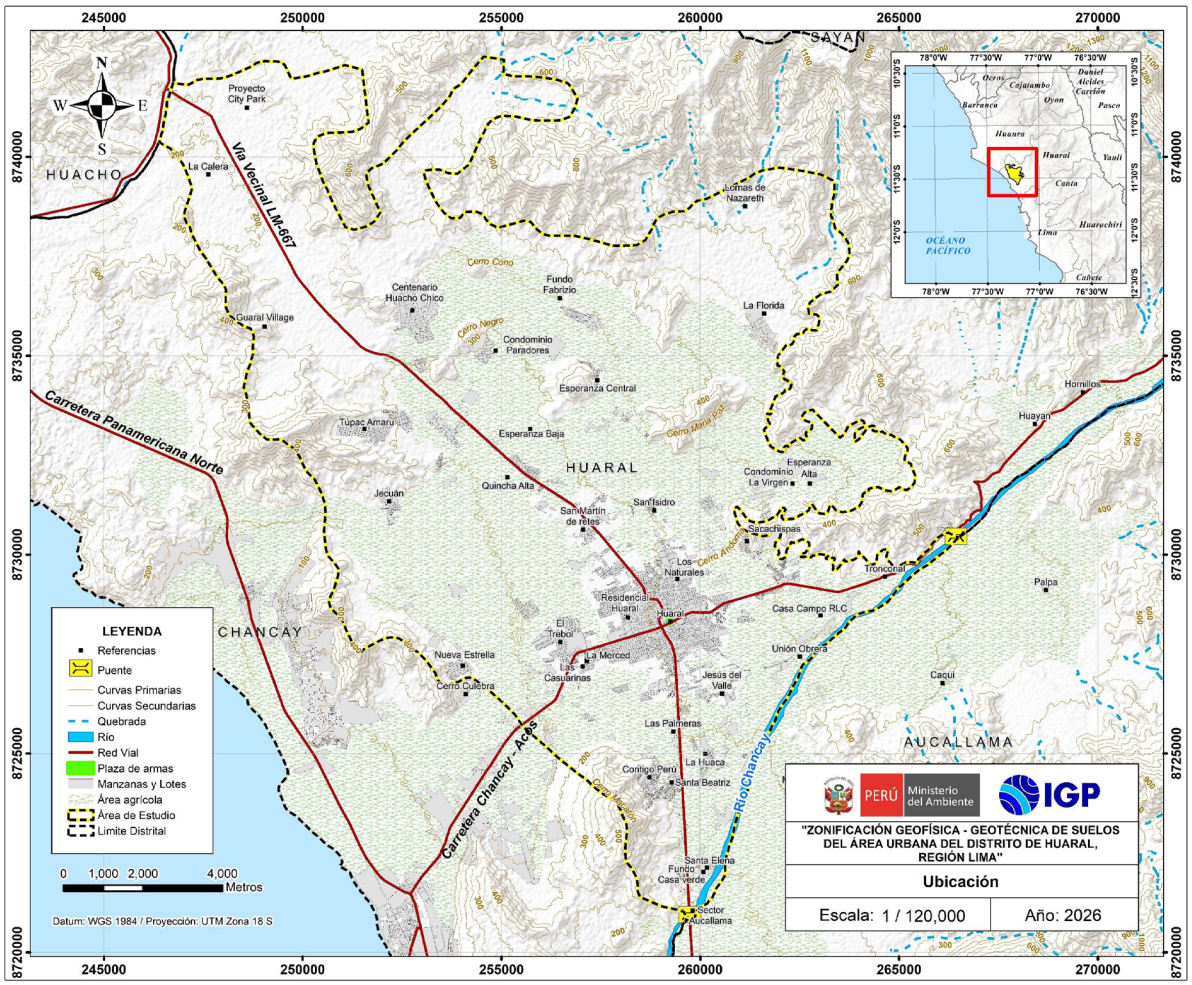


Figura 1. Ubicación del área de estudio.



Figura 2. Vista de la plaza de Armas y de la Municipalidad Distrital de Huaral, así como del equipo técnico del IGP durante las actividades de medición en campo.

La metodología empleada en este estudio permite obtener un mayor conocimiento sobre el comportamiento dinámico del suelo, o efectos de sitio. Para ello, se aplican estudios multidisciplinarios de geofísica, geología, geomorfología y geotécnica. Cada uno de estos campos de investigación proporciona información básica de observaciones de campo y la toma de datos *in situ*. Para este propósito, es necesario contar con mapas catastrales actualizados de la zona de estudio, así como de las áreas destinadas a la futura expansión urbana.

1.4 Norma Técnica E.030

En el Perú, la construcción de obras civiles de cualquier envergadura debe considerar lo establecido por la norma técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, modificada según Decreto Supremo n.° 003–2016–Vivienda y actualizada según Resolución Ministerial n.° 355–2018–Vivienda. Esta norma clasifica los perfiles de suelo en función de sus propiedades físicas, tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte. Con base en lo descrito anteriormente, se establecen cinco tipos de perfiles (Tabla 1).

En este estudio, el mapa de zonificación geofísica -geotécnica se realiza en función de las características físicas y dinámicas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio. De acuerdo con los estudios de zonificación realizados por el IGP, el rango de velocidades de los perfiles de suelo S1 y S2 se subdividen, a fin de analizar con mayor detalle las velocidades de ondas de corte que caracterizan las condiciones locales de cada tipo de suelo (Tabla 2).

Tabla 1. Clasificación de perfiles de suelos de la Norma E.030 (2018).

Perfil	Vs_{30} (m/s)	Descripción
S0	>1500	Roca dura
S1	500 a 1500	Roca o suelos muy rígidos
S2	180 a 500	Suelos intermedios
S3	<180	Suelos blandos
S4	Clasificación basada en el EMS	Condiciones excepcionales

La velocidad de propagación de ondas de corte para los primeros 30 metros (Vs_{30}) se determina con la siguiente fórmula:

$$Vs30 = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{d_i}{Vs_i}\right)}$$

Donde:

di = espesor de cada uno de los estratos n.
Vsi = velocidad de ondas de corte (m/s).

Tabla 2. Clasificación de perfiles de suelos adaptados a la zona de estudio a partir de lo establecido en la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E.030 (2018).

Perfil	Velocidades de ondas de corte-Vs_{30}	Periodos To (s)	Tipos de suelos	Simbología
S0	>800	–	Roca dura	
S1	500 a 800	0.1–0.2	Suelos muy rígidos o roca fracturada	
S2	350 a 500	0.2–0.4	Suelos rígidos	
S3	180 a 350	0.4–0.6	Suelos intermedios (medianamente rígidos)	
S4	<180 m/s	–	Suelos blandos	
	Condiciones excepcionales	–	Suelos inestables por su composición (pantanos, rellenos antrópicos, eólicos)	
			Suelos inestables por topografía	

1.5 Antecedentes

En 2023, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) publicó el informe "Evaluación de zonas críticas por peligros geológicos ante el fenómeno El Niño 2023-2024 en el departamento de Lima-Tomo II: Lima provincias". En ese documento se identificaron 26 zonas críticas afectadas por caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos, flujos, erosión fluvial, erosión de laderas y arenamiento.

Por su parte, Ramos (2018) realizó el estudio "Modelo hidrogeológico conceptual preliminar de las relaveras Colquisiri", en el cual identificó que estas se asientan sobre el Grupo Casma, caracterizado por rocas de baja permeabilidad. El acuífero Jecuan no se recarga por precipitación y presenta alta evapotranspiración, por lo que su alimentación provendría de las cuencas Chancay-Huaral y Huara. El flujo subterráneo ocurre a través de depósitos aluviales no consolidados y semiconsolidados. El incremento de la conductividad eléctrica hacia las relaveras sugiere una posible filtración de los relaves al acuífero, mientras que el aumento del nivel piezométrico indicaría una recarga local.

Por otro lado, Mena (2018) realizó el estudio "Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la calle Morales Bermúdez", en el que mediante calicatas se evidencia que el suelo está conformado por arcilla (CL) plástica semicompacta de color negro, con elevada humedad, y que existe filtración a 1.40 m de profundidad. El estudio también detalla los resultados de los ensayos de compresión simple: densidad seca 2.028 gr/cm^3, contenido de humedad 11.5 % y resistencia de 30.61 kg/cm^2.

En 2016, IGP publicó el estudio "Zonificación sísmica-geotécnica del área urbana de la ciudad Huaral", en el cual determina que la ciudad se asienta principalmente sobre una llanura fluvio-aluvial (80 %), mientras que el sector noreste corresponde a lomas y montañas (10 %) y la zona céntrica a colinas. El principal evento geodinámico identificado es la caída de rocas, concentrada en el cerro San Cristóbal, asociada a su cobertura detrítica y al diaclasamiento de los afloramientos. Asimismo, según la zonificación geofísica, en el área urbana predominan suelos tipo S2, correspondientes a suelos rígidos.

2. Geomorfología, geología y geotecnia

2.1 Geomorfología

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas en el área urbana y periurbana del distrito de Huaral con base en sus características físicas y los procesos que las han originado.

2.1.1 Pendientes

Este parámetro, expresado en grados, influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, mayor será la velocidad del agua de escorrentía, lo que no permite la infiltración del agua en el suelo.

Los rangos de pendiente del terreno fueron definidos bajo la siguiente clasificación (Tabla 3).

Tabla 3. Rango de clasificación de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTE (°)	CLASIFICACIÓN
<5	Muy Baja
5–20	Baja
20–35	Media
35–50	Inclinada
>50	Fuerte

La mayor parte del área urbana del distrito de Huaral se asienta sobre depósitos aluviales con pendientes de 20°. Hacia los extremos este, oeste y norte, el terreno corresponde a lomas y montañas, donde la pendiente incrementa entre 20° y 70° (Figura 3).

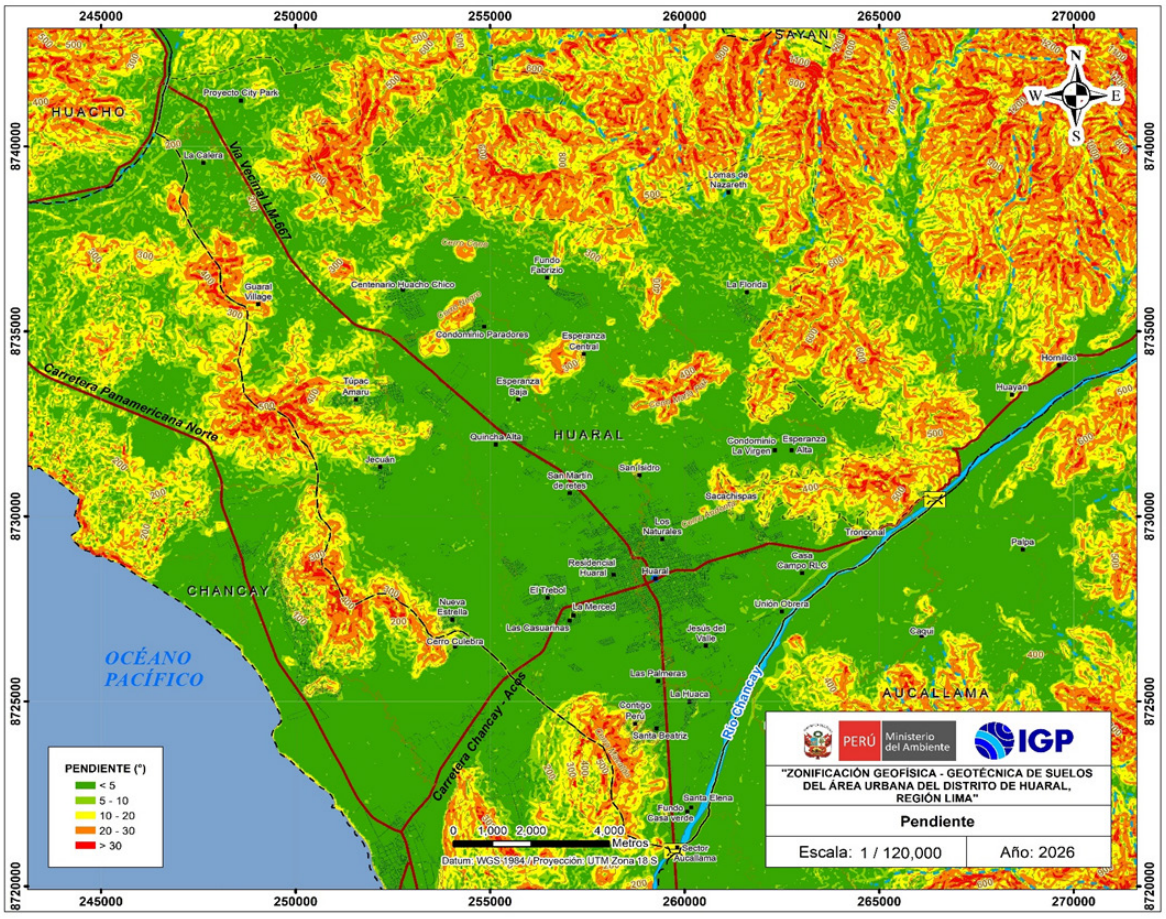


Figura 3. Mapa de pendientes del distrito de Huaral.

2.1.2 Unidades geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en Huaral (Figuras 4 y 5), con base en sus características físicas y en los procesos que las han originado, se describen a continuación:



Figura 4. Principales unidades geomorfológicas que circundan el área urbana del distrito de Huaral.



Figura 5. Lecho fluvial del río Chancay que bifurca el área de estudio.

- Colina

Se refiere a superficies elevadas, con base redondeada, producto de los procesos de denudación y depositación. Se caracterizan por presentar pendientes menores a 25° y alturas máximas de 200 m. Este tipo de geoforma se observa a 6 km y 10 km al oeste de la plaza de Armas de Huaral, así como en el extremo norte, a 9 km, en el sector conocido como cerro Cono.

- Loma

Se dispone en formas irregulares alargadas, con cimas redondeadas, producto de la denudación. Presenta pendientes menores a 30° y alturas entre 200 m y 300 m. Estas unidades se delimitan circundando el extremo este de Huaral; asimismo, en el sector Esperanza Baja, a 8 km al noroeste de la plaza de Huaral, se encuentra la loma conocida como cerro Negro de Granado.

- Llanura

El agua de escorrentía forma llanuras de inundación sobre las cuales se desarrollan las ciudades (modificado de Morisawa, 1968). En la zona de estudio, esta unidad es de origen fluvio-aluvial y se formó por la acción directa del río Chancay-Huaral, así como por los procesos denudativos que erosionaron, transportaron y depositaron grandes volúmenes de sedimentos. El resultado de estos procesos ha generado extensas áreas semiplanas con pendientes menores a 10°, consideradas en algunos casos como llanuras de inundación. Sobre esta geoforma se asienta el 90 % del área urbana.

- Montaña

Son geoformas que no superan los 500 m de altitud, conformadas en mayor porcentaje por rocas volcánicas de la Formación Casma. Las montañas presentan formas suaves, semiredondeadas y alargadas. Esta unidad se delimita hacia el extremo norte y noreste de la plaza de Armas de Huaral. Las rocas que conforman esta unidad se encuentran meteorizadas.

- Lecho fluvial

Es el canal excavado por el flujo de un río y los sedimentos que este transporta durante todo su desarrollo y evolución. Su morfología depende del caudal, la pendiente, el tamaño del sedimento y la erosividad del sustrato rocoso, de tal forma que exista un equilibrio entre la carga de sedimentos y su capacidad de transporte. El lecho fluvial del río Chancay-Huaral se encuentra en el extremo sureste de la zona urbana de Huaral; nace en el nevado Alcay y recibe el aporte de lagunas ubicadas al noroeste de la provincia de Canta. Se desplaza de noreste a suroeste, en un recorrido de 110 km; su ancho promedio llega a medir 200 m, donde se han depositado gran cantidad de materiales de origen fluvial, como gravas y arenas gruesas (INRENA, 1994). Esta unidad se delimita a 3 km al este de la plaza de Armas de Huaral.

Finalmente, en la Figura 6 se presenta el mapa de geomorfología del área urbana del distrito de Huaral, elaborado con la información recolectada en campo.

2.2 Geología local

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado con base en la información consolidada por el INGEMMET (Cobbing, 1973), a escala 1/100 000 (cuadrángulo geológico de Huaral hoja 23-l), versión actualizada, mientras que la geología local se ha desarrollado mediante el reconocimiento *in situ* a escala 1/15 000. Las principales unidades geológicas identificadas en Huaral (Figuras 7, 8 y 9) se describen a continuación:

- Formación Casma (Ki-ca)

Conformada por una serie volcánica de derrames de andesita masiva de grano fino. Esta litología aflora en las inmediaciones de la hacienda Huando, a 1.5 km al noreste del centro urbano de Huaral, constituyendo la loma conocida como cerro Andoma. En este cerro, y en el sector Sacachispas, el afloramiento rocoso se encuentra meteorizado y fracturado en un 90 % y 11 %, respectivamente, lo cual podría contribuir a la ocurrencia de movimientos en masa.

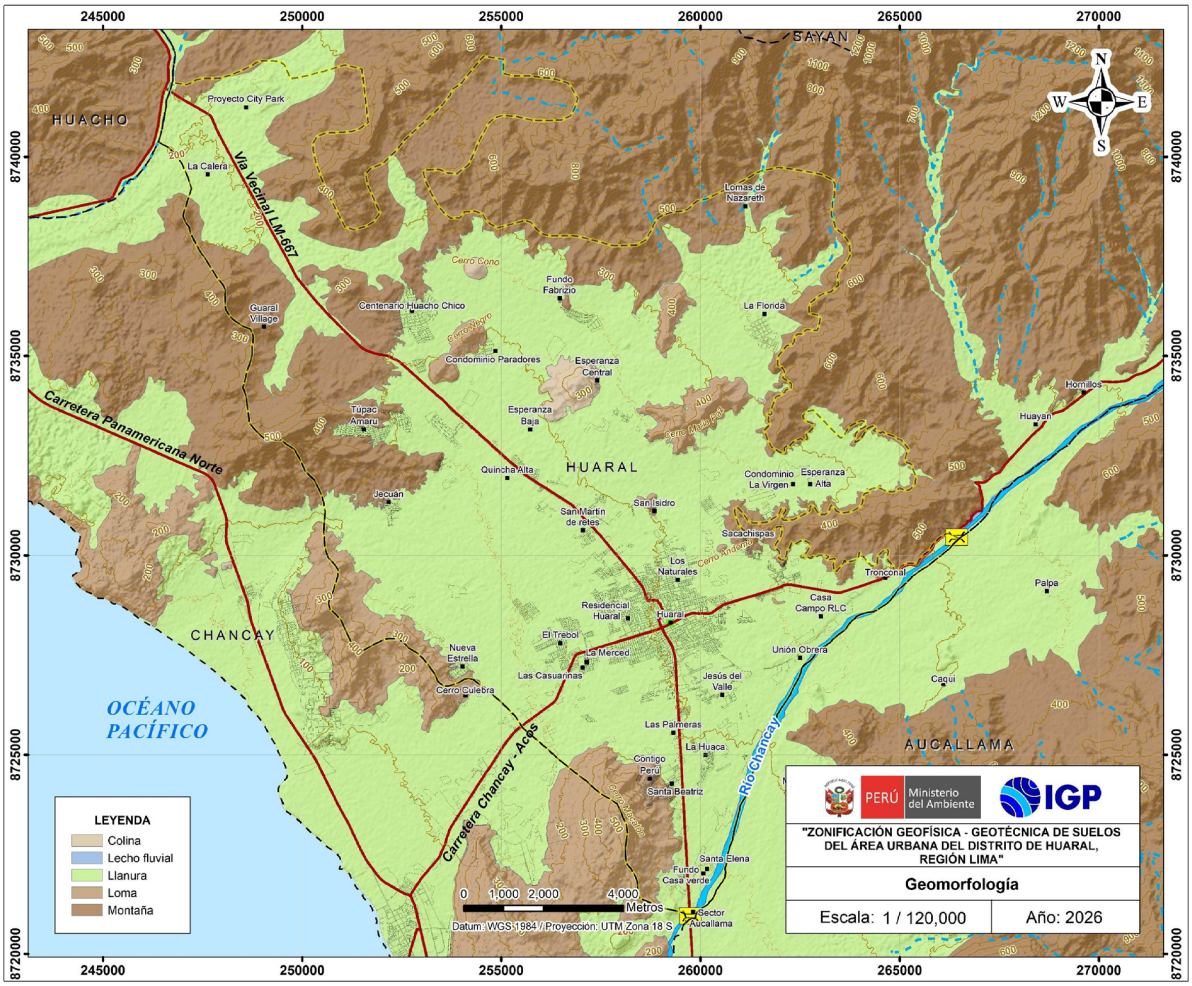


Figura 6. Mapa geomorfológico del área urbana de Huaral, donde la población se asienta principalmente en la llanura.

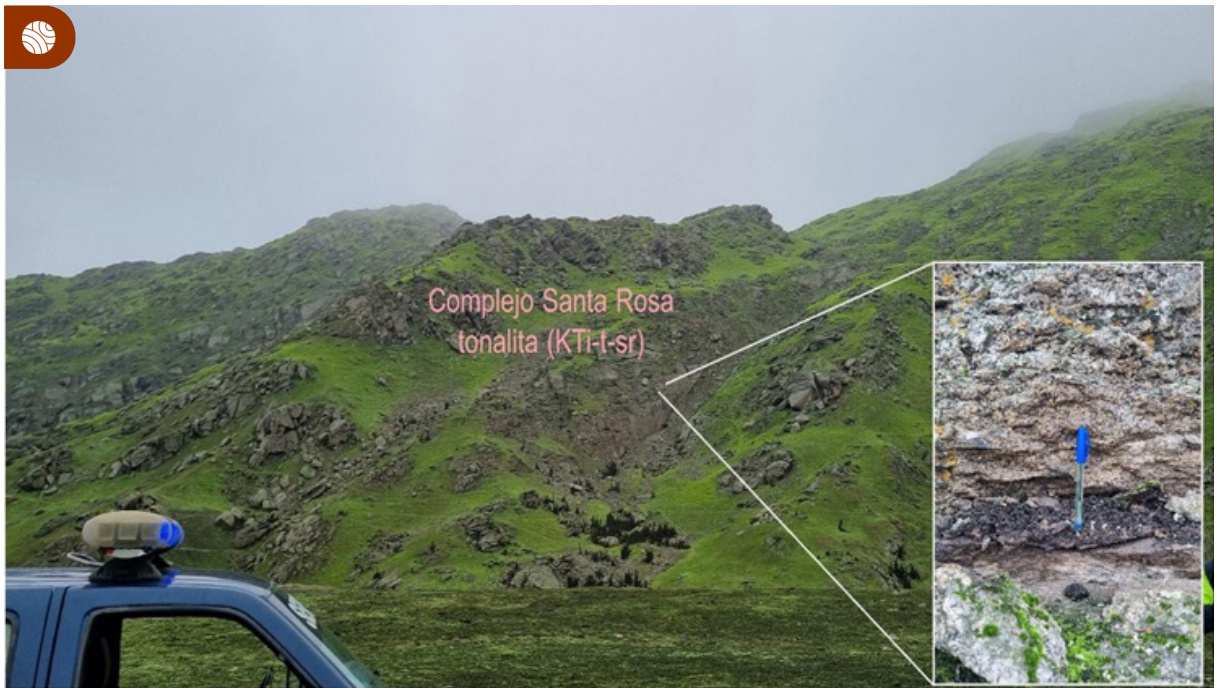


Figura 7. Afloramiento rocoso del complejo Santa Rosa (tonalita), en el sector Lomas de Nazareth.



Figura 8. Depósito fluvial a lo largo del lecho del río Chancay y afloramiento rocoso del complejo Santa Rosa.



Figura 9. Contacto del afloramiento rocoso de la Súper Unidad Patap (granodiorita) y los depósitos cuaternarios del tipo coluvio-aluvial (Qh-co-al) en el sector Caqui.

- Volcánico Calipuy (Kti-vca)

Constituida por lavas andesíticas, gabros y tonalitas. Los gabros (rocas de fuerte compactación) se encuentran conformando el cerro San Cristóbal y La Merced, mientras que las dioritas se encuentran en contacto con las tonalitas de la Formación Casma, aflorando al noreste de la ciudad de Huaral, en las inmediaciones de la hacienda Huando y a 3 km al noreste en el sector Sacachispas.

- Complejo Santa Rosa

Consiste en una secuencia de tonalitas que intruyeron a los volcánicos de la Formación Casma y a miembros del batolito de la Costa. En algunos sectores, la roca presenta un ligero metamorfismo y evidencia de contaminación de gabros. El afloramiento rocoso se encuentra altamente meteorizado en el sector Lomas de Nazareth, a 10 km al norte de la plaza de Armas de Huaral. Asimismo, en el cerro Andoma, el afloramiento rocoso se encuentra meteorizado y fracturado en aproximadamente un 95 %, lo cual podría contribuir a la ocurrencia de movimientos en masa.

- Depósitos cuaternarios

Representan a los materiales de cobertura volcánica, coluvial, fluvial y aluvial, provenientes de la erosión de montañas, lomas y colinas.

- Depósito aluvial (Qh-al)

Consiste en materiales heterogéneos de origen aluvial, tales como clastos de roca, gravas, arenas y limos. El distrito de Huaral se encuentra establecido, predominantemente, en este depósito aluvial. Está constituido por gravas subredondeadas en matriz areno-limosa, bloques de 20 cm, 30 cm y 40 cm de diámetro, no consolidados y que conforman la llanura.

- Depósito coluvial (Qh-cl)

Conformados por clastos angulosos erosionados y distribuidos en las laderas de los cerros circundantes a la hacienda Huando.

- Depósito coluvio-aluvial (Qh-cl-al)

Conformado por clastos angulosos a subredondeados producto de la alteración de suelos y rocas, depositados en los cauces de quebradas y en las laderas. Estos depósitos están presentes en los extremos noroeste y suroeste del distrito de Huaral, cubriendo las laderas de las lomas y montañas ubicadas en el sector Caqui.

- Depósito fluvial (Q-fl)

Está constituido por conglomerados compuestos por gravas de origen intrusivo y volcánico en una matriz arenosa, y en menor porcentaje por limos y arcillas. Estos depósitos son importantes porque contribuyen a la formación del acuífero que permite el desarrollo de los valles y de la actividad agrícola en la zona. Se encuentran presentes a lo largo del lecho fluvial del río Chancay.

- Depósito eólico

Conformado por arenas producto de la alteración de suelos y rocas, trasladados y depositados por acción del viento sobre el relieve. Están presentes en los extremos noroeste y suroeste del distrito de Huaral, cubriendo las laderas de las lomas y montañas.

- Depósito marino

Estos depósitos están conformados por arenas finas presentes en la zona costera, desde el puerto Chancay hasta la zona de playas (Calichera y Río Seco), y sobre una longitud de 15 km, aproximadamente.

Finalmente, en la Figura 10 se presenta el mapa de geología del área urbana y periurbana de Huaral elaborado con la información recolectada en campo.

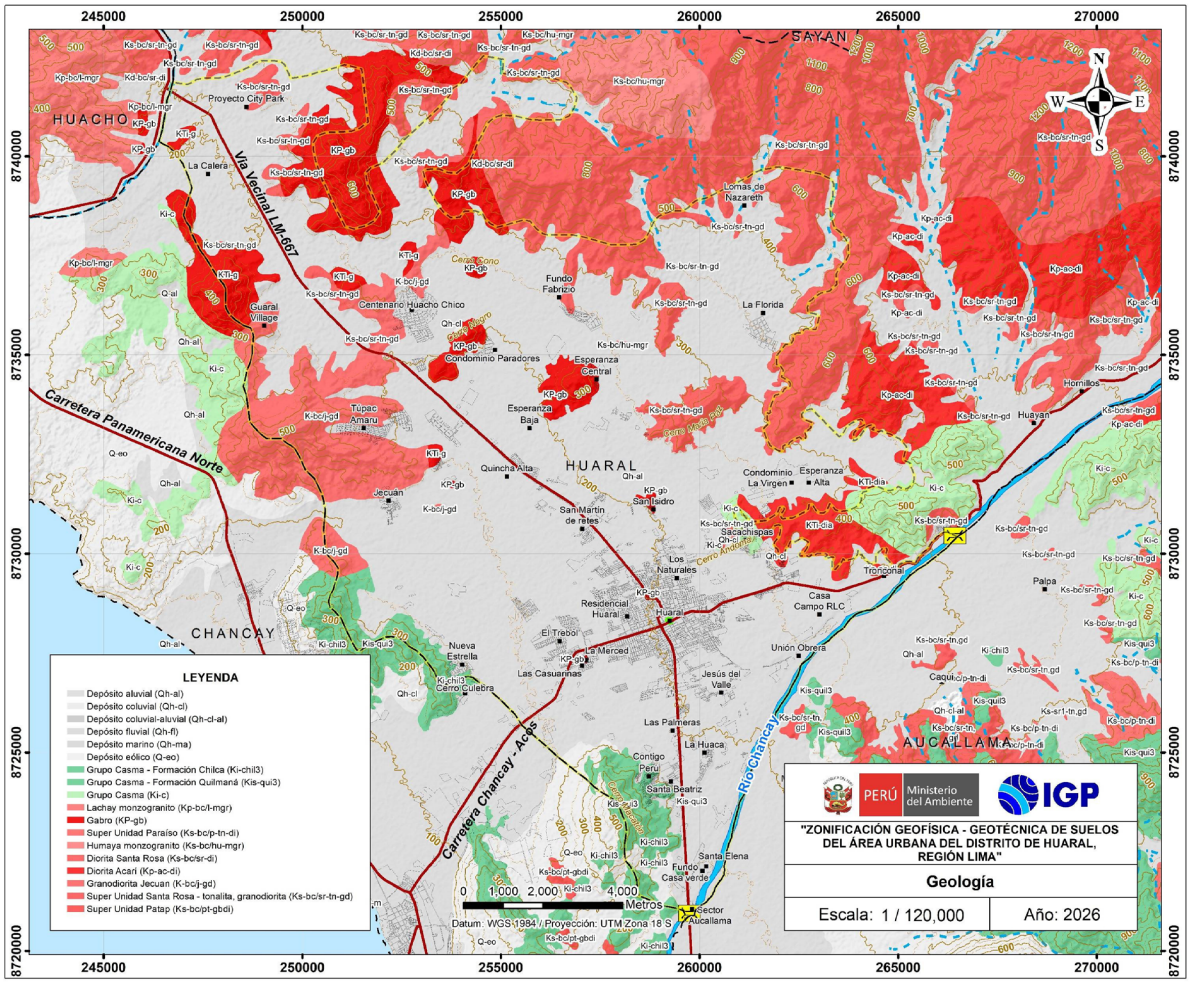


Figura 10. Mapa geológico del distrito de Huaral.

2.3 Geodinámica superficial

La geodinámica estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre producto de la interacción de procesos geológicos (internos y externos). Estos procesos producen cambios físicos, químicos y morfológicos que alteran y modifican el relieve actual.

- Movimientos en masa

Son movimientos que, por efecto de la gravedad, trasladan laderas abajo, rocas, detritos o tierras (Cruden, 1991). Para la clasificación de los movimientos en masa se elaboraron las tablas propuestas por Varnes (1978) y Hutchinson (1968, 1988) que consideran el tipo de movimiento (cinco clases: caídas, volcamientos, deslizamientos, flujos y propagación lateral) y el tipo de material involucrado (rocas y suelos). El trabajo de campo realizado en la ciudad de Huaral y alrededores ha permitido identificar flujos de detritos y áreas predispuestas a la caída de rocas (Figuras 11, 12, 13, 14 y 15).



Figura 11. Flujos de detritos en el sector Proyecto City Park, al oeste de la plaza de Armas de Huaral.



Figura 12. Flujos de detritos suscitados a 9 km al noroeste de la plaza de Armas de Huaral, que contribuyen con las inundaciones aguas abajo.



Figura 13. Zona susceptible a caída de rocas debido a la presencia de bloques suspendidos en la ladera de la loma; en la parte baja se asienta el centro poblado Nueva Estrella.



Figura 14. Afloramiento rocoso meteorizado en la parte superior del cerro Nueva Estrella.



Figura 15. Afloramiento rocoso meteorizado en la parte superior del cerro Andoma, susceptible a caída de rocas.

• Flujos de detritos

Son desplazamientos de una mezcla de agua, lodo y bloques de roca de diferentes dimensiones que se movilizan a gran velocidad a través de quebradas. Se comportan como una mezcla turbulenta de agua, sedimentos y fragmentos de roca que se mueve como un fluido viscoso a través de un canal o ladera. Se caracterizan por una alta concentración de sedimentos (hasta 60 % en volumen) que se desplazan a una velocidad que puede variar desde unos pocos metros por segundo hasta varios metros por segundo, con una capacidad para transportar grandes bloques de roca (Pierson, 2005).

El factor detonante para la ocurrencia de los flujos de detritos fue el evento El Niño del año 2017. Del área de estudio, que abarca 20 788 ha, solo en 1331 ha (7 %) se han registrado flujos de detritos, y únicamente 0.30 ha presentado susceptibilidad a este tipo de procesos. Las áreas afectadas se encuentran en el extremo noroeste, hacia los sectores del Proyecto City Park y las viviendas de Centenario Huacho Chico.

Asimismo, es importante resaltar que, a 9 km al noreste de la plaza de Armas de Huaral, se producen flujos de detritos. En 2023, como consecuencia del ciclón Yaku, en el sector San Miguel se suscitó un flujo de detritos que causó pérdidas económicas considerables. Estos flujos de detritos desembocan en el río Chancay y, en consecuencia, contribuyen al incremento del nivel del agua, lo que puede originar inundaciones en la parte baja del valle (aguas abajo).

Al noreste, en el sector Huayan, el flujo de detritos ocurrido en el año 2017 debido al evento El Niño alcanzó alturas entre 1 m y 1.20 m, afectando carreteras y canales de riego a través de los cuales el flujo se extendió hacia el pueblo de Huayan y destruyó instituciones como colegios, iglesia y el campo deportivo.

En el centro poblado Cuyo, los flujos de detritos ocurridos en 2017 y 2023 afectaron la vía de comunicación Huaral-Santo Domingo y una institución educativa. En el sector La Mina, el flujo de detritos alcanzó entre 20 cm y 30 cm de altura y afectó terrenos de cultivo. En el sector Portillo, el flujo de detritos ocurrido en 2023 alcanzó 1 m de altura y también afectó terrenos de cultivo. En el sector Hornillos, el flujo de detritos del año 2023 alcanzó alturas entre 40 cm y 50 cm y afectó terrenos de cultivo.

• Caída de rocas

Es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera sin que ocurra un desplazamiento cortante apreciable a lo largo de la superficie de separación. Una vez desprendido, el material cae y se desplaza principalmente por el aire, pudiendo golpear, rebotar o rodar sobre la ladera. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido.

El distrito de Huaral se asienta sobre una llanura; sin embargo, el proceso de expansión urbana se desarrolla sobre las laderas de lomas y montañas. En estas geoformas, la intervención antrópica (corte de talud) afecta la estabilidad de la roca y favorece la meteorización. Ante un factor detonante, como el sismo, estas áreas son susceptibles a experimentar caída de rocas. En el área de estudio, las zonas con predisposición a este evento están presentes en los sectores Proyecto City Park, Centenario Huacho Chico, a 1 km al este de Centenario Huacho Chico, en la carretera que comunica Palpa-Huaral-Huayan (a 1 km al noreste del puente Rojo), en el centro poblado Nueva Estrella y en el cerro Culebra, donde el afloramiento rocoso se encuentra meteorizado con presencia de material suspendido sobre la ladera. En el centro poblado San Isidro, la loma está constituida por rocas del tipo gabro meteorizado o fracturado debido a la actividad antrópica.

• Inundación

Son causadas por el desborde del flujo hídrico de régimen regular o irregular en épocas de precipitaciones extremas. De acuerdo con la información proporcionada por los pobladores, en el año 2023, y como consecuencia del ciclón Yaku, se produjo el desborde en ambas márgenes del río Chancay, lo que afectó áreas de cultivo situadas en los sectores Troncal y Unión Obrera. Asimismo, se erosionaron las bases del puente que conecta el centro poblado Pueblo Libre con Palpa y Aucallama (Figura 16).

Finalmente, en la Figura 17 se presenta el mapa de geodinámica del distrito de Huaral, elaborado con la información recolectada en campo.

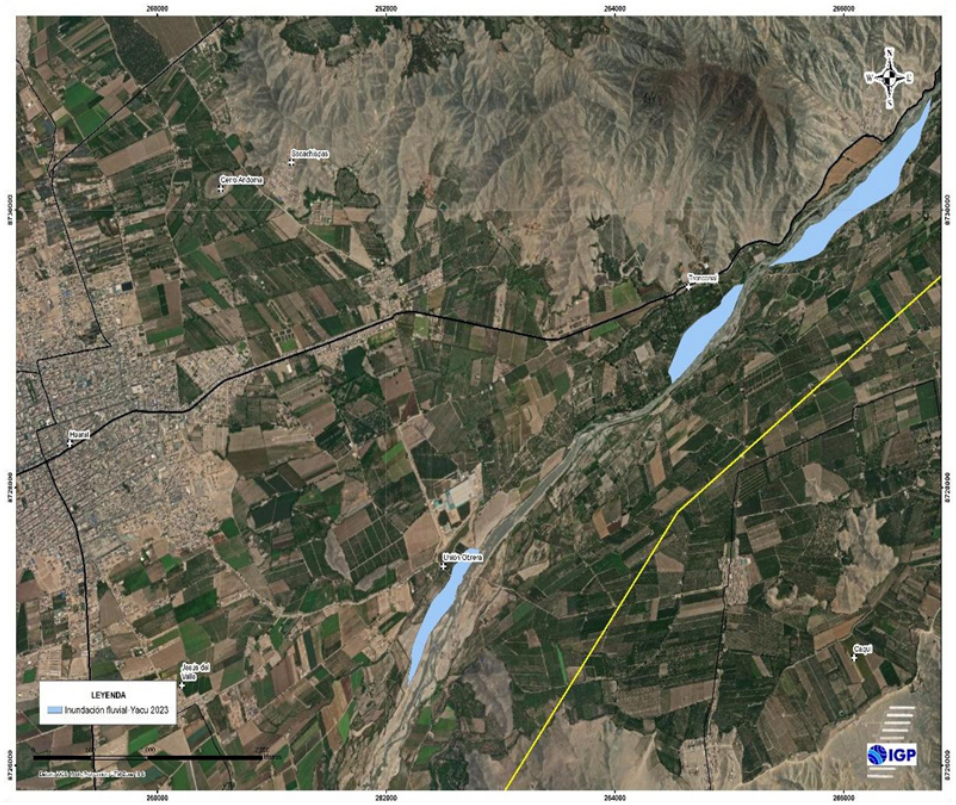


Figura 16. Zonas afectadas por inundación debido al desborde del río Chancay en 2023, delimitadas con base en información proporcionada por los pobladores del lugar.

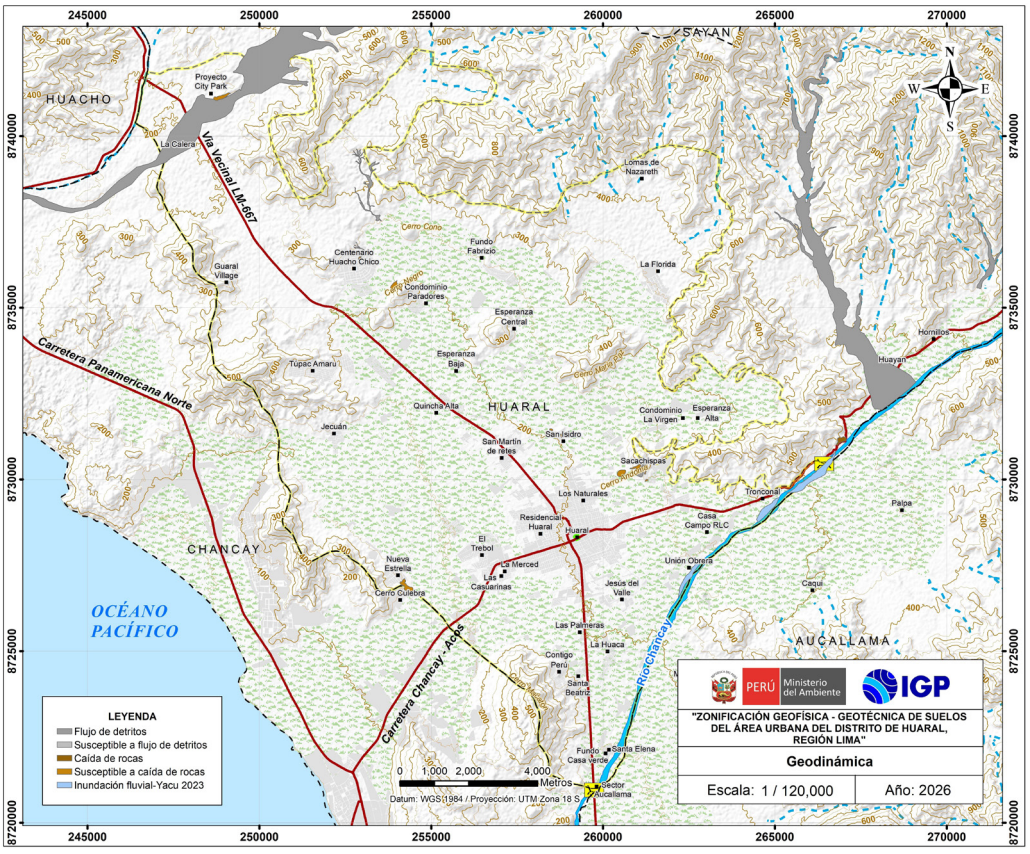


Figura 17. Mapa geodinámico del distrito de Huaral.

2.4 Aspectos geotécnicos

Con la finalidad de obtener la información geotécnica de los suelos de cimentación en el área urbana de Huaral, se ejecutaron, en coordinación con la municipalidad, exploraciones a cielo abierto (calicatas) y cortes directos para la clasificación de suelos (SUCS), con el objetivo de estimar la capacidad de carga portante de los suelos.

Para el análisis geotécnico, se realizaron en Huaral 18 calicatas, 18 posteos y 14 ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), cuya distribución espacial se indica en la Figura 18. Las muestras extraídas se analizaron en el laboratorio de mecánica de suelos, con la finalidad de determinar la composición granulométrica, plasticidad, corte directo y realizar el cálculo de la capacidad portante de los suelos de cimentación.

- Exploraciones a cielo abierto (calicatas, norma ASTM 420)

En el área de estudio se realizaron 18 calicatas con profundidades de exploración de hasta 3.30 m, extrayéndose muestras en bolsas herméticas con capacidad de 5 kg. Las características físicas de las calicatas se muestran en la Tabla 4. La exploración geotécnica ha permitido identificar suelos conformados por relleno, arenas limosas, arenas arcillosas, gravas y arenas mal gradadas.

- Exploraciones con posteadora manual

Se realizaron sondeos exploratorios (perforaciones) en suelos blandos (arcillas y arenas) hasta una profundidad de 5 m a 6 m. En cada uno de los ensayos se llevó a cabo una detallada descripción de los tipos de suelos encontrados y el contenido de humedad que presenta. La ubicación de los posteos y los resultados se muestran en la Tabla 5, mientras que el registro de perforaciones se describe en el Anexo 1.

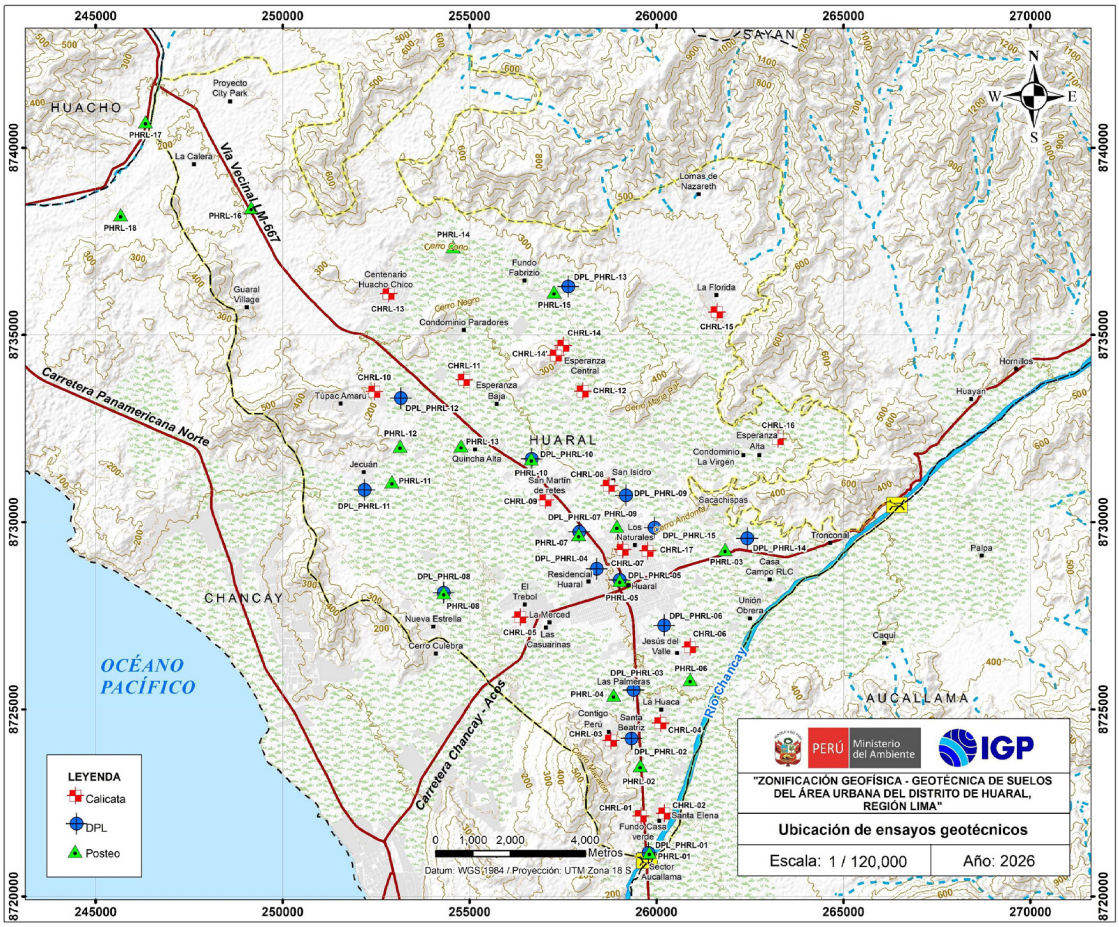


Figura 18. Mapa de ubicación de ensayos geotécnicos.

Tabla 4. Ubicación de calicatas.

CALICATA	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m s. n. m.)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)			
CHRL-01	259583	8356146	150	2.00	2.00
CHRL-02	260214	8722221	132	1.60	1.50
CHRL-03	258785	8724162	120	3.00	N. P.
CHRL-04	260108	8724632	178	2.70	N. P.
CHRL-05	256358	8727462	150	2.70	N. P.
CHRL-06	260904	8726663	203	3.00	N. P.
CHRL-07	259098	8729265	192	3.00	N. P.
CHRL-08	258731	8730973	169	1.50	N. P.
CHRL-09	257034	8730587	171	3.20	N. P.
CHRL-10	252460	8733483	182	3.00	N. P.
CHRL-11	254853	8733798	166	3.00	N. P.
CHRL-12	258029	8733486	231	3.20	N. P.
CHRL-13	252841	8736100	214	3.20	N. P.
CHRL-14	257513	8734712	226	3.30	N. P.
CHRL-14A	257315	8734446	226	1.80	N. P.
CHRL-15	261618	8735606	339	3.00	N. P.
CHRL-16	263250	8732226	283	3.20	N. P.
CHRL-17	259767	8723232	209	3.00	N. P.

Donde: N. P. = No presenta

Tabla 5. Ubicación de posteos y clasificación de suelos SUCS.

POSTEO	COORDENADAS		ELEVACIÓN (m s. n. m.)	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELO	NIVEL FREÁTICO (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)				
PHRL-01	259802	8721182	125	1.10	SP	N. P.
PHRL-02	259567	8723498	166	1.80	SP	N. P.
PHRL-03	261839	8729275	236	0.50	GP	N. P.
PHRL-04	258856	8725383	186	2.00	SP	N. P.
PHRL-05	259018	8728446	194	0.50	SP	N. P.
PHRL-06	260904	8725799	194	1.50	CL	N. P.
PHRL-07	257923	8729672	180	0.70	SP	N. P.
PHRL-08	254311	8728116	139	0.70	SP	N. P.
PHRL-09	258943	8729894	194	0.95	GP	N. P.
PHRL-10	256653	8731691	162	1.70	SC	N. P.
PHRL-11	252924	8731081	123	1.90	SP	1.80
PHRL-12	253143	8732030	137	0.50	GP	N. P.
PHRL-13	254773	8732039	148	1.60	GP	N. P.
PHRL-14	254562	8737350	237	1.20	SC-SM	N. P.
PHRL-15	257264	8736151	242	1.70	SP	N. P.
PHRL-16	249165	8738403	182	1.00	SP	N. P.
PHRL-17	246336	8740693	161	1.40	SP	N. P.
PHRL-18	245668	8732811	135	0.70	SP	N. P.

Donde: N. P. = No presenta

• Ensayo de penetración dinámica ligera-DPL (Norma DIN 4094)

El DPL es un procedimiento mediante el cual se contabiliza y registra "N", que corresponde al número de golpes aplicados al suelo por un martillo de 10 kg. Este martillo se deja caer por gravedad desde una altura de 0.50 m, medida desde la parte superior del tambor de acero, para lograr la penetración del terreno en tramos de 10 cm a través de una punta cónica de 60° ubicada en el extremo inferior del equipo. Este ensayo permite estimar el ángulo de fricción de suelos específicos y, mediante fórmulas empíricas, calcular la capacidad portante (resistencia al corte) de los suelos en kg/cm^2, además de proporcionar información sobre su grado de compacidad.

En la Tabla 6 se indica la ubicación de los DPL realizados en el área de estudio, el número de golpes y el ángulo de fricción interna calculado con base en los parámetros de compacidad (correlación del valor de N) establecidos por Terzaghi y Peck (1948), así como la densidad relativa según la fórmula de Meyerhof (1956).

La ficha del ensayo se adjunta en el Anexo 1 de Geotecnia, y el mapa de ubicación de ensayos geotécnicos del área de estudio se presenta en la Figura 18.

$$\Phi = 25° + 0.15 * Dr$$

Donde:

Φ = Ángulo de fricción interna
Dr = Densidad relativa

Según los parámetros obtenidos, se establece que en los ensayos (DPL_HRL-01, DPL_HRL-04, DPL_HRL-06, DPL_HRL-07, DPL_HRL-13 y DPL_HRL-15) se alcanzó una profundidad de entre 0.30 m y 0.80 m, debido a que el suelo ofreció resistencia a la varilla o se alcanzaron los 45 golpes. Esto sugiere que probablemente se trate de un suelo constituido por gravas.

Cabe recalcar que los ensayos se realizaron considerando una profundidad de cimentación superficial de 1.50 m, establecida en la norma técnica peruana E.050.

Tabla 6. Ubicación de ensayos de penetración dinámica ligera (DPL) y parámetros obtenidos.

CÓDIGO DE DPL	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m s. n. m.)	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES	Φ
	Este (m)	Norte (m)				
DPL_HRL-01	259786	8721168	215	1.50	11	32.4
DPL_HRL-02	259335	8724223	185	1.70	20	27.0
DPL_HRL-03	259387	8725517	188	2.50	20	23.3
DPL_HRL-04	258405	8728758	185	0.80	45	32.6
DPL_HRL-05	259017	8728457	199	1.30	45	27.5
DPL_HRL-06	260204	8727244	209	0.50	15	29.6
DPL_HRL-07	257936	8729743	176	0.30	2	26.0
DPL_HRL-08	254311	8728116	139	2.50	26	24.5
DPL_HRL-09	259186	8730717	193	2.60	45	32.6
DPL_HRL-10	256662	8731689	175	1.80	45	36.2
DPL_HRL-11	252193	8730862	119	2.70	20	30.8
DPL_HRL-12	253163	8733309	158	1.10	45	29.0
DPL_HRL-13	259948	8729852	215	0.70	45	27.5
DPL_HRL-14	262429	8729571	250	1.50	35	33.1

2.4.1 Clasificación de suelos SUCS

Con base en la información recolectada de las calicatas y los resultados de los ensayos granulométricos, plasticidad y haciendo uso del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se identifican los siguientes tipos de suelo (Figura 19):

- **Suelo tipo GW**

Corresponde a una grava bien graduada con arena y con contenido de humedad del 2 %; se constituyen como suelos de compacidad alta. Según el IGP (2016), este tipo de suelos está presente en el centro urbano de Huaral y en la calicata CHRL-04, ubicada en el sector La Huaca. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 1 % del área de estudio.

- **Suelo tipo GP**

Corresponde a gravas mal graduadas con un contenido de humedad menor al 3 %. Presentan permeabilidad de media a alta, son suelos compactos que no presentan plasticidad. Según el IGP (2016), están presentes en los sectores El Trébol, Esquivel, Las Casuarinas, asociación de vivienda Manuel Seoane, estadio Municipal, San Antonio, Victoria Alta, urbanización Lino Cahuas, A. H. José Carlos Mariátegui, A. H. La Merced, urbanización Aparicio Hermanos, Lotizadora Matta y Los Naturales. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 2 % del área de estudio.

- **Suelo tipo GP-GM**

Corresponde a grava mal graduada con limo y con valores de humedad de 1.9 % y 2.5 %,

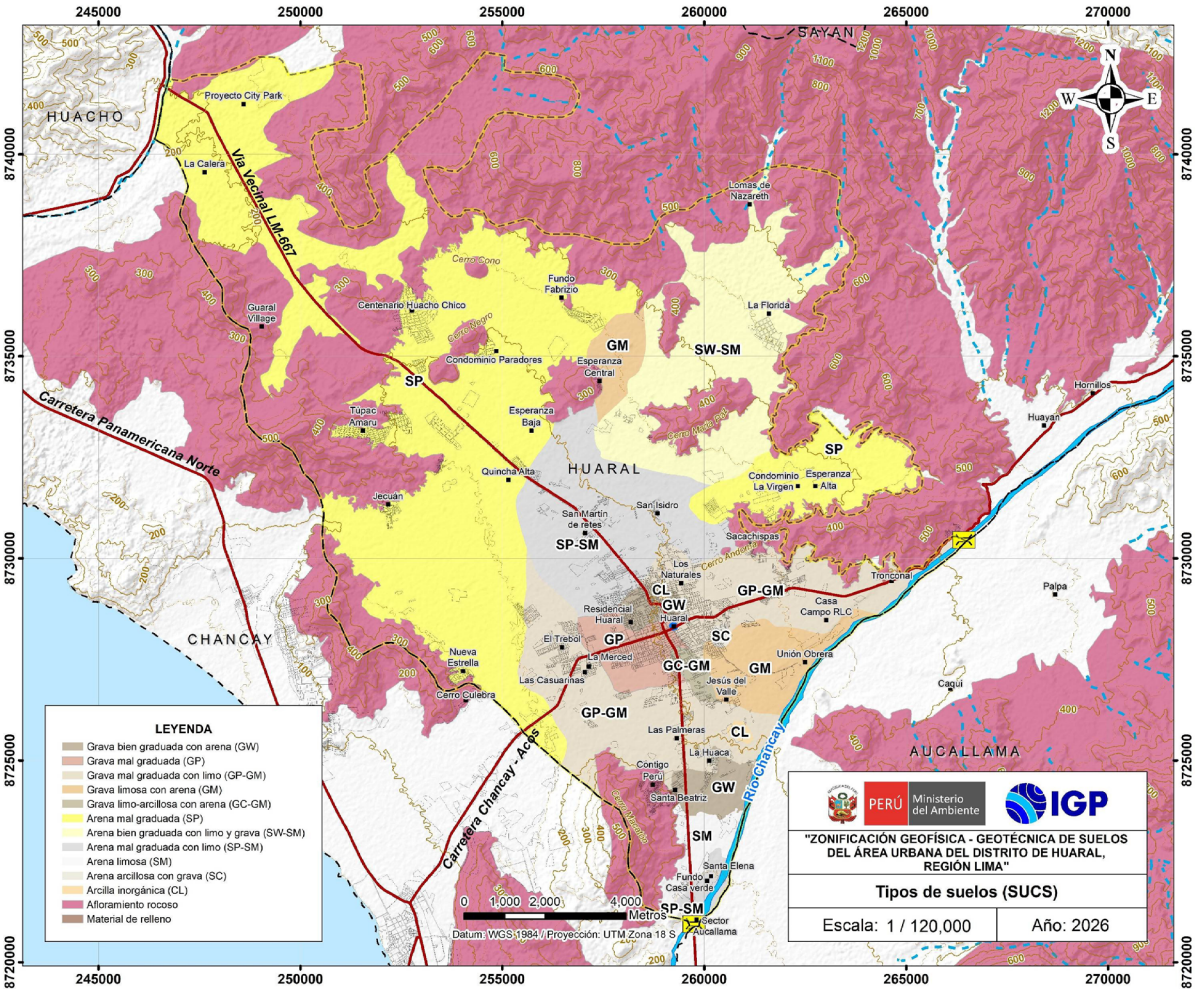


Figura 19. Mapa de clasificación de suelos SUCS de Huaral.

constituyendo suelos de compacidad media. Se encuentran en las calicatas CHRL-05, CHRL-07 y CHRL-17, presentes en la urbanización Las Casuarinas y en el cercado de Huaral. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 11 % del área de estudio.

• Suelo tipo GM

Corresponde a grava limosa con arena y con contenido de humedad entre 2.4 % y 6.9 %, asociada a suelos de compacidad media. Se identificó en las calicatas CHRL-06 y CHRL-14, ubicadas en los sectores Valle del Jesús y Esperanza. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 1 % del área de estudio.

• Suelo tipo GC-GM

Corresponde a una grava limo-arcillosa con arena y sin humedad. Se identificó en el estudio realizado por la Municipalidad Provincial de Huaral (2024), en el camino viejo a Jesús del Valle. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 4 % del área de estudio.

• Suelo tipo SP

Corresponde a una arena mal graduada con grava y con contenidos de humedad entre 0.6 % y 4.7 %, constituyendo suelos de compacidad suelta. Se encuentran en las calicatas CHRL-09 (1.50 m a 3.20 m de profundidad), CHRL-10, CHRL-12 (1.60 m a 3.20 m de profundidad) y CHRL-16, ubicadas en los centros poblados Retes y Túpac Amaru, así como en los sectores El Manantial y Esperanza Alta. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 33 % del área de estudio.

• Suelo tipo SW-SM

Corresponde a una arena bien graduada con limos y grava, con contenidos de humedad de 0.7 % a 2.0 %, constituyendo suelos de compacidad media. Se identificó en las calicatas CHRL-12 (hasta 1.60 m de profundidad) y CHRL-15, ubicadas en el centro poblado Retes y sector La Florida. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 9 % del área de estudio.

• Suelo tipo SP-SM

Corresponde a una arena mal graduada con limos y con contenidos de humedad entre 0.8 % y 12.4 %, asociada a suelos de compacidad suelta a media. Está presente en las calicatas CHRL-02, CHRL-08 y CHRL-09 (hasta 1.50 m de profundidad), ubicadas en los sectores Santa Elena, San Gabriel y en el centro poblado Retes. En Santa Elena se evidenció la presencia de un nivel freático a 1.50 m de profundidad. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 9 % del área de estudio.

• Suelo tipo SM

Corresponde a una arena limosa con contenido de humedad de 18.7 %, constituyendo suelos de compacidad suelta. Está presente en la calicata CHRL-01 del sector Santa Elena, donde se registró un nivel freático a 2 m de profundidad. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 1 % del área de estudio.

• Suelo tipo SC

Corresponde a una arena arcillosa con un contenido de humedad mayor al 15 %, lo que sugiere una permeabilidad baja. Se presentan inconsolidados o sueltos y con plasticidad media. Según el IGP (2016), está presente en la urbanización Valle Hermoso. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 1 % del área de estudio.

• Suelo tipo CL

Corresponde a una arcilla inorgánica con alta humedad y una resistencia a la compresión simple de 30.61 kg/cm^2. Este suelo fue delimitado en el estudio de Mena (2018), en la calle Morales Bermúdez, en las coordenadas X: 258931.00, Y: 8729193.00. Este tipo de suelo abarcaría aproximadamente el 1 % del área de estudio.

En un área total de 20 788 ha, los suelos ocupan 14 515 ha y el afloramiento rocoso abarca 6273 ha. Además de los once tipos de suelos, se han reconocido dos áreas de acumulación de material. En la Tabla 7 se presenta la clasificación SUCS.

Tabla 7. Clasificación SUCS de los suelos de Huaral.

CALICATA	PROF. (m)	PRESENCIA DE AGUA		CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN
		NIVEL FREÁTICO (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
CHRL-01	2.00	2.00	18.7	SM	Arena limosa
CHRL-02	1.60	1.50	12.4	SP-SM	Arena mal graduada con limo y grava
CHRL-03	3.00	Material de relleno			
CHRL-04	2.70	N. P.	2.3	GW	Grava bien graduada con arena
CHRL-05	2.70	N. P.	2.1	GP-GM	Grava mal graduada con limo y arena
CHRL-06	3.00	N. P.	6.9	GM	Grava limosa con arena
CHRL-07	3.00	N. P.	1.9	GP-GM	Grava mal graduada con limo y arena
CHRL-08	1.50	N. P.	4.2	SP-SM	Arena mal graduada con limo
CHRL-09	1.50	N. P.	0.8	SP-SM	Arena mal graduada con limo
	3.20	N. P.	1.0	SP	Arena mal graduada
CHRL-10	3.00	N. P.	4.7	SP	Arena mal graduada
CHRL-11	3.00	N. P.	1.2	SP	Arena mal graduada
CHRL-12	1.60	N. P.	1.8	SW-SM	Arena bien graduada con limo
	3.20	N. P.	2.0	SP	Arena mal graduada
CHRL-13	3.20	N. P.	0.6	SP	Arena mal graduada
CHRL-14	3.30	N. P.	2.4	GM	Grava limosa con arena
CHRL-14A	1.80	N. P.	ROCA		
CHRL-15	1.50	N. P.	0.7	SW-SM	Arena bien graduada con limo
CHRL-16	3.20	N. P.	1.5	SP	Arena mal graduada
CHRL-17	3.00	N. P.	2.5	GP-GM	Grava mal graduada con limo y grava

Donde: N. P. = No presenta

- Material de relleno

Está constituido por residuos sólidos y desmontes, en algunos casos provenientes de zonas de canteras y de voladuras de cerros, depositados con el fin de rellenar y nivelar el terreno. No presenta compactación. En Huaral existen dos áreas principales: la primera corresponde a un depósito originado por la voladura del cerro Macatón, actualmente utilizado como acceso. Este material está presente en la calicata CHRL-03, ubicada a 750 m al sureste del complejo arqueológico cerro Macatón, y abarca 2.35 ha. La segunda área comprende materiales como bloques y clastos de rocas con arena, sin adecuada compactación, que sirven como cimiento de algunas viviendas del sector Sacachispas (0.36 ha). La suma de ambas áreas representa menos del 1 % del área de estudio (Figuras 20 y 21).



Figura 20. Vivienda asentada sobre material de relleno o bloques de roca sin compactación en el sector Sacachispas, delimitada por el polígono de color blanco. Se resalta la presencia de afloramientos de roca a 1 m de profundidad.



Figura 21. Viviendas asentadas sobre material de relleno en la parte baja del cerro Macatón.

2.4.2 Capacidad de carga de suelos

Con base en la información recolectada de las calicatas y los resultados de los ensayos de corte directo, se determina la capacidad de carga portante.

- **Ensayo de corte directo (norma ASTM D-3080)**

La finalidad del ensayo de corte directo es determinar la resistencia al esfuerzo de corte de una muestra de suelo sometida a fatigas o deformaciones (esfuerzos verticales y horizontales) que simulan las condiciones que existen o existirán en el terreno debido a la aplicación de cargas.

La resistencia al corte de los suelos se debe a dos componentes: la cohesión (comportamiento plástico que presentan las partículas finas) y el ángulo de fricción interna (rozamiento que existe entre las partículas granulares).

Los valores finales de la capacidad portante de los suelos de Huaral se basan en los resultados de laboratorio de Mecánica de Suelos (Anexo 1, Geotecnia-Resultados de Laboratorio), corroborados con datos teóricos de los parámetros de ángulo de fricción y cohesión de Terzaghi, así como con la información de los ensayos de DPL realizados en campo. Para el cálculo se emplearon las fórmulas de falla general o local, según el tipo de suelo. Los resultados de capacidad portante correspondientes a 18 muestras de suelos extraídos en campo se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Capacidad de carga de los suelos de Huaral.

MUESTRA	CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (kg/cm^2)	CAPACIDAD DE CARGA PORTANTE (kg/cm^2)	FALLA DE CORTE
CHRL-01	4.70	1.18	Falla General
CHRL-02	6.55	2.14	Falla General
CHRL-04	17.44	5.81	Falla General
CHRL-05	16.63	5.54	Falla General
CHRL-06	10.50	3.50	Falla General
CHRL-07	13.98	4.66	Falla General
CHRL-08	7.50	2.50	Falla General
CHRL-09 (1.50 m)	5.35	1.78	Falla General
CHRL-09 (3.20 m)	5.83	1.94	Falla General
CHRL-10	9.89	3.30	Falla General
CHRL-11	6.98	2.33	Falla General
CHRL-12 (1.60 m)	9.06	3.02	Falla General
CHRL-12 (3.20 m)	8.80	2.93	Falla General
CHRL-13	8.09	2.70	Falla General
CHRL-14	10.98	3.66	Falla General
CHRL-15	6.17	2.06	Falla General
CHRL-16	7.45	2.48	Falla General
CHRL-17	17.07	5.69	Falla General
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.50 m. Ancho: 1.50 m		

Según los valores del ángulo de fricción corregido a partir del "N" obtenido mediante la correlación entre el "N" del DPL en función al "N" del SPT, así como los datos de cohesión de los suelos obtenidos mediante el corte directo realizado en el laboratorio de Mecánica de Suelos, se determinaron las capacidades portantes de los suelos investigados. El cálculo se efectuó para los DPL que alcanzaron una profundidad de cimentación de 1.50 m (Tabla 9).

De acuerdo con los resultados, los suelos de la ciudad de Huaral y áreas periféricas han sido clasificados de la siguiente manera (Figura 22).

Tabla 9. Capacidad de carga portante (criterio de falla general y local) con base en el ángulo de fricción corregido a partir del N del DPL vs. SPT y cohesión obtenida del ensayo de corte directo.

CÓDIGO DE DPL	CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (kg/cm²)	CAPACIDAD DE CARGA PORTANTE (kg/cm²)	FALLA DE CORTE
DPL_HRL-01	9.75	3.25	Falla General
DPL_HRL-02	9.34	3.11	Falla General
DPL_HRL-03	6.30	2.10	Falla General
DPL_HRL-08	3.51	1.17	Falla General
DPL_HRL-09	2.18	0.73	Falla General
DPL_HRL-10	11.20	3.73	Falla General
DPL_HRL-11	5.60	1.87	Falla General
DPL_HRL-14	14.44	4.81	Falla General
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.50 m. Ancho:1.50 m		

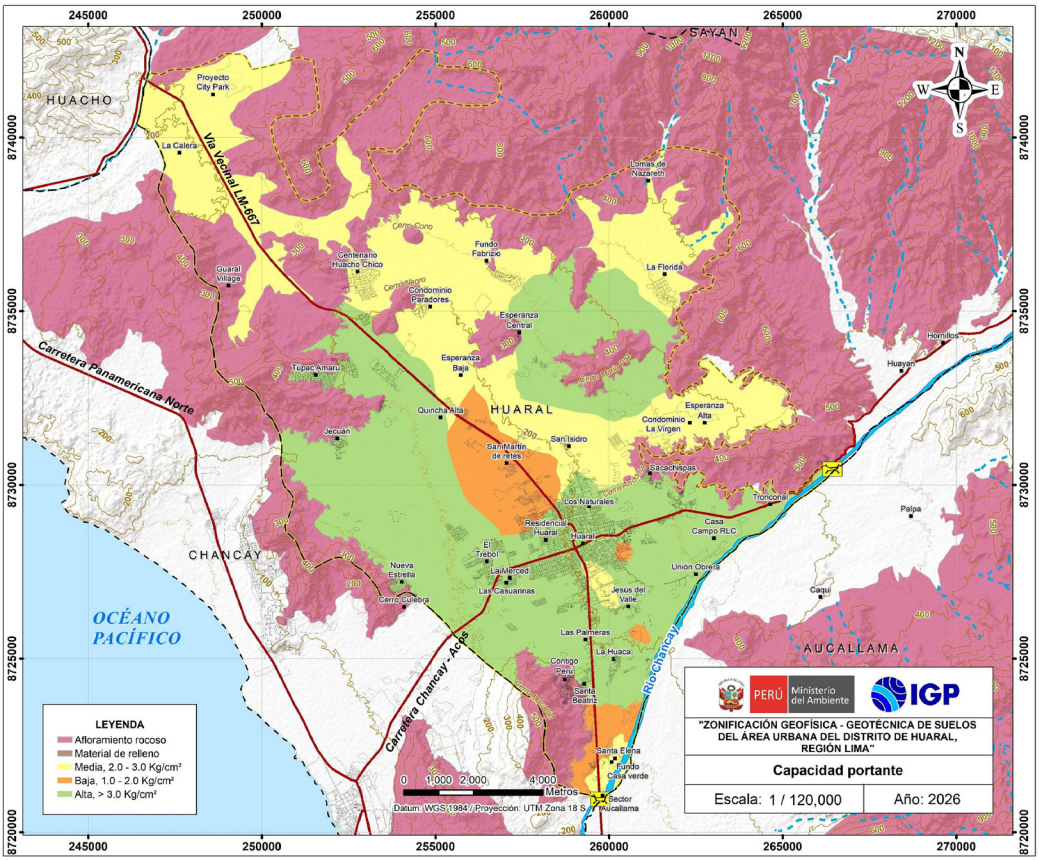


Figura 22. Mapa de capacidad portante de los suelos de Huaral.

• Capacidad de carga portante baja

Comprende rangos de capacidad de carga portante de 1.00 kg/cm² a 2.00 kg/cm². Está representada por suelos como arenas limosas (SM), arenas mal graduadas con limo (SP-SM), arenas arcillosas (SC) y arcillas inorgánicas (CL). Estos suelos están presentes a 1 km al norte y al este, y a 2 km al este de la plaza principal de Huaral, así como en el sector Santa Elena. Este grupo de suelos representa el 5 % del área de estudio.

• Capacidad de carga portante media

Comprende rangos de capacidad de carga portante de 2.00 kg/cm² a 3.00 kg/cm² y está representada por suelos como arenas mal graduadas (SP), arenas limosas (SM), arenas bien graduadas con limo (SW-SM) y arenas mal graduadas con limo (SP-SM). Estos suelos están presentes en el centro poblado San Isidro y en los sectores Santa Elena, Valle del Jesús, Esperanza Alta, Esperanza Baja y La Florida, así como al norte de la plaza principal de Huaral. Este grupo de suelos representa el 28 % del área de estudio.

• Capacidad de carga portante alta

Comprende rangos de capacidad de carga portante mayor a 3.00 kg/cm² y está representada por suelos como gravas bien graduadas (GW), gravas mal graduadas con limo (GP-GM), gravas limosas con arena (GM) y arenas mal graduadas (SP). Estos suelos están presentes en el casco urbano de Huaral, sector La Huaca, Esperanza, El Manantial y en los centros poblados Jecuan y Túpac Amaru. Este grupo de suelos representa el 36 % del área de estudio.

3. Evaluación geofísica

Para conocer los parámetros que controlan el comportamiento dinámico del suelo en el distrito de Huaral, se aplicaron diferentes métodos geofísicos cuyos resultados se correlacionan entre sí y con los aspectos geoambientales del área de estudio.

3.1 Método de razones espectrales-vibración ambiental

El método de razones espectrales (H/V) permite caracterizar la respuesta dinámica del suelo a partir del periodo de respuesta del suelo y, en algunos casos, estimar su amplificación ante la solicitación sísmica. Este método hace uso de registros de vibración ambiental que contienen información sobre las características físicas de los suelos en sus primeras decenas de metros por debajo de la superficie (Nakamura, 1989; SESAME, 2004). La variación de las propiedades físicas del suelo (espesor, geometría y composición litológica) condicionan la amplificación de las ondas sísmicas.

3.1.1 Adquisición de datos

Para la adquisición de los registros de vibración ambiental se utilizaron sensores Lennartz y registradores CityShark II (Figura 23). Cada registro tuvo una duración de 15 minutos, lo que permitió disponer de buena cantidad de datos para su posterior análisis. En el distrito de Huaral se han recolectado en campo un total de 262 registros de vibración ambiental en puntos distribuidos de manera equidistante, tal como se observa en la Figura 24.

En la Figura 25 se muestran ejemplos de registros de vibración ambiental obtenidos en el punto HRL-027, ubicado hacia el extremo noroeste del área de estudio, donde se observa una señal estable de poca amplitud. Esto contrasta con el registro del punto HRL-227, ubicado hacia el extremo sureste del área de estudio, en el centro poblado La Huaca, donde la señal presenta mayor amplificación, así como saltos transitorios y picos de señal. La diferencia en el trazo de los registros se debe a que dichos puntos están ubicados sobre suelos con diferente consistencia o rigidez, lo que permite clasificarlos y, a la vez, zonificar el área de estudio con base en la respuesta sísmica del suelo.



Figura 23. Equipo sísmico utilizado para el registro de vibraciones ambientales: sensor Lennartz (2N) y registradores CityShark II.

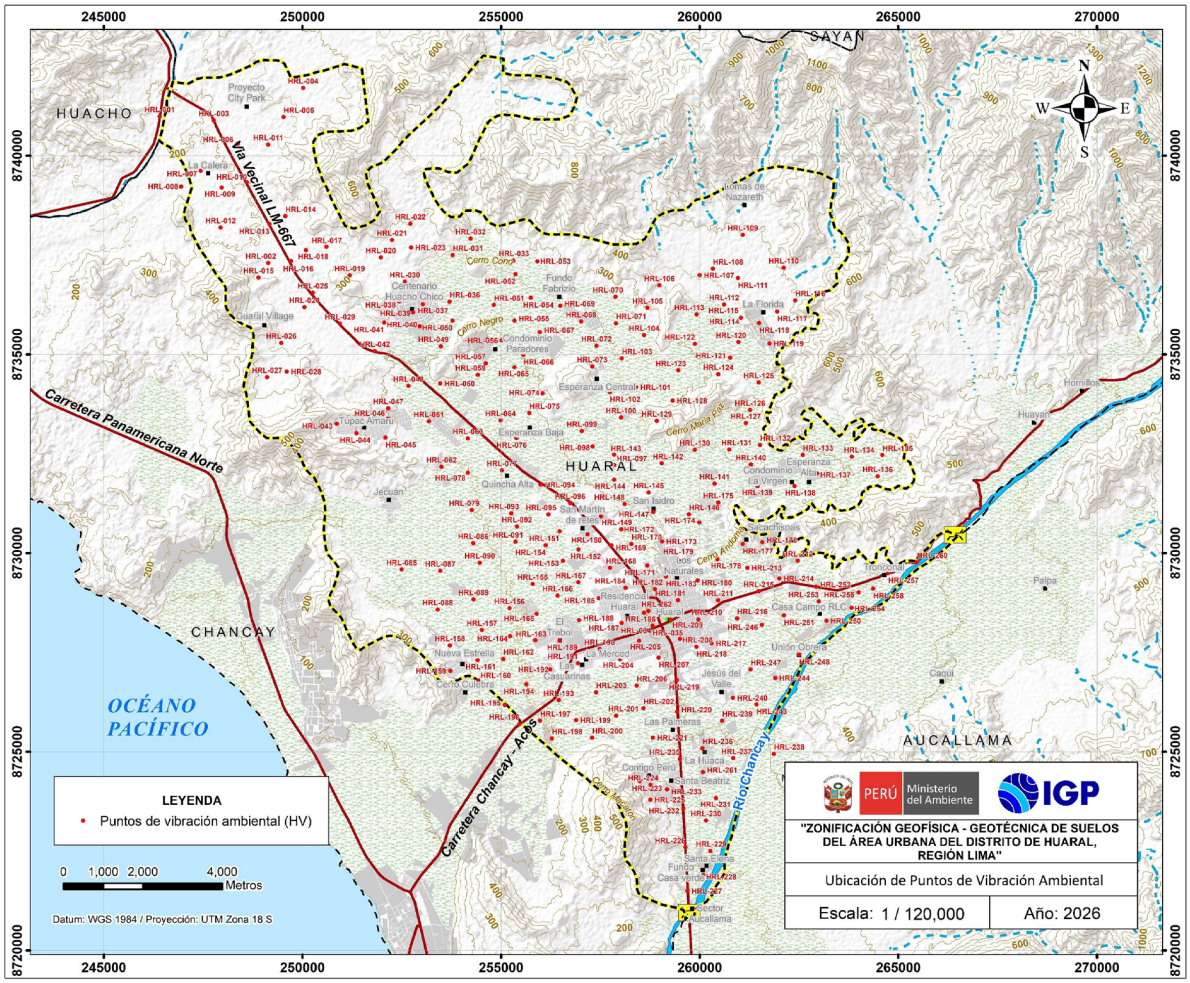
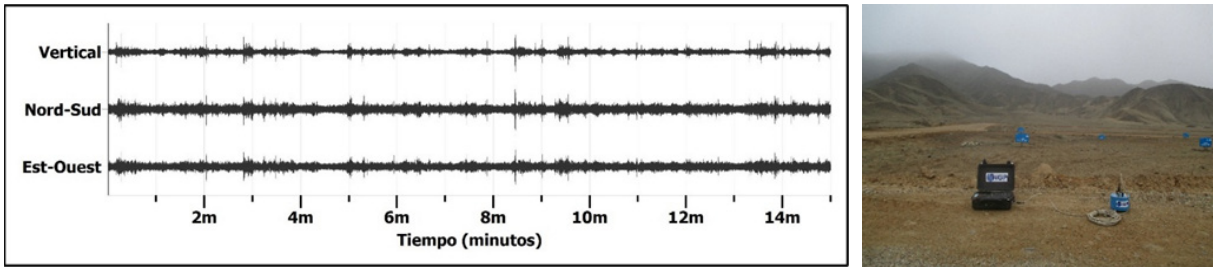


Figura 24. Distribución espacial de los puntos de registro de vibración ambiental en el área urbana y periurbana del distrito de Huaral.

HRL-027



HRL-227

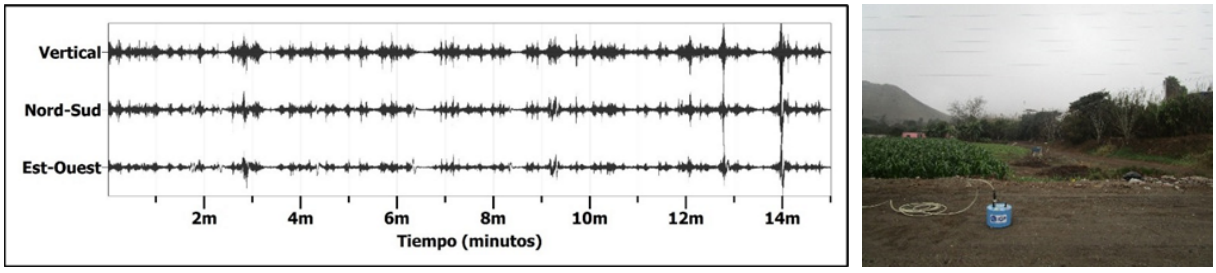


Figura 25. Ejemplos de registros obtenidos en el extremo noroeste del área de estudio, con ruido constante (HRL-027), y en el extremo sureste, en el centro poblado La Huaca, con ruido transitorio (HRL-227). Obsérvense las diferentes amplitudes de la señal registrada en cada punto.

3.1.2 Procesamiento y análisis

Para aplicar la técnica de razones espectrales H/V, los registros de vibración ambiental fueron segmentados en ventanas de 20 segundos, sobre las cuales se calculó la transformada rápida de Fourier (FFT) con el fin de obtener espectros de cada componente del registro. Posteriormente, se sumaron las componentes horizontales (H) y se dividieron entre la componente vertical (V). Finalmente, en cada señal se procedió a identificar la frecuencia predominante considerando un rango de interés entre 0.5 Hz y 20 Hz, considerando picos o rangos con amplificaciones relativas de al menos 2 veces. En la Figura 26 se observan los resultados para el punto HRL-072.

Para la interpretación de los resultados se considera que (1) las frecuencias predominantes menores a 1.0 Hz corresponden a vibraciones generadas por el oleaje del mar o cambios meteorológicos (periodos muy largos), (2) que las bajas frecuencias o periodos largos se asocian a la presencia de depósitos profundos; y (3) que las frecuencias altas o periodos cortos se relacionan a depósitos superficiales blandos y de poco espesor (SESAME, 2004; Bernal, 2006). Asimismo, los resultados de este ítem se correlacionaron con los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.

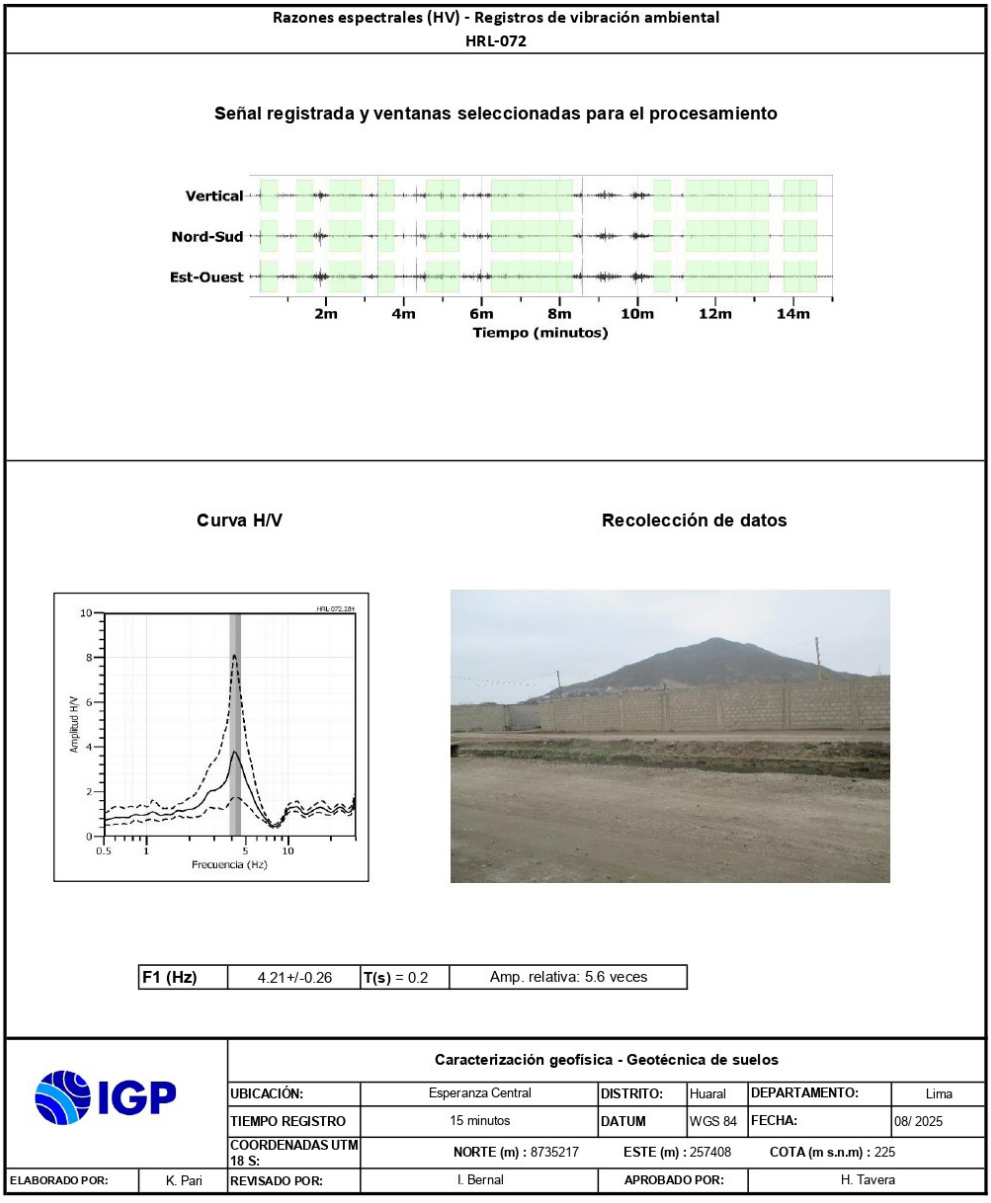


Figura 26. Resultados con el método de razones espectrales (H/V) para el punto HRL-072. Arriba, la señal registrada, y abajo la curva promedio de las razones espectrales (H/V) en línea gruesa y su desviación estándar en líneas discontinuas. Las barras grises definen la frecuencia predominante.

3.1.3 Resultados e interpretación

Los suelos del área urbana del distrito de Huaral responden a dos rangos de frecuencias: un primer rango de Fo que fluctúa entre 1.23 Hz y 2.81 Hz y un segundo rango entre 2.89 Hz y 20 Hz, los cuales corresponden a periodos de respuesta mayores y menores a 0.4 segundos, respectivamente. En la Figura 27 se presenta la distribución espacial de los periodos dominantes de la respuesta del suelo de Huaral, donde se observa que en el área de estudio predominan periodos de 0.1 a 0.3 segundos, asociados a la respuesta dinámica de una capa superficial de poco espesor. Asimismo, se identifican sectores que muestran sensibilidad a periodos largos (>0.4 segundos).

Las mayores amplificaciones relativas se presentan al noroeste del área urbana de Huaral, específicamente por los sectores de San Martín de Retes, casa de campo RLC y, hacia el noroeste, a lo largo de la vía vecinal LM-667, en el sector La Calera. Los suelos del área periurbana de Huaral responden a dos picos de periodos con moderadas y altas amplificaciones (entre 3 a 5 veces), lo que evidencia que los suelos presentan un comportamiento dinámico complejo.

En la Figura 28 se muestra la distribución espacial de las curvas de razones espectrales (H/V) representativas para diferentes sectores del área de estudio, cuyas principales características se describen a continuación:

- **Sector 1**

Identificado en los condominios La Virgen, Esperanza Alta, Sacachispas y algunos sectores del centro del distrito, como la urbanización Los Naturales y la plaza de Armas, donde los suelos no responden a ningún rango de periodos (espectros A y B).

La forma de las curvas H/V evidencia que el suelo en este sector tiene mayor compactación que en el resto del área de estudio.

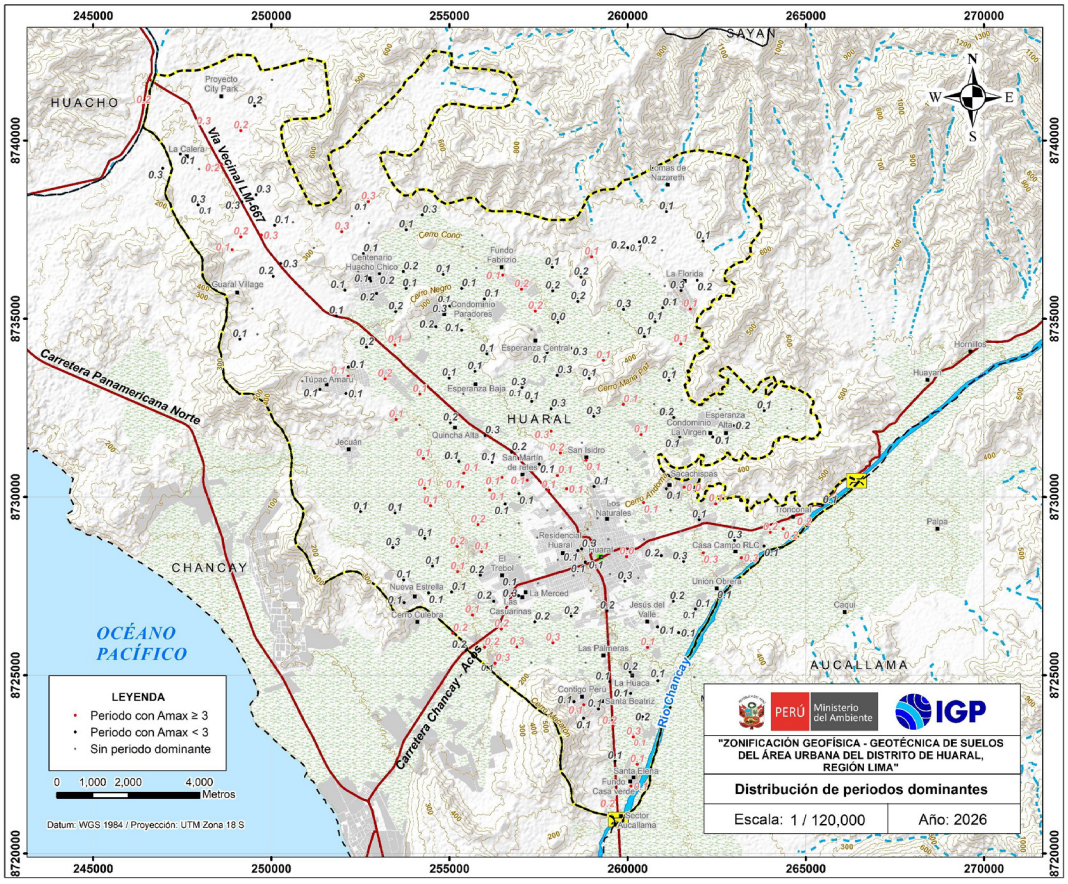


Figura 27. Distribución espacial de los periodos predominantes del suelo (T1 < 0.3 segundos). Los valores en rojo corresponden a puntos con amplificaciones mayores a 3 veces.

- **Sector 2**

Identificado hacia el extremo noroeste del área de estudio, próximo al sector La Calera, donde los suelos responden a dos rangos de periodos entre 0.1–0.3 y 0.4–0.6 segundos, con amplificaciones de hasta 6 veces (espectros C y D).

La forma de las curvas H/V evidencia que el suelo en este sector es medianamente compacto y presenta un comportamiento dinámico complejo ante sismos.

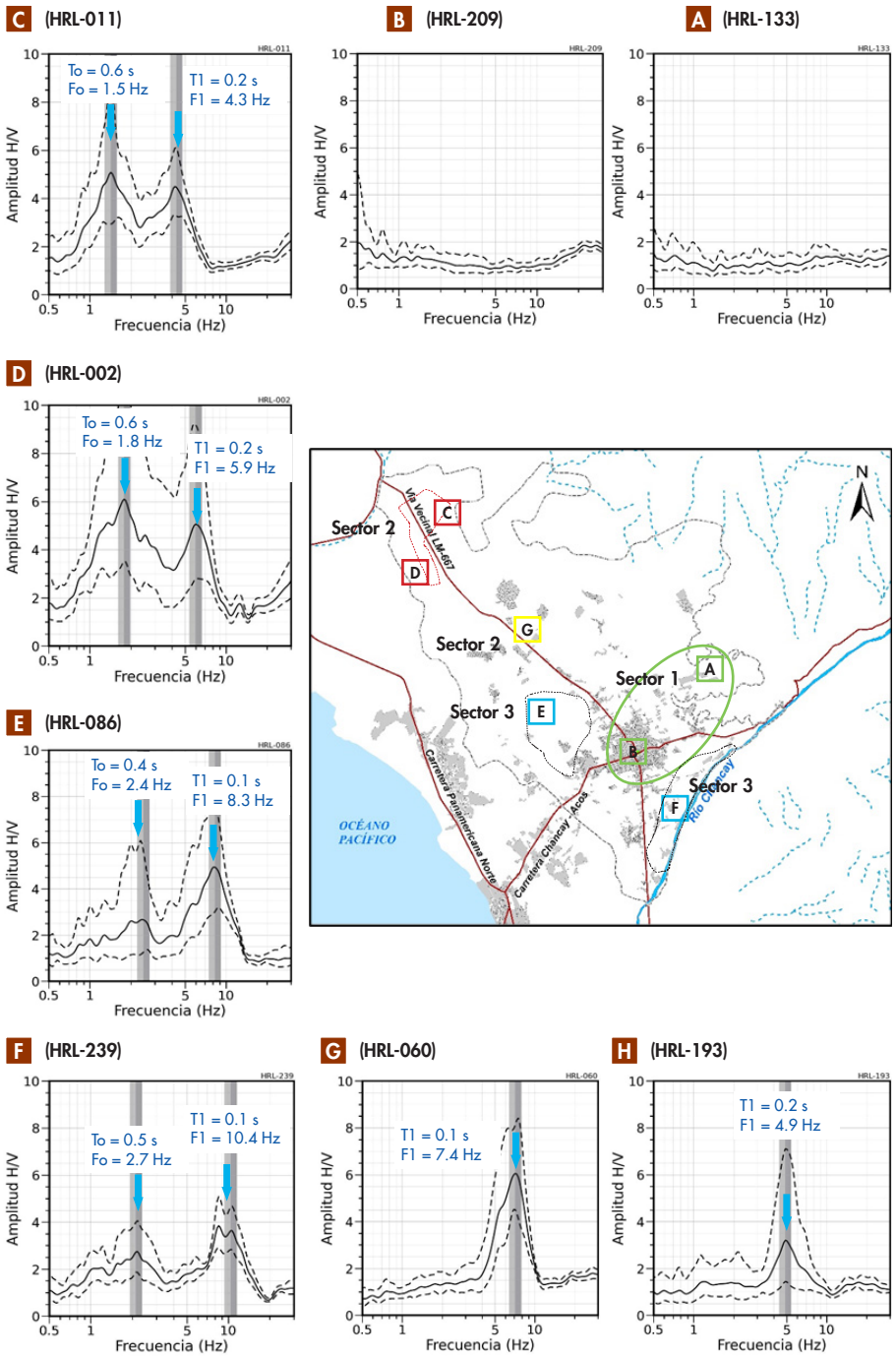


Figura 28. Razones espectrales obtenidas para los puntos de A hasta H distribuidas en el área de estudio. Las flechas indican el periodo dominante de respuesta del suelo.

- **Sector 3**

Identificado en los centros poblados Túpac Amaru, Quincha Alta, San Martín de Retes, Jecuán, asociación El Trébol y, hacia el sur, en los centros poblados La Huaca y Jesús del Valle, donde los suelos responden a dos rangos de periodos entre 0.1–0.2 y 0.4–0.6 segundos, con amplificaciones de hasta 4 veces según los espectros E y F.

La forma de las curvas H/V evidencia que el suelo en este sector es medianamente compacto y presenta un comportamiento dinámico complejo ante sismos.

- **Sector 4**

Identificado en los centros poblados de Esperanza Baja, La Florida, Túpac Amaru, Centenario Huacho Chico, condominio Paradores, urbanización Las Casuarinas y Contigo Perú, donde los suelos responden a periodos de 0.1 a 0.3 segundos, con amplificaciones de hasta 5 veces (espectros G y H).

La forma de las curvas H/V evidencia que el suelo en este sector es relativamente homogéneo, pero con variado espesor y poco nivel de compactación a nivel superficial.

3.2 Métodos sísmicos MASW-MAM

El ensayo de análisis multicanal de ondas superficiales (MASW) o sísmica activa (Park, 1999) permite determinar la estratigrafía del suelo bajo un punto, es decir, conocer la velocidad de propagación de las ondas de corte Vs en el suelo a partir del análisis de la dispersión de ondas superficiales generadas por una fuente de energía impulsiva y registrada por arreglos lineales de estaciones sísmicas.

El ensayo de análisis multicanal de microtremores (MAM), o sísmica de microtremores (Louie, 2001), es otro método para conocer la estructura del suelo a partir de la velocidad de ondas de corte; sin embargo, en este caso se hace uso de registros de ruido sísmico (vibración generada por la actividad humana), cuya contribución se concentra en bajas frecuencias, lo que permite investigar a mayores profundidades. La combinación de los métodos MASW y MAM permite obtener información del suelo a niveles superficiales y en profundidad.

3.2.1 Adquisición de datos

Para la aplicación de los métodos sísmicos se ha utilizado un sismógrafo digital, modelo GEODE de Geometrics, junto con 24 sensores o geófonos de baja frecuencia (4.5 Hz). Para el método MASW, se usó un martillo de 20 lbs (Figura 29) como fuente de impacto o energía para generar las ondas sísmicas, mientras que para el método MAM se aprovechó el ruido ambiental. La geometría del tendido fue variable y se definió en función de la geomorfología y de la accesibilidad en la zona de estudio.





Figura 29. Equipos utilizados en la adquisición de datos MASW-MAM, en el distrito de Huaral y alrededores.

Se realizaron 30 líneas sísmicas de MASW-MAM. Las coordenadas y características se observan en la Tabla 10 y su distribución en la Figura 30.

Tabla 10. Coordenadas y características de las líneas sísmicas MASW-MAM realizadas en el área urbana y periurbana del distrito de Huaral, codificadas como HRL-LS1 al HRL-LS30.

Línea sísmica	Coordenadas UTM-WGS84		Cota (m s. n. m.)	Espaciamiento entre geófonos (m)	Longitud total (m)
	Este (m)	Norte (m)			
HRL-LS1	258703	8724149	220	3	69
HRL-LS2	260856	8726368	208	3	69
HRL-LS3	256379	8726388	129	3	69
HRL-LS4	258542	8728484	198	3	69
HRL-LS5	259794	8729230	202	3	69
HRL-LS6	261151	8730334	251	3	69
HRL-LS7	263108	8731989	280	3	69
HRL-LS8	253936	8727207	143	3	69
HRL-LS9	253602	8729570	127	3	69
HRL-LS10	257181	8730513	173	3	69
HRL-LS11	252226	8731156	106	3	69
HRL-LS12	254992	8732068	144	3	69
HRL-LS13	255490	8733339	172	3	69
HRL-LS14	257401	8734683	220	3	69
HRL-LS15	254592	8734737	172	3	69
HRL-LS16	261344	8735729	328	3	69
HRL-LS17	259231	8732518	231	3	69
HRL-LS18	260215	8722180	144	3	69
HRL-LS19	248377	8739699	196	3	69
HRL-LS20	263052	8728822	256	3	69
HRL-LS21	260029	8725209	183	3	69
HRL-LS22	249691	8737492	205	3	69
HRL-LS23	249932	8736063	190	3	69
HRL-LS24	253026	8736114	221	3	69
HRL-LS25	255923	8736371	225	3	69
HRL-LS26	251194	8733114	247	3	69
HRL-LS27	259028	8727436	191	6	138
HRL-LS28	259626	8727959	199	4	92
HRL-LS29	260528	8728107	185	4	92
HRL-LS30	262054	8729109	223	4	92

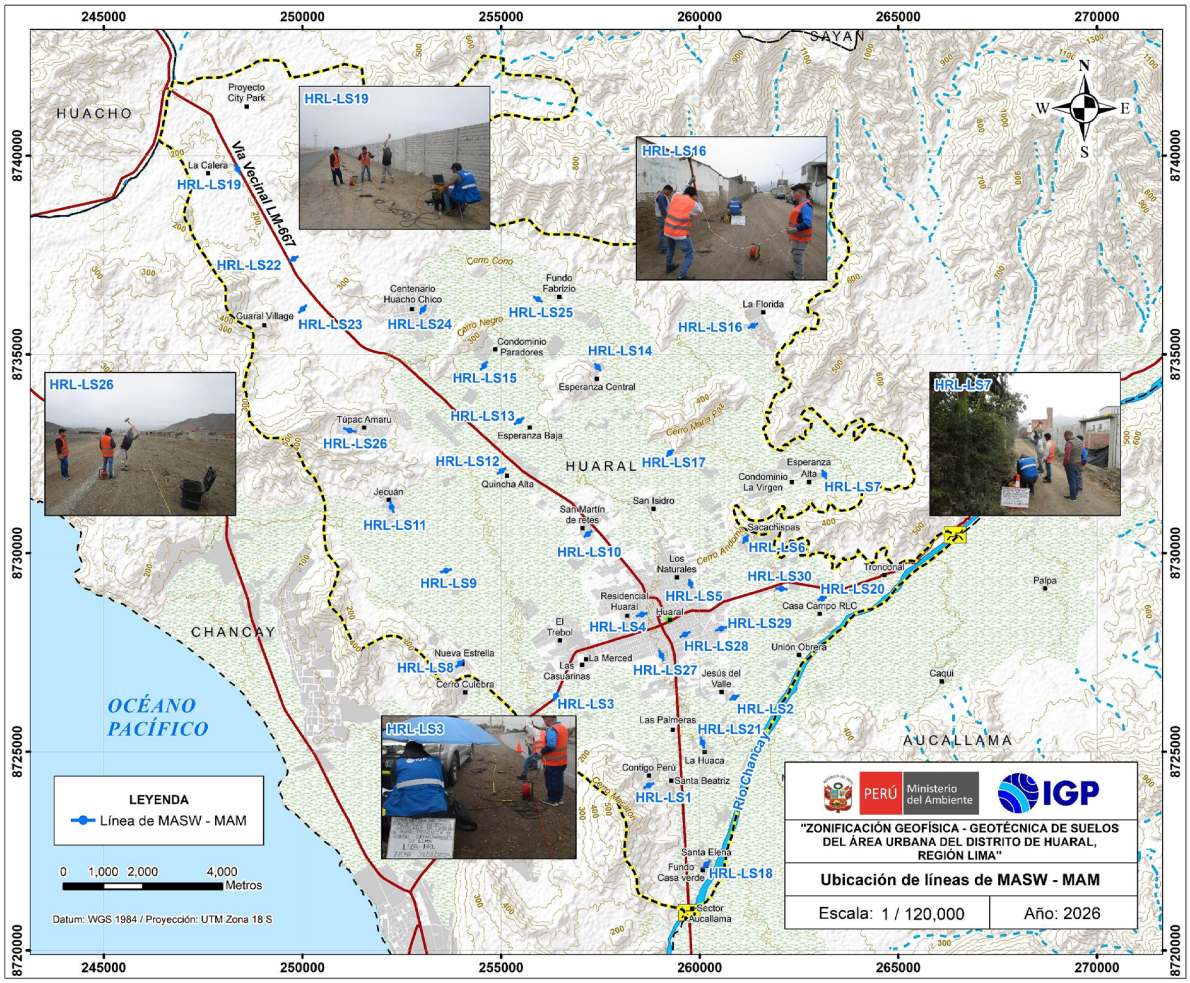


Figura 30. Distribución espacial de líneas de MASW-MAM, codificadas como HRL-LS1 hasta HRL-LS30.

3.2.2 Procesamiento y análisis

Para los ensayos MASW-MAM, los datos sísmicos recolectados fueron procesados con el programa de computación SeisImager. En su procedimiento, se aplicó la transformada rápida de Fourier (FFT) para obtener la curva de dispersión que relaciona la velocidad de fase de las ondas superficiales con la frecuencia (Reynolds, 2011). Seguidamente, cada curva de dispersión perteneciente a un mismo arreglo (MASW y MAM) fue sometida a un proceso de inversión a fin de obtener los perfiles Vs en una dimensión (1D) para el punto central de la línea (Figura 31).

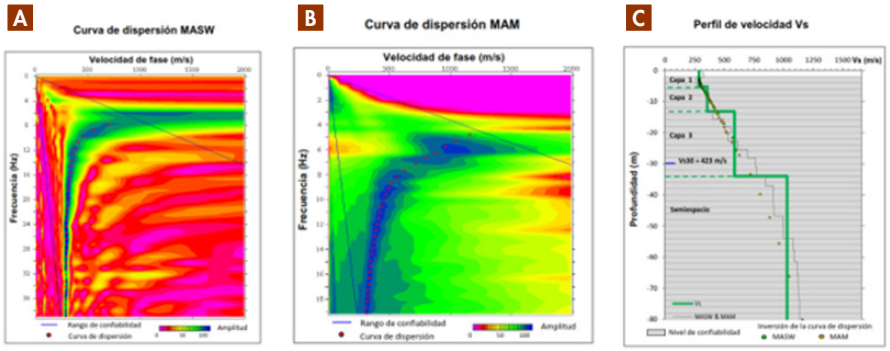


Figura 31. Curvas de dispersión obtenidas con los métodos de MASW (a) y MAM (b), además del perfil de velocidad obtenido a partir de la combinación de ambos métodos (c).

Tabla 11. Clasificación de los suelos en función de las velocidades de ondas de corte (Vs), según Norma E.030 (2018) adaptada para el área de estudio.

Clasificación de los perfiles de suelo			
n.°	Vs (m/s)	Adaptación al área de estudio	
1	>1500	Roca moderadamente dura a dura	
2	800 a 1500		
3	500 a 800	Suelos muy rígidos	
4	350 a 500	Suelos rígidos	
5	180 a 350	Suelos intermedios (medianamente rígidos)	
6	<180	Suelos blandos	

Para el análisis de los resultados se considera la clasificación de suelos adaptada a partir de la norma de diseño sismorresistente (2018), tal como se muestra en la Tabla 11.

3.2.3 Resultados e interpretación

A continuación, se describen las características observadas en los perfiles de velocidad de ondas de corte (Vs) obtenidos con los métodos sísmicos MASW-MAM. En la Figura 32 se presenta el modelo de perfil sísmico obtenido para la línea HRL-LS1, mientras que en el Anexo 2 se muestran los perfiles obtenidos para las demás líneas evaluadas.

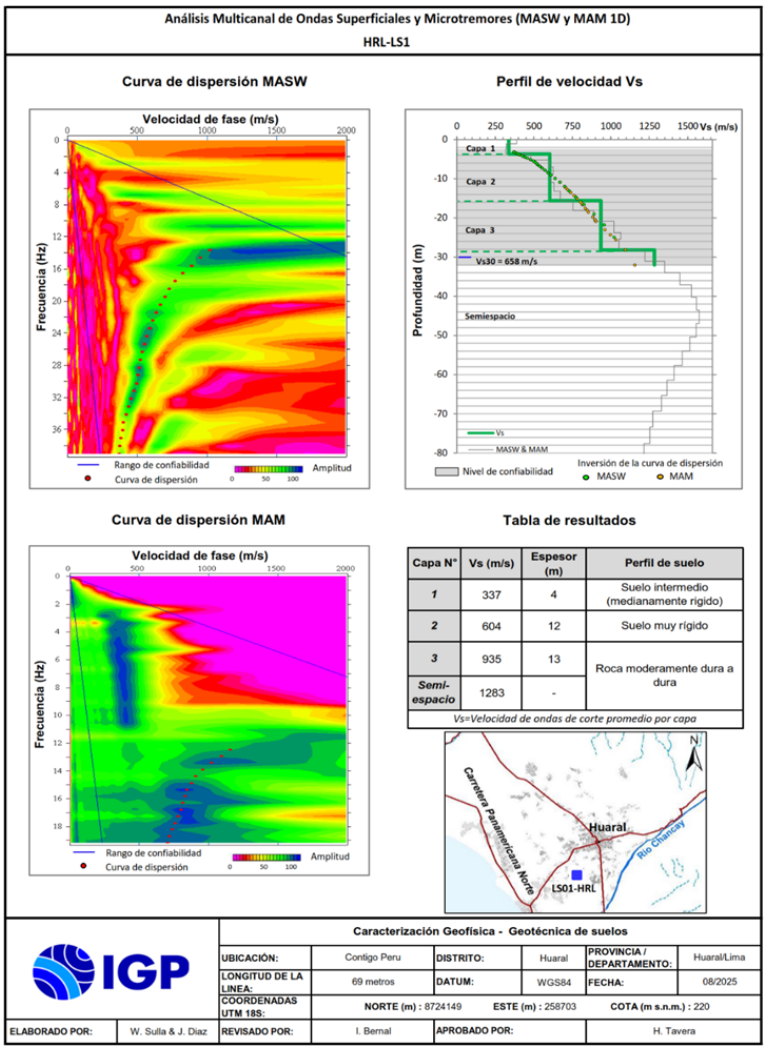


Figura 32. Resultados con el ensayo MASW-MAM para la línea sísmica HRL-LS1.

• Línea sísmica HRL-LS1

Ubicada en Contigo Perú, con una profundidad de estudio de 32 m. Este perfil de suelo permite identificar la existencia de tres (3) capas sísmicas: la primera, de 4 m de espesor y velocidad Vs de 337 m/s, corresponde a un suelo medianamente rígido; la segunda capa, de 12 m de espesor y velocidad Vs de 604 m/s, se asocia a un suelo muy rígido; y la tercera capa, de 13 m de espesor y una velocidad Vs de 935 m/s, junto con el semiespacio con una velocidad Vs > 1283 m/s, sugiere la presencia de roca moderadamente dura a dura.

En la Tabla 12 se resumen los valores de velocidad de ondas de corte (Vs) para cada uno de los perfiles de suelo obtenidos, teniendo en cuenta lo indicado en la Tabla 11.

Los suelos del área urbana y periurbana del distrito de Huaral presentan 3 capas sísmicas. En conjunto, las dos primeras corresponden a materiales medianamente rígidos (Vs = 182 a 337 m/s) y rígidos (Vs = 356 a 475 m/s) que presentan en conjunto un espesor que varía entre 12 y 20 metros. Los mayores espesores de suelos medianamente rígidos están presentes en dirección noroeste del área urbana de Huaral, alcanzando espesores de 13 metros entre los sectores de Quincha Alta y San Martín de Retes, y hacia el oeste, con espesores de hasta 7 metros entre La Merced, Las Casuarinas y el límite con el distrito de Chancay. Por debajo de estas capas, se identifica la presencia de materiales muy rígidos (Vs > 577 m/s), con espesores que varían entre 7 y 31 metros, presentándose los mayores espesores en dirección sureste del área de estudio, entre los sectores de San Martín de Retes y el río Chancay, así como hacia el noroeste, entre los sectores de Centenario Huacho Chico y La Calera (Figuras 33 y 34). A mayor profundidad, predomina material compacto o roca.

Los suelos de la zona presentan un grado de compactación intermedio, caracterizado por suelos que no son totalmente sueltos ni altamente consolidados, sobre todo en la capa superficial. Este comportamiento suele asociarse a depósitos aluviales que han experimentado procesos naturales de compactación bajo su propio peso. Estas condiciones reflejarían una resistencia moderada frente a esfuerzos dinámicos.

Tabla 12. Valores de espesor y velocidades de ondas de corte (Vs) de los perfiles sísmicos obtenidos para el área de estudio.

Superficie → Profundidad									
Línea Sísmica	n.° de capa								Vs_{30} (m/s)
	1		2		3		Semiespacio		
	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	
HRL-LS1	337	4	604	12	935	13	1283	-	658
HRL-LS2	475	18	596	26	824	-			507
HRL-LS3	222	7	391	9	683	-			400
HRL-LS4	280	4	663	12	1137	31	741	-	692
HRL-LS5	436	5	711	8	1217	-	-	-	771
HRL-LS6	549	9	1403	25	1841	-			982
HRL-LS7	257	7	434	9	600	7	1164	-	450
HRL-LS8	430	5	647	10	890	7	1751	-	722
HRL-LS9	180	5	437	15	590	14	732	-	374
HRL-LS10	180	3	403	12	791	28	973	-	435
HRL-LS11	356	11	973	16	1362	-	-	-	602

HRL-LS12	323	13	608	7	960	-	-	-	473
HRL-LS13	233	5	365	13	472	13	765	-	361
HRL-LS14	427	4	737	7	1261	9	1765	-	859
HRL-LS15	303	5	374	10	577	7	924	-	457
HRL-LS16	240	7	361	11	437	13	663	-	344
HRL-LS17	202	5	395	10	967	-	-	-	431
HRL-LS18	239	4	509	7	793	26	1145	-	548
HRL-LS19	293	4	457	14	547	25	748	-	469
HRL-LS20	317	4	641	14	1000	29	1185	-	644
HRL-LS21	259	13	452	10	783	-			365
HRL-LS22	286	5	446	10	575	13	866	-	454
HRL-LS23	265	5	407	8	525	15	872	-	424
HRL-LS24	287	5	357	8	587	21	1031	-	423
HRL-LS25	242	5	352	13	552	16	827	-	369
HRL-LS26	363	4	535	7	690	17	1253	-	589
HRL-LS27	448	5	565	8	649	-	-	-	570
HRL-LS28	411	4	523	3	716	-	-	-	577
HRL-LS29	180	5	332	8	609	-	-	-	349
HRL-LS30	344	5	659	8	853	-	-	-	598

Suelo blando (Vs < 180 m/s)
Suelo medianamente rígido (180–350 m/s)
Suelo rígido (350–500 m/s)
Suelo muy rígido (500–800 m/s)
Roca moderadamente dura a dura (Vs > 800 m/s)

En este contexto, los suelos que caracterizan el área urbana de Huaral corresponden a depósitos cuaternarios de variada rigidez, lo cual se evidencia en la variación de las velocidades de ondas de corte calculada hasta los 30 metros de profundidad (Vs_{30}). Las velocidades entre 507 m/s y 771 m/s corresponden a suelos de tipo S1, mientras que las velocidades entre 369 m/s y 473 m/s corresponden a suelos de tipo S2, es decir, en el área urbana y periurbana de Huaral predominan suelos muy rígidos y rígidos, respectivamente (adaptación de la clasificación de suelos de la norma sismorresistente E.030 al área de estudio). A mayor profundidad, se encuentra la roca intrusiva.

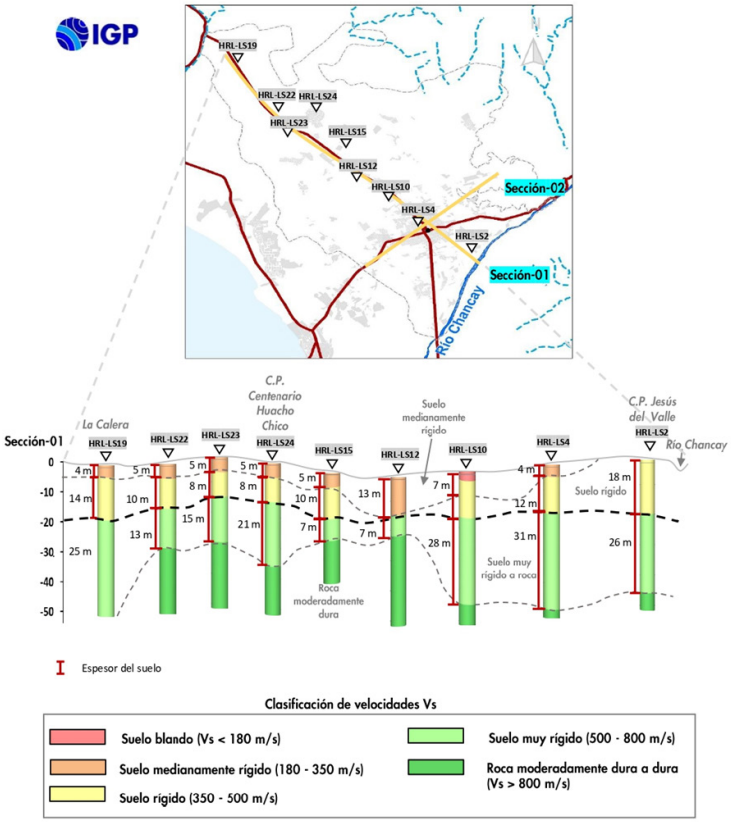


Figura 33. Resultados de MASW-MAM ubicados a lo largo de la sección 01, que muestran la disposición de las capas de suelos identificadas en Huaral.

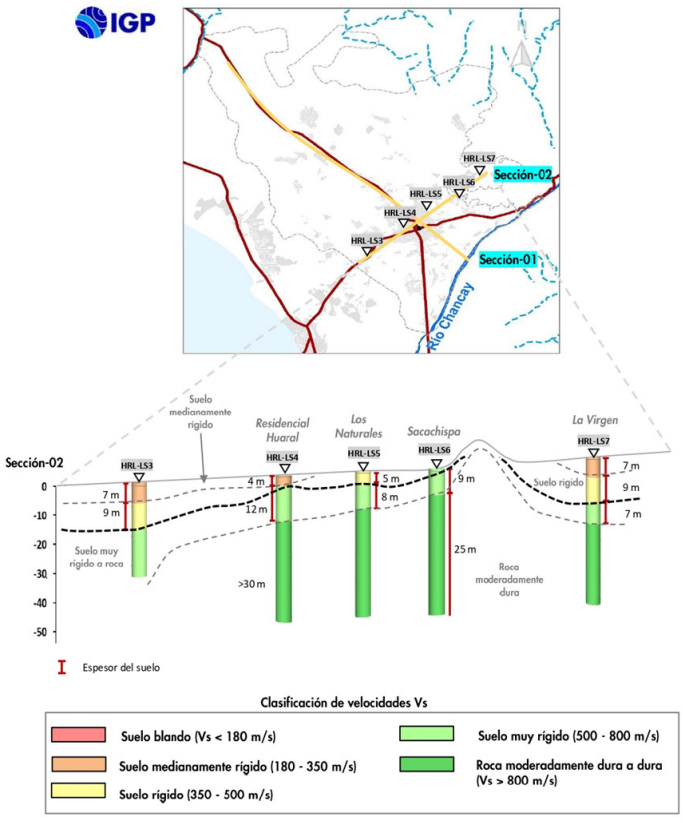


Figura 34. Resultados de MASW-MAM ubicados a lo largo de la sección 02, que muestran la disposición de las capas de suelos identificadas en Huaral.

3.3 Método de resistividad eléctrica

El método de tomografía de resistividad eléctrica (ERT) (Loke, 2010) permite determinar las variaciones de resistividad y conductividad eléctrica de las rocas y suelos para conocer su contenido de humedad o el nivel freático en su estructura. En general, los materiales que conforman el suelo muestran diversos rangos de valores de resistividad (ρ) que dependen principalmente de la porosidad del suelo, la conductividad de las partículas y el contenido de agua o de sales disueltas en las fracturas de las rocas.

3.3.1 Adquisición de datos

Los datos recolectados en campo corresponden al registro de valores de resistividad obtenidos en 15 líneas de ERT en la campaña del año 2025 y en 7 líneas de ERT ejecutadas en la campaña del año 2015, utilizando un equipo de Resistividad/IP Syscal Pro (Figura 35). Asimismo, en la Figura 36 se presenta su distribución espacial y en la Tabla 13 se detallan las características de las líneas ERT realizadas en el área urbana y periurbana del distrito de Huaral.



Figura 35. Equipos utilizados en la adquisición de datos de tomografía eléctrica (ERT).

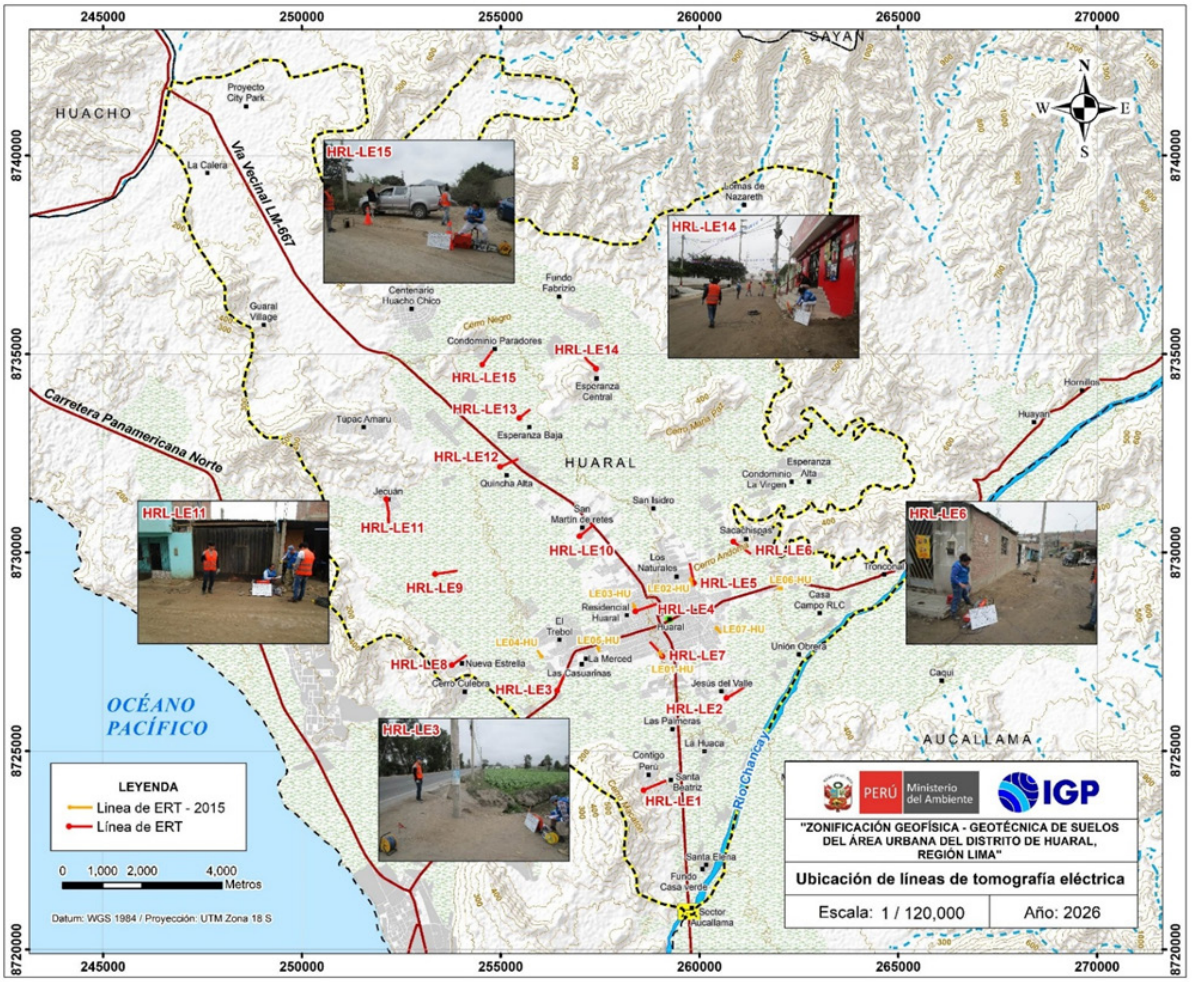


Figura 36. Distribución espacial de las líneas de ERT en el área urbana y periurbana del distrito de Huaral.

Tabla 13. Coordenadas y características del ensayo ERT realizado en Huaral.

Línea Eléctrica	Electrodo	Coordenadas UTM-WGS84		Cota (m s. n. m.)	Distancia entre electrodos (m)	Longitud Total (m)
		Este (m)	Norte (m)			
HRL-LE1	Inicio	258650	8724112	230	10	240
	Fin	258854	8724229	204		
HRL-LE2	Inicio	260736	8726293	213	10	180
	Fin	260893	8726389	213		
HRL-LE3	Inicio	256402	8726432	158	10	230
	Fin	256494	8726647	157		
HRL-LE4	Inicio	258492	8728474	195	10	120
	Fin	258595	8728538	200		
HRL-LE5	Inicio	259829	8729183	216	10	220
	Fin	259793	8729403	214		
HRL-LE6	Inicio	261004	8730209	244	10	160
	Fin	261133	8730119	245		
HRL-LE7	Inicio	259049	8727395	198	10	180
	Fin	258947	8727547	196		
HRL-LE8	Inicio	253777	8727070	168	10	240
	Fin	253967	8727223	151		
HRL-LE9	Inicio	253423	8729521	137	10	300
	Fin	253717	8729599	140		
HRL-LE10	Inicio	257120	8730473	181	10	180
	Fin	257266	8730584	181		
HRL-LE11	Inicio	252206	8731239	134	10	300
	Fin	252238	8730935	124		
HRL-LE12	Inicio	254986	8732066	164	10	180
	Fin	255153	8732151	165		
HRL-LE13	Inicio	255421	8733287	178	10	180
	Fin	255566	8733404	184		
HRL-LE14	Inicio	257467	8734594	242	10	180
	Fin	257361	8734735	240		
HRL-LE15	Inicio	254576	8734718	183	10	180
	Fin	254682	8734872	188		
LE01-HU	Inicio	258972	8727519	189	10	240
	Fin	259107	8727307	192		
LE02-HU	Inicio	259767	8729391	206	10	240
	Fin	259830	8729157	207		
LE03-HU	Inicio	258319	8728732	186	6	144
	Fin	258393	8728596	188		
LE04-HU	Inicio	255922	8727543	142	10	144
	Fin	256055	8727342	147		
LE05-HU	Inicio	257441	8727646	171	6	144
	Fin	257483	8727498	168		
LE06-HU	Inicio	261950	8729096	241	6	144
	Fin	262101	8729095	231		
LE07-HU	Inicio	260340	8728250	218	10	240
	Fin	260498	8727926	219		

3.3.2 Procesamiento y análisis

Para el procesamiento de los datos recolectados en campo fue necesario realizar la corrección por efectos de topografía usando algoritmos de inversión propios de métodos geoeléctricos y de procesamiento de imágenes.

Asimismo, para la interpretación de los resultados se debe tener en cuenta que son varios los factores que influyen en las propiedades físicas de los suelos (grado de saturación, porosidad y forma del poro, salinidad del fluido, tipo y composición de la roca, temperatura, procesos geológicos que afectan a los materiales), es decir, el incremento de fluidos en el terreno se verá reflejado por una disminución en los valores de resistividad. En la Tabla 14 se presentan algunos valores de resistividad relacionados con los diferentes tipos de suelos y rocas.

Tabla 14. Valores representativos de resistividad (modificado de Universidad Nacional de Colombia, 2000).

*MATERIAL	RESISTIVIDAD (Ω·m)
Arcillas saturadas	5–20
Arcillas no saturadas	20–40
Limos saturados	20–100
Limos no saturados	100–200
Arenas saturadas	100–200
Arenas no saturadas	400–700
Grava saturada	300–500
Grava no saturada	500–2000
Roca fracturada saturada	100–2000
Roca fracturada	1500–5000
Roca sana	>5000

3.3.3 Resultados e interpretación

Para el análisis de los resultados mediante la ERT se realizó una interpretación general basada en rangos de resistividad, los cuales se presentan en la Tabla 15. En dicha tabla se describen de manera general los sectores de resistividad identificados en el presente informe. Esta clasificación es aplicada en cada una de las secciones consideradas en este estudio.

A continuación, se describen las características observadas en las secciones geoeléctricas con resolución de hasta los 40 metros de profundidad. En las Figuras 37 y 38 se presentan los resultados correspondientes a las secciones obtenidas para las líneas HRL-LE01 y HRL-LE02.

- **Sección geoeléctrica HRL-LE01**

Ubicada hacia el extremo sureste del área de estudio, en el A. H. Santa Beatriz, sobre una longitud de 240 metros y en dirección suroeste-noreste. En esta sección predominan materiales con alto contenido de humedad (<100 Ω·m), con espesores que varían de 20 a 40 metros conforme se desciende hacia la parte baja de la loma. Dentro de este horizonte se presenta una anomalía superficial con altas resistividades en la parte media de la sección. Por otro lado, a mayor profundidad y hacia el extremo de mayor cota, se observa la presencia de material con bajo contenido de humedad o roca con cierto grado de alteración.

- **Sección geoeléctrica HRL-LE02**

Ubicada hacia el extremo sureste del área de estudio, en el sector de Jesús del Valle, sobre una longitud de 180 metros y en dirección suroeste-noreste. En esta sección predominan materiales con moderado a bajo contenido de humedad (>100 Ω·m), con espesores de hasta 40 metros. Asimismo, dentro de este horizonte, a nivel superficial, se identifica un horizonte delgado

Tabla 15. Interpretación por sectorización de rangos de resistividad.

Sector/Valores (Ω.m)	Descripción
0.0–15.0 (Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad o presencia de sales
15.0–100.0 (Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100–300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300–800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
Lineamiento	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo, contactos litológicos o filtraciones

de material con alto contenido de humedad. En profundidad, hacia el extremo final de la sección, se observa que a los 20 metros predomina material muy resistivo, el cual se asociaría a la presencia de rocas impermeables.

En el Anexo 2 se describen los resultados en el resto de las secciones geoeléctricas.

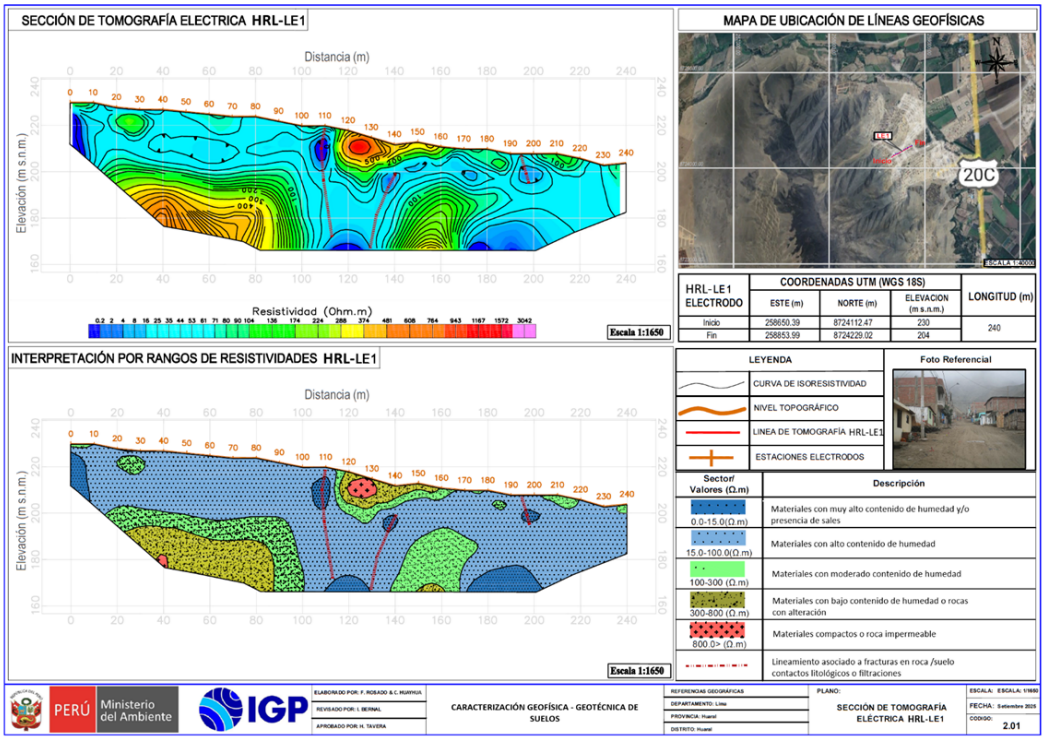


Figura 37. Resultado de tomografía de resistividad eléctrica para la línea HRL-LE1.

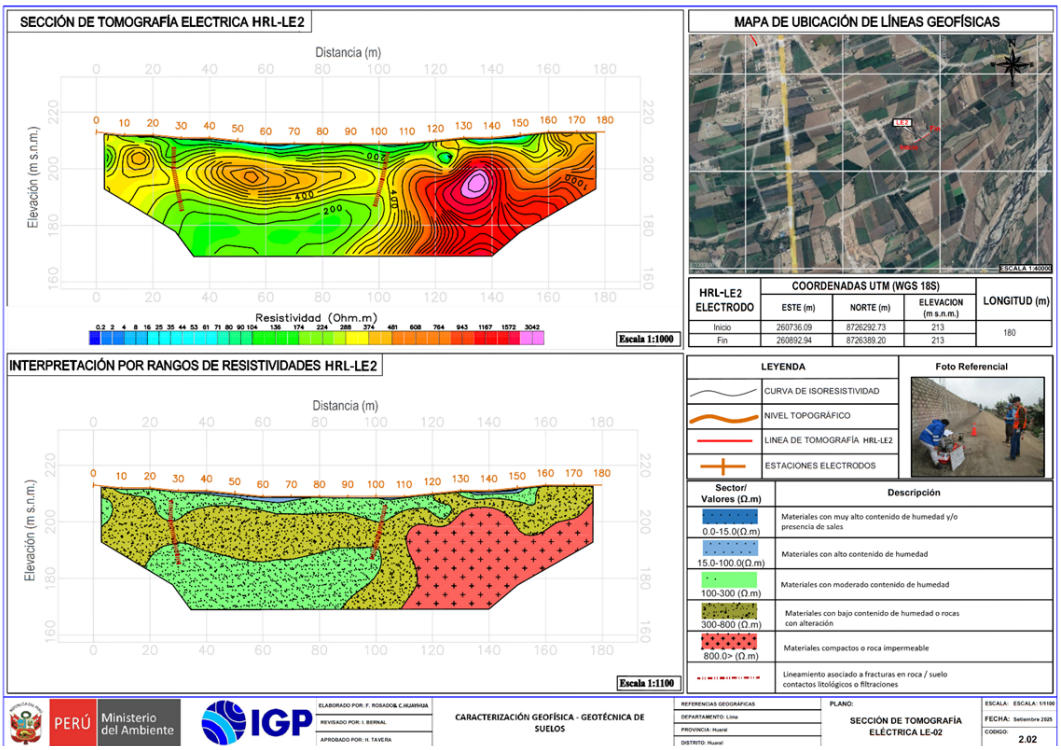


Figura 38. Resultado de tomografía de resistividad eléctrica para la línea HRL-LE2.

Al describir los resultados es importante analizar las tendencias de los resultados según su ubicación. En el contexto geomorfológico, las secciones se agrupan en dos sectores: la llanura y las zonas elevadas.

• Zona de llanura

Según los resultados en las secciones de ERT, esta zona se ha dividido en tres sectores (Figura 39):

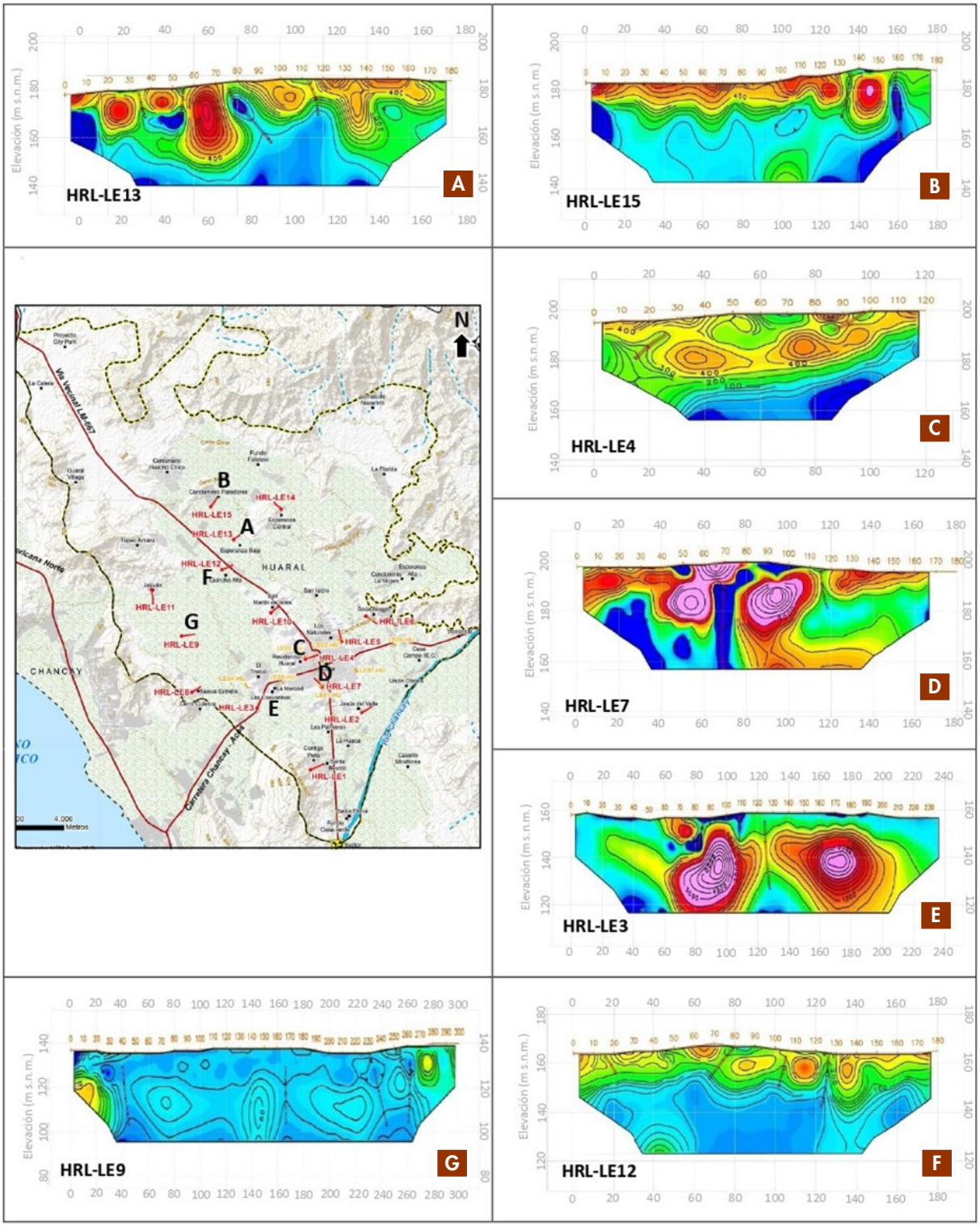


Figura 39. Distribución espacial de las secciones de tomografía eléctrica representativas de cada sector.

- Sector 1

Considera el extremo norte del área urbana de Huaral y se caracteriza por la presencia de horizontes saturados (gráficos A y B), lo que sugiere un mayor potencial para la acumulación y el transporte de aguas subterráneas. Estos niveles se interpretan como depósitos aluviales con buena permeabilidad, favorables para el almacenamiento y flujo del recurso hídrico.

- Sector 2

Abarca el área urbana y se caracteriza por valores elevados de resistividad en profundidad (gráficos C y D), algunos de los cuales se proyectan hacia la superficie. La alternancia de zonas de alta y baja resistividad se interpreta preliminarmente como la presencia de fracturas que actuarían como vías preferenciales de infiltración de fluidos, destacándose una estructura vertical en la sección HRL-LE7. En la sección HRL-LE4 (gráfico C) se observan altas resistividades en superficie que disminuyen progresivamente con la profundidad, lo que podría indicar cambios litológicos o variaciones en el grado de saturación.

- Sector 3

Ubicado al sur y oeste del área urbana, presenta lineamientos estructurales que dividen la sección en zonas de resistividad moderada a alta hacia el extremo final del perfil (gráficos D y E).

A partir de las líneas de ERT es posible establecer una correlación preliminar respecto a la dirección del flujo de las aguas subterráneas. Las secciones indican que los horizontes saturados se concentran principalmente en la zona norte de Huaral, en concordancia con la presencia de extensas áreas de cultivo, lo que sugiere una relación entre la dinámica hidrogeológica y el uso agrícola del suelo.

- Zonas de colinas, lomas y montañas

En este sector se espera identificar principalmente zonas de contacto entre las unidades rocosas y los materiales cuaternarios asociados a depósitos aluviales. Las secciones realizadas en estas áreas muestran variaciones de resistividad que se asocian a la presencia de fracturas o discontinuidades. Para un mejor análisis, la zona se ha subdividido en tres sectores (Figura 39):

- Sector 1

No se observan resistividades altas en las zonas profundas (gráficos A y B), lo que sugiere que el basamento rocoso podría encontrarse a profundidades mayores a 40 metros o que las rocas presentes se encuentran intensamente fracturadas. En ambos casos, la zona evidencia saturación de agua y guarda relación con el acuífero identificado en líneas cercanas a la ladera dentro de la planicie aluvial (HRL-LE13 y HRL-LE15). Esto sugiere una posible conexión hidráulica entre las zonas elevadas y la llanura adyacente.

- Sector 2

Se observan lineamientos que contrastan zonas de baja y alta resistividad (gráfico E), lo que indica la probable presencia de cuerpos de roca intrusiva afectados por fracturamiento. Estas fracturas podrían constituir vías preferenciales para la circulación de fluidos.

- Sector 3

Se identifican lineamientos asociados a fracturas en el macizo rocoso, algunas de las cuales muestran evidencias de filtración de agua. Esto refuerza la interpretación de un sistema estructural activo en términos hidrogeológicos, con potencial influencia en la recarga y transmisión del flujo subterráneo.

Además, en la Figura 39 se presentan las líneas que atraviesan el área urbana, donde los valores de resistividad muestran una variación progresiva de noreste a suroeste. Se identifican intercalaciones de zonas con altas y bajas resistividades. Los valores altos afloran en superficie en los sectores de mayor elevación topográfica; sin embargo, hacia la zona central estos valores disminuyen gradualmente. Asimismo, en profundidad predominan valores de baja resistividad.

4. Zonificación geofísica-geotécnica

La caracterización física y dinámica del suelo del área urbana y periurbana del distrito de Huaral, región Lima, fue realizada con información obtenida de la aplicación de métodos geofísicos y su correlación con la información geológica y geotécnica. Los resultados se presentan a continuación.

4.1 Caracterización física y dinámica de los suelos

El distrito de Huaral está ubicado a una altura promedio de 188 m s. n. m. Se asienta sobre una llanura conformada por gravas, arenas y limos, con expansión urbana hacia las lomas y montañas, donde predominan eventos geodinámicos como flujos de detritos y caída de rocas. Asimismo, la expansión urbana también avanza hacia zonas agrícolas.

Según el mapa de isoperiodos, los suelos del área urbana y periurbana del distrito de Huaral responden predominantemente a periodos que fluctúan entre 0.1 y 0.3 segundos. Adicionalmente, de manera sectorizada, los suelos muestran sensibilidad a periodos largos (>0.4 segundos), con amplificaciones de 3 a 4 veces, presentes por el sector La Calera, Quincha Alta, San Martín de Retes y el centro poblado La Huaca.

La forma de las curvas H/V evidencia que el suelo, al responder a dos rangos de periodos con altas amplificaciones, presenta una respuesta dinámica compleja ante la demanda sísmica. Para una mejor descripción de los resultados de este estudio, el área se subdivide en subáreas según lo mostrado en la Figura 40.

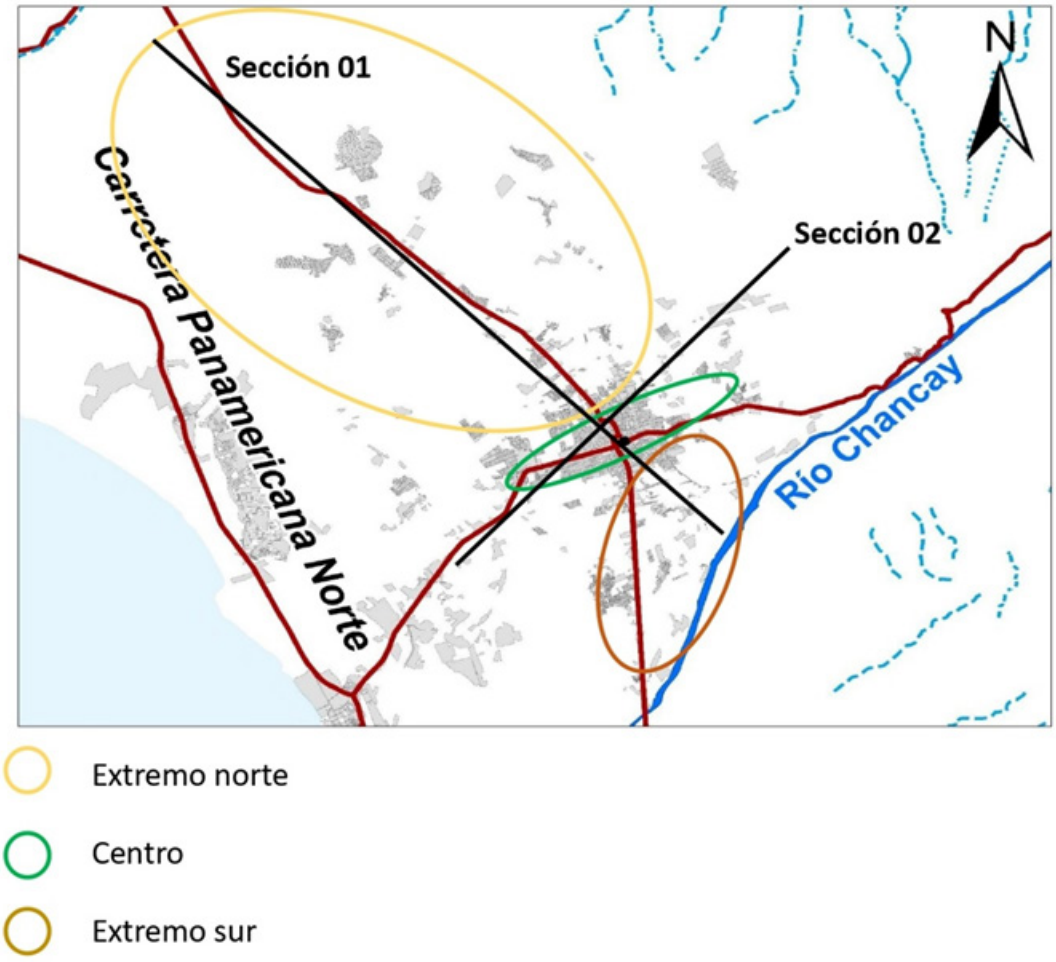


Figura 40. Delimitación de subáreas para una mejor descripción de la estructura del suelo, a partir de la correlación de los resultados con los métodos de ERT y MASW-MAM.

- ## Extremo norte del distrito de Huaral

Comprende la asociación Huaral Village, La Calera, centro poblado Huacho Chico, condominio Paradores, centro poblado Esperanza Baja, Quincha Alta y San Martín de Retes. Los resultados permiten definir la presencia de los siguientes suelos:

» Una capa superficial de suelos medianamente rígidos, compuesta por depósitos aluviales.

» Una capa superficial de suelos con velocidades Vs_{30} = 361–473 m/s y espesores mayores a 4 m (Figuras 41 y 42).

» Presencia de alto contenido de humedad, alcanzando profundidades superiores a 40 metros.

» Respuesta dinámica de los suelos con periodos entre 0.1 y 0.3 segundos, y adicionalmente, de manera sectorizada, sensibilidad a periodos largos (>0.4 segundos).

» A mayor profundidad, la capa de suelo está compuesta por material muy rígido.

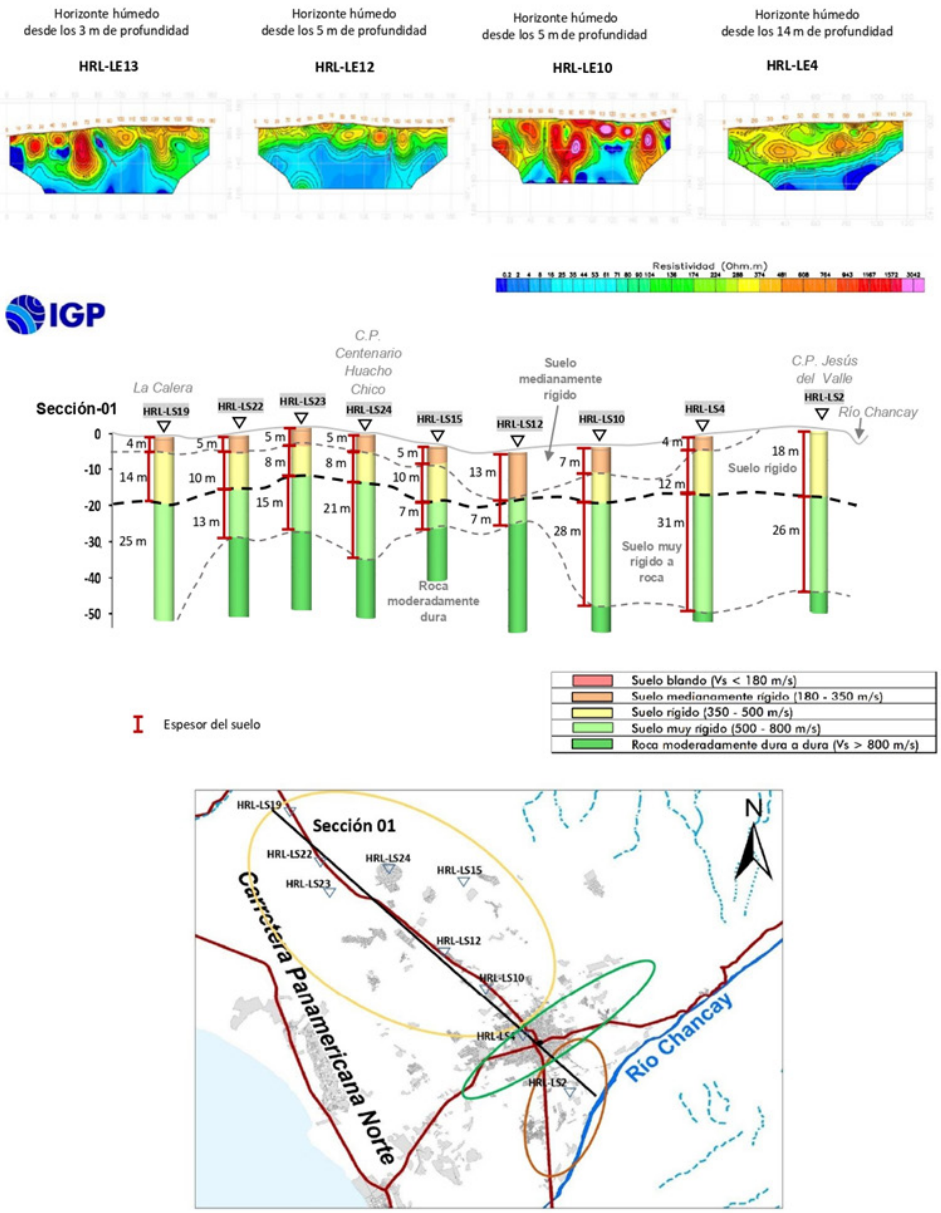
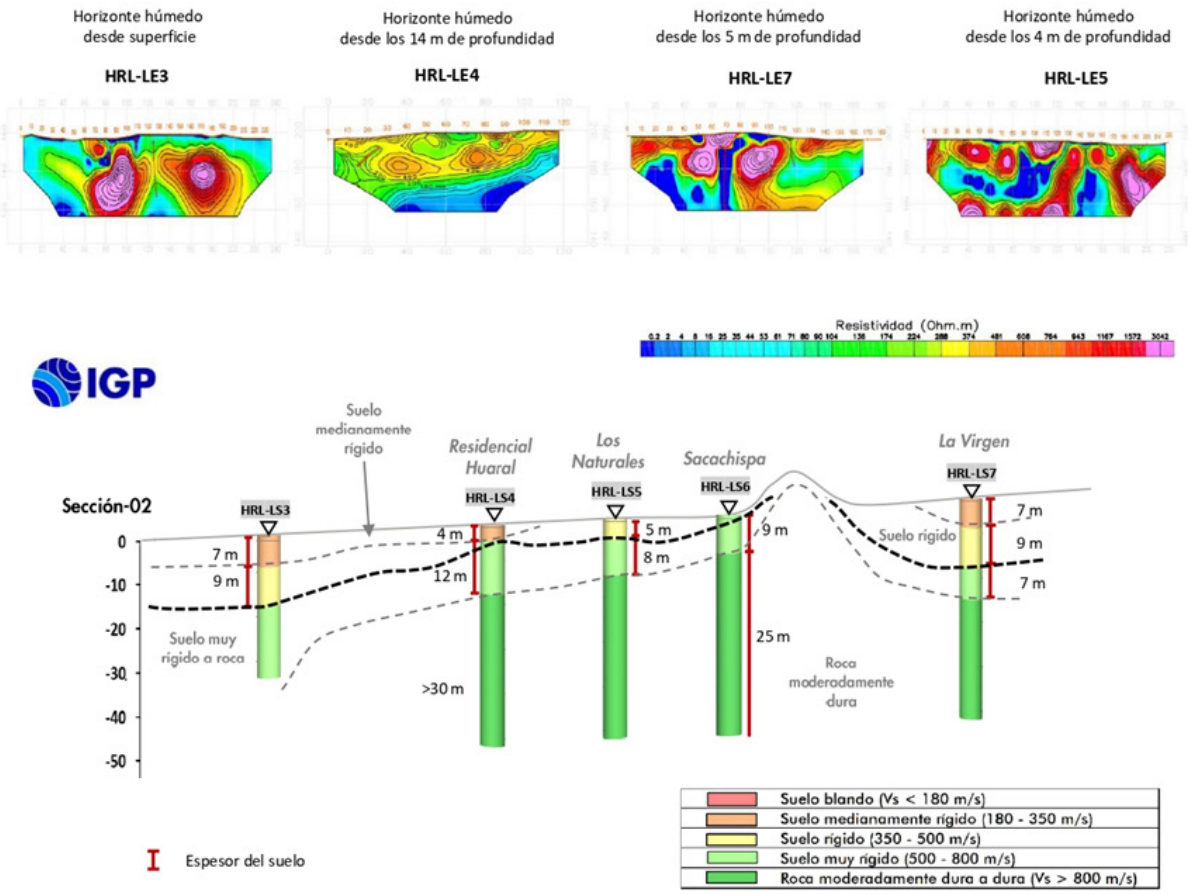


Figura 41. Estructura del suelo del área urbana de Huaral a lo largo de la sección 01, obtenida mediante la correlación de los resultados con los métodos de ERT y MASW-MAM.



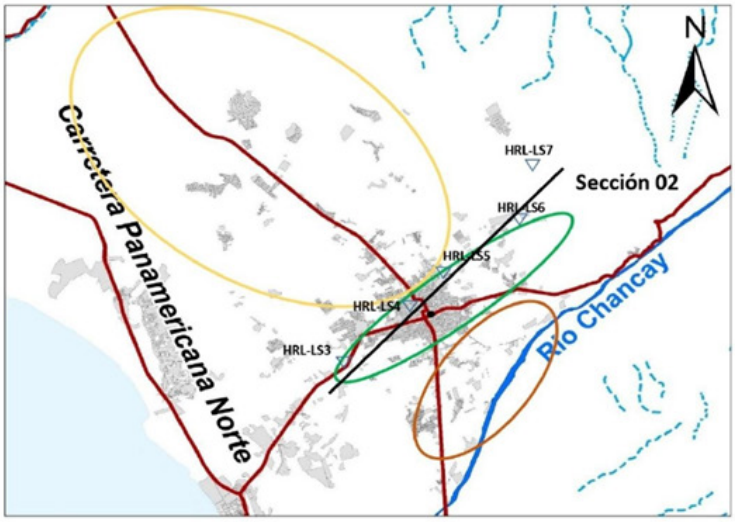


Figura 42. Estructura del suelo del área urbana de Huaral a lo largo de la sección 02, obtenida mediante la correlación de los resultados con los métodos de ERT y MASW-MAM.

• Centro del distrito de Huaral

Comprende las urbanizaciones Los Naturales, residencial Huaral, centro poblado Nueva Estrella y Sacachispas. Los resultados permiten definir la presencia de suelos con las siguientes características:

» Una capa superficial de suelo medianamente rígido hacia los extremos este y oeste del área urbana de Huaral. En la zona céntrica y extremo noreste se identifica la presencia de suelos rígidos a muy rígidos.

» Suelos con velocidades Vs_{30} = 450–982 m/s.

» Los suelos presentan moderado contenido de humedad, el cual se incrementa con la profundidad (Figuras 41 y 42).

» Estos suelos responden a periodos entre 0.1 y 0.2 segundos, y en algunos puntos presentan sensibilidad a un segundo rango de periodos largos (>0.5 segundos).

• Extremo sur del distrito de Huaral

Comprende los centros poblados Jesús del Valle, La Huaca, Contigo Perú y fundo Casa Verde. Los resultados permiten definir la presencia de suelos con las siguientes características:

» Una capa superficial de suelo medianamente rígido constituida por depósitos aluviales.

» Suelos con velocidades Vs_{30} = 365–658 m/s.

» Alto contenido de humedad del suelo en el extremo oeste, el cual disminuye progresivamente hacia el extremo este (Figuras 41 y 42).

» Estos suelos muestran sensibilidad a periodos entre 0.1 y 0.3 segundos, y en algunos puntos presentan sensibilidad a periodos largos (>0.4 segundos).

Estos resultados muestran que en el área de estudio existe una capa de suelos poco compactos a nivel superficial, cuyos espesores se incrementan progresivamente hacia el norte del área urbana, es decir, sobre la llanura de la zona periurbana de Huaral, y también hacia el sureste conforme se aproxima hacia el río Chancay. Asimismo, estos suelos presentan alto contenido de humedad y una respuesta dinámica compleja ante la demanda sísmica.

4.2 Mapa de zonificación geofísica-geotécnica

El mapa de zonificación geofísica-geotécnica para el área urbana y periurbana de Huaral se elaboró en función de la integración de los resultados de los estudios geológicos, geotécnicos y geofísicos. Los resultados han permitido delimitar las zonas cuyos suelos presentan características físicas y dinámicas similares. De acuerdo con la norma E.030, en el área de Huaral se ha identificado la existencia de suelos de tipo S1, S2, S3 y S4, es decir, suelos que varían desde muy rígidos hasta blandos.

Para el área urbana del distrito de Huaral, se propone la siguiente zonificación geofísica-geotécnica (Figura 43).

• Zona I

Considera suelos conformados por gravas y arenas, con velocidades de ondas de corte Vs_{30} entre 570 m/s y 982 m/s. Los suelos responden a periodos de vibración natural que fluctúan entre 0.1 y 0.2 segundos, presentan bajo contenido de humedad y una capacidad de carga portante alta (>3.0 kg/cm^2 a un metro de profundidad). De acuerdo con la norma E.030, estos parámetros corresponden a suelos de tipo S1, es decir, suelos muy rígidos a rígidos, presentes principalmente hacia el extremo noreste de la plaza de Armas de Huaral.

• Zona II

Considera suelos conformados por gravas, arenas y limos, con velocidades de ondas de corte Vs_{30} entre 400 m/s y 570 m/s. Los suelos responden a periodos de vibración natural que fluctúan entre 0.2 y 0.4 segundos, presentan moderado a alto contenido de humedad y una capacidad de carga portante de alta a media (≤3.0 kg/cm^2 a un metro de profundidad). Según la norma E.030, estos parámetros corresponden a suelos de tipo S2, es decir, suelos rígidos a medianamente rígidos, presentes hacia el extremo sur de la plaza de Armas y la zona periurbana de Huaral.

• Zona III

Considera suelos conformados por arenas y limos, con velocidades de ondas de corte Vs_{30} entre 365 m/s y 473 m/s. Estos suelos responden a periodos de vibración natural entre 0.4 y 0.6 segundos y, adicionalmente, muestran sensibilidad a periodos cortos (0.1–0.3 segundos). Presentan contenido de humedad moderado a alto y una capacidad de carga portante de media a baja (≤3.0 kg/cm^2 a un metro de profundidad). De acuerdo con la norma E.030, estos parámetros corresponden a suelos de tipo S3, es decir, medianamente rígidos, presentes hacia el extremo noroeste y en el sector central del área de estudio.

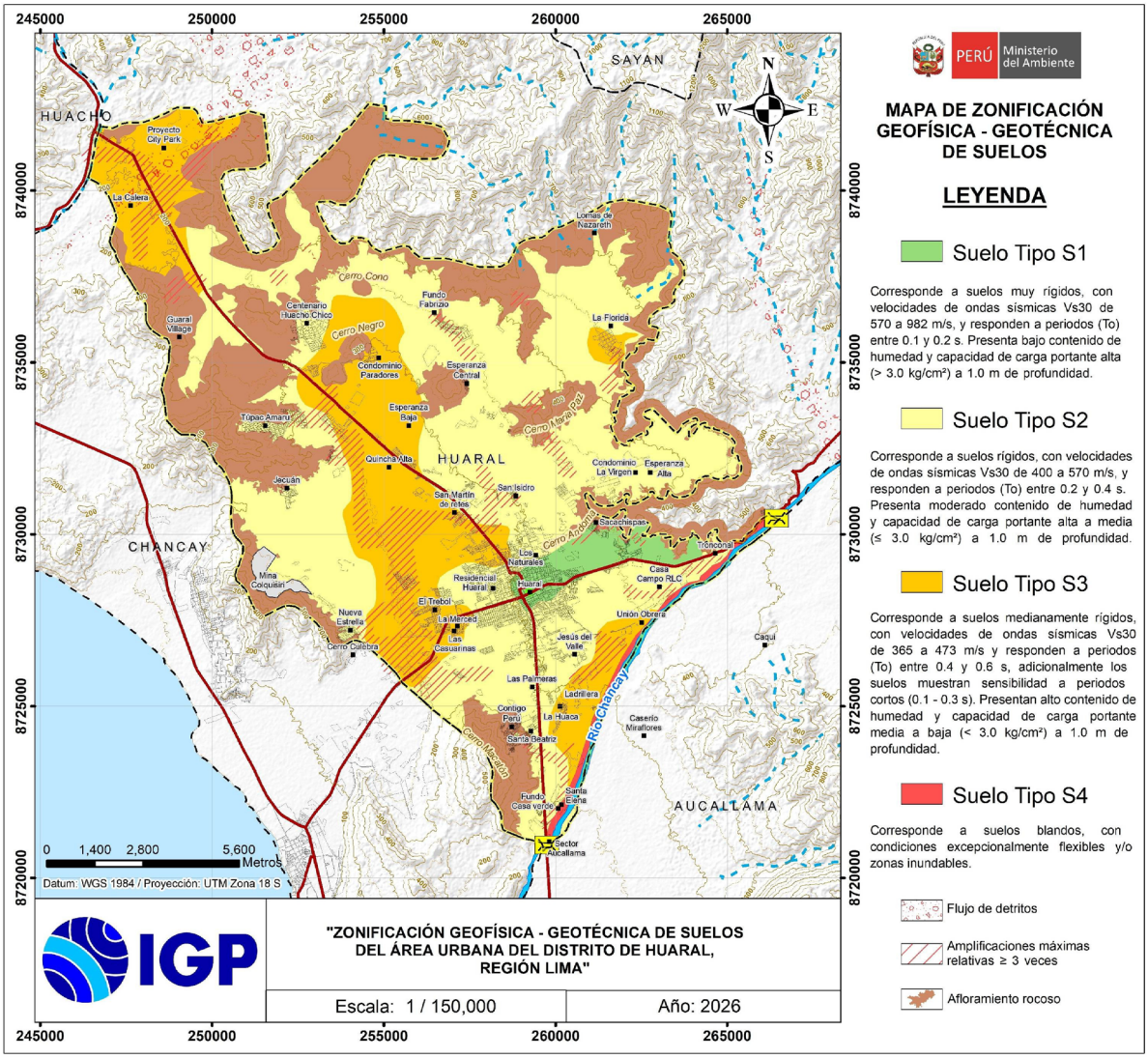


Figura 43. Mapa de zonificación geofísica-geotécnica de suelos del distrito de Huaral, escala 1/150 000.

- Zona IV

Considera suelos de tipo S4 (adaptado según la norma E.030), es decir, suelos blandos a excepcionalmente flexibles en temporadas de lluvia. Estas zonas incluyen áreas de inundación, pendientes inestables y sectores afectados por flujos de detritos. Estos suelos se localizan principalmente en zonas inundables y de derrumbes, es decir, próximos al río Chancay y en las laderas de los cerros.

Finalmente, en el mapa de zonificación se indican, mediante líneas inclinadas de color rojo, los límites donde los suelos presentan amplificaciones relativas mayores a 3.5 veces.

Conclusiones

El estudio de "Zonificación geofísica-geotécnica (comportamiento dinámico del suelo) para el área urbana y periurbana del distrito de Huaral", ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- Geomorfológicamente, el área urbana y periurbana del distrito de Huaral presenta cinco unidades geomorfológicas: colina, loma, montaña, lecho fluvial y llanura. En esta última se ubica el 90 % de la población, mientras que el 10 % restante se ubica en lomas invadidas por la expansión urbana.

- Los eventos geodinámicos que afectan el área de estudio corresponden principalmente a flujos de detritos (huaicos) que descienden por las quebradas de los sectores Huayan y La Calera (extremo noroeste), así como caída de rocas asociada a afloramientos rocosos meteorizados.

- Geológicamente, se identificaron seis tipos de depósitos cuaternarios (aluvial, eólico, coluvial, coluvial-aluvial, fluvial y marino), además del substrato rocoso conformado por rocas del Grupo Casma (derrames de andesita), Complejo Santa Rosa (tonalita, diorita) y afloramientos rocosos de las Súper Unidades Paraíso y Patap (granodiorita). En algunos sectores, estas rocas se encuentran meteorizadas o fracturadas.

- En el área urbana y periurbana de Huaral se identificaron once tipos de suelos: grava bien graduada (GW), grava mal graduada (GP), grava mal graduada con limo (GP-GM), grava limosa con arena (GM), grava limo-arcillosa con arena (GC-GM), arena mal graduada (SP), arena bien graduada con limo y grava (SW-SM), arena mal graduada con limo (SP-SM) y arena limosa (SM), arena arcillosa (SC) y arcilla inorgánica (CL), con capacidad de carga baja (1.0–2.0 kg/cm^2) a alta (>3.0 kg/cm^2). Adicionalmente, se identificaron dos áreas de acumulación de material.

- Según su comportamiento dinámico, los suelos del área urbana y periurbana del distrito de Huaral responden predominantemente a periodos entre 0.1 s y 0.3 s. De manera sectorizada, especialmente en La Calera, Quincha Alta y La Huaca, los suelos muestran sensibilidad a periodos de 0.4 a 0.6 s.

- En el área urbana y periurbana del distrito de Huaral, los suelos se diferencian en tres capas sísmicas y un semiespacio. En conjunto, los espesores de los suelos medianamente rígidos y rígidos alcanzan los 30 m.

- Los suelos muy rígidos (Vs_{30} = 570–982 m/s) están presentes hacia el extremo noreste de la plaza de Armas de Huaral, en los centros poblados de Nueva Estrella y Residencial Huaral. Asimismo, los suelos rígidos (Vs_{30} = 400–570 m/s) están presentes en los sectores Centenario Huacho Chico, Esperanza Baja, extremo este de San Martín de Retes, Las Palmeras y Jesús del Valle. Los suelos medianamente rígidos (Vs_{30} = 365–473 m/s) están presentes en La Huaca, Unión Obrera, Quincha Alta, extremo oeste de San Martín de Retes, El Trébol, Las Casuarinas, La Calera y el centro poblado La Florida.

- Los suelos en el área urbana y periurbana del distrito de Huaral presentan contenido de humedad de moderado a alto. La mayor concentración de humedad, desde la superficie hasta profundidades superiores a 30 m, se ubica en el extremo noroeste del área de estudio, sobre las zonas agrícolas. Hacia el extremo noreste del área de estudio, por el cercado de Huaral, los suelos presentan contenido de humedad de moderado a bajo.

- Los resultados para el área urbana y periurbana del distrito de Huaral han permitido identificar la existencia de suelos de tipo S1, S2, S3 y S4, según la norma E.030, correspondientes a suelos muy rígidos, rígidos, medianamente rígidos y blandos, respectivamente.

Referencias

- ASTM International. (2012). *Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado: ASTM D3080-04*. https://store.astm.org/d3080-04.html

- Bard, P. Y., & SESAME. (2004). *The SESAME project: An overview and main results*. Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Canadá, Paper No. 2207.

- Bernal, I. (2006). *Microzonificación sísmica de la ciudad de Tlaxcala, México* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].

- Cobbing, E., J., (1973). *Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta (hojas 22-h, 22-i, 22-j, 23-h, 23-i, 23-j)*. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional N° 26. https://hdl.handle.net/20.500.12544/144

- Cruden, D. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of Engineering Geology & the Environment, 43*(1).

- Hutchinson, J. N. (1968). Mass movement. In R. W. Fairbridge (Ed.), *Encyclopedia of geomorphology* (pp. 688–695). Reinhold.

- Hutchinson, J. N. (1988). General report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. In C. Bonnard (Ed.), *Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides* (Vol. 1, pp. 3–35). A. A. Balkema.

- Instituto Geofísico del Perú. (2016). *Zonificación sísmica-geotécnica del área urbana de la ciudad de Huaral* [Informe técnico].

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Perfil sociodemográfico. Informe nacional*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2023). *Evaluación de zonas críticas por peligros geológicos ante el fenómeno El Niño 2023-2024 en el departamento de Lima*. Tomo II: Lima provincias. INGEMMET.

- Instituto Nacional de Recursos Naturales (1994). *Diagnóstico de la calidad del agua de la vertiente del Pacífico: Cuenca Chancay – Huaral*. Disponible en: https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1503

- Lermo, J., & Chávez-García, F. J. (1994). Are microtremors useful in site response evaluation? *Bulletin of the Seismological Society of America, 84*(5), 1350–1364.

- Louie, J. N. (2001). Faster, better: Shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America, 91*(2), 347–364. https://doi.org/10.1785/0120000098

- Loke, M. H. (2010). 2-D and 3-D electrical imaging surveys. 147 pp.

- Mena, H. (2018). *Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la calle Morales Bermúdez, provincia de Huaral, Lima, 2018* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].

- Municipalidad Provincial de Huaral. (2024). *Plan de prevención y reducción de riesgos de desastres de la provincia de Huaral.*

- Meyerhof, G., G., (1956). Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol 82* N°SM1, Proc. Paper 886, Jan. 1956, pp-19.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma técnica E.030: Diseño sismorresistente*. Aprobada por Resolución Ministerial N.° 355-2018-VIVIENDA.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma técnica E.050: Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Resolución Ministerial n.° 406-2018-VIVIENDA.

- Morisawa, M. (1968). *Streams: Their dynamics and morphology*. McGraw-Hill.

- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute, 30*(1), 25–33.

- Park, C. B., Miller, R. D., & Xia, J. (1999). Multichannel analysis of surface waves. *Geophysics, 64*(3), 800–808. https://doi.org/10.1190/1.1444590

- Pierson, T. C. (2005). Debris flows from large landslides. In M. Jakob & O. Hungr (Eds.), *Debris-flow hazards and related phenomena* (pp. 269–296). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-27129-5_11

- Ramos, J. (2018). Modelo hidrogeológico conceptual preliminar de las relaveras Colquisiri. *Revista de la Sociedad Geológica del Perú*. https://www.sgp.org.pe

- Reynolds, J. M. (2011). *An introduction to applied and environmental geophysics* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

- SESAME. (2004). *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements, processing and interpretation* [Research report, WP12]. http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/index.htm

- Silgado, E. (1978). *Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)*. Instituto de Geología y Minería. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 3.

- Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zeballos, A., & Ishizawa, O. (2014). *Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú*. Instituto Geofísico del Perú.

- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1948). *Soil mechanics in engineering practice*. Wiley.

- Universidad Nacional de Colombia. (2000). *Investigación de aguas subterráneas en la región de los valles de San Nicolás, Medellín*. Universidad Nacional de Colombia.

- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. In R. L. Schuster & R. J. Krizek (Eds.), *Landslides: Analysis and control* (Special Report 176, pp. 11–33). Transportation Research Board, National Academy of Sciences.

Anexos

- Anexo 1: Información geológica-geotécnica

a) Registro de calicatas

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA	CALICATA:	CHRL-01			
	UBICACIÓN:	Sector Santa Elena			
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN: Lima
	PROFUNDIDAD (m	2.00	NIVEL FREÁTICO (m):	2.00	FECHA: Junio 2025
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8356146	ESTE (m):	259583	COTA (m s.n.m 150
ELABORADO POR: Pilar Vivanco L.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.60 – 0.80								Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja a media. Compactación media. Contiene calstops subangulosos y subredondeados de 1 a 3 cm de diámetro.
0.90 – 1.50	M-01					SM		Arena limosa. Presenta humedad media a alta. Compactación media.
1.60 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-01





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector Santa Elena.

El material encontrado corresponde a arena y arcillas. Presencia de nivel freático.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA	**CALICATA:**	CHRL-02					
	UBICACIÓN:	Sector Santa Elena					
	DISTRITO:	Huaral	**PROVINCIA:**	Lima		**REGIÓN:**	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.60	**NIVEL FREÁTICO (m):**		1.50	**FECHA:**	Junio 2025
	COORDENADAS UTM						
	NORTE (m):	8722221	**ESTE (m):**	260214		**COTA (m s.n.m**	132
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL**	Hernando Tavera		

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00								
0.10 – 0.50								Bolonería en matriz areno-limosa, clastos subredondeados de 7 cm de diámetro. Presenta humedad alta. Compactación baja a media. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.60 – 1.60	M-02							Arena mal graduada con limo. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene presenta clastos subangulosos de 3 cm de diámetro.
1.70 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-02





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector Santa Elena.

No se realizó ensayo de densidad debido a la presencia de gravas mayores a 7 cm de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-03				
UBICACIÓN:	A 750 m al sur del Complejo Arqueológico Makaton				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8724162	ESTE (m):	258785	COTA (m s.n.m	120
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								Relleno antrópico
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-03



El punto de la calicata se situó a 750 m al sur del Complejo Arqueológico Makaton.



En esta área se evidenció la presencia de materiales del tipo plásticos, desmontes, entre otros.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

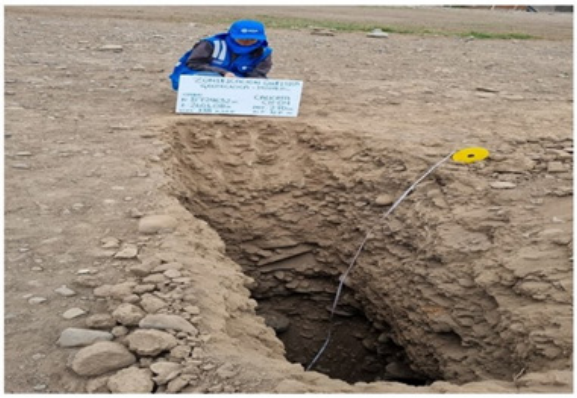
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	CALICATA:	CHRL-04				
	UBICACIÓN:	Sector La Huaca				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	2.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8724632	ESTE (m):	260108	COTA (m s.n.m	178
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.00								Relleno antrópico.
1.10 – 1.50	M-05							Grava mal graduada, de 1 a 3 cm de diámetro en matriz areno-limosa. No presenta humedad. Compactación baja a media.
1.60 – 2.70								Bolonería, clastos subredondeados a redondeados en matriz areno-limosa. No presenta humedad. Compactación baja a media. Los clastos son de naturaleza ígnea.
2.80 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-04





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector La Huaca.

No se realizó ensayo de densidad debido a la presencia de gravas mayores a 7 cm de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-05				
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	2.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8727462	ESTE (m):	256358	COTA (m s.n.m	150
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50	M-05					GP		Grava mal graduada, en matriz arenosa de grano fino. No presenta humedad. Compactación alta.
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								Grava mal graduada, en matriz arena limosa, redondeada a subredondeada, de 2 cm a 0.20 m de diámetro. Presenta humedad baja. Compactación baja.
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-05





La calicata se realizó en las periferias del distrito de Huaral.

No se realizó ensayo de densidad debido a la presencia de gravas mayores a 0.20 m de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-06				
UBICACIÓN:	Sector Señor Jesús del Valle				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8726663	ESTE (m):	260904	COTA (m s.n.m	203
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.00								Relleno antrópico.
1.10 – 1.50								Arena mal graduada, de grano fino. Contiene gravas y limos. No presenta humedad. Compactación baja.
1.60 – 2.50						SP		Arena mal graduada de grano fino con intercalaciones de arenas limosas y limos. No presenta humedad. Compactación baja.
2.60 – 3.00	M-06							Gravas mal graduada, redondeadas a subredondeadas de 7 cm de diámetro. No presenta humedad. Compactación baja. Contiene un lente de limos de 0.10 m de espesor.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-06





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector Señor Jesús del Valle.

No se realizó ensayo de densidad debido a la presencia de gravas mayores a 7 cm de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-07				
UBICACIÓN:	Sector Las Campiñas Complejo				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8729265	ESTE (m):	259098	COTA (m s.n.m	192
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								Relleno antrópico.
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50	M-07					GP		Grava mal graduada, en matriz arenosa, subangulosos de 2 a 30 cm de diámetro. No presenta humedad. Compactación media. Contiene restos orgánicos (raíces)
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-07





La calicata se realizó en las periferias del campo deportivo del sector San Gabriel.

No se realizó ensayo de densidad debido a la presencia de gravas mayores a 0.30 m de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

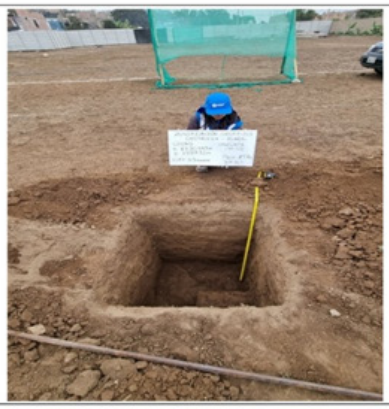
REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA	**CALICATA:**	CHRL-08				
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Huaral	**PROVINCIA:**	Lima	**REGIÓN:**	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.50	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:**	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8730973	**ESTE (m):**	258731	**COTA (m s.n.m**	169
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL**	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50								Relleno antrópico.
0.60 – 1.00						ML		Limo arcilloso. Presenta humedad media. Compactación media.
1.10 – 1.50	M-08					SP		Arena mal graduada, de grano fino. No presenta humedad. Compactación media. Contiene clastos subangulosos de 4 cm de diámetro.
1.60 – 3.00								

OBSERVACIONES.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-08



La calicata se realizó en las periferias del campo deportivo del sector San Gabriel.



El ensayo de densidad se realizó en arenas a 1.20 m de profundidad.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-09				
UBICACIÓN:	C.P. Retes				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8730587	ESTE (m):	257034	COTA (m s.n.m	171
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.00						ML		Limo arcilloso. Presenta humedad media. Compactación media.
1.10 – 3.20	M-09					SP		Arena mal graduada, grano fino a medio. Presenta humedad baja. Compactación media a alta. Contiene clastos angulosos de forma aislada.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-09





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector C.P. Retes

El material encontrado corresponde a arena de grano fino a medio

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-10				
UBICACIÓN:	C.P. Túpac Amaru				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8733483	ESTE (m):	252460	COTA (m s.n.m	182
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								Relleno antrópico.
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50	M-10					SP		Arena mal graduada, grano medio a grueso. Presenta humedad media. Compactación alta. Contiene clastos angulosos a subangulosos de forma aislada y de 5 a 8 cm de diámetro. A 2.50 m de profundidad se evidencia un lente de arcilla de 0.50 cmde espesor.
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								
	3.10								
	3.20								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-10



La calicata se realizó en las inmediaciones del sector C.P. Túpac Amaru.



El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano medio a grueso.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-11				
UBICACIÓN:	Colegio Nueva Esperanza				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
		COORDENADAS UTM			
NORTE (m):	8733798	ESTE (m):	254853	COTA (m s.n.m	166
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50								Relleno antrópico y restos orgánicos (raíces).
0.60 – 2.00	M-11					SP		Arena mal graduada, de grano medio. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos menores a 3 cm de diámetro.
2.10 – 3.00								Arena mal graduada, de grano medio a grueso. Presenta humedad media. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de 3 a 4 cm de diámetro.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-11



La calicata se realizó en las inmediaciones del colegio Nueva Esperanza.



El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano medio a grueso.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA	**CALICATA:**	CHRL-12			
	UBICACIÓN:	Sector El Manantial			
	DISTRITO:	Huaral	**PROVINCIA:**	Lima	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m	3.20	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:** Junio 2025
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8733486	**ESTE (m):**	258029	**COTA (m s.n.m** 231
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL**	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								Relleno antrópico.
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50	M-12					SP		
	1.60								
	1.70								
	1.80								Arena mal graduada, de grano grueso a medio. Presenta humedad media a baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de forma aislada y de 5 a 10 cm de diámetro. A 3.00 m de profundidad se evidencia arena de grano medio a fino.
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								
	3.10								
	3.20								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-12



La calicata se realizó en las inmediaciones del sector El Manantial.



El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano medio a grueso.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-13				
UBICACIÓN:	C.P. Centenario Huacho Chico				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8736100	ESTE (m):	252841	COTA (m s.n.m	214
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00						SM		Arena limosa. Presenta humedad baja. Compactación alta a media. Contiene gravilla, clastos subagulosos de 1 cm de diámetro.
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50	M-13							Arena mal graduada, de grano medio. Presenta humedad baja. Compactación alta a media. Contiene clastos subangulosos a angulosos.
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								
	3.10								
	3.20						SP		Arena mal graduada, de grano grueso. Presenta humedad baja. Compactación media.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-13



La calicata se realizó en las inmediaciones del C.P. Centenario Huacho Chico.



El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano medio.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-14				
UBICACIÓN:	Sector Esperanza				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.30	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8734712	ESTE (m):	257513	COTA (m s.n.m	226
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.10								Relleno antrópico y restos orgánicos (raíces).
0.10 – 1.00						SM		Arena limosa. No presenta humedad baja. Compactación media a baja. Contiene clastos subangulosos a angulosos de 2 cm de diámetro.
1.00 – 2.00	M-14							Grava limosa con arena, clastos subangulosos a angulosos de 2 cm de diámetro. No presenta humedad. Compactación media a baja.
2.00 – 3.30						GM		Grava limosa con intercalaciones de capas de 10 cm de arena limosa, de grano fino a grueso. Presenta humedad media. Compactación media a baja.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-14



La calicata se realizó en las inmediaciones del sector Esperanza.



El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano fino.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA	**CALICATA:**	**CHRL-14A**				
	UBICACIÓN:	Sector Esperanza				
	DISTRITO:	Huaral	**PROVINCIA:**	Lima	**REGIÓN:**	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.80	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:**	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8734446	**ESTE (m):**	257315	**COTA (m s.n.m**	226
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL**	Hernando Tavera	

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								Relleno antrópico.
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50	M-14					RX		Roca alterada y fracturada.
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								
	3.10								
	3.20								
	3.30								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-14A





La calicata se realizó en las inmediaciones del área urbana de Huaral.

En la calicata se observó afloramiento rocoso alterado.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	CALICATA:	CHRL-15				
	UBICACIÓN:	Sector La Florida				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8735606	ESTE (m):	261618	COTA (m s.n.m	339
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00								
0.10 – 0.30								Relleno antrópico y restos orgánicos (raíces).
0.40 – 3.00	M-14 (1.50)					SP		Arena mal graduada, de grano fino a grueso. Presenta humedad media a baja. Compactación media a baja. Contiene clastos subangulosos a angulosos de 2 cm de diámetro.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-15





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector La Florida.

El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano fino a grueso.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-16				
UBICACIÓN:	Sector Esperanza Alta				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8732226	ESTE (m):	263250	COTA (m s.n.m	283
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30								Relleno antrópico.
0.40 – 1.40								Arena mal graduada, de grano fino a grueso. Presenta humedad media a baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de forma aislada y una capa de arena limosa de 2.00 a 2.50 m de profundidad.
1.50	M-16					SP		
1.60 – 3.20								Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de forma aislada.

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-16





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector Esperanza Alta.

El ensayo de densidad se realizó a 1.50 m de profundidad en arena de grano medio a grueso.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

CALICATA:	CHRL-17				
UBICACIÓN:	Sector Los Claveles				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8729232	ESTE (m):	259767	COTA (m s.n.m	209
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD D (gr/cm³) Dh	DENSIDAD D (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						ML		Limos. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.60 – 1.00						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad media a baja. Compactación alta. Contiene clastos angulosos a subangulosos de forma aislada de 2 a 6 cm de diámetro.
1.10 – 1.90	M-17					GP		Grava mal graduada, clastos subredondeados, en matriz areno-limosa. Presenta humedad media a baja. Compactación media a baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de forma aislada de 10 a 20 cm de diámetro.
2.00 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO CHRL-17





La calicata se realizó en las inmediaciones del sector Los Claveles.

El ensayo de densidad se realizó a 0.90 m de profundidad en arena de grano fino.

b) Registro de posteos

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-01				
	UBICACIÓN:	Sector San Blas				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.10	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8721182	ESTE (m):	259802	COTA (m s.n.m	125
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00								
0.10 – 1.10						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene limos y arcillas.
1.20 – 3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.10 m al no recuperarse muestra de suelo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-01





El posteo se realizó en las inmediaciones del sector San Blas.

El material encontrado corresponde a arena de grano fino.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-02				
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.80	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8723498	ESTE (m):	259567	COTA (m s.n.m	166
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.00						SM		Arena limosa, de grano fino a medio. Presenta humedad alta. Compactación baja. Contiene limos.
1.10 – 1.50						SC		Arena arcillosa, de grano fino. Presenta humedad alta. Compactación baja.
1.60 – 1.80						SM		Arena limosa, de grano fino. Presenta humedad alta. Compactación baja.
1.90 – 3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.80 m al no recuperarse muestra de suelo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-02



El posteo se realizó en las inmediaciones del Huaral.



El material encontrado corresponde a arena y arcillas. Presencia de nivel freático.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

POSTEO:	**PHRL-03**				
UBICACIÓN:	Sector San Luis				
DISTRITO:	Huaral	**PROVINCIA:**	Huaral	**REGIÓN:**	Lima
PROFUNDIDAD (m	0.50	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:**	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8729275	**ESTE (m):**	261839	**COTA (m s.n.m**	236
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SC-SM		Arena mal graduada en matriz limo-arcillosa. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos subangulosos de 2 a 5 cm de diámetro y restos orgánicos (raíces).
0.60 – 3.00						GP		Grava, clastos subangulosos de mayores a 5 cm de diámetro, en matriz limo-arcillosa. Presenta humedad baja. Compactación baja.

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.50 m debido a la presencia de gravas mayores a 5 cm de diámetro que impiden continuar con la perforación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-03



El posteo se realizó en en sector San Luis.



El material encontrado corresponde a arena limo-arcillosa con clastos mayores a 5 cm de diámetro en profundidad.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-04				
	UBICACIÓN:	A 1.5 km al noreste del cerro Makaton				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	2.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8725383	ESTE (m):	258856	COTA (m s.n.m	186
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SP		Arena mal graduada, de grano fino a medio. Presenta humedad media. Compactación baja. Contiene clastos redondeados y subredondeados de 5 cm de diámetro.
0.60 – 2.00						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad media. Compactación baja. Contiene clastos redondeados y subredondeados de 5 cm de diámetro.
2.10 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-04



El posteo se realizó al noreste del cerro Makaton.



El material encontrado corresponde a arena de grano fino a medio.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

POSTEO:	PHRL-05				
UBICACIÓN:	Parque La Cultura				
DISTRITO:	Huaral	**PROVINCIA:**	Huaral	**REGIÓN:**	Lima
PROFUNDIDAD (m	0.50	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:**	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8728446	**ESTE (m):**	259018	**COTA (m s.n.m**	194
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SP		Arena mal graduada, de grano fino a medio. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastoa redondeados a subredondeados de 2 a 5 cm de diámetro.
0.60 – 3.00						GP		Grava subredondeada, en matriz limosa

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene debido a la presencia de gravas que impiden continuar con la perforación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-05





El posteo se realizó en las inmediaciones del parque La Cultura.

El material encontrado corresponde a arena y gravas.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-06				
	UBICACIÓN:	A 1 km al norte de Aquapark-Huaral				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.50	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8725799	ESTE (m):	260904	COTA (m s.n.m	194
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SP		Arena mal graduada, de grano fino a medio. Presenta humedad baja. Compactación baja.
0.60 – 1.50						CL		Arcilla. Presenta humedad baja. Compactación baja a media.
1.60 – 3.00								

OBSERVACIONES: No se realizó el posteo, se encontró un corte que permite identificar el material.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-06



Se identificó un corte en las inmediaciones de Huaral.



El material encontrado corresponde a arena y arcillas.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-07				
	UBICACIÓN:	A 1.8 km al noroeste de la plaza de armas de Huaral				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	0.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
			COORDENADAS UTM			
	NORTE (m):	8729672	ESTE (m):	257923	COTA (m s.n.m	180
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.70						SP		Arena mal graduada, de grano fino en matriz limo-arcillosa. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos redondeados y subredondeados de 7 cm de diámetro.
0.80 – 3.00						GP		Grava mal graduada subredondeados mayores a 3 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene debido a la presencia de gravas que impiden continuar con la perforación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-07



El posteo se realizó en las periferias de Huaral al noroeste de Huaral.



El material encontrado corresponde a grava de diámetro mayor a 3 cm de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-08				
	UBICACIÓN:	Inmediaciones del Fundo El Sol				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	0.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8728116	ESTE (m):	254311	COTA (m s.n.m	139
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70						SP		Arena mal graduada, de grano medio a fino, en matriz arcillosa. Presenta humedad alta. Compactación baja.
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.70 m porque no se recupera muestra debido a la alta humedad del suelo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-08



El posteo se realizó al oeste de Huaral.



El material encontrado corresponde a arenas de grano medio a fino en matriz arcillosa.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

POSTEO:	PHRL-09				
UBICACIÓN:	Sector San Isidro				
DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m	0.95	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8729894	ESTE (m):	258943	COTA (m s.n.m	194
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene restos orgánicos (raíces).
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60						GP		Grava mal graduada, clastos subangulosos y subredondeados menores a 2 cm de diámetro. Compactación alta.
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene debido a la presencia de gravas que impiden continuar con la perforación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-09



El posteo se realizó en las inmediaciones del sector San Isidro.



El material encontrado corresponde a arena y gravas de compactación alta.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	CALICATA:	PHRL-10				
	UBICACIÓN:	Sector Esperanza Baja				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8731691	ESTE (m):	256653	COTA (m s.n.m	162
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00								
0.10 – 0.70						SP		Arena mal graduada, de grano medio. Presenta humedad media. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de 1 cm de diámetro.
0.80 – 1.00						SP		Arena mal graduada, de grano medio. Presenta humedad alta. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de 3 a 5 cm de diámetro.
1.10 – 1.50						SM		Arena mal graduada, de grano medio en matriz limosa. Presenta humedad alta. Compactación baja. Contiene clastos angulosos a subangulosos de 1 cm de diámetro.
1.60 – 1.70						SC		Arena mal graduada, de grano medio en matriz arcillosa. Presenta humedad alta. Compactación baja.
1.80 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-10





La calicata se realizó en las inmediacaiones del sector Esperanza Baja.

El material encontrado corresponde a arena en matriz limosa y arcillosa.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-11				
	UBICACIÓN:	Sector Jecuan				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.90	NIVEL FREÁTICO (m):	1.80	FECHA:	Junio 2025
			COORDENADAS UTM			
	NORTE (m):	8731081	ESTE (m):	252924	COTA (m s.n.m	123
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.00						SP		Arena mal graduada, de grano fino en matriz arcillosa. Presenta humedad media. Compactación baja. Contiene restos orgánicos (raíces).
1.10 – 1.20						SC-SM		Arena mal graduada, de grano fino en matriz limo-arcillosa. Presenta humedad media. Compactación baja. Contiene clastos subangulosos menores a 1 cm de diámetro.
1.30 – 1.90						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad
2.00 – 3.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-11



El posteo se realizó en las inmediaciones del sector Jecuan.



El material encontrado corresponde a arena mal graduada con intercalaciones de arena limo-arcillosa.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-12				
	UBICACIÓN:	Cerro Cenizo				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	0.50	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
			COORDENADAS UTM			
	NORTE (m):	8732030	ESTE (m):	253143	COTA (m s.n.m	137
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SP		Arena mal graduada, de grano fino a medio. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos de 1 a 2 cm de diámetro y restos orgánicos (raíces).
0.60 – 3.00						GP		Grava mal graduada, clastos angulosos a subangulosos mayores a 4 cm de diámetro. Compactación baja.

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene debido a la presencia de gravas mayores a 4 cm de diámetro que impiden continuar con la perforación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-12



El posteo se realizó en las inmediaciones del cerro Cenizo.



El material encontrado corresponde a arena y gravas.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-13				
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.60	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8732039	ESTE (m):	254773	COTA (m s.n.m	148
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80						SP		Arena mal graduada, de grano medio. Presenta humedad media a baja. Compactación baja. Contiene clastos subangulosos a angulosos de 3 cm de diámetro.
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70								Grava en matriz arenosa.
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene debido a la presencia de gravas mayores a 4 cm de diámetro que impiden continuar con la perforación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-13



El posteo se realizó en las inmediaciones de Huaral.



El material encontrado corresponde a arena con grava.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-14				
	UBICACIÓN:	Inmediaciones del cerro Cono				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.20	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8737350	ESTE (m):	254562	COTA (m s.n.m	237
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10						SP		Arena mal graduada, de grano grueso a medio. Presenta humedad media. Compactación baja.
	0.20								
	0.30								
	0.40						SC-SM		Arena mal graduada, en matriz limo-arcillosa. Presenta humedad media. Compactación media. Contiene clastos angulosos a subangulosos de 1 cm de diámetro.
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90						SP		Arena mal graduada, de grano grueso. Presenta humedad baja. Compactación baja.
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30						SC-SM		Arena mal graduada, en matriz limo-arcillosa. Presenta humedad baja. Compactación baja.
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.70 m de profundidad porque no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-14



El posteo se realizó al norte de Huaral en las inmediaciones del cerro Cono.



El material encontrado corresponde a arena mal graduada e intercalaciones de arena limo-arcillosa.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-15				
	UBICACIÓN:	A 250 m al sur del Fundo Blas				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	8736151	ESTE (m):	257264	COTA (m s.n.m	242
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.70						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos de 1 cm de diámetro.
1.80 – 3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.70 m de profundidad porque no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-15



El posteo se realizó en las inmediaciones del Fundo Blas.



El material encontrado corresponde a arena y gravas.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-16				
	UBICACIÓN:	Acceso Huaral-Urban Residencial				
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
			COORDENADAS UTM			
	NORTE (m):	8738403	ESTE (m):	249165	COTA (m s.n.m	182
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera	

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.00						SP		Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja. Compactación baja. Contiene clastos angulosos de 1 cm de diámetro.
1.10 – 3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.00 m de profundidad porque no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-16



El posteo se realizó en el acceso Huaral-Urban Residencial.



El material encontrado corresponde a arena y gravas.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-17				
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	1.40	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
			COORDENADAS UTM			
	NORTE (m):	8740693	ESTE (m):	246336	COTA (m s.n.m	161
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								
	0.40								
	0.50								Arena mal graduada, de grano fino. Presenta humedad baja a media. Compactación baja.
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90						SP		
	1.00								
	1.10								
	1.20								Arena mal graduada, de grano fino. No presenta humedad. Compactación baja.
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70								
	1.80								
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.40 m porque no se logra recupera muestra del suelo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-17



El posteo se realizó en las periferias de Huaral.



El material encontrado corresponde a arena fina.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA						
	POSTEO:	PHRL-18				
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA:	Huaral	REGIÓN:	Lima
	PROFUNDIDAD (m	0.70	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Junio 2025
			COORDENADAS UTM			
	NORTE (m):	8732811	ESTE (m):	245668	COTA (m s.n.m	135
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³) Dh	DENSIDAD (gr/cm³) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.70						SP		Arena mal graduada, de grano fino a medio. Presenta humedad baja. Compactación baja.
0.80 – 3.00								

OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.50 m de profundidad porque no se logra recuperar muestra del suelo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PHRL-18



El posteo se realizó en las periferias de Huaral.



El material encontrado corresponde a arena.

c) Ensayos de penetración dinámica ligera

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Aucallama

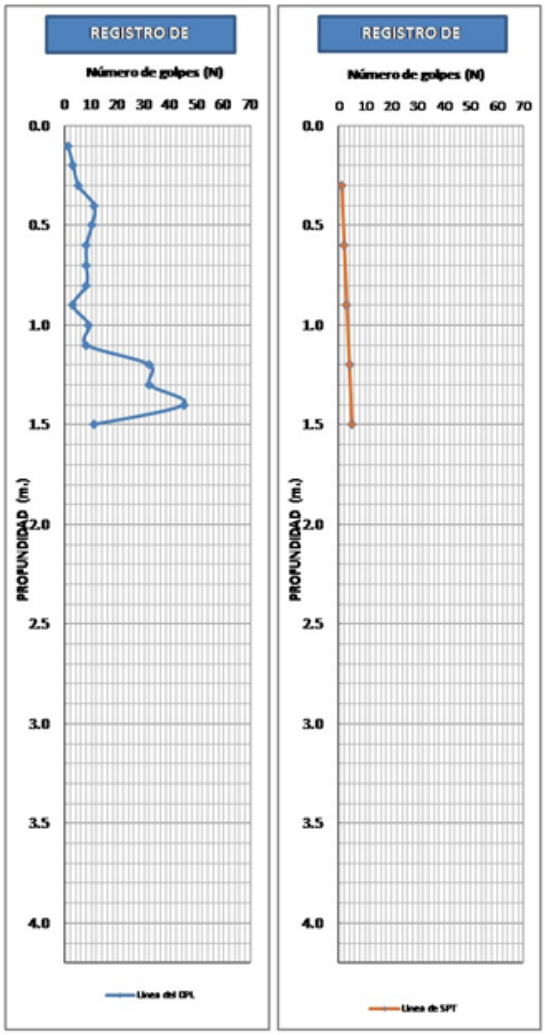
PROFUNDIDAD (m): 1.50
COORDENADAS (m): 259786 E
8721168 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 118
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: **DPL_HRL-01**
HOJA: 1/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	1				
0.20	3	1.90	0.0	21.2	Muy Suelta
0.30	5				
0.40	11				
0.50	10	5.01	0.0	25.0	Suelta
0.60	8				
0.70	8				
0.80	8	3.28	0.0	23.1	Muy Suelta
0.90	3				
1.00	9				
1.10	8	8.46	0.0	28.0	Suelta
1.20	32				
1.30	32				
1.40	45	15.19	0.0	32.4	Media
1.50	11				
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 1.50 m. de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Santa Beatriz

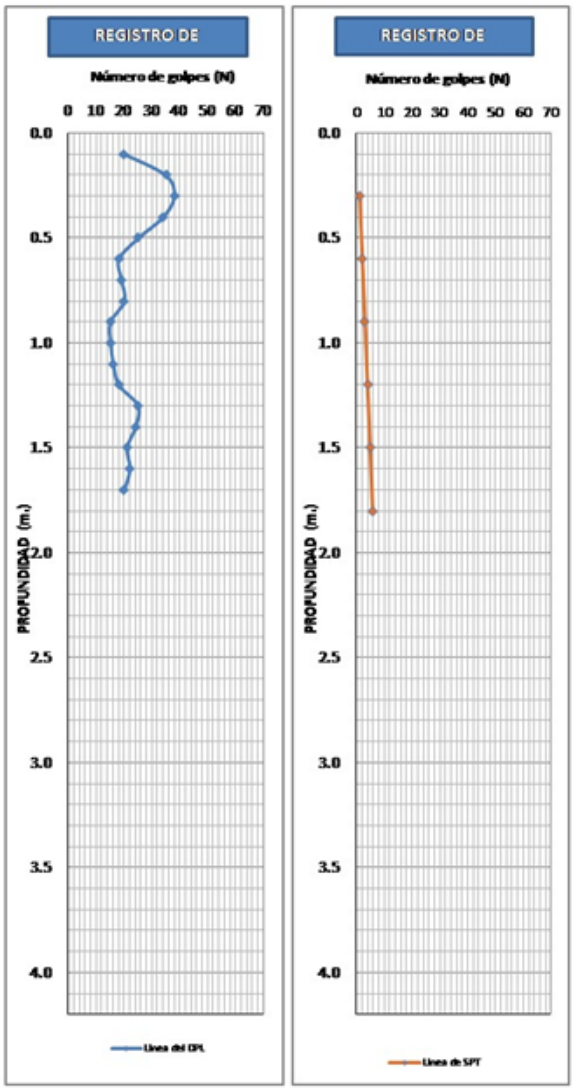
PROFUNDIDAD (m): 1.70
COORDENADAS (m): 259335 E
8724223 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 185
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: **DPL_HRL-02**
HOJA: 2/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C' spt (Tn/m^2)	Ø' spt (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	20				
0.20	35	13.12	0.0	31.2	Media
0.30	38				
0.40	34				
0.50	25	13.30	0.0	31.3	Media
0.60	18				
0.70	19				
0.80	20	9.32	0.0	28.7	Suelta
0.90	15				
1.00	15				
1.10	16	8.46	0.0	28.0	Suelta
1.20	18				
1.30	25				
1.40	24	12.09	0.0	30.5	Media
1.50	21				
1.60	22				
1.70	20	7.25	0.0	27.0	Suelta
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 1.70 m. de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Las Palmeras

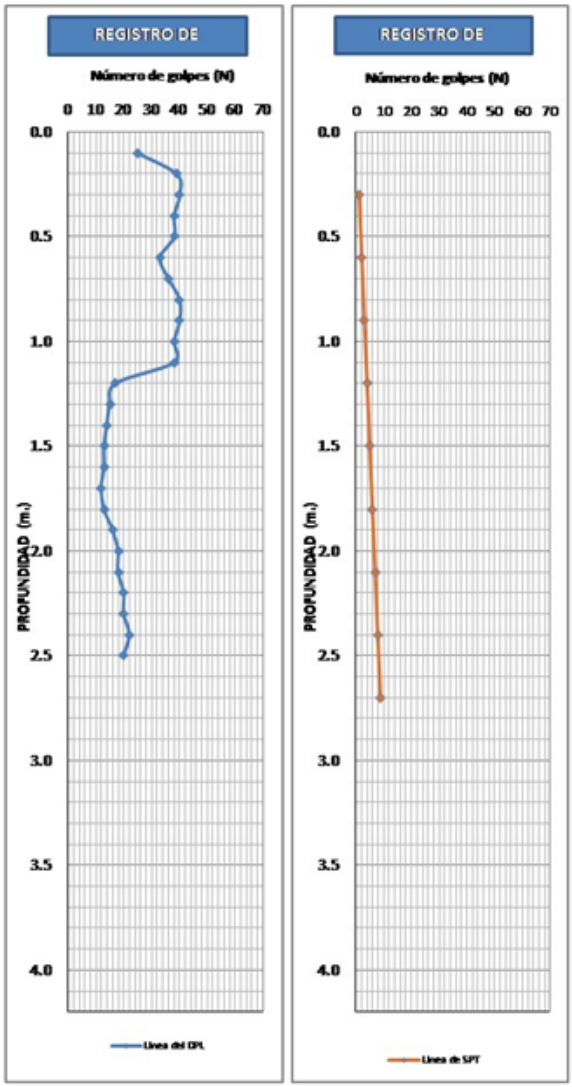
PROFUNDIDAD (m): 2.50
COORDENADAS (m): 259387 E
8725517 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 188
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: **DPL_HRL-03**
HOJA: 3/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	25				
0.20	39	14.16	0.0	31.8	Media
0.30	40				
0.40	38				
0.50	38	18.82	0.0	34.4	Media
0.60	33				
0.70	36				
0.80	40	20.03	0.0	35.0	Media
0.90	40				
1.00	38				
1.10	38	16.06	0.0	32.9	Media
1.20	17				
1.30	15				
1.40	14	7.25	0.0	27.0	Suelta
1.50	13				
1.60	13				
1.70	12	6.56	0.0	26.5	Suelta
1.80	13				
1.90	16				
2.00	18	8.98	0.0	28.4	Suelta
2.10	18				
2.20	20				
2.30	20	10.71	0.0	29.6	Media
2.40	22				
2.50	20				
2.60		3.45	0.0	23.3	Muy Suelta
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES:

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector El Milagro

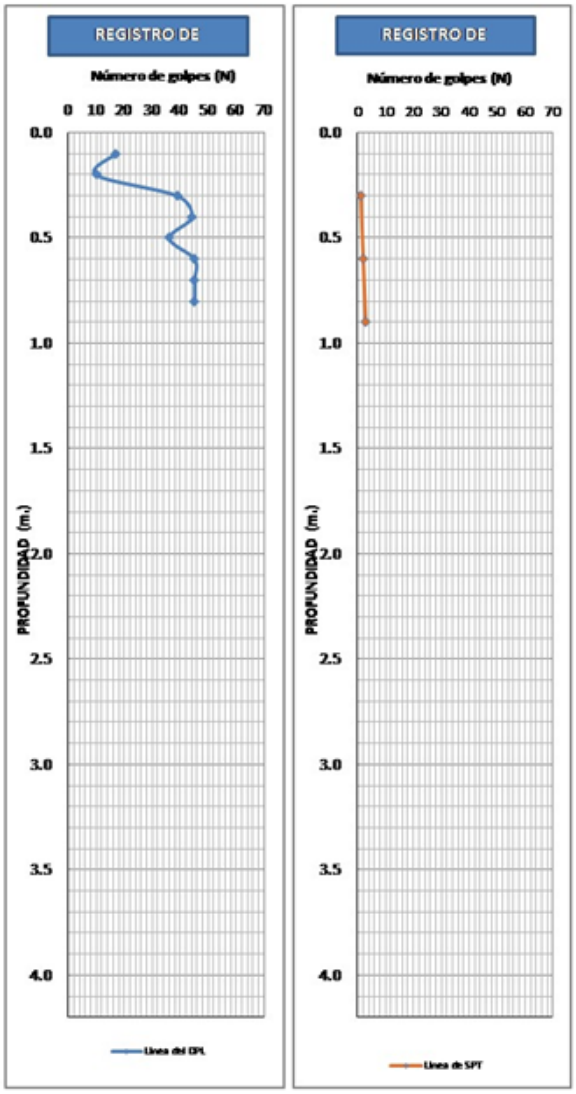
PROFUNDIDAD (m): 0.80
COORDENADAS (m): 258405 E
8728758 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 185
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-04
HOJA: 4/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	17				
0.20	10	8.98	0.0	28.4	Suelta
0.30	39				
0.40	44				
0.50	36	21.58	0.0	35.8	Media
0.60	45				
0.70	45				
0.80	45	15.54	0.0	32.6	Media
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.80 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Parque La Cultura

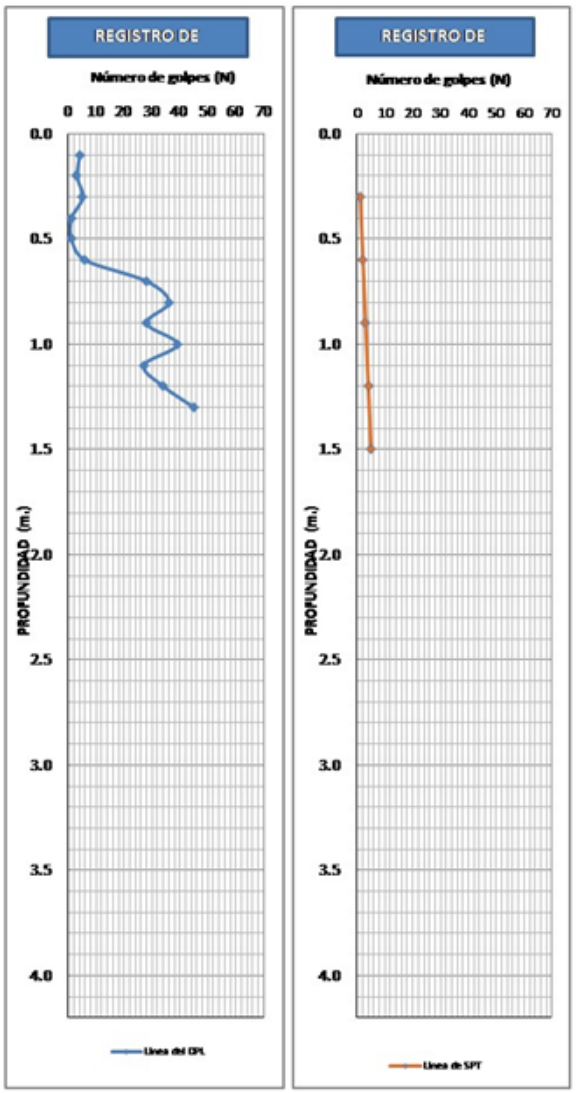
PROFUNDIDAD (m): 1.30
COORDENADAS (m): 259017 E
8728457 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 199
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-05
HOJA: 5/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	4				
0.20	3	1.90	0.0	21.2	Muy Suelta
0.30	5				
0.40	1				
0.50	1	1.38	0.0	20.3	Muy Suelta
0.60	6				
0.70	28				
0.80	36	15.89	0.0	32.8	Media
0.90	28				
1.00	39				
1.10	27	17.27	0.0	33.6	Media
1.20	34				
1.30	45				
1.40		7.77	0.0	27.5	Suelta
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.30 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Jesús del Valle

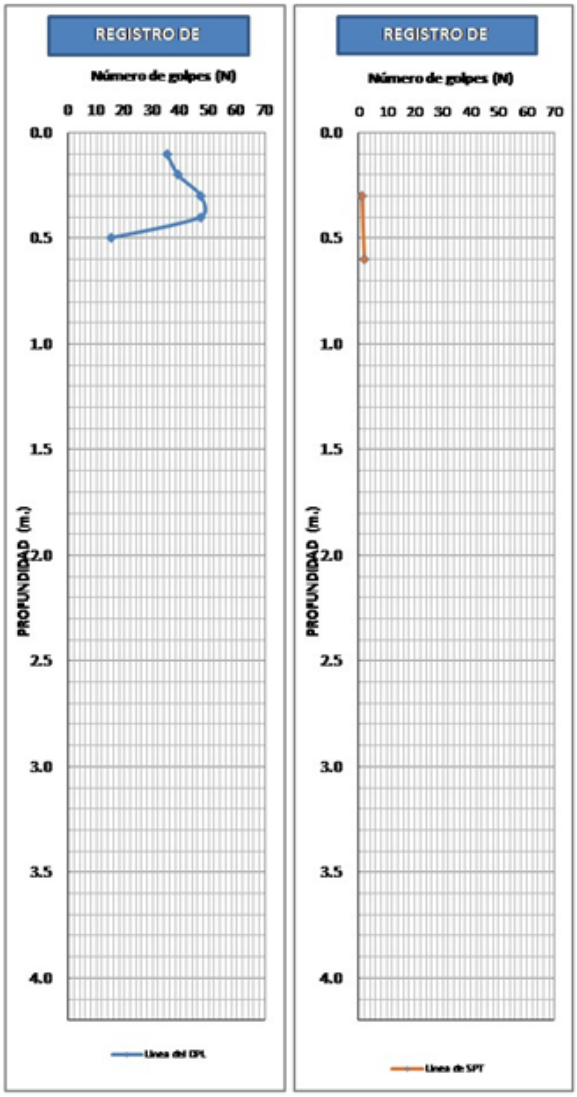
PROFUNDIDAD (m): 0.50
COORDENADAS (m): 260204 E
8727244 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 209
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: **DPL_HRL-06**
HOJA: 6/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	35				
0.20	39	15.37	0.0	32.5	Media
0.30	47				
0.40	47				
0.50	15	10.71	0.0	29.6	Media
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.50 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Av. 03 de Octubre

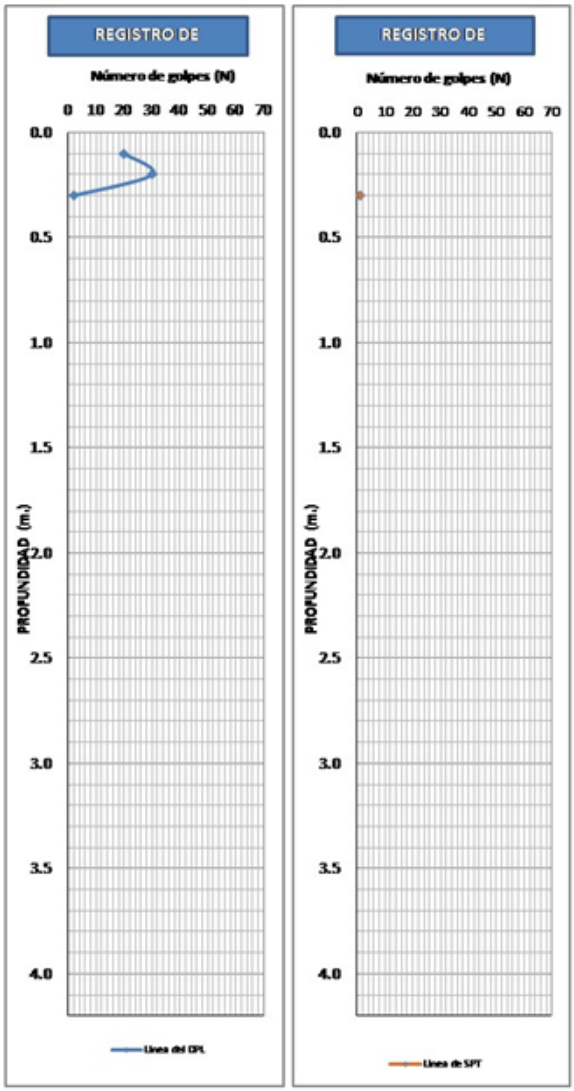
PROFUNDIDAD (m): 0.30
COORDENADAS (m): 257936 E
8729743 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 176
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-07
HOJA: 7/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	20				
0.20	30	6.04	0.0	26.0	Suelta
0.30	2				
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.30 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN:

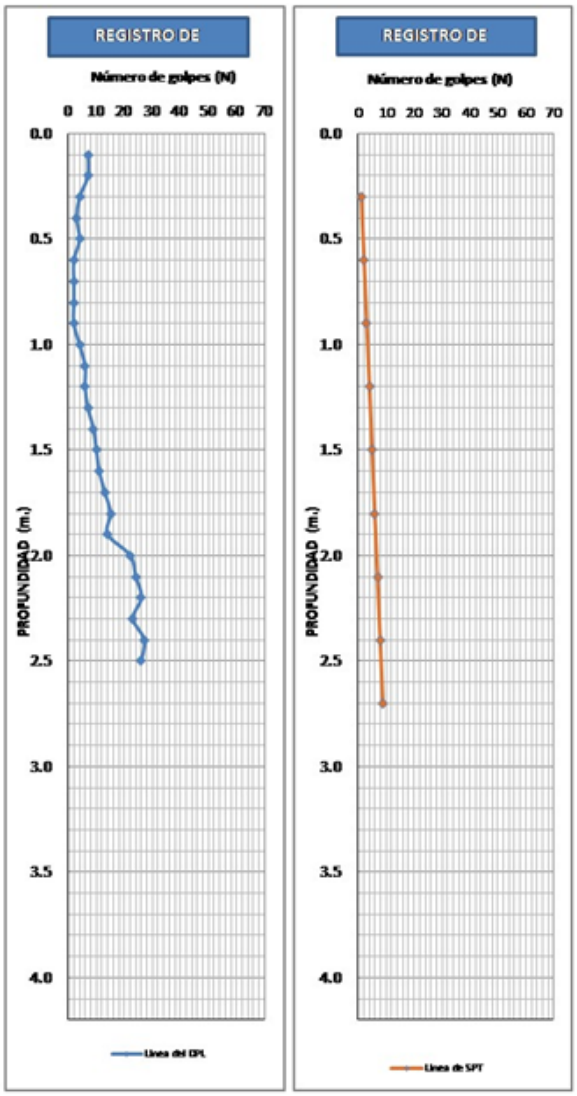
PROFUNDIDAD (m): 2.50
COORDENADAS (m): 254311 E
8728116 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 139
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-08
HOJA: 8/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	7				
0.20	7	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
0.30	4				
0.40	3				
0.50	4	1.55	0.0	20.6	Muy Suelta
0.60	2				
0.70	2				
0.80	2	1.04	0.0	19.6	Muy Suelta
0.90	2				
1.00	4				
1.10	6	2.76	0.0	22.4	Muy Suelta
1.20	6				
1.30	7				
1.40	9	4.49	0.0	24.5	Suelta
1.50	10				
1.60	11				
1.70	13	6.73	0.0	26.6	Suelta
1.80	15				
1.90	14				
2.00	22	10.36	0.0	29.4	Media
2.10	24				
2.20	26				
2.30	23	13.12	0.0	31.2	Media
2.40	27				
2.50	26				
2.60		4.49	0.0	24.5	Suelta
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 2.50 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector San Isidro - Los Naturales

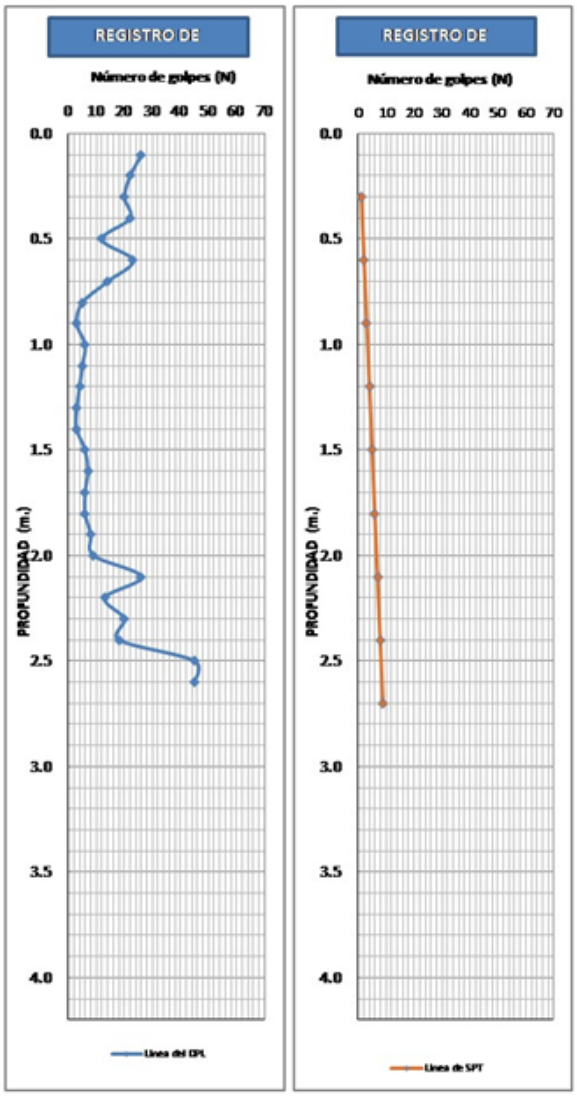
PROFUNDIDAD (m): 2.60
COORDENADAS (m): 259186 E
8730717 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 193
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-09
HOJA: 9/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C' spt (Tn/m^2)	Ø' spt (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	26				
0.20	22	7.77	0.0	27.5	Suelta
0.30	20				
0.40	22				
0.50	12	9.84	0.0	29.0	Suelta
0.60	23				
0.70	14				
0.80	5	3.80	0.0	23.7	Muy Suelta
0.90	3				
1.00	6				
1.10	5	2.59	0.0	22.2	Muy Suelta
1.20	4				
1.30	3				
1.40	3	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
1.50	6				
1.60	7				
1.70	6	3.28	0.0	23.1	Muy Suelta
1.80	6				
1.90	8				
2.00	9	7.42	0.0	27.2	Suelta
2.10	26				
2.20	13				
2.30	20	8.81	0.0	28.3	Suelta
2.40	18				
2.50	45				
2.60	45	15.54	0.0	32.6	Media
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 2.60 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN:

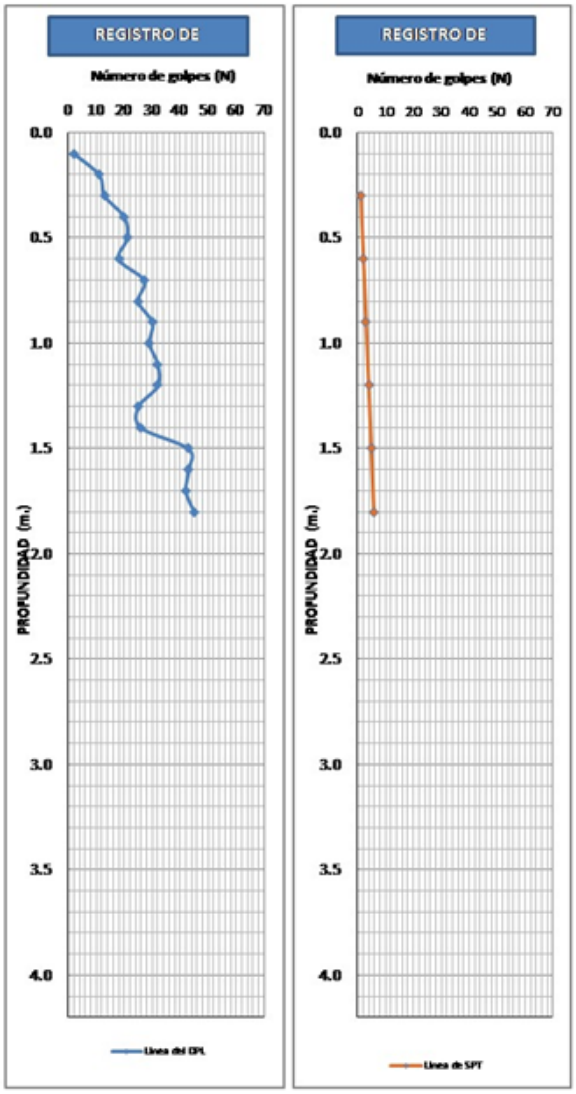
PROFUNDIDAD (m): 1.80
COORDENADAS (m): 256662 E
8731689 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 175
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-10
HOJA: 10/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C' spt (Tn/m²)	Ø' spt (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	2				
0.20	11	4.66	0.0	24.7	Suelta
0.30	13				
0.40	20				
0.50	21	10.19	0.0	29.3	Media
0.60	18				
0.70	27				
0.80	25	14.16	0.0	31.8	Media
0.90	30				
1.00	29				
1.10	32	16.06	0.0	32.9	Media
1.20	32				
1.30	25				
1.40	26	16.23	0.0	33.0	Media
1.50	43				
1.60	43				
1.70	42	22.45	0.0	36.2	Media
1.80	45				
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.80 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector San Jecuan - Campo Deportivo

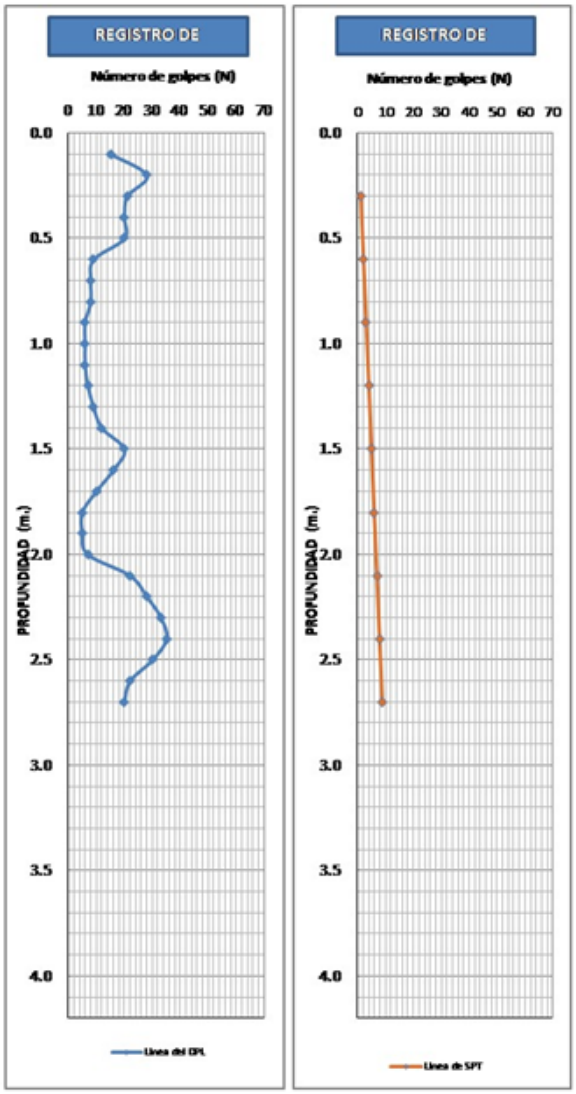
PROFUNDIDAD (m): 2.70
COORDENADAS (m): 252193 E
8730862 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 119
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-11
HOJA: 11/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C' spt (Tn/m²)	Ø' spt (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	15				
0.20	28	8.98	0.0	28.4	Suelta
0.30	21				
0.40	20				
0.50	20	8.46	0.0	28.0	Suelta
0.60	9				
0.70	8				
0.80	8	3.80	0.0	23.7	Muy Suelta
0.90	6				
1.00	6				
1.10	6	3.28	0.0	23.1	Muy Suelta
1.20	7				
1.30	9				
1.40	12	7.08	0.0	26.9	Suelta
1.50	20				
1.60	16				
1.70	10	5.35	0.0	25.3	Suelta
1.80	5				
1.90	5				
2.00	7	5.87	0.0	25.8	Suelta
2.10	22				
2.20	28				
2.30	33	16.58	0.0	33.2	Media
2.40	35				
2.50	30				
2.60	22	12.43	0.0	30.8	Media
2.70	20				
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 2.70 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Esperanza Baja

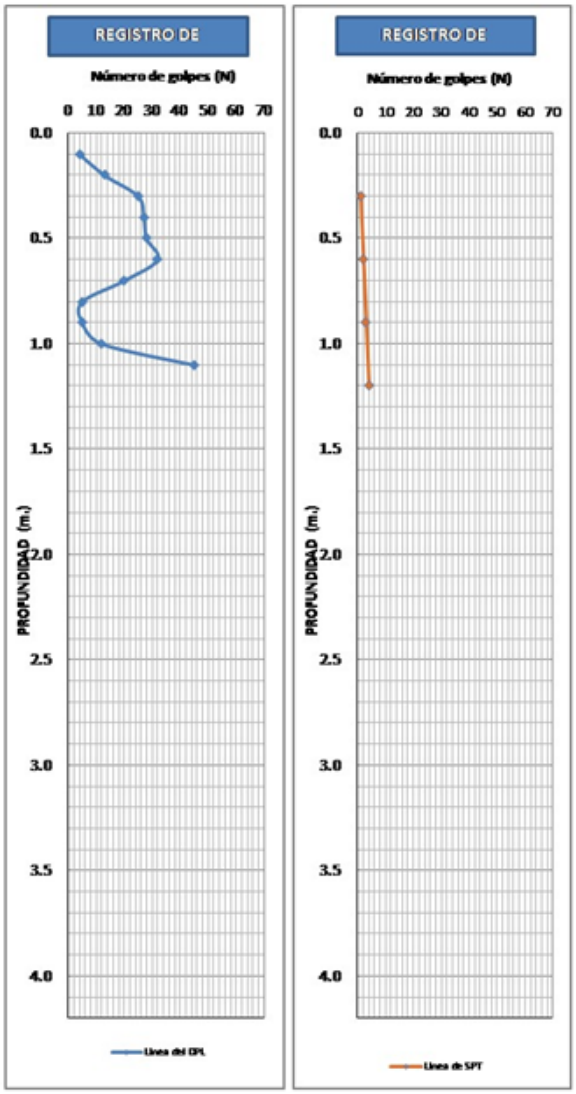
PROFUNDIDAD (m): 1.10
COORDENADAS (m): 253163 E
8733309 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 158
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-12
HOJA: 12/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	4				
0.20	13	7.08	0.0	26.9	Suelta
0.30	25				
0.40	27				
0.50	28	15.02	0.0	32.3	Media
0.60	32				
0.70	20				
0.80	5	5.18	0.0	25.2	Suelta
0.90	5				
1.00	12				
1.10	45	9.84	0.0	29.0	Suelta
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.10 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Esperanza Baja - Los Granados

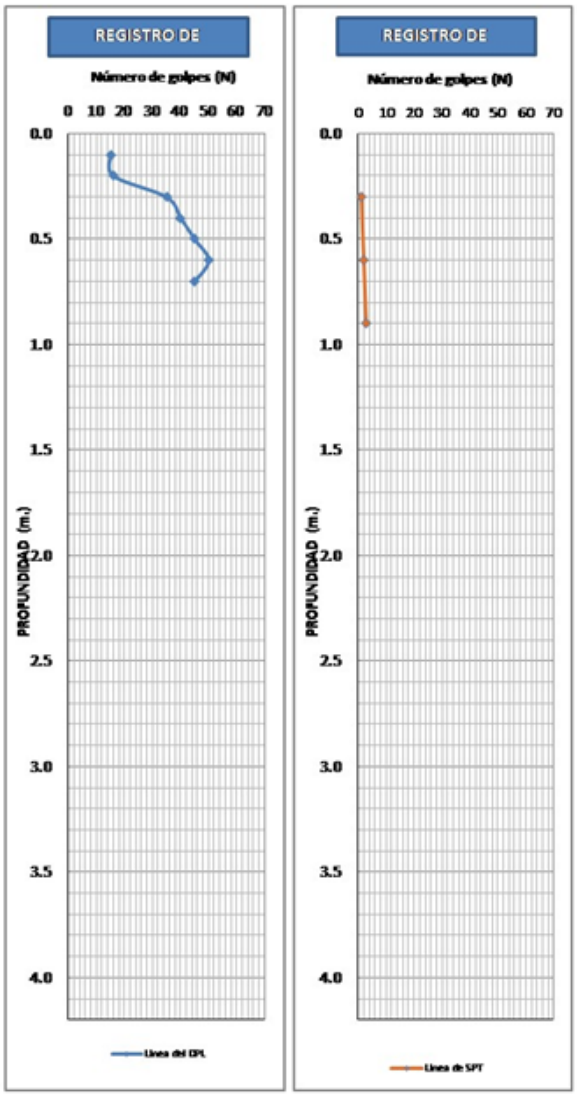
PROFUNDIDAD (m): 0.70
COORDENADAS (m): 259948 E
8729852 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 215
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-13
HOJA: 13/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	15				
0.20	16	9.32	0.0	28.7	Suelta
0.30	35				
0.40	40				
0.50	45	23.31	0.0	36.6	Media
0.60	50				
0.70	45				
0.80		7.77	0.0	27.5	Suelta
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.70 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector 7

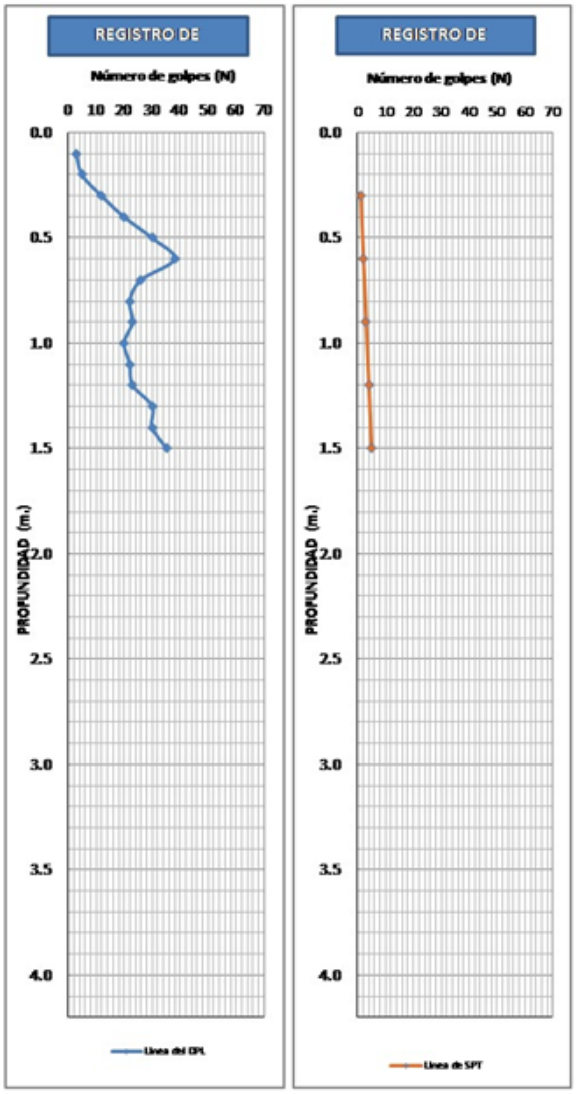
PROFUNDIDAD (m): 1.50
COORDENADAS (m): 262429 E
8729571 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 250
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-14
HOJA: 14/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	3				
0.20	5	3.45	0.0	23.3	Muy Suelta
0.30	12				
0.40	20				
0.50	30	15.19	0.0	32.4	Media
0.60	38				
0.70	26				
0.80	22	12.26	0.0	30.7	Media
0.90	23				
1.00	20				
1.10	22	11.22	0.0	30.0	Media
1.20	23				
1.30	30				
1.40	30	16.40	0.0	33.1	Media
1.50	35				
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.50 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE HUARAL, REGION LIMA

UBICACIÓN: Sector Los Ríos

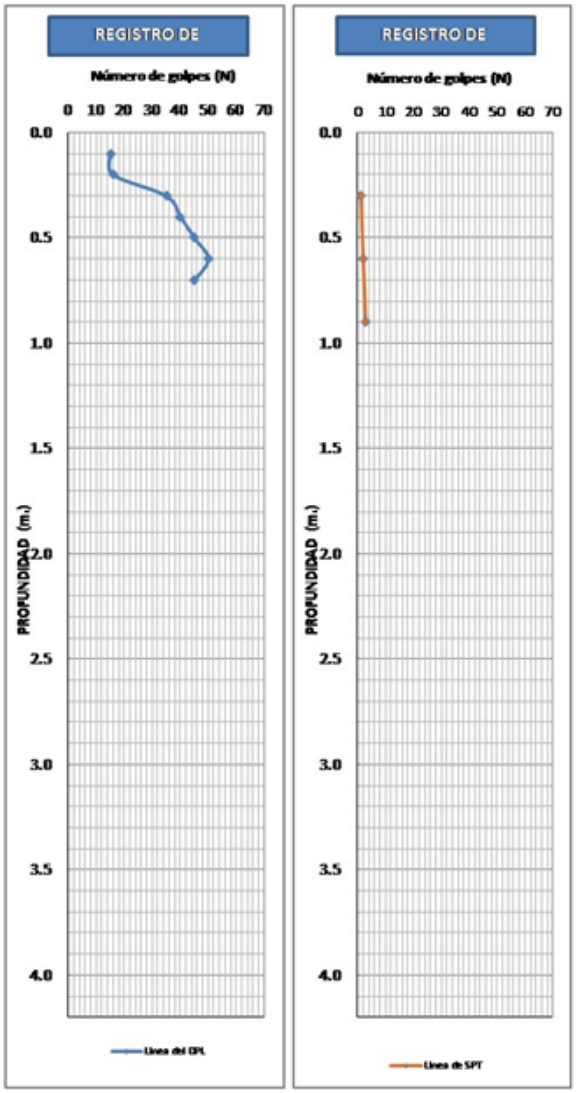
PROFUNDIDAD (m): 0.70
COORDENADAS (m): 259948 E
8729852 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 215
FECHA: Junio, 2025
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR:
RESPONSABLE DEL PROYE Hernando Tavera

ENSAYO: DPL_HRL-15
HOJA: 15/15

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	15				
0.20	16	9.32	0.0	28.7	Suelta
0.30	35				
0.40	40				
0.50	45	23.31	0.0	36.6	Media
0.60	50				
0.70	45				
0.80		7.77	0.0	27.5	Suelta
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 0.70 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo.

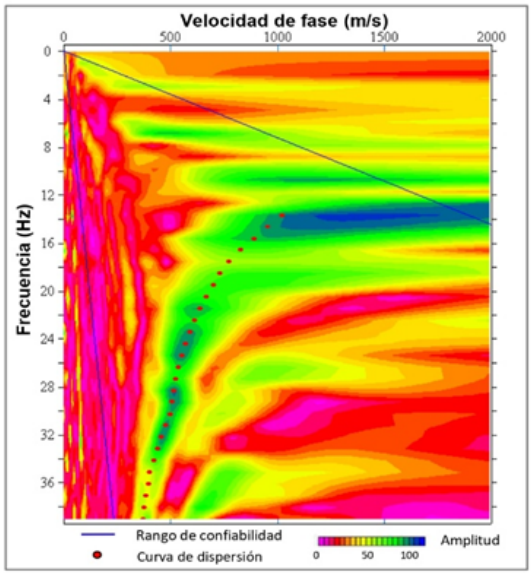
- Anexo 2: Información geofísica

Perfiles sísmicos MASW-MAM

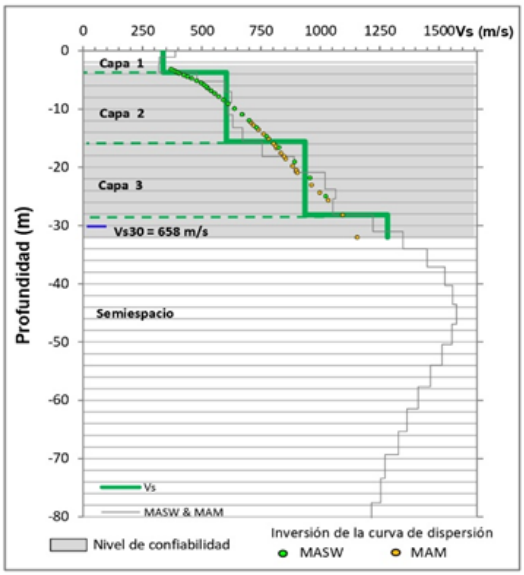
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS1

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

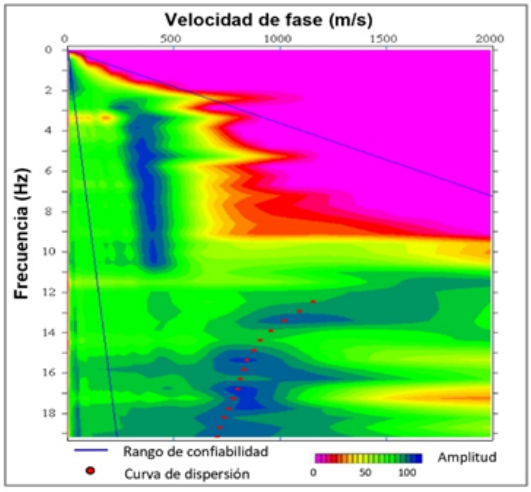
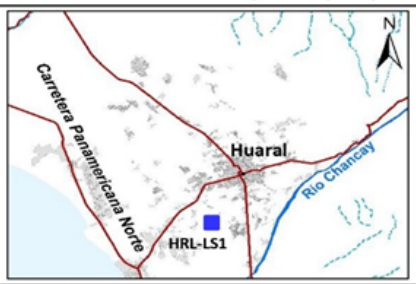


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	337	4	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	604	12	Suelo muy rígido
3	935	13	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	1283	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



IGP

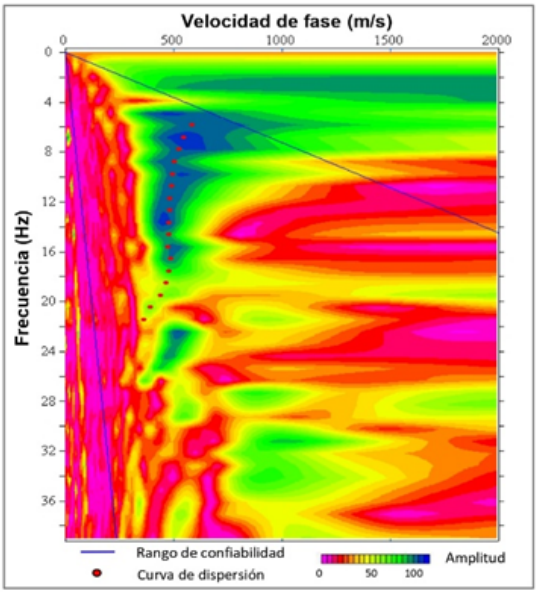
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	Contigo Peru	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8724149	**ESTE (m) :** 258703		**COTA (m s.n.m.) :** 220	
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera

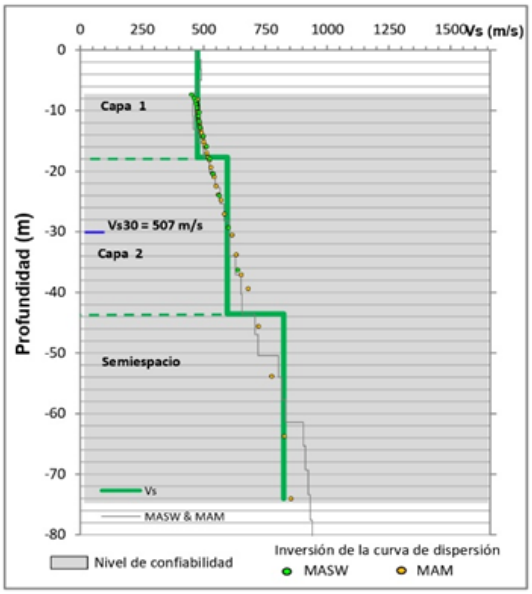
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS2

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

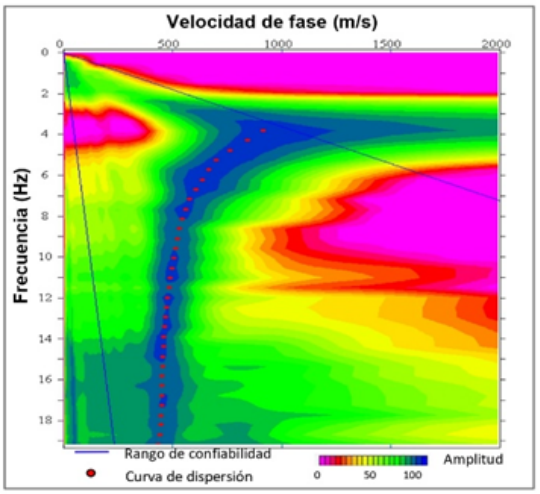
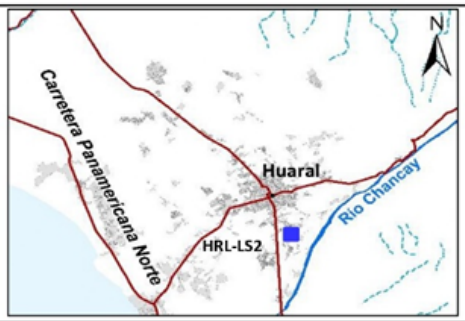


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	475	18	Suelo rígido
2	596	26	Suelo muy rígido
Semi-espacio	824	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



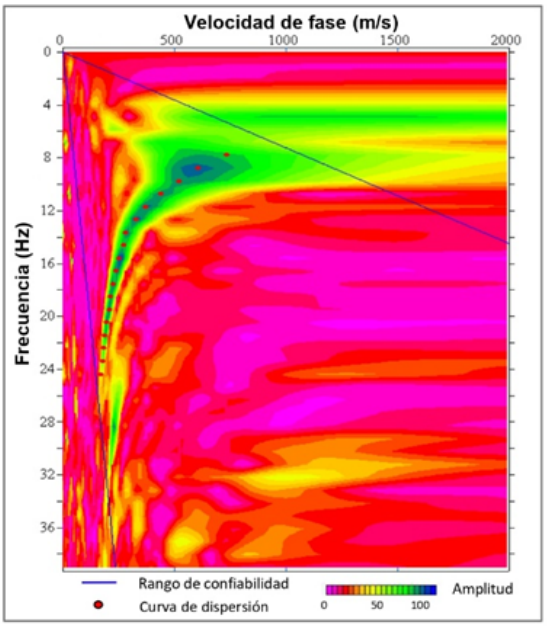
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	C.P. Jesus del Valle	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8726368	**ESTE (m) :** 260856		**COTA (m s.n.m.) :** 208	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera	

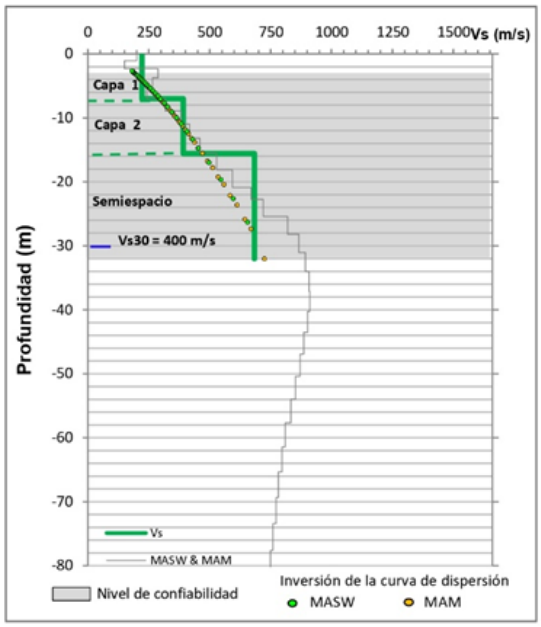
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS3

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

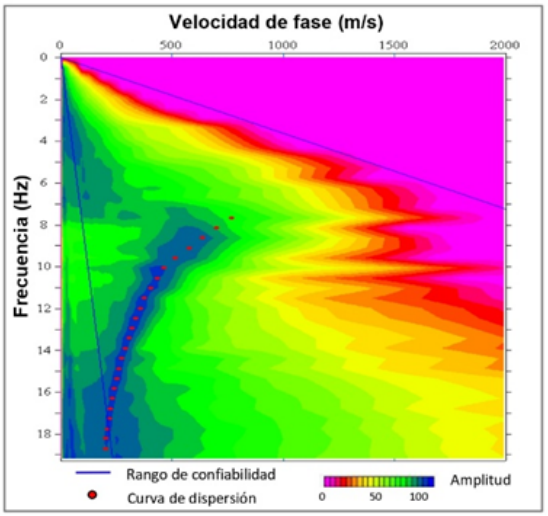
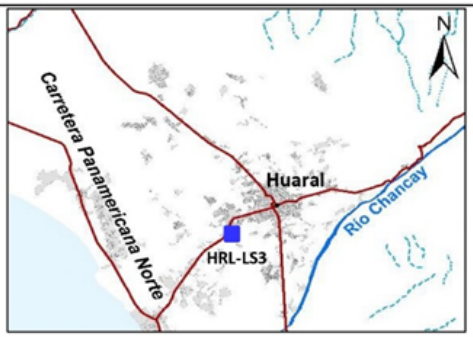


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	222	7	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	391	9	Suelo rígido
Semi-espacio	683	-	Suelo muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

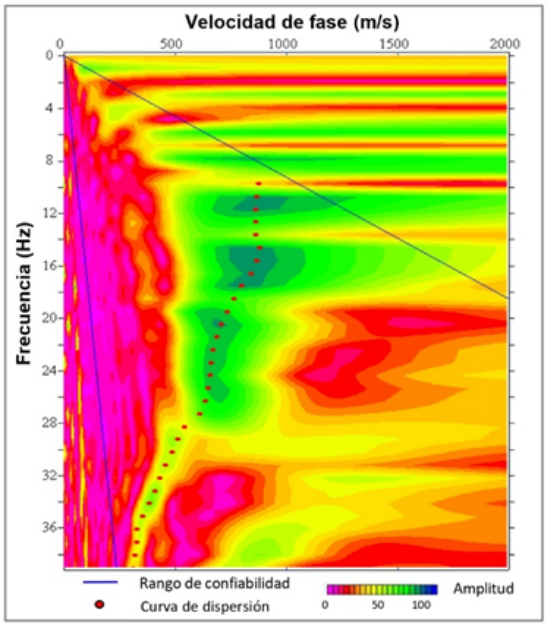


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	Carretera Chancay - Acos	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8726388	**ESTE (m) :** 256379		**COTA (m s.n.m.) :** 129
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

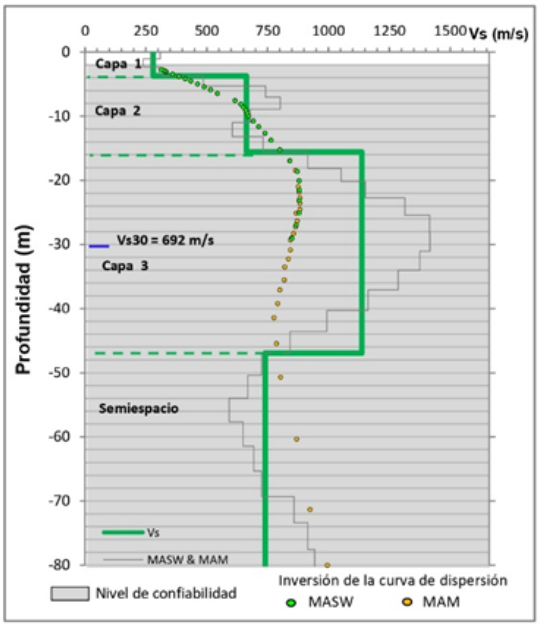
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS4

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

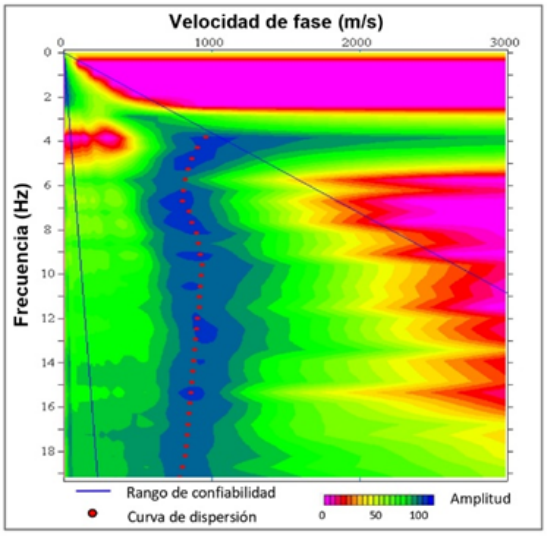
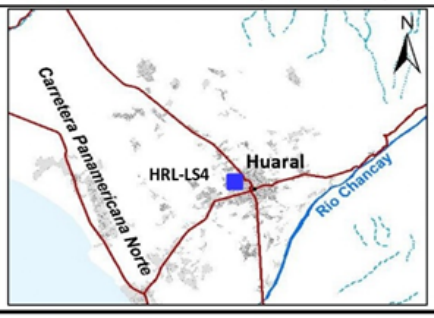


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	280	4	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	663	12	Suelo muy rígido
3	1137	31	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	741	-	Suelo muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



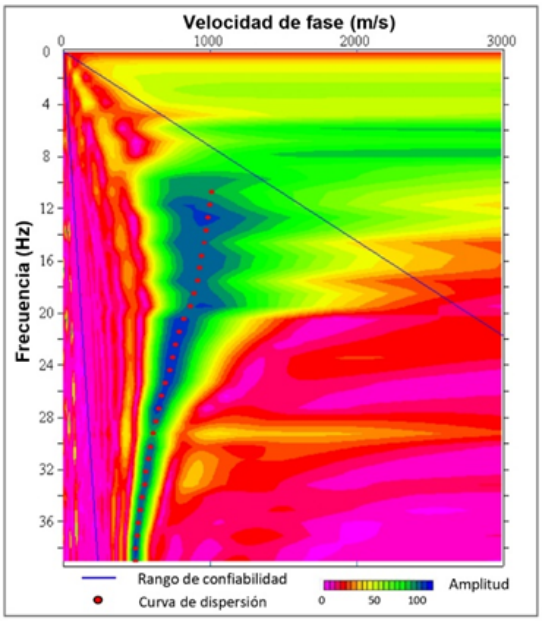
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	Urb. Residencial Huaral	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8728484	**ESTE (m) :** 258541		**COTA (m s.n.m.) :** 198	
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera

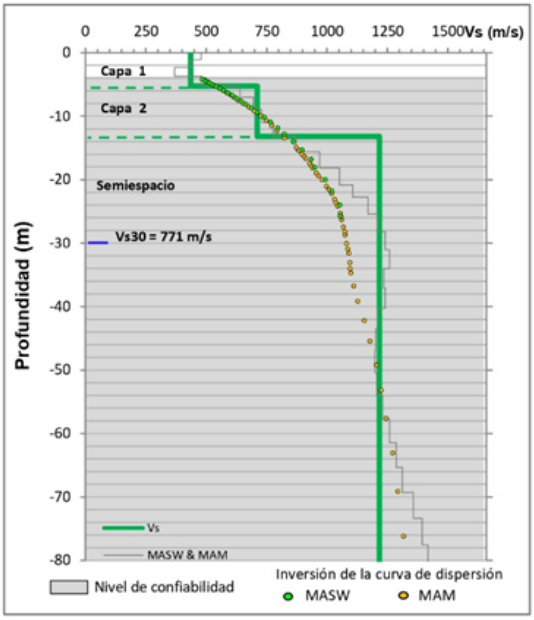
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS5

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

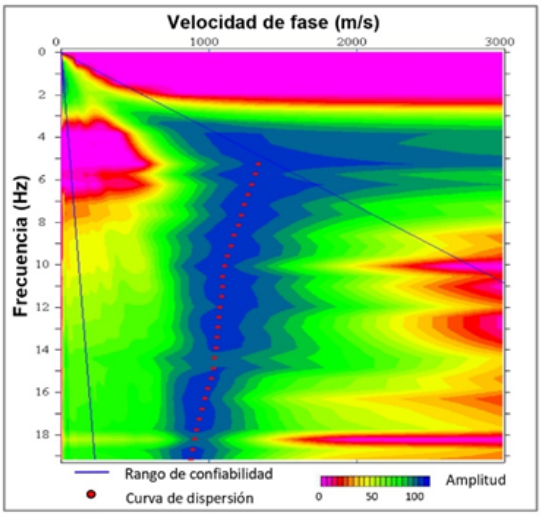
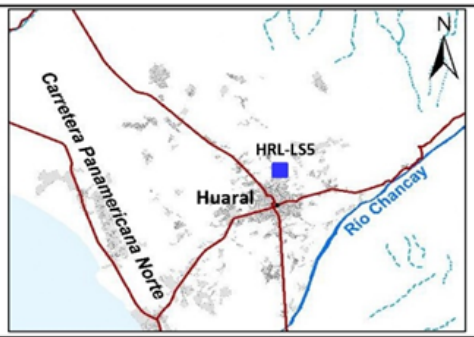


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	436	5	Suelo rígido
2	711	8	Suelo muy rígido
Semi-espacio	1217	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

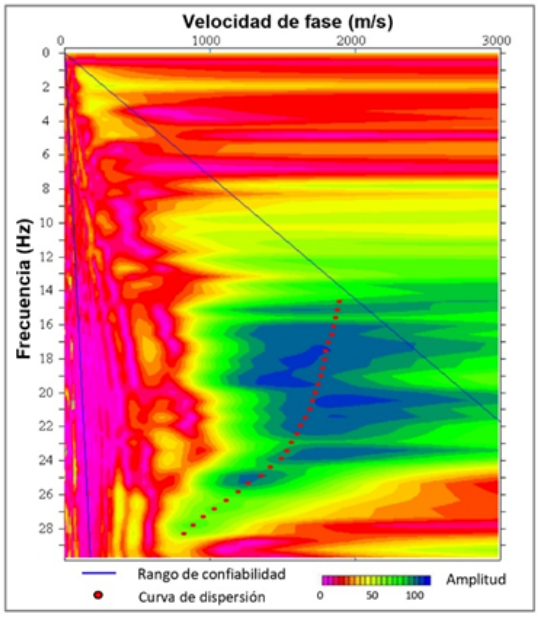


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Urb. Los Naturales	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8729230	ESTE (m) : 259794		COTA (m s.n.m.) : 202
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

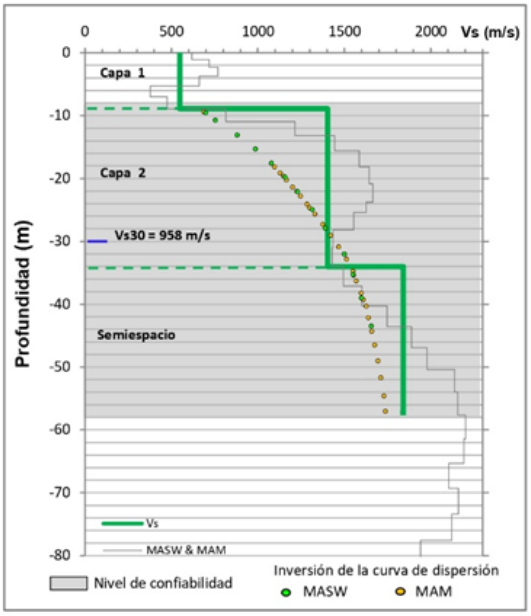
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS6

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

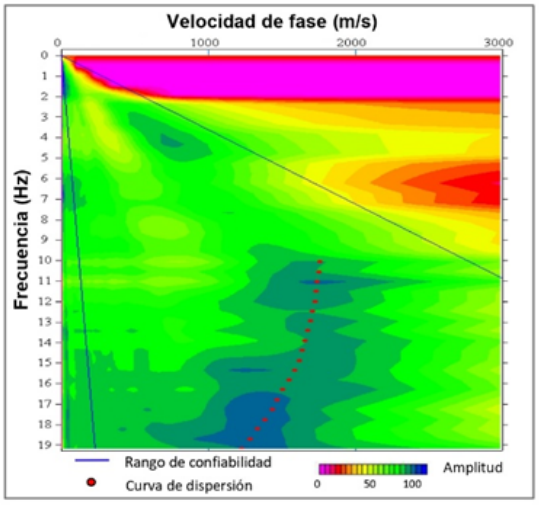
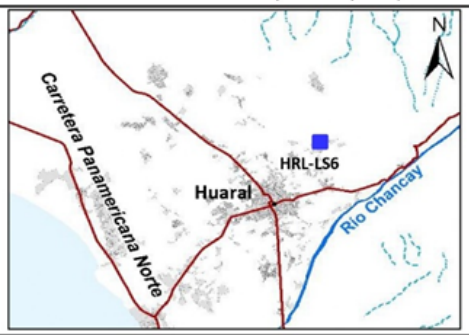


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	549	9	Suelo muy rígido
2	1403	25	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	1841	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

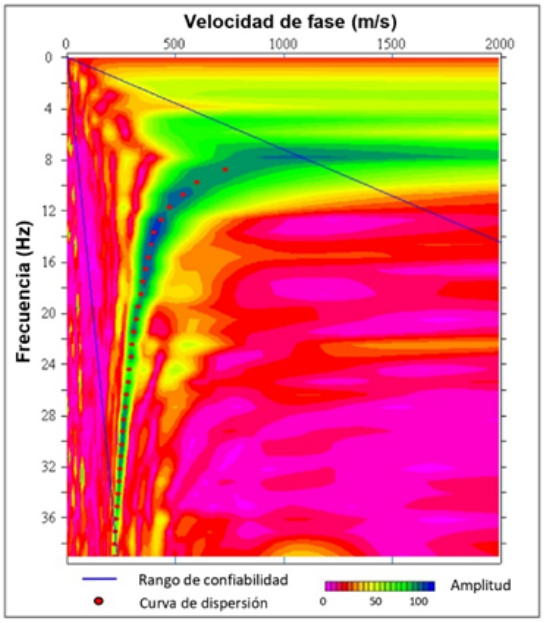


Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
UBICACIÓN:	C.P. Santisima Cruz de Saca Chispa	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8730334	ESTE (m) : 261151		COTA (m s.n.m.) : 251	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR: I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

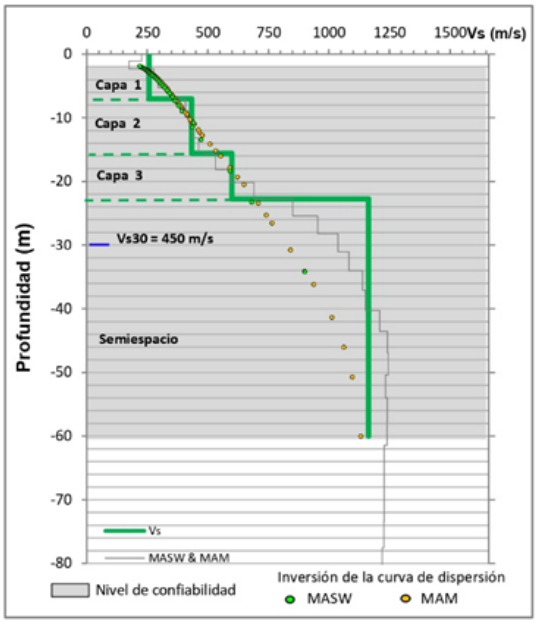
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS7

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

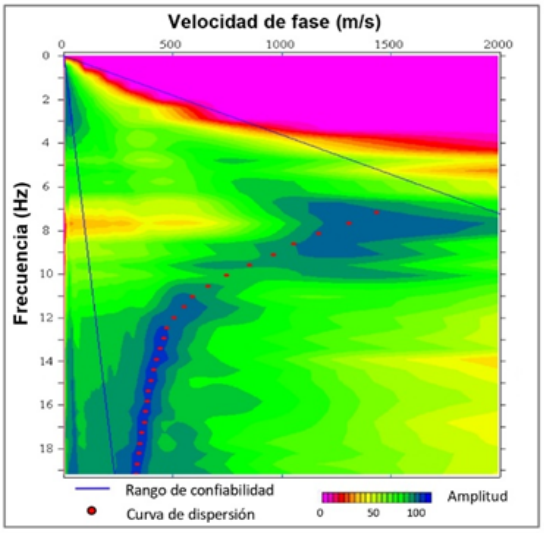
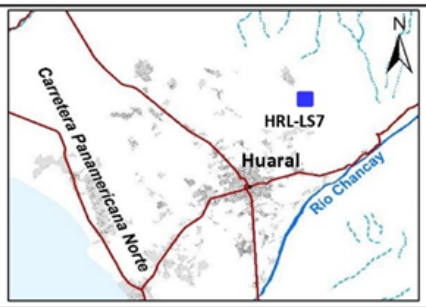


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	257	7	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	434	9	Suelo rígido
3	600	7	Suelo muy rígido
Semi-espacio	1164	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

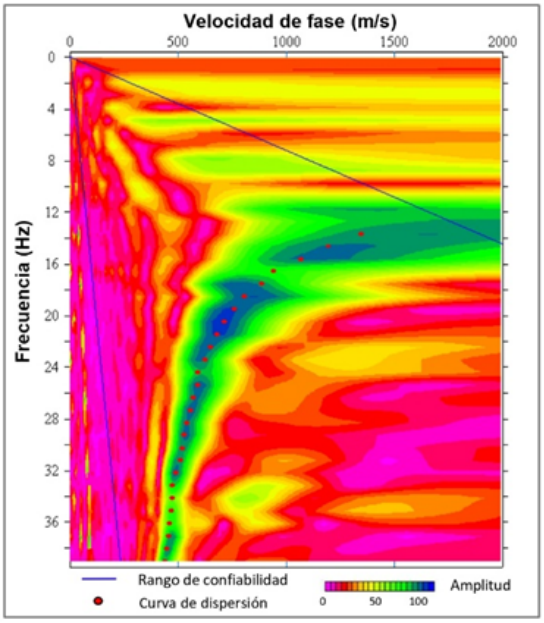


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	Condominio La Virgen	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8731989	**ESTE (m) :** 263108		**COTA (m s.n.m.) :** 280
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

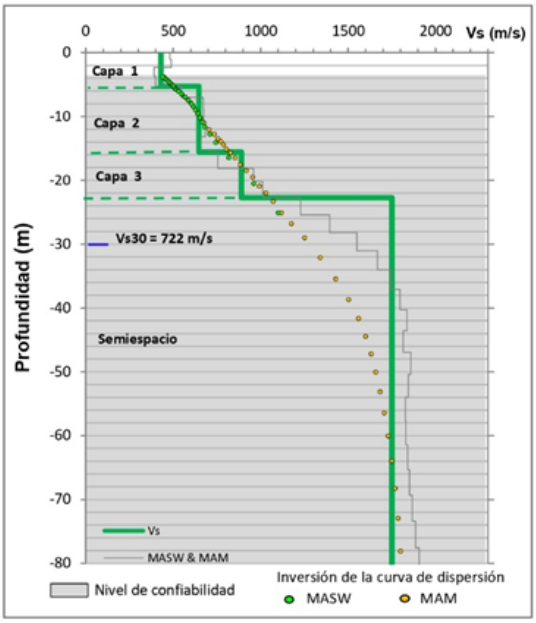
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS8

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

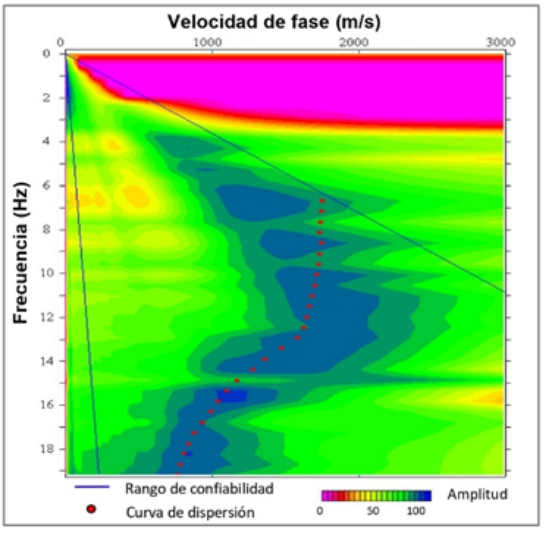


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	430	5	Suelo rígido
2	647	10	Suelo muy rígido
3	890	7	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	1751	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

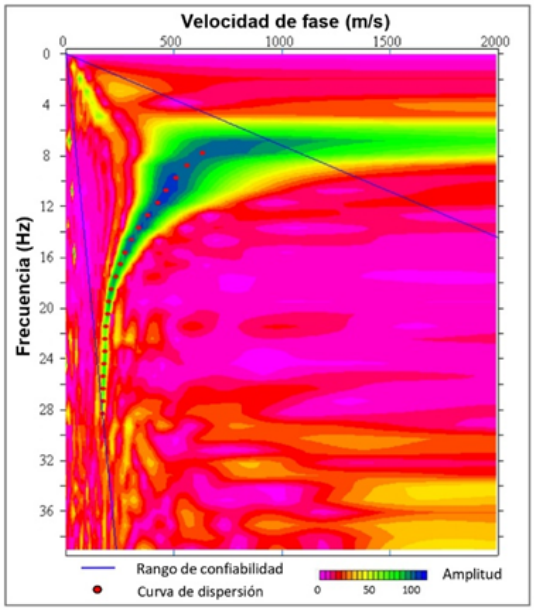


Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
UBICACIÓN:	C.P. Nueva Estrella	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8727207	ESTE (m) : 253936		COTA (m s.n.m.) : 143	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR: I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

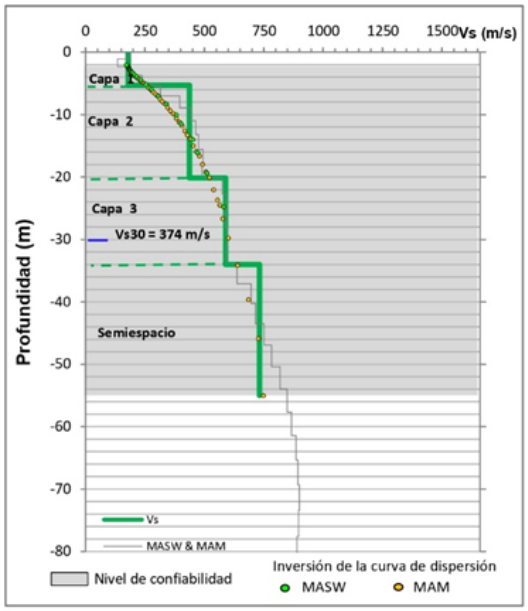
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS9

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

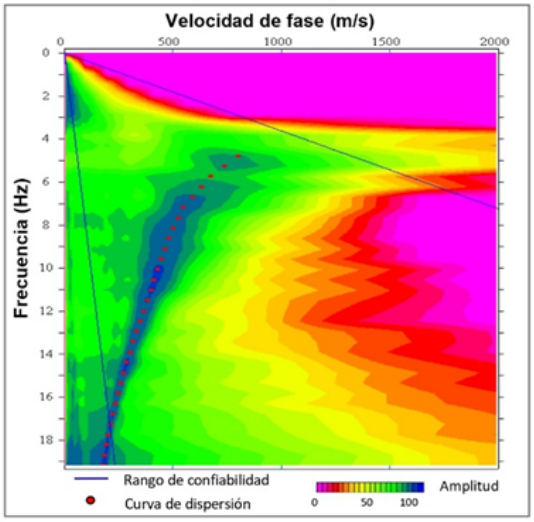
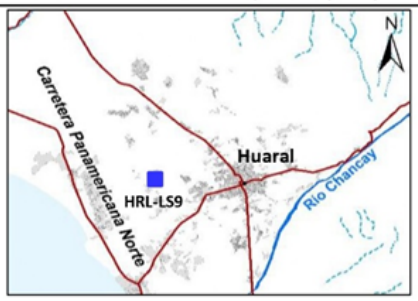


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	180	5	Suelo blando
2	437	15	Suelo rígido
3	590	14	Suelo muy rígido
Semi-espacio	732	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

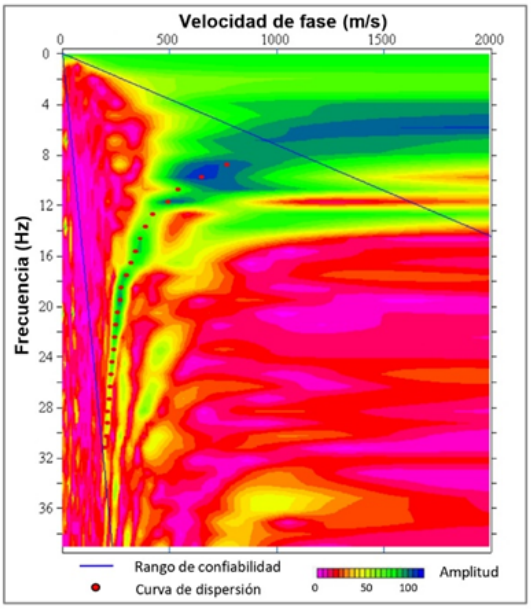


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	C.P. Jecuan	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8729569	**ESTE (m) :** 253602		**COTA (m s.n.m.) :** 127
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

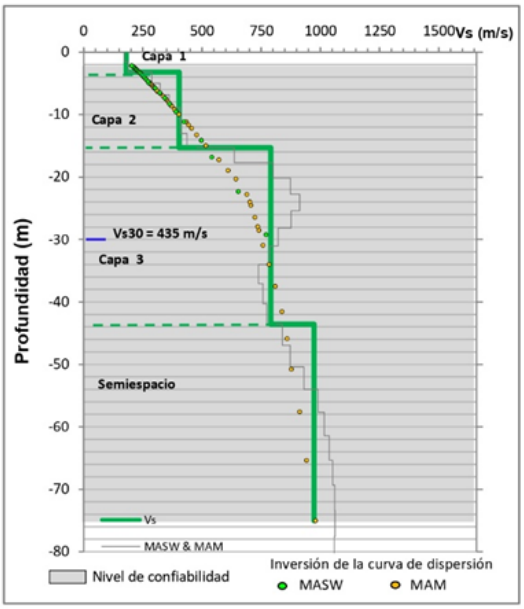
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS10

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

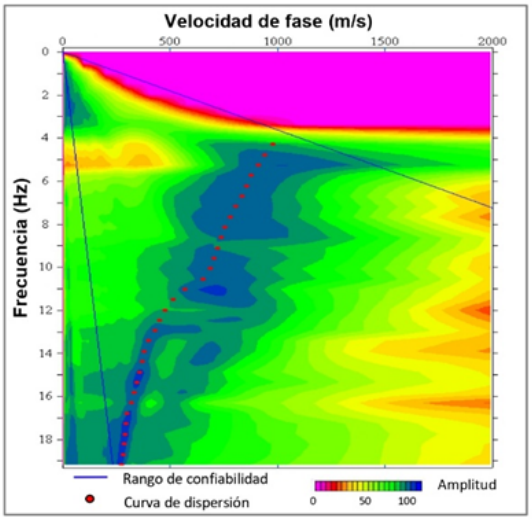
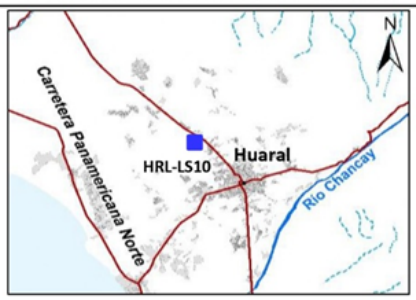


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	180	3	Suelo blando
2	403	12	Suelo rígido
3	791	28	Suelo muy rígido
Semi-espacio	973	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

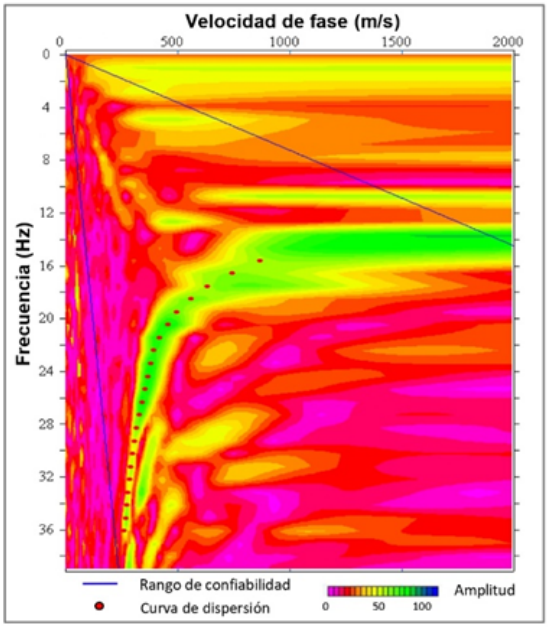


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	San Martin de Retes	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8730513	ESTE (m) : 257181		COTA (m s.n.m.) : 173
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

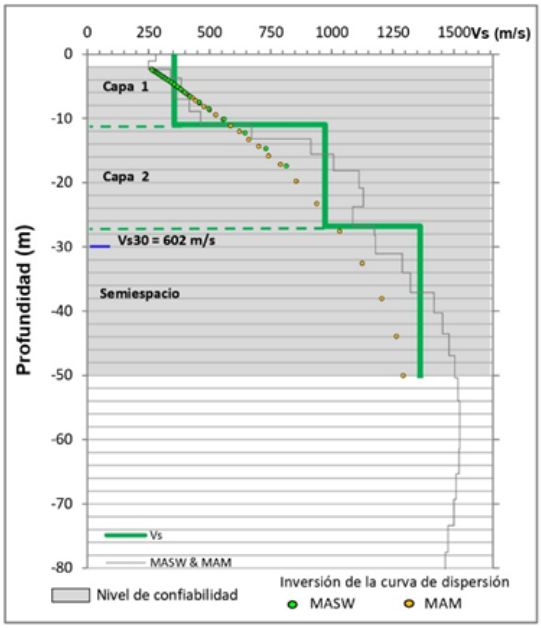
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS11

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

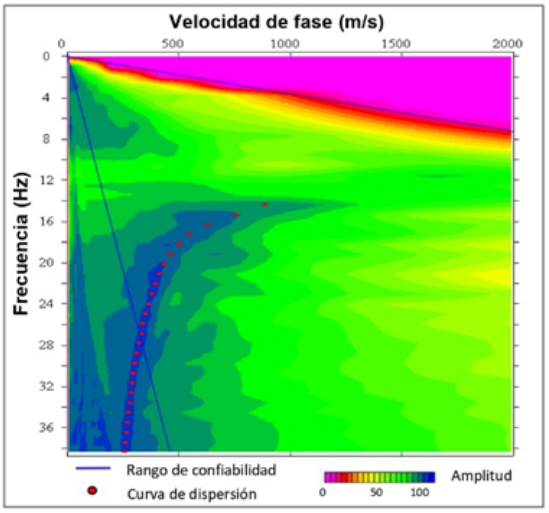
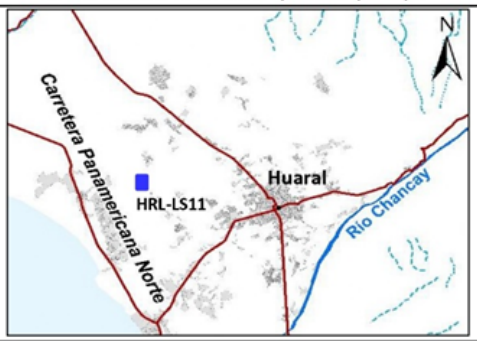


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	356	11	Suelo rígido
2	973	16	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	1362	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

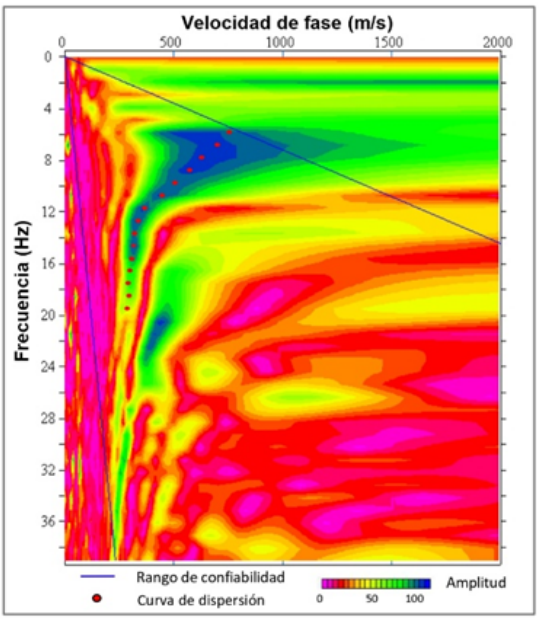


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	C.P. Jecuan	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8731156	ESTE (m) : 252225		COTA (m s.n.m.) : 106
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

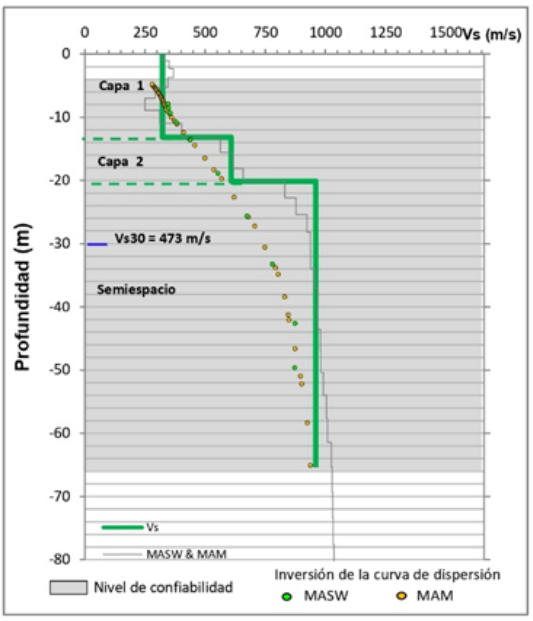
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS12

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

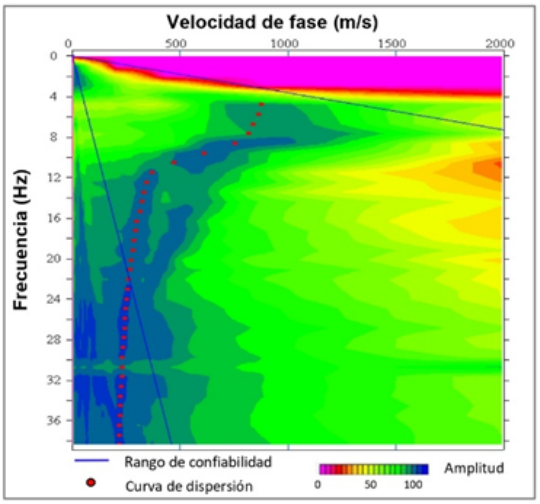


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	323	13	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	608	7	Suelo muy rígido
Semi-espacio	960	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



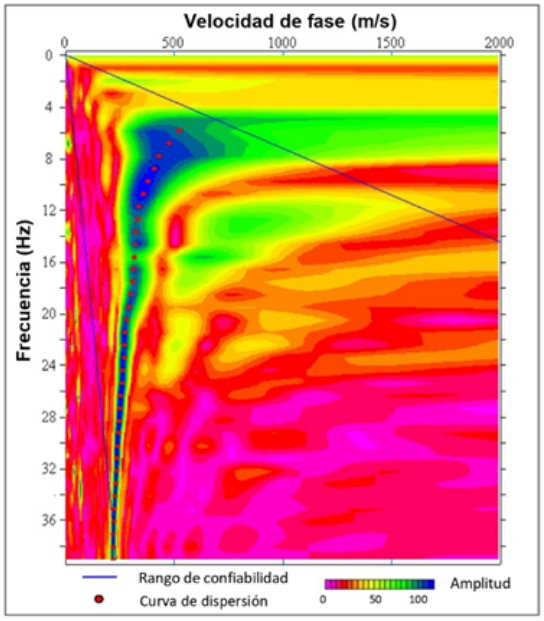
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	Quincha Alta	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8732068	**ESTE (m) :** 254992		**COTA (m s.n.m.) :** 144	
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera

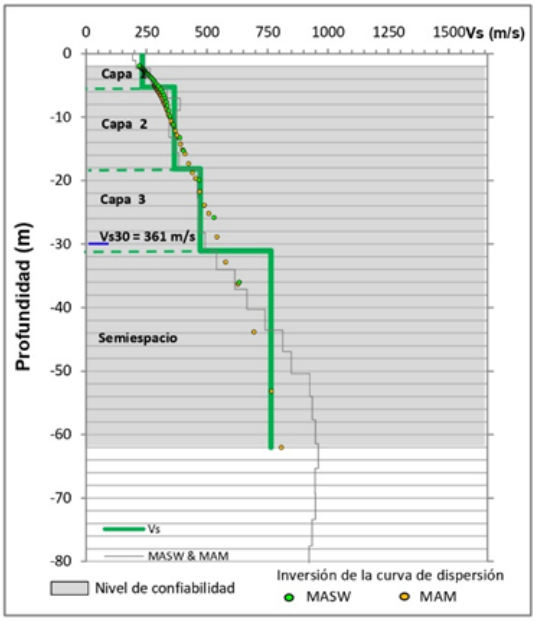
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS13

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

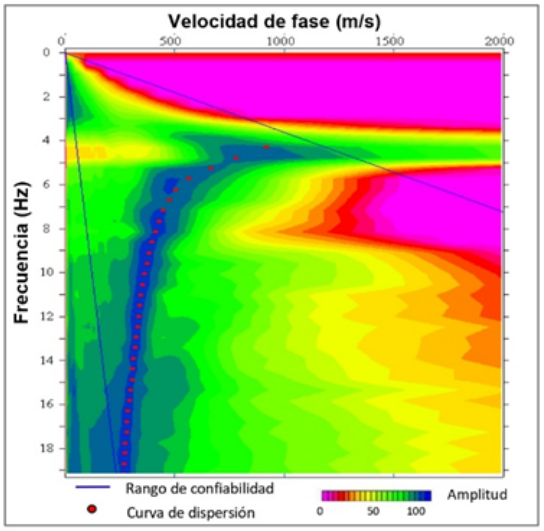
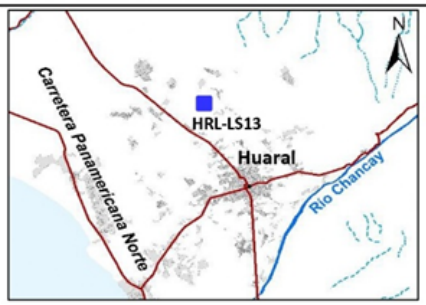


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	233	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	365	13	Suelo rígido
3	472	13	
Semi-espacio	765	-	Suelo muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

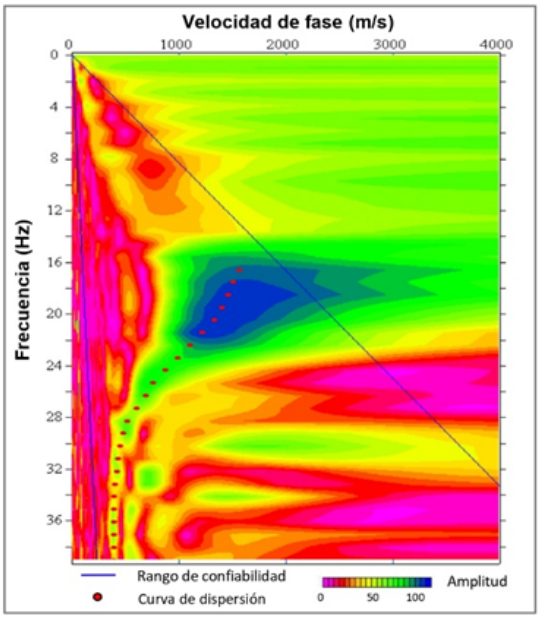


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	C.P.Esperanza Baja	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8733339	ESTE (m) : 255490		COTA (m s.n.m.) : 172
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

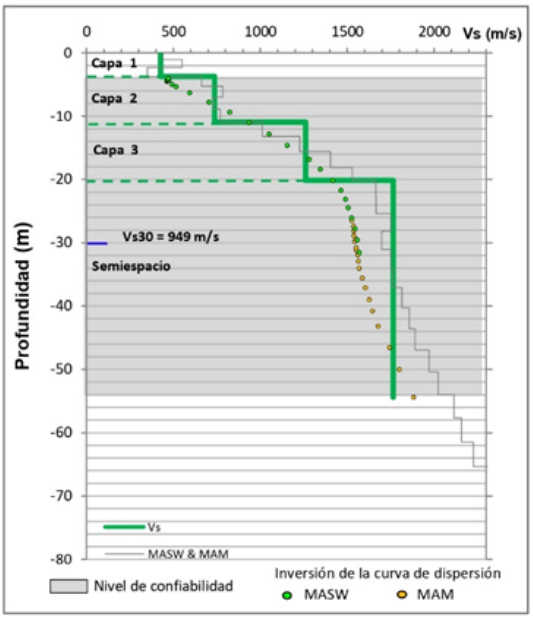
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS14

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

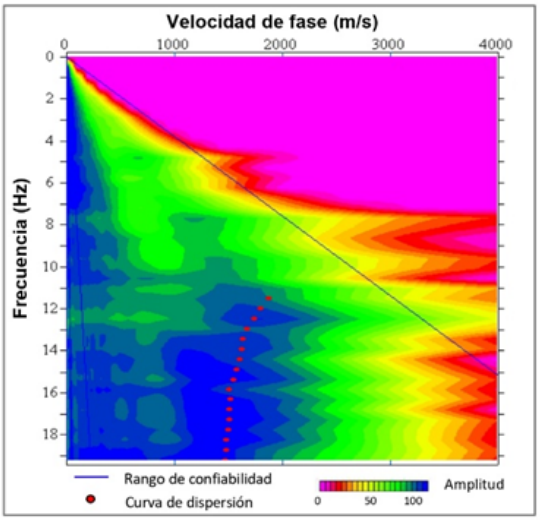
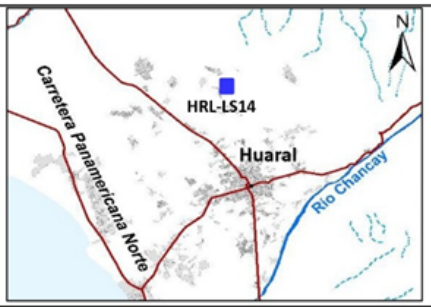


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	427	4	Suelo rígido
2	737	7	Suelo muy rígido
3	1261	9	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	1765	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



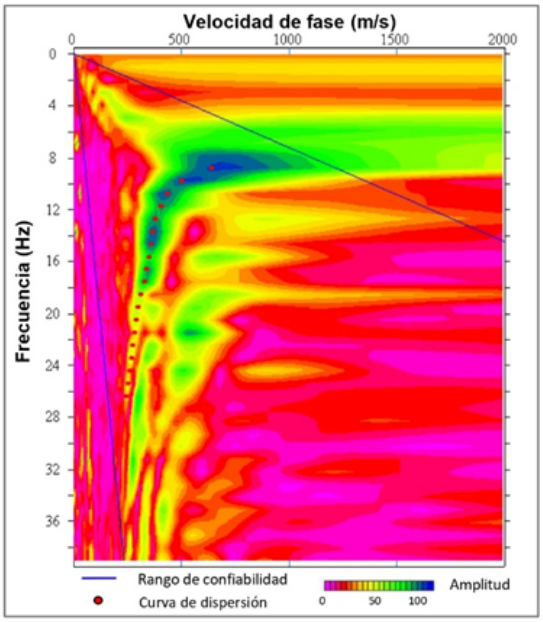
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	C.P.Esperanza Central	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8734683	**ESTE (m) :** 257401		**COTA (m s.n.m.) :** 220	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera	

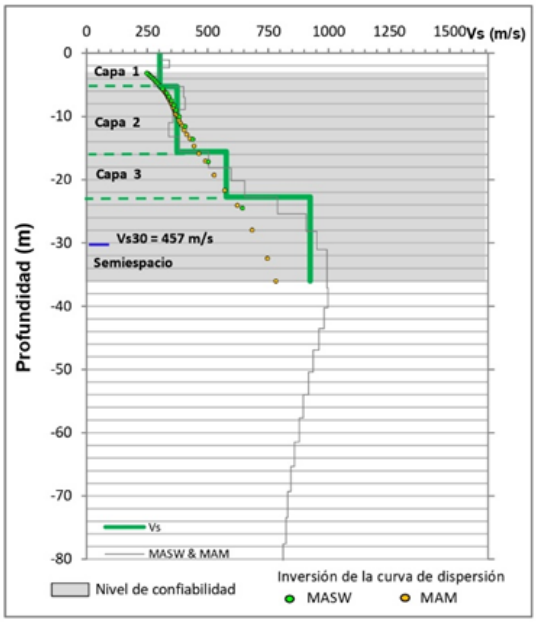
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS15

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

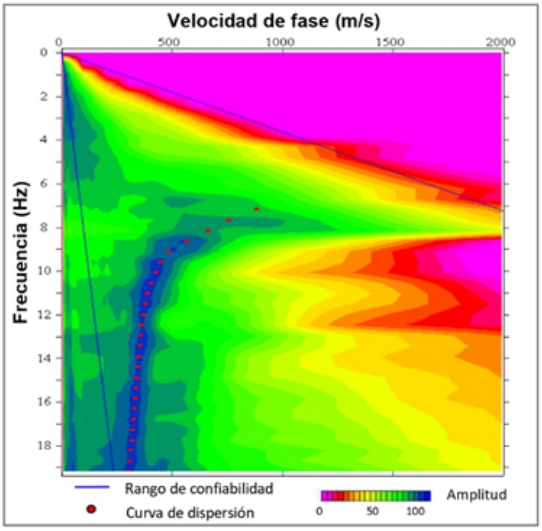
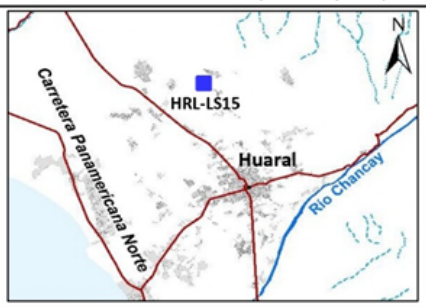


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	303	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	374	10	Suelo rígido
3	577	7	Suelo muy rígido
Semi-espacio	924	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

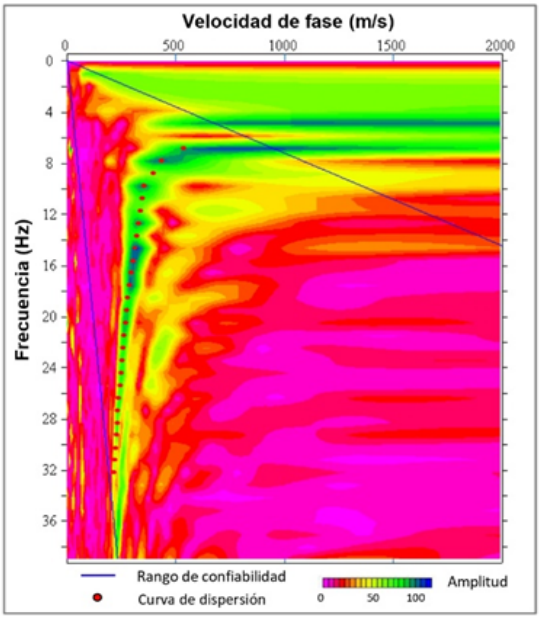


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Condominio Paradores	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8734737	ESTE (m) : 254592		COTA (m s.n.m.) : 172
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

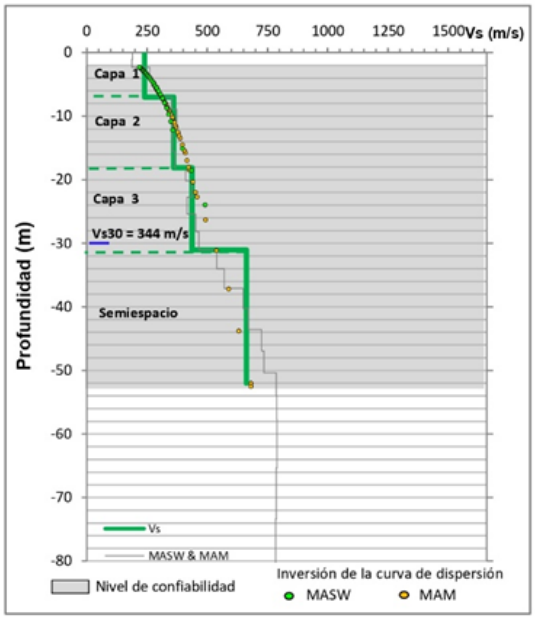
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS16

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

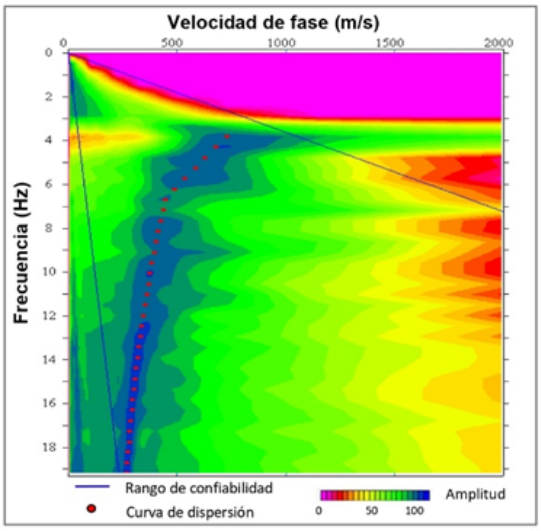
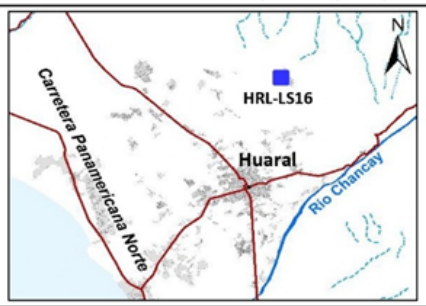


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	240	7	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	361	11	Suelo rígido
3	437	13	
Semi-espacio	663	-	Suelo muy rígido
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			

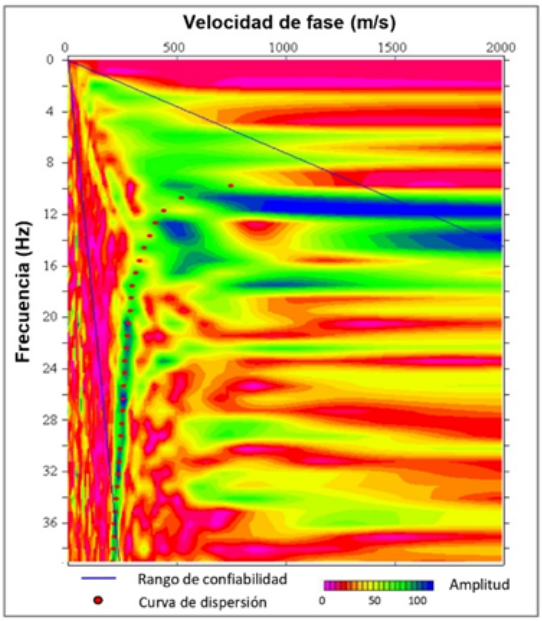


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	C.P. La Florida	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8735729	ESTE (m) : 261344		COTA (m s.n.m.) : 328
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

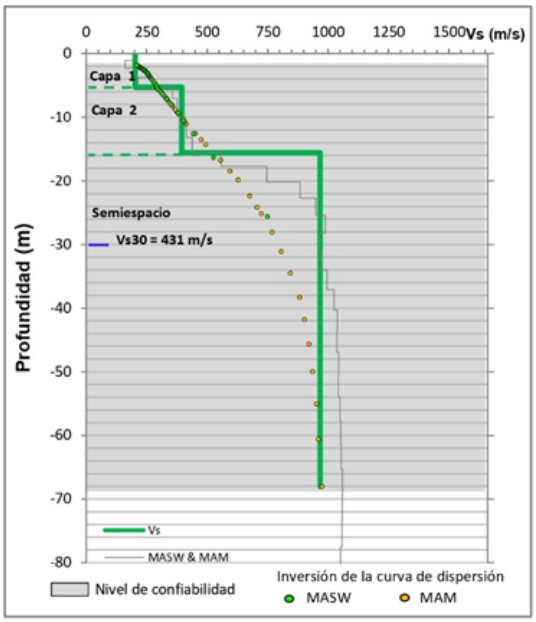
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS17

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

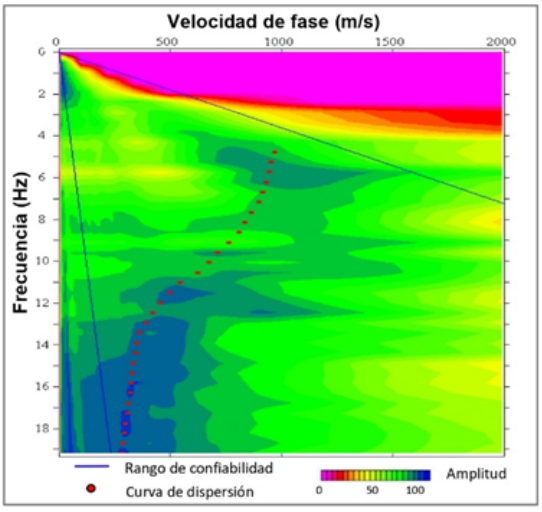
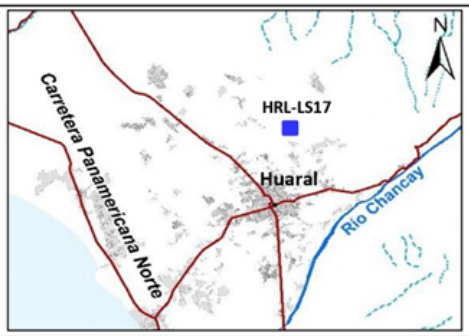


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	202	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	395	10	Suelo rígido
Semi-espacio	967	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

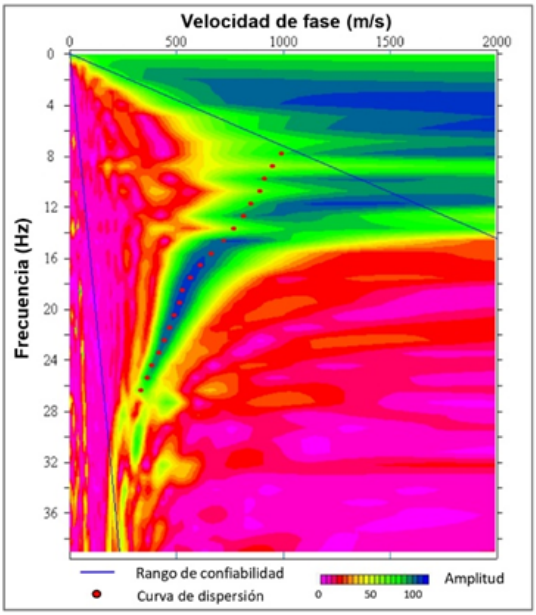


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	Cerro Maria Paz	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8732518	**ESTE (m) :** 259231		**COTA (m s.n.m.) :** 231
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

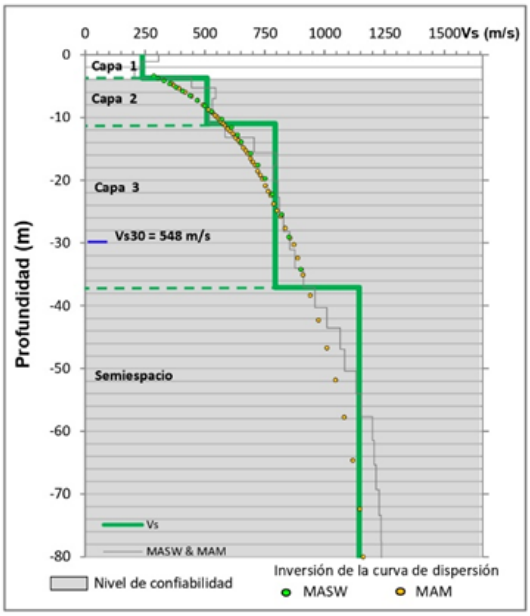
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS18

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

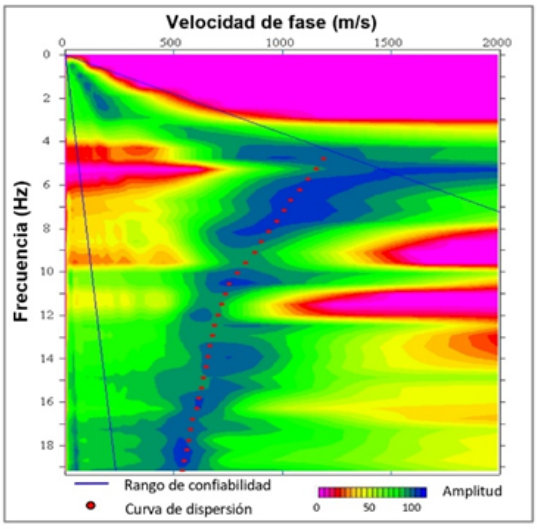
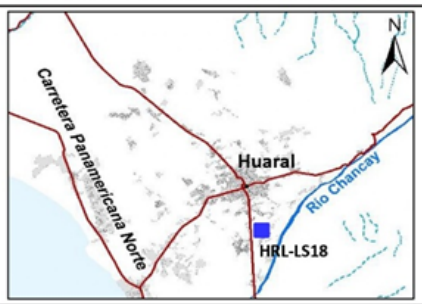


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	239	4	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	509	7	Suelo muy rígido
3	793	26	
Semi-espacio	1145	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

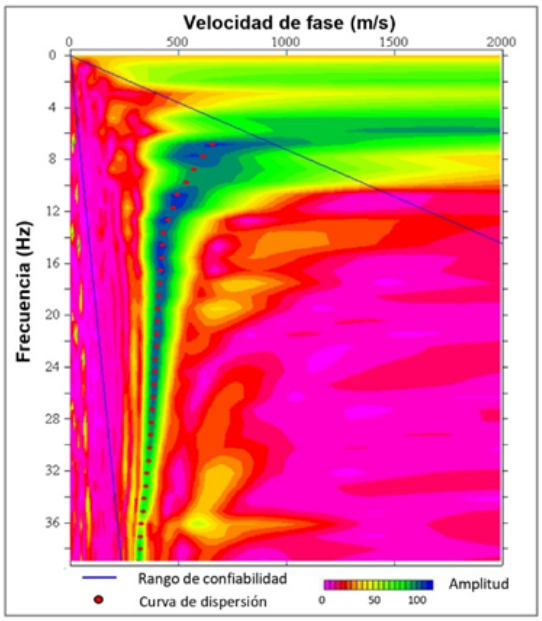


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Fundo Casa Verde	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8722180	ESTE (m) : 260215		COTA (m s.n.m.) : 144
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

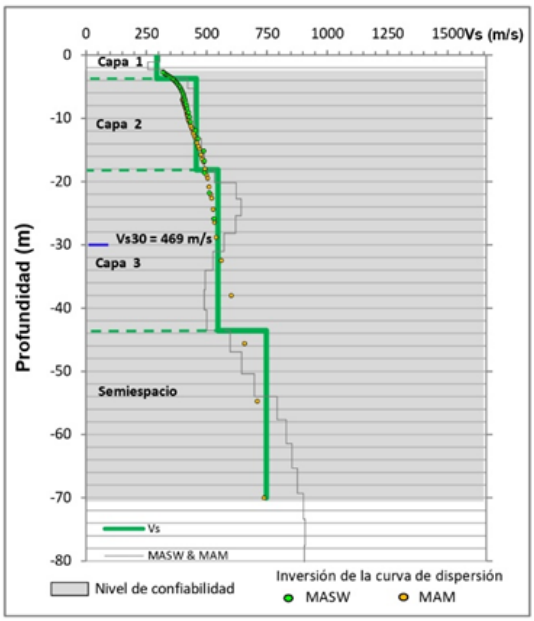
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS19

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

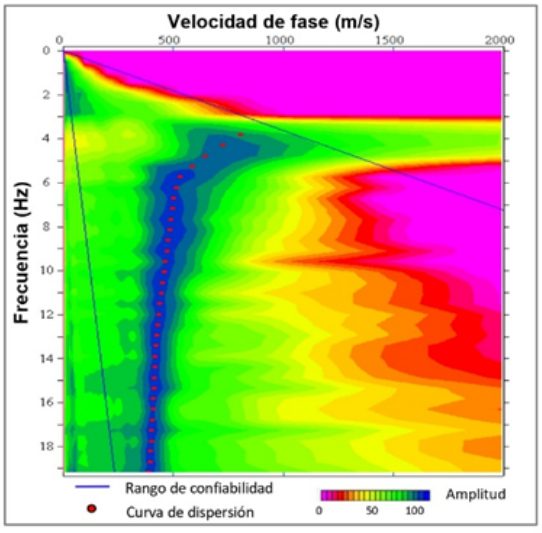
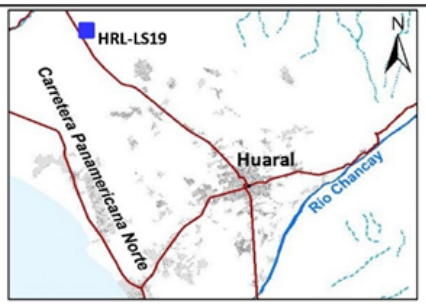


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	293	4	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	457	14	Suelo rígido
3	547	25	Suelo muy rígido
Semi-espacio	748	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

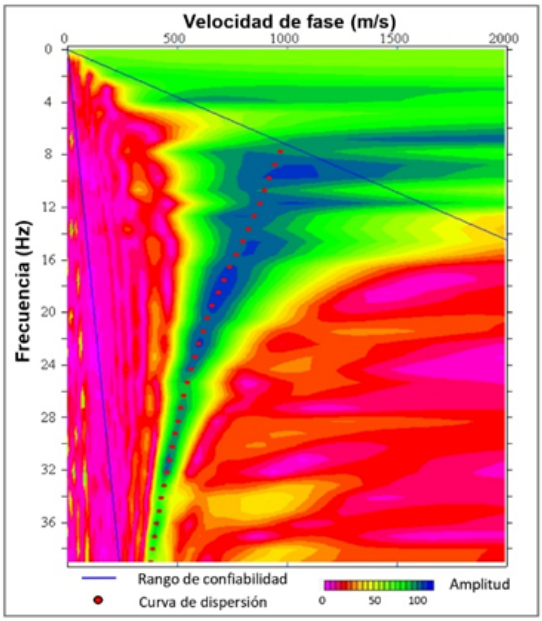


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	La Calera	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8739699	**ESTE (m) :** 248377		**COTA (m s.n.m.) :** 196
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

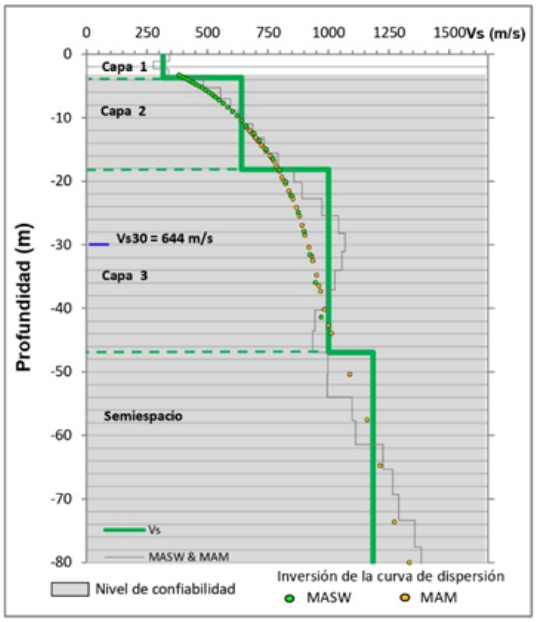
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS20

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

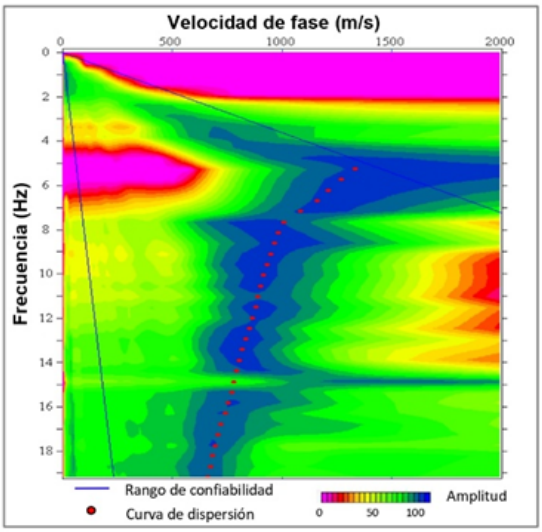
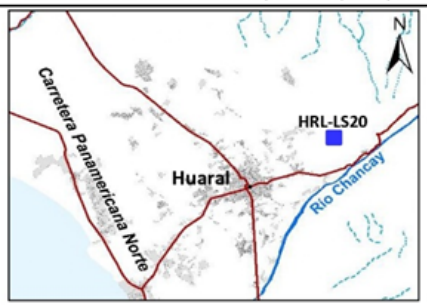


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	317	4	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	641	14	Suelo muy rígido
3	1000	29	Roca moderamente dura a dura
Semi-espacio	1185	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

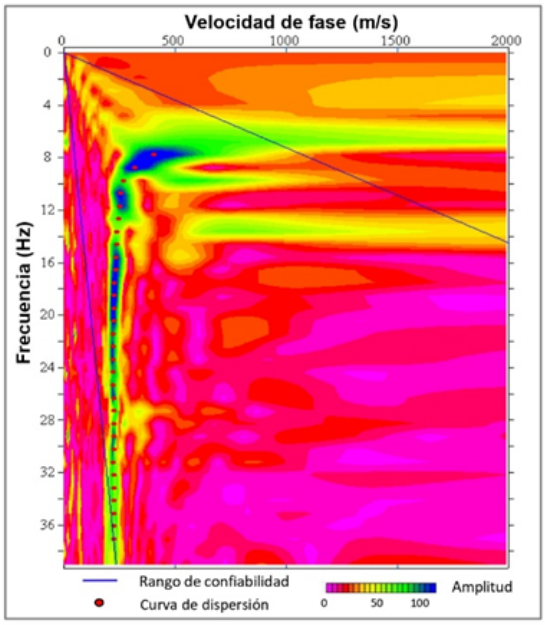


Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
UBICACIÓN:	Casa Campo RLC	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8728822	ESTE (m) : 263052		COTA (m s.n.m.) : 256	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

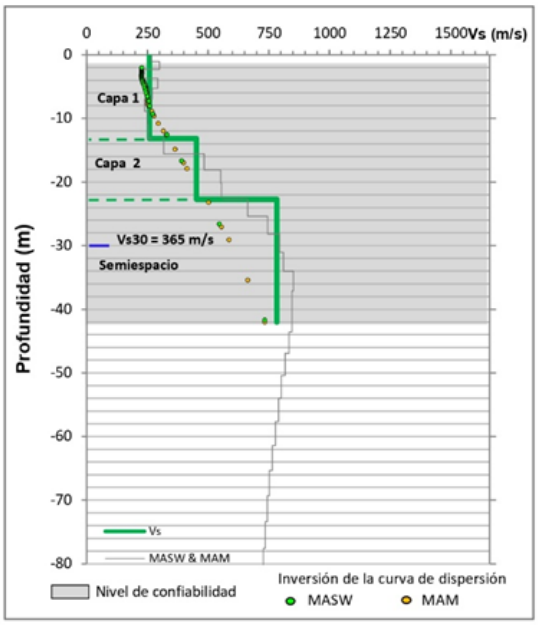
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS21

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

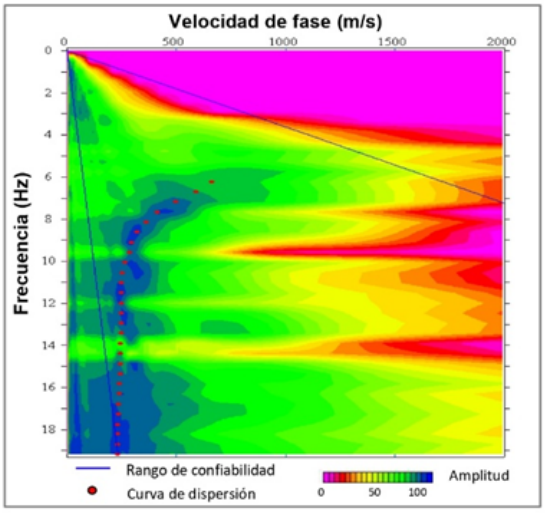
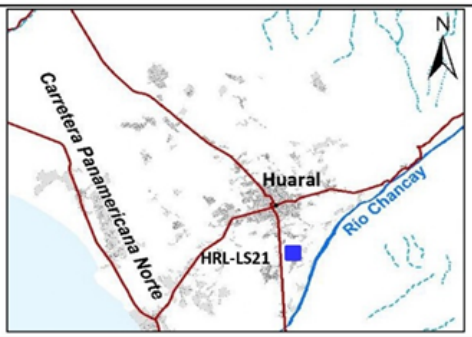


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	259	13	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	452	10	Suelo rígido
Semi-espacio	783	-	Suelo muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

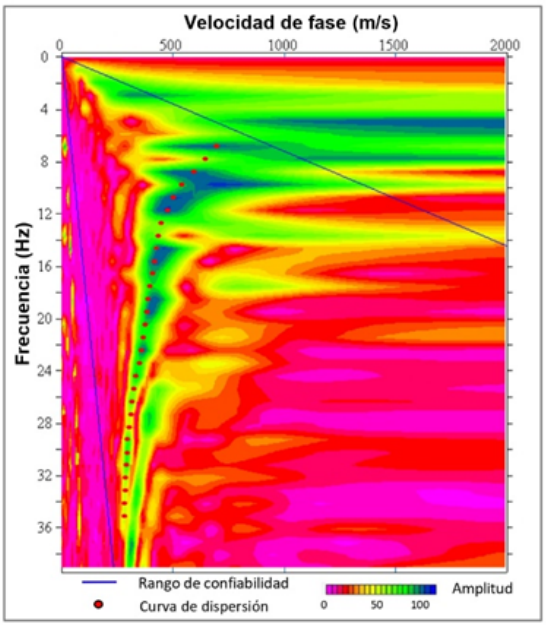


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	C.P.La Huaca	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8725209	ESTE (m) : 260029		COTA (m s.n.m.) : 183
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

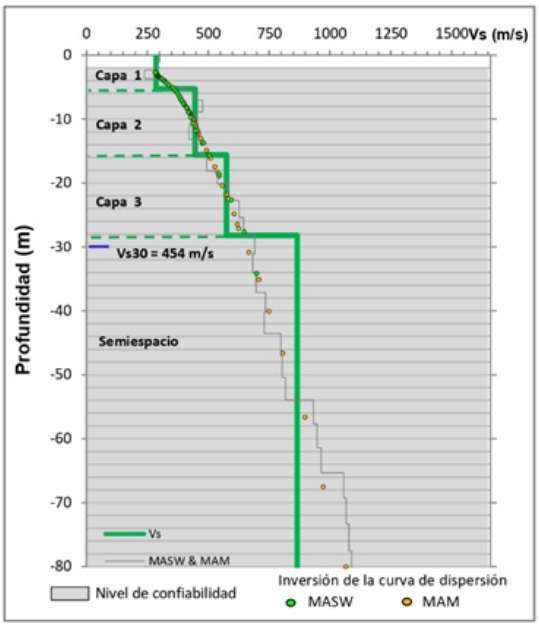
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS22

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

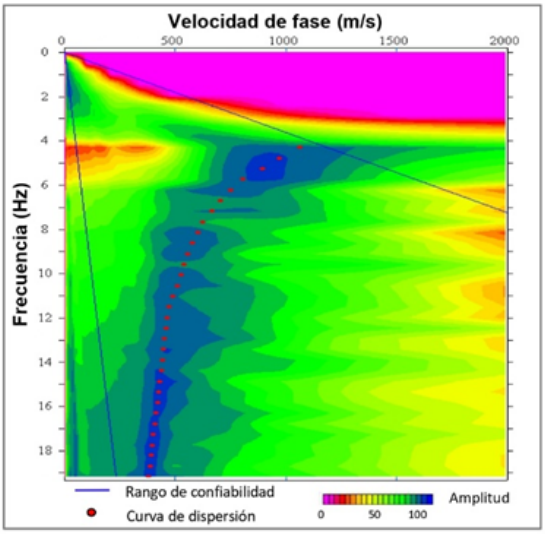
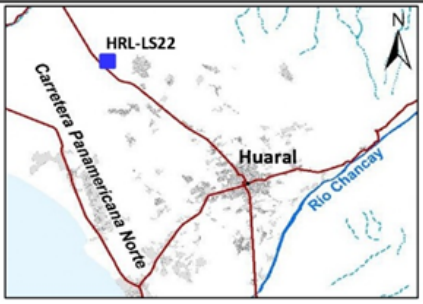


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	286	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	446	10	Suelo rígido
3	575	13	Suelo muy rígido
Semi-espacio	866	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



IGP

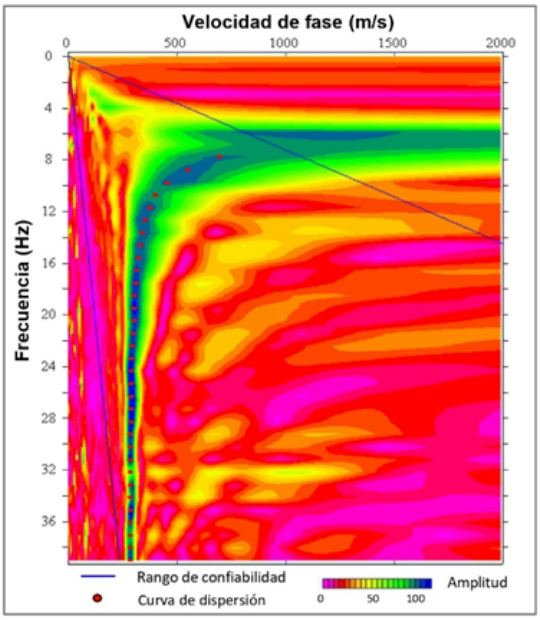
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	Via vecinal LM-667	**DISTRITO:**	Huaral	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	08/2025
COORDENADAS UTM 18S:	**NORTE (m) :** 8737492	**ESTE (m) :** 249691		**COTA (m s.n.m.) :** 205	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera	

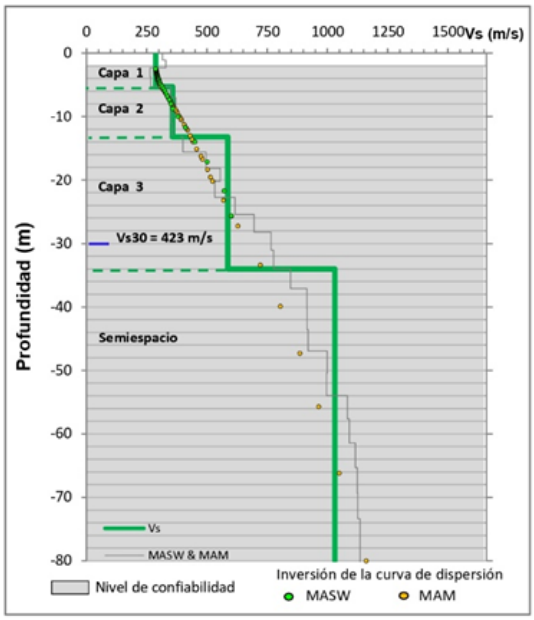
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS24

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

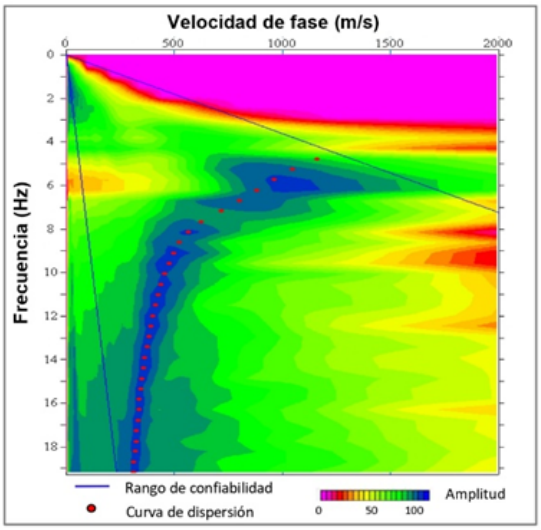
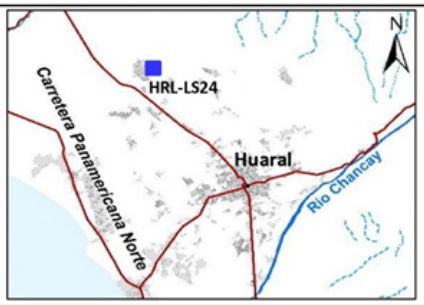


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	287	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	357	8	Suelo rígido
3	587	21	Suelo muy rígido
Semi-espacio	1031	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

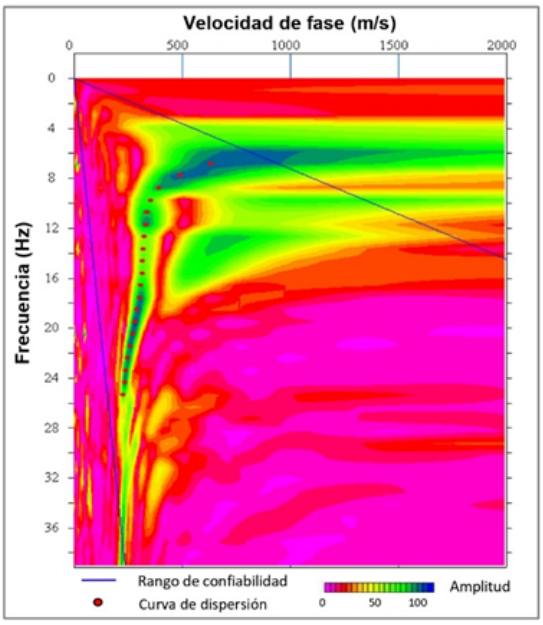


		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
IGP		UBICACIÓN:	C.P.Centenario Huacho Chico	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8736113	ESTE (m) : 253026		COTA (m s.n.m.) : 221	
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

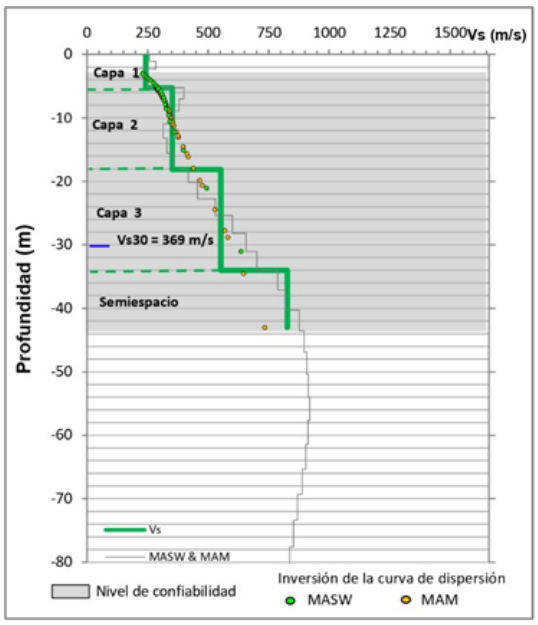
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS25

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

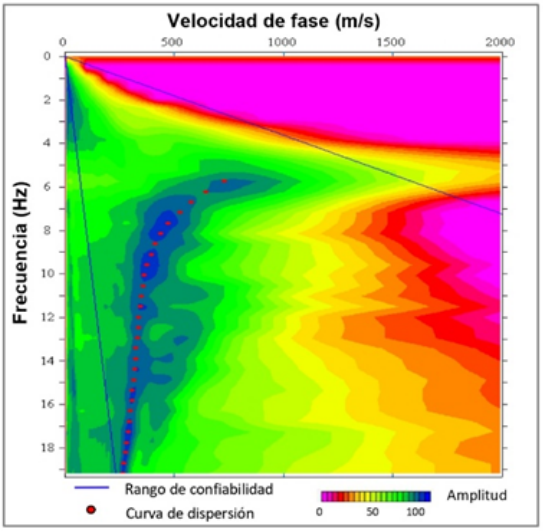


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	242	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	352	13	Suelo rígido
3	552	16	Suelo muy rígido
Semi-espacio	827	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

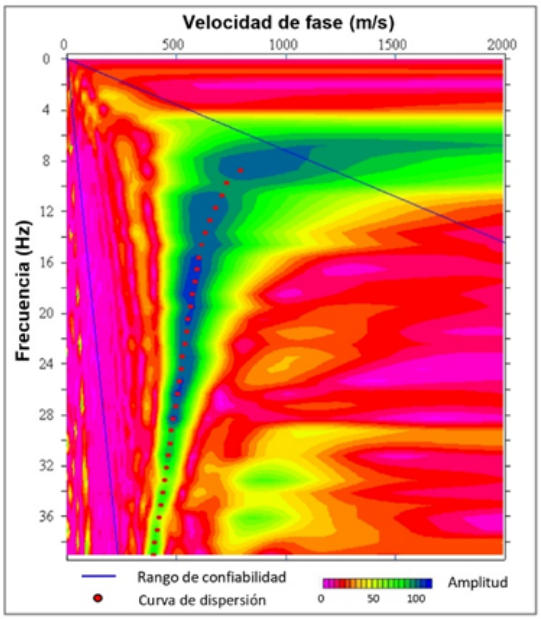


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Fundo Fabrizio	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 08/2025
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8736371	ESTE (m) : 255923		COTA (m s.n.m.) : 225
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

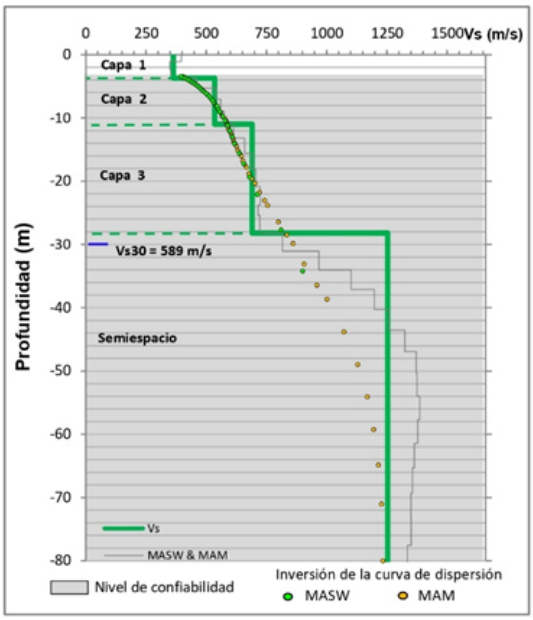
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS26

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

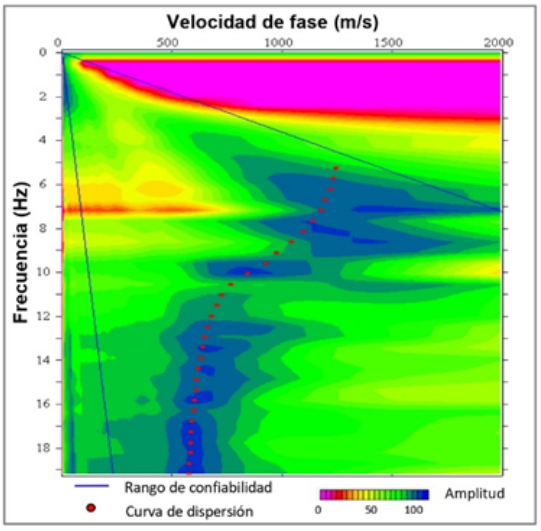
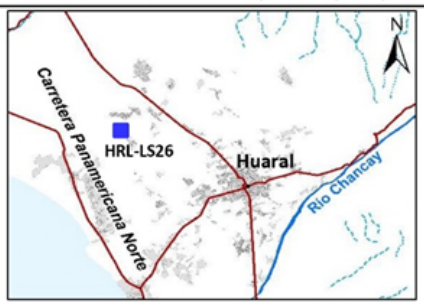


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	363	4	Suelo rígido
2	535	7	Suelo muy rígido
3	690	17	
Semi-espacio	1253	-	Roca moderamente dura a dura

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

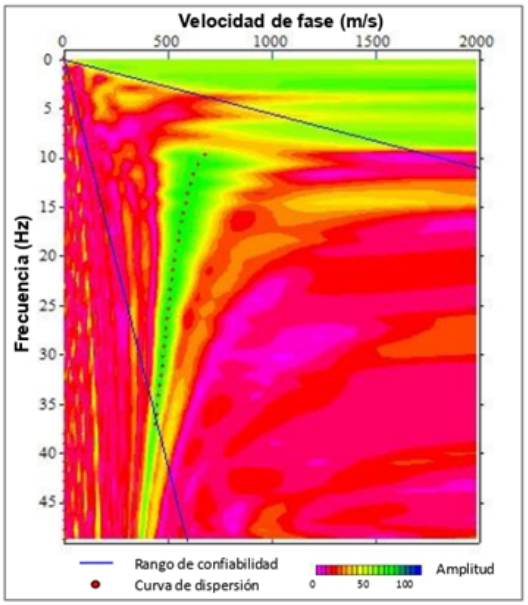


Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
UBICACIÓN:	C.P.Tupac Amaru	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	09/2025
COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8733114	ESTE (m) : 251194		COTA (m s.n.m.) : 247	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR: I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

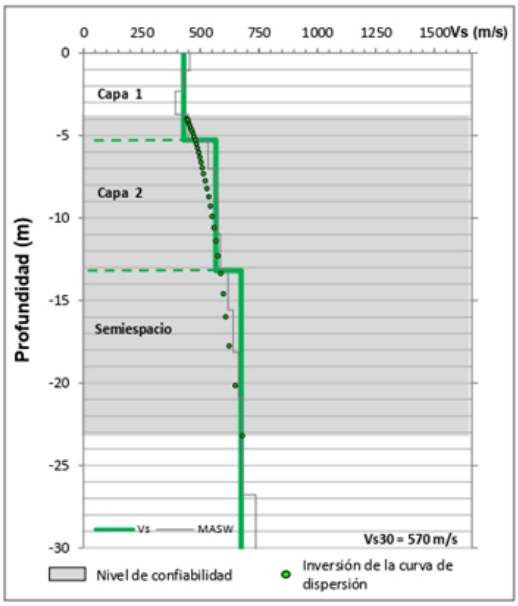
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS27

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Recolección de datos

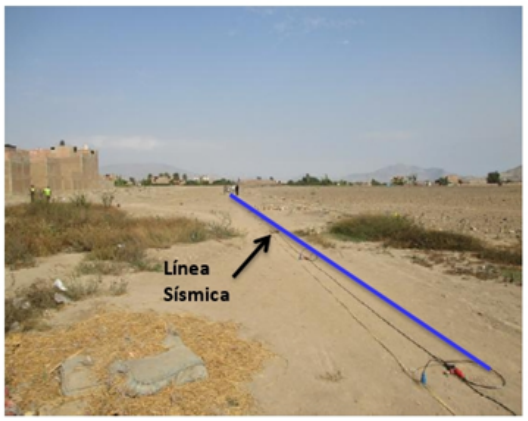


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	448	5	Suelo rígido
2	565	8	Suelo muy rígido
Semi-espacio	649	-	
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			

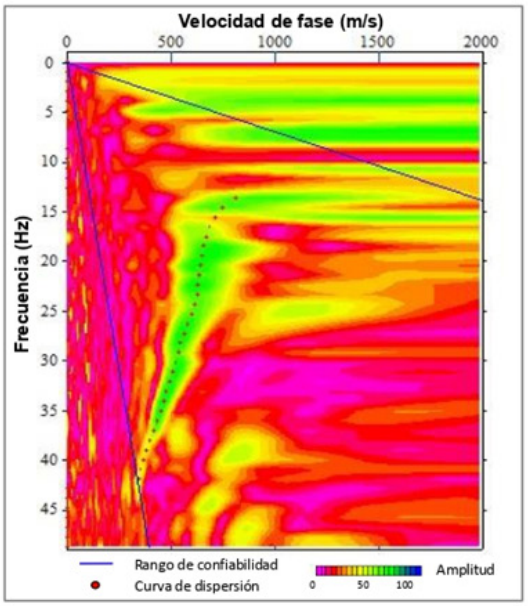


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Próximo al colegio Santa Ines	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	138 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 05/2014
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8727436	ESTE (m) : 259028		COTA (m s.n.m.) : 191
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

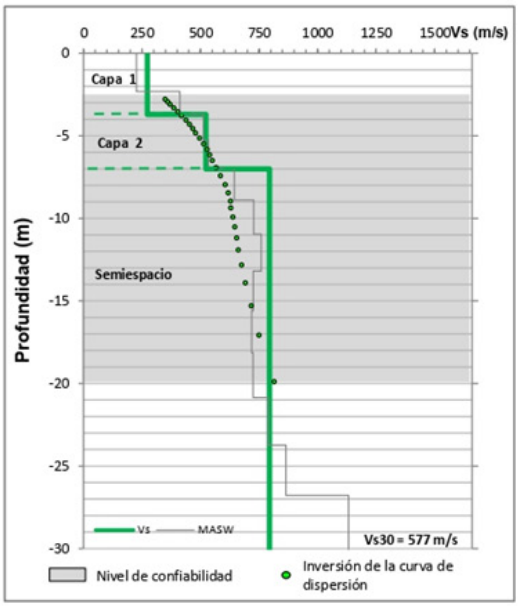
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS28

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



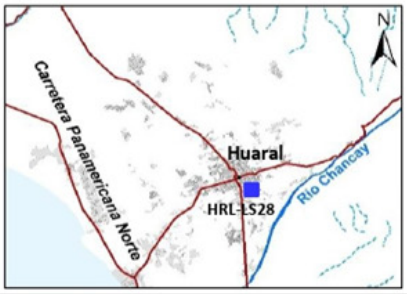
Recolección de datos



Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	411	4	Suelo rígido
2	523	3	Suelo muy rígido
Semi-espacio	716	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

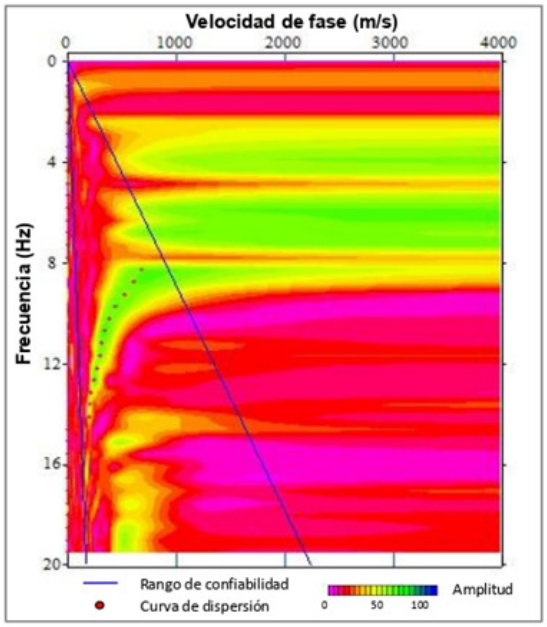


IGP	Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
	UBICACIÓN:	Psje. José Olaya	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
	LONGITUD DE LA LINEA:	92 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	05/2014
	COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8727959	ESTE (m) : 259626		COTA (m s.n.m.) : 199	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

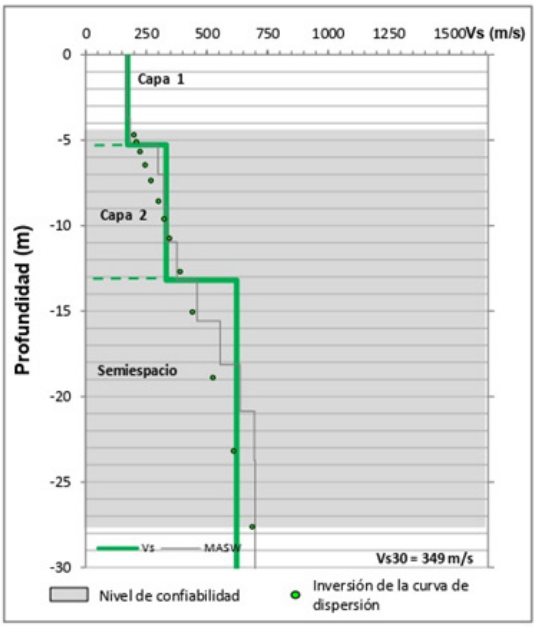
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS29

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs

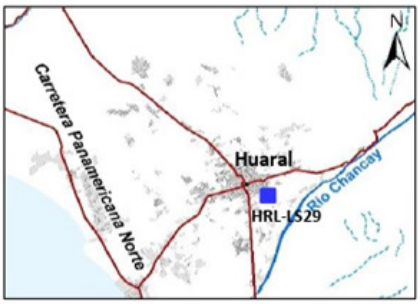


Recolección de datos



Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	180	5	Suelo blando
2	332	8	Suelo intermedio (medianamente rigido)
Semi-espacio	609	-	Suelo muy rígido
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			

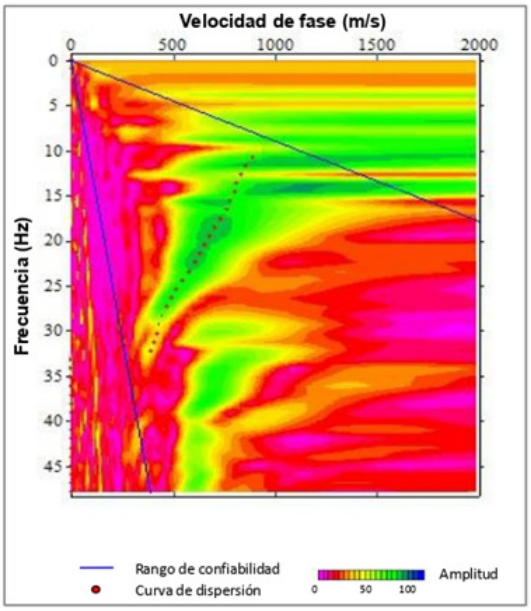


		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
IGP		UBICACIÓN:	Próximo al mercado García Alonzo	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	92 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	05/2014
		COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8728107	ESTE (m) : 260528		COTA (m s.n.m.) : 185	
ELABORADO POR:	W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

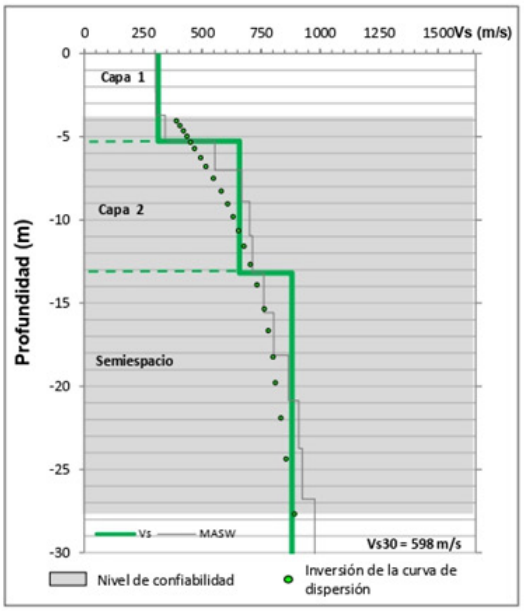
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

HRL-LS30

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Recolección de datos



Tabla de resultados

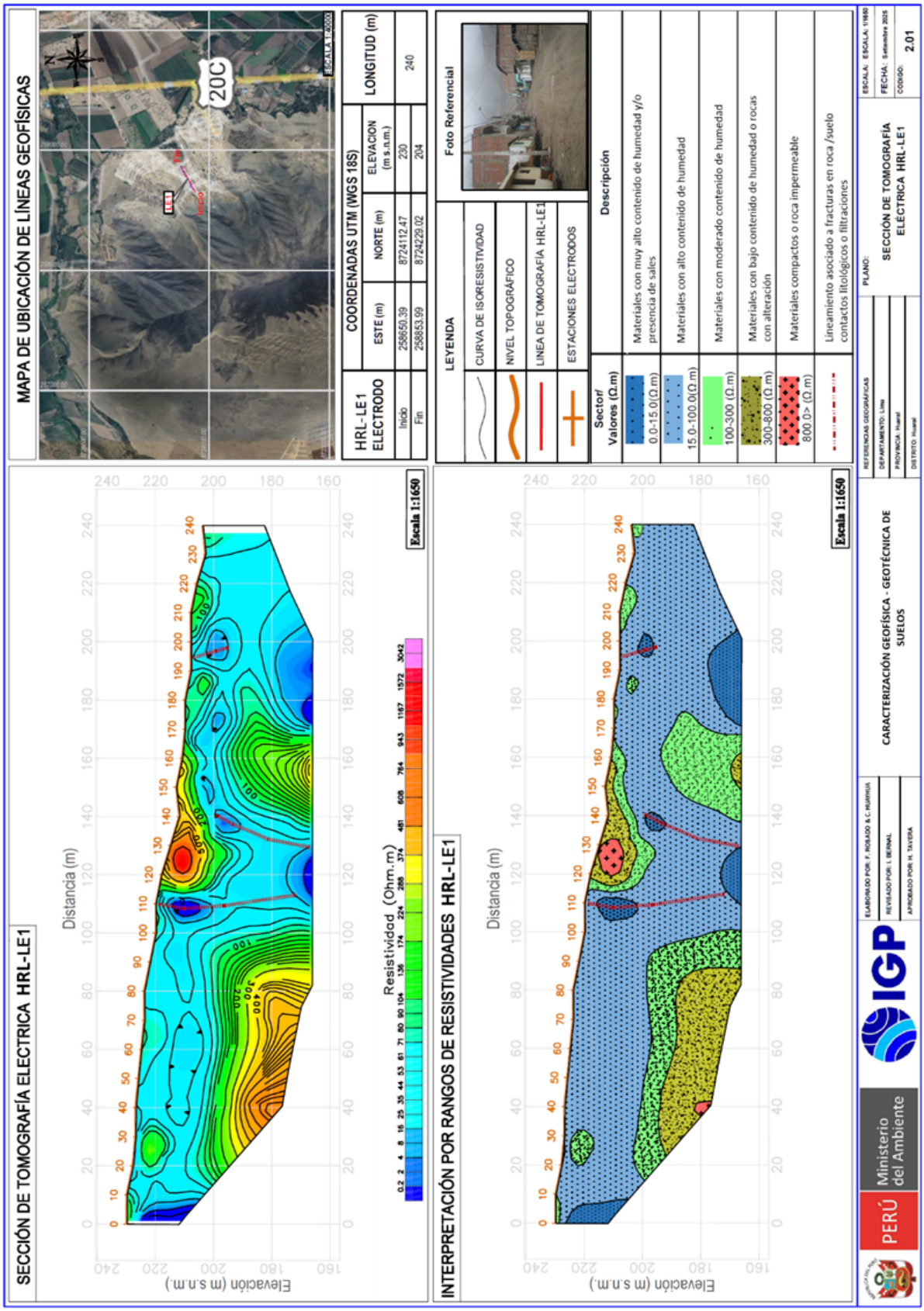
Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	344	5	Suelo intermedio (medianamente rigido)
2	659	8	Suelo muy rígido
Semi-espacio	853	-	Roca moderamente dura a dura
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			



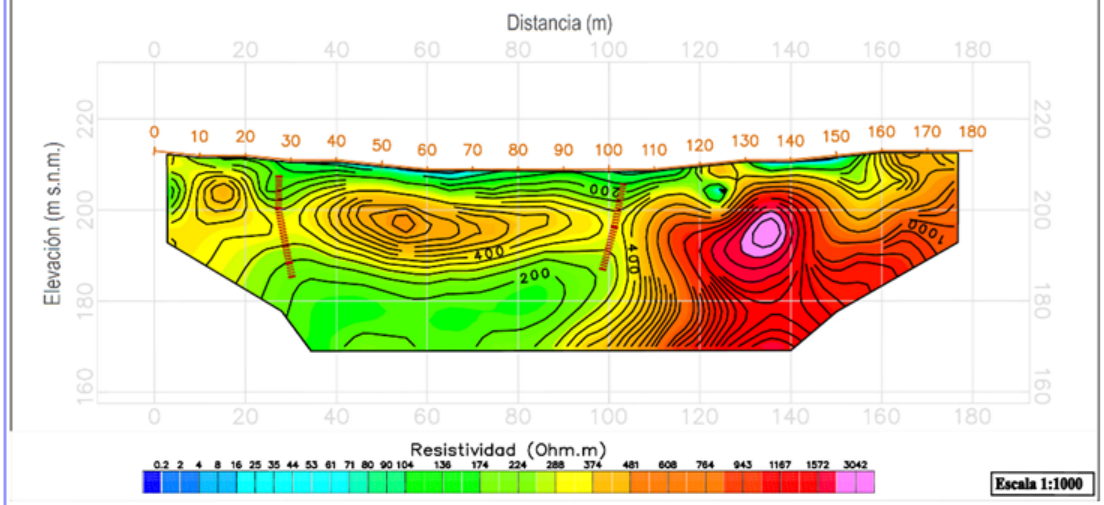
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	A 120 metros de la Av. Principal Huando	DISTRITO:	Huaral	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Huaral/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	92 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	05/2014
COORDENADAS UTM 18S:	NORTE (m) : 8729109	ESTE (m) : 262054		COTA (m s.n.m.) : 223	
ELABORADO POR: W. Sulla & J. Diaz	REVISADO POR: I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

- Información geofísica: secciones de tomografía eléctrica

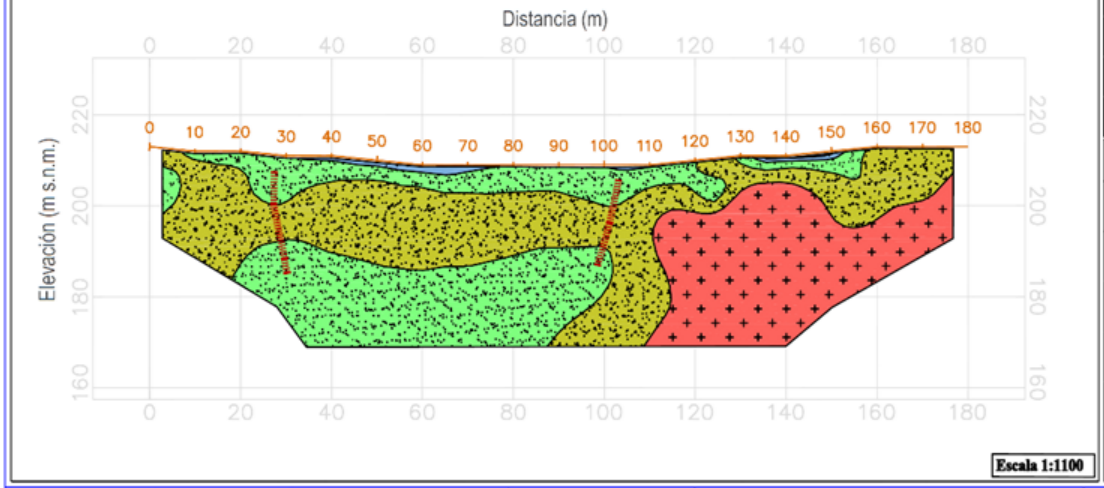


SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELECTRICA HRL-LE2



Escala 1:1000

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE2



Escala 1:1100

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE2 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	260736.09	8726292.73	213	180
Fin	260892.94	8726389.20	213	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE2
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca / suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO& C.HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

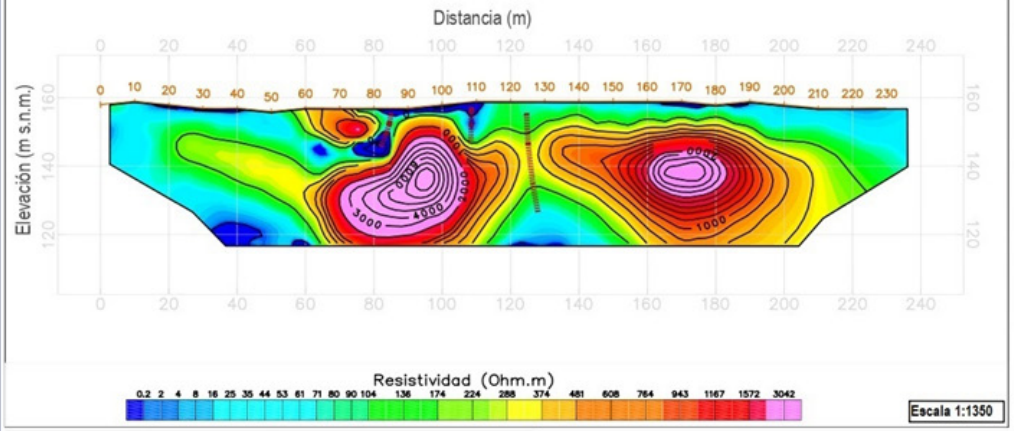
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

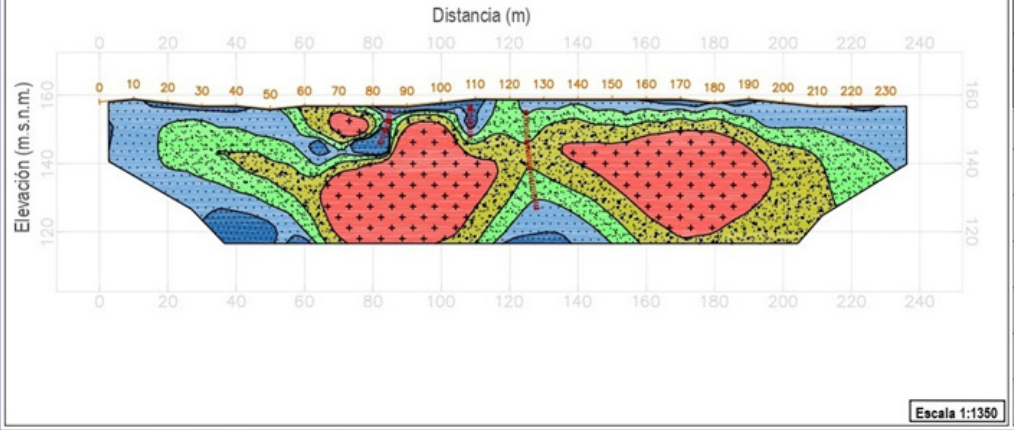
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA LE-02

ESCALA: ESCALA: 1/1100
FECHA: Setiembre 2025
CODIGO: 2.02

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE3



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE3



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE3 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	256402.45	8726431.92	158	230
Fin	256493.54	8726647.31	157	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE3
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca / suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADOS & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

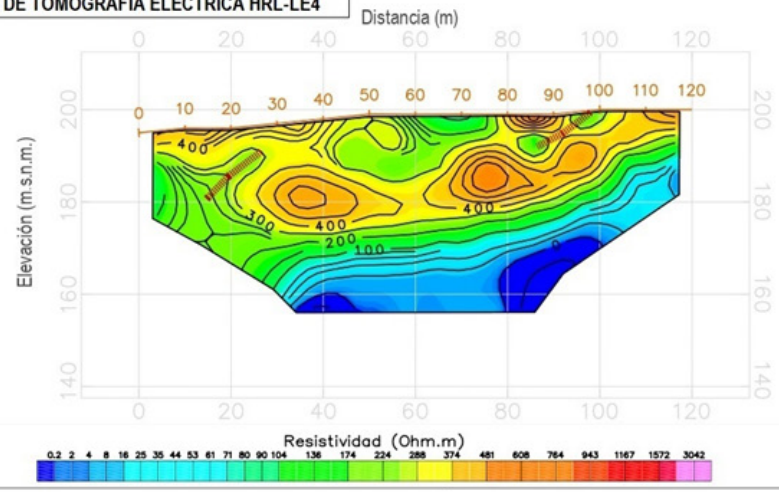
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE3

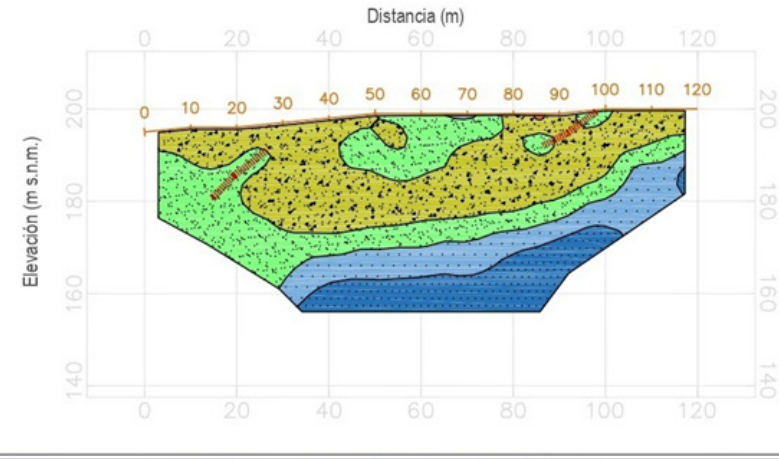
ESCALA: 1/1350
FECHA: Septiembre-2023
CODIGO: 2.03

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE4



Escala 1:1000

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE4



Escala 1:1000

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE4 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	258491.79	8728474.25	195	120
Fin	258594.87	8728538.00	200	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE4
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

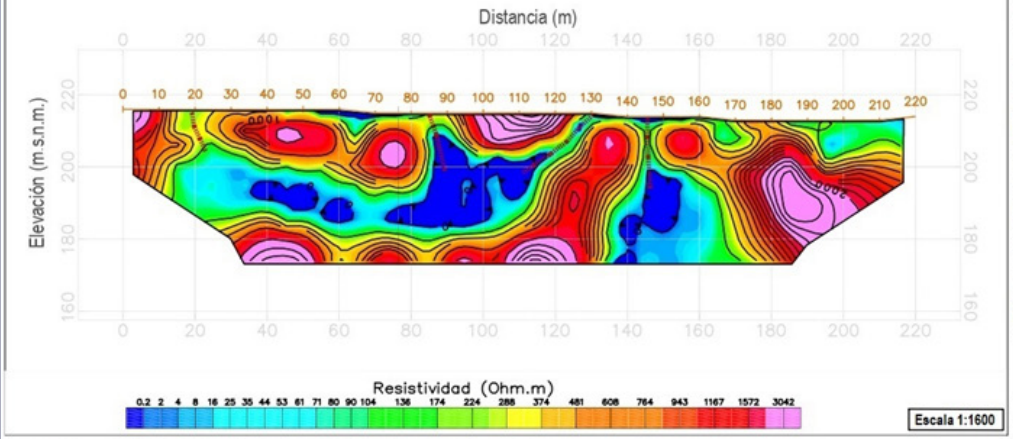
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE4

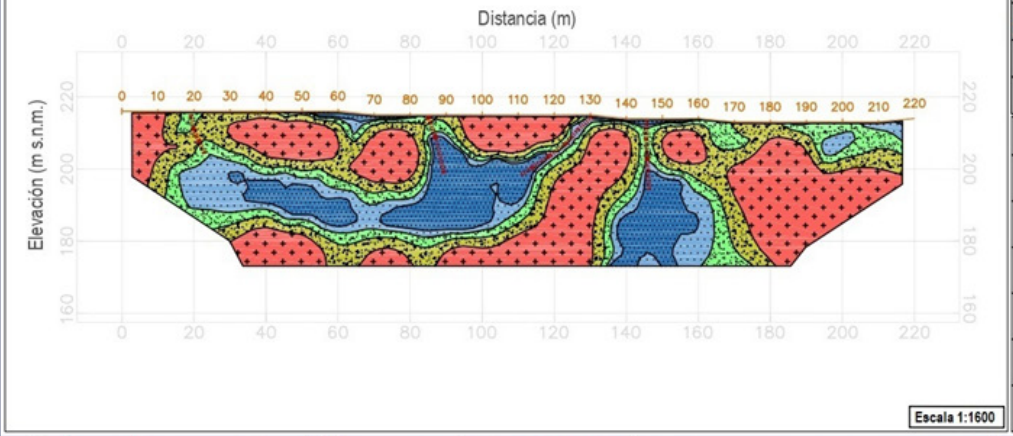
ESCALA: 1/1000
FECHA: Setiembre 2023
CODIGO: 2.04

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE5



Escala 1:1600

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE5



Escala 1:1600

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE5 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	259828.99	8729182.76	216	220
Fin	259792.71	8729402.69	214	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍAHRL-LE5
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

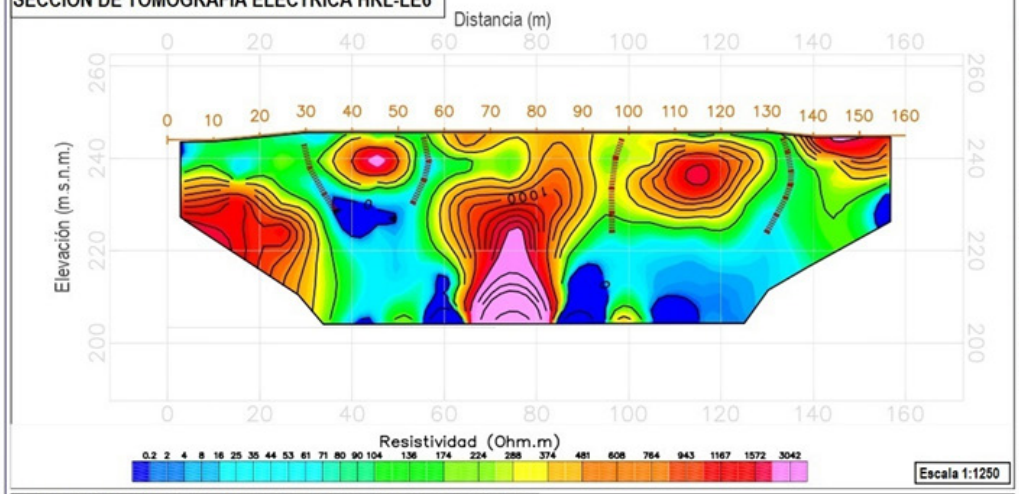
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO:
SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE5

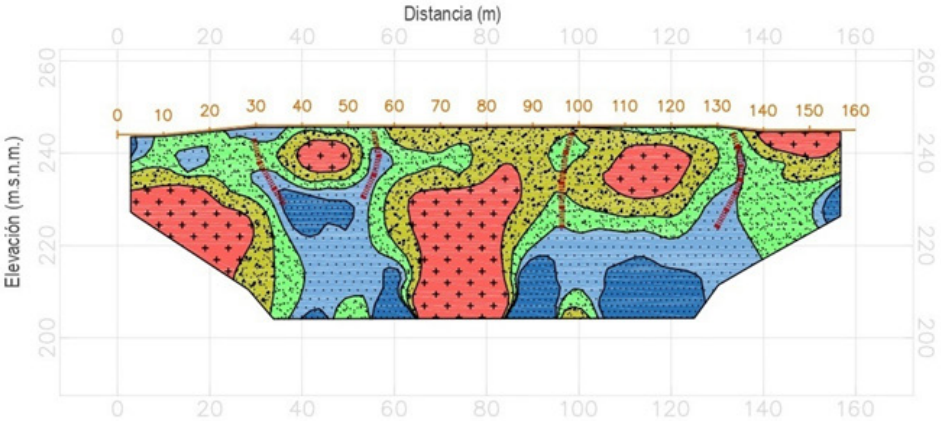
ESCALA: ESCALA: 1/1600
FECHA: diciembre 2020
CODIGO: **2.05**

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE6



Escala 1:1250

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE6



Escala 1:1250

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE6 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	261004.27	8730208.66	244	160
Fin	261132.54	8730118.68	245	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE6
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

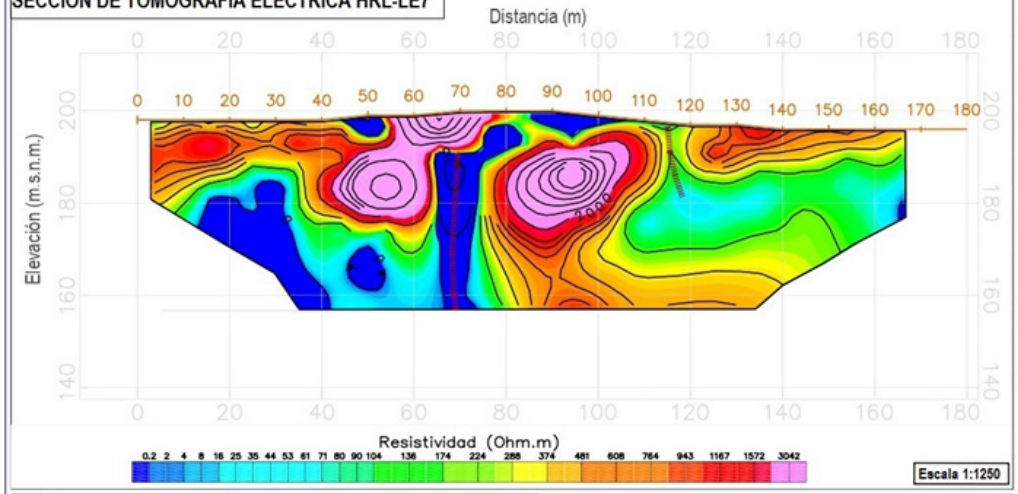
CARCTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

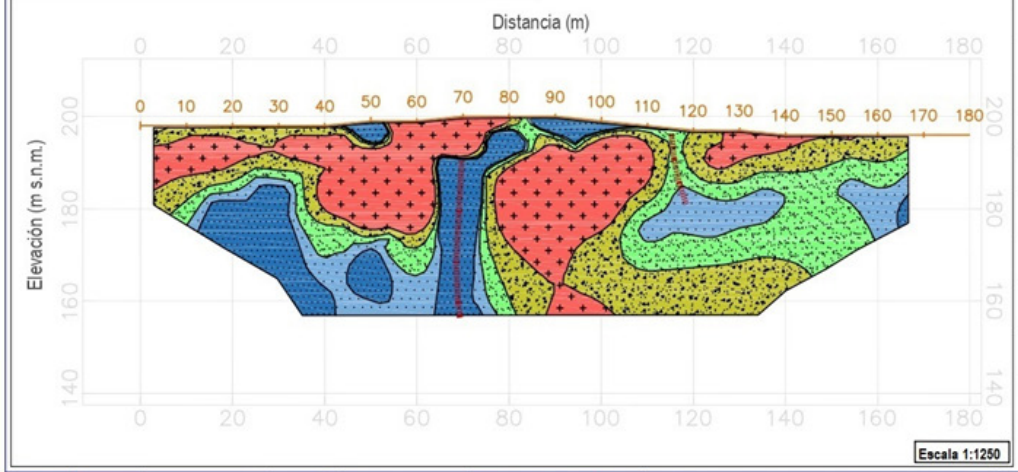
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE6

ESCALA: ESCALA: 1/1250
FECHA: Setiembre 2025
CODIGO: 2.06

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE7



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE7



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE7 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	259049.49	8727395.21	198	180
Fin	258947.37	8727546.80	196	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE7
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

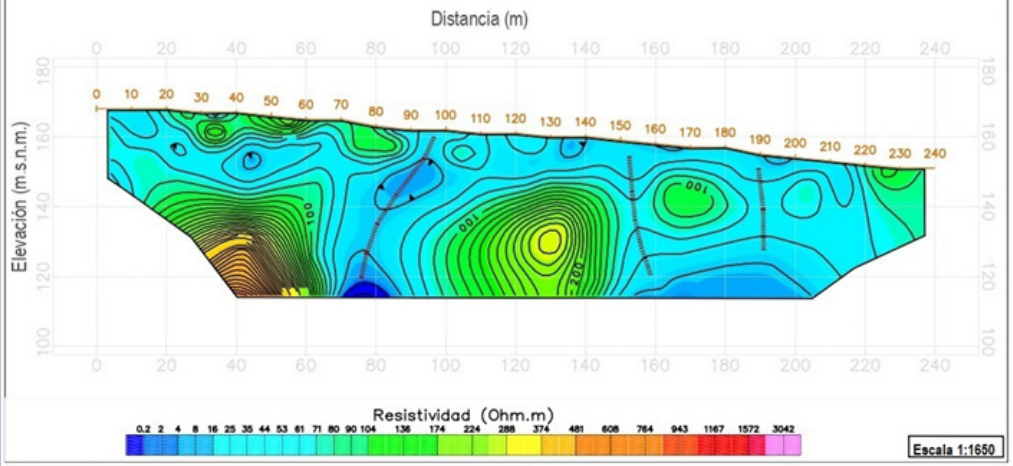
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO:
SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE7

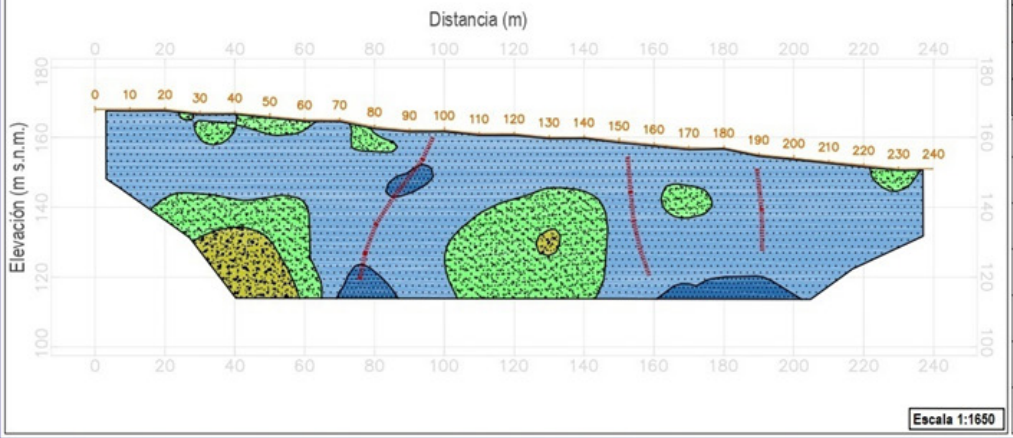
ESCALA: ESCALA: 1/1250
FECHA: 30 Setiembre 2023
CODIGO: 2.16

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE8



Escala 1:1650

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE8



Escala 1:1650

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE8 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	253777.43	8727070.14	168	240
Fin	253967.22	8727222.57	151	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE8
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

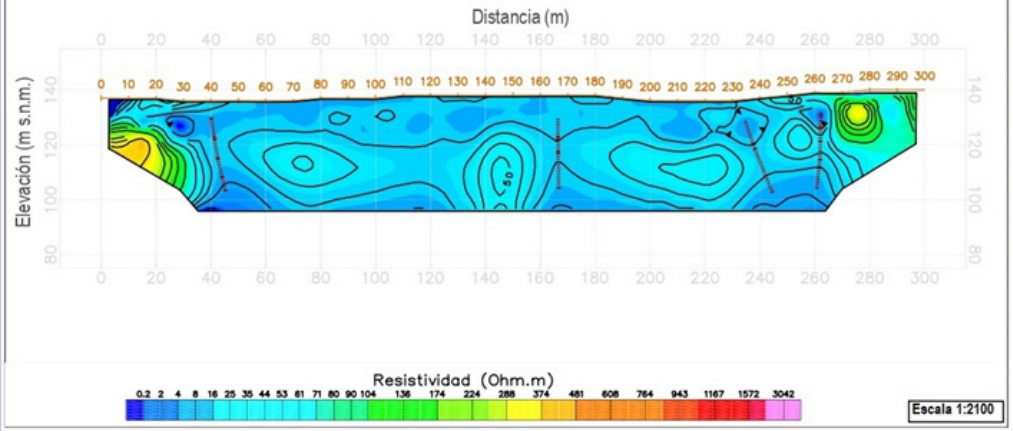
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE8

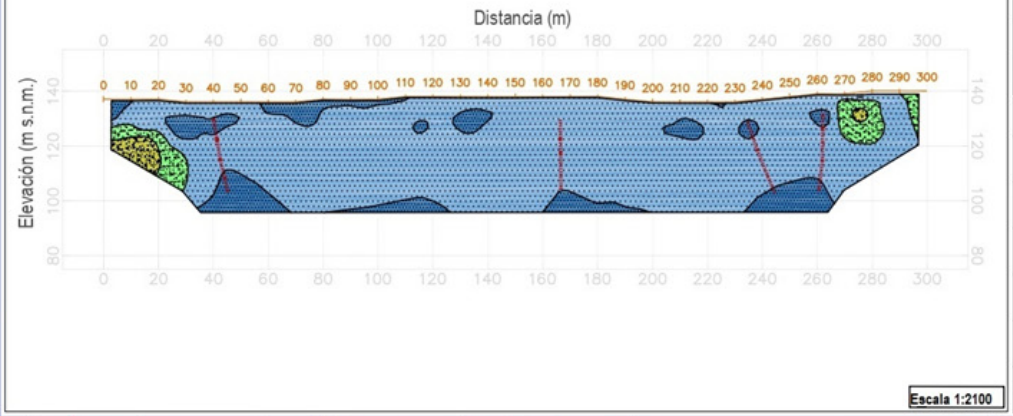
ESCALA: 1:1650
FECHA: diciembre 2023
CÓDIGO: 2.08

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE9



Escala 1:2100

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE9



Escala 1:2100

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE9 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	253423.31	8729520.70	137	300
Fin	253716.96	8729599.03	140	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-L9
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

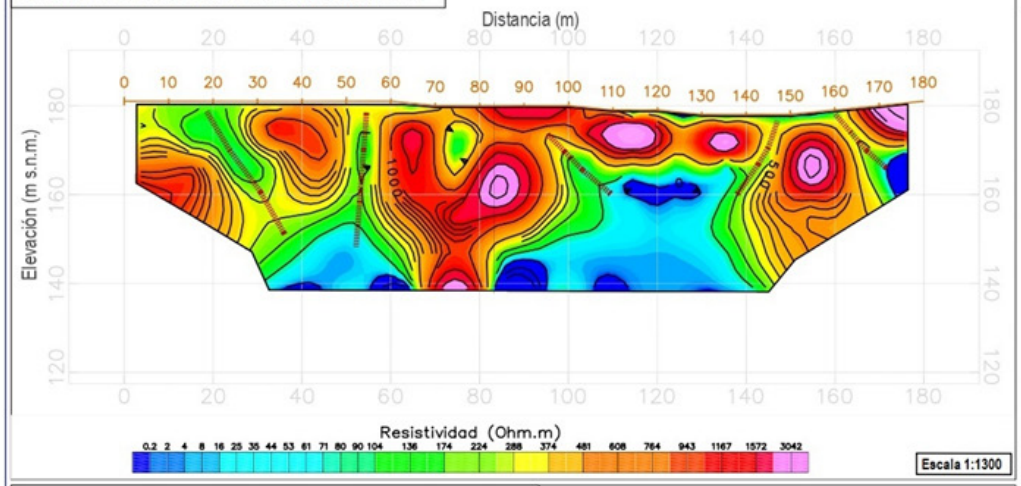
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

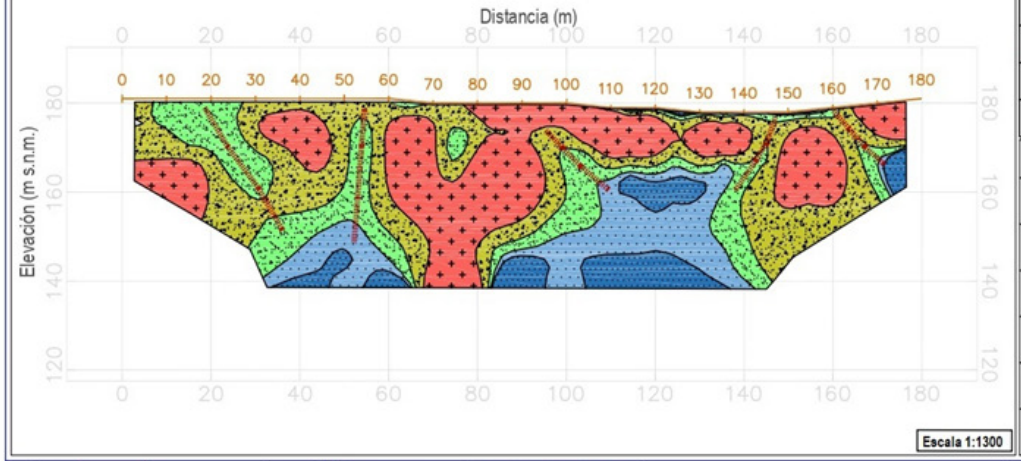
PLANO:
SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE9

ESCALA: ESCALA: 1/2100
FECHA: Setiembre 2020
CODIGO: **2.09**

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE10



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE10



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE10 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	257120.02	8730473.31	181	180
Fin	257266.08	8730583.88	181	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE10
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. GERENAL
APROBADO POR: H. TAVERA

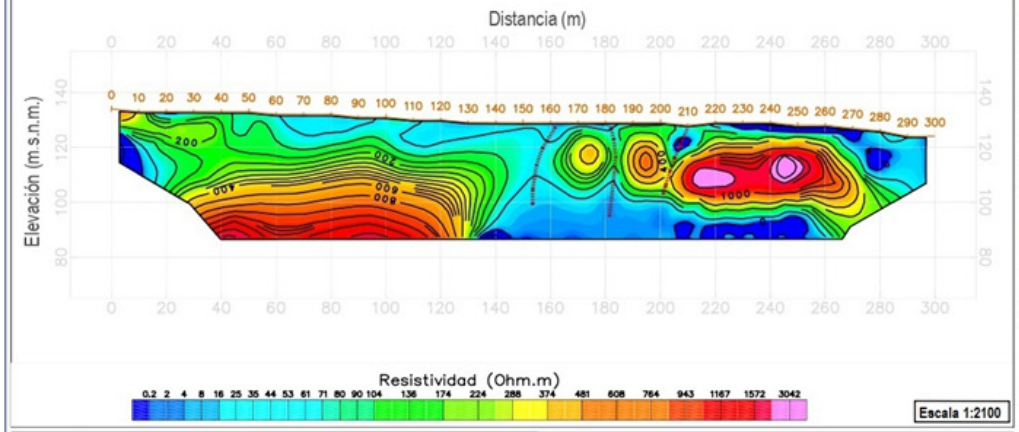
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

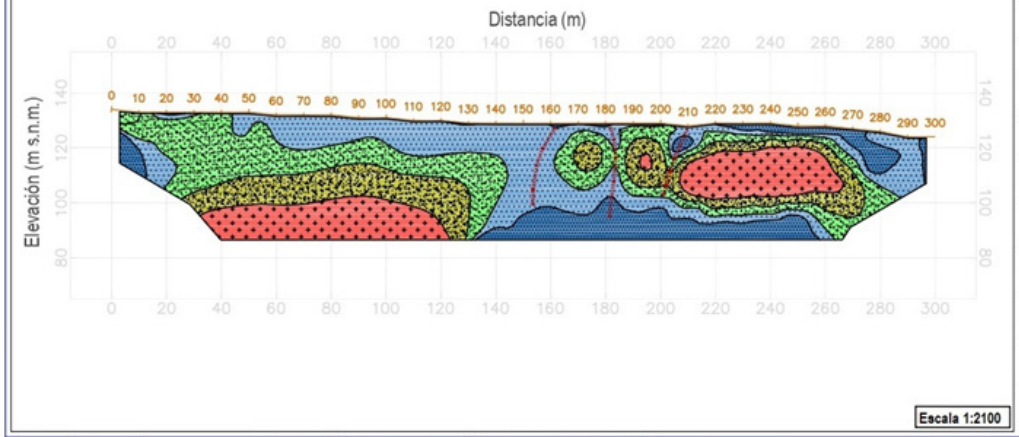
PLANO:
SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE10

ESCALA: ESCALA: 1/1300
FECHA: Setiembre 2023
CODIGO: **2.10**

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE11



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE11



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE11 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	252205.96	8731238.87	134	300
Fin	252237.61	8730934.91	124	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE11
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. GERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

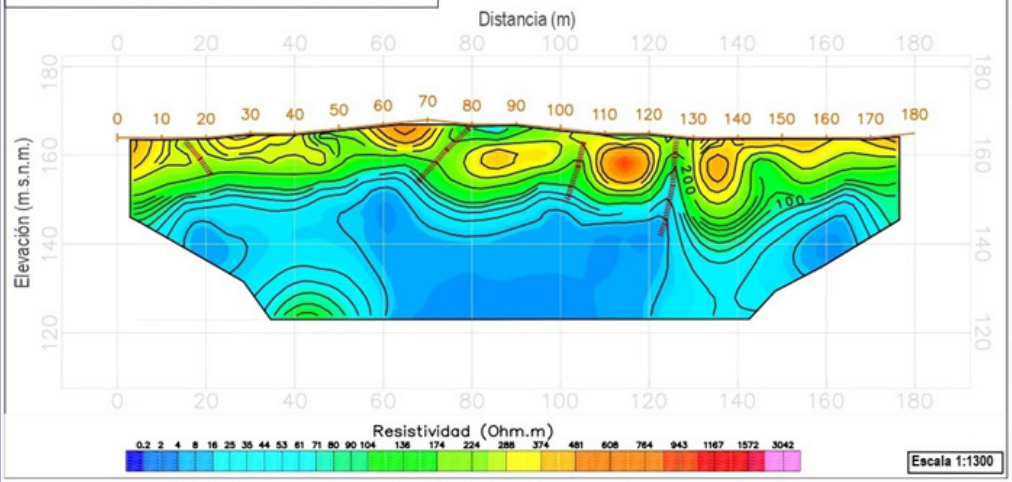
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

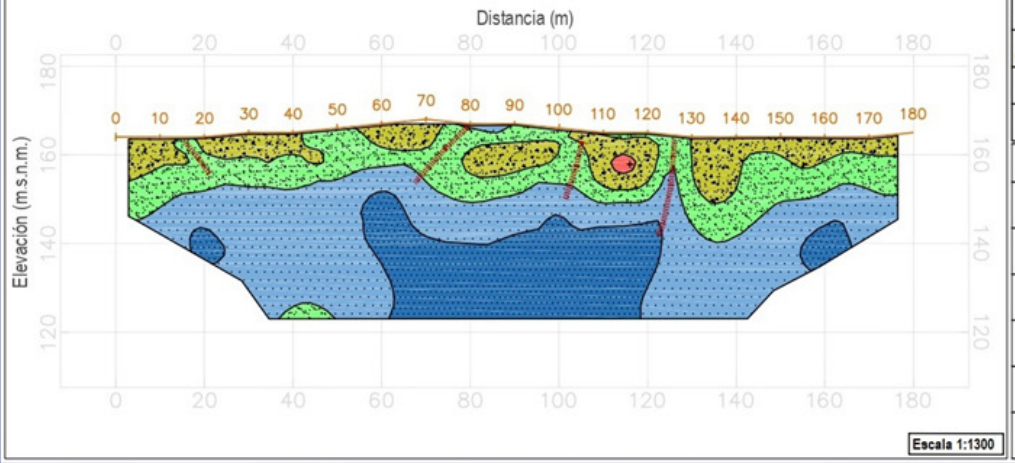
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE11

ESCALA: ESCALA: 1/2100
FECHA: Setiembre 2023
CODIGO: 2.11

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE12



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE12



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE12 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	254985.75	8732066.27	164	180
Fin	255152.54	8732151.12	165	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO HRL-LE12
	LINEA DE TOMOGRAFÍA
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. SERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

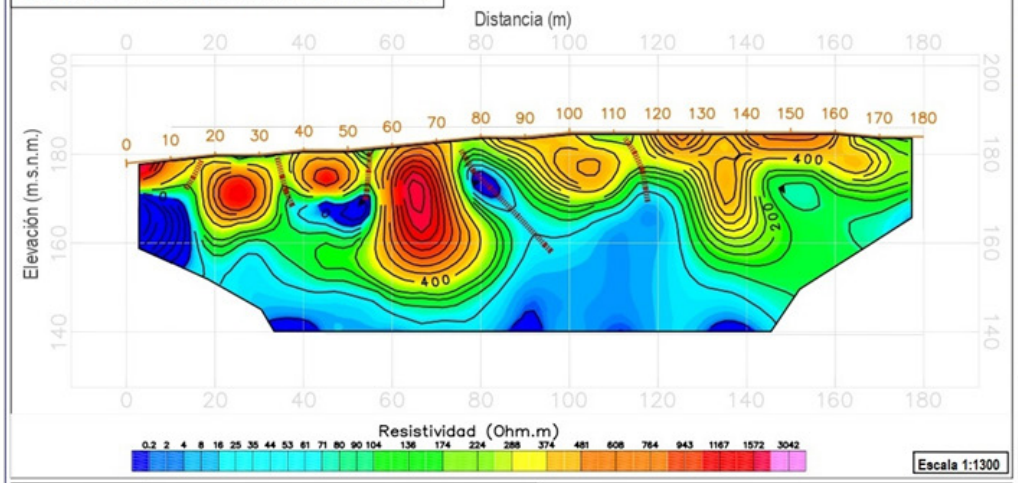
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

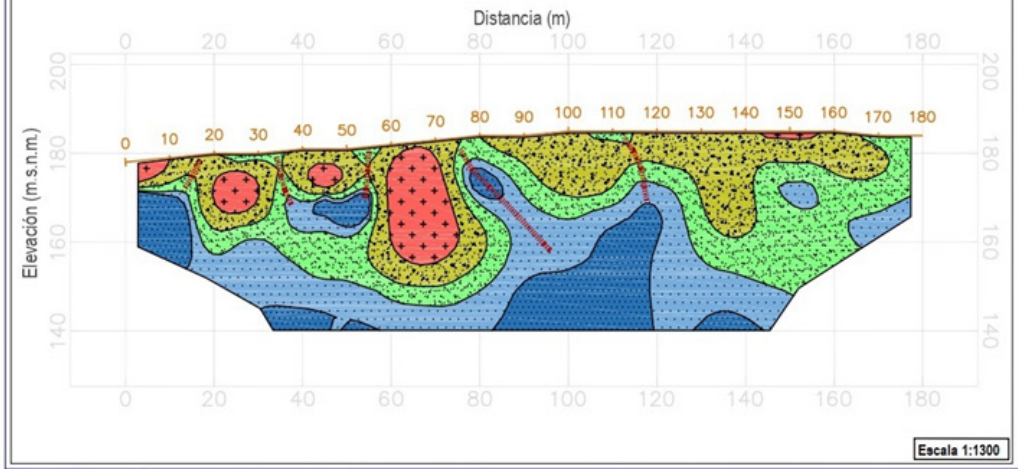
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE12

ESCALA: ESCALA: 1/1500
FECHA: Setiembre 2020
CODIGO: 2.12

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE13



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE13



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE13 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	255421.18	8733286.80	178	180
Fin	255565.88	8733404.34	184	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE13
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

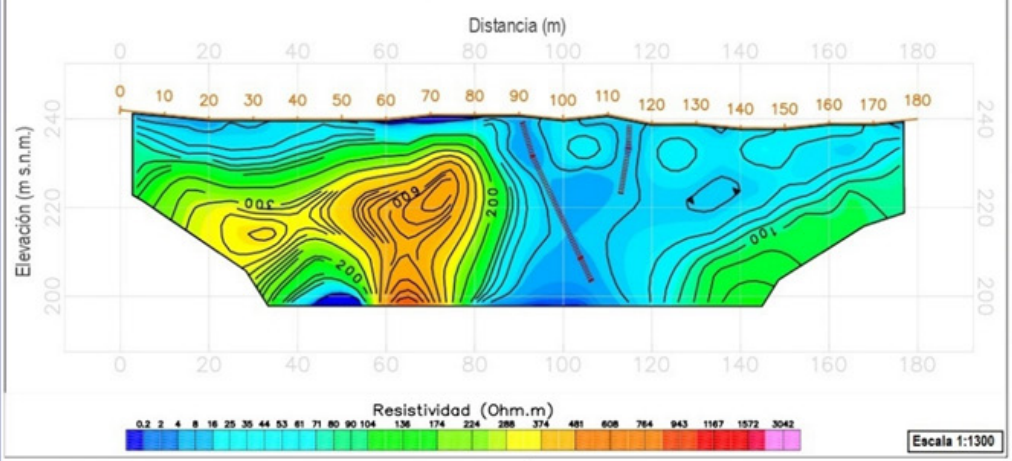
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO:
SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE13

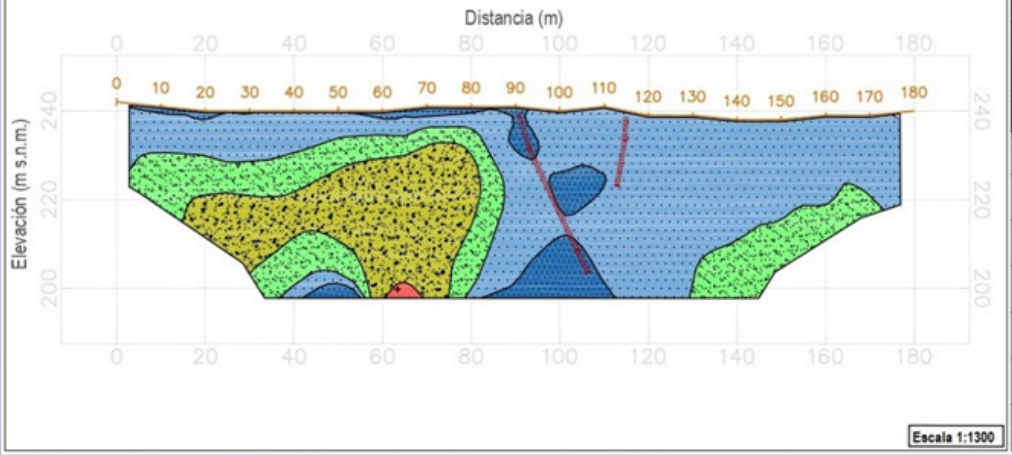
ESCALA: 1/1500
FECHA: Setiembre 2023
CODIGO: **2.13**

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE14



Escala 1:1300

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE14



Escala 1:1300

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE14 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	257466.77	8734594.45	242	180
Fin	257361.22	8734734.94	240	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE14
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. EERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

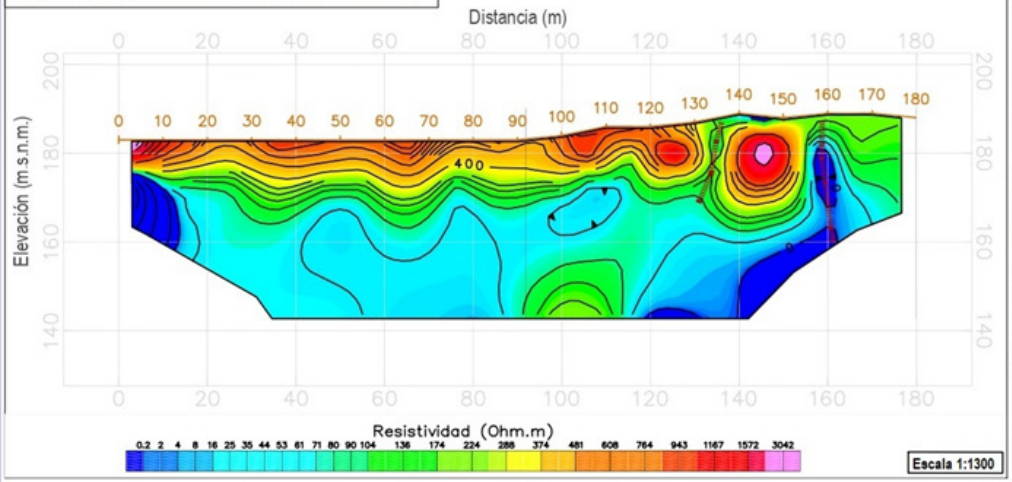
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

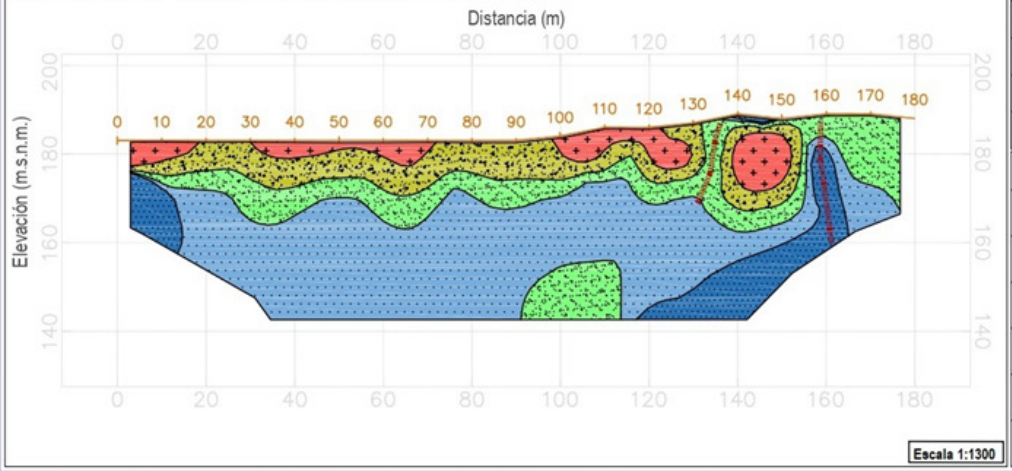
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE14

ESCALA: 1/1200
FECHA: Setiembre 2023
CODIGO: 2.14

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE15



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE15



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE15 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	254576.49	8734717.69	183	180
Fin	254681.61	8734871.89	188	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LINEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE15
	ESTACIONES ELECTRODOS

Foto Referencial



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca /suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

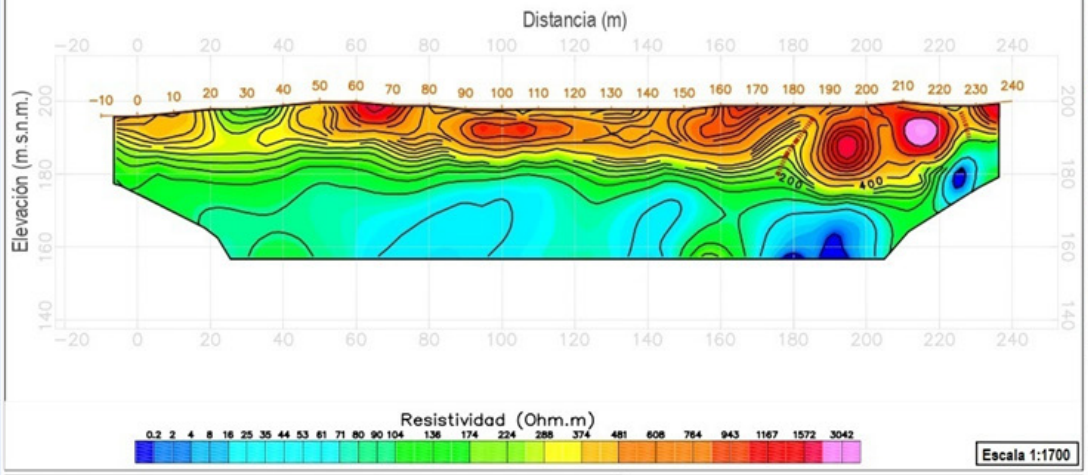
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO:
SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE15

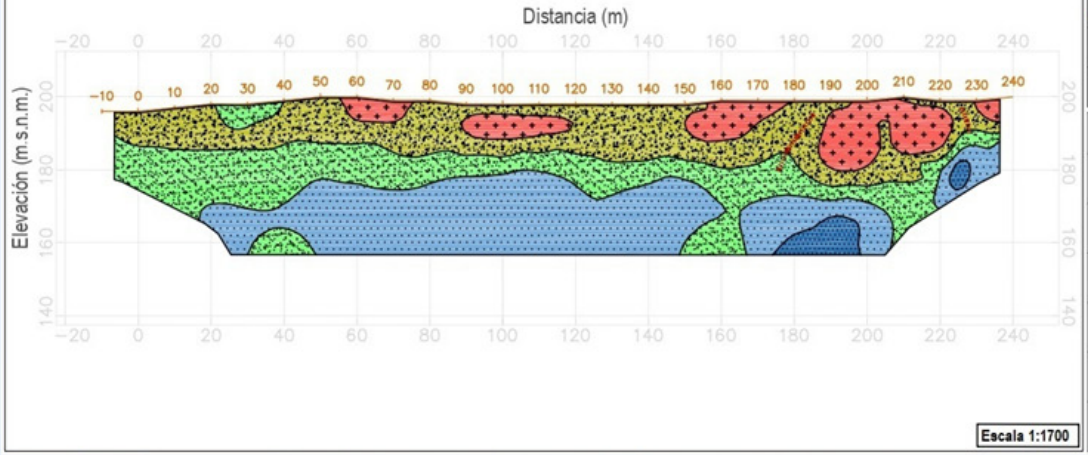
ESCALA: ESCALA: 1/1300
FECHA: Setiembre 2020
CODIGO: 2.15

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE1-2015



Escala 1:1700

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE1-2015



Escala 1:1700

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE1-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	258971.50	8727518.77	196	250
Fin	259107.47	8727307.46	200	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE1-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca /suelo contactos litológicos o filtraciones

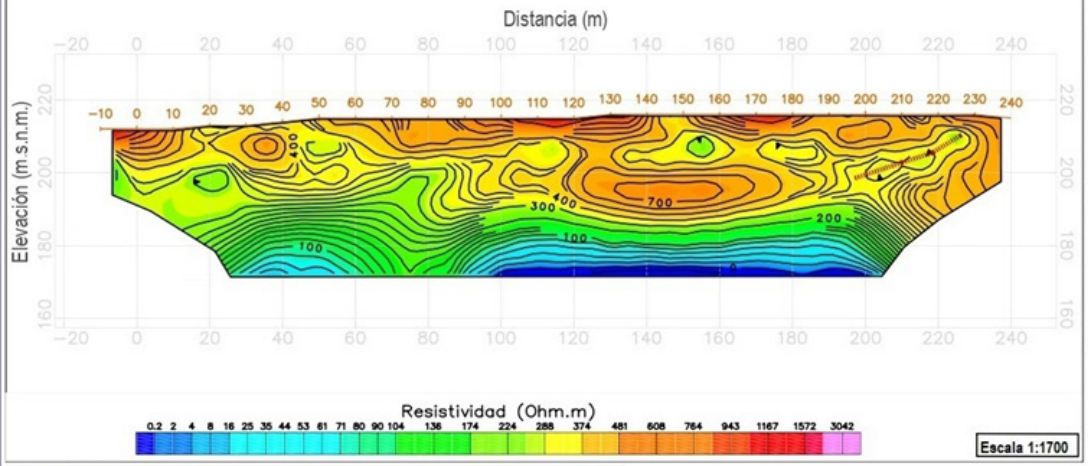
PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA	
REVISADO POR: I. BERNAL	CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS
APROBADO POR: H. TAVERA	

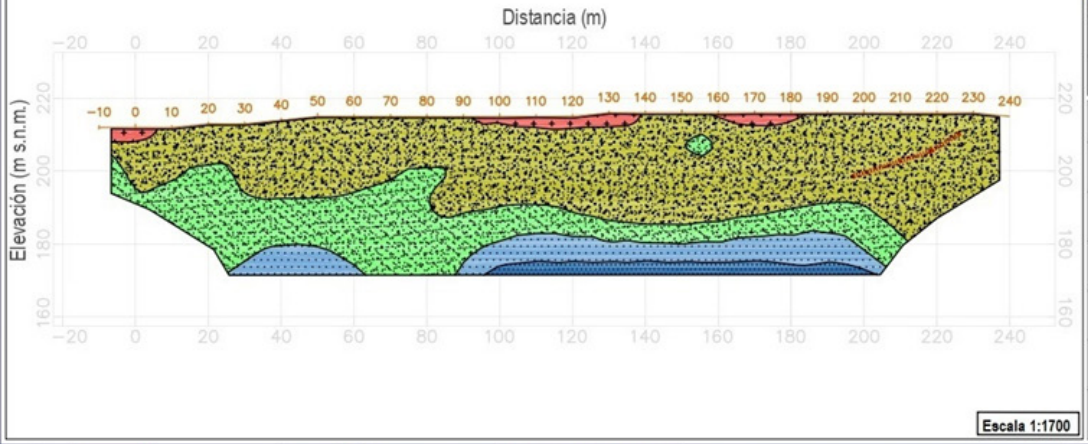
REFERENCIAS GEOGRÁFICAS	
DEPARTAMENTO: Lima	PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE1-2015
PROVINCIA: Huaral	
DISTRITO: Huaral	

ESCALA:	ESCALA: 1/1700
FECHA:	30 Diciembre 2023
CODIGO:	2.17

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE2-2015



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE2-2015



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE2-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	259766.50	8729391.21	212	250
Fin	259829.63	8729156.88	215	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE2-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca /suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

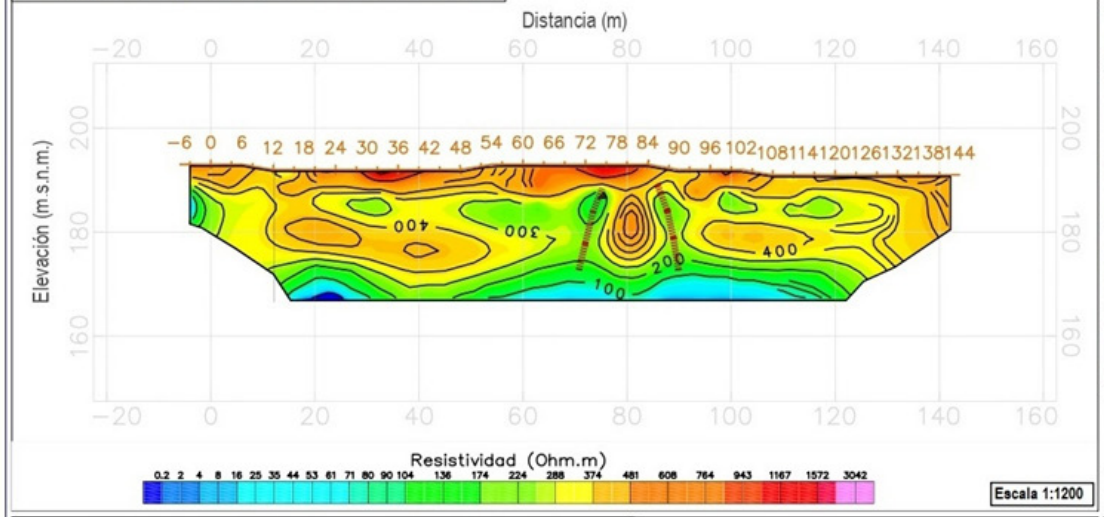
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

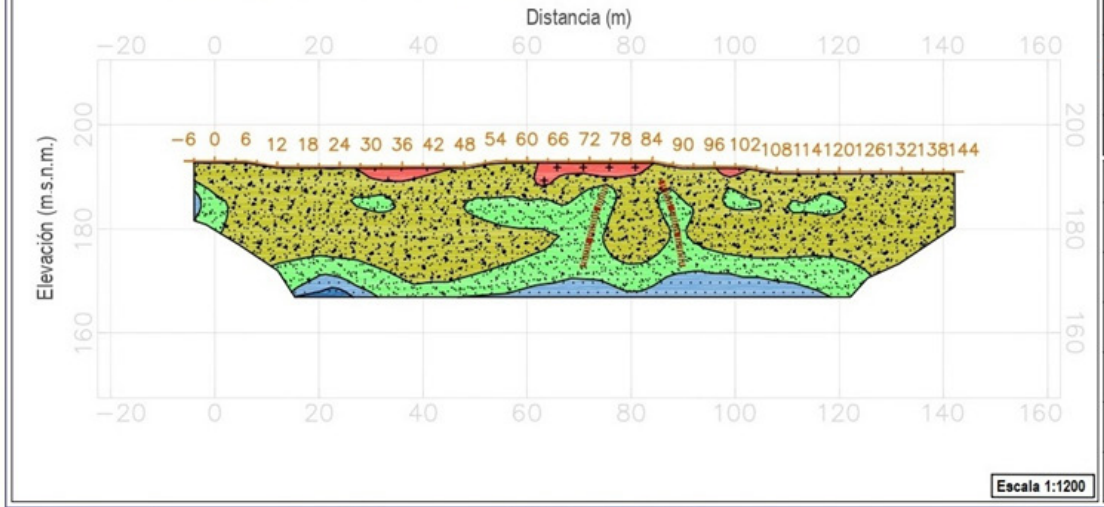
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE2-2015

ESCALA: ESCALA: 1/1700
FECHA: Setiembre 2025
CODIGO: 2.18

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE3-2015



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE3-2015



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE3-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	258393.17	8728596.32	193	150
Fin	258318.56	8728731.97	191	

LEYENDA

	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE3-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca / suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

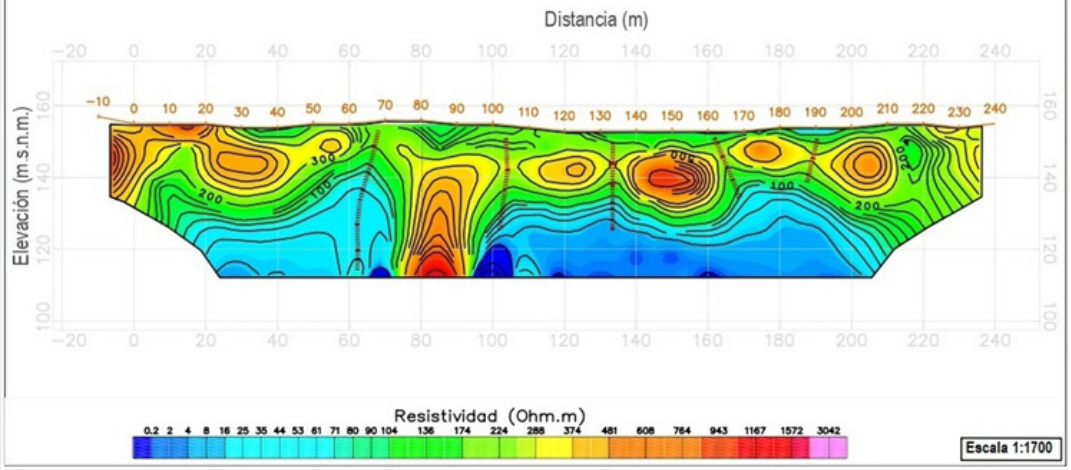
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE3-2015

ESCALA: 1/1200
FECHA: Setiembre 2015
CODIGO: 2.19

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE4-2015

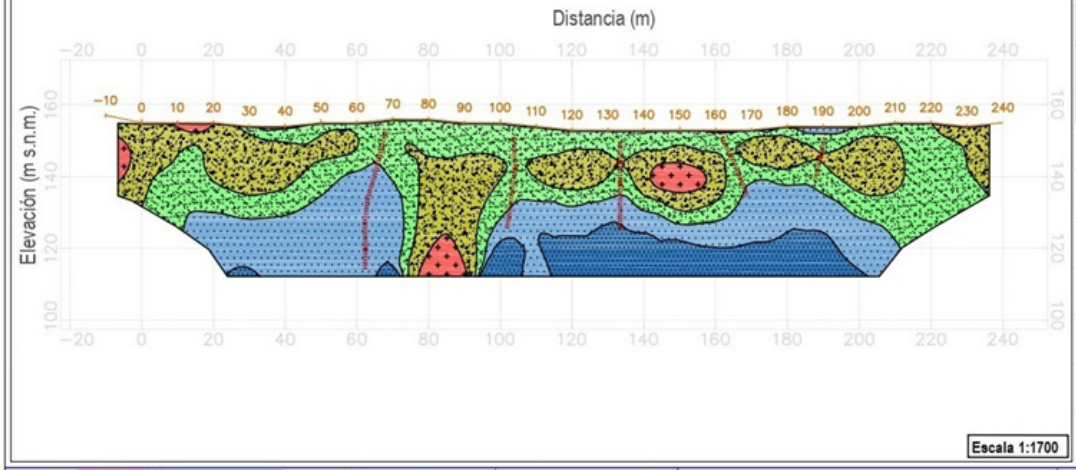


MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE4-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	256054.65	8727341.82	157	250
Fin	255921.90	8727543.07	155	

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE4-2015



LEYENDA

	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE4-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca /suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

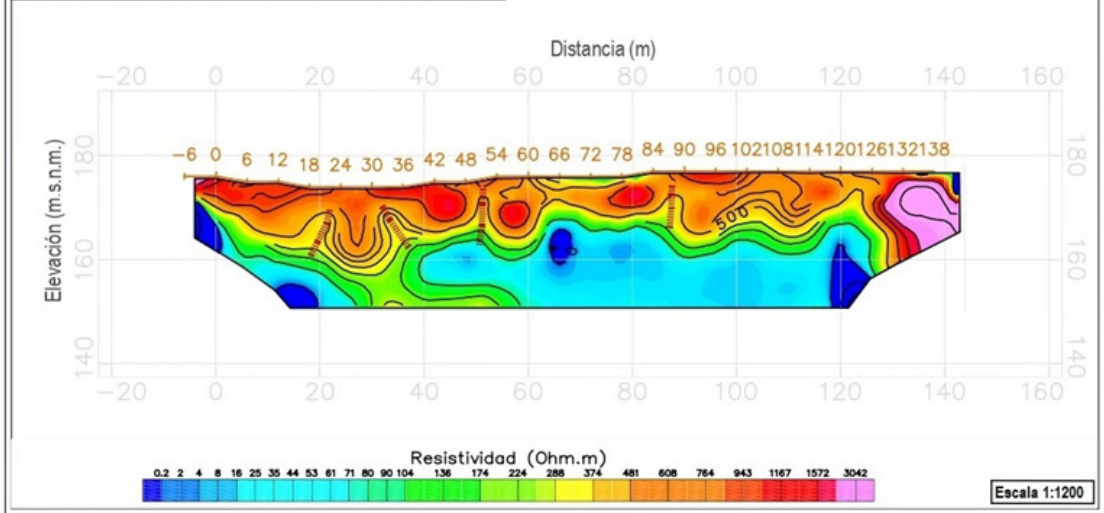
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE4-2015

ESCALA: 1/1700
FECHA: Setiembre 2025
CODIGO: 2.20

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE5-2015

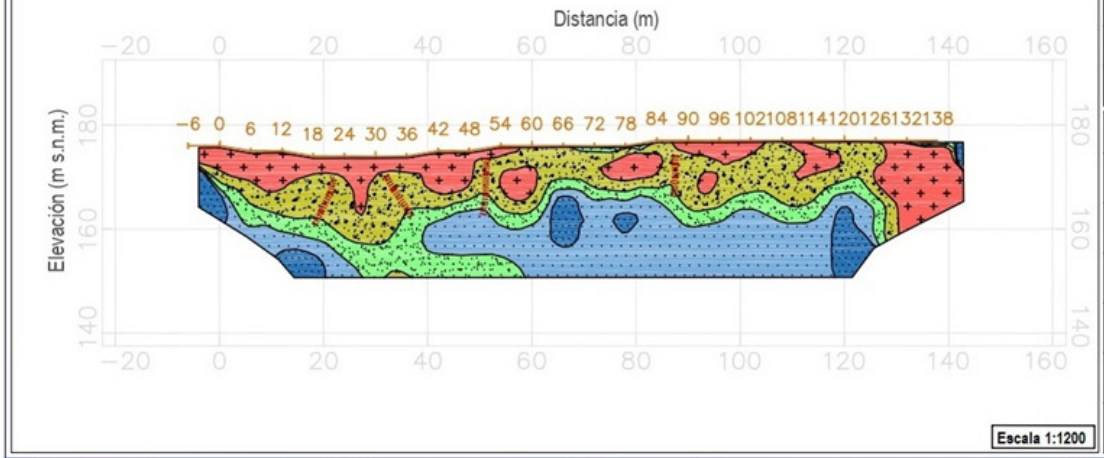


MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE5-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	257441.40	8727646.06	176	144
Fin	257483.14	8727498.21	177	

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE5-2015



LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE5-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

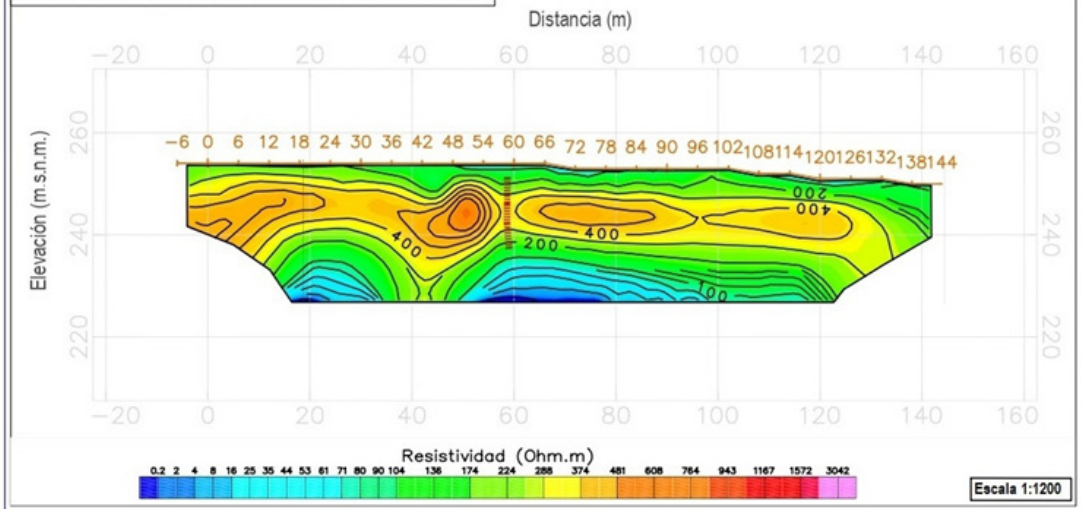
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

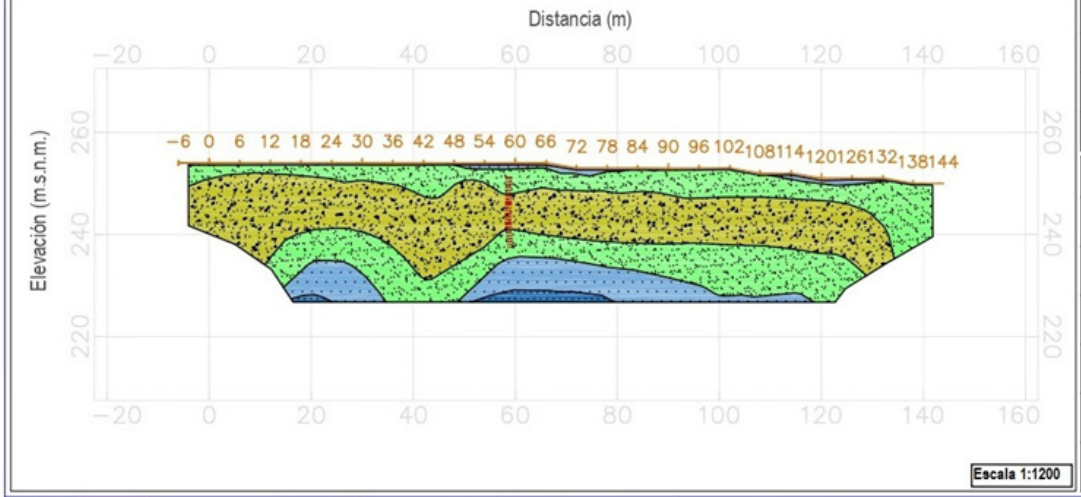
PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE5-2015

ESCALA: 1/1200
FECHA: Setiembre 2025
CODIGO: 2.21

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE6-2015



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE6-2015



MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE6-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	262100.88	8729095.18	254	150
Fin	261949.93	8729095.58	250	

LEYENDA

	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE6-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. EZERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

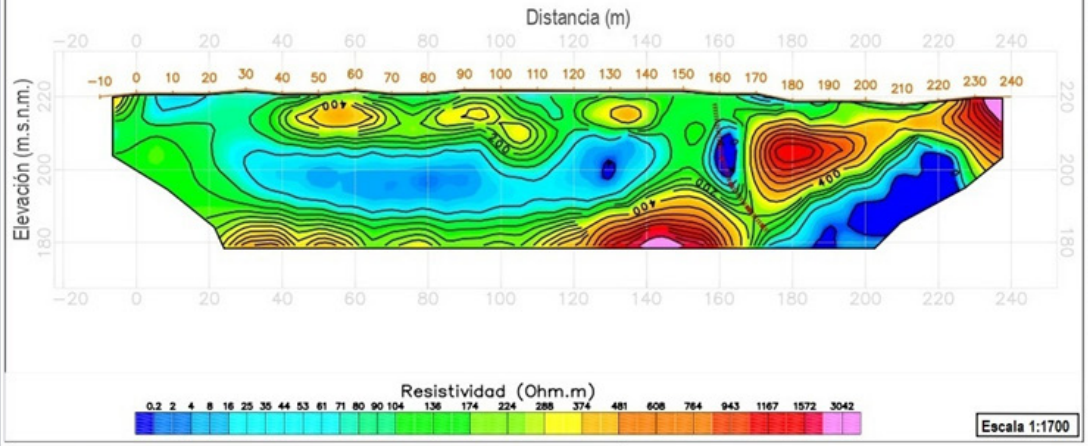
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO : Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE6-2015

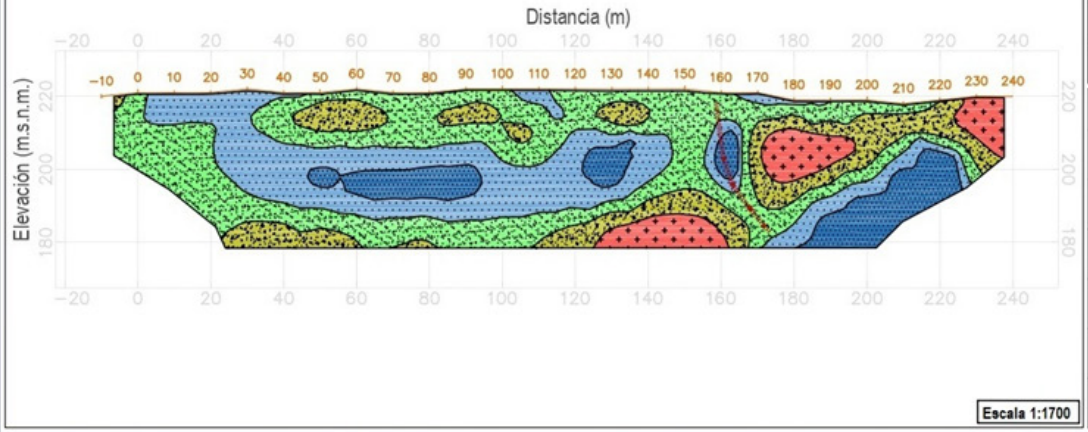
ESCALA: 1/1200
FECHA: Setiembre 2020
CODIGO: 2.22

SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE7-2015



Escala 1:1700

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES HRL-LE7-2015



Escala 1:1700

MAPA DE UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS



HRL-LE7-2015 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m s.n.m.)	
Inicio	260399.52	8728149.62	220	250
Fin	260498.47	8727925.85	220	

LEYENDA	
	CURVA DE ISORESISTIVIDAD
	NIVEL TOPOGRÁFICO
	LÍNEA DE TOMOGRAFÍA HRL-LE7-2015
	ESTACIONES ELECTRODOS



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0.0-15.0(Ω.m)	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
15.0-100.0(Ω.m)	Materiales con alto contenido de humedad
100-300 (Ω.m)	Materiales con moderado contenido de humedad
300-800 (Ω.m)	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800.0> (Ω.m)	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamiento asociado a fracturas en roca/suelo contactos litológicos o filtraciones

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO & C. HUAYHUA
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS

REFERENCIAS GEOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Huaral
DISTRITO: Huaral

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA HRL-LE7-2015

ESCALA: 1/1700
FECHA: Setiembre 2023
CODIGO: 2.23

Información clave para ti

Puedes consultar, descargar y compartir desde el Repositorio Geofísico Nacional (REGEN) los diferentes **reportes**, **boletines** e **informes** que genera el IGP.

RECUERDA: La Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) se fundamenta en la investigación científica. El IGP es una entidad líder en la generación de conocimiento científico en el país.

REGEN



Sede central del Instituto Geofísico del Perú (IGP)


IGP
Instituto
Geofísico
del Perú