



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA – GEOTÉCNICA DE SUELOS
ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISHCO
(Región Ancash)

Informe Técnico N°042-2025/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Noviembre, 2025

Instituto Geofísico del Perú

Jefe Institucional: Hernando Tavera

Director Ciencias de la Tierra Sólida: Juan Carlos Gómez

Informe Técnico

Zonificación Geofísica - Geotécnica de suelos, área urbana del distrito de Coishco
(Región Ancash)

Autores

Isabel Bernal, Jorge Salas, Juan Carlos Gómez, Hernando Tavera

Participantes:

Evaluación Geofísica: Isabel Bernal / Wilfredo Sulla / Kelly Pari / Fabiola Rosado / Jorge Salas / Javier Oyola/ Luz Arredondo / Liliana Torres.

Cartografía: Javier Oyola.

Evaluación Geodinámica-Geotécnica: Pilar Vivanco / Juan Carlos Gómez.

Apoyo técnico: Liliana Torres / Jesús Huarachi / Luz Arredondo.

Apoyo logístico: Robert Yupanqui / Augusto Cárdenas.

Apoyo administrativo: Marisol Enríquez / Susana Huaccachi

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú Calle Badajoz 169

Mayorazgo

Teléfono: 51-1-3172300

**ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS
ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISHCO
(Región Ancash)**

**Noviembre, 2026
Lima – Perú**

RESUMEN

Con la aplicación de métodos geofísicos y geotécnicos, se analiza y evalúa las características físicas y dinámicas de los suelos en el área urbana del distrito de Coishco, provincia de Santa - región Ancash. Los resultados obtenidos evidencian el predominio de suelos muy rígidos a medianamente rígidos con velocidades de ondas de corte Vs30: 584 a 879 m/s y Vs30: 327 - 386 m/s respectivamente, con espesores que varían entre 13 a 25 metros, cubiertos por una capa delgada de suelos poco compactos. Los suelos próximos al río Shisho y al litoral, presentan menor rigidez y alto contenido de humedad superando los 40 metros de profundidad. Los períodos dominantes de respuesta del suelo fluctúan entre 0.1 y 0.3 segundos con amplificaciones de hasta 3.5 veces; asimismo, en la zona céntrica los suelos adicionalmente responden a un segundo modo de vibración a períodos largos (≥ 0.5 segundos) y La capacidad de carga portante del suelo es Baja a Muy Baja (< 1.0 kg/cm²) a 1.0 metro de profundidad. A la ocurrencia de un sismo de moderada a mayor magnitud, los suelos medianamente rígidos a blandos con alto contenido de humedad al interactuar con las ondas sísmicas experimentaran altos niveles de sacudimiento que afectaría directamente a los elementos construidos en superficie y a la población en general.

CONTENIDO

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Objetivo del estudio**
- 1.2. Área de estudio**
- 1.3 Condiciones locales de sitio**
- 1.4. Norma Técnica E.030**
- 1.5. Antecedentes**

2. GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

- 2.1. Geomorfología**
 - 2.1.1. Levantamiento topográfico**
 - 2.1.2. Unidades geomorfológicas**
- 2.2. Geología local**
- 2.3. Geodinámica superficial**
- 2.4. Aspectos geotécnicos**
 - 2.4.1. Clasificación de suelos (SUCS)**
 - 2.4.2. Capacidad de carga del suelo**

3. EVALUACIÓN GEOFÍSICA

- 3.1. Método de razones espectrales**
 - 3.1.1. Adquisición de datos**
 - 3.1.2. Procesamiento y análisis**
 - 3.1.3. Resultados e interpretación**
- 3.2. Métodos Sísmicos MASW-MAM**
 - 3.2.1. Adquisición de datos**
 - 3.2.2. Procesamiento y análisis**
 - 3.2.3. Resultados e interpretación**

3.3. Método de resistividad eléctrica

3.3.1. Adquisición de datos

3.3.2. Procesamiento y análisis

3.3.3. Resultados e interpretación

4. ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA

4.1. Caracterización física y dinámica de suelos

4.2. Zonificación Geofísica – Geotécnica

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1 – Información topográfica

ANEXO 2 – Información geológica – geotécnica

**ANEXO 3 – Información geofísica: Perfiles sísmicos MASW- MAM
y secciones de tomografía eléctrica**

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Programa Presupuestal por Resultados N°068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, el Instituto Geofísico del Perú, se ejecutó el proyecto “Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica”, el mismo que tuvo como una de sus actividades la “Generación de Estudios Territoriales de Peligros Sísmicos” obteniéndose como resultado final, el Mapa de Zonificación Geofísica – Geotécnica de suelos para el área urbana del distrito de Coishco, provincia de Santa, departamento de Ancash. El estudio permite conocer el Comportamiento Dinámico del Suelo a partir de la recolección de información y aplicación de métodos geofísicos, geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.

De acuerdo a la historia sísmica del Perú, la región centro ha sido afectada en varias oportunidades por eventos sísmicos de variada magnitud que han generado altos niveles de sacudimiento del suelo, puesta en evidencia con los daños observados post-sismo, en los departamentos de Ancash y La Libertad (Silgado, 1978; Tavera et al. 2014). Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que, en el futuro, las mismas ciudades y/o áreas urbanas sean afectadas por nuevos eventos sísmicos con la misma o mayor intensidad. 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.

Los estudios de Zonificación Geofísica – Geotécnica (Comportamiento Dinámico del Suelo) permitirán tener mayor conocimiento sobre las características dinámicas del suelo sobre el cual se levantan las ciudades y/o futuras áreas de expansión. Para ello se realiza la aplicación de diferentes metodologías que consideran información sísmica, geofísica, geológica, geodinámica, geomorfológica y geotécnica. Estos métodos permiten conocer, el contenido de humedad, espesores y velocidades de las ondas de

corte (V_s) en las capas que conforman el suelo y a su vez, los resultados se correlacionan con los aspectos geo-ambientales de la zona de estudio. El suelo acondiciona el diseño y la construcción de viviendas y estructuras apropiadas para cada tipo de suelo; por ende, estos estudios son 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 ocurrencia de sismos a fin de elaborar el Mapa de Zonificación Geofísica – Geotécnica de suelos para el área urbana del distrito de Coishco, provincia de Santa en la región de Ancash. Mediante estudios multidisciplinarios de geofísica, geología, geomorfología y geotecnica. Esta información debe ser considerada por las autoridades locales como una herramienta básica para la Gestión del Riesgo de Desastres, adecuada planificación y expansión urbana del área de estudio.

1.2. Área de estudio

El área urbana del distrito de Coishco, se encuentra en la región central del Perú, provincia de Santa y departamento de Ancash (Figuras 1 y 2): coordenadas $9^{\circ}01'23''$ S y $78^{\circ}36'56''$ O, y a una elevación media de 15 m s.n.m. Coishco tiene una población de 15,036 habitantes (INEI, 2017) que se asienta sobre una superficie relativamente llana en la zona céntrica del distrito, delimitadas por colinas en dirección NE y depresiones cerca al río Shisho. Entre los fenómenos naturales que afectan directamente a esta población, están los sismos que pueden generar altos niveles de sacudimiento del suelo y las intensas precipitaciones con lluvias que, en conjunto o no, causarían daños a la población e infraestructura.



Figura 1. Ubicación del área de estudio.



Figura 2. Plaza de Armas del distrito Coishco.

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 y Chávez-García, 1994 a; Bernal, 2006). Estos controlan la amplificación de las ondas sísmicas causantes de los daños a observarse en superficie después de ocurrido un evento sísmico.

La metodología a seguir en este estudio, con el objetivo de lograr el mayor conocimiento sobre el comportamiento dinámico del suelo o efectos de sitio, considera estudios multidisciplinarios de geofísica, sismología, geología, geomorfología y geotecnia. Cada uno de estos campos de investigación provee información básica de observaciones de campo y la

toma de datos *in situ*, para lo cual es necesario disponer de mapas catastrales actualizados de la zona de estudio y también, las zonas de futura expansión urbana.

En general, los efectos que produce cada tipo de suelo sobre la propagación y amplitud de las ondas sísmicas, permiten tipificar los suelos y estimar su comportamiento dinámico. El resultado final es el Mapa de Zonificación Geofísica – Geotécnica de suelos que debe constituirse como el documento más importante en las tareas y programas de gestión del riesgo ante la ocurrencia de sismos.

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. Básicamente, esta norma considera los perfiles de suelos en función de sus propiedades físicas, tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte. En base a lo descrito anteriormente, se establecen 5 tipos de perfiles cuyas características se detallan en la Tabla 1.

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

Perfil	Vs30 (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 (Vs30) se determina con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

di = espesor de cada uno de los estratos n.

Vsi = velocidad de ondas de corte (m/s).

En este estudio, el mapa de Zonificación Geofísica - Geotécnica se realiza en función de las características mecánicas, físicas y dinámicas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio. De acuerdo a 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 a los suelos (Tabla 2), mejorando la descripción de las condiciones locales de cada tipo de suelo.

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 – Vs30 (m/s)	Periodos To (seg.)	Tipos de suelos	Simbología
S0	>800 m/s	--	Roca dura	
S1	500 a 800 m/s	0.1-0.2	Suelos muy rígidos o roca fracturada	
S2	350 a 500 m/s	0.2-0.4	Suelos rígidos	
S3	180 a 350 m/s	0.4-0.6	Suelos intermedios (medianamente rígidos)	
S4	<180 m/s	--	Suelos blandos	
Condiciones Excepcionales		--	Suelos inestables por su composición (pantanosa, rellenos antrópicos, eólicos)	
			Suelos inestables por topografía	

1.5. Antecedentes

En el año 2012, la Municipalidad Provincial de Santa, generó el plan de acondicionamiento territorial de la provincia del Santa 2012 – 2022. En este

documento, se determinó que el distrito de Coishco fue afectado por lluvias, principalmente en el año 1998 por un periodo de tiempo de 40 minutos. Se trasladó de la parte alta material conformado por arenas que afectó parte de la población asentada en el pie de la colina y como consecuencia, los drenes Cascajal y Tambo Real, incrementaron considerablemente su volumen.

En el año 2014, el IGP mediante el proyecto de cooperación con el Banco Mundial presenta el estudio Re-evaluación del peligro probabilístico para el Perú, considerando que se encuentra en una región altamente sísmica. Este estudio indica que la localidad de Coishco, ante un evento sísmico, soportaría aceleraciones del suelo de hasta 420 gals para un periodo de retorno de 500 años.

En el 2017, CENEPRED ejecuta el estudio Informe de evaluación de riesgo de inundación pluvial y flujos de detritos en el centro poblado de Coishco, distrito de Coishco, provincia de Santa, departamento de Ancash. En este se concluye que el distrito de Coishco se encuentra en una zona de alto y muy alto riesgo ante inundación pluvial.

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 del distrito de Coishco en base a sus características físicas y los procesos que las han originado.

2.1.1. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico en alta resolución del área urbana del distrito de Coishco, mediante fotogrametría aérea con un dron modelo Phantom 4 Pro V2.0 y mediciones GNSS (sistema global de navegación por satélite), lo cual ha permitido generar la siguiente información:

- Modelo Digital del Terreno (MDT): Se ha obtenido un modelo digital del terreno, para el distrito de Coishco (657 ha) con una resolución espacial de 14.5 cm/pixel. Se evidencian elevaciones del terreno menores a 100 m s.n.m. Asimismo, elevaciones del terreno que van desde 170 hasta 308 m s.n.m., distribuyéndose preferentemente en el sector NO, este y sur del área de estudio (Figura 3).

- Ortomosaico: Se ha generado a partir de la unión de 644 mosaicos con una resolución espacial de 7.27 cm/píxel a escala 1/15,000 que han sido corregidos por distorsiones ocasionados por el relieve y los objetos presentes en Coishco. Se ha evidenciado que las áreas que representan las montañas costeras, abarcan una extensión aproximada de 214 hectáreas lo que representa un 34% del área de estudio.

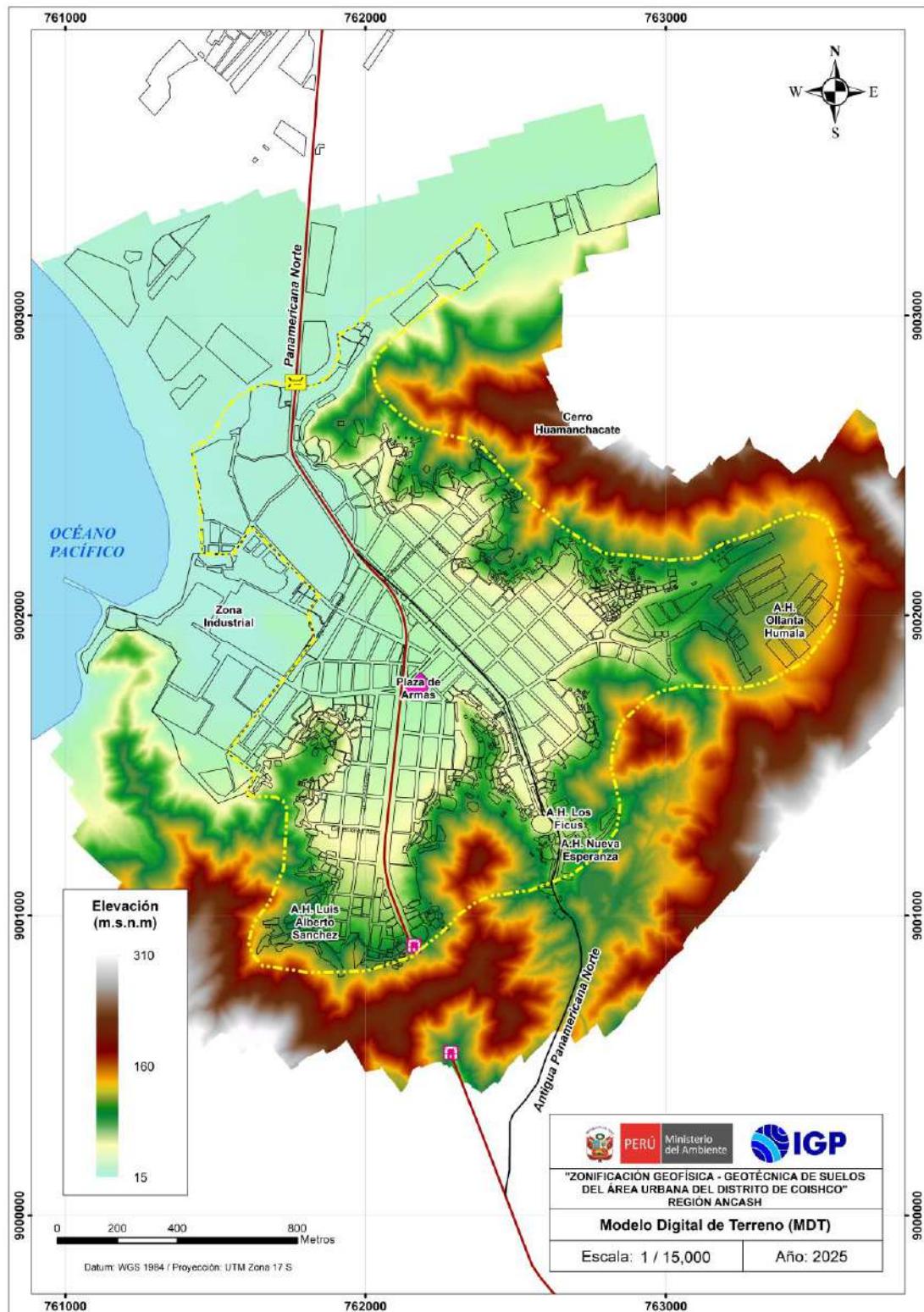


Figura 3. Modelo digital de terreno del área urbana de Coishco.

- Mapa de curvas de nivel: A partir del Modelo Digital del Terreno, se ha generado un mapa de curvas de nivel para Coishco con un intervalo de 5 metros a escala 1/15,000. El mapa de curvas de nivel permite identificar claramente las montañas cerca de la costa con elevaciones entre 60 y 308 m.s.n.m. Las elevaciones intermedias corresponden al centro urbano de Coishco, las cuales oscilan entre 25 a 52 m.s.n.m. Por último, las cotas bajas (13 a 22 m s.n.m.) corresponden a las zonas de playa, áreas de cultivo y márgenes del río Shisho.

En el Anexo 1, se presenta el mapa de ortomosaico y de curvas de nivel con intervalos de 5 metros, para el área urbana de Coishco. 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
< 1.00	Muy Baja
1.00 – 5.00	Baja
5.00 – 15.00	Media
15.00 – 25.00	Inclinada
>25.00	Fuerte

La parte central del área urbana de Coishco se asienta sobre una llanura con inclinación inferior a los 5° y hacia los extremos NE y sur (zona de montaña) varían entre 20° a mayores de 35°.

2.1.2. Unidades geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en Coishco, son:

Llanura aluvial: Extensión del terreno moderadamente plana que ha sido generada por la acumulación de materiales de origen aluvial, sobre esta unidad geomorfológica se emplaza en aproximadamente el 60% del área urbana de Coishco (Figura 4).



Figura 4. Llanura aluvial donde se asienta el 60% del área urbana de Coishco.

Montañas: Se refiere a superficies elevadas cuya base presenta forma alargada, drenaje dendrítico, presenta pendientes de 20° a 35°. Se han delimitado circundando el área urbana (Figura 5).

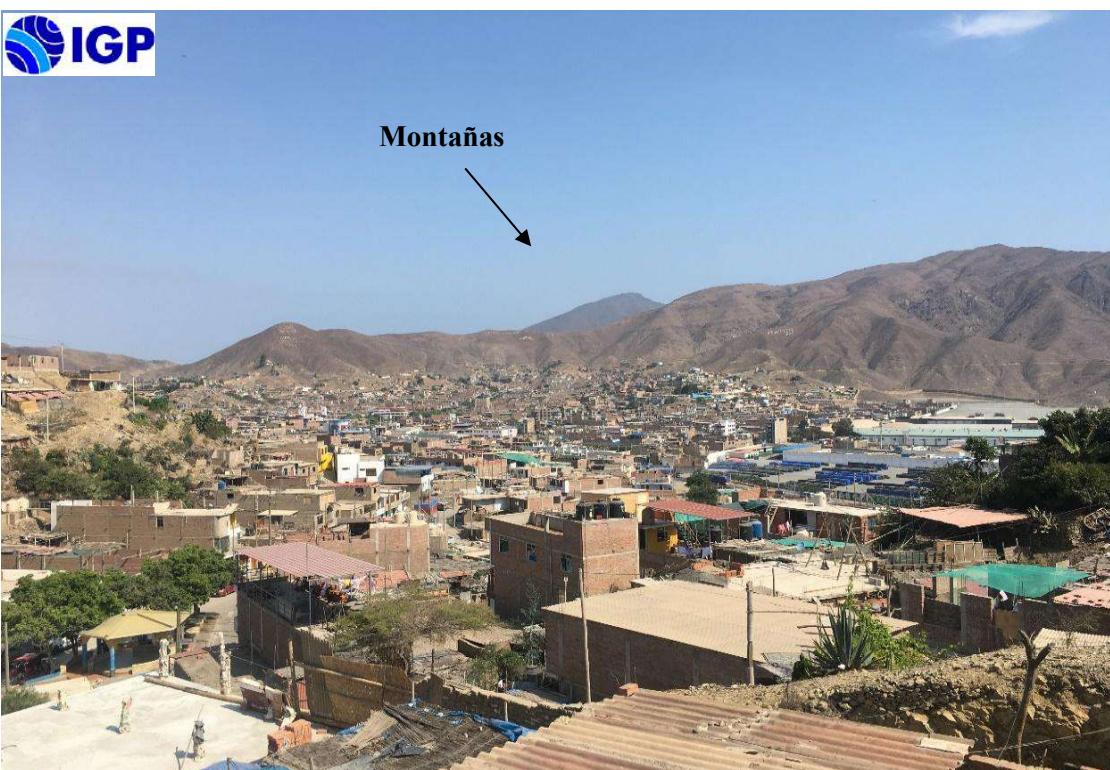


Figura 5. Montañas que circundan el área urbana de Coishco.

Lecho fluvial: Se refiere al canal excavado por el flujo de un río y los sedimentos que éste transporta en su recorrido. Esta geoforma recibe el nombre de río Shisho, el ancho de su cauce es de 25 metros aproximadamente, en dirección noreste-suroeste y se ha identificado a 1.0 kilómetro hacia el extremo norte del centro urbano de Coishco (Figura 6).



Figura 6. Lecho fluvial del río Shisho en cuya margen izquierda se asienta Coishco.

Playa: Formada por la acción erosiva de las olas y posterior acumulación o acreción de sedimentos de arena, grava o mezcla de ambas, cuyo origen puede ser fluvial, por erosión de los acantilados, sedimentos de fondo marino y eólico. En el área de estudio esta geoforma se ha delimitado a 800 metros al NO del centro urbano, es denominada Playa Coishco presenta un ancho de 160 metros desde el borde litoral hacia el continente, (Figura 7).

Finalmente, en la Figura 8 se presenta el mapa de geomorfología del área urbana de la localidad de Coishco, elaborado con la información recolectada en campo.



Figura 7. Playa Coishco ubicada a 800 metros al NO del área urbana.

2.2. Geología local

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado en base a información consolidada INGEMMET (Sánchez et al. 1995) a escala 1/100,000 (Cuadrángulo Geológico de Chimbote – hoja 19-g); mientras que, para la geología local se ha hecho uso de información recolectada directamente en campo para el presente estudio a la escala 1/15,000. De acuerdo con estos resultados, se ha logrado identificar las siguientes unidades geológicas:

Formación La Zorra (Ki-z): Comprende rocas volcano-sedimentarias (andesita en capas delgadas y rocas piroclásticas bien estratificadas). Se han cartografiado en afloramientos que circundan el área urbana de Coishco, en los sectores Huamancate, Mirador, San Valentín y A.H. Nuevo Coishco.

Depósitos aluviales (Qh-al): Consiste en materiales heterogéneos, tales como clastos de roca, grava, arenas y limos. Sobre estos depósitos se asienta el centro urbano de Coishco. (Figura 9).

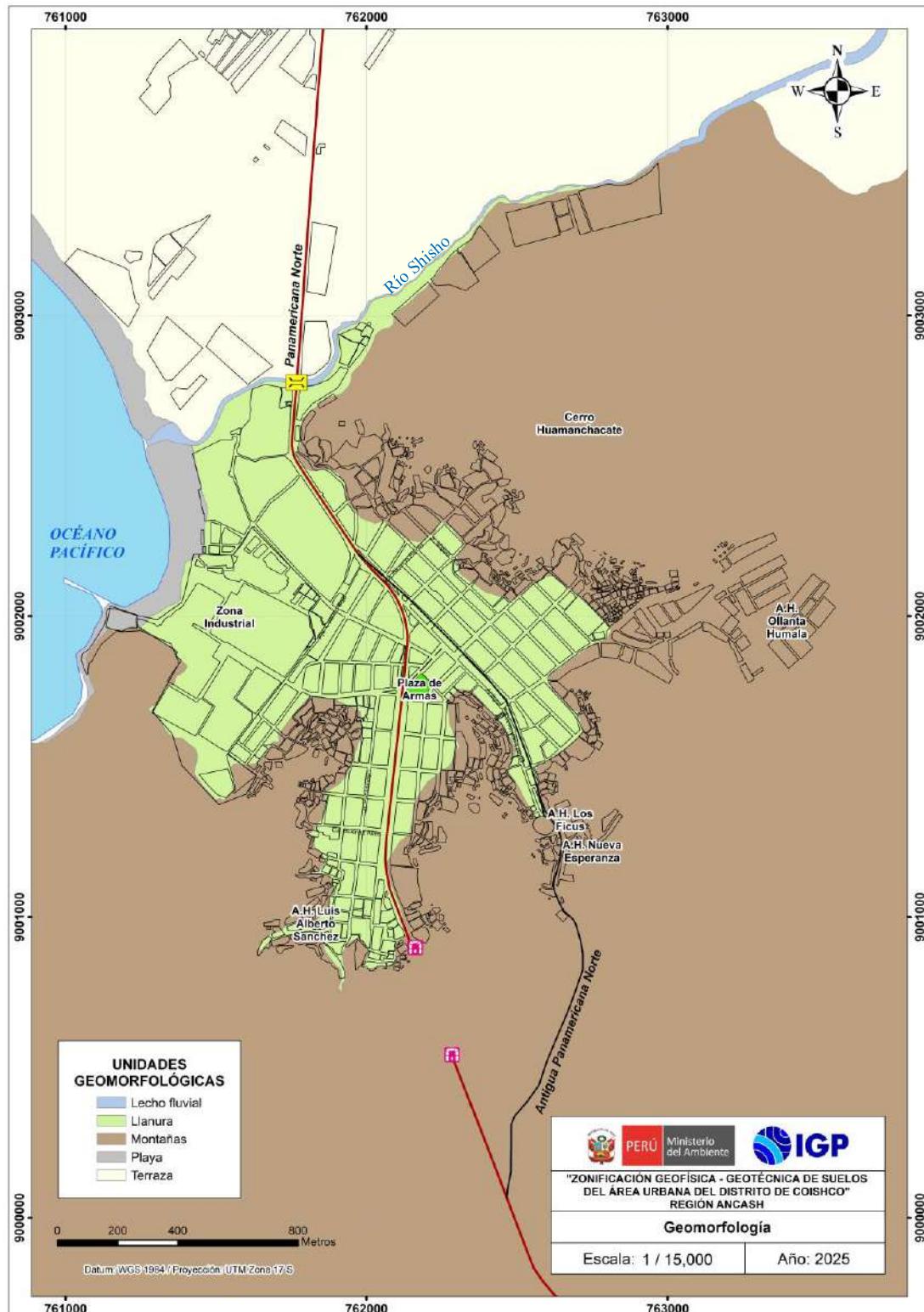


Figura 8. Mapa geomorfológico de Coishco.



Figura 9. Depósitos aluviales cartografiados en el sector Huamanchacate.

Depósitos eólicos (Qh-e): Están conformados mayormente por arenas de grano medio a grueso, color beige, producto de la desintegración de la roca y depositadas por la acción del viento sobre extensas planicies o cubriendo parcialmente afloramientos rocosos, como en el A.H. Nuevo Coishco, sectores Ollanta Humala y San Valentín, prolongación Bolognesi, (Figura 10).

Depósitos coluviales (Qh-co): Conformados por clastos angulosos producto de la meteorización de la roca madre por acción de agentes externos como el agua, viento entre otros. Los clastos tienen dimensiones variables entre 2" de largo por 3" de ancho y mayores a 0.50 metros estos depósitos han sido cartografiados en el sector prolongación Bolognesi, (Figura 11).



Figura 10. Depósitos eólicos delimitados en el A.H. Nuevo Coishco.



Figura 11. Depósitos coluviales delimitados en el sector prolongación Bolognesi.

Depósitos marinos (Qh-m): Conformados por arenas de grano medio y gravas menores a 1" de diámetro, color gris, distribuidas a lo largo del litoral en el área de estudio. Se ha delimitado este depósito a 800 metros al extremo NO del centro urbano.

Rocas intrusivas - Microdiorita (Ki-md): Rocas de origen intrusivo, de color gris oscuro, de grano fino, de estructura maciza y homogénea, textura fanerítica, fuertemente meteorizada, asociadas al grupo Casma. Se han delimitado al SO y SE del centro urbano, como en el sector Nueva Esperanza, (Figura 12).

Finalmente, en la Figura 13 se presenta el mapa de geología del área urbana de Coishco, elaborado con la información recolectada en campo.



Figura 12. Rocas intrusivas microdiorita que afloran al suroeste y sureste del centro urbano de Coishco.

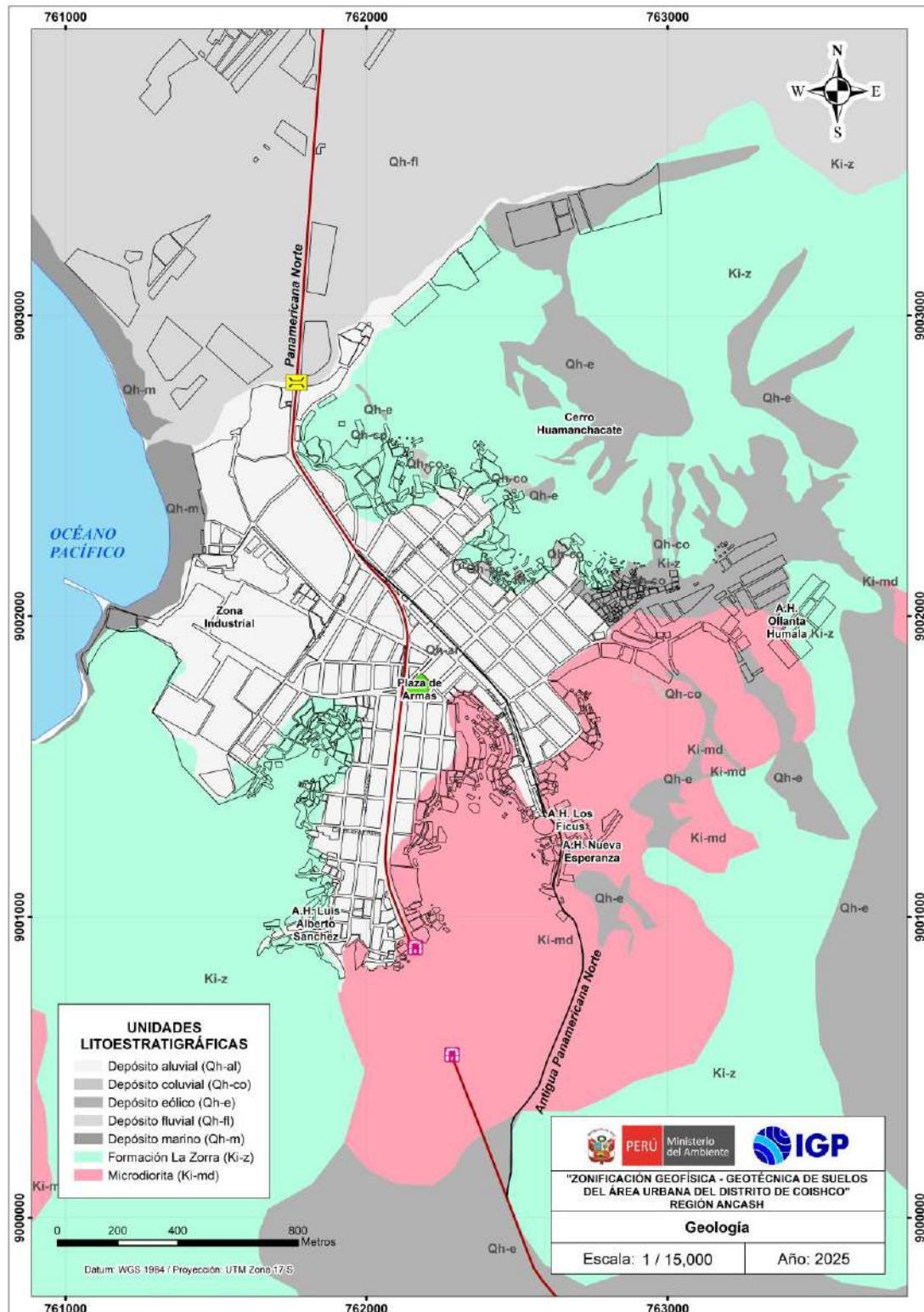


Figura 13. Mapa geológico del distrito Coishco.

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) que originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que alteran y modifican el relieve actual. Durante los trabajos de campo, en el área urbana del distrito de Coishco, se identificaron los siguientes eventos geodinámicos:

- **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 a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido, (Figura 14). Asimismo, las zonas que se han delimitado serían en el sector Miramar y Mirador Arica.



Figura 14. Sector Miramar, la población se asienta sobre laderas susceptibles a caída de rocas.

- Flujo de detritos: Desplazamiento de una mezcla de agua, lodo y bloques de roca de diferentes dimensiones que se movilizan a gran velocidad a través de quebradas. 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 caracteriza por una alta concentración de sedimentos (hasta 60% en volumen), una velocidad de flujo que puede variar desde unos pocos metros por segundo hasta varios metros por segundo, y una capacidad para transportar grandes bloques de roca. Asimismo, se delimitaron hacia el extremo SE en las quebradas que descienden de la duna Huamanchacate y al NO por activación de las quebradas Virgen del Carmen y Luis A. Sánchez.

- Inundación: Son causadas por el desborde del flujo hídrico de régimen regular y/o irregular en épocas de precipitaciones extremas (Evento Niño). En el año 2017 debido al evento Niño, el río Shisho (denominado por los pobladores) superó su capacidad de transporte de agua por lo que se produjo el desborde y afectó fábricas pesqueras asentadas en la margen izquierda, viviendas ubicadas en el sector Huamanchacate, así como la carretera Panamericana Norte a la altura del km 423, por ello, se tuvo que construir un puente Bailey en el lugar. Posteriormente, en marzo del 2023, producto del evento Yaku, el río Shisho se produjo el desborde a 1.0 km. al NO del centro urbano de Coishco. Aunque existía una defensa en la margen derecha (enrocado), ante la ocurrencia del desborde antes descrito, como medida de mitigación se reforzó la margen izquierda, (Figura 15).

Finalmente, en la Figura 16 se presenta el mapa de geodinámica del área urbana de Coishco, elaborado con la información recolectada en campo.



Figura 15. Zona de desborde ubicada a 1.0 km al NO del centro urbano, medida estructural reforzamiento en ambas márgenes.

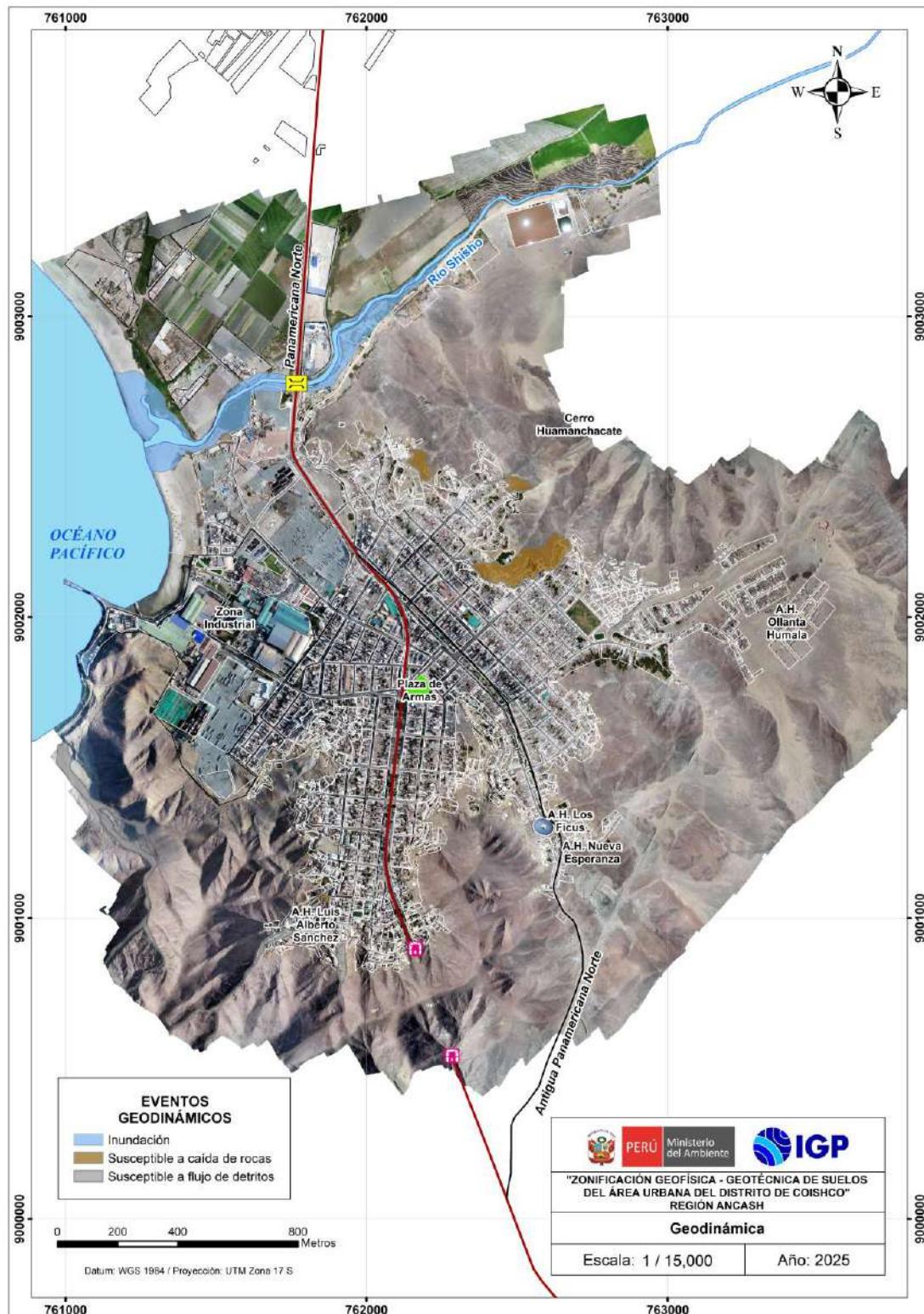


Figura 16. Mapa de geodinámica del distrito Coishco.

2.4. Aspectos geotécnicos

Con la finalidad de obtener la información geotécnica de los suelos de cimentación en el área urbana de Coishco, en coordinación con la Municipalidad de Coishco, se ejecutaron exploraciones a cielo abierto (calicatas) y cortes directos para la clasificación de suelos (SUCS) y la estimación de la capacidad de carga admisible de los suelos.

Para el análisis geotécnico, en el área urbana de Coishco, se realizaron 03 calicatas, 06 posteos y 08 ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), indicados en la Figura 17. Las muestras extraídas, se enviaron al laboratorio 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 03 calicatas con profundidades de exploración de 1.20 hasta 2.40 metros, extrayendo muestras en bolsas herméticas con capacidad de 5 kilogramos. Las características físicas de las calicatas se muestran en la Tabla 4. La exploración geotécnica ha permitido identificar suelos conformados por arena mal graduada y arena limo arcillosa con grava, no se identificó nivel freático en las calicatas.

Tabla 4. Ubicación de calicatas.

CALICATA	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO A (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)			
CSH-01	762377	9003226	16	2.10	N.P.
CSH-02	763293	9001990	61	1.20	N.P.
CSH-03	761990	9002060	14	2.40	N.P.

Fuente: IGP, 2023. Dónde: N.P. = No presenta

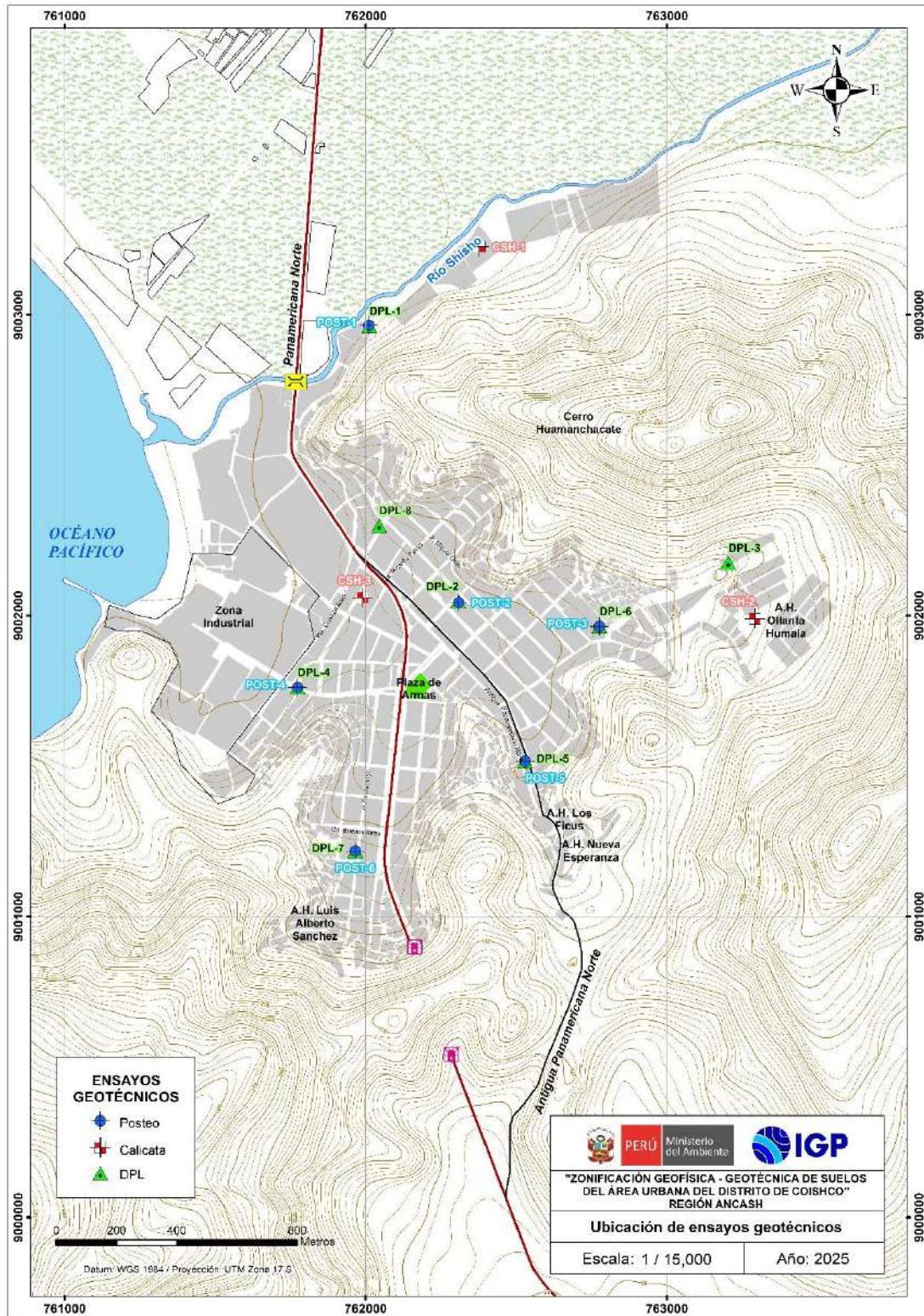


Figura 17. Mapa de ubicación de ensayos geotécnicos.

-Exploraciones con posteadora manual: A fin de obtener muestras de suelo, se realizaron sondeos exploratorios (perforaciones) en suelos blandos (arcillas y arenas) hasta una profundidad de 5 a 6 metros. 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. Se evidenció la ausencia de nivel freático superficial. La ubicación de los posteos y resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5; mientras que, el registro de perforaciones se describe en el Anexo 2.

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

POSTEO	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELO (SUCS)	PROF. DEL NIVEL FREÁTICO (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)				
Post - 01	762012	9002962	21	3.00	SP	N.P.
Post - 02	762308	9002047	29	2.40	SP	N.P.
Post - 03	762776	9001964	40	1.80	SP	N.P.
Post - 04	761774	9001761	21	1.50	SP	N.P.
Post - 05	762530	9001516	32	0.48	GP	N.P.
Post - 06	761966	9001218	38	0.60	GP	N.P.

Fuente: IGP, 2023. Dónde: NP= No Presenta

-Ensayo de penetración dinámica ligera – DPL (Norma DIN 4094): El DPL es un equipo de campo de registro continuo donde se contabiliza y registra el “N”, que es el número de golpes dados por un martillo de 10 kilogramos. Este martillo se deja caer por gravedad desde una altura de 0.50 metros, medida en la parte superior del tambor de acero, para profundizar tramos cada 10 centímetros, a través de una punta cónica de 60° que se encuentra en el extremo inferior. Este ensayo permite estimar el ángulo de fricción de suelos específicos, que ayudarán a calcular mediante fórmulas empíricas la capacidad portante (resistencia al corte) de los suelos en kg/cm², además, se puede tener las propiedades de compacidad de los suelos.

En la Tabla 6, se indica la ubicación de los ensayos de penetración dinámica ligera (DPL) realizados en el área de estudio, el número de golpes y el ángulo de fricción interna calculado en base a los parámetros de compacidad (correlación del valor de N) establecida por Terzaghi et.al. 1984) y densidad relativa según la fórmula de Meyerhof (1956). La ficha del ensayo se adjunta en el Anexo 2 de Geotécnica y el mapa de ubicación de ensayos geotécnicos en el área de estudio, en la Figura 17.

$$\phi = 25^\circ + 0.15 * Dr$$

Dónde:

ϕ = Ángulo de fricción interna Dr=Densidad relativa

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

DPL	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m s.n.m.)	PROF. (m)	NÚMERO DE GOLPES	Φ
	ESTE (m)	NORTE (m)				
DPL_01	762012	9002962	2	3.50	10	22.7
DPL_02	762308	9002047	29	2.40	45	33.5
DPL_03	763204	9002175	71	1.70	45	32.6
DPL_04	761774	9001761	21	1.87	45	32.1
DPL_05	762530	9001516	32	0.48	45	29.9
DPL_06	762776	9001964	40	2.10	45	35.9
DPL_07	761966	9001218	23	1.68	45	31.3
DPL_08	762045	9002299	18	0.88	40	34.4

Fuente: IGP, (2023). Dónde: ϕ = ángulo de fricción interna

Los ensayos DPL_05 y DPL_08 alcanzaron una profundidad de 0.48 y 0.88 metros respectivamente, esta información permite inferir que encontramos suelos con presencia de substrato rocoso y suelo constituido por gravas en el área urbana de Coishco.

2.4.1. Clasificación de suelos SUCS

En base a la información recolectada de las calicatas y los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos y de plasticidad, se han identificado, en el área urbana de Coishco, 02 tipos de suelos, los mismos que han sido agrupados haciendo uso del Sistema de Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y cuyos resultados son (Tabla 7 y Figura 18):

Tabla 7. Clasificación SUCS de suelos de Coishco.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN SUCS	DENOMINACIÓN
CSH-01	2.10	N.P.	21	16	5	22.67	SC-SM	Arena limo arcillosa con grava
CSH-02	1.20	N.P.	26	N.P.	N.P.	0.81	SP	Arena mal gradada
CSH-03	2.40	N.P.	24	N.P.	N.P.	2.41	SP	Arena mal gradada

Fuente: IGP, 2023. Dónde: N.P. =No presenta

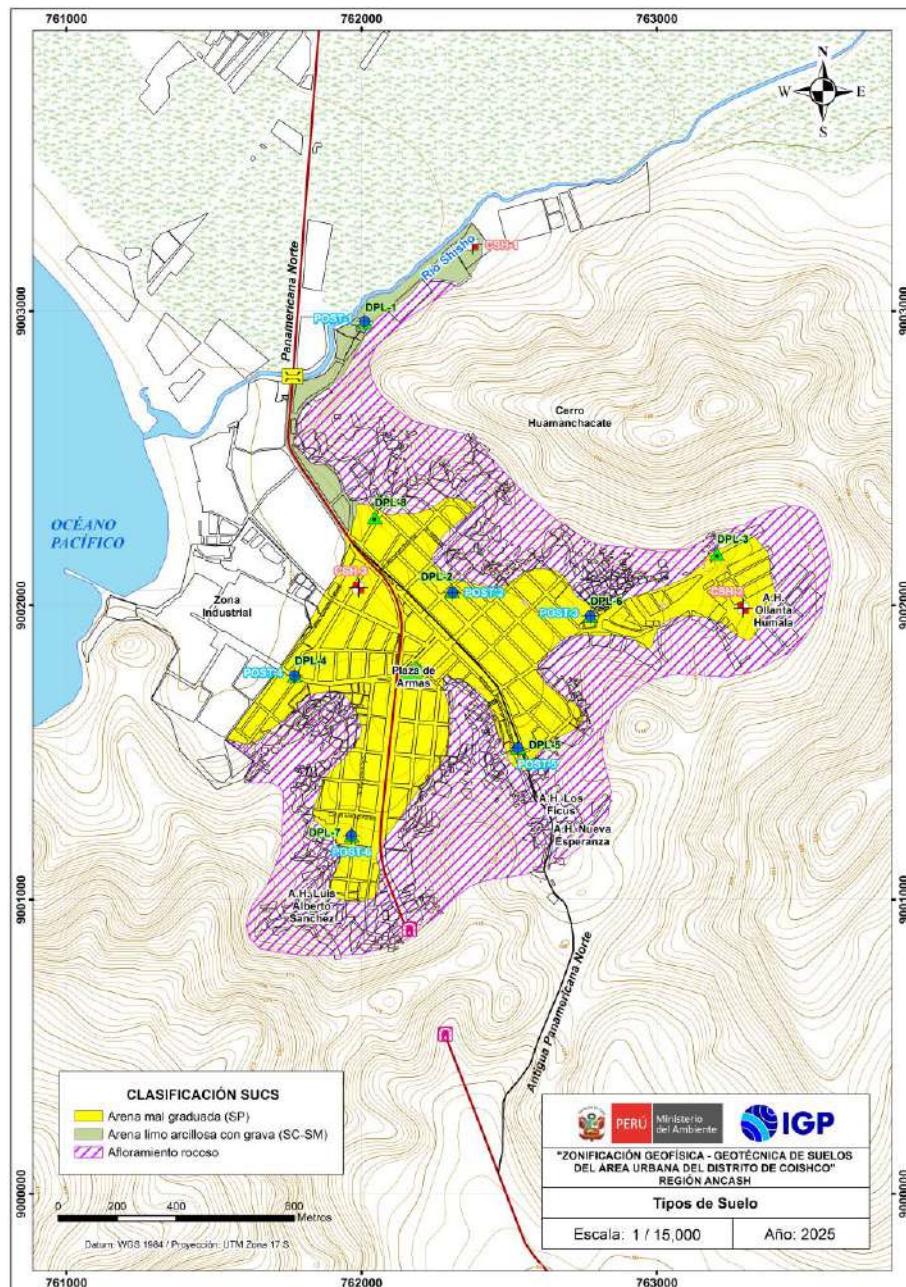


Figura 18. Mapa de clasificación de suelos SUCS en el área urbana del distrito Coishco.

- **Suelo tipo SP:** Están conformados por arenas mal graduadas con grava y con contenido de humedad entre 0.81 y 2.41%, constituyen suelos de compacidad suelta a muy suelta. Se han identificado en las inmediaciones de los A.H. Ollanta Humala y en el centro urbano de Coishco (calicatas CSH-02 y CSH-03) respectivamente.
- **Suelo tipo SC-SM:** Están conformados por arenas limo arcillosa con grava, con contenido de humedad del 22.67%, constituyen suelos de compacidad media, no presenta plasticidad. Este tipo de suelo se identificó en el acceso a Huamanchacate, (CSH-01).

2.4.2. Capacidad de carga del suelo

En base a la información recolectada de las calicatas y los resultados obtenidos 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 y/o deformaciones (esfuerzos verticales y horizontales) que simula que existe o existirá en el terreno, producto de la aplicación de carga. Esta 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 en las partículas granulares).

Los valores finales de la capacidad portante de los suelos del área urbana de Coishco están basados en datos de laboratorio de Mecánica de Suelos (Anexo de Geotecnia – Resultados de Laboratorio), corroborados con datos teóricos de los parámetros de ángulo de fricción y cohesión de Terzaghi e información de DPL realizados en campo, haciendo uso de las fórmulas de falla general o local, según el tipo de suelo.

-Capacidad de carga portante: Es la máxima presión ejercida por una cimentación transmitida a un suelo sin que se produzcan asentamientos excesivos, es decir, que la presión de la cimentación no sea mayor a la admisible, manteniendo el mismo factor de seguridad especificado en la Norma E 0.50 de diseño de cimentación. Los resultados de capacidad de carga portante de las 03 muestras de suelos, se presentan en el Tabla 8.

Tabla 8. Capacidad de carga portante en el área urbana de Coishco.

MUESTRA	Capacidad de carga última (kg/cm ²)	Capacidad de carga portante (kg/cm ²)	Falla de corte
CSH- 01	0.72	0.24	Falla Local
CSH- 02	1.40	0.47	Falla Local
CSH- 03	1.77	0.59	Falla Local
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.00 m. y ancho: 1.00 m.		

Fuente: Anexo de Geotecnia. Datos del ensayo de DPL y SPT corregidos y datos de Terzaghi.

Según los valores del ángulo de fricción corregido a partir de la correlación del “N” del DPL en función al del SPT y los datos de cohesión de los suelos obtenidos mediante el corte directo realizado en el laboratorio de Mecánica de Suelos y la Tabla C (Tablas de análisis geotécnico), se determinó las capacidades portantes de los suelos investigados para los DPL que alcanzaron una profundidad de cimentación de 1.00 metro, Tabla 9.

Según los resultados, indicados en la Tabla 10, se ha determinado que el área urbana de Coishco, en su mayoría presenta una capacidad portante muy baja.

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

ENSAYO	Capacidad de carga última (kg/cm ²)	Capacidad de carga Portante (kg/cm ²)	Falla de corte
DPL-01	0.81	0.27	Falla local
DPL-02	0.95	0.32	Falla local
DPL-03	2.01	0.67	Falla local
DPL-04	1.42	0.47	Falla local
DPL-06	1.39	1.46	Falla local
DPL-07	1.44	1.48	Falla local
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.00 m. y ancho: 1.00 m.		

Fuente: IGP, 2023

Tabla 10: Rango de capacidad de carga portante.

CAPACIDAD CARGA PORTANTE (kg/cm ²)	DENOMINACIÓN
<1.0	MUY BAJA
1.0 - 2.0	BAJA
2.0 - 3.0	MEDIA
> 3.0	ALTA

Fuente: IGP, 2018

- Capacidad de carga portante muy baja: Comprende rangos de capacidad de carga portante a 1.0kg/cm², correspondiente a suelos, tales como: Arena mal gradada (SP) y arena limo arcillosa con grava (SC-SM). Abarcan el casco urbano de Coishco y en las periferias hacia el sector Bolognesi y A.H. Ollanta Humala.

Finalmente, en la Figura 19 se presenta el mapa de capacidad de carga portante del área urbana de la localidad de Coishco, elaborado con la información recolectada en campo.

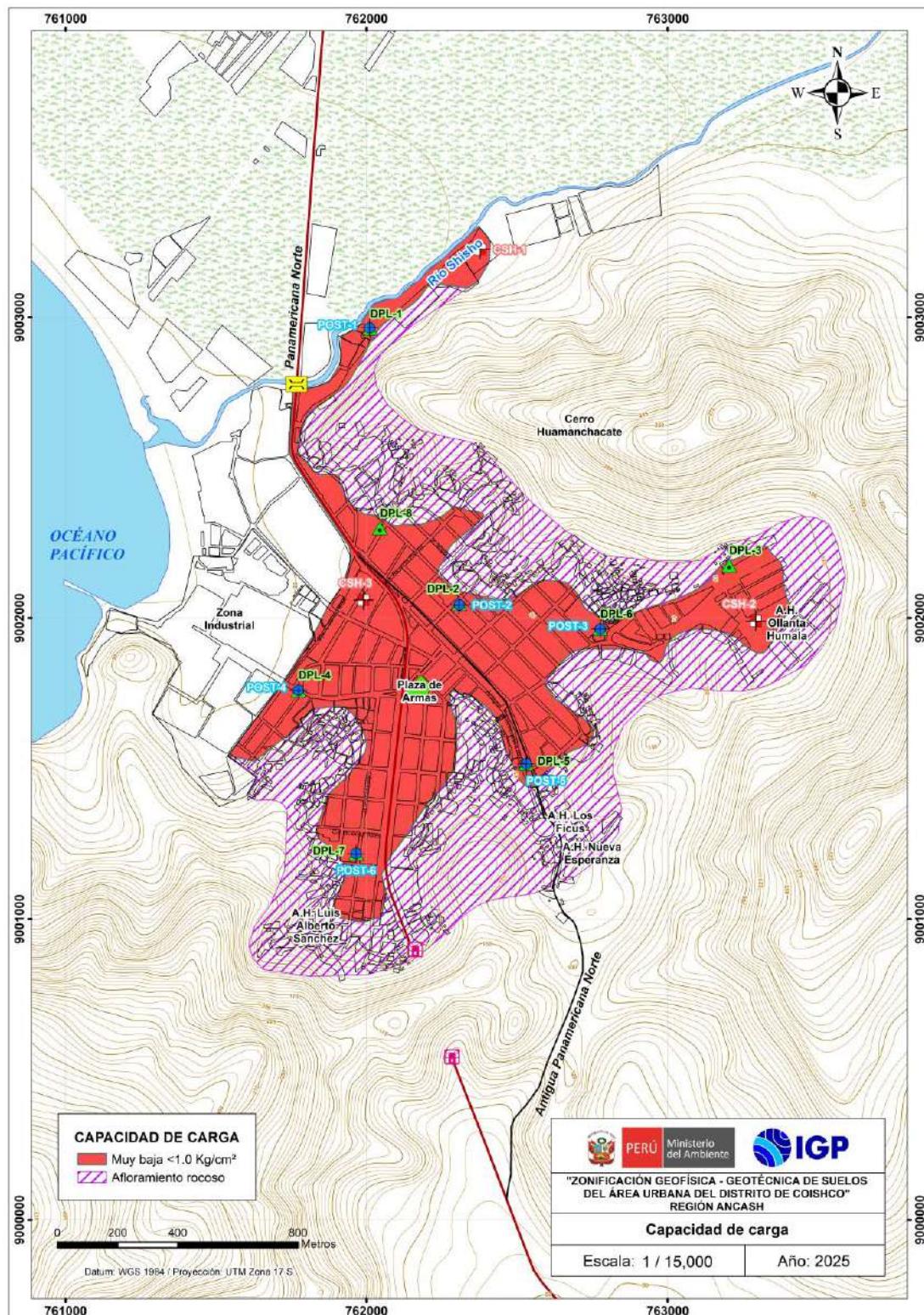


Figura 19. Mapa de capacidad de carga del suelo para el área urbana de Coishco.

3. EVALUACIÓN GEOFÍSICA

A fin de conocer los diferentes parámetros físicos que controlan el comportamiento dinámico de la estructura del suelo en el área urbana del distrito Coishco, se procede a aplicar diferentes métodos geofísicos, cuyos resultados se correlacionan entre sí y con los aspectos geo-ambientales de la zona de estudio. A continuación, se describe cada método aplicado y se presenta los resultados obtenidos.

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 solicitud sísmica. El 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). Asimismo, debemos entenderse que la variación de las propiedades físicas de los tipos de suelos, 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 20). Cada registro presenta una duración de 15 minutos, lo cual permite disponer de buena cantidad de datos para su posterior análisis. En el área urbana del distrito de Coishco, se ha recolectado en campo un total de 60 registros de vibración ambiental en puntos distribuidos de manera equidistante, tal como se observa en la Figura 21.



Figura 20. Equipo sísmico utilizado para el registro de vibraciones ambientales: sensor Lennartz (2N) y registradores CityShark II.

En la Figura 22, se muestran ejemplos de registros de vibración ambiental obtenidos al este de la plaza de Armas por el A.H. Ollanta Humala, donde existe ruido de poca amplitud y/o saltos transitorios (CSH-11) y hacia el extremo sur de la plaza de Armas, con presencia de altos niveles de ruido (CSH-29). Los resultados evidencian que dichos puntos están ubicados en suelos con diferente consistencia o rigidez, permitiendo clasificarlos y a la vez zonificar el área de estudio en base a la respuesta sísmica del suelo.

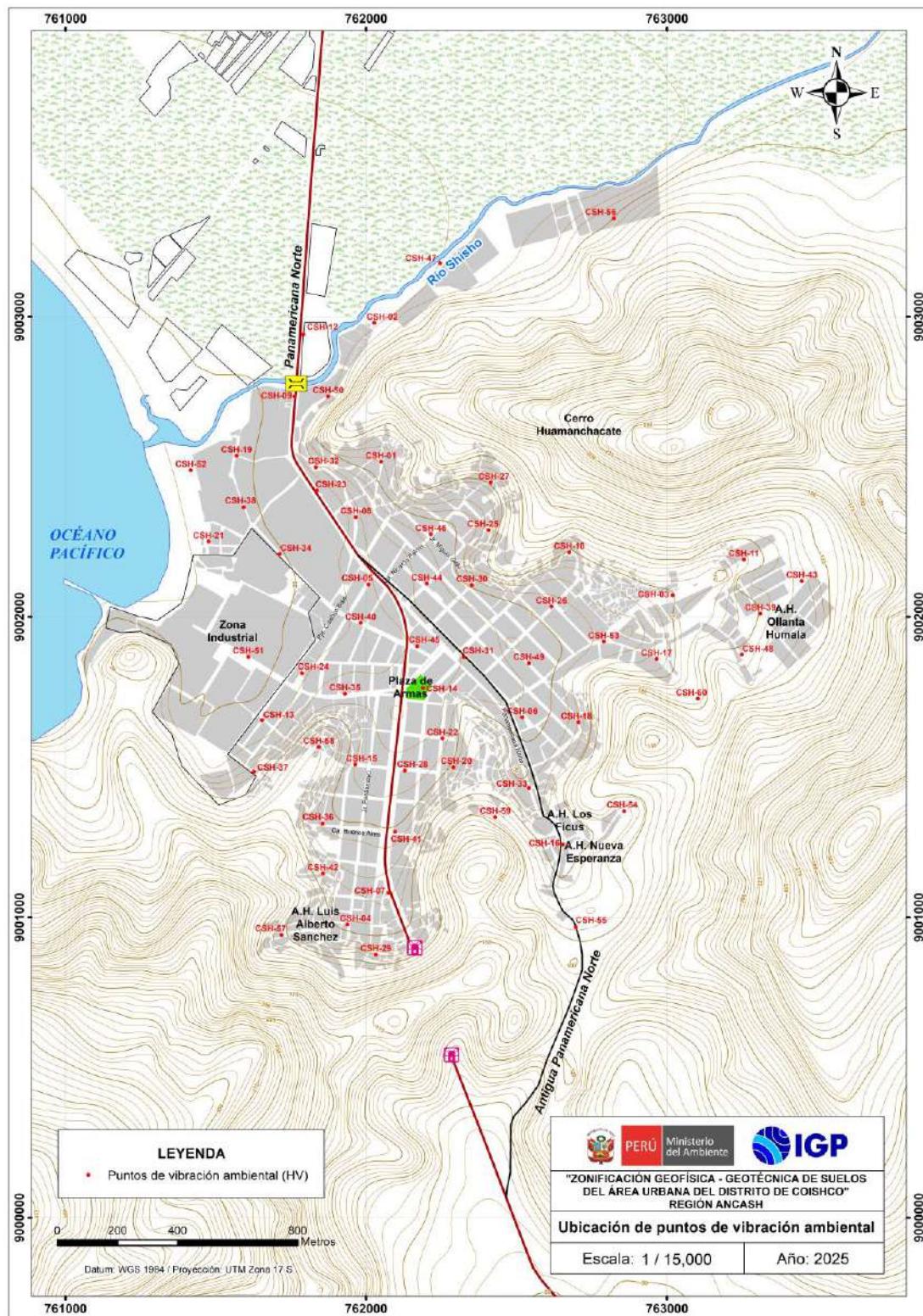


Figura 21. Distribución espacial de los puntos de registros de vibración ambiental, en el área urbana del distrito de Coishco.

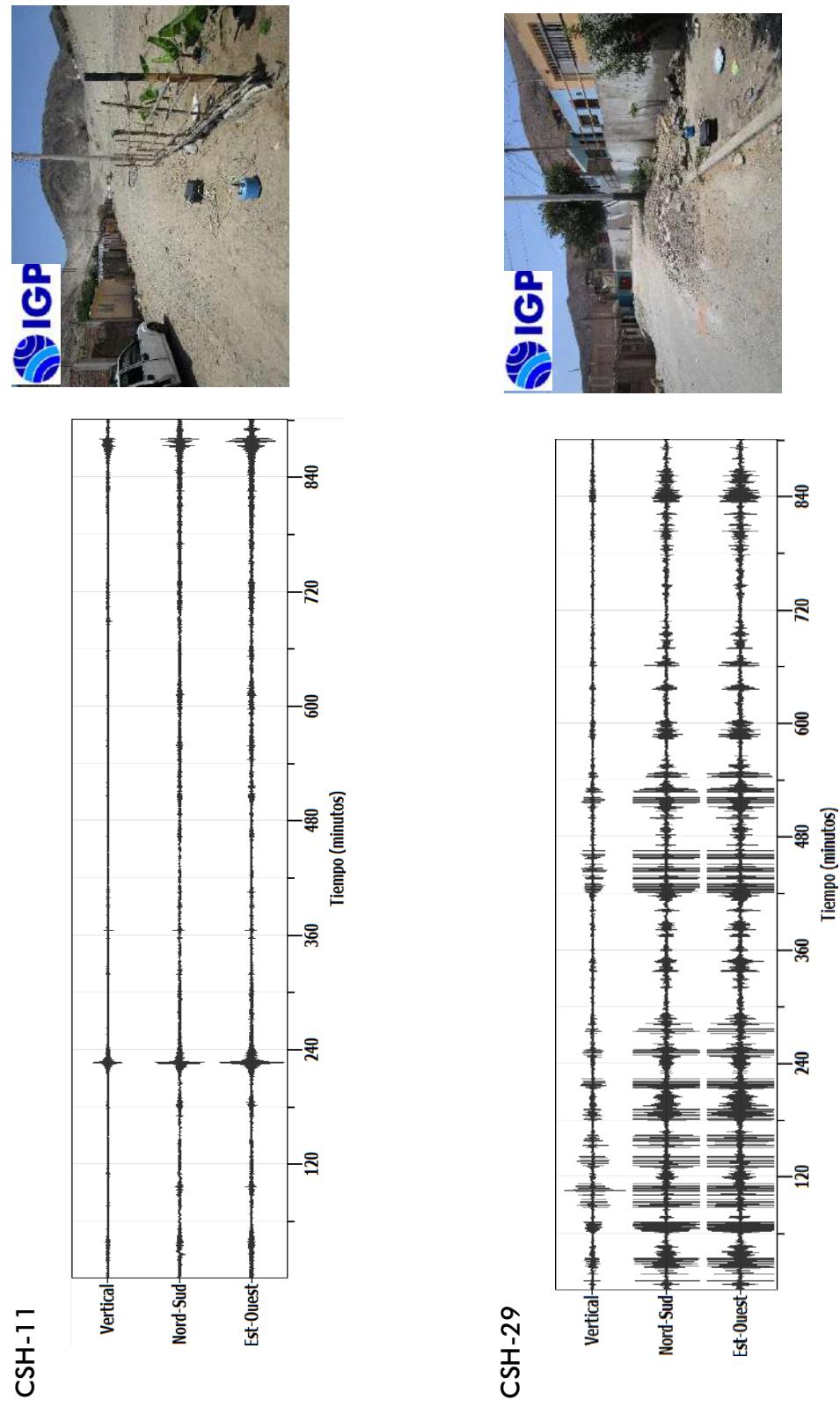


Figura 22. Ejemplos de registros de vibración ambiental, ruido constante (CSH-11) y ruido transitorio (CSH-29).

3.1.2. Procesamiento y análisis

Para aplicar la técnica de Razones Espectrales H/V, los registros de vibración ambiental fueron tratados por ventanas de 20 segundos, para luego calcularse FFT a fin de obtener espectros para cada componente de registro. Luego se suma las horizontales (H) antes de dividirlas entre la vertical (H/V) y finalmente, en cada señal se procedió a identificar la frecuencia predominante considerando un rango de interés que fluctúa entre 0.5 a 20 Hz y picos/rangos con amplificaciones relativas de al menos 2 veces. En la Figura 23, se observa los resultados obtenidos para el punto CSH-31.

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 y/o cambios meteorológicos (periodos muy largos); 2) Las bajas frecuencias o periodos largos son debidas a la presencia de depósitos profundos; y 3) Las frecuencias altas o periodos cortos son debidos a depósitos superficiales blandos y de poco espesor (SESAME, 2004; Bernal, 2006). Asimismo, se evalúa la correspondencia de los parámetros físicos-dinámicos encontrados con los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos que domina a la zona de estudio.

3.1.3. Resultados e interpretación:

Los suelos del área urbana del distrito de Coishco, responden a frecuencias, que fluctúa entre 1.5 y 10.0 Hz que corresponde a periodos de respuesta entre 0.1 y 0.7 segundos. En la Figura 24, se presenta la distribución espacial de los periodos dominantes de la respuesta del suelo de Coishco, donde se observa que, en el área de estudio, predominan periodos de 0.1 a 0.3 segundos; asimismo, muestran también sensibilidad a periodos largos, prevaleciendo los periodos de 0.4 a 0.5 segundos en las partes bajas de los cerros y de 0.6 a 0.7 segundos en la zona céntrica del área de estudio. Las mayores amplificaciones, se identifican en áreas próximas al río Shisho y en las partes bajas de los cerros, de hasta 3.5 veces, evidenciando que en

estos sectores se identifican los suelos con mayor efecto de sitio y por ende los más susceptibles a experimentar el mayor nivel de sacudimiento del suelo ante la ocurrencia de sismos.

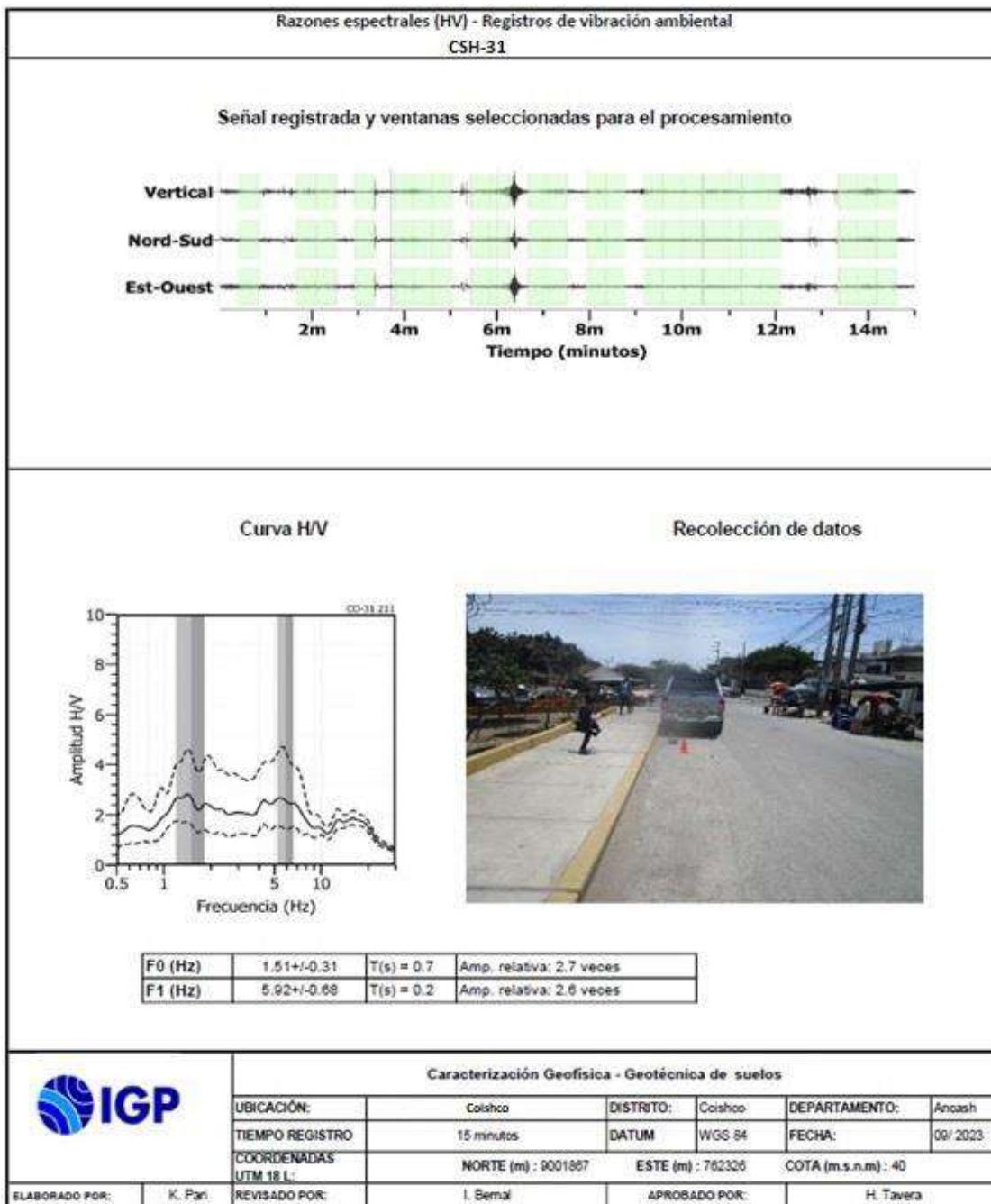


Figura 23. Resultados obtenidos con el método de razones espectrales (H/V) para el punto CSH-31. Arriba, la señal registrada y abajo la curva promedio de las razones espectrales (H/V) en línea gruesa y su desviación estándar en líneas discontinuas. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

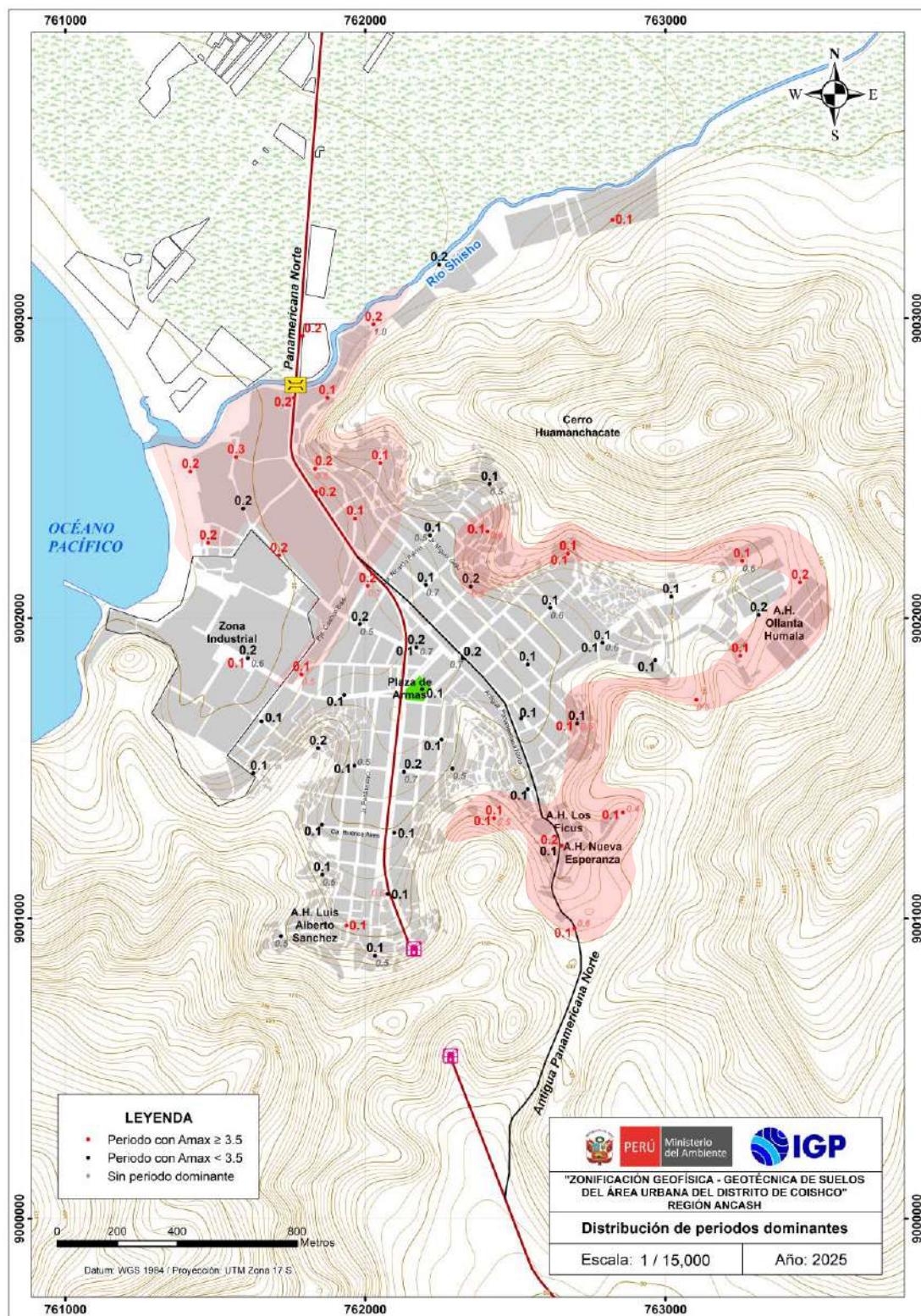


Figura 24. Distribución espacial de los períodos predominantes del suelo. Los valores en rojo, corresponden a puntos con amplificaciones mayores a 3.5 veces y el área sombreada delimita los suelos que experimentarán mayor nivel de sacudimiento del suelo ante un sismo.

En la Figura 25, se muestra la distribución de las curvas de razones

espectrales (H/V) representativas para 02 sectores identificados en el área de estudio:

-Sector A	<p>Identificado en el extremo Norte del área de estudio entre el río Shisho y el Psaj. Coishco, los suelos responden a periodos de 0.1 y 0.3 segundos, con amplificaciones mayores a 3.0 veces.</p> <p>La forma de las curvas H/V, donde prevalece un único periodo con altas amplificaciones, evidencia la presencia de suelos poco compactos.</p>
-Sector B	<p>Identificado en la zona central de Coishco, entre la calle Ricardo Palma y Jr. Miguel Grau, A.H. Ollanta Humala y A.H. Los Ficus; donde los suelos responden principalmente a periodos entre 0.1 y 0.2 segundos y adicionalmente muestran sensibilidad a un segundo rango de periodos que fluctúan entre 0.5-0.7 segundos, con amplificaciones menores a 3.0 veces.</p> <p>La forma de las curvas H/V, donde prevalecen dos periodos de respuesta, evidencian la presencia de suelos cuya respuesta dinámica ante sismos es compleja.</p>

Estos resultados evidencian la presencia de suelos blandos a compactos, cuyo espesor disminuye conforme se tiende hacia los cerros.

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.

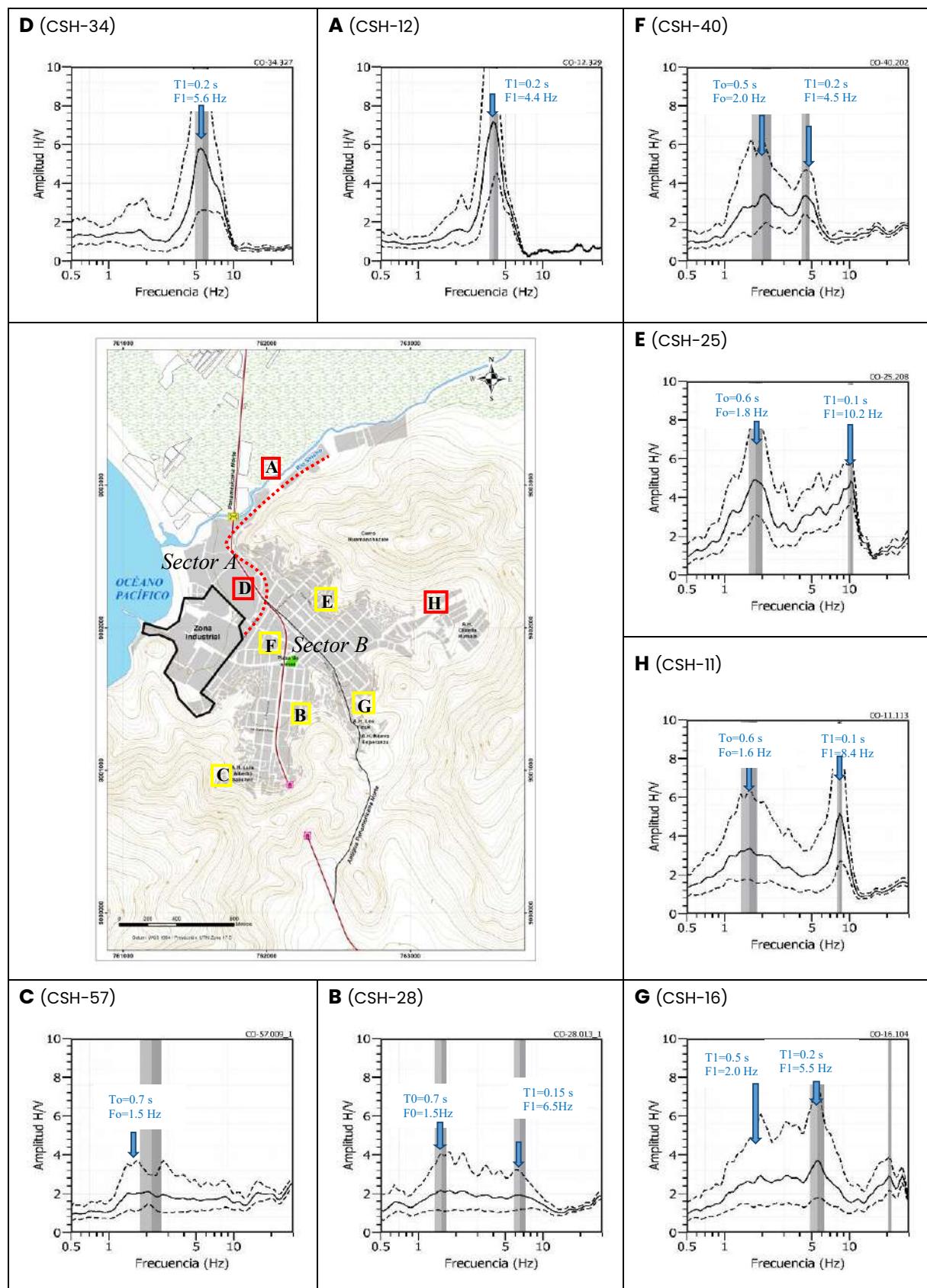


Figura 25. Razones espectrales obtenidas en diversos puntos del área de estudio (A-H). Las flechas indican el periodo predominante de respuesta del suelo y las letras su ubicación espacial.

El ensayo de Análisis Multicanal de Microtremores (MAM) o sísmica de

Microtremores, es otro método para conocer la estructura del suelo a partir de la velocidad de ondas de corte, pero en este caso se hace uso de registros de ruido sísmico (vibración generada por la actividad humana), cuya contribución es principalmente 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, 24 sensores o geófonos de baja frecuencia (4.5 Hz). Para el método MASW, se usó como fuente de impacto y/o energía para generar las ondas sísmicas, un martillo de 20 lbs (Figura 26) y para MAM el ruido ambiental. La geometría del tendido fue variable, estuvo en función de la geomorfología y accesibilidad a la zona de estudio.

En total se realizaron 07 líneas sísmicas de MASW-MAM, las coordenadas y características se observan en la Tabla 11 y su distribución en la Figura 27. La ubicación de los ensayos fue en función de las zonas de interés de acuerdo al reconocimiento hecho en campo, investigaciones o estudios previos.



Figura 26. Equipos utilizados en la adquisición de datos MASW – MAM, en la plaza de Armas de Coishco.

Tabla 11. Coordenadas y características de las líneas sísmicas MASW-MAM realizadas en el área urbana de Coishco, codificadas como LS01-CSH,..., LS07-CSH.

Línea Sísmica	Coordenadas UTM – WGS84		Cota (m s.n.m.)	Espaciamiento entre geófonos (m)	Longitud total (m)
	Este (m)	Norte (m)			
1	LS01-CSH	762181	9002295	36	69
2	LS02-CSH	762227	9001778	31	69
3	LS03-CSH	761982	9001253	42	69
4	LS04-CSH	763331	9002038	95	69
5	LS05-CSH	761600	9002531	28	69
6	LS06-CSH	761770	9001842	18	69
7	LS07-CSH	762562	9001391	47	69

3.2.2. Procesamiento y análisis

Para los ensayos MASW–MAM, los datos sísmicos recolectados fueron procesados con el programa de computación SeisImager y 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, ver Figura 28.

Figura 27. Distribución espacial de líneas de MASW - MAM, codificadas como LS01-CSH,..., LS07-CSH.

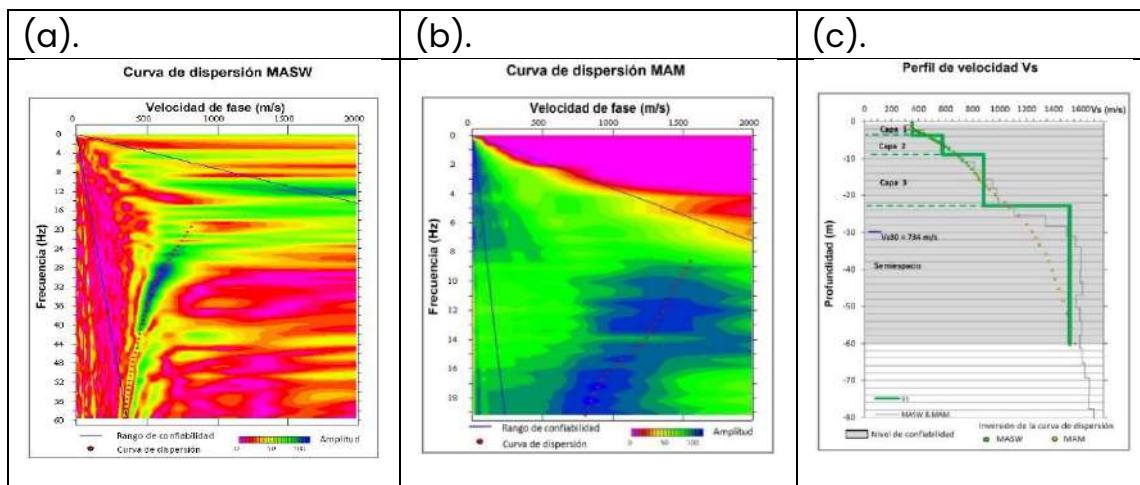


Figura 28. Curvas de dispersión obtenidas con los métodos de MASW (a) y MAM (b) y el perfil de velocidad obtenido a partir de la combinación de ambos métodos (c).

Para el análisis de los resultados obtenidos, se considera la clasificación de suelos adaptada a partir de la Norma de Diseño Sismorresistente (2018), tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. 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		
Nº	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 rígido)
6	< 180	Suelos blandos

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 con resolución hasta los 30 y 79 metros de profundidad. En la Figura 29, se presenta el perfil sísmico obtenido para la línea LS01-CSH y en el Anexo 3, para las líneas restantes.

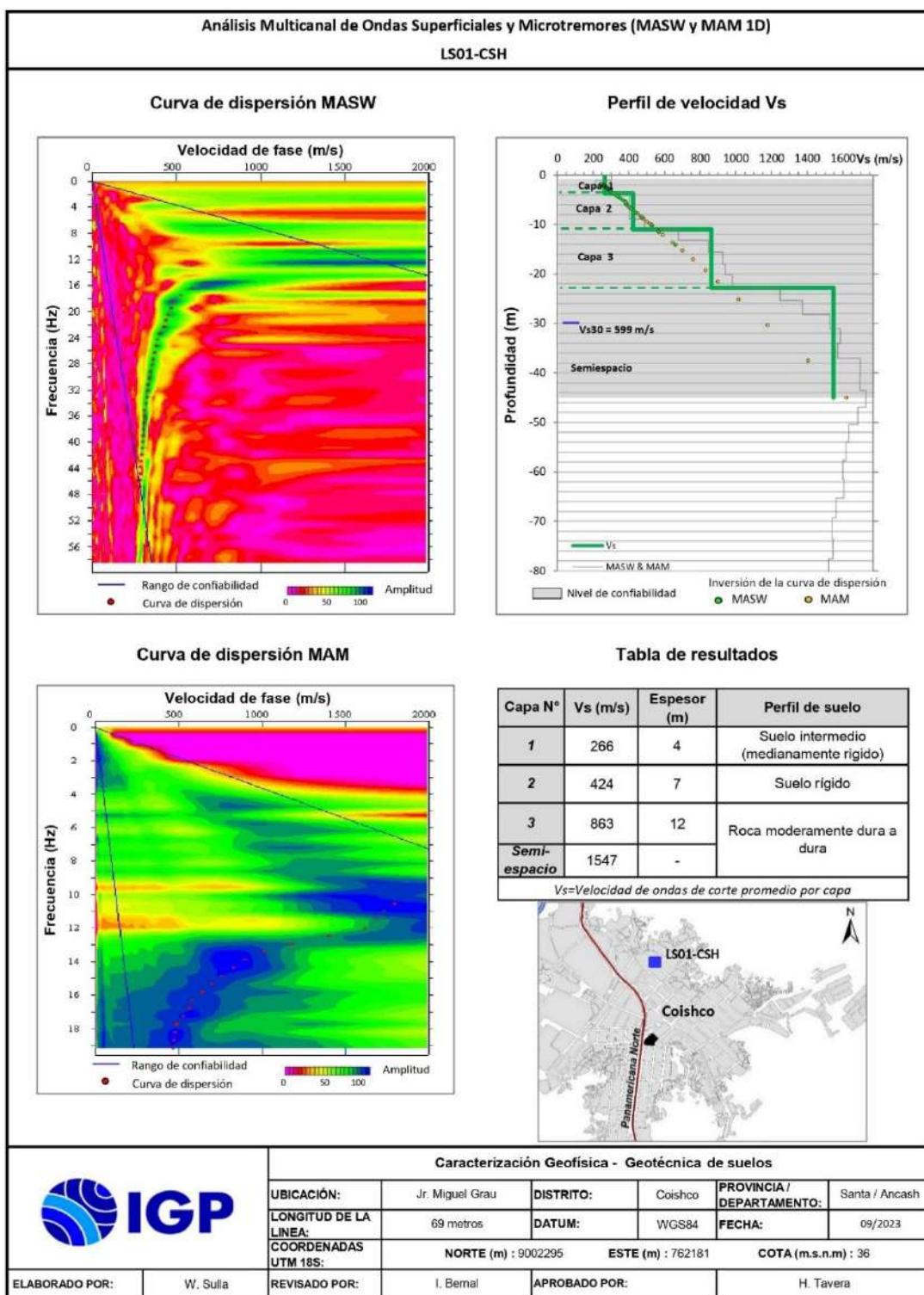


Figura 29. Resultados obtenidos con el ensayo MASW - MAM para la línea sísmica LS01-CSH.

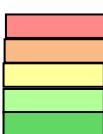
Línea sísmica LS01-CSH: Realizada en el Jr. Miguel Grau, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 47 metros. Este perfil permite identificar la existencia de tres (3) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad Vs de 266 m/s correspondiente a suelo

intermedio (medianamente rígido); la segunda capa de 7 metros de espesor y velocidad Vs de 424 m/s, correspondiente a suelo rígido; la tercera capa de 12 metros de espesor y velocidad Vs de 863 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad Vs > 1547 m/s, sugieren la existencia de roca moderadamente dura a dura. En el Anexo 3, se describen los resultados obtenidos en el resto de líneas sísmicas realizadas en la zona de estudio.

En la Tabla 13, se resumen los valores de velocidad de ondas de corte (Vs) para cada uno de los perfiles de suelo obtenidos y teniendo en cuenta, lo indicado en la Tabla 12.

Tabla 13. Valores de espesor y Vs de los perfiles sísmicos obtenidos para el área de estudio.

Superficie Profundidad		N° DE CAPA								VS30 (m/s)	
Línea Sísmica		1		2		3		Semiespacio			
		Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)		
LS01-CSH	266	4	424	7	863	12	1547	-		599	
LS02-CSH	354	4	577	5	881	14	1519	-		734	
LS03-CSH	400	4	631	5	1001	19	1903	-		787	
LS04-CSH	270	13	538	12	820	18	994	-		386	
LS05-CSH	234	13	471	18	646	12	787	-		327	
LS06-CSH	275	4	580	16	1109	14	1586	-		584	
LS07-CSH	299	3	663	6	1319	19	2042	-		879	



- 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 el área urbana del distrito de Coishco, se ha identificado el predominio de suelos medianamente rígidos a rígidos (Vs=234 a 471 m/s) de 3 metros de espesor hacia el extremo SE del área de estudio por la antigua Panamericana Norte y de hasta 31 metros hacia su extremo NO, próximo al río Shisho; en el resto del área de estudio, estos suelos presentan espesores entre 4 y 13 metros, tal como se observa en los ensayos realizados próximos

a la plaza de Armas donde presenta 4 metros de espesor (Figura 30). Por debajo se ha identificado una capa de suelos con rangos de velocidades Vs entre 538 y 787 m/s que corresponde a materiales muy rígidos con espesores entre 5 y 24 metros. Estos suelos sobreyacen a la roca moderadamente dura a dura ($V_s > 820$ m/s), pero no fue identificado por la zona Industrial.

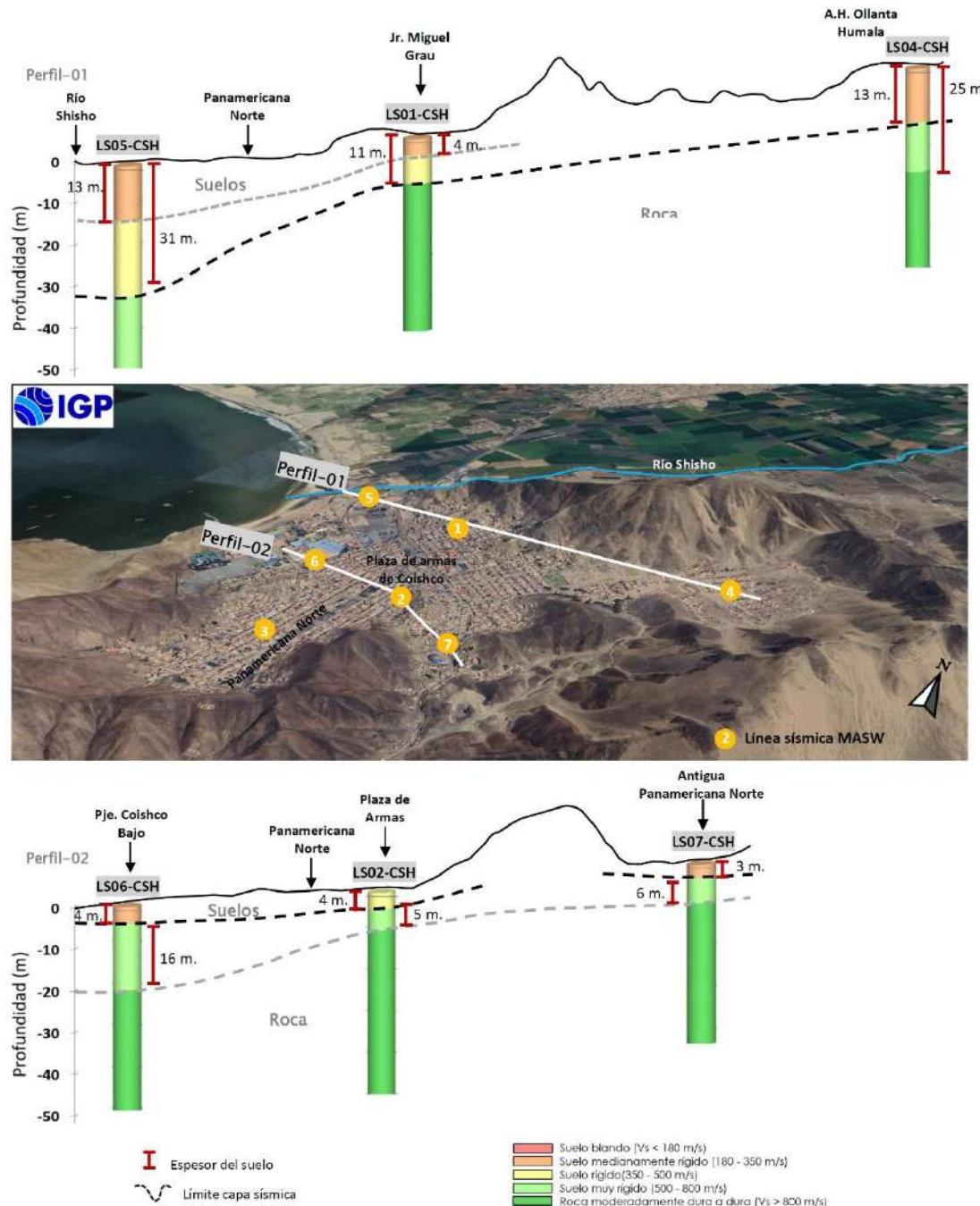


Figura 30. Resultados de MASW-MAM ubicados a lo largo de los perfiles 01 y 02.

En este contexto, el suelo medianamente rígido a rígido es debido a la presencia de material aluvial, coluvial, eólico y contenido de humedad, influyendo en la perdida de la rigidez del suelo. Estos suelos son identificados en la parte norte y oeste del área de estudio, en la zona Industrial próximo al río Shisho, hacia el Jr. Miguel Grau, antigua Panamericana Norte, pasaje Coishco bajo y hacia el A.H. Ollanta Humala. Los suelos con mayor rigidez se ubican principalmente hacia la parte central en la plaza de Armas y hacia su extremo sur, por el Jr. Pacasmayo.

Para el área de estudio, el Vs30 calculado, entre 327 y 386 m/s corresponde a suelos Tipo S2 y entre 584 y 879 m/s a suelos Tipo S1; es decir predominan suelos rígidos y muy rígidos respectivamente (Adaptación de la clasificación de suelos de la norma sismorresistente E.030 al área de estudio).

3.3. Método de Resistividad Eléctrica

El método de Tomografía de Resistividad Eléctrica - ERT, 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, conductividad de las partículas y del 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 para 05 líneas de ERT distribuidas en la zona de estudio, utilizando un equipo de Resistividad / IP Syscal Pro (Figura 31). En la Figura 32 se presenta su distribución espacial y en la Tabla 14 las características de las líneas ERT realizadas en el área urbana del distrito de Coishco.



Figura 31. Equipos utilizados en la adquisición de datos ERT.

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 del suelo (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 15, se presentan algunos valores de resistividad relacionados con los diferentes tipos de suelos y rocas.



Figura 32. Distribución espacial de las líneas de ERT codificadas como LE01-CSH,..., LE05-CSH en el área urbana del distrito Coishco.

Tabla 14. Coordenadas y características del ensayo ERT realizados en Coishco.

Línea Eléctrica	Coordenadas UTM – WGS84		Cota (m s.n.m.)	Espaciamiento entre electrodos (m)	Longitud total (m)
	Este (m)	Norte (m)			
LE01- CSH	762291	9002342	47	10	160
	762183	9002236	38		
LE02- CSH	762316	9001848	36	10	200
	762450	9001713	40		
LE03- CSH	761879	9001312	48	10	150
	762027	9001294	48		
LE04- CSH	763404	9002079	103	10	160
	763263	9001999	98		
LE05- CSH	761793	9002460	23	10	200
	761907	9002289	23		

Tabla 15. Valores representativos de resistividad (modificado de UNC, 2000).

*MATERIAL	RESISTIVIDAD (ohm-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:

A continuación, se describen las características observadas en las secciones geoelectrísticas con resolución de hasta los 40 metros de profundidad. En la Figura 33, se presenta la sección obtenida para la línea LE01-CSH y en el Anexo 3, para las secciones restantes.

Sección geoelectrónica LE01-CSH: Realizada en la calle Ricardo Palma

sobre una longitud de 160 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se presentan dos horizontes geoeléctricos. El primer horizonte, con moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de hasta 40 metros, el menor espesor se presenta al inicio de la sección. El segundo horizonte, presenta alto contenido de humedad (<80 Ohm-m).

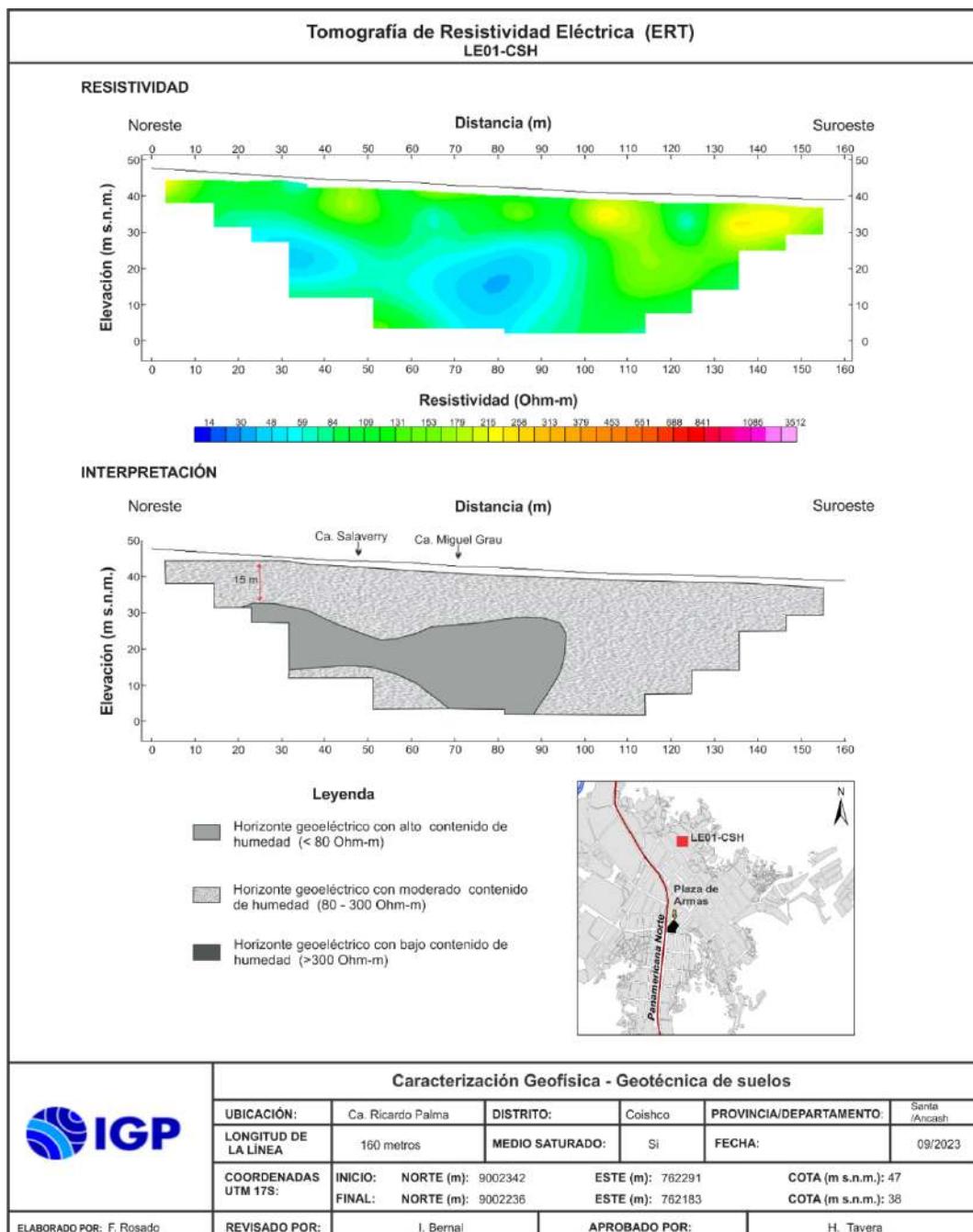


Figura 33. Resultado de tomografía de resistividad eléctrica para la línea LE01-CSH.

Sección geoeléctrica LE02-CSH: Realizada en la antigua

Panamericana Norte sobre una longitud de 200 metros y en dirección NO-SE. En esta sección predominan materiales con moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m). Además, a nivel superficial se presenta una anomalía con bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de hasta 15 metros. También en profundidad se presentan dos anomalías, la primera con alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m) al inicio de la sección y la segunda con bajo contenido de humedad.

En el Anexo 3, se describen los resultados obtenidos en el resto de secciones geoeléctricas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las secciones de tomografía eléctrica para el área urbana del distrito Coishco, se ha identificado la presencia de suelos húmedos y/o saturados con las siguientes características:

- Hacia el extremo NO y SO de la plaza de Armas (Panamericana Norte, Jr. Buenos Aires), se ha identificado la presencia de un horizonte con alto contenido de humedad y espesores de 20 a 40 metros, el menor espesor se presenta en el Jr. Buenos Aires (Figura 34, LE03-CSH, LE05-CSH).
- Hacia el extremo este de la plaza (calle Ricardo Palma, A.H. Ollanta Humala, antigua Panamericana Norte), se ha identificado la presencia de suelos con moderado y bajo contenido de humedad (Figura 34, LE01-CSH, LE04-CSH Y LE02-CSH).

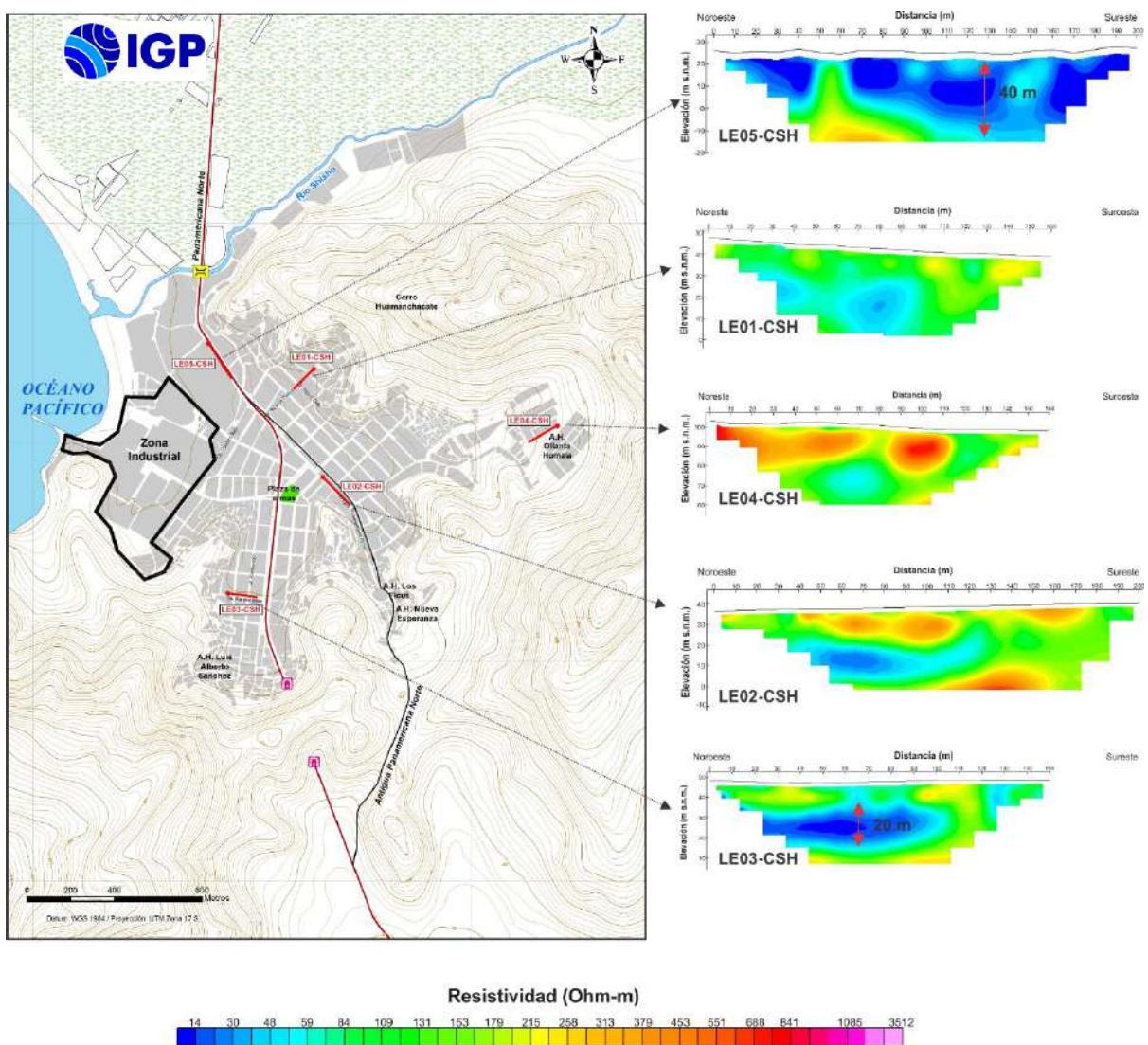


Figura 34. Ubicación de las líneas de tomografía eléctrica LE01-CSH, LE02-CSH, LE03-CSH, LE04-CSH y LE05-CSH. Las bajas resistividades (<80 Ohm-m), indican la presencia de mayor contenido de humedad.

4. ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA

La caracterización física y dinámica de suelos del área urbana del distrito de Coishco fue realizada con información obtenida de la aplicación de métodos geofísicos y su correlación con la información geológica y geotécnica, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

4.1. Caracterización física y dinámica de suelos

El área urbana de Coishco se encuentra ubicada a una altura promedio de 15 m s.n.m., se emplaza sobre cuatro unidades geomorfológicas que corresponden a montaña, llanura aluvial, lecho fluvial y playa, extendiéndose las zonas de expansión urbana hacia las laderas de la montaña.

Los suelos del área urbana de Coishco responden predominantemente a períodos de 0.1 a 0.3 segundos y son identificados en gran parte del área de estudio, pero en algunos lugares, los suelos muestran sensibilidad a un segundo rango de períodos 0.5 y 0.6 segundos. Este segundo rango se identifica por la Panamericana Norte, el A.H. Ollanta Humala y A.H. Los Ficus. Para una mejor descripción el área de estudio se divide en 3 sub áreas (Figura 35). A continuación, se realiza su descripción:

Extremo este del distrito de Coishco, comprende el área del A.H. Ollanta Humala. Los resultados permiten definir:

- Una capa de suelo medianamente rígido a muy rígido de arenas limo arcillosas con grava.
- Velocidades $V_s=270-820$ m/s con espesores de hasta 25 metros, ver Figura 36.
- Presentan poco contenido de humedad.
- Probabilidad a generarse niveles moderados de amplificación.
- Estos suelos muestran sensibilidad a períodos de 0.1-0.2 y 0.6

segundos, con moderadas amplificaciones.

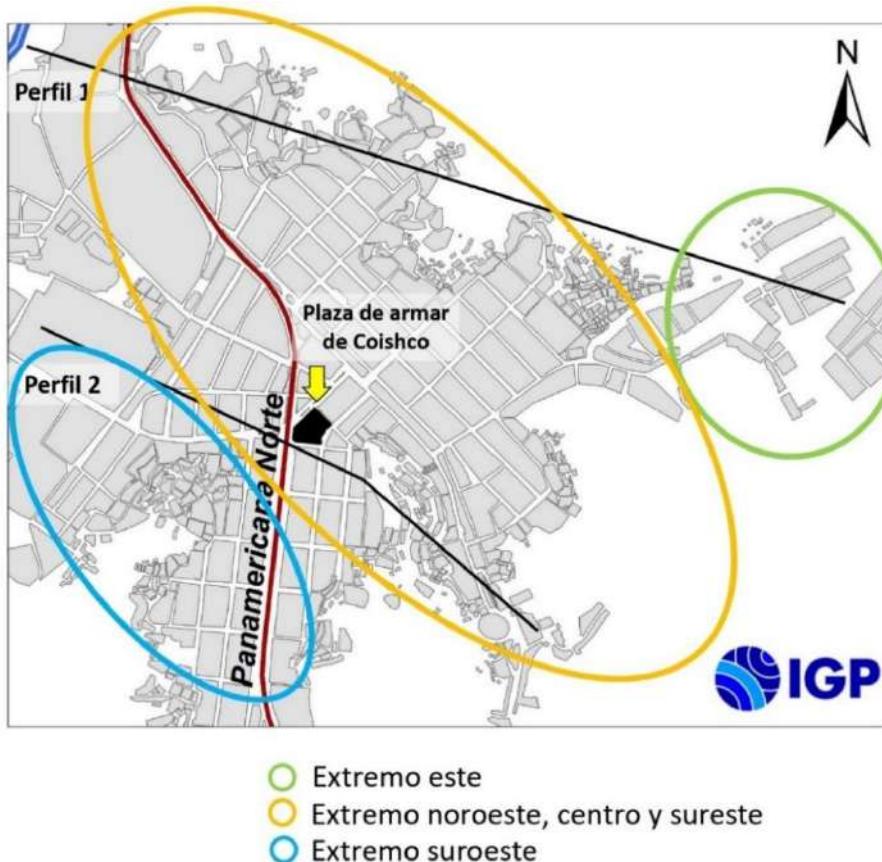


Figura 35. Delimitación de subáreas para una mejor descripción de la estructura del suelo, a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

- A mayor profundidad, la capa de suelo está caracterizada por material muy rígido y correspondería a depósitos marinos y microdiorita.

Extremos NE, SE y centro del distrito de Coishco, comprende los sectores de la zona Industrial, plaza de Armas y la Antigua Panamericana Norte. Los resultados permiten definir:

- Una capa de suelo medianamente rígido a rígido presentando un mayor espesor en el extremo NO del perfil 1, en la parte central y sureste del perfil 2 se presenta un suelo MUY RÍGIDO, (ver figuras 36 y 37), constituido mayormente por material aluvial, coluvial y microdiorita.

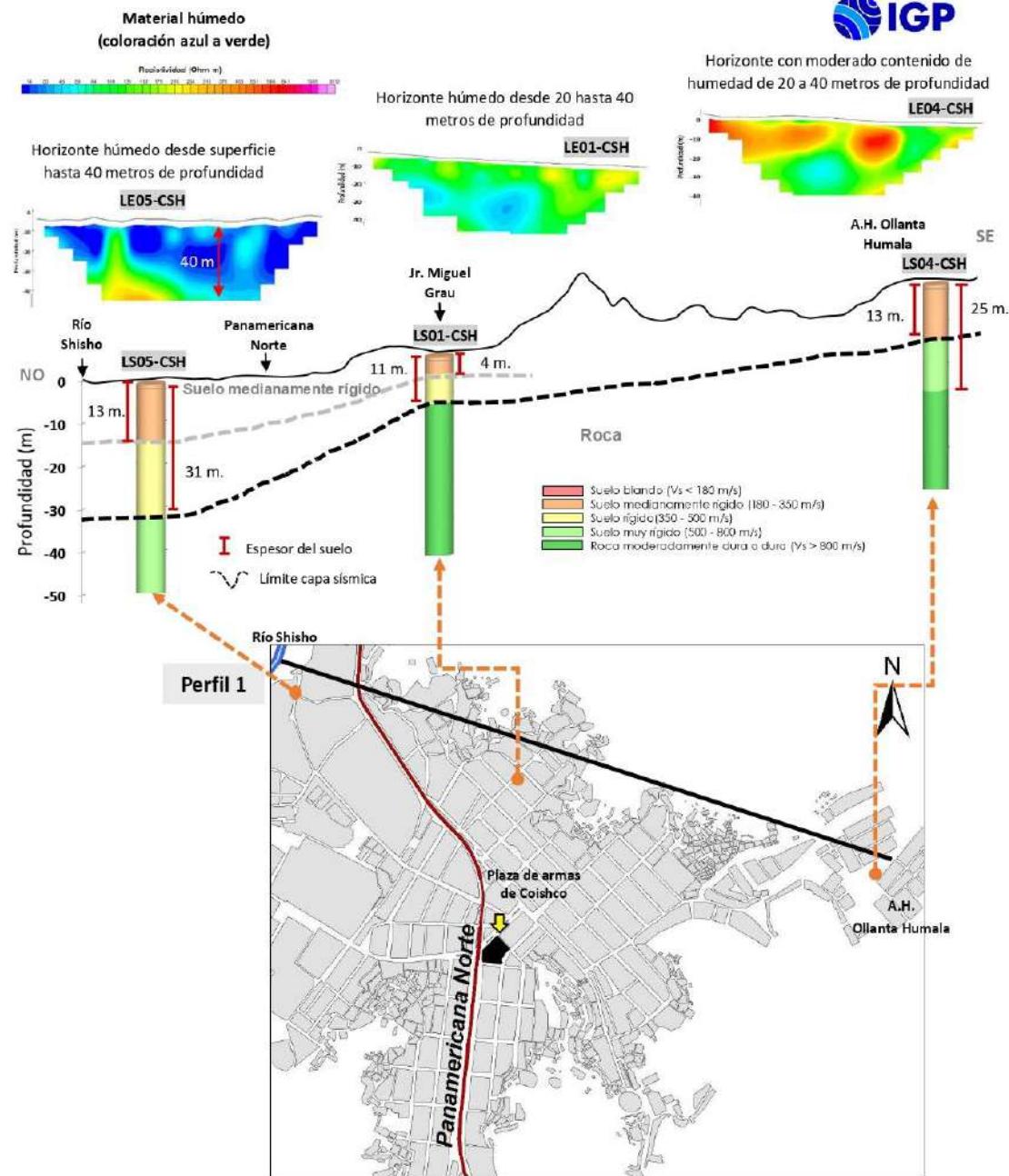


Figura 36. Estructura del suelo identificado al noroeste, centro y noreste del área urbana del distrito de Coishco, Perfil-01 realizado a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

- Velocidades $V_s=234-1319 \text{ m/s}$ con espesores de 9 a 20 metros, (ver Figura 37).
- Presentan alto contenido de humedad e incrementa en profundidad, esto se debería por estar cerca al Río Shisho. Ver extremo NO del Perfil 1 (Figura 37).

- Estos suelos muestran sensibilidad a un rango de períodos entre 0.2 y 0.6 segundos.

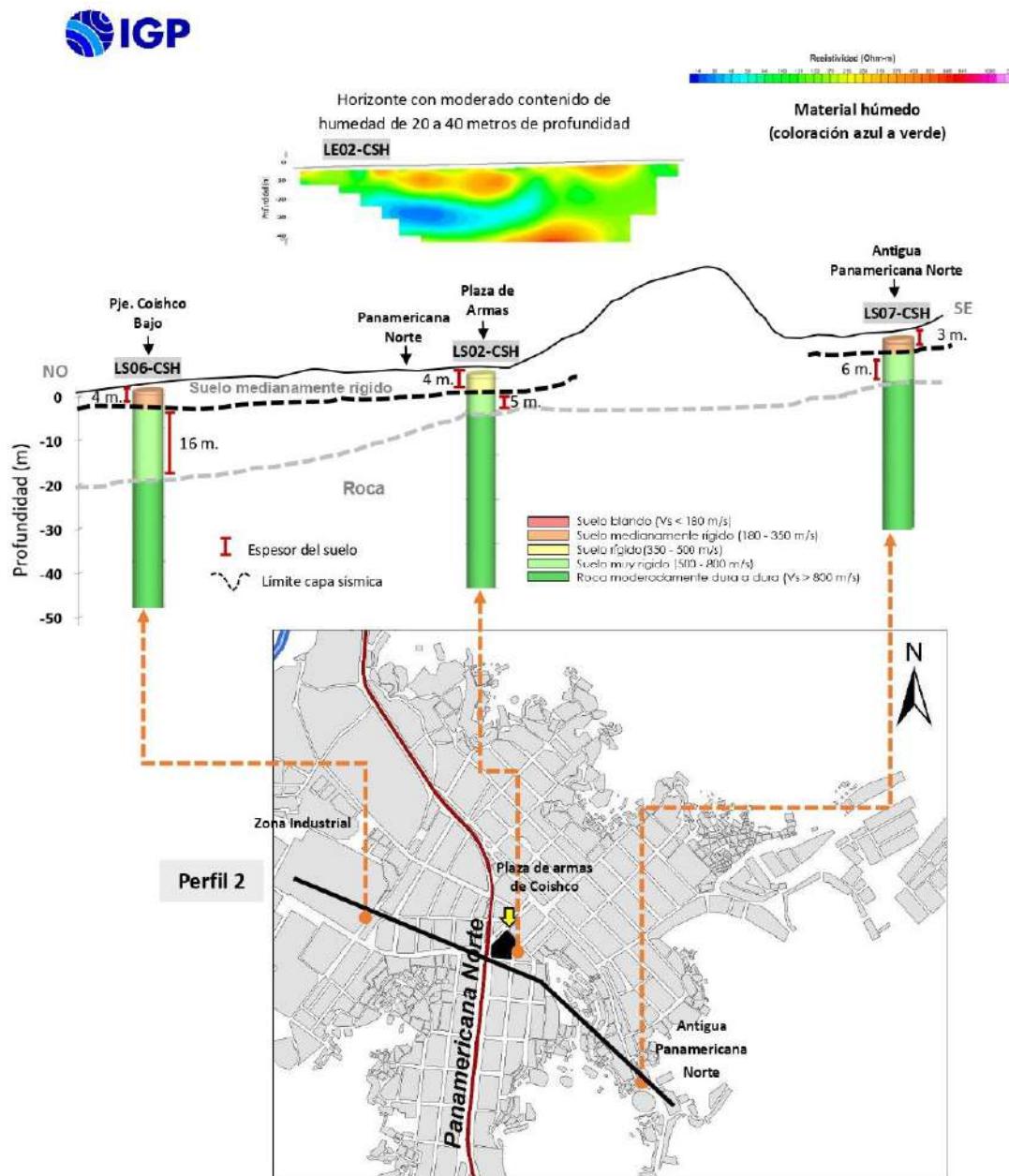


Figura 37. Estructura del suelo identificado en la parte baja central del área urbana del distrito de Coishco, Perfil-02 realizado a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

Extremo suroeste del distrito de Coishco, comprende la zona Industrial y la parte baja de Coishco (Panamericana Norte). Los resultados permiten definir:

- Una capa de suelo medianamente rígido a muy rígido

constituido por material aluvial y microdiorita.

- Velocidades $V_s=275-1109$ m/s con espesores de 4 a 16 metros, Figura 37.
- Por debajo, la capa de suelo está caracterizado por material moderadamente duro, propio de material compactado.
- el contenido de humedad se presenta a partir de la superficie hasta los 20 metros de profundidad.
- Estos suelos muestran sensibilidad a un rango de periodo de 0.1 y 0.5 segundos.

Los períodos dominantes se encuentran relacionados con las condiciones físicas del suelo, a través de la relación $T_o=4H/V_s$, donde T_o es el periodo dominante, H el espesor del estrato y V_s es la velocidad de onda de corte. Asumiendo velocidades de 234 m/s y 354 m/s para las ondas de corte (V_s) y periodo de 0.1-0.2 segundos, se estima una capa superficial con espesores de entre 8 a 17 metros. Los resultados de este análisis sugieren que en el área de estudio existe una capa de suelo de menor espesor a nivel superficial sobre suelos de mayor espesor.

4.2. Zonificación Geofísica – Geotécnica

El mapa de zonificación geofísica-geotécnica para el área del distrito de Coishco, se elabora en función de la integración de los resultados de los estudios geológicos, geotécnicos y geofísicos, delimitando zonas cuyos suelos presentan características físicas y dinámicas similares y que de acuerdo a las consideraciones indicadas en la Norma E.030, se ha identificado la existencia de suelos Tipo S1, S2, S3 y S4, que corresponden a suelos muy rígidos a blandos.

Para el área urbana del distrito de Chao, se propone la siguiente Zonificación Geofísica - Geotécnica (Figura 38):

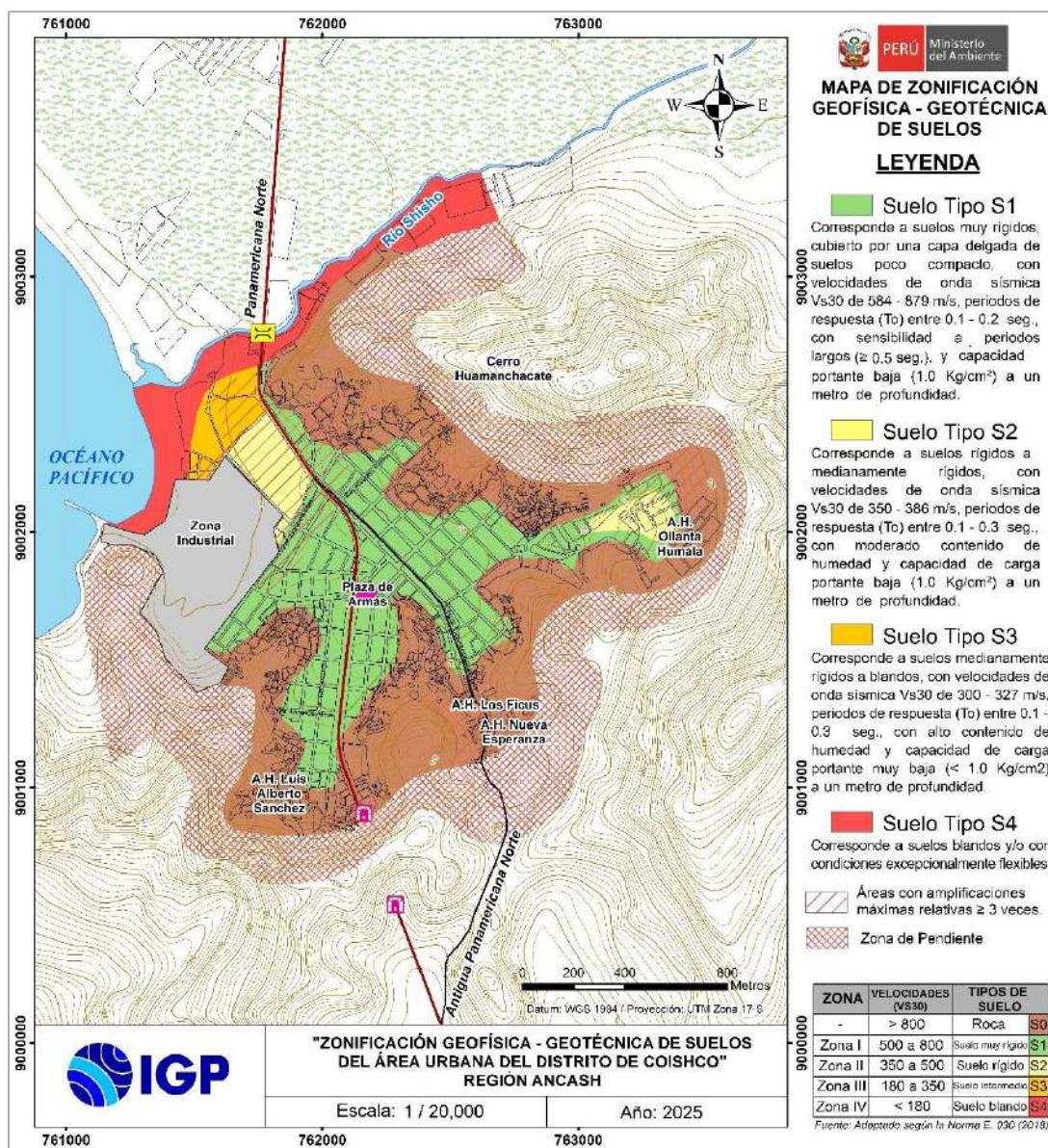


Figura 38. Mapa de Zonificación Geofísica - Geotécnica de suelos del distrito de Coishco.

- ZONA I: Conformada por suelos muy rígidos a rígidos presentes en el área central del distrito entre la plaza de Armas y los cerros circundantes. Estos suelos están cubiertos con una capa delgada de depósitos recientes con espesores de 3 a 4 metros, con velocidades de ondas de corte Vs de 266 a 400 m/s a nivel superficial y de 820-1,903 m/s a la profundidad de 30 metros; correspondiendo a velocidades de ondas sísmicas Vs30 de 584 – 879 m/s. El periodo de vibración natural del suelo varía principalmente entre 0.1 a 0.2 segundos con amplificaciones relativas de hasta 2.5 veces; asimismo, muestra sensibilidad a períodos largos (>0.5 segundos). Los suelos

presentan moderado contenido de humedad. Estos parámetros comprenden a Suelos Tipo S1 (E.030); es decir, suelos rígidos a muy rígidos.

- ZONA II: Conformada por suelos rígidos a medianamente rígidos presentes en el A.H. Ollanta Humala y entre la zona industrial - Panamericana Norte. Estos suelos están cubiertos con una capa de depósitos recientes con espesores de hasta 13 metros, con velocidades de ondas de corte Vs de 270 a 350 m/s a nivel superficial y de 538-820 m/s a la profundidad de 30 metros; correspondiendo a velocidades de ondas sísmicas Vs30 de 350 – 386 m/s. El periodo de vibración natural del suelo varía principalmente entre 0.1 a 0.3 segundos con amplificaciones relativas de hasta 3.5 veces. Los suelos presentan moderado contenido de humedad y capacidad de carga portante baja (1.0 kg/cm^2) a un metro de profundidad. Estos parámetros comprenden a Suelos Tipo S2 (E.030); es decir, suelos rígidos.

- ZONA III: Conformada por suelos medianamente rígidos a blandos presentes en áreas próximos al río Shisho. Estos suelos están cubiertos con una capa de depósitos recientes con espesores de 13 a 25 metros, con velocidades de ondas de corte Vs de 200 a 234 m/s a nivel superficial y de 471 a 646 m/s a la profundidad de 30 metros; correspondiendo a velocidades de ondas sísmicas Vs30 de 300 – 327 m/s. El periodo de vibración natural del suelo varía principalmente entre 0.1 a 0.3 segundos con amplificaciones relativas de hasta 3.5 veces, con alto contenido de humedad. Los suelos presentan capacidad de carga portante muy baja ($<1.0 \text{ kg/cm}^2$) a un metro de profundidad. Estos parámetros comprenden a Suelos Tipo S3 (E.030); es decir, suelos medianamente rígidos a blandos.

-ZONA IV: Considera suelos blandos a excepcionalmente flexibles, correspondiente a suelos Tipo S4 (Norma E.030). Estos suelos se encuentran en zonas inundables, próximas al río Shisho, canales de agua y a la línea de costa del Océano Pacífico.

Asimismo, en el mapa de zonificación, con las líneas en rojo se delimitan a las áreas donde los suelos presentan amplificaciones relativas mayores e iguales a 3.5 veces.

CONCLUSIONES

El estudio de zonificación geofísica - geotécnica de suelos (Comportamiento Dinámico del Suelo) para el área urbana del distrito de Coishco, ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- El área urbana del distrito de Coishco se asienta sobre una llanura aluvial con elevaciones circundando el área urbana. Asimismo, en los alrededores de la zona urbana se identificaron la presencia de unidades de lecho fluvial; es decir, flujos de sedimentos que transportó el río Shisho en su recorrido. Del mismo modo, se presenta una zona de acumulación de sedimentos de arena, grava o mezcla de ambas, por causa de la erosión de los acantilados, sedimentos de fondo marino y eólico, que vendría a denominarse la zona de playa.
- Geológicamente, se identificaron la existencia de depósitos aluviales, coluviales y eólicos que se encuentran conformados por materiales heterogéneos (clastos de roca, gravas, arenas y limos). Asimismo, rocas volcano-sedimentarias que se observan en afloramientos. En el caso del basamento rocoso está conformado por el Grupo Casma que consiste en rocas de origen intrusivo de color gris oscuro y de grano fino con estructura maciza y homogénea.
- Se ha determinado que los tipos de suelos en el área de estudio están conformados por arenas mal gradadas con grava (SP), arenas limo arcillosa con grava (SC-SM) los cuales presentan una capacidad de carga portante muy baja ($< 1.00 \text{ kg/cm}^2$).
- Los suelos del área urbana del distrito de Coishco responden predominantemente a períodos de 0.1 a 0.3 segundos con amplificaciones relativas de hasta 3.5 veces en zonas próximas al río Shisho y en la parte baja de las laderas de los cerros. Asimismo, de manera sectorizada los suelos

también muestran sensibilidad a periodos largos (>0.5 segundos), presentes en la zona céntrica de Coishco, A.H. Ollanta Humala y A.H. Los Ficus, asociado a efectos topográficos.

- En el área del distrito de Coishco, se ha identificado el predominio de suelos medianamente rígidos a rígidos ($V_s=234$ a 471 m/s) en capas de 3 metros de espesor por la antigua Panamericana Norte y de hasta 31 metros hacia el NO cercanos al río Shisho. En el resto del área de estudio, las capas presentan espesores entre 4 y 13 metros. Por debajo de estas capas, se ha identificado la presencia de suelos con rangos de velocidades V_s entre 538 y 787 m/s que corresponde a materiales muy rígidos en capas con espesores entre 5 y 24 metros. Para el área de estudio, el V_{s30} varía entre 327 y 879 m/s y corresponde a suelos medianamente rígidos y muy rígidos respectivamente.
- Los suelos en el área urbana del distrito de Coishco, en dirección Oeste de la plaza de Armas (Panamericana Norte, Jr. Buenos Aires) presentan alto contenido de humedad en capas con espesores de 20 a 40 metros. En dirección este con respecto a la Plaza de Armas (calle Ricardo Palma, A.H. Ollanta Humala, antigua Panamericana Norte), se ha identificado la presencia de suelos con moderado y bajo contenido de humedad, los primeros alcanzan espesores de hasta 40 metros y los segundos de hasta 15 metros.
- Los resultados obtenidos para el área urbana del distrito de Coishco han permitido identificar, de acuerdo a las consideraciones indicadas en la Norma de Construcción Sismorresistente E.030 adaptado al área de estudio, la existencia de suelos de Tipo S1, S2, S3 y S4 que corresponden a suelos muy rígidos, medianamente rígidos y blandos.

BIBLIOGRAFÍA

Bernal, I. (2006). Microzonificación sísmica de la ciudad de Tlaxcala, México”, Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

CENEPRED (2017) - Informe de Evaluación de Riesgo por Inundación Pluvial y Flujos de Detritos en el Centro Poblado De Coishco, Distrito de Coishco, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

INEI (2017). Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú.

Lermo, J. y Chavez-Garcia, F.J. (1994a). “Are microtremors useful in site response evaluation”, Bull. Seism. Soc. Am. 84, 1350-1364 pp.

Municipalidad provincial de Santa (2012) – Plan de Acondicionamiento de la provincia de Santa 2012-2022.

Meyerhof, G. (1956). Penetración Test and Bearing Capacity of Cohesionalless Soils. Journal of the Soils Mechanics and Foundations División, ASCE, Vol 82 N°SM1, Proc. Paper 886, Jan. 1956, pp-19.

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.

Norma Técnica de Edificaciones E.030. (2018). Aprobada por Resolución Ministerial N°355-2018- VIVIENDA.

Park, C.B. (2014). MASW for geotechnical site investigation. The Leading Edge, 32(6):656-662.

Sánchez, A.; Molina, O. & Gutiérrez, R. (1995). Geología de los cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras. Hojas: 19-f, 19-g y 20-g. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 59, 263 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/181>

SESAME (2004). Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations, Research Report WP12, Available online at: <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, 130 p.

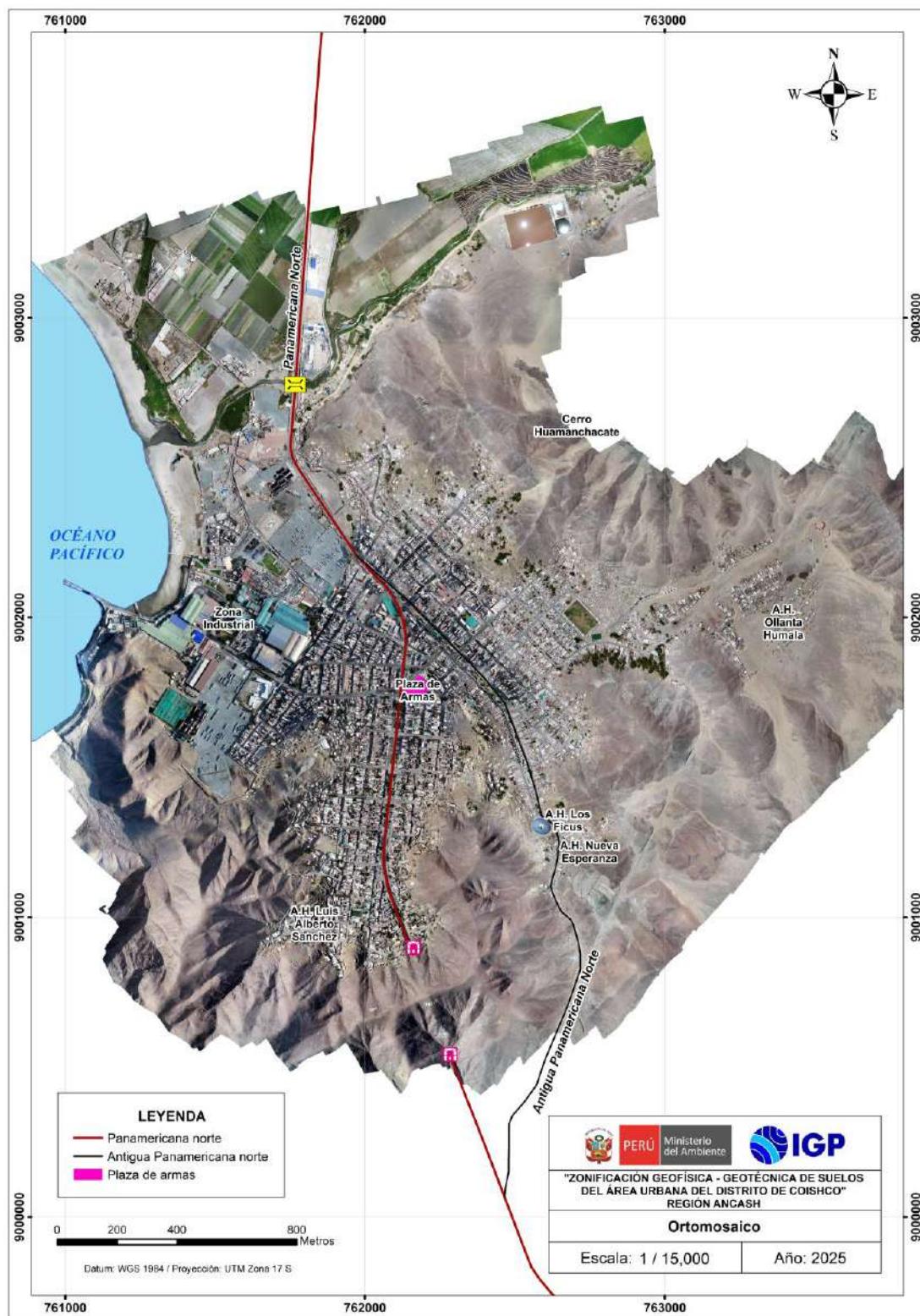
Terzaghi, K. Peck, B., G. & Mesri, G. (1948). Soil mechanics in engineering practice, New York: Wiley.

Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zeballos, A. y Ishizawa, O. (2014). Re-Evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú.

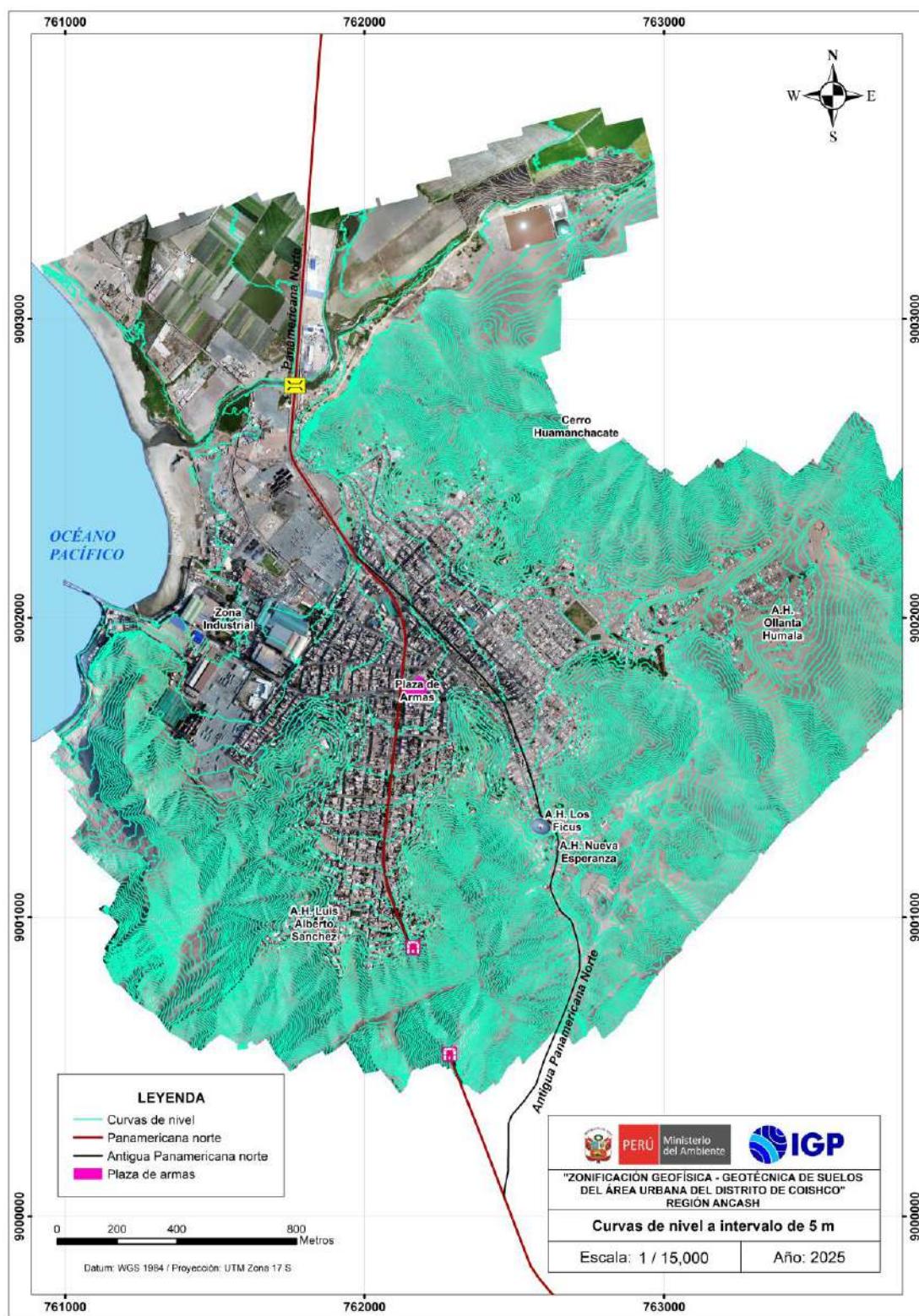
Instituto Geofísico del Perú.

ANEXOS 1
Información Topográfica

Ortomosaico

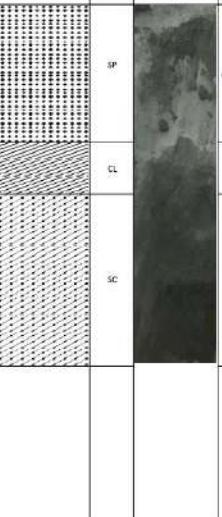


Curvas de nivel

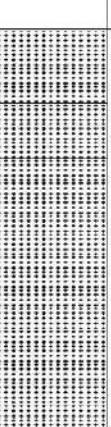


ANEXOS 2
Información Geológica – Geotécnica

Registro de calicatas

 PERÚ Ministerio del Ambiente						
REGISTRO DE CALICATAS CCO - 1						
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISHCO		CALICATA:	Sector Huamancharate			
		DISTRITO:	Coishco			
		PROFUNDIDAD (m):	2.10			
		PROVINCIA:	Santa			
		NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.			
		REGION:	Ancash			
		FECHA:	Agosto 2023			
		COORDENADAS UTM:				
		NORTE (m):	9003226			
		ESTE (m):	762377			
		COTA (m s.n.m):	16			
		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.			
		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Taveras			
MUESTRAS <small>(m)</small> PROF. 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 M-01 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10	HUMEDAD (%) D _b D _s	DENSIDAD (g/cm³) G _b G _s	GRÁFICO 	SUEO: SP CL SC	DESCRIPCIÓN	
					Arena de grano fino con gravilla de 3/2" de diámetro. No presenta humedad. Compacidad suelta a media.	
					Arcillas inorgánicas con arena de grano fino. No presenta humedad. Plasticidad media.	
					Arena de grano fino a medio con limos y arcillas. No presenta humedad. Compacidad alta.	
OBSEVACIONES:						
REGISTRO FOTOGRÁFICO CCO- 01						
						
						
La calicata se realizó en las inmediaciones de las pozas de oxidación. El ensayo de densidad se realizó a 1.70 m de profundidad en material tipo arenas.						

		Ministerio del Ambiente																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
REGISTRO DE CALICATAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CCO - 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISHCO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CALICATA: A.R. Ollanta Humala UBICACIÓN: Coishco DISTRITO: Coishco PROFUNDIDAD (m): 1.20 NIVEL FREÁTICO (m): N.P. COORDENADAS UTM: NORTE (m): 9003190 ESTE (m): 763293 COTA (m s.n.m): 61																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ELABORADO POR: Pilar Vivanco L. REVISADO POR: Juan Carlos Gómez A. RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Távara																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(m)</th> <th rowspan="2">PROF.</th> <th rowspan="2">MUESTRAS</th> <th rowspan="2">HUMEDAD (%)</th> <th rowspan="2">DENSIDAD (gr/cm³)</th> <th rowspan="2">GRÁFICO</th> <th rowspan="2">SUSC</th> <th rowspan="2">REGISTRO ACUSTICO UT.PERM</th> <th colspan="2">DESCRIPCIÓN</th> </tr> <tr> <th>Dh</th> <th>Ds</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Material de relleno</td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Arena de grano fino con gravilla de 1/2" de diámetro. No presenta humedad. Compactación suelta</td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Arena de grano fino. No presenta humedad. Compactación muy suelta</td> </tr> <tr> <td>0.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>0.60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>0.70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>0.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>0.90</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.20</td> <td></td> <td>M-02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>1.90</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2.90</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>				(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm³)	GRÁFICO	SUSC	REGISTRO ACUSTICO UT.PERM	DESCRIPCIÓN		Dh	Ds			0.00								Material de relleno		0.30								Arena de grano fino con gravilla de 1/2" de diámetro. No presenta humedad. Compactación suelta		0.30								Arena de grano fino. No presenta humedad. Compactación muy suelta		0.40										0.50										0.60										0.70										0.80										0.90										1.00										1.10										1.20		M-02								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									
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)									DENSIDAD (gr/cm³)	GRÁFICO	SUSC	REGISTRO ACUSTICO UT.PERM	DESCRIPCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				Dh	Ds																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0.00								Material de relleno																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
0.30								Arena de grano fino con gravilla de 1/2" de diámetro. No presenta humedad. Compactación suelta																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
0.30								Arena de grano fino. No presenta humedad. Compactación muy suelta																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
0.40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1.10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1.20		M-02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
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:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
REGISTRO FOTOGRÁFICO CCO - 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
La calicata se realizó en el límite entre Nuevo Coishco y Ollanta Humala. El ensayo de densidad se realizó a 1.20 m de profundidad en arena de grano fino.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

 PERÚ Ministerio del Ambiente								
REGISTRO DE CALICATAS								
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISCHO ELABORADO POR: Pilar Vivanco L.		CALICATA:		CCE - 3				
		UBICACIÓN:	C.E. Fé y Alegria	DISTRITO:	Coishco	PROVINCIA:	Santa	REGION:
		PROFOUNDIDAD (m):	2,40	NIVEL FREATICO (m):	N.P.	FECHA:	Agosto 2023	
		COORDENADAS UTM						
		NORTE (m):	9002060	ESTE (m):	761989	COTA (m s.n.m.):	14	
		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Taveras			
PROF. (m) 0,00 0,40 0,80 1,20 1,60 2,00 2,40 2,80 3,20 3,60 4,00 4,40 4,80 5,20 5,60 6,00 M-03	MUESTRAS (%) HUMEDAD (%)	DENSIDAD (g/cm³) Dh Ds	GRÁFICO 	SUCS REGISTRO RETIRADO en presa	DESCRIPCIÓN Material de relleno. Arena de grano fino con gravilla menor a 1" de diámetro. No presenta humedad. Compactación media. Arena de grano fino con gravilla menor a 1" de diámetro. No presenta humedad. Compactación suelta. Arena de grano fino. No presenta humedad. Compactación suelta.			
OBSERVACIONES:								
REGISTRO FOTOGRÁFICO CCE - 03								
								
La calicata se realizó en las inmediaciones del colegio. El ensayo de densidad se realizó a 2,00 m de profundidad en arena de grano fino.								

GW		Grava bien graduada
GP		Grava mal graduada
GM		Grava limosa
GC		Grava arcillosa
SW		Arena bien graduada
SP		Arena mal graduada
SM		Arena limosa
SC		Arena arcillosa
ML		Limo inorgánico de baja plasticidad
CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad
OL		Limo o arcilla orgánica de baja plasticidad
MH		Limo inorgánico de alta plasticidad
CH		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
OH		Limo o arcilla orgánica de alta plasticidad
PT		Turba u otros suelos altamente orgánicos

Registro de posteos

 PERÚ Ministerio del Ambiente		 IGP							
REGISTRO DE POSTEOS									
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISHCO		POSTEO: Huamanchacate UBICACIÓN: Huamanchacate DISTRITO: Coishco PROVINCIA: Santa PROFUNDIDAD (m): 3.00 NIVEL FREÁTICO (m): N.P. COORDENADAS UTM: NORTE (m): 9002955 ESTE (m): 762011 COTA (m s.n.m.): 21 REVISADO POR: Juan Carlos Gómez A. RESPONSABLE DEL PROYECTO: Fernando Tavera							
ELABORADO POR: Héctor Lavado									
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DEFINIDA D (gr/cm³)	GRÁFICO	SUS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN	
								Dh	Ds
3.00								Arena de grano fino con limos. No presenta humedad. Compactación suelta.	
2.90								Arena de grano fino a medio con limos. Medianamente a ligeramente húmedo. Compactación suelta.	
2.80								Arena de grano fino con arcillas. Medianamente húmeda. Compactación media a suelta.	
2.70								Arena de grano fino a medio con arcillas. Medianamente húmeda. Compactación media.	
2.60								Arena de grano fino con limos y arcillas. Compactación suelta a media.	
2.50								Arena de grano fino a medio con limos. Medianamente a ligeramente húmeda. Compactación suelta a media.	
2.40								Arena de grano fino a medio. Ligeramente húmeda. Compactación suelta.	
2.30								Arena de grano fino. Ligeramente húmeda. Compactación media.	
2.20								Arena de grano fino. Ligeramente húmeda. Compactación suelta.	
2.10								Arena de grano fino a medio con limos y arcillas. Ligeramente húmeda. Compactación media a alta.	
2.00									
1.90									
1.80									
1.70									
1.60									
1.50									
1.40									
1.30									
1.20									
1.10									
1.00									
0.90									
0.80									
0.70									
0.60									
0.50									
0.40									
0.30									
0.20									
0.10									
0.00									
OBSERVACIONES:									
REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 01  									
El ensayo se realizó en el las inmediaciones de Huamanchacate.					El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de poste es arena grano fino y de compactación media.				



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



REGISTRO DE POSTEOS

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISCHO		POSTEO: Centro Educativo Ramón Castilla	POST - 02		
DISTRITO:	Coishco	PROVINCIA:	Santa	REGIONE:	Ancash
PROFUNDIDAD (m):	2.40	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Agosto 2023
NORTE (m):	9002044	ESTE (m):	762305	COTA (m s.n.m):	2.9
ELABORADO POR:	Héctor Lavado	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD D (kg/cm³)		GRÁFICO	SLCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERRIL	DESCRIPCIÓN
				Dh	Ds				
0.00									
0.10									Material de relleno.
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									
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 POST - 02



El ensayo se realizó en el las inmediaciones del colegio.

El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo es arena grano fino y de compactación suelta a media.

 PERÚ Ministerio del Ambiente	 IGP							
REGISTRO DE POSTEOS								
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISCHO ELABORADO POR: Héctor Lavado		POSTEO:	POST - 03					
		UBICACIÓN:	DISTRITO: Coishco		PROVINCIA: Santa	REGION: Ancash		
		PROFUNDIDAD (m): 1.80	NIVEL FREÁTICO (m): N.P.		FECHA: Agosto 2023			
		NORTE (m): 9001964	ESTE (m): 762776	COTA (m s.n.m): 40	COORDENADAS UTM:			
		REVISADO POR: Juan Carlos Gómez A.			RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera			
[m] PROF. MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (g/cm³)		GRÁFICO	SUCS	BICAMPO FOTOGRÁFICO DE PESO	DESCRIPCIÓN	
		D _H	D _S					
0.00							Material de relleno.	
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								
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 POST - 03								
								
El ensayo se realizó en las inmediaciones de la losa deportiva. El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de poste es arena grano fino y de compactación suelta.								



REGISTRO DE POSTEOS									
			POSTEO - 04						
			POSTEO:	Plazuela Los Pescadores					
			UBICACIÓN:	Coishco	PROVINCIA:	Santa	REGION:	Ancash	
			DISTRITO:	Coishco	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P	FECHA:	Agosto 2023	
			PROFUNDIDAD (m):	1.50	COORDENADAS UTM				
			NORTE (m):	9001761	ESTE (m):	761774	COTA (m.s.n.m):	21	
			REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:				
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDA D (gr/cm³)	GRÁFICO	SUS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FERIL	DESCRIPCIÓN	
								D _h	D _s
0.00								Material de relleno.	
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									
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 POST - 04									
<p>El ensayo se realizó en las inmediaciones de la plazuela.</p> <p>El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo es arena grano fino y de compactación suelta.</p>									



REGISTRO DE POSTEOS

**ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA
DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL
DISTRITO DE COISHCO**

ELABORADO POR: Héctor Lavado

POST - 05

POSTEO:	Cruce de la Panamericana Antigua con Jr. Gonzalez Prada				
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	Coishco	PROVINCIA:	Santa	REGIÓN:	Ancash

PROFUNDIDAD (m): 0.48 NIVEL FREÁTICO (m): N P FECHA: Agosto 2023

NORTE (m): 9001516 ESTE (m): 762590 COTA (m.s.n.m): 3.2

REVISADO POR: Juan Carlos Gómez A. RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Taveras

COORDENADAS UTM

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD D (g/cm³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.48								
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								

OBSERVACIONES:

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 05



El ensayo se realizó en las inmediaciones del parque.

El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo es arena grano fino y de compactación suelta.



REGISTRO DE POSTEOS								
				POST - 06				
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE COISHCO		POSTEO: UBICACIÓN: DISTRITO: PROFUNDIDAD (m):		Colishco	PROVINCIA: NIVEL FREÁTICO (m):	Santa N.P.	REGIÓN: FECHA:	Ancash Agosto 2023
ELABORADO POR: Héctor Lavado		NORTE (m): REVISADO POR: Juan Carlos Gómez A.		9001218	ESTE (m): RESPONSABLE DEL PROYECTO:	7631966 Hernando Taveras	COTA (m.s.n.m): CÓDIGO:	38 POST - 06
(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD D (g/cm³)	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PEEFL	DESCRIPCIÓN	
							Dh	Ds
0.00							Arena de grano fino con limos y clastos angulosos 3" de diámetro. Ligeramente húmeda. Compactación media.	
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								
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 POST - 06								
<p>El ensayo se realizó en la corte. 4.</p>				<p>El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo es arena con gravas mayores a 4" de diámetro.</p>				

Ensayos de penetración dinámica ligera



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 3.50 m
COORDENADAS (m): 76201.2 E
 9002962 N
FECHA: Setiembre, 2023
ELABORADO POR: Héctor Lavado
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Taveras

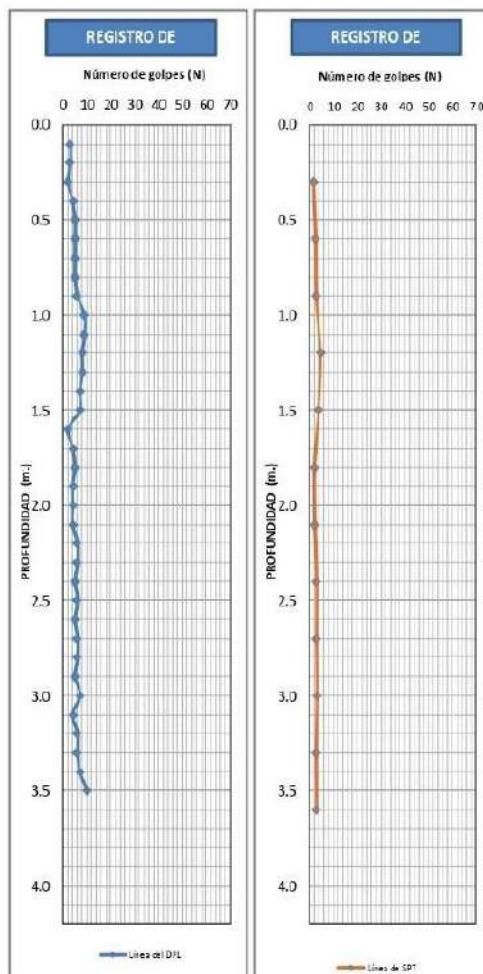
ENSAYO: DPL-1

HOJA: 1/8

N.F.: NO presentar rival práctico

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m.)	N _{DPL} (golpes)	N _{SPT} (golpes)	C' SPT (T/m/m ²)	φ' SPT (%)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	3				
0.20	3	1.38	0.0	20.3	Muy Suelta
0.30	2				
0.40	4				
0.50	5	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
0.60	5				
0.70	5	2.76	0.0	22.4	Muy Suelta
0.80	5				
0.90	6				
1.00	9				
1.10	9	4.49	0.0	24.5	Suelta
1.20	8				
1.30	8				
1.40	7	3.80	0.0	23.7	Muy Suelta
1.50	7				
1.60	2				
1.70	4	1.90	0.0	21.2	Muy Suelta
1.80	5				
1.90	4				
2.00	4	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
2.10	4				
2.20	6				
2.30	6	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
2.40	5				
2.50	6				
2.60	5	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
2.70	5				
2.80	6				
2.90	5	3.11	0.0	22.9	Muy Suelta
3.00	7				
3.10	4				
3.20	6	2.76	0.0	22.4	Muy Suelta
3.30	6				
3.40	7				
3.50	10	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 3.50 m. de profundidad, los suelos corresponden a capa de compactación muy suelta.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 2.40 m
COORDENADAS (m): 762308 E
900047 N

ENSAZO: DPL-2

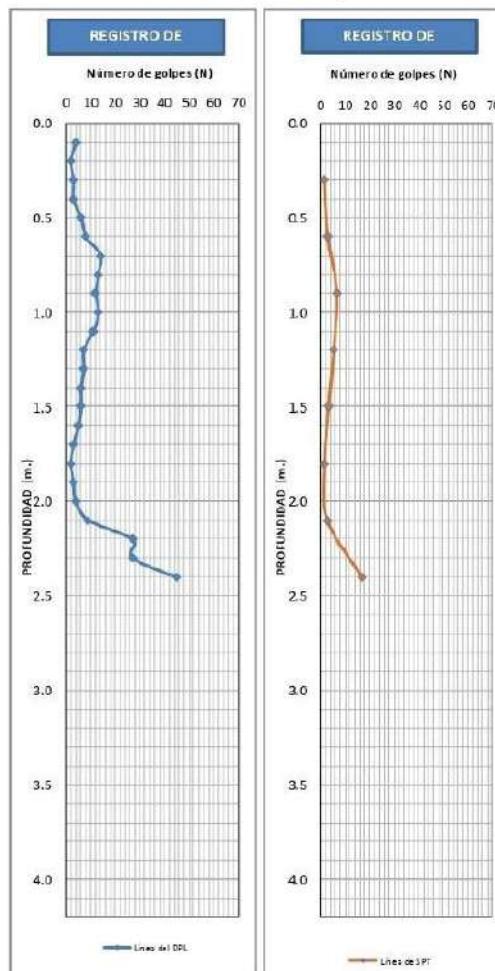
HOJA: 2/8

FECHA: Setiembre, 2023
ELABORADO POR: Héctor Lavado
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

N.F: NO presenta nivel freático

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m.)	N del golpes	N spt (golpes)	C' spt (kN/m ²)	Ø' spt (%)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	4	1.55	0.0	20.6	Muy Suelta
0.20	2				
0.30	3				
0.40	3				
0.50	6	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
0.60	8				
0.70	14				
0.80	13	6.73	0.0	26.6	Suelta
0.90	12				
1.00	13				
1.10	11	5.35	0.0	25.3	Suelta
1.20	7				
1.30	7				
1.40	6	3.28	0.0	23.1	Muy Suelta
1.50	6				
1.60	5				
1.70	3	1.73	0.0	20.9	Muy Suelta
1.80	2				
1.90	3				
2.00	4	2.76	0.0	22.4	Muy Suelta
2.10	9				
2.20	27				
2.30	27	17.09	0.0	33.5	Media
2.40	45				
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					



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 2.40m. de profundidad debido a que se alcanza el número máximo de golpes.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: **Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco**

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 1.70 m
 COORDENADAS (m): 763204 E
 9002175 N
 FECHA: Setiembre, 2023
 ELABORADO POR: Héctor Lavado
 APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

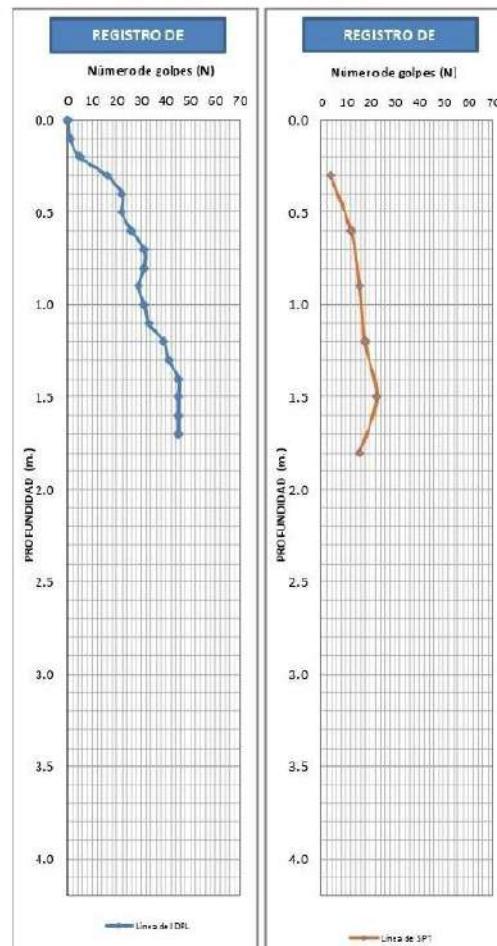
ENSAYO: **DPL-3**

HOJA: 3/8

N.R: NO presenta nivel freático.

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m.)	N _{dpl} (golpes)	N _{spt} (golpes)	C _{spt} (kN/m ²)	Q' spt (')	Compañad Relativa
0.00	0				
0.10	1				
0.20	5	3.80	0.0	23.7	Muy Suelta
0.30	10				
0.40	22				
0.50	22	12.09	0.0	30.5	Media
0.60	26				
0.70	31				
0.80	31	15.71	0.0	32.7	Media
0.90	29				
1.00	31				
1.10	33	17.78	0.0	33.9	Media
1.20	39				
1.30	41				
1.40	45	22.62	0.0	36.3	Media
1.50	45				
1.60	45				
1.70	45	15.54	0.0	32.6	Media
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					



OBSERVACIONES: El ensayo condujo a 1.70 m. de profundidad debido a que se alcanza el número máximo de golpes.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 1.87 m
 COORDENADAS (m): 701774 E
 9001761 N
 FECHA: Setiembre, 2023
 ELABORADO POR: Héctor Lavado
 APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

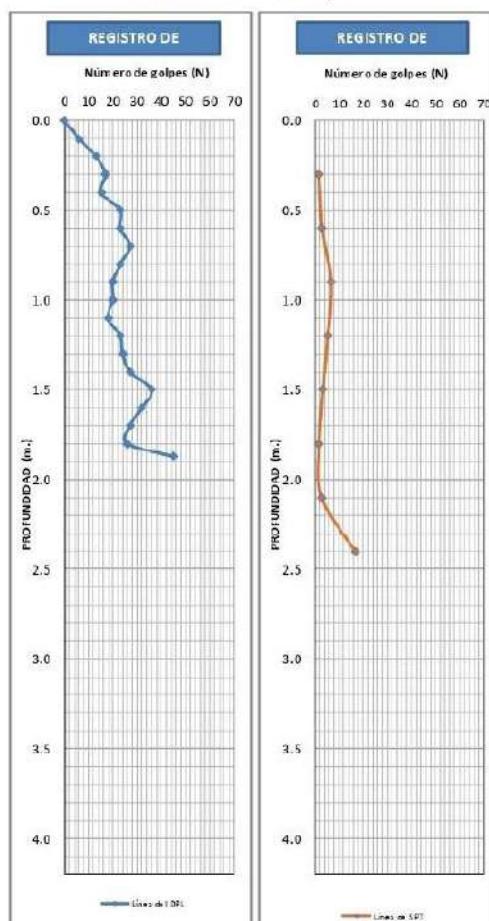
ENSAYO: DPL-4

HOJA: 4/8

N.F: NO presenta nivel freático

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m)	N _{DPL} (golpes)	N _{SPT} (golpes)	C _{SPT} (Tm/m ²)	Ø' SPT (%)	Compacidad Relativa
0.00	0				
0.10	0				
0.20	13	6.22	0.0	26.1	Suelta
0.30	17				
0.40	15				
0.50	23	10.53	0.0	29.5	Media
0.60	23				
0.70	27				
0.80	23	12.05	0.0	30.5	Media
0.90	20				
1.00	20				
1.10	18	10.53	0.0	29.5	Media
1.20	23				
1.30	24				
1.40	27	15.02	0.0	32.3	Media
1.50	36				
1.60	32				
1.70	27	14.68	0.0	32.1	Media
1.80	26				
1.87	45				
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					



OBSERVACIONES: El ensayo condujo a 1.87 m. de profundidad debido a que se alcanza el número máximo de golpes.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 0.48 m
COORDENADAS (m): 762530 E
 9001516 N
FECHA: Septiembre, 2023
ELABORADO POR: Héctor Lavado
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

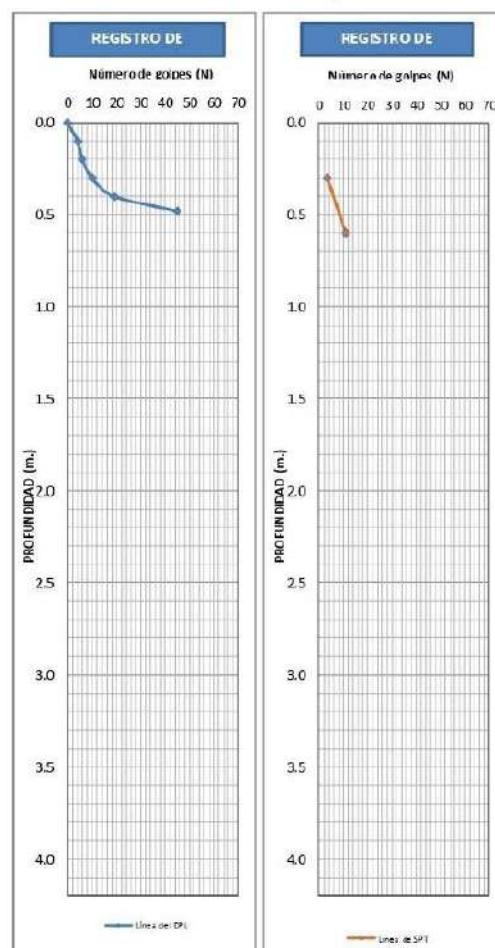
ENSAYO: DPL-5

HJJA: 5/8

N.F: NO presenta nivel freático

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m.)	N _{dpl} (golpes)	N _{spt} (golpes)	C [*] _{spt} (Tn/m ²)	Ø [*] _{spt} (%)	Compacidad Relativa
0.00	0				
0.10	4				
0.20	6	3.45	0.0	23.3	Muy Suelta
0.30	10				
0.40	19				
0.48	45	11.05	0.0	29.9	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					



OBSERVACIONES: El ensayo condujo a 0.48 m. de profundidad debido a que se alcanzó el número máximo de golpes.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN: Estadio Coishco

PROFUNDIDAD (m): 2.10 m
COORDENADAS (m): 752776 E
 9001964 N

ENSAYO: DPL-6

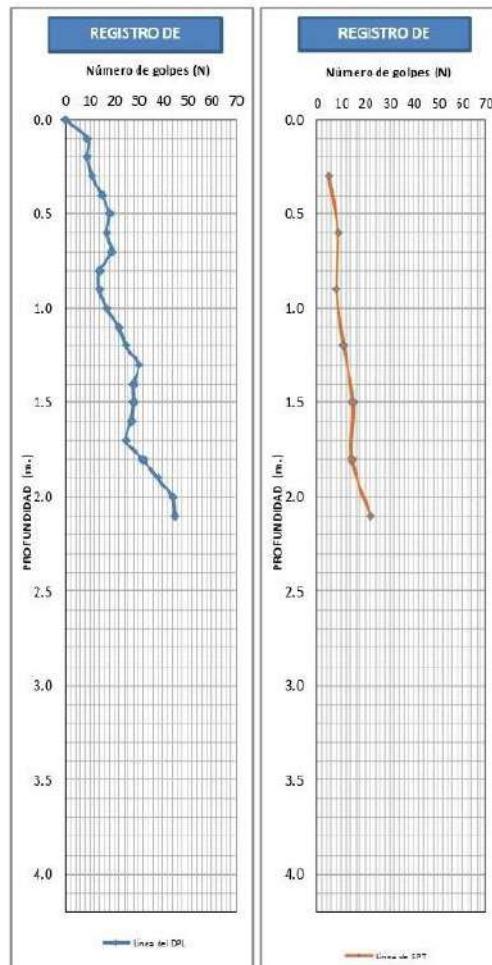
FECHA: Setiembre, 2023
ELABORADO POR: Héctor Lavado
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

HOJA: 6/8

N.F: NO presenta nivel freático

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m)	N _{dpl} (golpes)	N _{spt} (golpes)	C' spc (kN/m ²)	φ' sp (°)	Compresión Relativa
0.00	0				
0.10	9				
0.20	9	5.01	0.0	25.0	Suelta
0.30	11				
0.40	15				
0.50	18	8.63	0.0	28.1	Suelta
0.60	17				
0.70	19				
0.80	14	8.12	0.0	27.7	Suelta
0.90	14				
1.00	17				
1.10	22	11.05	0.0	29.9	Media
1.20	25				
1.30	30				
1.40	28	14.85	0.0	30.2	Media
1.50	28				
1.60	27				
1.70	25	14.50	0.0	32.0	Media
1.80	32				
1.90	38				
2.00	44	21.93	0.0	35.9	Media
2.10	45				
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					



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 2.10 m. de profundidad, debido a que se alcanza el número máximo de golpes.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN: Calle Pacasmayo 570

PROFUNDIDAD (m): 1.68 m
COORDENADAS (m): 701966 E
 9001218 N

ENSAYO: DPL-7

HOJA: 7/8

FECHA: Setiembre, 2023

N.F: NO presenta nivel freático

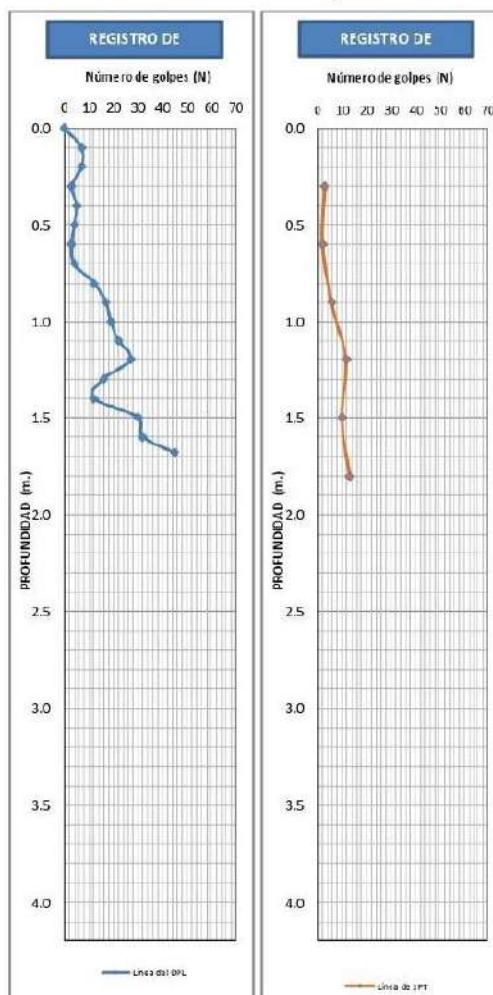
ELABORADO POR: Héctor Lavado

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavares

PRCF.	N _{spt} (golpes)	N _{spt} (golpes)	C' _{spt} (kN/m ³)	φ' _{spt} (°)	Compacidad Relativa
0.00	0				
0.10	7				
0.20	7	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
0.30	3				
0.40	5				
0.50	4	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
0.60	3				
0.70	4				
0.80	12	5.70	0.0	25.7	Suelta
0.90	17				
1.00	19				
1.10	22	11.74	0.0	30.3	Media
1.20	27				
1.30	16				
1.40	12	10.01	0.0	29.2	Media
1.50	30				
1.60	32				
1.68	45	13.30	0.0	31.3	Media
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 entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 1.68m. de profundidad debido a que se alcanza el número máximo de golpes.



**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)**

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN: Jr. José Galvez 1/9

PROFUNDIDAD (m): 0.88 m

COORDENADAS (m): 752045 E

ENSAYO: **DPL-8**

HOJA: 8/8

9002299 N

FECHA: Setiembre, 2023

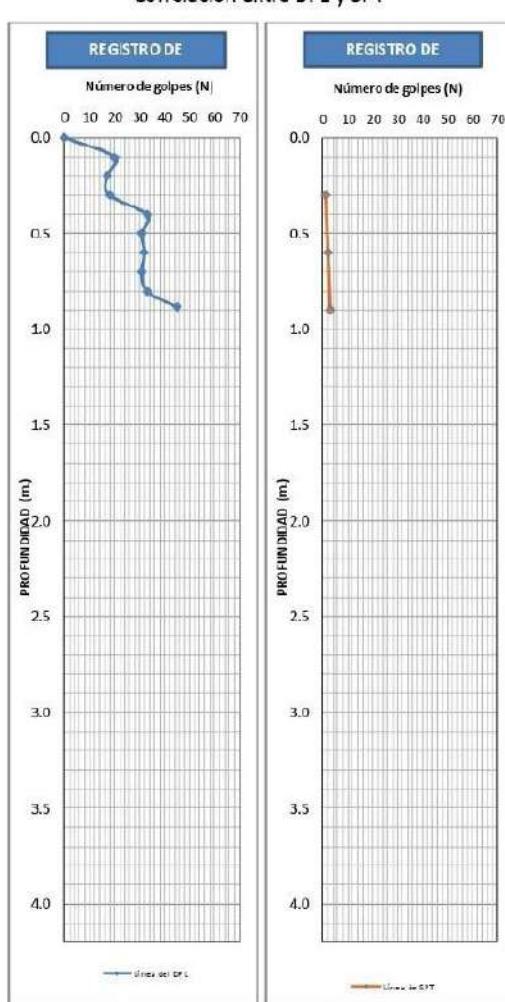
ELABORADO POR: Héctor Lavado

N.F.: NO presenta nivel freático

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m)	N _{dpl} (golpes)	N _{spt} (golpes)	C' _{spt} (lb/in ²)	Ø' _{spt} (°)	Compacidad Relativa
0.00	0				
0.10	20				
0.20	17	9.50	0.0	28.8	Suelta
0.30	18				
0.40	33				
0.50	31	1658	0.0	33.2	Media
0.60	32				
0.70	31				
0.80	33	1882	0.0	34.4	Media
0.88	45				
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					



OBSERVACIONES: El ensayo concluyó a 0.88 m. de profundidad debido a que se alcanza el número máximo de golpes.



CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE USANDO PARÁMETROS DEL SPT

PROYECTO: Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN:	Distrito Coishco	Provincia Santa
FIECHA:	Setiembre, 2023	Región Ancash
ELABORADO POR:	Pilar Viveranco.	ENSAYO:
APROBADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	HOJA:
RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Herrando Tavera	Varios 1/1

Número	Muestra	γ_{wet} (kg/cm^3)	γ_{seca} (kg/cm^3)	Nivel Freático (m)	D _f (m)	B (m)	C (kN/cm^2)	ϕ (°)	Factor de seguridad	Terzaghi N _t	Factores de carga N _y	Capacidad de Carga (kg/cm^2)	Capacidad de Carga (kg/cm^2)	q _{ult}	q _s
1	DPI-01	1.26	0.98		1.00	1.00	0.000	24.50	3.00	14.47	5.40	2.11	0.81	0.27	
2	DPI-02	1.33	1.32		1.00	1.00	0.000	25.30	3.00	15.02	5.95	2.35	0.95	0.32	
3	DPI-03	1.33	1.32		1.00	1.00	0.000	33.90	3.00	23.59	11.57	7.13	2.01	0.67	
4	DPI-04	1.55	1.52		1.00	1.00	0.000	29.50	3.00	18.51	7.09	4.08	1.42	0.47	
6	DPI-06	1.33	1.32		1.00	1.00	0.000	29.90	3.00	18.89	8.25	4.33	1.39	0.46	
7	DPI-07	1.33	1.32		1.00	1.00	0.000	30.30	3.00	19.30	8.53	4.52	1.44	0.48	

Falla General Falla Local

D_f: Profundidad de cimentación
 γ_{wet} : Densidad natural
 γ_{seca} : Densidad seca
 B: Ancho de cimiento continuo

ϕ (°): Ángulo de fricción interna del suelo
 C (kN/cm^2): Cohesión
 N_t, N_y: Factores de carga
 q_{ult}: Capacidad de carga última
 q_s: Capacidad de carga admisible



CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE USANDO PARÁMETROS DE RESISTENCIA ADQUIRIDOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO:

Zonificación Geofísica-Geotécnica de suelos del área urbana del distrito de Coishco

UBICACIÓN:

Distrito Coishco Provincia Santa Región Ancash

ENSAYO:

HOJA:

Varios

1/1

FECHA:

Setiembre, 2023

Pilar Vivanco.

Juan Carlos Gómez A.

Herrando Tavera

ELABORADO POR:

APROBADO POR:

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

Número	Muestra	γ_{nat} (kg/cm^3)	γ_{seca} (kg/cm^3)	Nivel Freático (m)	D _f (m)	B (m)	C (kg/cm^3)	Φ (°)	Factor de seguridad	Terzaghi	N _c	N _q	N _y	Capacidad de Carga (kg/cm^2)	Capacidad de Carga (kg/cm^2)
1	CO-01	1.26	0.93		1.00	1.00	0.000	23.00	3.00	13.51	4.82	1.74	0.72	0.24	
2	CO-02	1.33	1.32		1.00	1.00	0.000	31.00	3.00	19.88	8.31	4.39	1.40	0.47	
3	CO-03	1.55	1.52		1.00	1.00	0.000	30.00	3.00	20.03	9.03	4.83	1.77	0.59	

Falla General

Falla local

D_f Profundidad de cimentación

γ_{nat} Densidad natural

γ_{seca} Densidad seca

B (m) Ancho de cimiento continuo

Φ (°)

C (kg/cm^3)

N_c, N_q, N_y

q_{ult}

Angulo de fricción interna del suelo

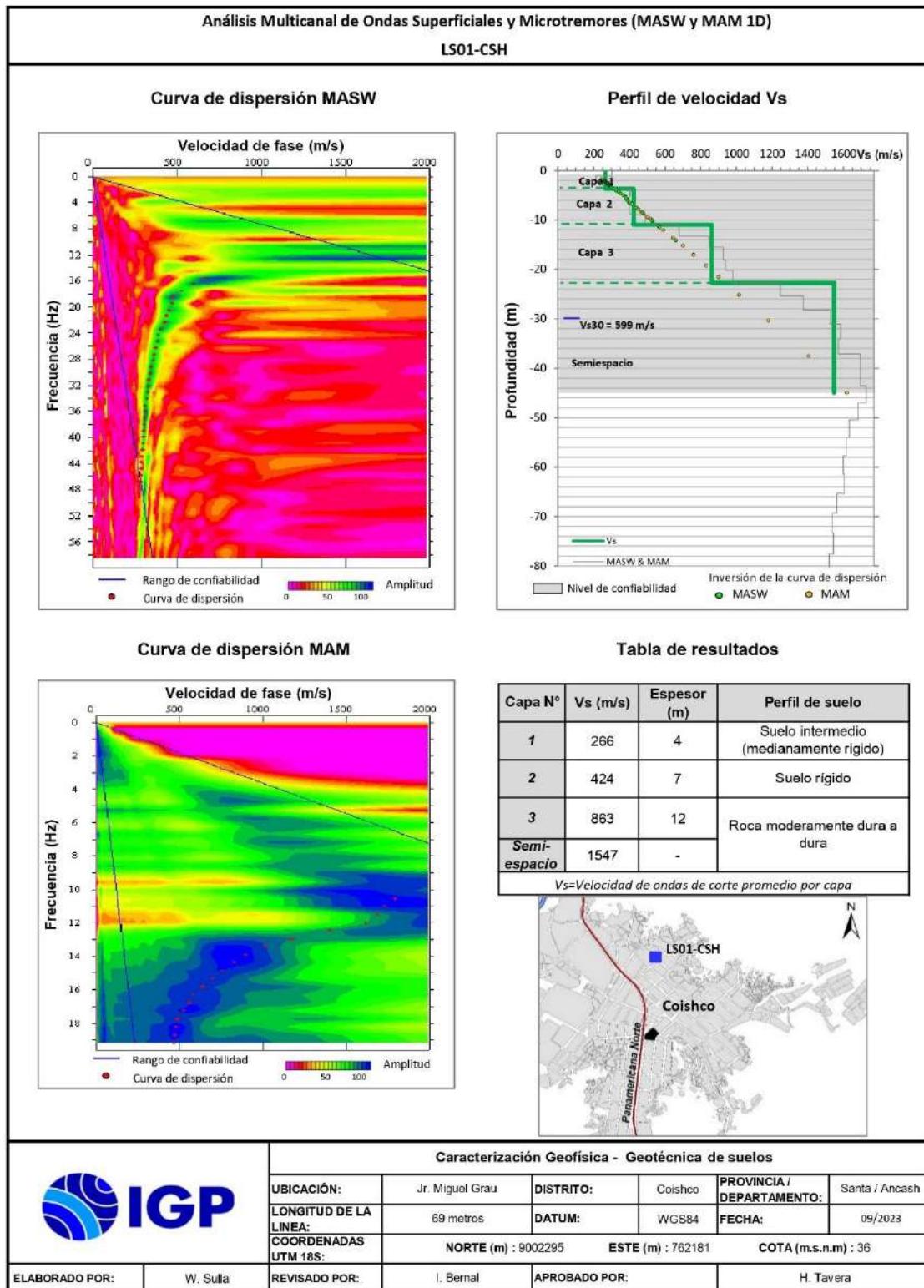
Cohesión

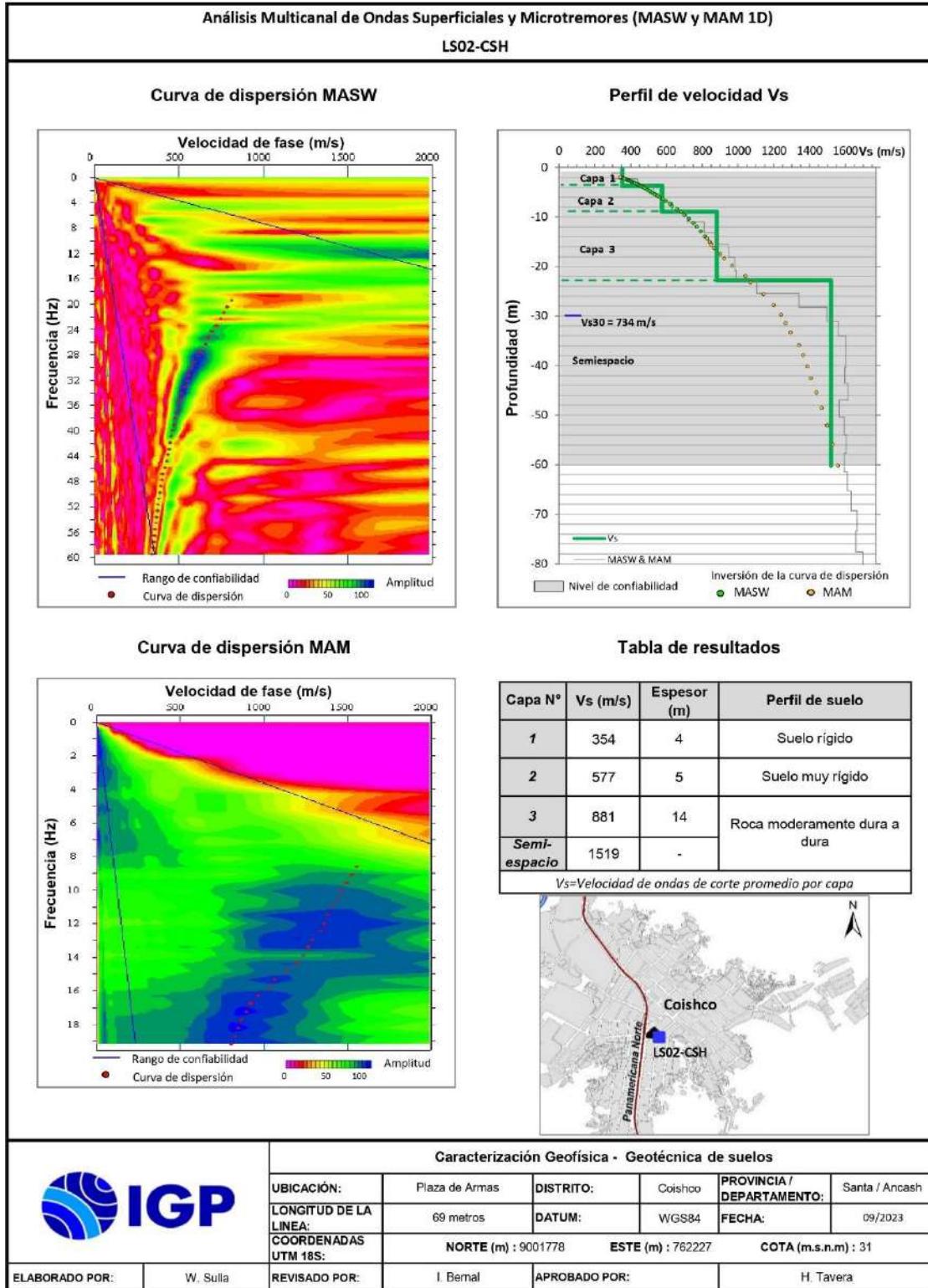
Factores de carga

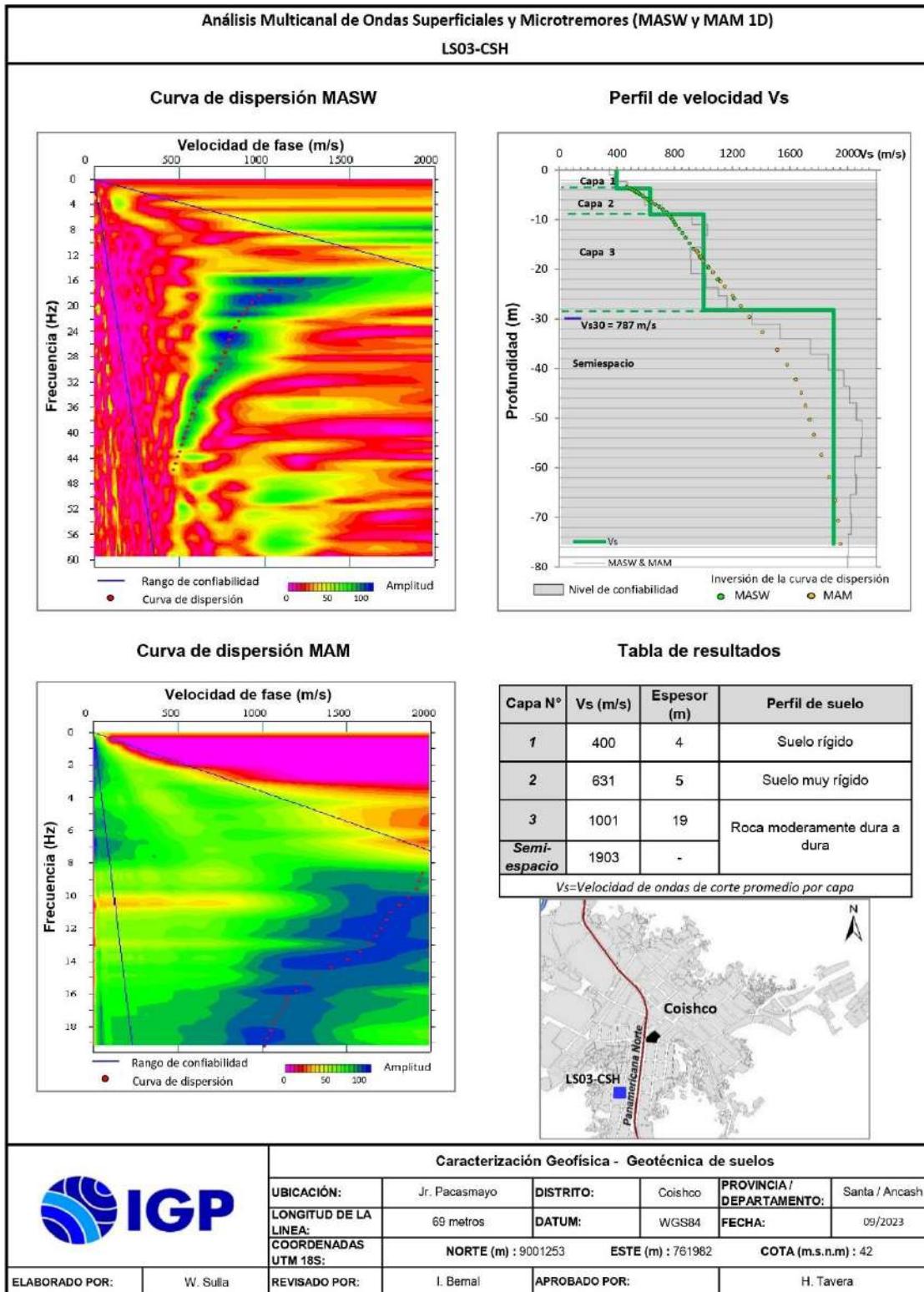
Capacidad de carga última

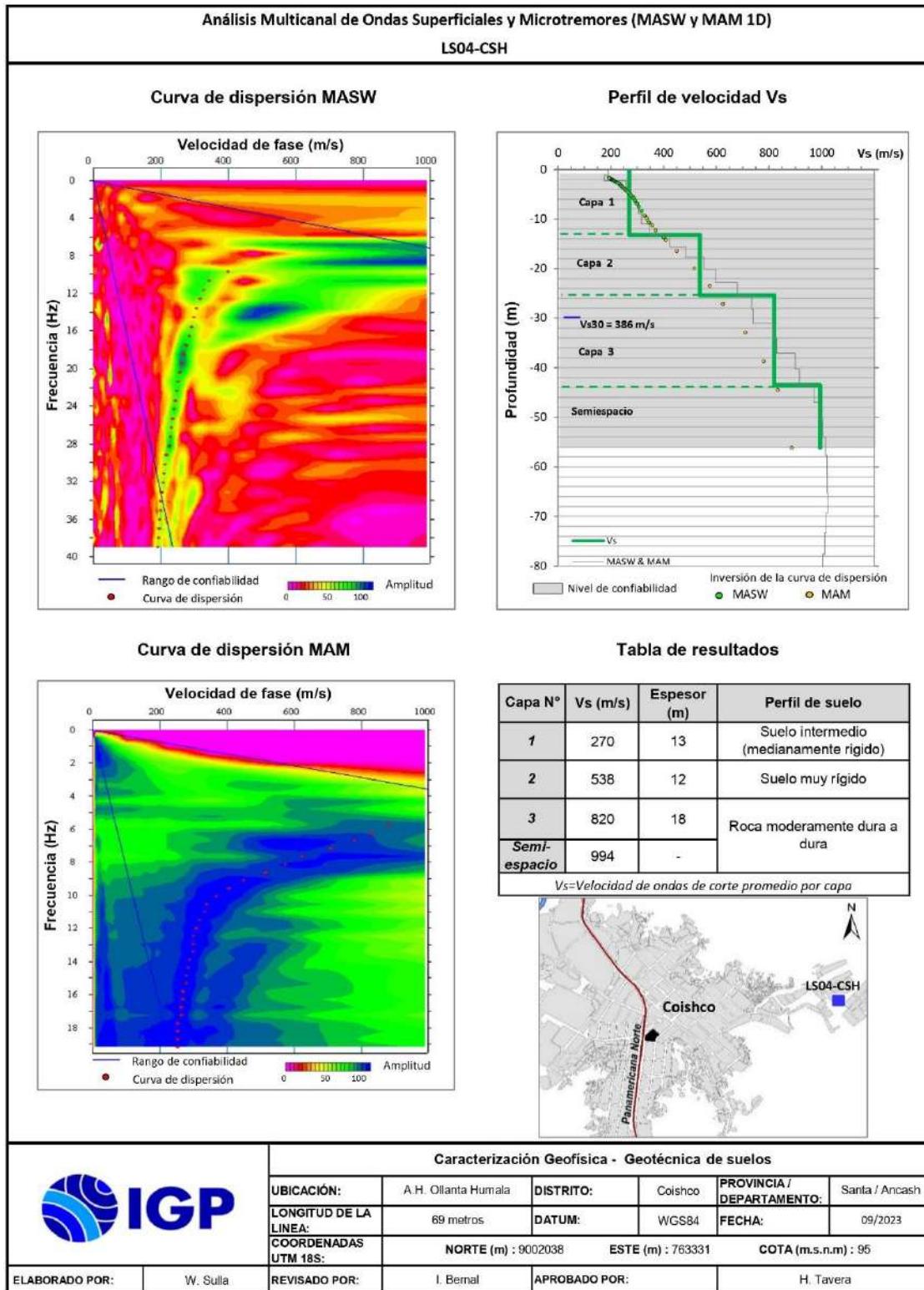
Capacidad de carga admisible

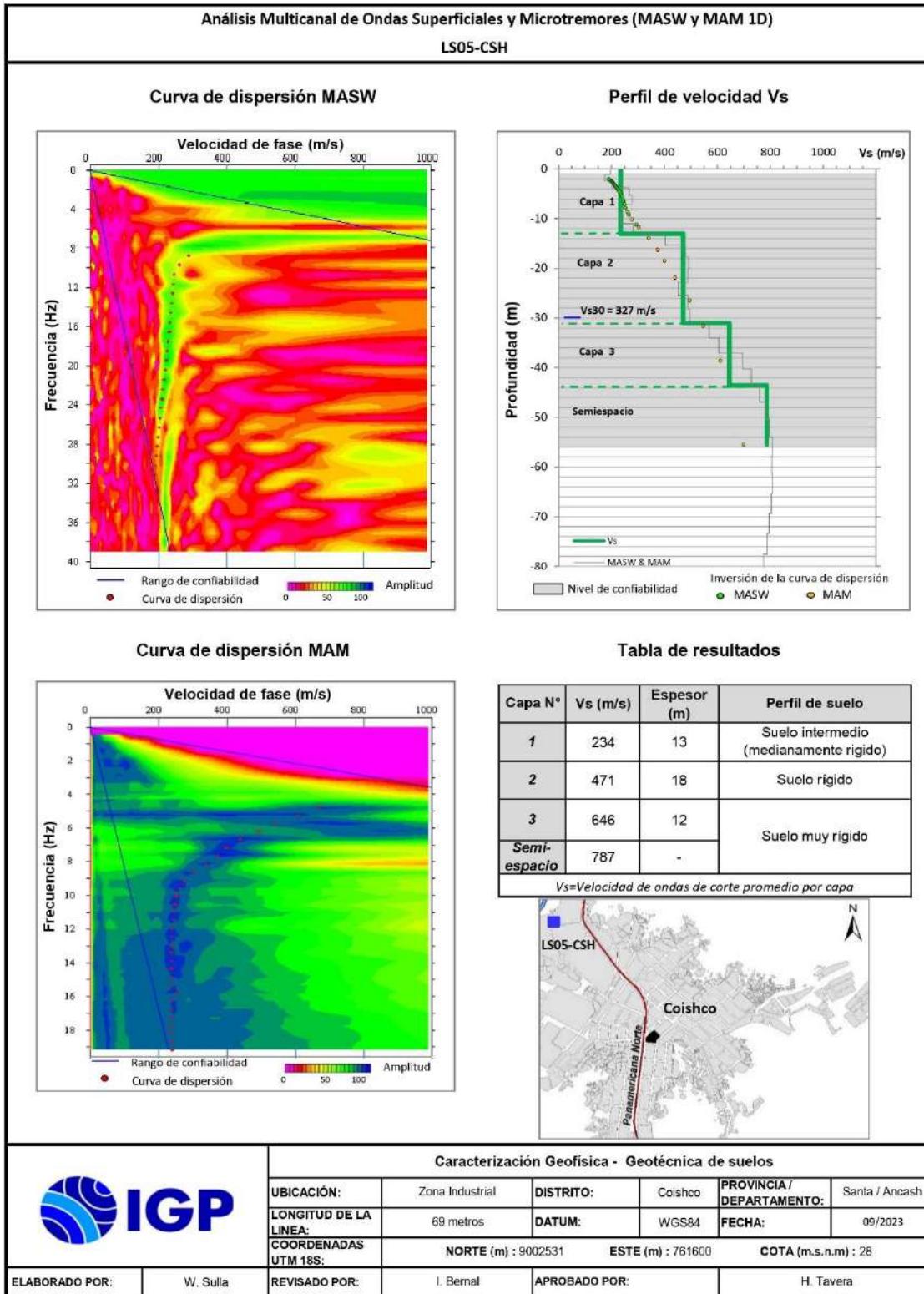
ANEXOS 3
Información Geofísica:
Perfiles sísmicos MASW – MAM

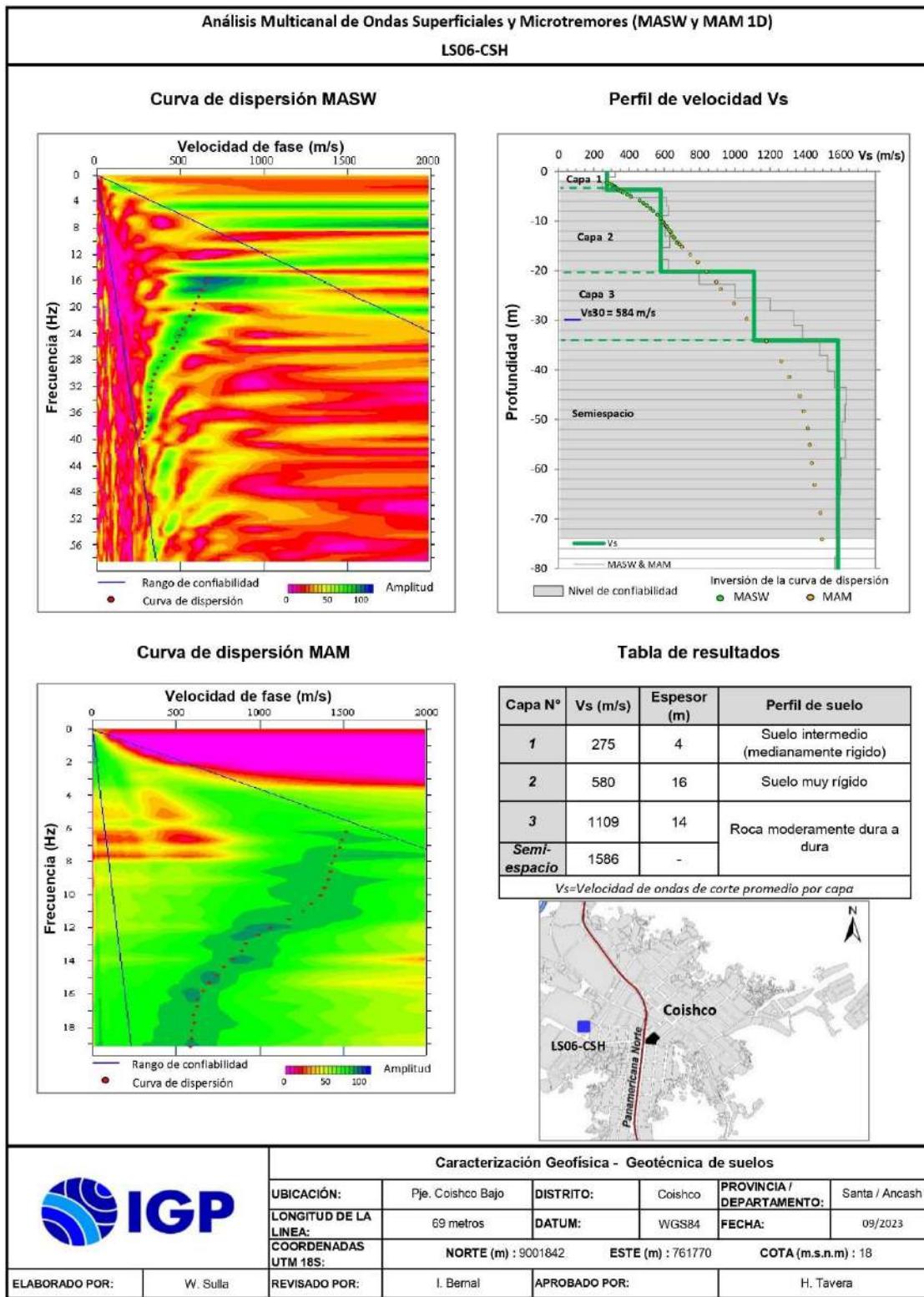


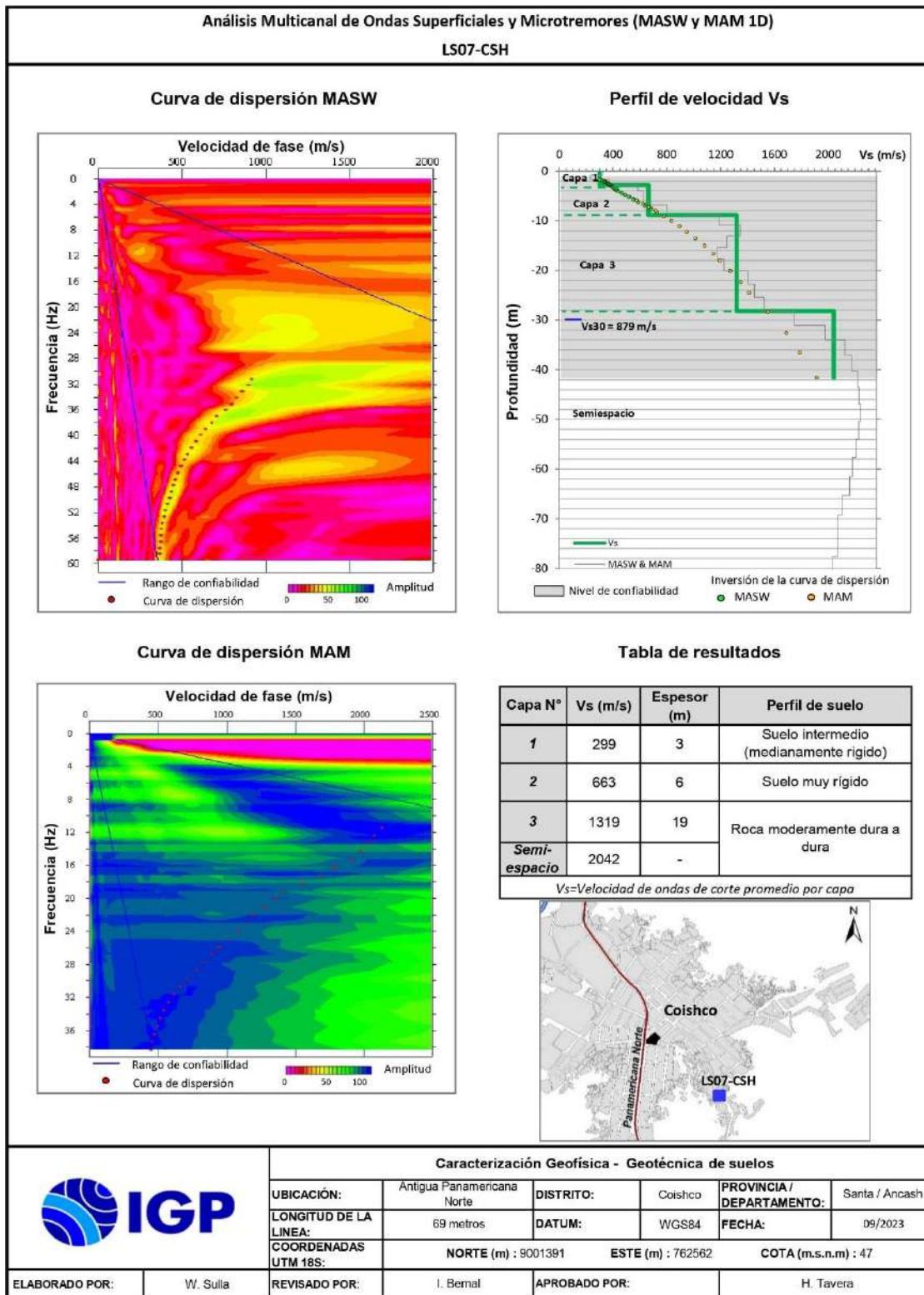




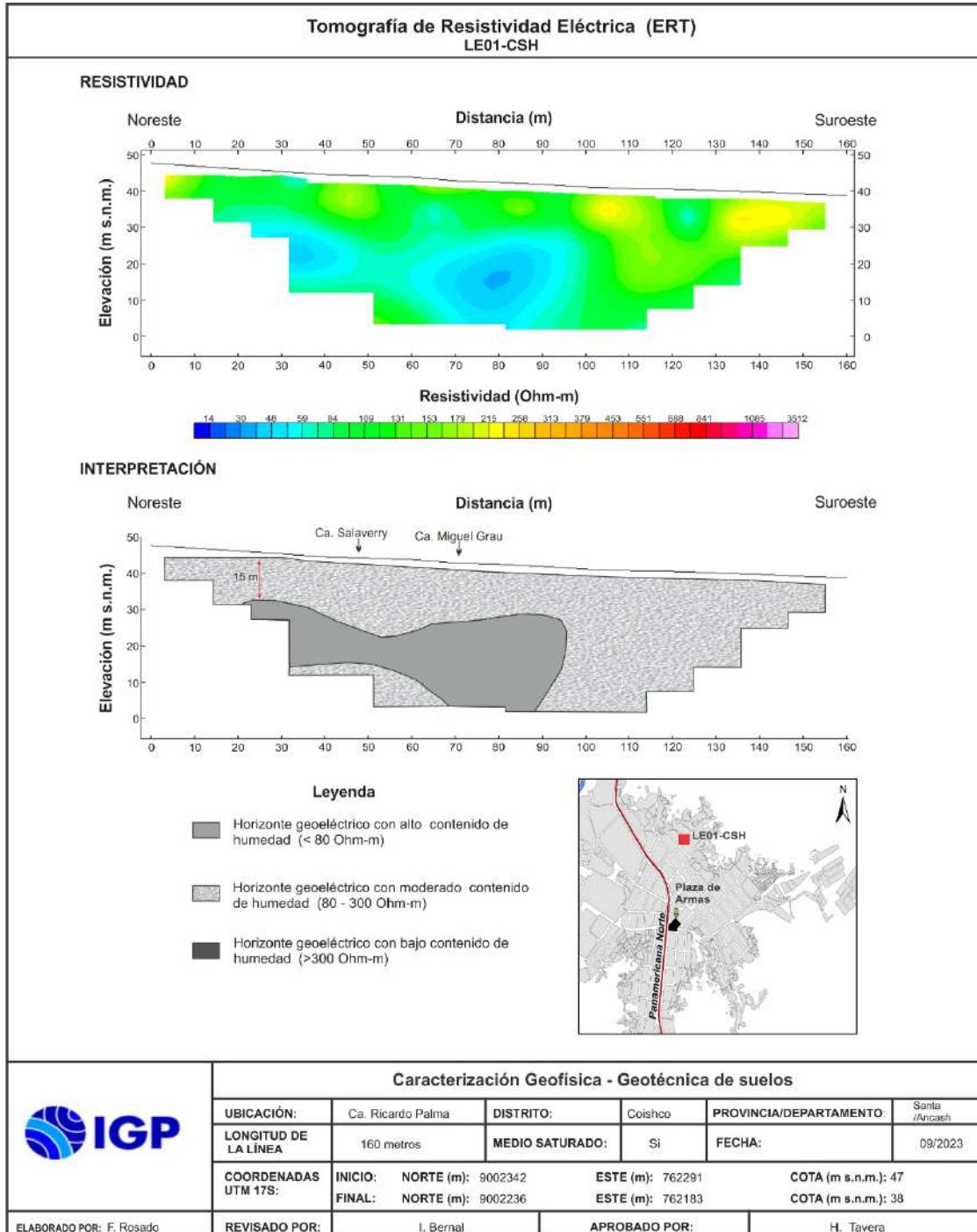


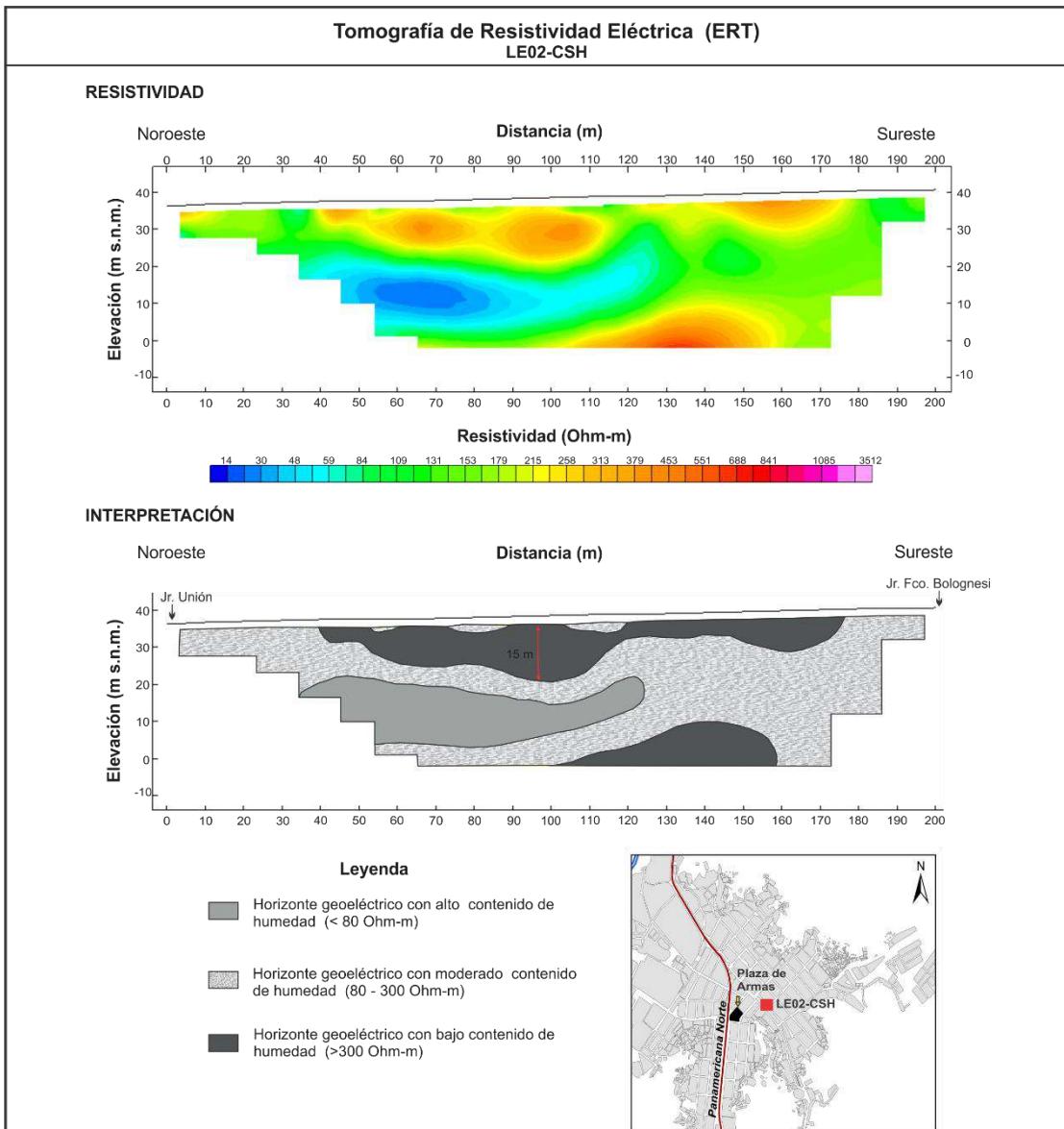




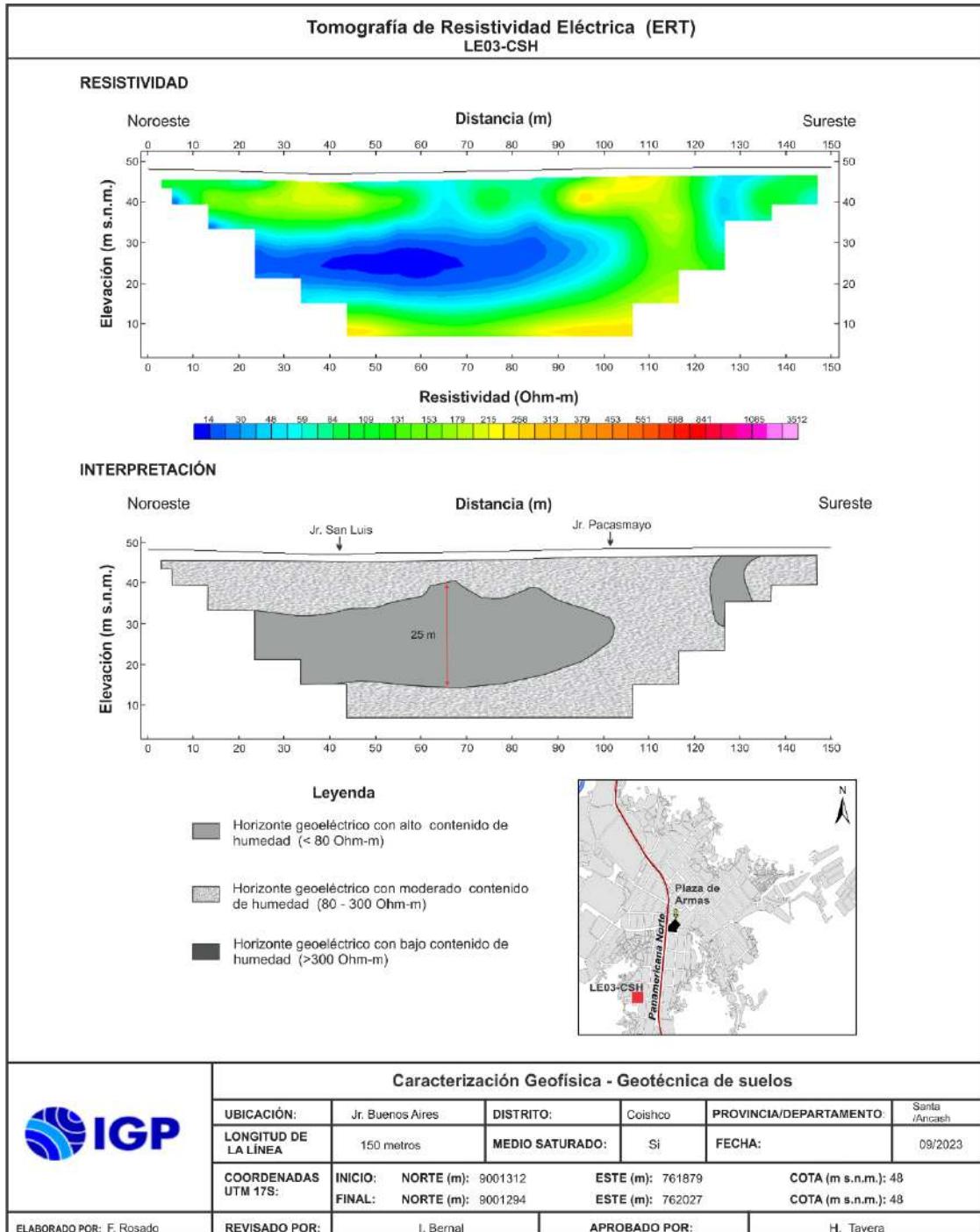


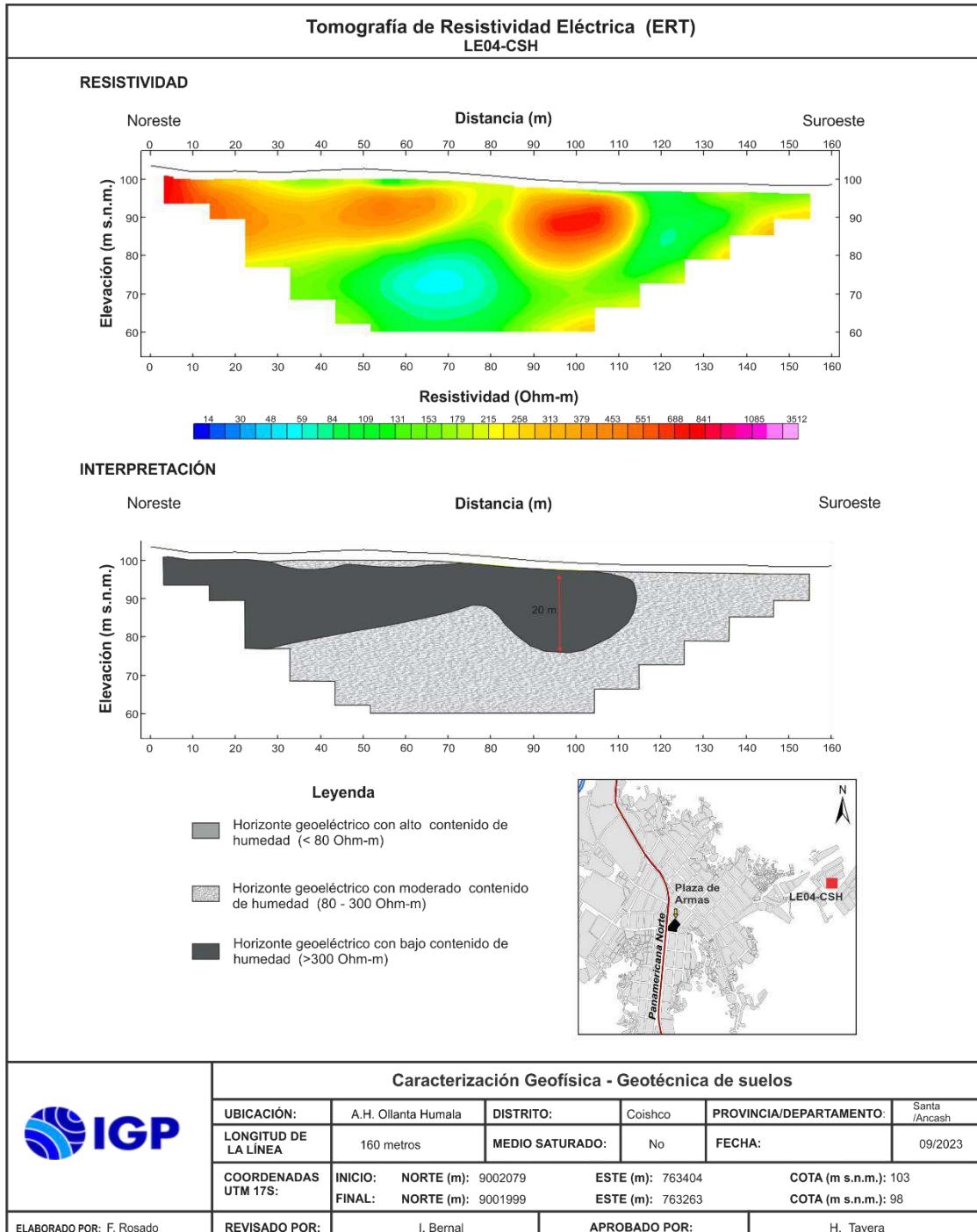
**Información Geofísica:
Secciones de tomografía eléctrica**

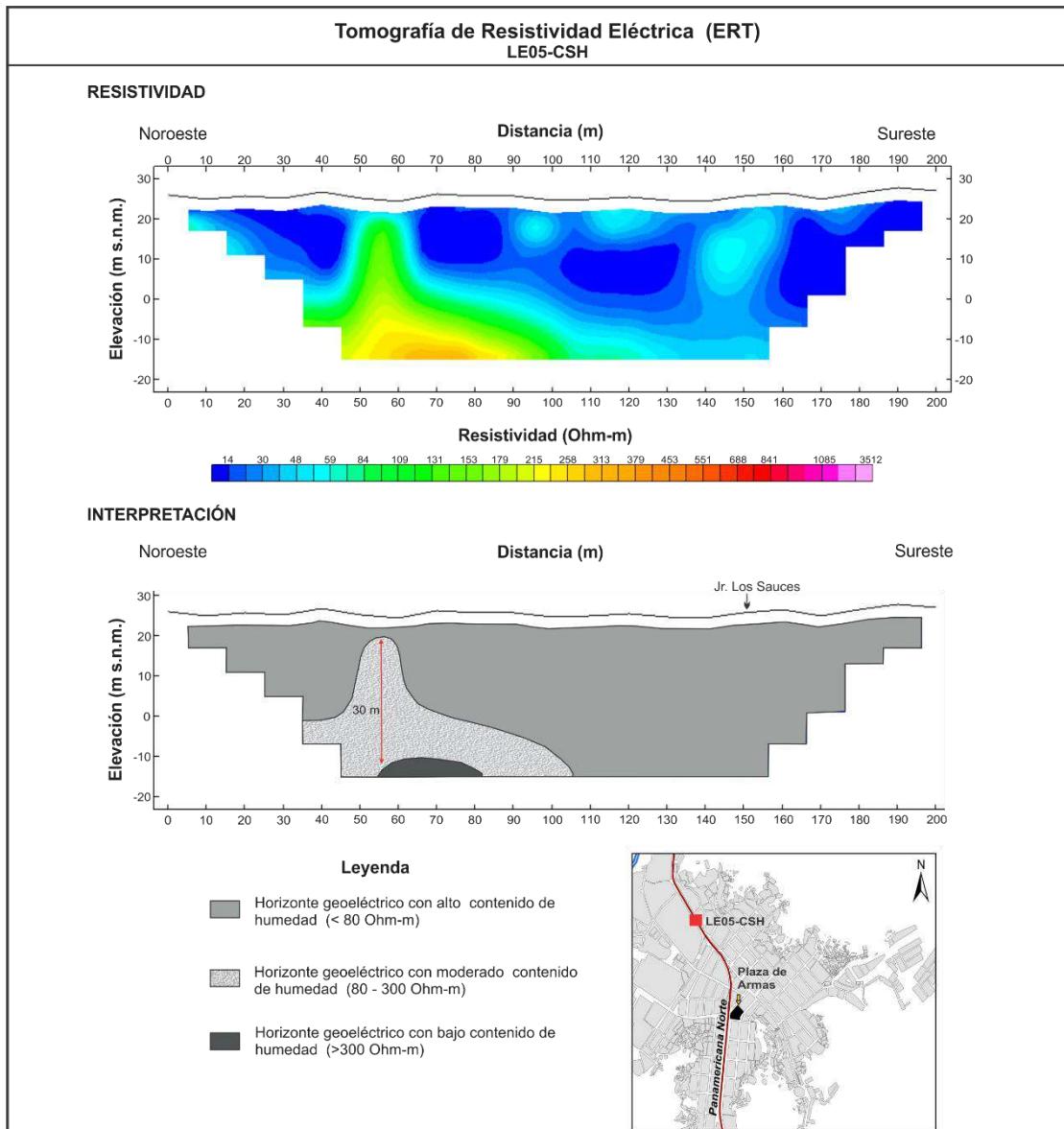




	Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
	UBICACIÓN:	Antigua Panamericana norte	DISTRITO:	Coishco	PROVINCIA/DEPARTAMENTO:	Santa /Arequipa
	LONGITUD DE LA LÍNEA	200 metros	MEDIO SATURADO:	No	FECHA:	09/2023
	COORDENADAS UTM 17S:	INICIO: NORTE (m): 9001848 FINAL: NORTE (m): 9001713		ESTE (m): 762316 ESTE (m): 762450		COTA (m s.n.m.): 36 COTA (m s.n.m.): 40
ELABORADO POR: F. Rosado	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	







	Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
	UBICACIÓN:	Panamericana norte	DISTRITO:	Coishco	PROVINCIA/DEPARTAMENTO:	Santa /Ancash
	LONGITUD DE LA LÍNEA	200 metros	MEDIO SATURADO:	Si	FECHA:	09/2023
	COORDENADAS UTM 17S:	INICIO: NORTE (m): 9002460 FINAL: NORTE (m): 9002289	ESTE (m): 761793 ESTE (m): 761907	COTA (m s.n.m.): 23 COTA (m s.n.m.): 23		
ELABORADO POR: F. Rosado	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

