



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA – GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA – REGIÓN SAN MARTÍN

Informe Técnico N°030-2023/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Octubre, 2023

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera
Director Científico: Edmundo Norabuena
Director Ciencias de la Tierra Sólida: Juan Carlos Gómez

Informe Técnico

Caracterización Geofísica - Geotécnica de los suelos del área urbana de Moyobamba, Región San Martín.

Autores

Isabel Bernal, Wilfredo Sullá, Juan Carlos Gómez, Hernando Tavera

Participantes:

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

Cartografía: Javier Oyola.

Evaluación Geodinámica-Geotécnica: Roberth Carrillo / Segundo Ortiz / 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

**CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL
ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA
REGIÓN SAN MARTÍN**

Lima – Perú
Noviembre, 2023

RESUMEN

El comportamiento dinámico de los suelos del área urbana de Moyobamba y zonas de expansión han sido evaluados mediante la aplicación de diversos métodos geofísicos y geotécnicos. Los resultados evidencian que en la zona céntrica de Moyobamba predominan suelos medianamente rígidos con espesores que superan los 50 metros (V_{s30} : 220 -370 m/s), que responden a periodos de 0.2-0.3 y >0.8 segundos con bajas amplificaciones; mientras que, hacia los extremos norte, este y oeste, se identifica la presencia de suelos medianamente rígidos a blandos, con espesores de hasta 37 metros (V_{s30} : 220 -270 m/s). Estos suelos responden a periodos largos y por su alto contenido de humedad, y efectos topográficos, son flexibles y complejos. Por su proximidad al río Mayo se tiene la presencia de quebradas y barrancos, donde los niveles de sacudimiento del suelo, ante la posible ocurrencia de un sismo, se amplificaran en más de tres veces.

Para la ciudad de Moyobamba, el mapa de Zonificación Geofísica – Geotécnica de suelos indica la presencia de tres zonas correspondientes a suelos Tipo S2, S3 y S4 (Norma E.030); es decir, suelos medianamente rígidos a blandos.

Por efectos de sitio (suelos blandos e inestabilidad topográfica), las zonas de mayor riesgo ante la ocurrencia de sismos corresponden a las quebradas de Tumino, Coccocho, Azungue, Shango, Planicie y Rumiyacu. Asimismo, en el sector de Motilones; Urbanizaciones de Juan Antonio y Santa Clara; Asociaciones Los Jardines, Churuyacu, Indañe, Tahuishco y Shango

CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN

- 1.1. Objetivo del estudio
- 1.2. Área de estudio
- 1.3 Condiciones locales de suelo
- 1.4. Zonificación, norma técnica E.030
- 1.5. Antecedentes

2.- GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

- 2.1. Geomorfología
 - 2.1.1. Base topográfica
 - 2.1.2. Unidades Geomorfológicas
- 2.2. Geología Local
- 2.3. Geodinámica
- 2.4. Aspectos geotécnicos
 - 2.4.1. Exploraciones a cielo abierto (calicatas, norma ASTM 420)
 - 2.4.2. Densidad del suelo in-situ
 - 2.4.3. Exploraciones con posteadora
 - 2.4.4. Ensayo de penetración dinámica ligera – DPL
 - 2.4.5. Resultado de los ensayos de laboratorio
 - 2.3.5.1. Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS)
 - 2.4.6. Análisis químico de suelos
 - 2.4.7. Ensayo de corte directo
 - 2.3.7.1. Capacidad de carga admisible
 - 2.4.8. Licuación de suelos

3.- GEOFÍSICA APLICADA

- 3.1. Método de razones espectrales – vibración ambiental
 - 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 Tomografía 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 los suelos

4.2.- Mapa de Zonificación Geofísica – Geotécnica

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1 – Información Geofísica

Perfiles sísmicos MASW-MAM

Secciones de Tomografía Eléctrica

ANEXO 2 – Información Geológica – Geotécnica

Registros de calicatas

Registros de posteos

1.- INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la historia sísmica del Perú, la región nor-oriental del país ha sido afectada en varias oportunidades por eventos sísmicos de variada magnitud, que han generado altos niveles de sacudimiento del suelo produciendo daños estructurales en la región San Martín, tal como ocurrió con los sismos de los años 1990 (M6.0), 1991 (M6.9) y 2005 (M7.5). Considerando que los sismos son cíclicos, es de esperarse que a futuro, las mismas ciudades y/o áreas urbanas de esta región, sean afectadas por sacudimientos del suelo de igual o mayor la intensidad; por lo tanto, conocer su comportamiento dinámico resulta ser una herramienta eficaz para reducir el riesgo en las áreas urbanas y por ende, de la población.

Los estudios de caracterización Geofísica – Geotécnica de los suelos (Comportamiento Dinámico del Suelo) permiten conocer las características físicas y dinámicas de los suelo sobre los cuales se asientan las ciudades y/o futuras áreas de expansión urbana. Para ello, se realiza la aplicación de diferentes métodos que consideran información geofísica (H/V, sísmica y eléctrica), geológica, geodinámica, geomorfológica y geotécnica; siendo la correlación e integración de esta información la que permite elaborar el mapa de zonificación de los suelos del área urbana de Moyobamba. Los resultados obtenidos en este estudio, se constituyen como información primaria a ser utilizada por los ingenieros civiles y arquitectos en el diseño y construcción de las estructuras apropiadas para los tipos de suelos identificados; además de ser insumo para los diversos instrumentos de gestión del riesgo y ordenamiento territorial del gobierno local y regional.

El estudio “Caracterización Geofísica – Geotécnica de los suelos en el área urbana de Moyobamba, provincia de Moyobamba y departamento de San Martín”, se realizó, como parte del Convenio específico entre la

Municipalidad Provincial de Moyobamba y el Instituto Geofísico del Perú (IGP), ver Figura 1.



Figura 1. Vista panorámica de la Plaza de Armas de Moyobamba.

1.1.-Objetivo del estudio

El presente estudio tiene como objetivo realizar la caracterización Geofísica – Geotécnica de los suelos del área urbana de Moyobamba, a fin de comprender su comportamiento dinámico ante la sollicitación sísmica. El mapa de zonificación de suelos para el área urbana se obtiene mediante la aplicación de diferentes métodos geofísicos, geológicos y geotécnicos.

1.2.- Área de estudio

El ámbito de estudio corresponde al área urbana del distrito de Moyobamba (Figura 2), ubicado en la zona nor-oriental del Perú y forma parte de los 6 distritos que conforman la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. La ciudad de Moyobamba se ubica en el extremo norte de la provincia del mismo nombre, a una altitud promedio de 895 m.s.n.m., limita por el norte con el distrito de Yantalo, por el este y sur con el distrito de Jepelacio y al oeste con los distritos de Yantalo y Habana. Abarca un área de aproximadamente de 6417 hectáreas y la población beneficiada con el presente estudio totaliza a 88,059 habitantes (INEI, 2021).

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 de los suelos. Estos controlan la amplificación de las ondas sísmicas causantes de los daños a observarse en superficie después de ocurrido un evento sísmico (Hartzell, 1992; Beresnev et al., 1995; Bard

1995; Lermo y Chávez-García, 1993, 1994 a, b; Bard y Sesame, 2004; Bernal, 2002).

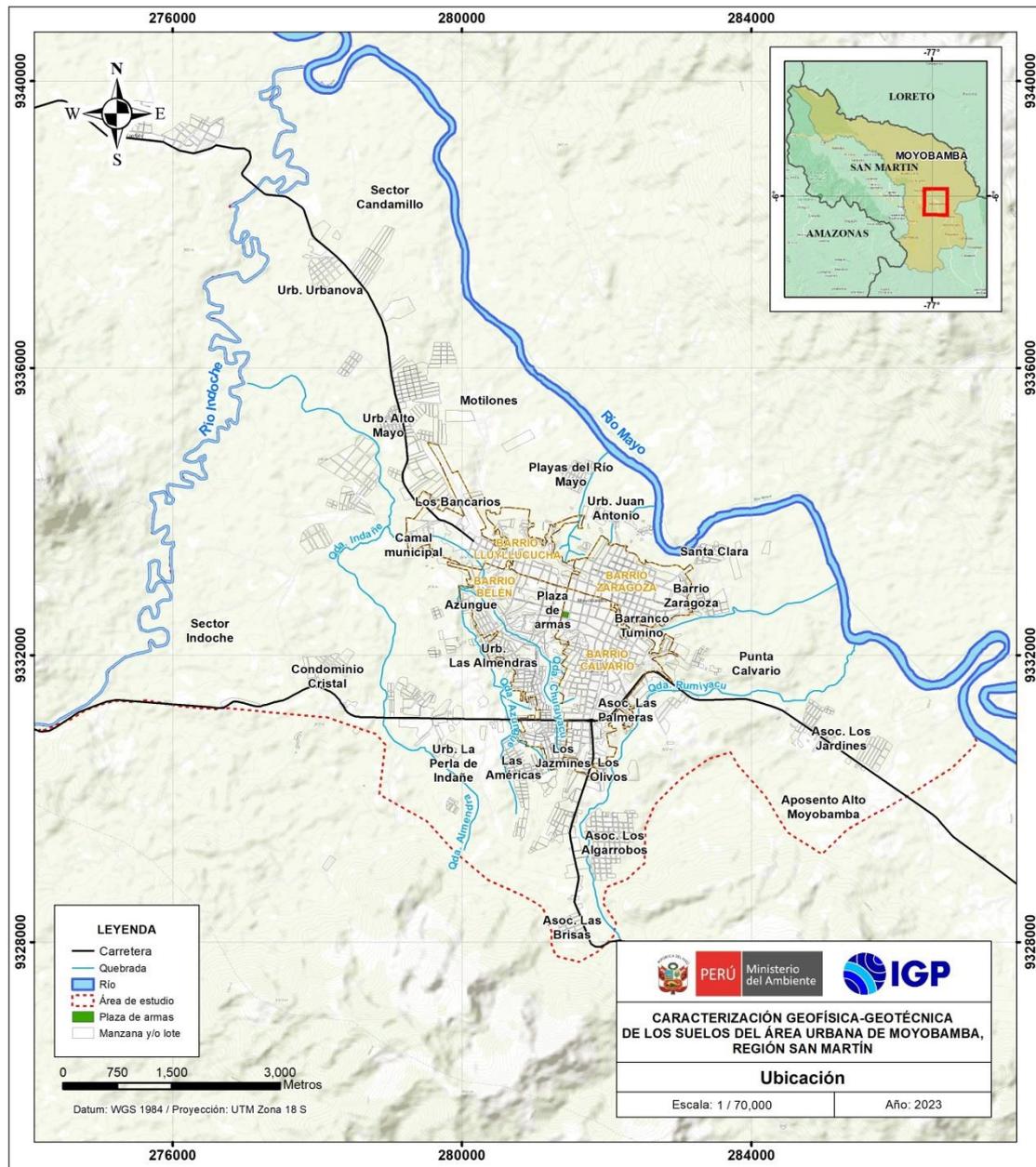


Figura 2. Ubicación del área de estudio.

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 geotécnica. 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.

1.4.- Zonificación: 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 (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:

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}}\right)}$$

Dónde:

d_i = espesor de cada uno de los estratos n.

V_{si} = 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 y de las consideraciones dadas por la Norma E.030. 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 identificados en la zona de estudio. En este sentido se establece la existencia de 5 zonas cuyos suelos presentan las características indicadas en la Tabla 2:

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 - V_{s30}	Periodos T_0 (s)	Tipos de suelos	Simbología
S0	>800	-	Roca dura	
S1	500 a 800	0.1-0.2	Suelos muy rígidos o roca fracturada	
S2	350 a 500	0.2-0.4	Suelos rígidos	
S3	200 - 350	0.5-0.7	Suelos intermedios (medianamente rígidos)	
S4	<200	>0.7	Suelos blandos	
S5	Condiciones Excepcionales		Suelos inestables por su composición (pantanos, rellenos, licuables, sólicos)	
			Suelos inestables por topografía	
Zonas con factor de amplificación relativa >2.0 veces				

1.5.- Antecedentes

El área urbana de Moyobamba, se ubica en una zona de alto índice de ocurrencia de eventos sísmicos y de acuerdo a su magnitud, muchos de ellos han producido daños estructurales importantes, teniendo como efectos secundarios los asentamientos y licuación de suelos, derrumbes entre otros, afectando directamente a la población. Posterior a estos sismos, se han desarrollado diversos estudios que han contribuido a reducir parcialmente el riesgo por exposición, tanto estructural como de la población.

En 1992, Montani, J. y Alva J., realizaron la microzonificación sísmica de la ciudad de Moyobamba, concluyendo que: la ciudad se encuentra emplazada sobre suelos residuales de naturaleza arcillo-arenosa de color marrón rojizo que no se comportan de manera homogénea ante las sollicitaciones dinámicas. Es sabido que la ciudad se asienta en una meseta estable, formada por suelos residuales tipo II de densidad media a alta (gruesos) o de consistencia media a rígida. Asimismo, las zonas bajas, tales como Tahuishco, Shango y Azungue corresponden a suelos del tipo IV conformados por intercalación de arcillas y arena. En general, los taludes que rodean la ciudad presentan problemas de erosión debido a la continua ocurrencia de lluvias, lo cual incrementa el riesgo para las áreas urbanas asentadas en sus proximidades.

En 1998, Agapito S. e Ivanov H., del Servicio de Geología y Minería, Lima (Geología del cuadrángulo de Moyobamba, Boletín N°122), indican que, la ciudad de Moyobamba se asienta sobre depósitos Cuaternarios de la Formación Ipururo, cuyo basamento lo conforman las areniscas del Jurásico-Cretáceo de la Formación Sarayaquillo.

En el 2004, PNUD - INDECI realizó el “Estudio de mapa de peligros de la ciudad de Moyobamba”, cuyos resultados evidenciaron 5 niveles de peligrosidad en función a la ocurrencia de peligros de origen por sismos, geológicos – climáticos, geotécnicos, climático – hidráulico e hidrológico. Se concluye que la ciudad presenta niveles de peligro medio, alto y muy alto. Además, las áreas altas de la ciudad, presenta zonas en taludes y problemas de licuación de suelos en los sectores de Tahuishco, Azungue y Shango, catalogados como de peligro muy alto.

En el 2014, el IGP mediante el proyecto de cooperación con el Banco Mundial presenta el estudio “Re-evaluación del peligro probabilístico para el Perú”, donde se define nuevas fuentes sismogénicas y se generan los mapas

de aceleración horizontal (PGA), cuyos resultados muestran que Moyobamba, ante un evento sísmico, presentaría aceleraciones de hasta 380 gals para un periodo de retorno de 500 años. Estas posibles aceleraciones del suelo, facilitarían el desarrollo de procesos de licuación y deslizamientos de suelos, tal como ocurrió durante la ocurrencia de los sismos de 1990 y 1991, ambos con magnitudes de M6.0 y M6.5.

En el 2021, Chocaca, Y., elabora la tesis "Estudio de zonificación de riesgos y vulnerabilidad del Barranco Tumino, distrito y provincia de Moyobamba, Región San Martín - 2016". En el cual se concluye que existen nueve zonas de peligro, un 54% del área de estudio se identifica como peligro muy alto debido a la presencia de desniveles del terreno de más de 45 metros de altura y pendientes de más de 45°, propicios para generar deslizamientos. Además, identificaron que por precipitaciones en el distrito de Moyobamba la mayor incidencia de peligros se produce entre los meses de febrero a mayo, con la ocurrencia de deslizamientos y socavamiento de los suelos.

2.- GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Se describe el tipo de relieve, substrato rocoso y los tipos de eventos geodinámicos que afectan la seguridad física del área urbana de Moyobamba. Así mismo, se realiza el análisis de los suelos (tipos y capacidad portante) sobre los cuales se encuentra el área urbana de esta ciudad.

2.1.- Geomorfología

En el área urbana de la ciudad de Moyobamba se ha identificado las elevaciones, pendiente del terreno y las unidades geomorfológicas en base a sus características físicas y los procesos que las han originado.

2.1.1.- Base topográfica

Se obtuvo mediante el procesamiento de imágenes satelitales del tipo radar denominada ALOS PALSAR (resolución altimétrica de 12.5 m) haciendo uso de sistemas de información geográfica para generar curvas de nivel con resolución espacial de 10 m, información que ha permitido generar la siguiente información complementaria:

- Mapa de elevación del terreno (MDT): Presenta una resolución espacial de 12.5 m, y en ella se identifica que las áreas de mayor elevación (1,700.00 m.s.n.m.) se encuentran hacia el extremo sur de la ciudad de Moyobamba, mientras que, las zonas de menor elevación (700 a 900 m.s.n.m.) vienen siendo ocupadas por la zona urbana de la ciudad (Figura 3).
- Mapa de pendientes: A partir del Modelo Digital de Elevación del Terreno, mediante el uso de herramientas de geo procesamiento se construyó un mapa de pendientes para diferenciar el ángulo de

inclinación del terreno expresado en grados con la finalidad de caracterizar el relieve del territorio. Los rangos de pendiente del terreno fueron definidos bajo la siguiente clasificación (Tabla 3):

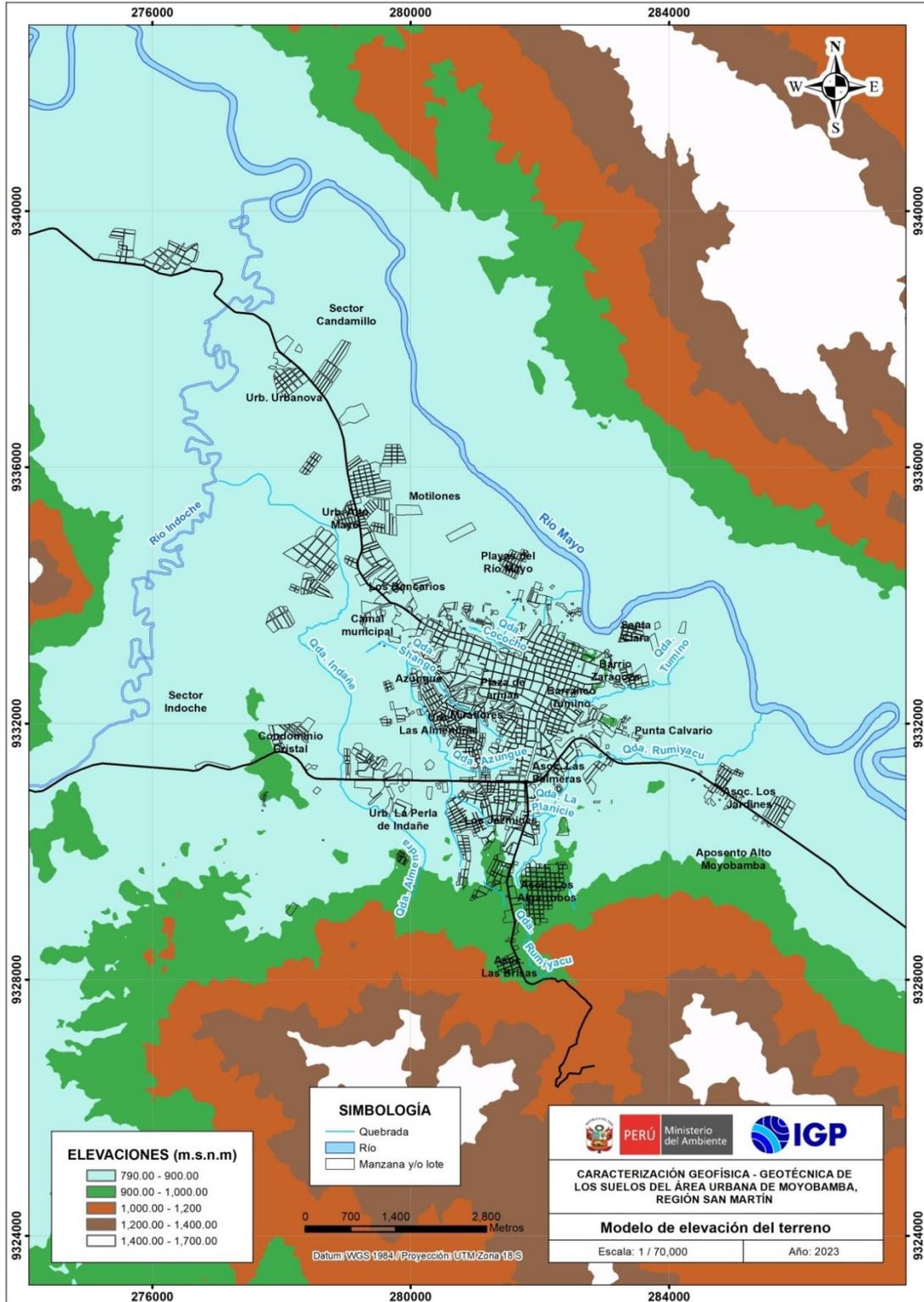


Figura 3. Modelo digital de terreno de Moyobamba.

Tabla 3. Rango de clasificación de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTE (°)	CLASIFICACIÓN
< 1.00	<i>Muy Baja</i>
1.00 – 5.00	<i>Baja</i>
5.00 – 15.00	<i>Media</i>
15.00 – 25.00	<i>Inclinada</i>
>25.00	<i>Fuerte</i>

La ciudad de Moyobamba se asienta sobre una terraza de inclinación inferior a los 5°, en zonas contiguas al río Mayo las pendientes son bajas a llanas, hacia el extremo norte de la ciudad se evidencian pendientes fuertes con valores superiores a los 25° que constituyen zonas de acantilados, y en el sur superan los 25°, (Figura 4).

2.1.2.- Unidades Geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en Moyobamba, en base a sus características físicas y los procesos que las han originado son las siguientes:

Depresión aluvial: Esta unidad está constituida por superficies de baja pendiente (depresiones) generalmente ocupadas por cuerpos de agua que han sido generados por la acumulación de agua pluvial, presencia de antiguos manantiales y por la deficiencia de drenaje pluvial en las inmediaciones de la zona urbana. Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en la cabecera de la quebrada Tumino, específicamente en la calle Prolongación Agustín Filomeno, intersección entre los jirones Varacadillo y Libertad, finalmente, contigua a la quebrada Rumiyacu (Figura 5).

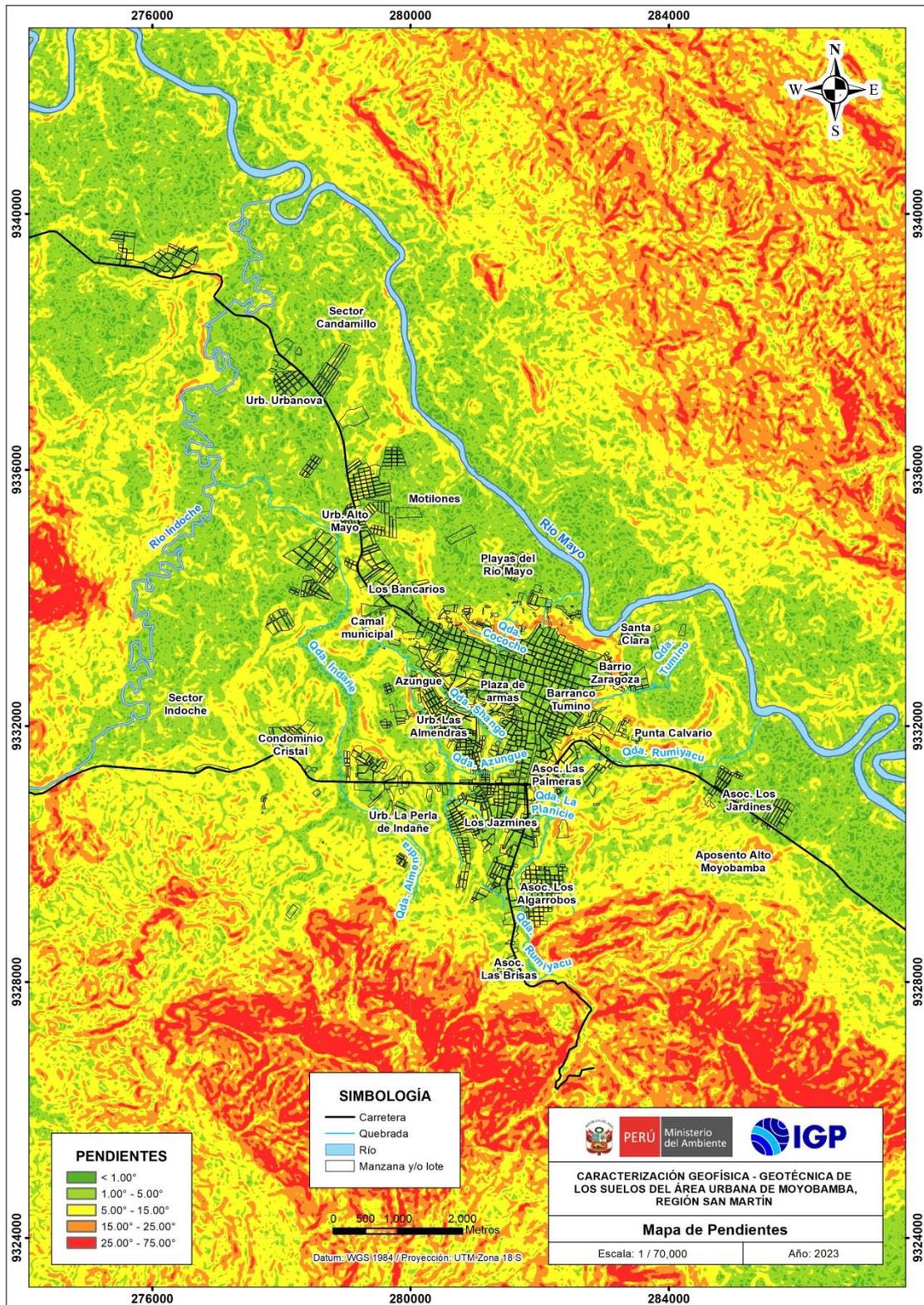


Figura 4. Modelo digital de terreno de Moyobamba.



Figura 5. Imagen superior muestra laguna de aguas servidas (polígono amarillo) vertidas hacia depresión aluvial situada en el sector Villa Pedro Orbe, de acuerdo con testimonio de los pobladores, el sector no cuenta con sistema de saneamiento, además, ha sido rellenado con desmonte y se ha obturado una tubería de drenaje. En la imagen inferior, las aguas servidas son derivadas mediante excavación hacia el sector denominado Barranco Tumino 1, conllevando la afectación de viviendas aledañas.

Lecho fluvial: También llamado cauce fluvial, es el canal excavado por el flujo de agua de un río y los sedimentos que éste transporta durante todo su desarrollo y evolución. La morfología del lecho depende del caudal, la pendiente, el tamaño de los sedimentos y de lo erosionable que sea el substrato rocoso, es decir, es producto de un equilibrio dinámico entre la carga de sedimentos y su capacidad de transporte. Esta unidad geomorfológica está conformada por el lecho fluvial de los ríos denominados Mayo e Indoche, el primero discurre en dirección predominante noroeste – sureste y se sitúa aproximadamente a 2.1 km al norte de Moyobamba, mientras que, el segundo presenta dirección del cauce en sentido sur – norte; ambos ríos presentan cauce meándrico, debido a la pendiente del terreno (zonas llanas), (Figura 6).



Figura 6. Lecho fluvial del río Mayo, la dirección del cauce se muestra con la flecha amarilla, y se ubica a 2.7 km al norte de la plaza principal de Moyobamba.

Llanura de inundación: Consiste en una superficie de baja pendiente que se ubica en ambas márgenes de los ríos Mayo e Indoche, es la zona que comúnmente es inundada durante los periodos de lluvia

intensa (diciembre – abril). En el área de estudio esta unidad ha sido formada principalmente por la acción fluvial del río Mayo que erosiona, transporta y deposita grandes volúmenes de sedimentos en la parte media y baja de la cuenca; esta unidad geomorfológica se localiza a 2.2 km de distancia de la plaza principal de la ciudad de Moyobamba, específicamente en los sectores situados en la parte baja del fundo Colibrí, playa de río Mayo y Santa Rosa (Figura 7).



Figura 7. Llanura de inundación ocupada por predios que son afectados durante el incremento del cauce del río Mayo en épocas de precipitaciones intensas, generando desborde de sus aguas e inundaciones fluviales.

Cauce aluvial: Esta unidad geomorfológica comprende el cauce de las quebradas, acequias o drenes, es decir, consiste en un canal de corto recorrido y régimen de agua temporal o permanente que ha sido excavado por el flujo de agua a través del tiempo. Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en las quebradas Tumino, Rumiyacu, Chango, Azungue, Charhuayacu y Coccocho (Figuras 8, 9 y 10).



Figura 8. Cauce aluvial perteneciente a la quebrada Tumino cuyas aguas servidas se originan desde el sector Villa Pedro Orbe y se movilizan aguas abajo (dirección Oeste – Este) hasta su desembocadura en el río Mayo. La imagen muestra la quebrada Tumino en las inmediaciones del sector Barrio Zaragoza.



Figura 9. Cauce aluvial perteneciente a la quebrada Azungue cuyas aguas presentan dirección predominante sureste – noroeste, durante la ocurrencia de precipitaciones intensas se desborda y afecta parte de las viviendas asentadas en la margen derecha (contiguo al sector 5 de diciembre).

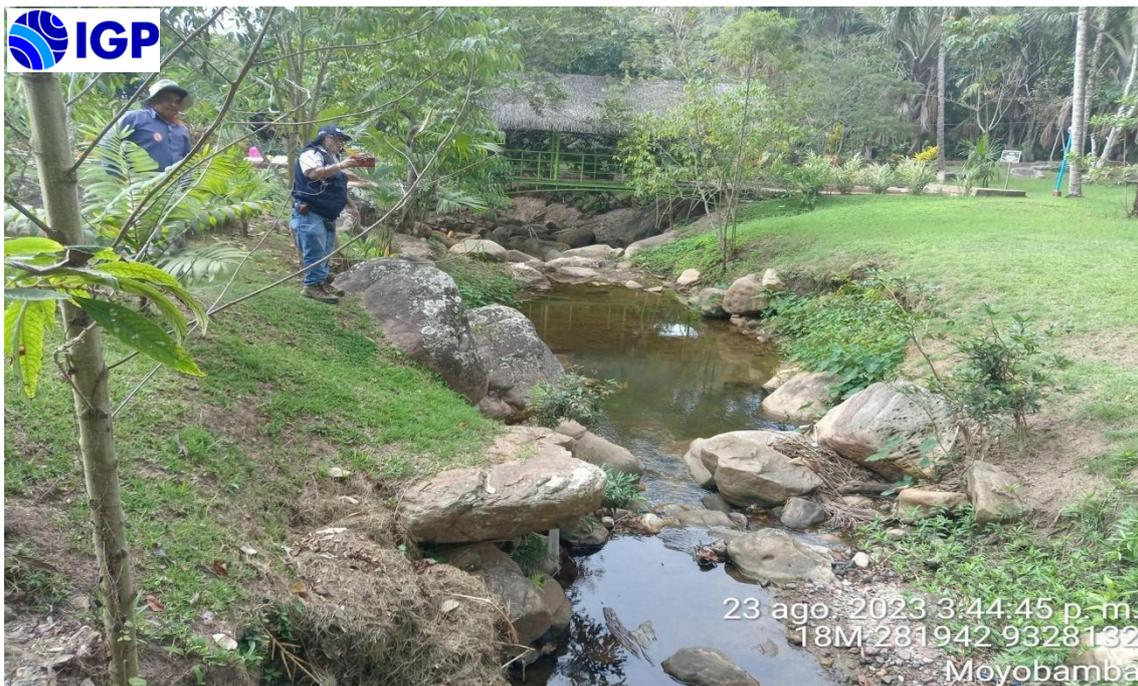


Figura 10. Cauce aluvial perteneciente a la quebrada Rumiayacu en las inmediaciones de los baños termales San Mateo, de acuerdo con testimonio de los trabajadores municipales, durante su activación genera flujos de lodos y detritos.

Terraza fluvio - aluvial: Superficie llana o plana conformada por la acumulación de materiales que han sido erosionados de rocas pre-existentes, transportados a través del cauce de los ríos y quebradas, y finalmente depositados en zonas de baja pendiente (generalmente contiguos a la unidad llanura de inundación). Sobre esta unidad geomorfológica se asientan los sectores Playas del río Mayo y Las Colinas del río Mayo (Figura 11).

Terraza aluvial: Superficie llana de pendiente inferior a los 5° de inclinación que se encuentra conformada por la acumulación de materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido erosionados de rocas pre-existentes, transportados a través del cauce de quebradas y depositados en zonas de baja pendiente. Esta unidad geomorfológica se ubica en un nivel topográfico superior al río Mayo y contigua al río Indoche (margen derecha). Sobre esta unidad se asientan los sectores Asoc. Los Jardines y San Juan, (Figura 12).



Figura 11. Terraza fluvio aluvial contigua a la llanura de inundación del río Mayo (parte baja del Fundo Colibrí).



Figura 12. Sector Los Jardines asentado sobre la unidad geomorfológica terraza aluvial.

Vertiente coluvio - deluvial: Geoforma también denominada piedemonte coluvio – deluvial, corresponde a superficies conformadas por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial que se encuentran depositados al pie de las laderas de montañas o acantilados (INGEMMET, 2020). Esta unidad se formó por la acción de movimientos en masa antiguos (gravitacionales), presenta una pendiente entre 5° a 25°. Este tipo de geoforma se asocia a deslizamientos y flujo de detritos antiguos y está constituida por materiales inestables dispuestos sobre las laderas del Mirador Punta Doña, (Figura 13).



Figura 13. Unidad geomorfológica vertiente coluvio deluvial (debajo de línea amarilla) reconocida en las inmediaciones del mirador Punta Doña.

Acantilado: Geoforma característica de relieves topográficos de pendiente subvertical a vertical ($> 60^\circ$). En Moyobamba, estas geoformas son denominadas barrancos, además, debido a su

configuración topográfica son susceptibles a movimientos en masa del tipo derrumbes y deslizamientos. Cabe señalar que, estas zonas podrían haber conformado quebradas antiguas de cauce profundo (10 – 20 m de desnivel topográfico inferior) que han sido rellenadas con material de desmonte para el establecimiento de puentes y calles.

Esta geoforma ha sido identificada en los denominados barrancos San Juan, Tipinillo, Santa Ana, Belen, Mamashofi y Fachin; además, en el límite del malecón de Tahuisco, (Figuras 14, 15 y 16).



Figura 14. Acantilado situado en parte posterior del condominio El Mirador Rosillo donde la geoforma ha sido modificada con la finalidad de brindar estabilidad a los taludes.

Loma: Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas cuya base presenta forma alargada y con pendiente superior a los 25° de inclinación. Esta unidad geomorfológica ha sido reconocida en las inmediaciones de la Asoc. Los Jardines y en la zona céntrica de Moyobamba, (Figura 17).



Figura 15. Límite de vivienda situada en el borde de acantilado contiguo al sector Tipinillo.



Figura 16. Vista de acantilado situado en la parte inferior del malecón de Tahuishco.



Figura 17. Loma Realizada en el extremo norte del sector.

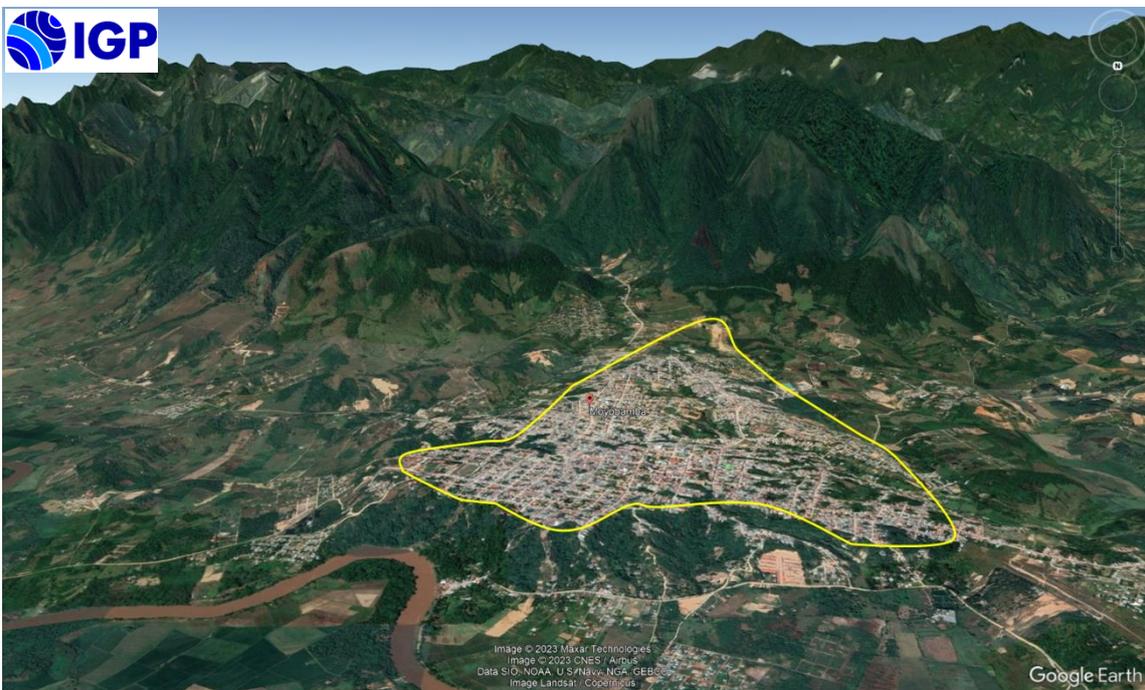


Figura 17. ..Continuación.../ Loma (polígono amarillo) donde se asienta una parte de la zona céntrica de Moyobamba.

Colina: Se refiere a superficies elevadas cuya base presenta forma redondeada y pendientes menores a 20° de inclinación. Estas geoformas se han delimitado a 410 metros y 1.1 km al sureste de la plaza principal de La Huaca (Figura 18).



Figura 18. Unidad geomorfológica colina que se ubica al margen izquierdo del río Indoche, denominada Morro Calzada.

Montaña: Unidad geomorfológica constituida por grandes superficies elevadas (agrupación o cadenas de cerros) que presentan pendiente superior a los 30° de inclinación y han sido reconocidas en los extremos norte del río Mayo y sur de la ciudad de Moyobamba.

Finalmente, en la Figura 19 se presenta el mapa de geomorfología del área urbana de la ciudad de Moyobamba, elaborado con la información recolectada en campo.

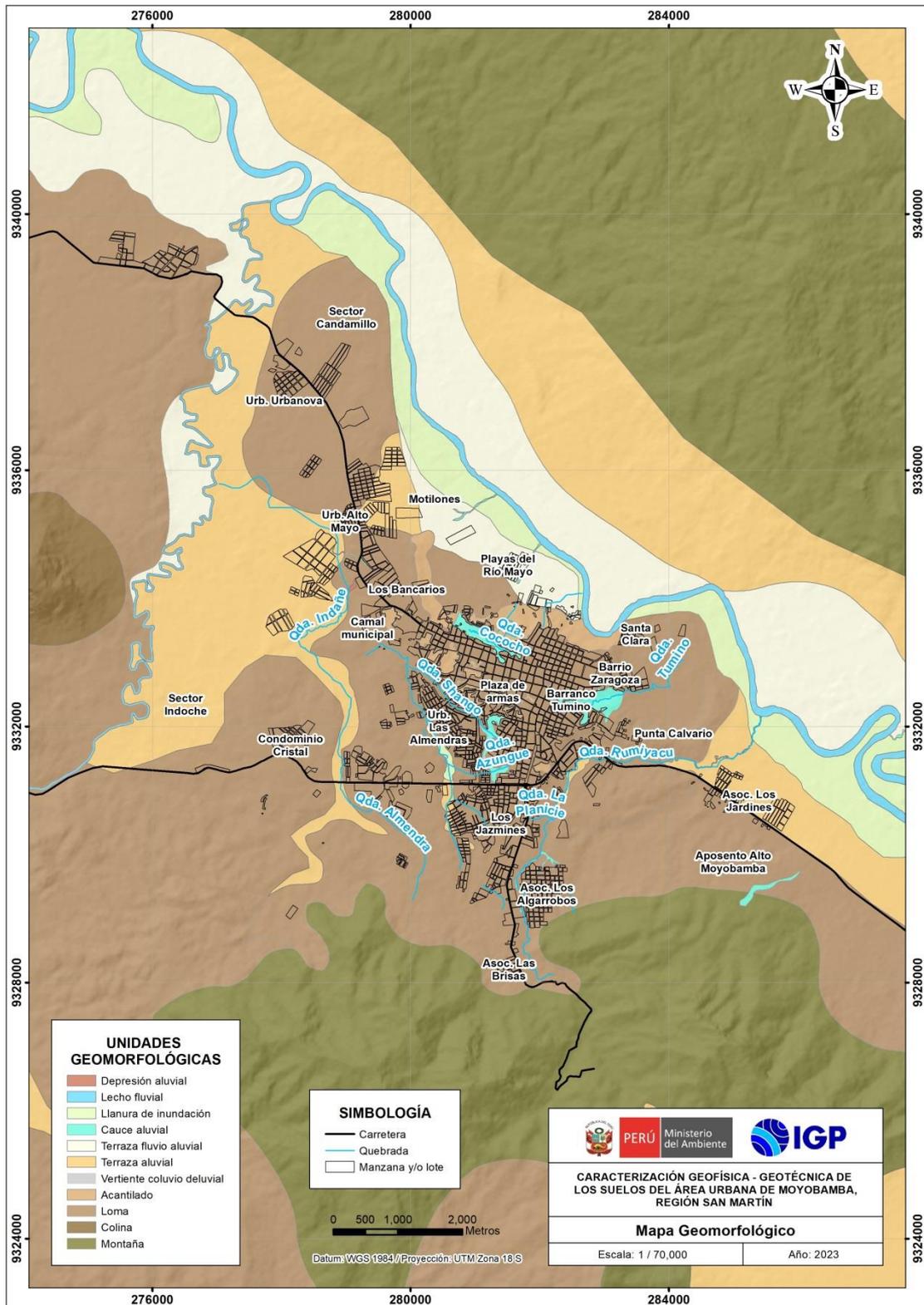


Figura 19. Mapa geomorfológico de Moyobamba.

2.2.- Geología Local

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado en base a información consolidada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 1999) a escala 100,000 (Cuadrángulo Geológico de Moyobamba – hoja 13-j); mientras que, para la geología local se ha hecho uso de información recolectada directamente en campo a escala 1/25,000. De acuerdo con los resultados obtenidos, se ha logrado identificar las siguientes unidades geológicas:

Formación Sarayaquillo (Js-s): Unidad geológica que se encuentra conformada por areniscas rojas de grano fino a grueso, intercalada con limolitas y arcillas. Aflora a 4 km al sur de la plaza principal de Moyobamba.

Formación Cushabatay (Ki-c): Constituida por areniscas cuarzosas de color marrón a blanquecino. Aflora a 3.7 km al suroeste de la plaza principal de Moyobamba.

Formación Esperanza (Ki-e): Unidad geológica que se encuentra conformada por lutitas grises con intercalaciones de areniscas y calizas. Aflora a 4.7 km al suroeste de la plaza principal de Moyobamba.

Formación Ipururo (Ki-e): Constituida por areniscas limosas de colores grises a rojizos, arcillitas y limolitas. Sobre esta unidad geológica se asienta la ciudad de Moyobamba.

Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal): Consisten en materiales heterogéneos (bloques, clastos angulosos, gravas, arenas y limos) que han sido transportados por antiguos cauces de ríos y depositados en

zonas de depresión o baja pendiente. Sobre esta unidad geológica se asienta el sector Playas del río Mayo.

Depósito aluvial antiguo (Qh-al1): Conformado por materiales heterogéneos (gravas y arenas principalmente) que han sido transportados y depositados a 2.7 km al oeste de la plaza principal de la ciudad de Moyobamba.

Depósito aluvial reciente (Qh-al2): Consiste en materiales heterogéneos (arenas y limos) que vienen siendo dispuestos en los cauces de las quebradas o fuentes de drenaje (canales), esta unidad geológica ha sido identificada en las inmediaciones de las quebradas Tumino, Rumiyaçu, Coccocho, Shango y Azungue.

Depósito Coluvial (Qh-co): Materiales sueltos o inconsolidados (limos y arenas) que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes (lodolitas, lutitas y areniscas) y son dispuestos sobre la parte media o pie de las laderas. Se les conoce como depósitos de ladera, han sido reconocidos en las laderas y taludes de los acantilados.

Depósito fluvial (Qr-fl): Consiste en materiales heterogéneos (arenas, limos y arcillas) que han sido transportados a través del cauce de los ríos Mayo e Indoche.

Finalmente, en la Figura 20 se presenta el mapa de geología local del área urbana de Moyobamba, elaborado con la información recolectada en campo.

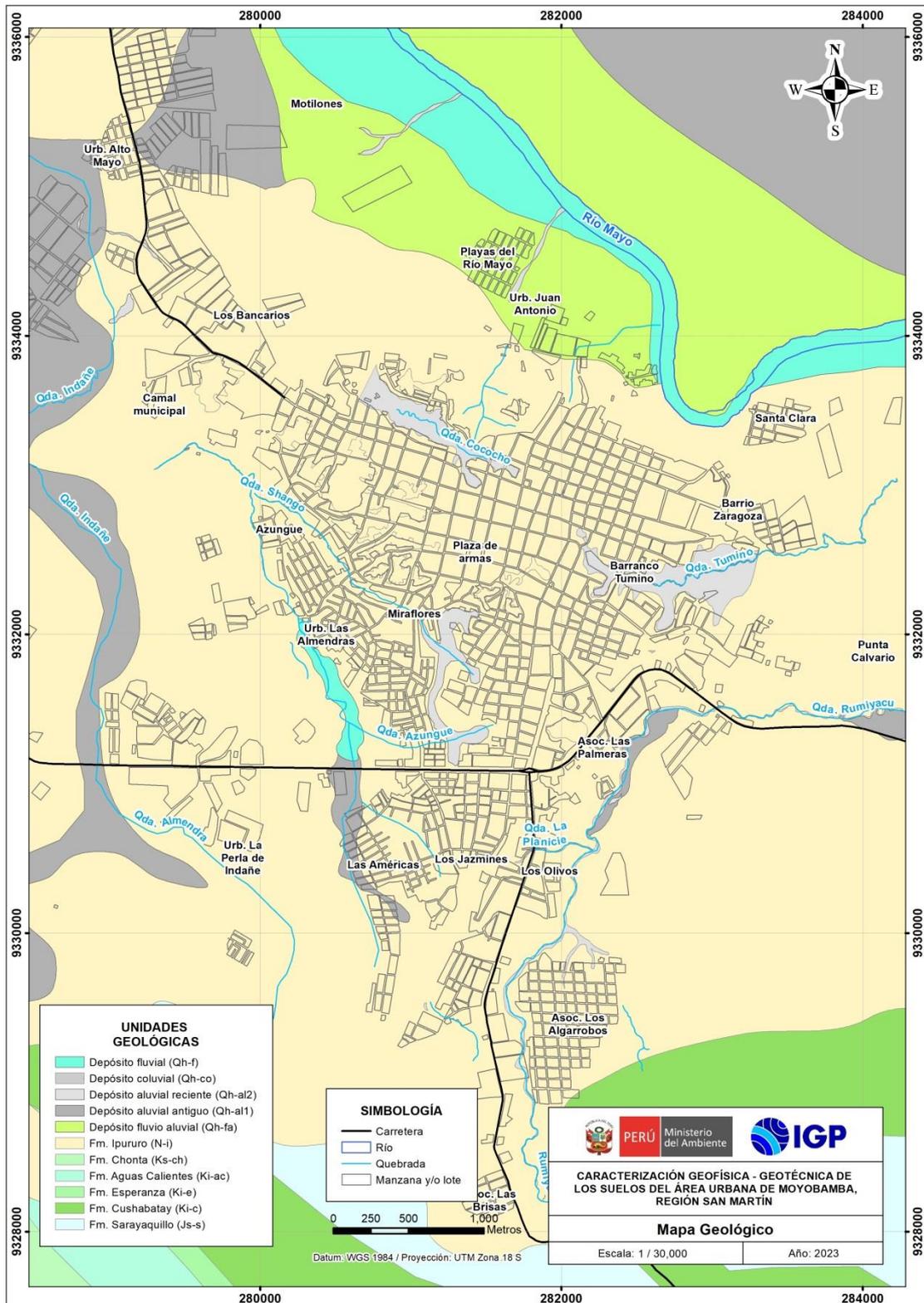


Figura 20. Mapa geológico de Moyobamba.

2.3.-Geodinámica

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 de la ciudad de Moyobamba, se identificaron los siguientes eventos geodinámicos:

Derrumbe: Son aquellos eventos geodinámicos que se presentan tanto en terrenos rocosos muy fracturados, así como en depósitos inconsolidados, originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares, de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros; algunos son de gran dimensión. Este tipo de evento geodinámico ha sido identificado principalmente en las inmediaciones de los acantilados (barrancos) y taludes de las quebradas de la ciudad de Moyobamba, su génesis se relaciona con la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, debido a la infiltración del agua hacia el subsuelo que, está conformado con materiales de relleno (desmonte) que los pobladores han vertido para el asentamiento de viviendas y emplazamiento de vías de acceso (carreteras), así como, en las rocas del tipo lutitas y areniscas meteorizadas que los conforman estos acantilados, de pendiente elevada (mayor a 35° de inclinación), desencadenando el derrumbe de los materiales pendiente abajo y materiales coluviales que ocupan un área aproximada de 50 Has en los sectores Coccocho, Tumino, Shango, Mamashofi, Santa Ana, Belén, Pelejo y San Martín. Asimismo, se ha reconocido zonas susceptibles a la ocurrencia de derrumbes los acantilados situados en los sectores Tipinillo y San Juan debido a la deficiencia de drenaje pluvial, como evidencia se reconocieron grietas en el subsuelo y asentamientos diferenciales (Figura 21 a-e).



Figura 21. .a) Evidencia de grietas en vereda situada en el Jr. San Martín (Quebrada Cococho) que infieren la generación de derrumbes en los taludes de la quebrada.



Figura 21. ...Continuación.../. b) Viviendas asentadas en taludes de quebrada Cococho que vienen siendo afectados por derrumbes durante el periodo de lluvias.



Figura 21. ...Continuación.../. c) Viviendas asentadas en taludes de la quebrada Coccocho que vienen siendo afectados por derrumbes (línea amarilla) visualizadas desde el puente colgante Coccocho.



Figura 21. ...Continuación.../. d) Derrumbe en la cabecera de la quebrada Tumino (sector Villa Pedro Orbe) debido a la evacuación de aguas servidas de la zona desde hace 4 años por deficiencia de sistema de saneamiento, generando la erosión del cauce y derrumbes en taludes aledaños que podrían afectar viviendas aledañas.



Figura 21. ...Continuación.../. e) Grietas en el suelo que evidencian posibles asentamientos en el suelo como resultado de derrumbes en la parte baja de los acantilados.

Deslizamiento: Es un movimiento lateral abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. En las inmediaciones de los sectores Punta Doña y Chapingo se han reconocido deslizamientos sobre laderas de pendiente superior a los 60°; todas conformadas por limoarcillas y areniscas: De acuerdo con el testimonio de los pobladores, durante su ocurrencia habría afectado viviendas aledañas.

Flujo de detritos: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce de pendiente pronunciada, en su trayecto incorporan gran cantidad de materiales saturados en el cauce de quebradas y finalmente son depositados en abanicos o zonas de

baja pendiente. Se ha identificado que, la quebrada Rumiycu presenta bloques de roca de 1 a 2 m de diámetro en las inmediaciones de los baños termales de San Mateo, de acuerdo con testimonio de los pobladores, durante los años 2014, 2015 y 2018, se generaron flujo de detritos que afectaron este lugar turístico, así como, lugares aledaños (carretera Fernando Belaúnde Terry), (Figura 21 f).



Figura 21. ...Continuación.../. f) Activación de la quebrada Ramiycu durante el incremento de las precipitaciones del año 2014 que afectaron las instalaciones del lugar turístico baños termales de San Mateo (Fuente: Web Actualízate Perú).

Inundación fluvial: Las inundaciones se originan por el desborde del agua, desde el cauce de los ríos, debido al incremento del caudal, generando daños a los elementos expuestos (Figura 21 g).

Inundación pluvial: Evento geodinámico que resulta de la acumulación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales en las partes bajas o de menor pendiente (depresiones). En general, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días,

asimismo, ocurre con la activación y desborde de quebradas. Las zonas afectadas por inundación pluvial fueron identificadas y delimitadas con ayuda de personal de la Municipalidad Provincial de Moyobamba, los mismos que fueron reconocidos en las inmediaciones de la quebrada Ramiyacu (principalmente en los sectores ubicados en la parte baja del sector Los Jardines y Peaje), parte media de la quebrada Tumino, quebrada Shango, quebrada Coccocho, quebrada La Planicie (sector Planicie) y en la zona urbana de Moyobamba (Jr. Puno cuadra 1). Este tipo de evento ha sido identificado en el margen derecho del río Mayo, se sitúa en la parte baja de los sectores Playa del Río Mayo, Junín (zona agrícola) y Puerto San Juan (Figura 21 h-j).



Figura 21. ...Continuación.../. g) Zona reconocida como inundable debido al desborde de las aguas del río Mayo, de acuerdo con testimonio de los representantes de la Municipalidad de Moyobamba, el área afectada comprende hasta este lugar (parte baja de sector Playas del río Mayo).



Figura 21. ...Continuación.../. h) Zona de baja pendiente Realizada en el Jr. Puno Cuadra 1, susceptible a inundación pluvial durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas.



Figura 21. ...Continuación.../. i) Inundación pluvial en las inmediaciones de la quebrada Azungue (margen derecho), afecta viviendas situadas en la parte baja del sector Las Almendras (el agua alcanzaría alturas de 0.70 m).



Figura 21. ...Continuación.../. j) Inundación pluvial en las inmediaciones del sector Charhuayacu que afecta la vía Moyobamba – Yantalo y además genera erosión de suelos.

Finalmente, en la Figura 22 se presenta el mapa de geodinámica local para el área urbana de la ciudad de Moyobamba, elaborado con la información recolectada en campo.

2.4.- Aspectos geotécnicos

Los suelos son materiales inconsolidados conformados por minerales, materia orgánica, agua y aire entre sus poros, generados a partir de la alteración de la roca madre por agentes atmosféricos mediante procesos de meteorización y erosión hasta formar una cobertura de variado espesor de sedimentos, que posteriormente han sido transportados y redepositados en las partes bajas de las cuencas hidrográficas, sobre los cuales se asientan las áreas urbanas.



Figura 22. Mapa geodinámico de Moyobamba.

En el diagrama líneas abajo se indica el origen de los suelos (Figura 23).



Figura 23: Formación de los suelos (Adaptado de Gonzales de Vallejo, 2002).

La geotecnia es la rama de la geología aplicada a la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de cimentación antes mencionados, en condiciones estáticas mediante la aplicación de técnicas de exploración calicatas, auscultaciones, perforaciones, ensayos de DPL, SPT, etc.), por ello, la clasificación del suelo es de suma importancia para la elaboración de modelos geotécnicos y el diseño de cimentaciones en un terreno específico.

Para la zonificación geotécnica de suelos, se hizo uso del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) a partir de las características granulométricas, la carta de plasticidad de Casagrande, tipo de depósito, Consistencia o Densidad Relativa, permeabilidad, y parámetros de resistencia (capacidad de carga admisible de los materiales).

Para el análisis geotécnico, en el área urbana de la ciudad de Moyobamba, se realizaron 13 calicatas, 13 ensayos de densidad de campo, 12 posteos y 11 ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), indicados en la Figura 24. De las 13 muestras extraídas, se enviaron al laboratorio certificado (GSE 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. A continuación, se detallan las técnicas de exploración geotécnica.

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

Para las exploraciones directas del terreno, se realizaron excavaciones de aproximadamente 3.3 m. de profundidad, a fin de describir los estratos que lo conforman (Anexo) y extraer muestras en bolsas herméticas con capacidad de 5 Kg. aproximadamente, para la realización de ensayos y análisis. Las coordenadas UTM para las calicatas realizadas en el área de estudio, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Ubicación de calicata

CALICATA	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO A (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)			
CMY-01	276318	9336275	803	3.20	N. P
CMY-02	279089	9335290	838	3.10	N. P
CMY-03	279523	9334163	869	3.00	N. P
CMY-04	281763	9334075	816	3.60	2.50
CMY-05	280211	9333025	857	3.00	N. P
CMY-06	277762	9331966	907	3.20	N. P
CMY-07	281047	9332254	858	3.20	3.10
CMY-08	279743	9330674	876	3.00	N. P
CMY-09	283465	9332832	834	2.70	1.80
CMY-10	282821	9331208	859	3.00	N. P
CMY-11	285643	9336889	819	2.50	1.90
CMY-12	281943	9339369	913	3.20	N. P
CMY-13	281964	9331549	889	3.20	N. P

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

Cabe mencionar que, la profundidad de investigación promedio fue de 3.1 m., debido a la presencia de limos, arena arcillosa, arcillas, arena

arcillosa y arena mal graduada. A la fecha de la exploración geotécnica se evidenció la presencia de niveles freáticos a la profundidad promedio de 2.30 m, tal como se puede ver en las calicatas CMY-04, CMY-07, CMY-09 y CMY-11.

2.4.2.- Densidad del suelo in-situ

Este método (Norma ASTM D1556) permite conocer la densidad o peso unitario de los suelos in situ con cierto grado de compactación natural. Consiste en extraer material del suelo a través de un orificio de 10 cm sobre el suelo al interior de la calicata, y con ello obtener la relación entre la masa de éste y el volumen conocido que ocupa la arena calibrada con el cono de densidad.

En cada estrato muestreado se debe llevar a cabo un ensayo de densidad de campo, haciendo uso del método del cono de arena, a fin de obtener el grado de compactación y el contenido de humedad del suelo en condiciones naturales. Esta información es necesaria para desarrollar los ensayos de corte directo; sin embargo, este ensayo no es aplicable en suelos que contengan cantidad excesiva de roca o materiales gruesos de diámetro mayor a 1 ½ pulgada (38 mm).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las densidades in situ de trece (13) calicatas. Estos datos fueron obtenidos a través del método del cono de arena, ver Tabla 5 (otros, ver Anexo).

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo de densidad de campo y laboratorio, los suelos de cimentación en el área urbana de Moyobamba presentan rangos de densidad entre 1.560 – 1.997 gr/cm³, es decir, los materiales identificados en las calicatas corresponden a arena,

arcillas y limos (Tabla 6). El contenido de humedad está desde bajo a alto, en condiciones naturales, es de rango 5.7% hasta 22.9%.

Tabla 5: Resultado de densidades in – situ (Fuente: IGP)

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
CMY-01	DC-CMY - 01	1.20	1.809	1.513	19.50
CMY-02	DC-CMY - 02	1.40	1.950	1.780	9.50
CMY-03	DC-CMY - 03	1.50	1.589	1.350	17.70
CMY-04	DC-CMY - 04	1.70	1.940	1.650	17.10
CMY-05	DC-CMY - 05	1.20	1.680	1.435	17.10
CMY-06	DC-CMY - 06	1.40	1.758	1.431	22.90
CMY-07	DC-CMY - 07	1.50	1.830	1.597	14.30
CMY-08	DC-CMY - 08	1.40	1.560	1.278	22.10
CMY-09	DC-CMY - 09	1.30	1.997	1.708	16.40
CMY-10	DC-CMY - 10	1.40	1.750	1.590	9.20
CMY-11	DC-CMY - 11	1.30	1.791	1.556	15.10
CMY-12	DC-CMY - 12	1.30	1.620	1.344	19.60
CMY-13	DC-CMY - 13	1.40	1.620	1.417	14.20

Tabla 6: Valores típicos de densidad de suelo (Fuente CISMID)

MATERIALES		DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
ARENA Y GRAVA	MUY SUELTA	1.70 – 1.80	1.30 – 1.40
	SUELTA	1.80 – 1.90	1.40 – 1.50
	MEDIO DENSA	1.90 – 2.10	1.50 – 1.80
	DENSA	2.00 - 2.20	1.70 – 2.00
	MUY DENSA	2.20 – 2.30	2.00 – 2.20
ARENA	POBREMENTE GRADUADA (SP)	1.70 – 1.90	1.30 – 1.50
	BIEN GRADUADA (SW)	1.80 – 2.30	1.40 – 2.20
	MEZCLA DE ARENA (SW Y SP)	1.90 – 2.30	1.50 – 2.20
ARCILLA	LODO NO CONSOLIDADO	1.60 – 1.70	0.90 – 1.10
	BLANDA, AGRIETADA	1.70 – 1.90	1.10 – 1.40
	TÍPICA (CONS. NORMAL)	1.80 – 2.20	1.30 – 1.90
	MORRENA (SOBREC.)	2.00 – 2.40	1.70 – 2.20
SUELOS ROJOS TROPICALES		1.70 – 2.10	1.30 – 1.80

2.4.3.- Exploraciones con posteadora

Se realizaron sondeos exploratorios (perforaciones) en suelos blandos (arcillas y arenas) hasta una profundidad de 5 a 6 m., para obtener muestras y una detallada descripción de los tipos de suelos existentes y el contenido de humedad que presentan. La distribución de las exploraciones se efectuó entre los puntos de las calicatas, con la finalidad de abarcar toda el área de estudio, y así lograr una mejor zonificación geotécnica de los suelos. La ubicación de los sondeos y resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7; mientras que, el registro de perforaciones se describe en el Anexo 2.

En el periodo en que se realizaron las exploraciones, se evidenció la presencia de nivel freático superficial a 2.50 m. ver en el Anexo y en la Tabla 7, la información obtenida para los posteos 1, 2 y 5.

Tabla 7: 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	278281	9339050	823	2.50	SP	1.90
Post - 02	277337	9336955	817	3.30	CL	3.00
Post - 03	273638	9336475	829	3.20	SP	N. P
Post - 04	277322	9334439	830	2.40	SC	N. P
Post - 05	276689	9332622	835	3.00	CL	2.70
Post - 06	279494	9332590	867	3.10	CL	N. P
Post - 07	280950	9332970	877	3.00	SM	N. P
Post - 08	282768	9332983	889	3.00	CL	N. P
Post - 09	284346	9332597	822	3.00	SM	N. P
Post - 10	285428	9331396	825	3.10	SM	N. P
Post - 11	284747	9331145	827	2.50	SP	N. P
Post - 12	284800	9330542	834	3.00	SP	N. P

Fuente: IGP, 2023

2.4.4.- Ensayo de penetración dinámica ligera – DPL

El DPL (Norma DIN 4094) 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 Kg. Este martillo se deja caer por gravedad desde una altura de 0.50 m., medida en la parte superior del tambor de acero, para profundizar tramos cada 10 cm., 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.

Los ensayos DPL deben ubicarse a inmediaciones de una o dos calicatas donde se tienen suelos conocidos con la finalidad de conocer la resistencia al corte de los distintos estratos. La ficha del ensayo se adjunta en el Anexo.

En la Tabla 8, 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 y Peck 1973 y densidad relativa según la fórmula de Meyerhof (1956).

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

Dónde:

Φ = Ángulo de fricción interna

Dr = Densidad relativa

Tabla 8: 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	278504	9338598	821	3.50	11	30.40
DPL-02	278181	9333601	838	3.20	35	37.30
DPL-03	281572	9334538	822	3.60	28	35.50
DPL-04	281007	9333838	842	3.70	19	33.00
DPL-05	279998	9332823	850	3.40	33	36.80
DPL-06	282294	9333421	889	3.60	23	34.10
DPL-07	280632	9331798	869	3.30	14	31.40
DPL-08	276121	9331312	863	3.60	22	33.90
DPL-09	284791	9331794	836	3.30	25	34.70
DPL-10	284138	9330376	870	3.60	11	30.40
DPL-11	282971	9330409	855	3.60	2	26.80

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

Los ensayos DPL alcanzaron la profundidad en promedio de 3.50 m. y permitieron inferir que los suelos del área urbana de Moyobamba y anexos presentan consistencia muy suelta a media que corresponden a arena, limos y arcillas. Asimismo, se evidencia la presencia de nivel freático en los DPL 3, 4, 7 y 8 (ver Anexo).

En la Figura 24 se presenta el mapa de ubicación de ensayos geotécnicos realizados en el área urbana de la ciudad de Moyobamba, elaborado con la información recolectada en campo.

2.4.5.- Resultado de los ensayos de laboratorio

Los ensayos realizados a las muestras se basan en las normas establecidas por la American Society For Testing Materials (ASTM), cuyos resultados se describen a continuación:

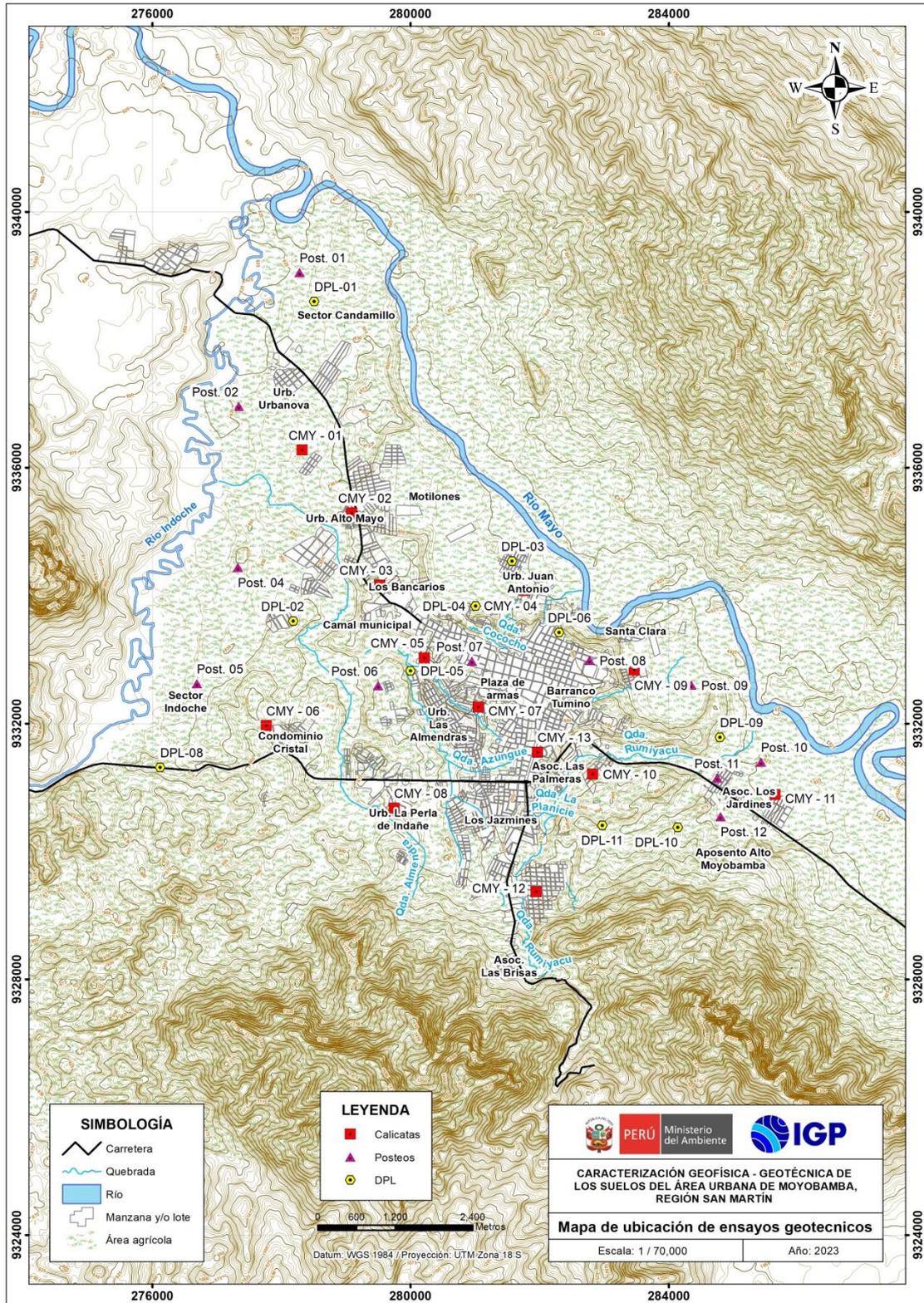


Figura 24. Mapa de ubicación de ensayos geotécnicos.

2.4.5.1. Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS)

El Sistema SUCS, abarca los suelos granulares y finos, diferenciados por la cantidad de materiales que pasa la malla N° 200 (Juárez y Rico, 2005), mientras que, entre los granulares se encuentran dos grupos, tales como: arenas y gravas, separadas por la malla N° 4.

Según los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos y de plasticidad (Anexo), en el área de estudio se ha identificado 05 tipos de suelos que fueron agrupados haciendo uso del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y mostrados en la Tabla 9 y Figura 25.

- **Suelo tipo MH:** Están conformados por limos de alta plasticidad de color beige claro a oscuro con tonalidad plomo. El contenido de humedad varía de 19.5 a 22.9%, por lo cual se considera que su capacidad de retención (permeabilidad) es alta. Son suelos de compacidad suelta a media, presentan ángulo de fricción de entre 16.50° - 24.04° y una densidad natural de rango 1.560 – 1.809 gr/cm².

Abarca el 9% de la zona de estudio y se identificaron en los sectores 8 Valles, Vía evitamiento y anexo Perla de Indañe.

- **Suelo tipo CL:** Están conformados por arcillas inorgánicas de baja plasticidad de color anaranjado con tonalidad rojiza. El contenido de humedad varía de 14.2 hasta 19.6%, por lo cual se considera que su capacidad de retención (permeabilidad) es moderada. Constituyen suelos de compacidad media a alta, presentan ángulo de fricción entre 15.60° a 19.53° y una densidad natural de 1.589 hasta 1.620 gr/cm².

Abarca el 45% de la zona de estudio y se identificaron en Los Bancarios, sector Los Algarrobos y el Parque zonal Ayamama.

Tabla 9: Clasificación SUCS de los suelos de Moyobamba.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO A (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN SUCS	DENOMINACIÓN
CMY-01	3.20	N.P	53	30	24	19.50	MH	Limos de alta plasticidad
CMY-02	3.10	N. P	27	20	7	9.50	SC	Arena arcillosa
CMY-03	3.00	N. P	36	23	12	17.70	CL	Arcilla de baja plasticidad
CMY-04	3.60	2.50	NP	NP	NP	17.40	SM	Arena limosa
CMY-05	3.00	N. P	13	NP	NP	17.10	SM	Arena limosa
CMY-06	3.20	N. P	55	30	24	22.90	MH	Limos de alta plasticidad
CMY-07	3.20	3.10	15	NP	NP	14.30	SM	Arena limosa
CMY-08	3.00	N. P	52	30	23	22.10	MH	Limos de alta plasticidad
CMY-09	2.70	1.80	16	NP	NP	16.40	SM	Arena Limosa
CMY-10	3.00	N. P	14	NP	NP	9.20	SM	Arena limosa
CMY-11	2.50	1.90	13	NP	NP	15.10	SM	Arena limosa
CMY-12	3.20	N. P	29	22	8	19.60	CL	Arcilla de baja plasticidad
CMY-13	3.20	N. P	39	24	14	14.20	CL	Arcilla de baja plasticidad

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

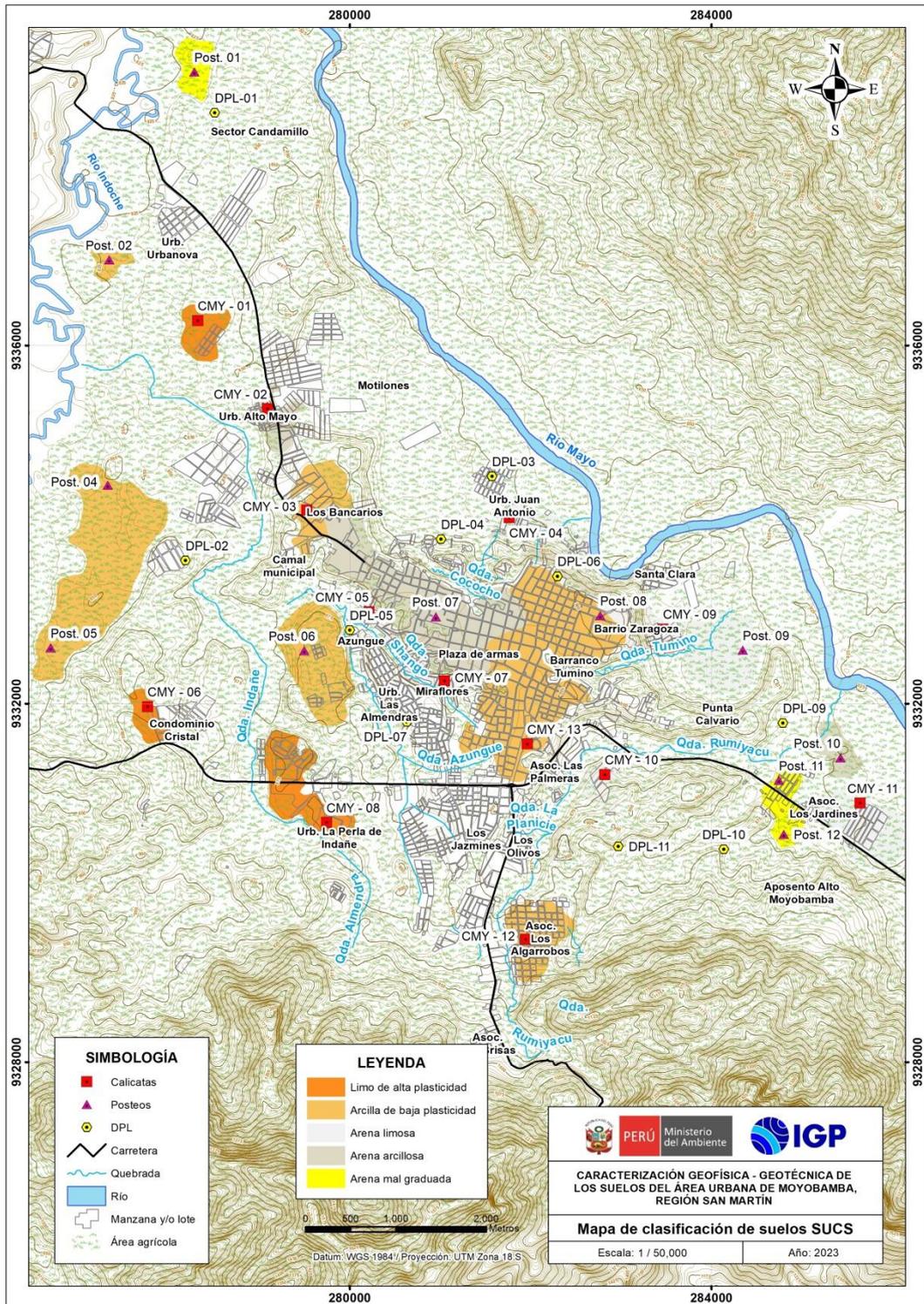


Figura 25. Mapa de clasificación de suelos SUCS en el área urbana de Moyobamba.

– **Suelo tipo SM:** Están conformados por arena limosa mal graduada, de color beige oscuro, plomo y color blanco con tonalidad amarillenta. El contenido de humedad varía de 9.2 a 17.4%, por lo cual se considera que su capacidad de retención (permeabilidad) es moderada. Constituyen suelos de compacidad muy suelta a media, presenta ángulo de fricción de 18.24° hasta 24.04° y una densidad natural de 1.680 hasta 1.997 gr/cm².

Abarca el 24% de la zona de estudio y se identificaron en los sectores Juan Antonio, Azungue, Chango, El Triunfo, Punta Halcón y Peaje.

– **Suelo tipo SC:** Están conformados por arena arcillosa, de color beige amarillo. El contenido de humedad de 9.50%, por lo cual se considera que su capacidad de retención (permeabilidad) es baja, constituyen suelos de compacidad baja a media, presenta ángulo de fricción de 17.85° y una densidad natural de 1.950 gr/cm².

Abarca el 17% de la zona de estudio y se identificó en el sector plaza Alto Mayo.

– **Suelo tipo SP:** Constituidos por arena mal graduada, de color beige claro a oscuro. Abarca el 4% de la zona de estudio y se han identificado en el Fundo Candamillo, San Borja, Los Jardines y Makisapa, (Posteos 1, 11 y 12).

2.4.6.- Análisis químico de suelos

Con el fin de determinar el contenido de sales solubles en suelos y contenido de sulfatos en suelos, el IGP realizó ensayo de análisis químico a las 13 muestras extraídas de las calicatas, de los cuales los resultados se muestran a continuación (Tabla 10 y 11):

Tabla 10: Resultados del contenido de sulfatos de las 13 muestras extraídas en las calicatas realizadas en Moyobamba.

ÍTEM	CALICATA	Muestra	Prof. (m)	SUCS	CONTENIDO DE SULFATOS (SO4-2)		
					PARTES POR MILLÓN (ppm)	RESULTADO (%)	CONCLUSIÓN
1	CMY - 01	DC-CMY-01	3.20	MH	65.3	0.0065	LEVE
2	CMY - 02	DC-CMY-02	3.10	SC	60.5	0.0061	LEVE
3	CMY - 03	DC-CMY-03	3.00	CL	63.5	0.0064	LEVE
4	CMY - 04	DC-CMY-04	3.60	SM	66.1	0.0066	LEVE
5	CMY - 05	DC-CMY-05	3.00	SM	72.1	0.0072	LEVE
6	CMY - 06	DC-CMY-06	3.20	MH	75	0.0075	LEVE
7	CMY - 07	DC-CMY-07	3.20	SM	69.6	0.0070	LEVE
8	CMY - 08	DC-CMY-08	3.00	MH	65.8	0.0066	LEVE
9	CMY - 09	DC-CMY-09	2.70	SM	64.8	0.0065	LEVE
10	CMY - 10	DC-CMY-10	3.00	SM	74.9	0.0075	LEVE
11	CMY - 11	DC-CMY-11	2.50	SM	82.6	0.0083	LEVE
12	CMY - 12	DC-CMY-12	3.20	CL	81.8	0.0082	LEVE
13	CMY - 13	DC-CMY-13	3.20	CL	89.1	0.0089	LEVE
14	CMY - 14	DC-CMY-14		SP - SM	90.3	0.0090	LEVE

Fuente: GSE LABORATORIO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C

Tabla 11: Resultados del contenido de sales solubles en el suelo de Moyobamba.

ÍTEM	CALICATA	Muestra	Prof. (m)	SUCS	SALES SOLUBLES (%)
1	CMY - 01	DC-CMY-01	3.20	MH	0.015
2	CMY - 02	DC-CMY-02	3.10	SC	0.007
3	CMY - 03	DC-CMY-03	3.00	CL	0.003
4	CMY - 04	DC-CMY-04	3.60	SM	0.007
5	CMY - 05	DC-CMY-05	3.00	SM	0.006
6	CMY - 06	DC-CMY-06	3.20	MH	0.004
7	CMY - 07	DC-CMY-07	3.20	SM	0.004
8	CMY - 08	DC-CMY-08	3.00	MH	0.006
9	CMY - 09	DC-CMY-09	2.70	SM	0.009
10	CMY - 10	DC-CMY-10	3.00	SM	0.005
11	CMY - 11	DC-CMY-11	2.50	SM	0.005
12	CMY - 12	DC-CMY-12	3.20	CL	0.008
13	CMY - 13	DC-CMY-13	3.20	CL	0.006
14	CMY - 14	DC-CMY-14		SP - SM	0.008

Fuente: GSE LABORATORIO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

De los resultados del análisis químico de los suelos del área de estudio y haciendo la comparativa con los límites permisibles de agresividad del suelo al concreto (Tabla 12), se determina que los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles de agresividad del suelo al concreto.

Tabla 12: Límites permisibles de agresividad del suelo al concreto

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración ppm	Observaciones
*Sulfatos	0-1000 1000-2000 2000-20 000 >20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico directo a las estructuras de concreto
**Cloruros	> 600 > 1000 > 1500	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales totales Soluble	>5 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Fuente: Reglamento Nacional de Construcción, NTE E060 Concreto Armado.

2.4.7.- Ensayo de corte directo

Este ensayo permite determinar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones (esfuerzos verticales y horizontales) que simulen la que existe o existirá en el terreno producto de la aplicación de una carga. Esta resistencia al corte en los suelos se debe a dos componentes: la cohesión (comportamiento plástico que presentan las partículas finas de una muestra) y el ángulo de fricción interna (rozamiento que existe en las partículas granulares).

Los valores finales de la capacidad portante de los suelos en el área urbana de la ciudad de Moyobamba están basados en datos de laboratorio de Mecánica de Suelos (Anexo), corroborados con datos teóricos de los parámetros de ángulo de fricción y cohesión de Terzaghi e información de DPL realizados en campo. Para su estimación se hace uso de las fórmulas de falla general o local, según el tipo de suelo.

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

2.4.7.1.- Capacidad de carga admisible

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 obtenidos desde 13 muestras de suelos para conocer la capacidad de carga admisible de suelos, se presentan en el Tabla 13.

Tabla 13: Capacidad de carga admisible de trece (13) muestras extraídas del área urbana de Moyobamba.

MUESTRA	Capacidad de carga última (Kg/cm ²)	Capacidad de carga admisible (Kg/cm ²)
CMY - 01	2.19	0.73
CMY - 02	4.41	1.47
CMY - 03	1.89	0.63
CMY - 04	3.93	1.31
CMY - 05	1.59	0.53
CMY - 06	2.10	0.70
CMY - 07	2.10	0.70
CMY - 08	1.50	0.50
CMY - 09	1.86	0.62
CMY - 10	3.84	1.28
CMY - 11	1.98	0.66
CMY - 12	2.34	0.78
CMY - 13	1.89	0.63
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.50 m. y ancho: 1.50 m.	

F.G: Falla General y F.L: Falla Local.

Según los valores del ángulo de fricción corregido a partir del "N" 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, se determinó las capacidades portantes de los suelos

investigados a una profundidad de cimentación de 1.50 m. y ancho de 1.00 m. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14: Capacidad de carga admisible (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 admisible (Kg/cm ²)
DPL-01	2.73	0.91
DPL-02	2.72	0.91
DPL-03	1.48	0.49
DPL-04	1.34	0.45
DPL-05	1.81	0.60
DPL-06	2.84	0.95
DPL-07	2.51	0.84
DPL-08	1.95	0.65
DPL-09	12.60	4.20
DPL-10	1.55	0.52
DPL-11	1.60	0.53
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.50 m. y ancho: 1.00 m.	

Fuente: IGP, 2023

Según los resultados y la clasificación indicada en la Tabla 15, se ha determinado que el área urbana de la ciudad de Moyobamba, en su mayoría, ha sido construida sobre suelos con capacidad de carga admisible que va desde baja a muy baja, siendo sus características las siguientes:

Tabla 15: Rango de capacidad de carga admisible.

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

Fuente: IGP, 2018

A) Capacidad de carga admisible muy baja

Comprende rangos de capacidad de carga admisible menores a 1.00 kg/cm² y considera suelos cohesivos con contenido de arenas de grano fino de compacidad muy suelta a suelta. Abarca el 95% de la zona de estudio y se identificó en los sectores 8 Valles, colegio Ignacio Velázquez, Los Bancarios, Azungue, Vía Evitamiento, Chango, Anexo Perla de Indañe, El Triunfo, Peaje, Los Algarrobos y parque zonal Ayamama.

B) Capacidad de carga admisible baja

Comprende rangos de capacidad de carga admisible entre 1.00 – 2.00kg/cm² y considera suelos granulares con un mínimo porcentaje de finos de compacidad suelta a media. Abarca el 5% del área estudiada. Sobre este tipo de suelos se asienta el sector Plaza Altomayo, Juan Antonio, Punta Halcón y Rumiyacu.

Finalmente, en la Figura 26 se presenta el mapa de capacidad de carga admisible para el área urbana de la ciudad de Moyobamba.

2.4.8. Licuación de suelos

La licuación de suelos es un fenómeno que se origina por la falla de este durante las vibraciones sísmicas y que suele afectar áreas urbanas asentadas sobre materiales inconsolidados y con nivel freático superficial. De acuerdo con los resultados del cálculo de potencial de licuación de suelos, las zonas potencialmente licuables se sitúan en los sectores San Antonio, Azungue, Barrio Belén, El Triunfo, Punta Halcón, Peaje, Asociación de Viviendas Playa Río Mayo, Guayabal, Jirón 20 de Abril, Barrio Calvario y Urb. Moyobamba.

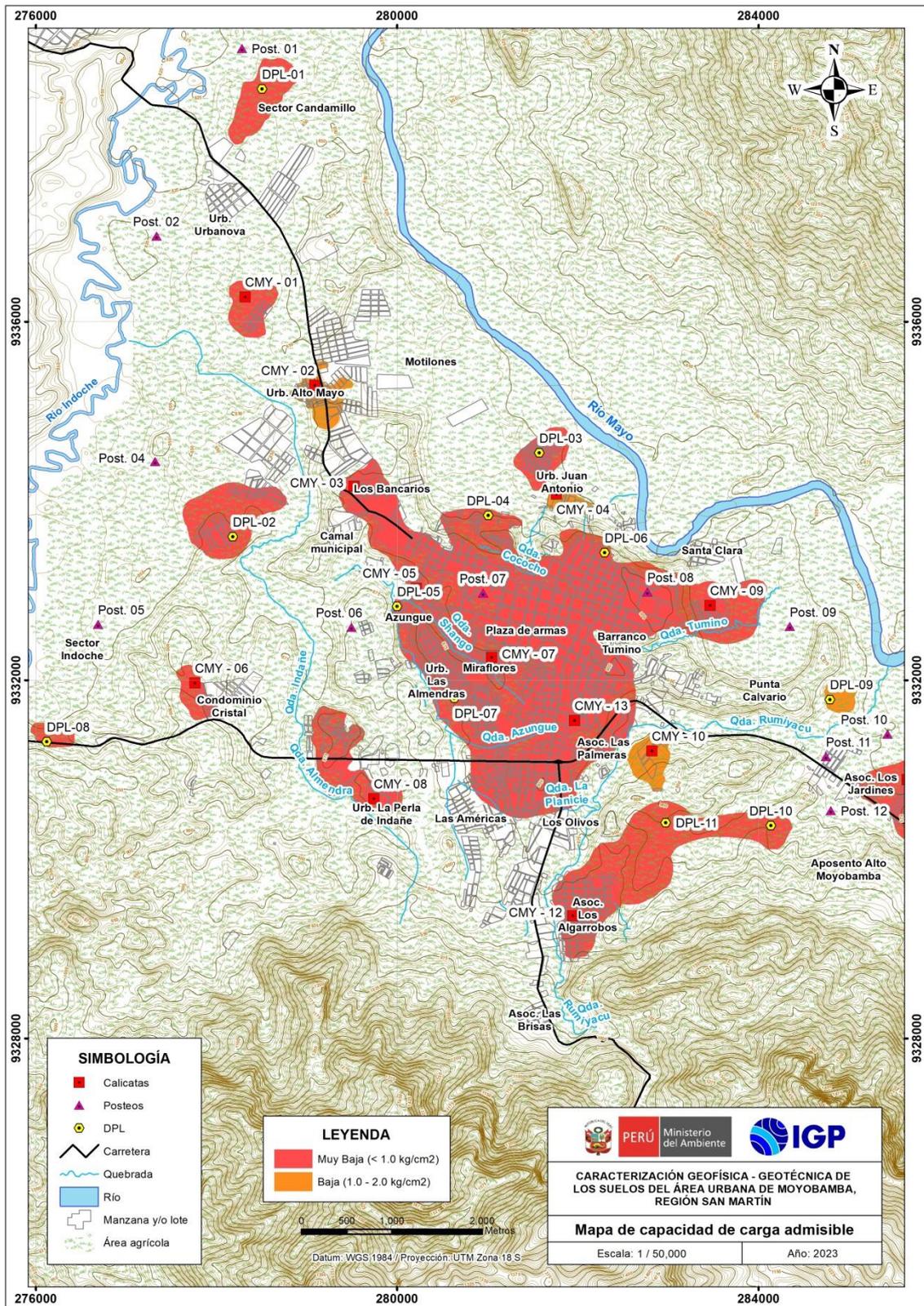


Figura 26. Mapa de capacidad de carga admisible de los suelos de Moyobamba.

En la Figura 27, se presenta el mapa de licuación de suelos del área urbana de la ciudad de Moyobamba.

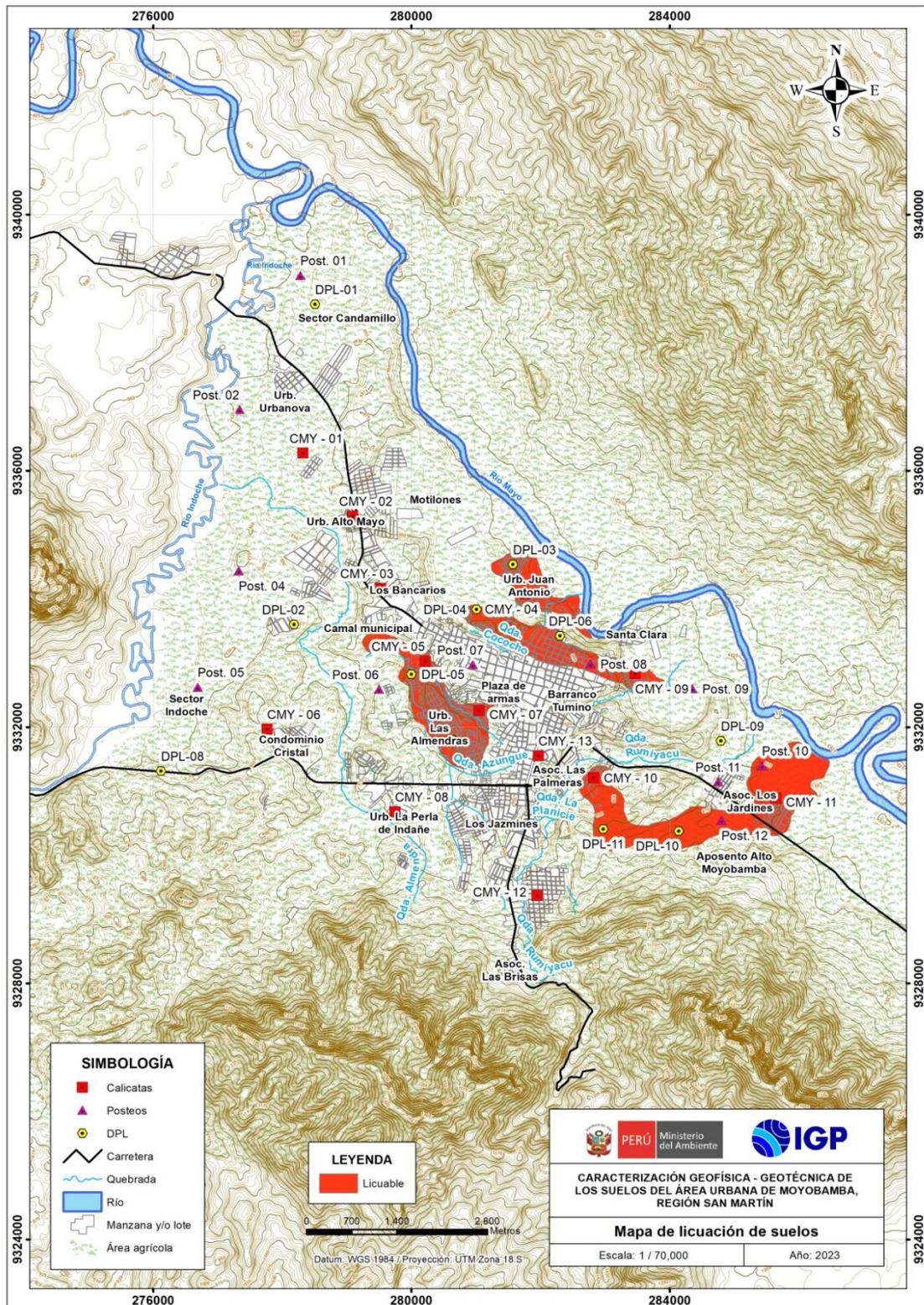


Figura 27. Mapa de licuación de suelos.

3.- GEOFÍSICA APLICADA

A fin de conocer los diferentes parámetros físicos de la estructura del suelo en el área urbana de la ciudad de Moyobamba, se aplicaron métodos geofísicos que permitieron conocer el periodo de respuesta del suelo, rigidez, espesor de las capas, contenido de humedad y factores de amplificación. Estos parámetros geofísicos son los condicionantes primarios para que los suelos respondan de diferente manera ante la sollicitación sísmica. A continuación, se describe cada método y se presenta los resultados obtenidos para el área urbana de la ciudad de Moyobamba.

3.1.- Método de Razones Espectrales – Vibración ambiental

El método de razones espectrales (H/V) permite caracterizar la respuesta dinámica del suelo a partir de su periodo de respuesta y en algunos casos, estimar su amplificación, ante la sollicitación sísmica (Nakamura, 1989; SESAME, 2004). 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. Debe entenderse que la variación de las propiedades físicas de cada capa estratigráfica superficial, de diferente espesor, geometría y composición litológica, causarán o no, la amplificación de las ondas sísmicas incidentes a la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

3.1.1.- Adquisición de datos: La adquisición de los registros de vibración ambiental, se realizó con equipos sísmicos constituidos de sensores Lennartz de 5 segundos y registradores CityShark II, Figura 28. Se obtuvieron registros de vibración ambiental de 15 minutos de duración, en 200 puntos, distribuidos de manera homogénea en el área de estudio, ver Figura 29.



Figura 28. Equipo sísmico utilizado para el registro de vibraciones ambientales: sensor Lennartz (2N) y registradores CityShark II.

En la Figura 30, se muestra 2 ejemplos de señales de vibración ambiental obtenidos al sur de ciudad de Moyobamba, punto donde existe ruido de poca amplitud y/o saltos transitorios (MY-118) y el segundo por la Urb. Juan Antonio próximo al río Mayo, con presencia de altos niveles de ruido (MY-181). Los resultados evidencian que dichos puntos están ubicados en suelos con diferente consistencia o rigidez, permitiendo clasificarlos y a la vez zonificar el área en base a la respuesta sísmica del suelo.

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, para luego sumar las horizontales (H) antes de dividir las entre la vertical (H/V). 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 31, se observa los resultados obtenidos para el punto MY-73.

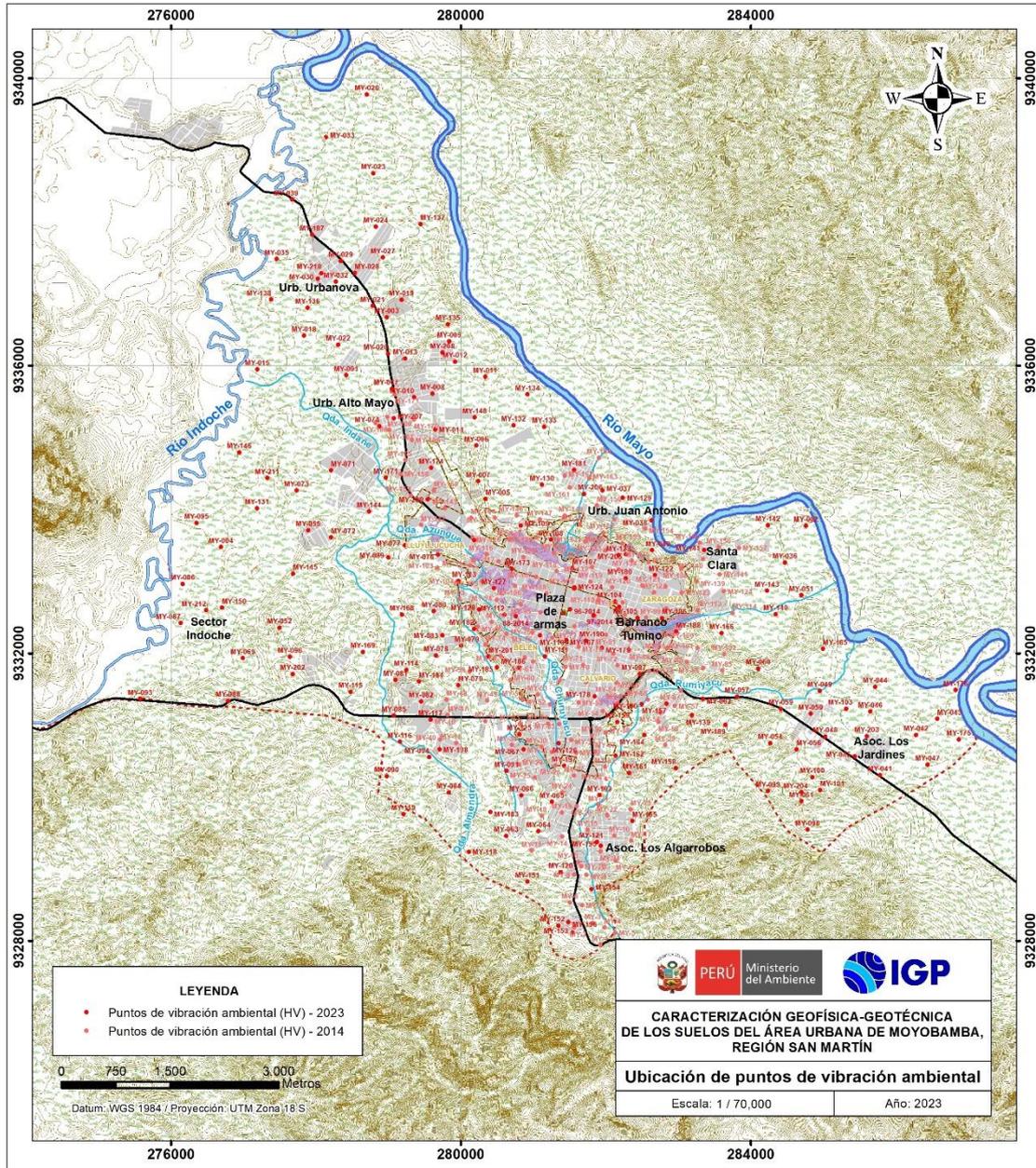


Figura 29. Distribución espacial de los puntos de registros de vibración ambiental, en el área urbana de Moyobamba. Los puntos están distribuidos estratégicamente de acuerdo al objetivo del estudio.

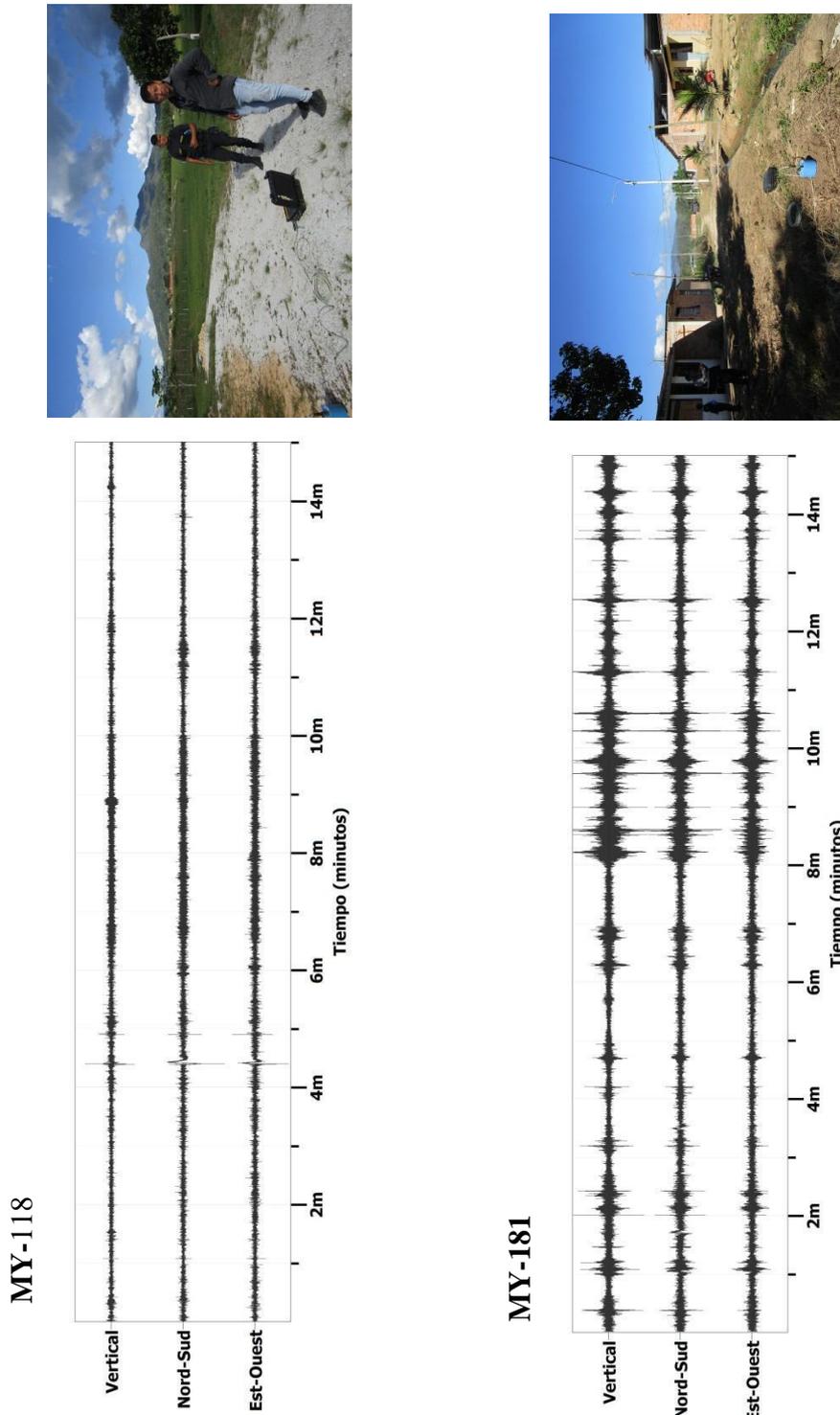


Figura 30. Ejemplos de registros obtenidos: al sur con ruido constante (MY-118) y en la plaza de armas de Río Mayo, cerca al río con ruido transitorio (MY-181). Obsérvese las diferentes amplitudes de la señal registrada en cada punto.

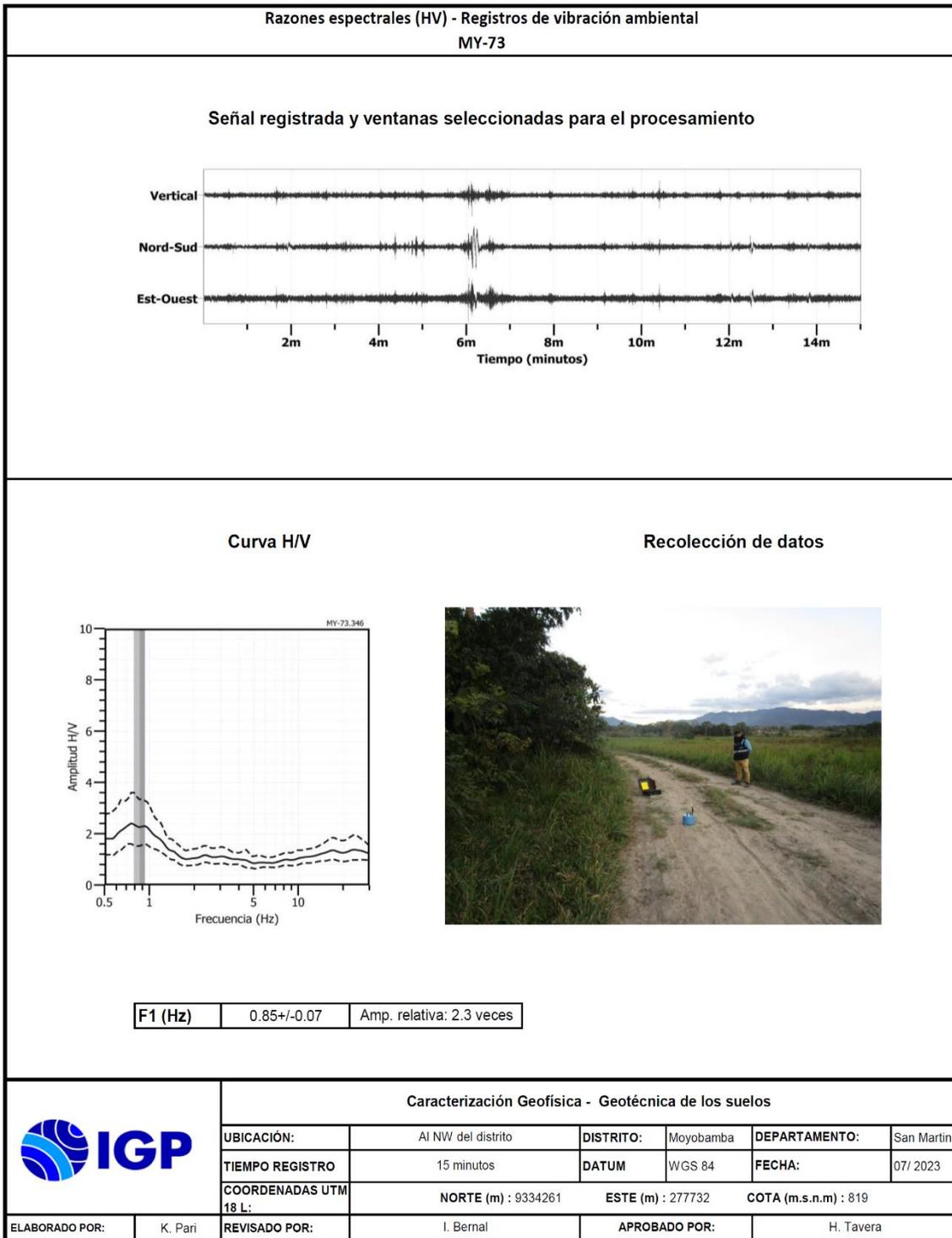


Figura 31. Resultados obtenidos con el método de razones espectrales (H/V) para el punto MY-73. Arriba, la señal registrada y abajo la curva promedio de las razones espectrales (H/V) en línea gruesa y su desviación estándar en líneas discontinuas. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

Para el análisis de la información se identificó la frecuencia predominante en la Razón Espectral H/V y para ello, se consideraron los siguientes criterios: 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).

3.1.3.- Resultados e interpretación: Los resultados obtenidos a partir de las Razones Espectrales H/V en la ciudad de Moyobamba, evidencian que los suelos responden en uno y dos rangos de frecuencias, F_0 y F_1 . Las frecuencias menores a 1.5 Hz (F_0) predominan en toda el área urbana y periurbana de la ciudad y los valores mayores (F_1), se distribuyen de manera local en algunos sectores del casco urbano.

Periodos Dominantes: Los valores de frecuencias, F_0 y F_1 , fueron transformados a periodos dominantes (T_0 y T_1), a fin de construir el mapa de periodos. A continuación, se describe y analiza la distribución espacial de los diferentes rangos de periodos.

- **Periodos, T_0 (Figura 32):** Con valores entre 0.7 a 1.5 segundos (0.60 a 1.44 Hz) están presentes en toda el área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba. Las mayores amplificaciones relativas se presentan en lugares próximos al río Mayo, en los barrancos, quebradas, por la Asociación Los Jardines hacia el sureste, por el sector Indoche hacia el suroeste y por las Asociación Los Algarrobos y Las Brisas hacia el sur de la ciudad. Este rango de periodos, se asocian a la respuesta de una capa sedimentaria de gran espesor.

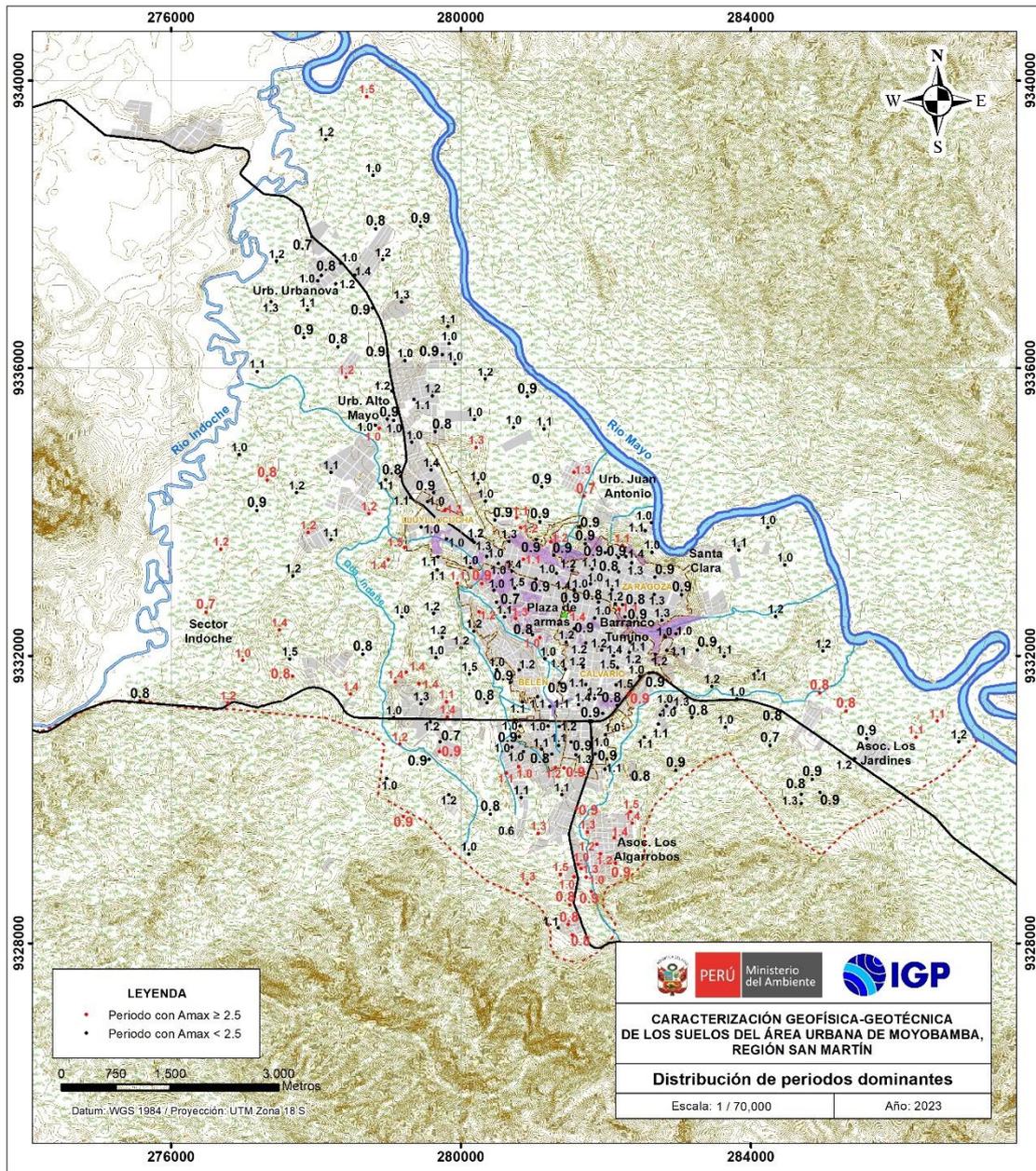


Figura 32. Distribución espacial de los periodos predominantes del suelo ($T_o \geq 0.5$ seg). Los valores en rojo, corresponden a puntos con amplificaciones mayores a 2.5 veces.

- **Periodos, T_1 (Figura 33):** Con valores de periodos entre 0.1 y 0.6 segundos (1.52 a 20.12 Hz) están presentes de manera puntual en el área de estudio, principalmente por el casco urbano central, entre las quebradas Almendra, Churuyacu y Azungue, las urbanizaciones Juan

Antonio y Santa Clara (ambos próximos al río Mayo) y por la Asociación Los Algarrobos y Las Brisas.

En general, este rango de periodo es identificado en lugares donde prevalece el asentamiento de viviendas por la presencia de suelos blandos que además, producen alta amplificaciones.

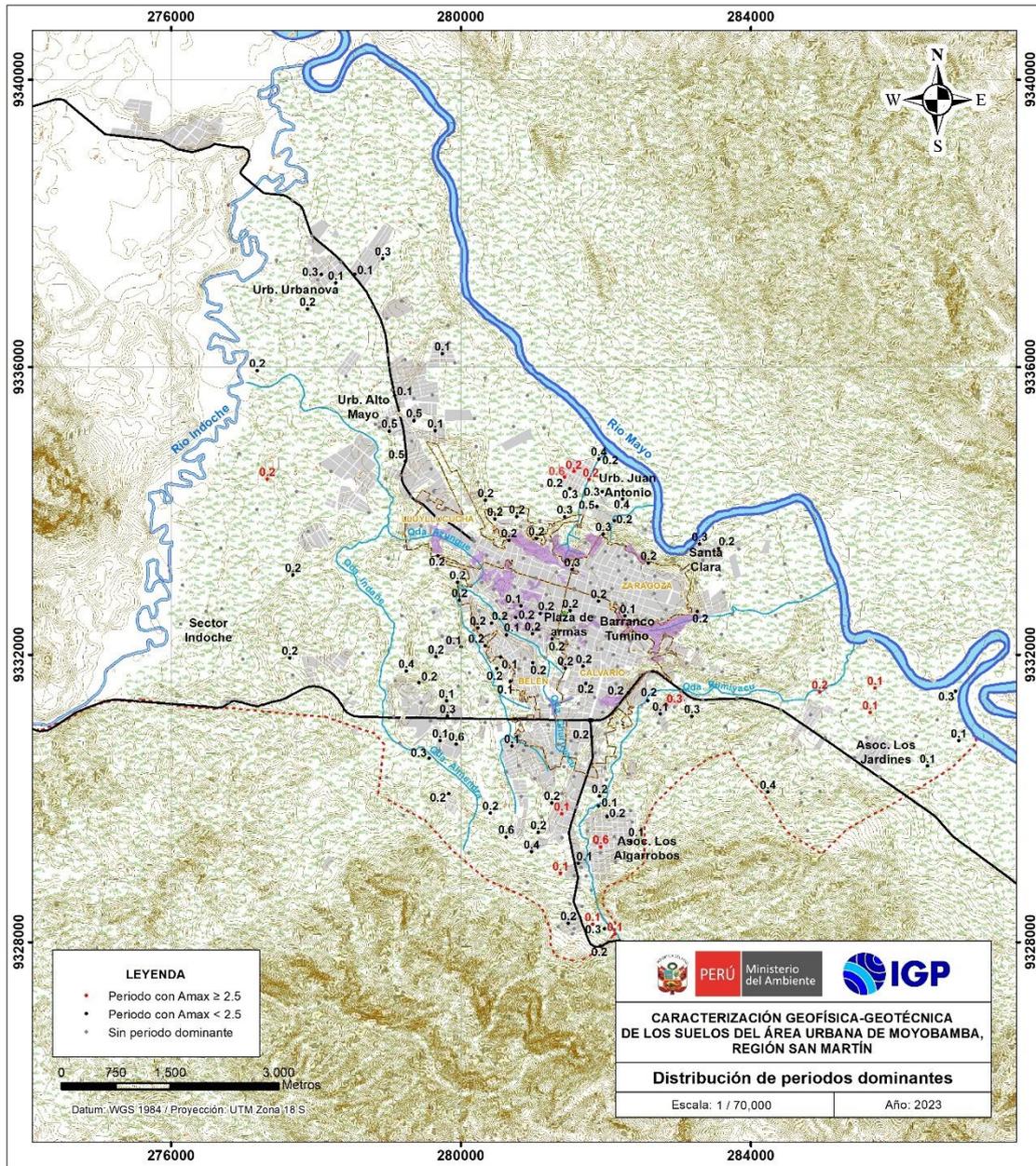


Figura 33. Distribución espacial de los periodos predominantes del suelo ($T_0 < 0.7$ seg). Los valores en rojo, corresponden a puntos con amplificaciones mayores a 2.5 veces.

En la Figura 34, se muestra la distribución de razones espectrales representativas para diferentes sectores del área de estudio:

- Sector A *En dirección de la Urb. Urbanova (extremo norte), los suelos responden a 0.1 y 0.8 segundos, con bajas amplificaciones*
- Sector B *Entre la Urb. Alto Mayo y Indoche (extremo oeste), los suelos responden a 1.0 segundos con amplificaciones >2.5 veces.*
- Sector C *Entre las quebradas Churuyaco y Azungue, los suelos responden a 0.2 y 0.8 segundos*
- Sector D *En la Asoc. Los Algarrobos (extremo sur), los suelos responden a 0.8 segundos con moderada amplificación y con menor amplitud muestra sensibilidad a 0.1 y 0.2 segundos.*
- Sector E *En la Urb. Juan Antonio, próximo al río Mayo los suelos responden a 0.2 segundos, con amplificaciones de hasta 3.0 veces.*
- Sector F *En la Asoc. Los Jardines, próximo al río Mayo y hacia el SE de la Plaza de Armas de la ciudad de Moyobamba, los suelos responden a 0.2 y 0.8 segundos, ambos con amplificaciones >3 veces. Este sector se ubica en zonas de cultivo cuyos suelos presentan alto nivel freático.*
- Sector G *En la zona céntrica de la ciudad de Moyobamba, límite entre los sectores Lluylucucha y Zaragosa, los suelos responden a 0.3 y 1.2 segundos, con bajas amplificaciones.*
- Sector H *En la zona céntrica de la ciudad de Moyobamba, en el sector Zaragosa, no se observa ningún periodo dominante, lo cual sugiere la presencia de suelos compactos.*

En general, los suelos del área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba responden a dos rangos de periodos: $T_0 \geq 0.7$ segundos, sobre gran parte del área de estudio con las mayores amplificaciones en el sector Indoche y la Asociación Los Jardines y $T_0 < 0.6$ segundo, con mayores amplificaciones próximos al río Mayo (Urb. Juan Antonio y Asociación Los Jardines) y en las quebradas Almendra, Azungue, Churuyaku, Indañe y Rumiayacu. Finalmente, en la Figura 34, en líneas de color rojo punteadas, se delimitan los sectores identificados con mayor amplificación.

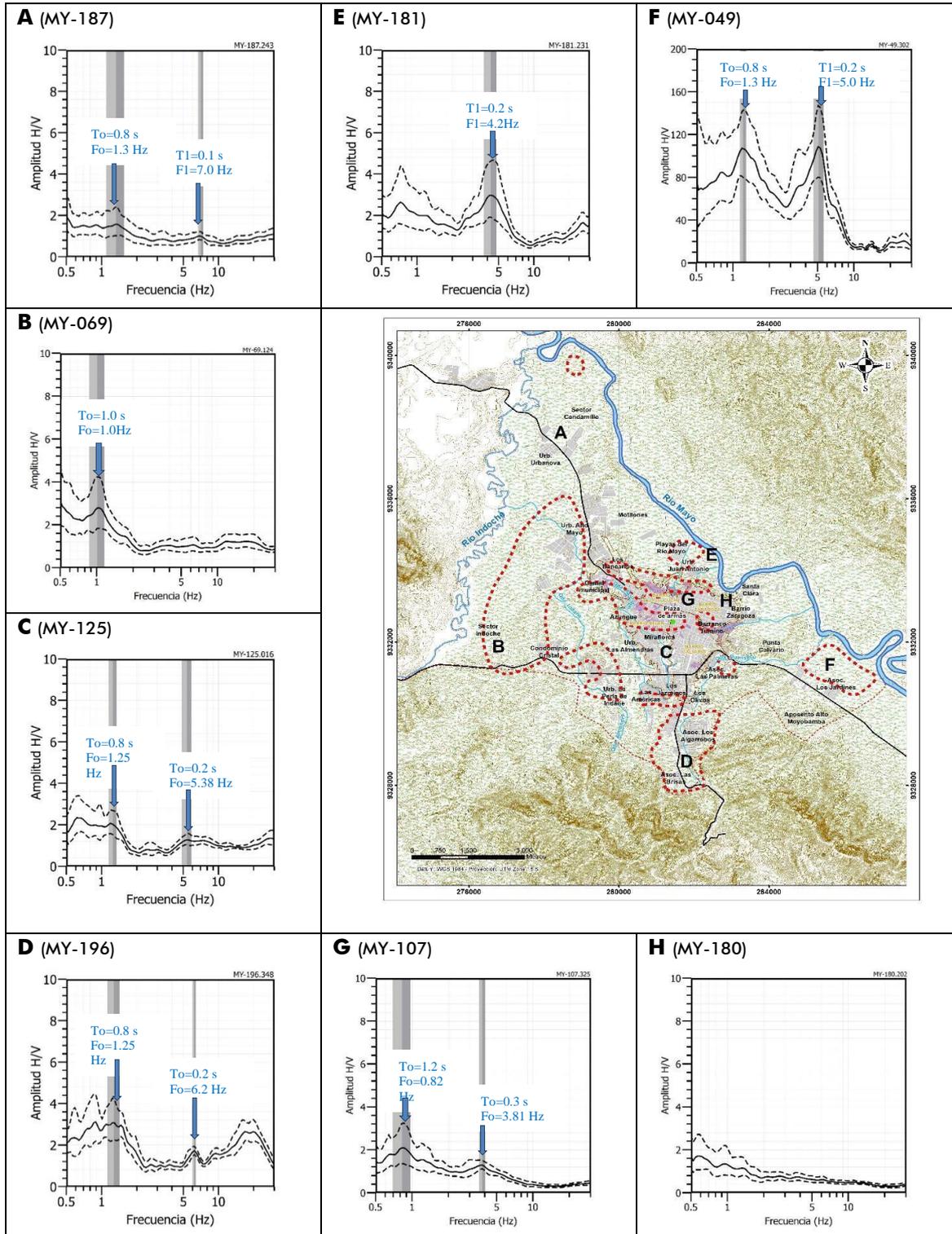


Figura 34. Razones espectrales obtenidas para los puntos de A hasta H, distribuidas en el área de estudio. Las flechas indican el periodo predominante de respuesta del suelo. Las líneas discontinuas, delimitan áreas donde predominan altas amplificaciones mayores a 2.5 veces.

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 subsuelo bajo un punto; es decir, conocer la velocidad de propagación de las ondas de corte V_s en el subsuelo a partir del análisis de la dispersión de ondas superficiales generadas por una fuente de energía impulsiva y registrada por arreglos lineales de estaciones sísmicas.

El ensayo de Análisis Multicanal de Microtremores (MAM) o sísmica de Microtremores (Louie, 2001), es otro método para conocer la estructura del subsuelo 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 subsuelo 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 35) 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 29 líneas sísmicas de MASW-MAM, las coordenadas y características se observan en la Tabla 16 y su distribución en la Figura 36. 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 35. Equipos utilizados en la adquisición de datos MASW – MAM, en la plaza de Armas de Moyobamba.

3.2.2.- Procesamiento y análisis: Para los ensayos MASW–MAM, los datos sísmicos recolectados fueron procesados con el programa de computación Seislmager 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 V_s en una dimensión (1D) para el punto central de la línea, ver Figura 37.

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 17.

Tabla 16. Coordenadas y características de las líneas sísmicas MASW-MAM realizadas en el área urbana de Moyobamba, codificadas como LS01-MY,..., LS29-MY.

Línea Sísmica		Coordenadas UTM – WGS84		Cota (m.s.n.m.)	Espaciamiento entre geófonos (m)	Longitud total (m)
		Este (m)	Norte (m)			
1	LS01-MY	278136	9337290	823	4	92
2	LS02-MY	279744	9336179	830	4	92
3	LS03-MY	279083	9335262	832	3	69
4	LS04-MY	277334	9334428	830	4	92
5	LS05-MY	281711	9334221	797	4	92
6	LS06-MY	277679	9331714	883	4	92
7	LS07-MY	280006	9332810	846	4	92
8	LS08-MY	281556	9333277	879	3	69
9	LS09-MY	282278	9333373	881	3	69
10	LS10-MY	283506	9333328	823	4	92
11	LS11-MY	280377	9331948	843	3	69
12	LS12-MY	280952	9332235	867	3	69
13	LS13-MY	282186	9332639	885	3	69
14	LS14-MY	279706	9330660	865	3	69
15	LS15-MY	280720	9330431	857	4	92
16	LS16-MY	281422	9330427	887	4	84
17	LS17-MY	282464	9331391	842	4	92
18	LS18-MY	284091	9331788	863	4	92
19	LS19-MY	285604	9330839	809	4	92
20	LS20-MY	281929	9329316	900	4	92
21	LS21-MY	281483	9328253	965	4	92
22	LS22-MY	278516	9338656	813	4	92
23	LS23-MY	280792	9335219	816	4	92
24	LS24-MY	279542	9334137	867	3	69
25	LS25-MY	279100	9333403	873	4	92
26	LS26-MY	281482	9332539	879	3	69
27	LS27-MY	281929	9330410	863	4	92
28	LS28-MY	284702	9330059	867	4	92
29	LS29-MY	276482	9332594	823	4	92



Figura 36. Distribución espacial de líneas de MASW - MAM, codificadas como LS01-MY,..., LS29-MY.

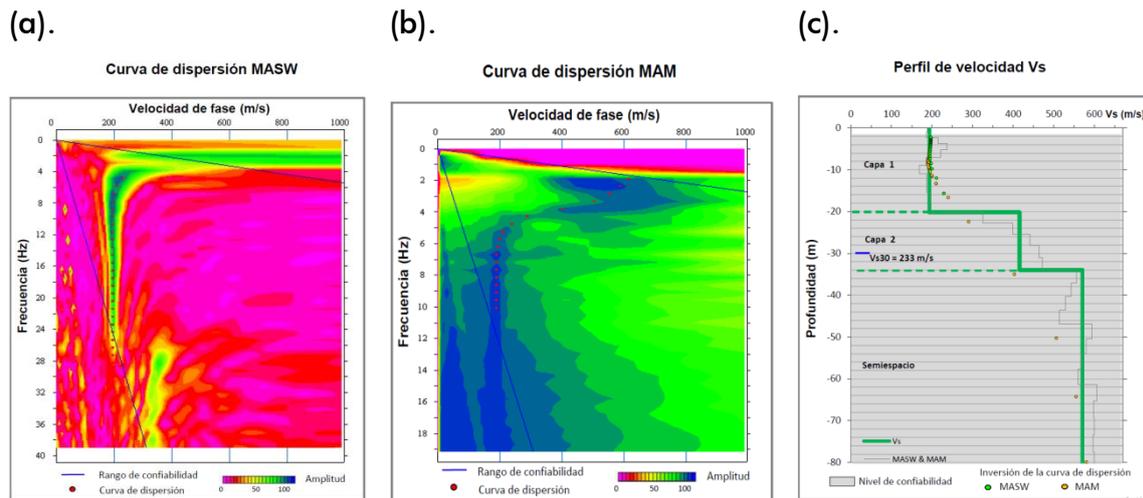


Figura 37. Curvas de dispersión obtenidas con los métodos de MASW (a) y MAM (b) y el perfil de velocidad obtenido a partir de la combinación de ambos métodos (c).

Tabla 17. Clasificación de los suelos, adaptada a partir de la Norma E.030 (2018).

Clasificación de los perfiles de suelo			
N°	Vs (m/s)	Adaptación al área de estudio	
1	> 1500	Roca moderadamente dura a dura	[Green Box]
2	800 a 1500		
3	500 a 800	Suelos muy rígidos	[Light Green Box]
4	350 a 500	Suelos rígidos	[Yellow Box]
5	180 a 350	Suelos intermedios (medianamente rígido)	[Orange Box]
6	< 180	Suelos blandos	[Red Box]

3.2.3.- Resultados e interpretación

A continuación, se describen las características observadas en los perfiles de velocidad de ondas de corte (V_s) obtenidos con los métodos sísmicos MASW – MAM con resolución de 45 a 90 metros de profundidad. En la Figura 38, se presenta el perfil sísmico obtenido para la línea LS01-MY y en el Anexo 1, para las líneas restantes.

Línea sísmica LS01-MY: Realizada en la Urb. Urbanova con una profundidad de resolución promedio de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 20

metros de espesor y velocidad V_s de 194 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); la segunda capa de 14 metros de espesor y velocidad V_s de 416 m/s correspondiente a suelos rígidos; y el semiespacio, con velocidad $V_s > 571$ m/s, sugiere la presencia de suelos muy rígidos.

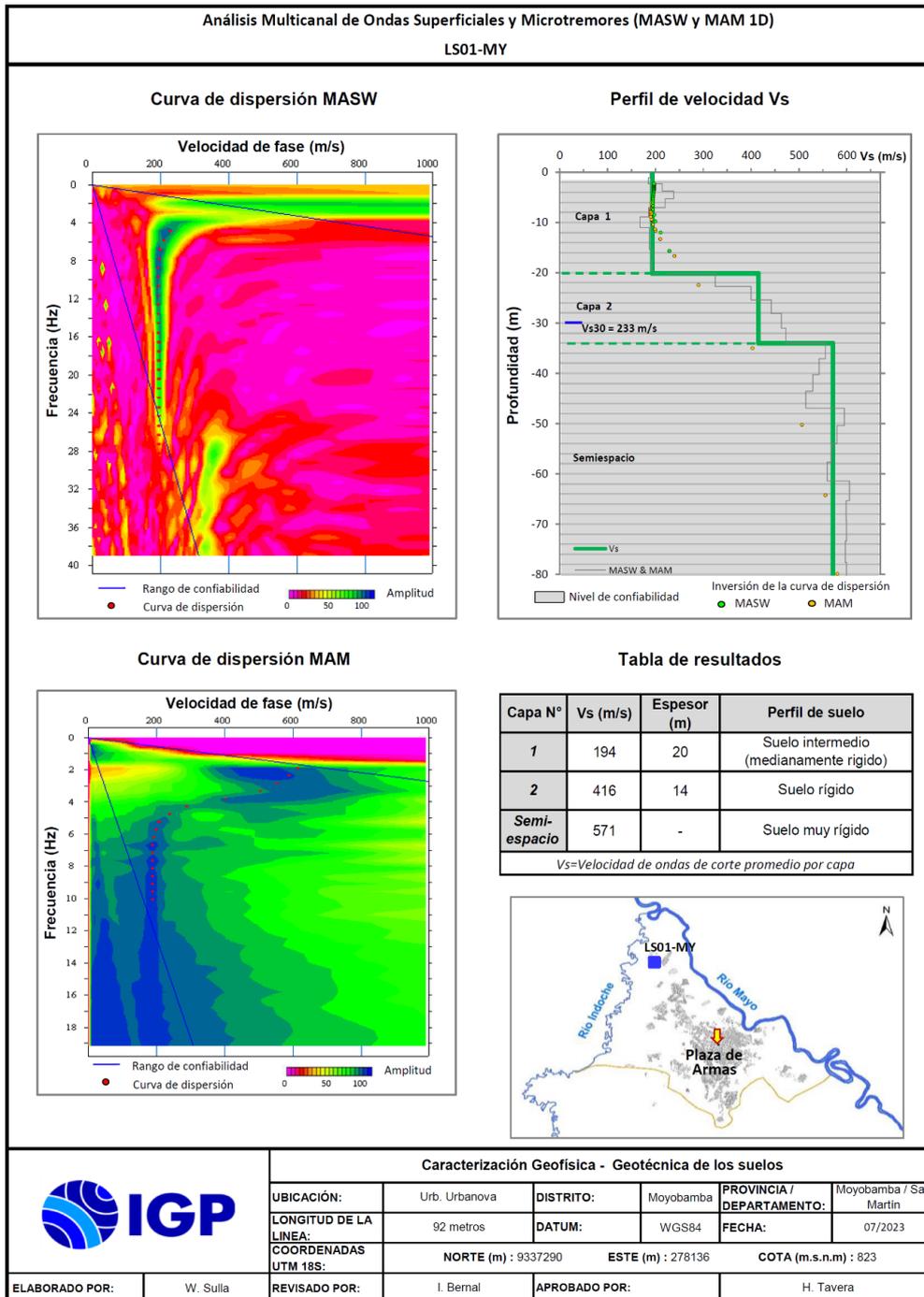


Figura 38. Resultados obtenidos con el ensayo MASW - MAM para la línea sísmica LS01-MY.

Línea sísmica LS02-MY: Realizada Motilones con una profundidad de resolución promedio del perfil de 64 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 13 metros de espesor y velocidad V_s de 228 m/s; que junto a la segunda capa de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 310 m/s corresponden a suelos intermedios (medianamente rígidos); y el semiespacio, con velocidad $V_s > 372$ m/s, sugieren la existencia de suelo rígido.

Línea sísmica LS03-MY: Realizada en la Urb. Alto Mayo con una profundidad de resolución promedio del perfil de 58 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 15 metros de espesor y velocidad V_s de 218 m/s; la segunda capa de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 261 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 314$ m/s, indican la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS04-MY: Realizada próximo al río Indoche con una profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 31 metros de espesor y velocidad V_s de 249 m/s, que junto a la segunda capa de 12 metros de espesor y velocidad V_s de 298 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); y el semiespacio, con velocidad $V_s > 467$ m/s, sugieren la existencia de suelos rígidos.

En el Anexo 1, se describen los resultados obtenidos en el resto de líneas sísmicas realizadas en la zona de estudio.

En la Tabla 18, se resumen los valores de velocidad de ondas de corte (V_s) para cada uno de los perfiles de suelo obtenidos y teniendo en cuenta, lo indicado en la Tabla 17.

Tabla 18. Valores de espesor y Vs de los perfiles sísmicos obtenidos para el área de estudio.

Línea Sísmica	Superficie → Profundidad								VS30 (m/s)
	N° DE CAPA								
	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-MY	194	20	416	14	571	-	-	-	233
LS02-MY	228	13	310	7	372	-	-	-	278
LS03-MY	218	15	261	16	314	-	-	-	237
LS04-MY	249	31	298	12	467	-	-	-	249
LS05-MY	121	7	208	13	295	17	375	-	195
LS06-MY	207	18	330	8	392	-	-	-	249
LS07-MY	136	11	230	9	289	-	-	-	196
LS08-MY	205	4	275	-	-	-	-	-	250
LS09-MY	227	4	273	-	-	-	-	-	260
LS10-MY	158	5	218	12	324	-	-	-	226
LS11-MY	180	5	207	13	290	-	-	-	219
LS12-MY	141	5	188	12	277	-	-	-	196
LS13-MY	204	4	259	19	332	-	-	-	258
LS14-MY	192	2	239	-	-	-	-	-	228
LS15-MY	168	7	222	13	293	-	-	-	218
LS16-MY	220	4	283	24	428	-	-	-	278
LS17-MY	135	4	238	16	387	-	-	-	244
LS18-MY	168	7	223	16	348	-	-	-	220
LS19-MY	133	9	226	28	319	-	-	-	183
LS20-MY	270	4	451	7	358	26	526	-	354
LS21-MY	332	7	489	8	388	25	608	-	388
LS22-MY	161	7	243	16	319	-	-	-	229
LS23-MY	134	4	237	22	296	-	-	-	219
LS24-MY	196	4	244	9	291	-	-	-	271
LS25-MY	197	5	238	15	288	-	-	-	238
LS26-MY	208	4	299	-	-	-	-	-	275
LS27-MY	239	11	319	-	-	-	-	-	270
LS28-MY	190	13	254	18	329	-	-	-	221
LS29-MY	210	15	314	22	373	-	-	-	247

	Suelo blando ($V_s < 180$ 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 ($V_s > 800$ m/s)

En el área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba, se ha identificado el predominio de suelos medianamente rígidos ($V_s=190$ a 348 m/s) de 4 metros de espesor presentes por la Asociación Los Algarrobos y de hasta 20 metros hacia el norte de Motilones, pero en el resto del área de estudio, este tipo de suelo se extiende hasta mayor

profundidad, tal como se observa en los ensayos realizados por la Plaza de Armas (Figura 39). De manera puntual y a nivel superficial, se ha identificado suelos blandos ($V_s = 121$ a 180 m/s), en las quebradas Azungue y Churuyacu de hasta 11 metros de espesor, por la quebrada Rumiyacu de 4 metros de espesor y en lugares que se ubican próximo al río Mayo, suelos con 4 a 9 metros de espesor.

En conjunto, los espesores de los suelos blandos y medianamente rígidos superan los 30 metros de espesor hacia dirección noroeste (Perfil-01), pero en la parte central y hacia el extremo sureste, supera los 70 metros de espesor (perfiles 3 y 4 de la Figura 39). Estos suelos cubren a suelos rígidos ($V_s = 358$ a 489 m/s), presentes en dirección noroeste y sur de la ciudad de Moyobamba, ver perfiles 1 y 3 de la Figura 39.

En este contexto, el suelo blando es debido a la presencia de material fino y contenido de humedad, influyendo en la pérdida de su rigidez. Estos suelos son identificados en las quebradas Azungue, Churuyacu, Rumiyacu y lugares próximos al río Mayo. Los suelos con mayor rigidez se encuentran principalmente hacia el sur, por la Asociación Los Algarrobos y Las Brisas.

Para el área de estudio, el V_{s30} calculado varía entre 183 y 278 m/s, y corresponde a suelos Tipo S3; y entre 354 y 388 m/s para suelos Tipo S2; es decir, se tiene el predominio de suelos medianamente rígidos en toda el área de estudio y suelos rígidos hacia el extremo sur de la ciudad de Moyobamba (Norma sismorresistente E.030, Tabla 17).

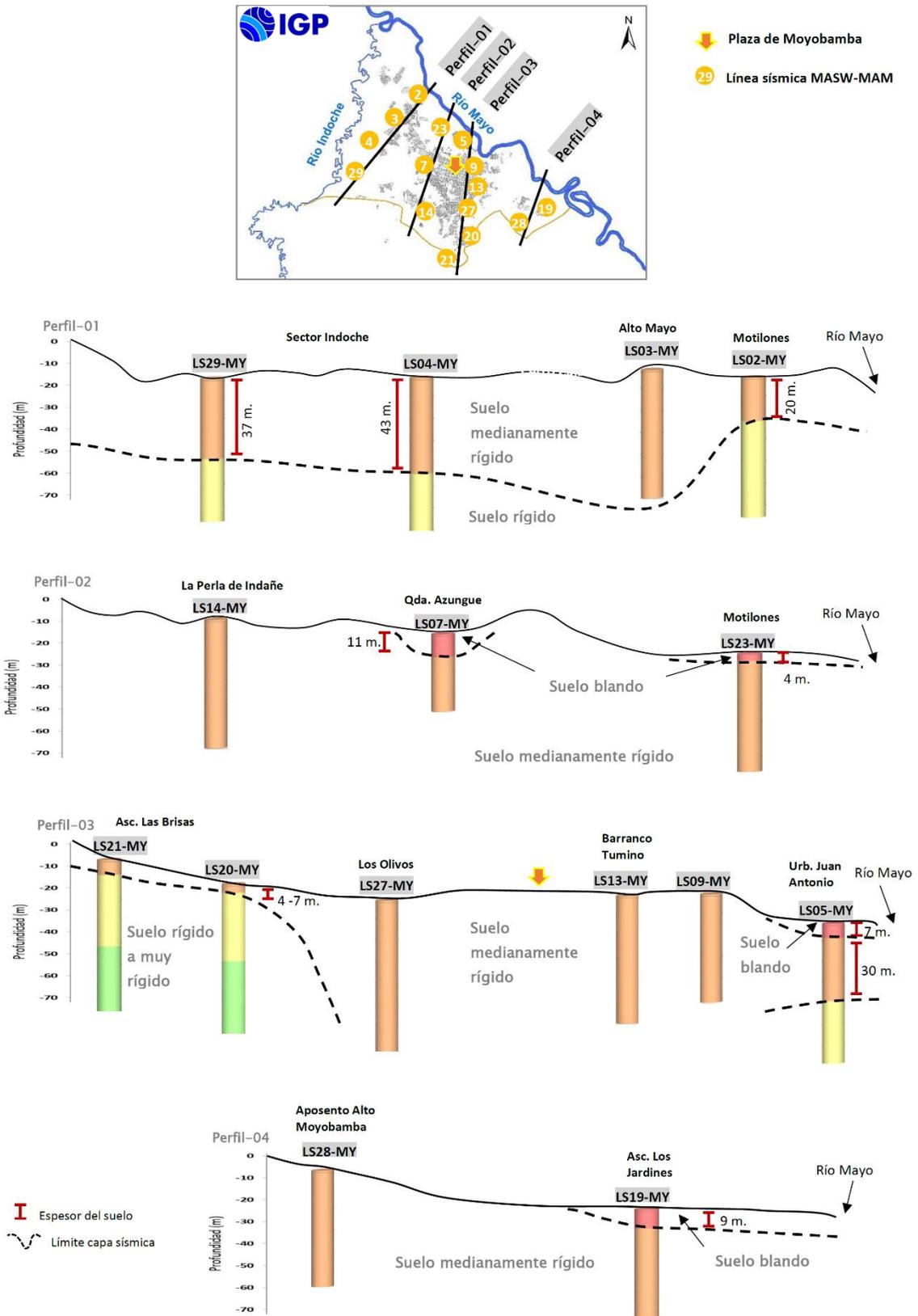


Figura 39. Resultados de MASW-MAM ubicados a lo largo de los perfiles 01, 02, 03 y 04.

3.3.- Método de Tomografía de Resistividad Eléctrica

El método de Tomografía de Resistividad Eléctrica - ERT (Orellana, 1982), 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 subsuelo 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 obtenidos en 23 líneas de ERT utilizando un equipo de Resistividad / IP Syscal Pro (Figura 40). Asimismo, en la Tabla 19 y Figura 41 se presenta las características de las líneas ERT y su distribución espacial en la ciudad de Moyobamba.



Figura 40. Equipos utilizados en la adquisición de datos ERT.

Tabla 19. Coordenadas y características del ensayo ERT realizados en Moyobamba.

Línea Eléctrica	Coordenadas UTM - WGS84		Cota (m.s.n.m.)	Espaciamiento entre electrodos (m)	Longitud total (m)
	Este (m)	Norte (m)			
LE01- MY	278258	9337401	838	20	260
	278057	9337238	839		
LE02- MY	279569	9336190	841	20	260
	279825	9336185	839		
LE03- MY	279000	9335427	846	20	260
	279071	9335188	846		
LE04- MY	277363	9334473	846	20	260
	277225	9334256	840		
LE05- MY	281781	9334474	824	20	260
	281717	9334223	828		
LE06- MY	277792	9331988	891	20	260
	277842	9331737	897		
LE07- MY	280169	9332899	858	20	260
	279966	9332752	862		
LE08- MY	281571	9333334	879	20	260
	281511	9333087	889		
LE09- MY	282293	9333410	892	20	260
	282192	9333187	895		
LE10- MY	283256	9333387	838	20	260
	283503	9333332	833		
LE11- MY	280317	9332121	866	20	260
	280410	9331893	865		
LE12- MY	280758	9332332	868	20	260
	281010	9332269	872		
LE13- MY	282457	9332520	891	20	260
	282340	9332291	891		
LE14- MY	279727	9330785	877	20	260
	279633	9330585	869		
LE15- MY	280639	9330582	874	20	260
	280751	9330345	879		
LE16- MY	281300	9330426	898	20	260
	281544	9330388	890		
LE17- MY	282575	9331501	848	20	260
	282395	9331316	852		
LE18- MY	283905	9331821	874	20	260
	284158	9331763	874		
LE19- MY	285691	9331089	819	20	260
	285560	9330860	821		
LE20- MY	281770	9329303	914	20	260
	282019	9329298	918		
LE21- MY	281637	9328309	973	20	260
	281398	9328221	987		
LE22- MY	278530	9338728	830	20	260
	278489	9338470	832		
LE23- MY	279671	9334278	876	20	260
	279505	9334083	879		

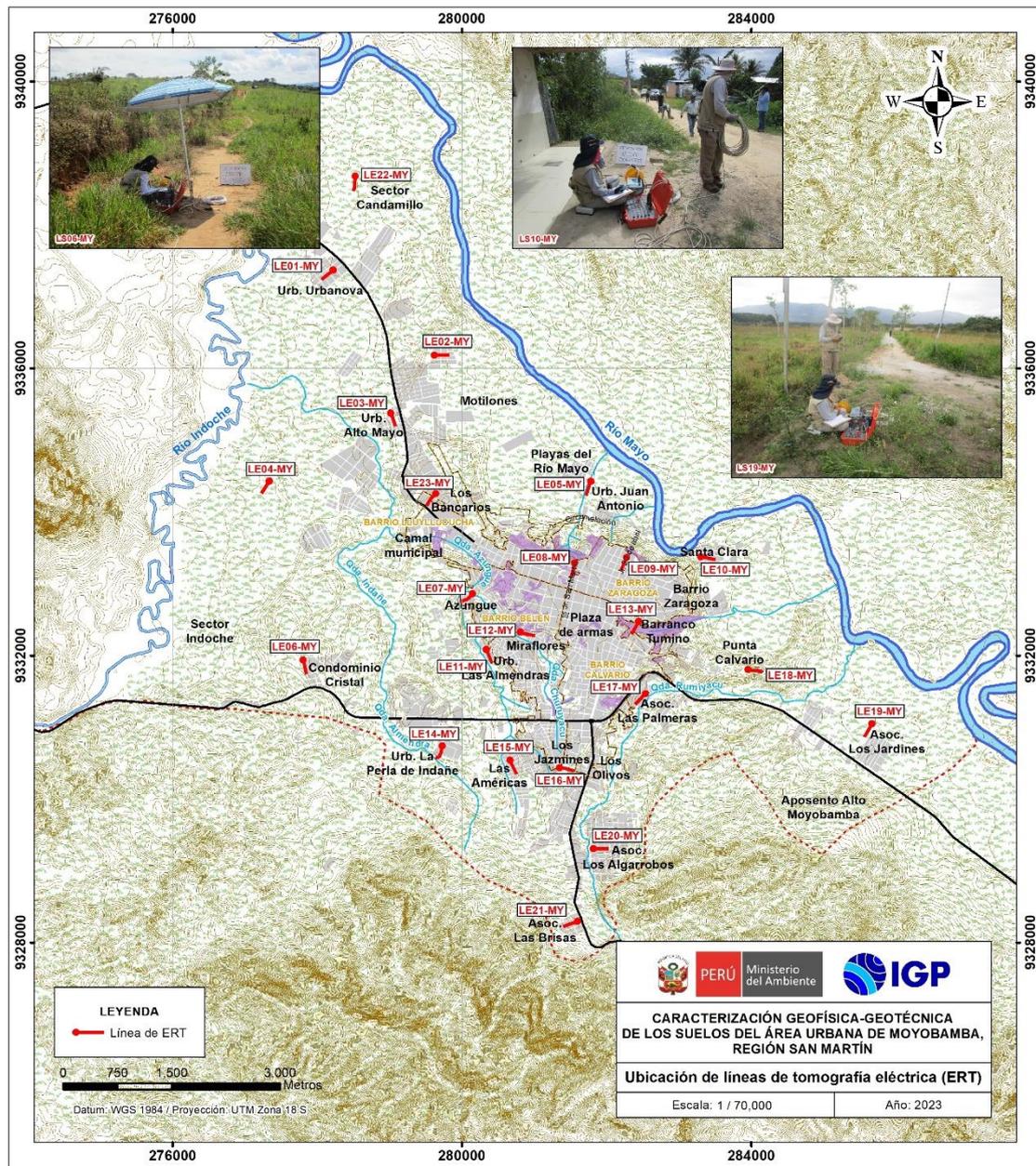


Figura 41. Distribución espacial de las líneas de ERT codificadas como LE01-MY,... LE23-MY en el área urbana de Moyobamba.

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 geoelectricos y de procesamiento de imágenes.

Asimismo, para la interpretación de los resultados se debe tener en cuenta que son varios los factores que influyen en las propiedades físicas de los suelos (grado de saturación, porosidad y forma del poro, salinidad del fluido, tipo y composición de la roca, temperatura, procesos geológicos que afectan a los materiales); es decir, el incremento de fluidos en el terreno se verá reflejado por una disminución en los valores de resistividad. En la Tabla 20, se presentan algunos valores de resistividad relacionados con los diferentes tipos de suelos y rocas.

Tabla 20. 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

En el área urbana de Moyobamba se realizaron 23 líneas de Tomografía de Resistividad Eléctrica. En la Figura 42, se presentan los resultados obtenidos para la línea LE01-MY y en el Anexo 1, el resultado para las líneas restantes. El análisis realizado permite tener los siguientes resultados:

Sección geoelectrica LE01-MY: Realizada en la Urb. Urbanova sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se

ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primero presenta bajo contenido de humedad ($> 300 \text{ Ohm-m}$), espesor de 20 a 45 metros. El segundo horizonte, a lo largo de toda sección presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de hasta 30 metros al inicio de la sección (extremo NE). Además, en este horizonte se presentan dos zonas anómalas de bajo y alto contenido de humedad hacia el final de la sección (extremos SO). El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad ($< 80 \text{ Ohm-m}$).

Sección geoelectrica LE02-MY: Realizada en Motilones sobre una longitud de 260 metros y en dirección O-E. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad ($> 300 \text{ Ohm-m}$), espesores de hasta 20 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de 1 a 5 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad, espesor mayor a 40 metros. Además, dentro de este horizonte se presenta una zona anómala con mayor concentración de humedad.

En el Anexo 1, se describen los resultados obtenidos en el resto de secciones geoelectricas.

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

- Hacia el extremo norte de la Plaza de Armas de Moyobamba (Urb. Juan Antonio), se ha identificado la presencia de un horizonte con alto contenido de humedad, esto debido a la proximidad con el río Mayo y por ser una zona inundable (Figura 43). Hacia su extremo sur, se ha

identificado la presencia de dos horizontes: a nivel superficial los suelos presentan bajo contenido de humedad y a partir de los 15 metros de profundidad, se incrementa la humedad.

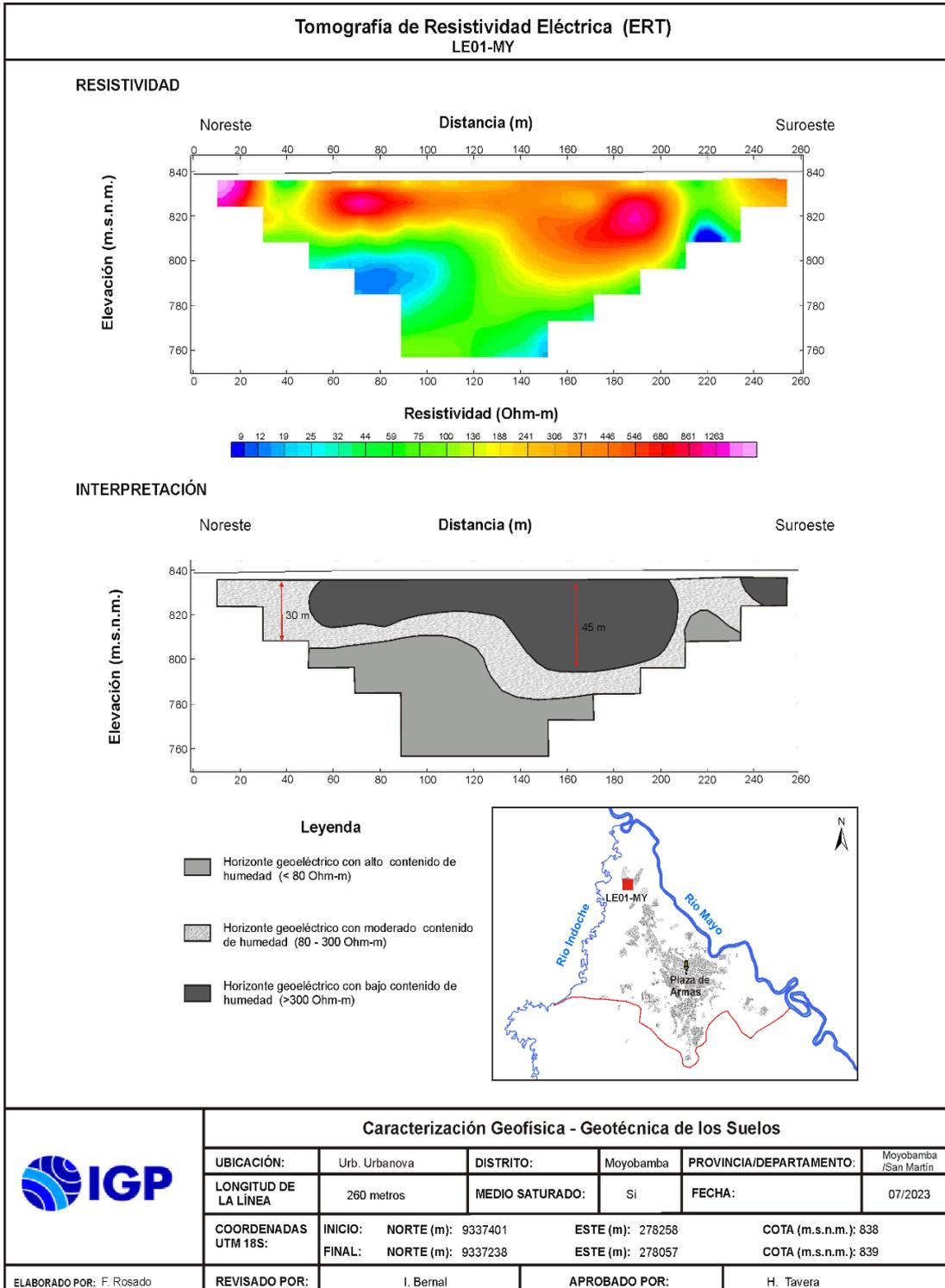


Figura 42. Resultado de tomografía de resistividad eléctrica para la línea LE01-MY.

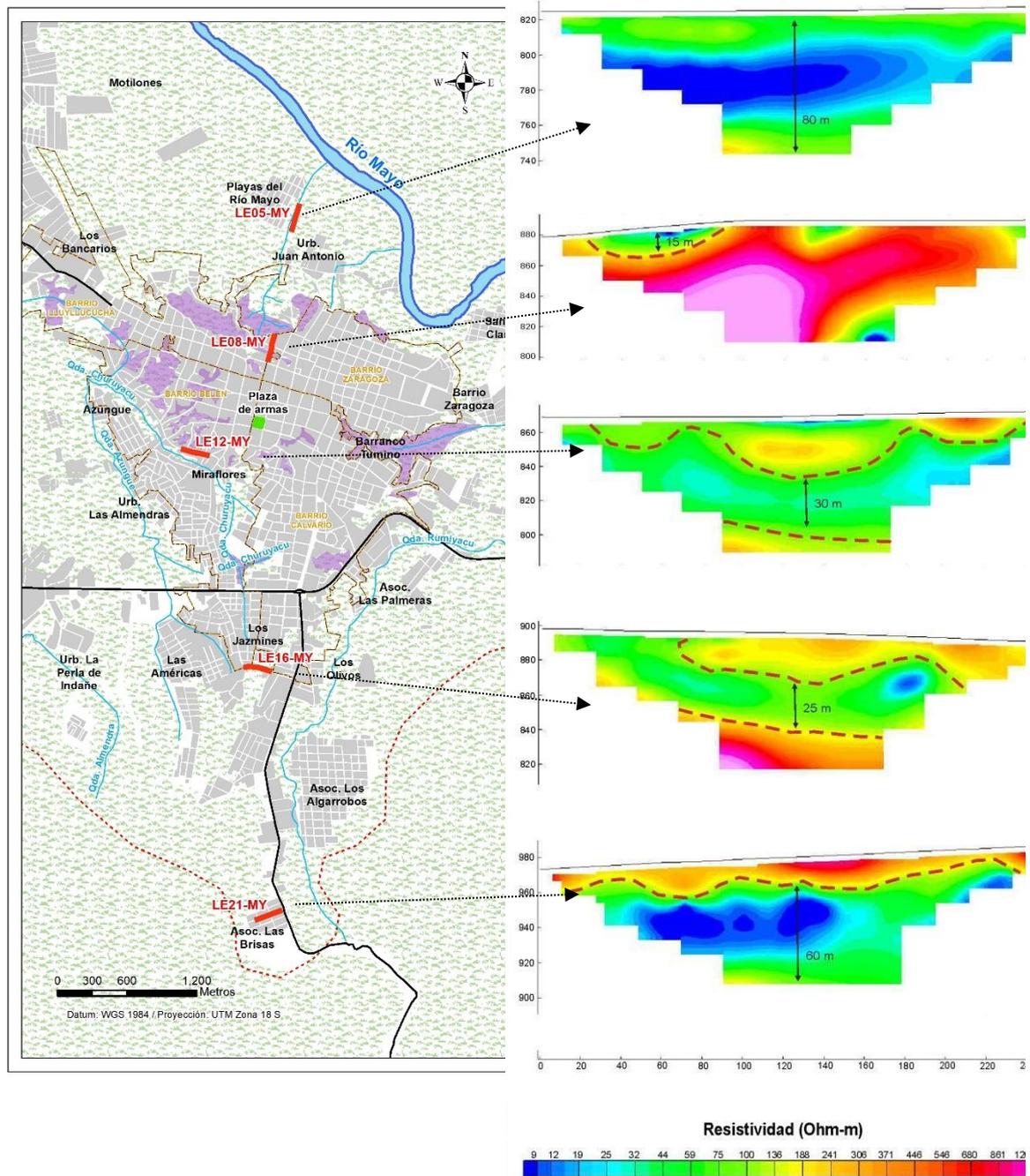


Figura 43. Ubicación de las líneas de tomografía eléctrica LE05-MY, LE08-MY, LE12-MY, LE16-MY, LE21-MY. Las líneas interlineadas rojas indican la presencia de contenido de humedad.

- En el sector central del casco urbano (LE08), se ha identificado la presencia de suelos con bajo contenido de humedad, de manera puntual se observa mayor humedad a nivel superficial, lo cual se debería al mal drenaje del agua residual doméstico.

- Hacia el extremo sur, las líneas LE12 y LE16, Realizadas en el sistema de quebradas Azungue y Churuyacu, los resultados muestran mayor contenido de humedad hasta los 50 metros de profundidad aproximadamente.

En el área periurbana de Moyobamba, los suelos muestran mayor contenido de humedad, en zonas próximas al río Mayo e Indoche.

4.- ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA - GEOTÉCNICA

La caracterización física y dinámica de los suelos del área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba fue realizada con información obtenida con métodos geofísicos y su correlación con la información geológica y geotécnica, siendo los resultados obtenidos los que se detallan a continuación.

4.1.- Caracterización física y dinámica de los suelos

El área urbana de la ciudad de Moyobamba se encuentra Realizada a una altura promedio de 895 m.s.n.m., se emplaza sobre depósitos aluviales y fluviales que fueron arrastrados por los ríos Mayo e Indoche dejando una topografía ondulada con algunas depresiones accidentadas como los barrancos (Tumino) y quebradas (Rumiyacu, Churuyacu, Azungue, Almendra e Indañe).

Para conocer las características físicas del suelo, así como de las capas que la conforman, su espesor, contenido de humedad y el periodo de respuesta dinámica, se ha aplicado diferentes métodos geofísicos que han permitido recolectar información desde la superficie hasta profundidades del orden de 80 metros en promedio. La información y los resultados obtenidos han sido totalmente correlacionados con la información geológica, geomorfológica, geodinámica y geotecnia a fin de tener mayor conocimiento de los suelos y su respuesta ante la ocurrencia de sismos y lluvias extremas.

En cuanto a su comportamiento dinámico, se tiene el predominio de periodos mayores a 0.7 segundos como respuesta del suelo en gran parte del área de estudio, aunque en algunos lugares, los suelos responden a un segundo rango de periodos entre 0.1 y 0.6 segundos, lo cual ante la

ocurrencia de sismos podría afectar a estructuras de poca altura. Este segundo rango de periodos se identifica principalmente en asentamientos de viviendas como la Urb. Juan Antonio. Para un mejor análisis sobre las características físicas y/o estructura del suelo, según la Figura 44 el área urbana de la ciudad de Moyobamba ha sido dividida en 6 áreas cuyas características se detallan a continuación:

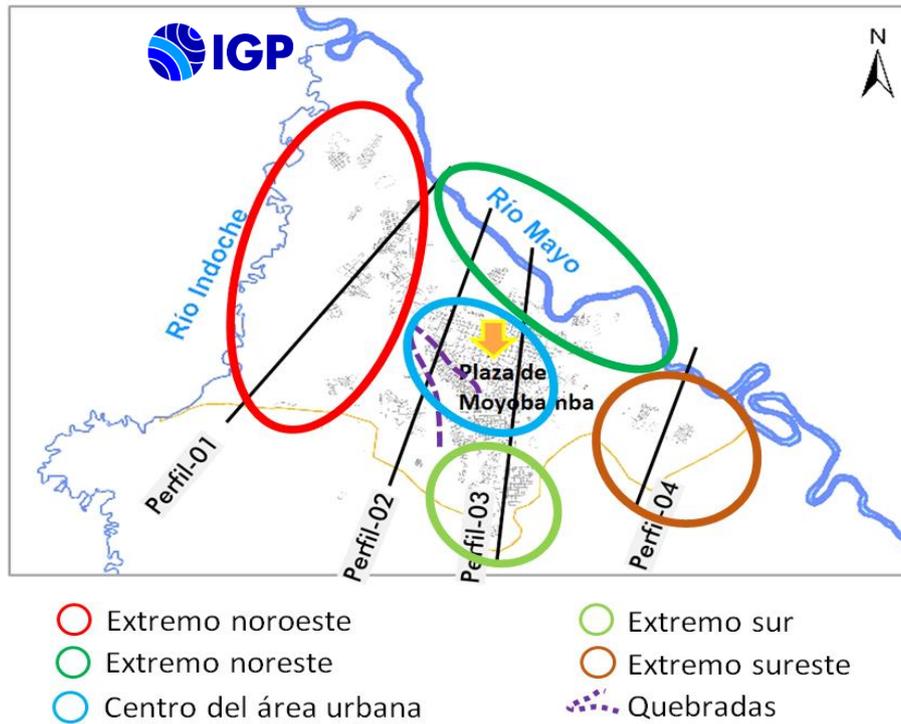


Figura 44. Delimitación de subáreas para una mejor descripción de la estructura del suelo, a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

En el extremo noroeste de la ciudad de Moyobamba, comprende las urbanizaciones Alto Mayo y Urbanova, el Sector Candamillo y toda el área entre el río Indoche y la quebrada Indañe, se tiene los siguientes resultados:

- Una capa de suelo fino medianamente rígida.
- Capas con velocidades $V_s=194-314$ m/s y espesores de 20 a 43 metros, siendo los mayores por la Urb. Alto Mayo, ver Figura 45.
- Capas con alto contenido de humedad a partir de los 10 y 20 metros de profundidad. Se incrementa por el sector Motilones.

- *Potencial a generarse niveles altos de amplificación del suelo.*
- *A mayor profundidad, la capa de suelo está compuesta por material rígido y correspondería a material fino compacto.*
- *En las urbanizaciones Urbanova y Alto Mayo, los suelos responden a un segundo rango de periodos entre 0.1 y 0.3 segundos.*

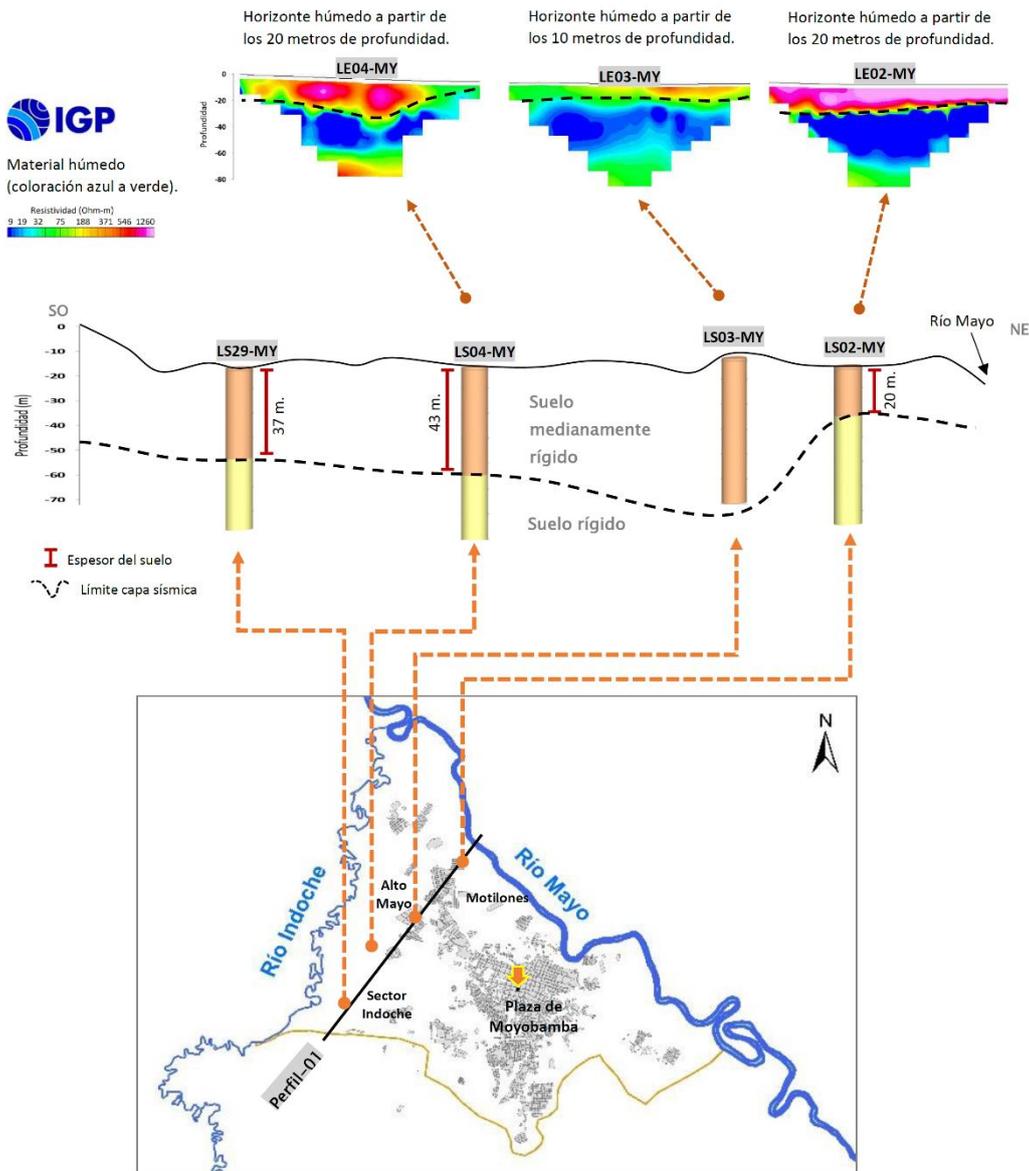


Figura 45. Estructura del suelo identificada al noroeste del área urbana de Moyobamba, Perfil-01 realizado a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

En el extremo noreste de la ciudad de Moyobamba, comprende los sectores de Motilones, Urb. Juan Antonio, Santa Clara y Asoc. Los Jardines, todos ubicados a lo largo de la margen izquierda del río Mayo, se tienen los siguientes resultados:

- Una capa de suelo blando a medianamente rígido constituido de material fino.
- Capas con velocidades $V_s=121-348$ m/s y espesores mayores a los 37 metros.
- Capas con alto contenido de humedad que se incrementa en profundidad, ver extremo norte de Perfiles 2 y 3 (Figuras 46 y 47).
- Potencial a generarse procesos de licuación de suelos, tal como ocurrió durante los sismos de 1990 y 1991.
- Estos suelos muestran sensibilidad a un segundo rango de periodos entre 0.1 y 0.4 segundos.

En el Centro del área urbana de la ciudad de Moyobamba, comprende la Plaza de Armas y los Barrios de Zaragosa, Lluylucucha y Calvario, se tienen los siguientes resultados:

- Una capa de suelo medianamente rígida constituida por arenas.
- Capas con velocidades $V_s=196-332$ m/s y espesores que superan la profundidad investigada, ver parte central de los Perfiles 2 y 3 (Figuras 46 y 47).
- Capas con bajo contenido de humedad. Puntualmente se observa humedad, pero se debería a la falta de un adecuado sistema de drenaje.
- Los suelos no muestran sensibilidad a un segundo periodo.

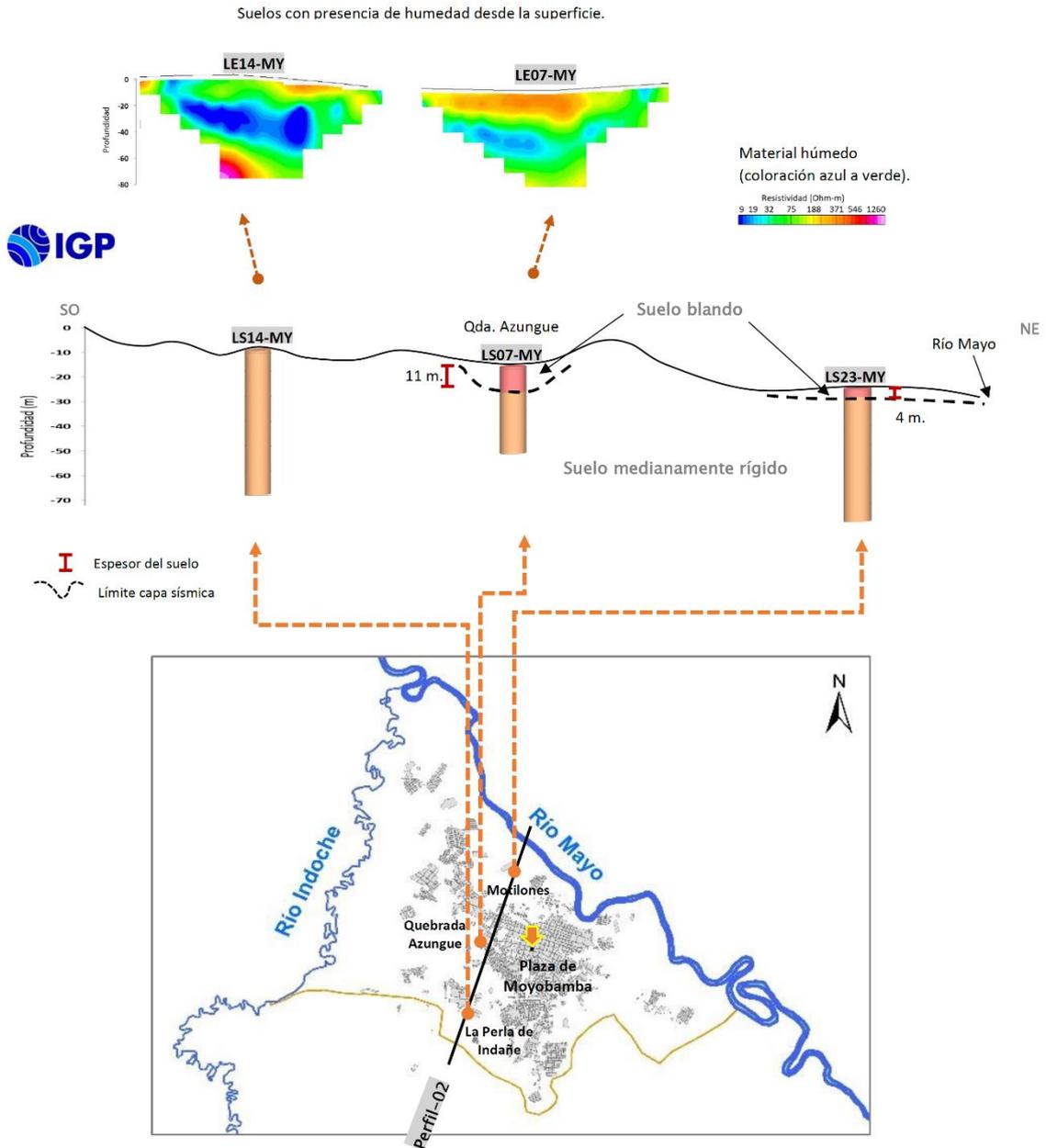


Figura 46. Estructura del suelo identificado al noroeste del área urbana de Moyobamba, Perfil-02 realizado a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

En las Quebradas presentes en la ciudad de Moyobamba, tales como Azungue, Churuyacu y Rumiyaçu, se tienen los siguientes resultados:

- Una capa de suelo blando a medianamente rígido constituido por arenas y arcillas.

- *Capas con velocidades $V_s=136-290$ m/s y espesores que superan la profundidad investigada, ver Perfil 2 (Figura 46).*
- *Los suelos presentan alto contenido de humedad desde la superficie.*
- *Suelos con potencial a generar procesos de licuación y niveles altos de sacudimiento antes la acción sísmica.*
- *Estos suelos muestran sensibilidad a un segundo periodo entre 0.1 y 0.2 segundos, al igual que en los barrancos.*

En el extremo Sur de la ciudad de Moyobamba, comprende la Asociación Las Brisas, Los Algarrobos y toda el área con presencia de aguas termales, se tienen los siguientes resultados:

- *Una capa de suelo medianamente rígido constituido por material residual.*
- *Capas con velocidades $V_s=270-332$ m/s y espesores de 4 a 7 metros, ver extremo sur del Perfil 3 en la Figura 47.*
- *Por debajo de la capa superficial, el material es rígido a muy rígido propio de la rocas presentes en el lugar.*
- *En los suelos el contenido de humedad se incrementa a partir de los 20 metros de profundidad.*
- *Estos suelos muestran sensibilidad a un segundo periodo entre 0.1 y 0.3 segundos.*

En el extremo Sureste de la ciudad de Moyobamba, comprende la Asociación Los Jardines y el Aposento Alto Moyobamba, se tiene los siguientes resultados:

- *Una capa de suelo BLANDO a MEDIANAMENTE RÍGIDA constituidos por material fino.*

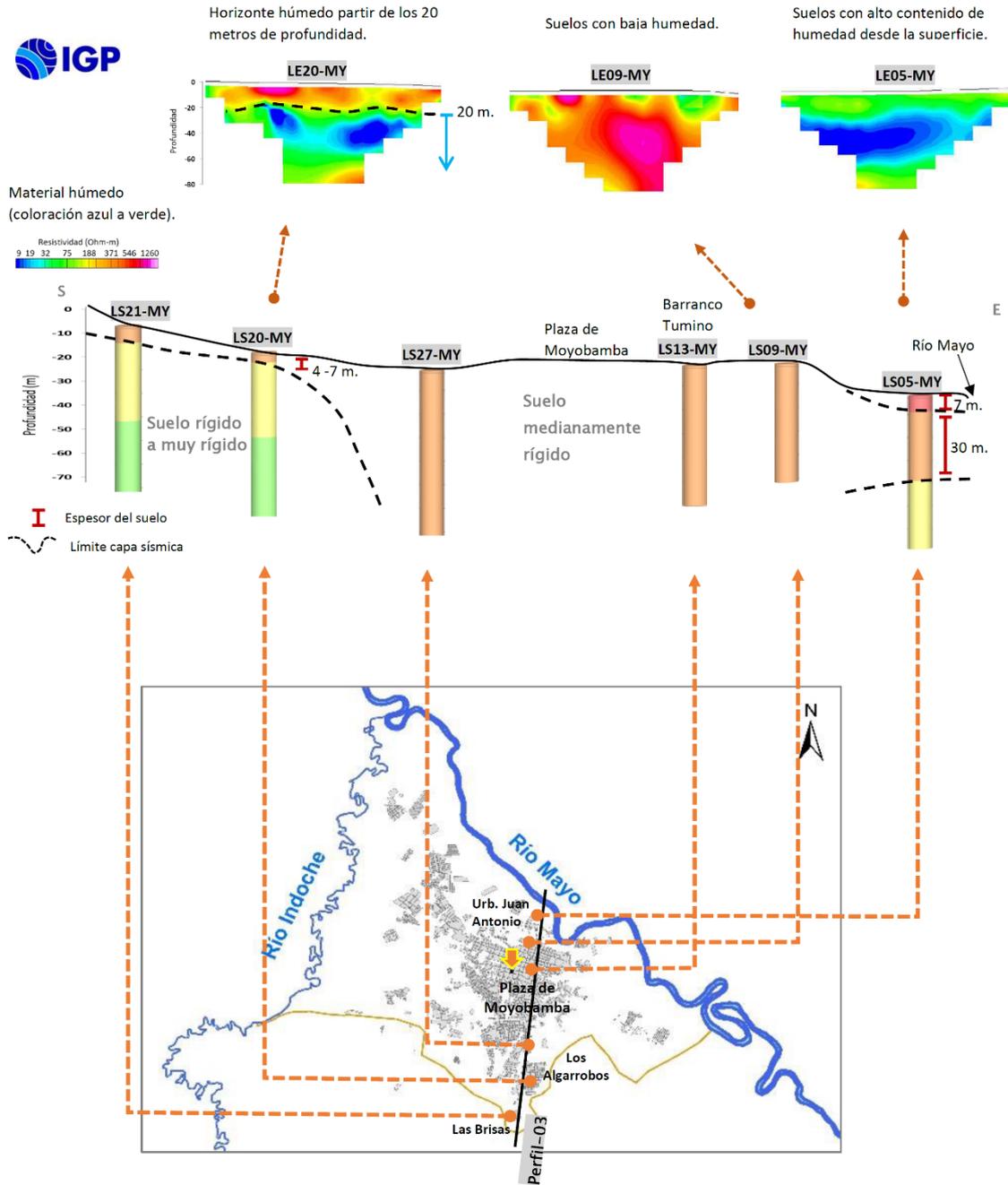


Figura 47. Estructura del suelo identificada al noroeste del área urbana de Moyobamba, Perfil-03 realizado a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

- Capas con velocidades $V_s=133-329$ m/s y espesores que llegan a superar los 50 metros.
- La Asoc. Los Jardines se asienta sobre una capa de suelos blandos de 9 metros de espesor, ver Perfil 4 en la Figura 48.

- Los suelos presentan moderado contenido de humedad, pero incrementa en profundidad.
- Los suelos muestran sensibilidad a un segundo periodo entre 0.1 y 0.4 segundos.

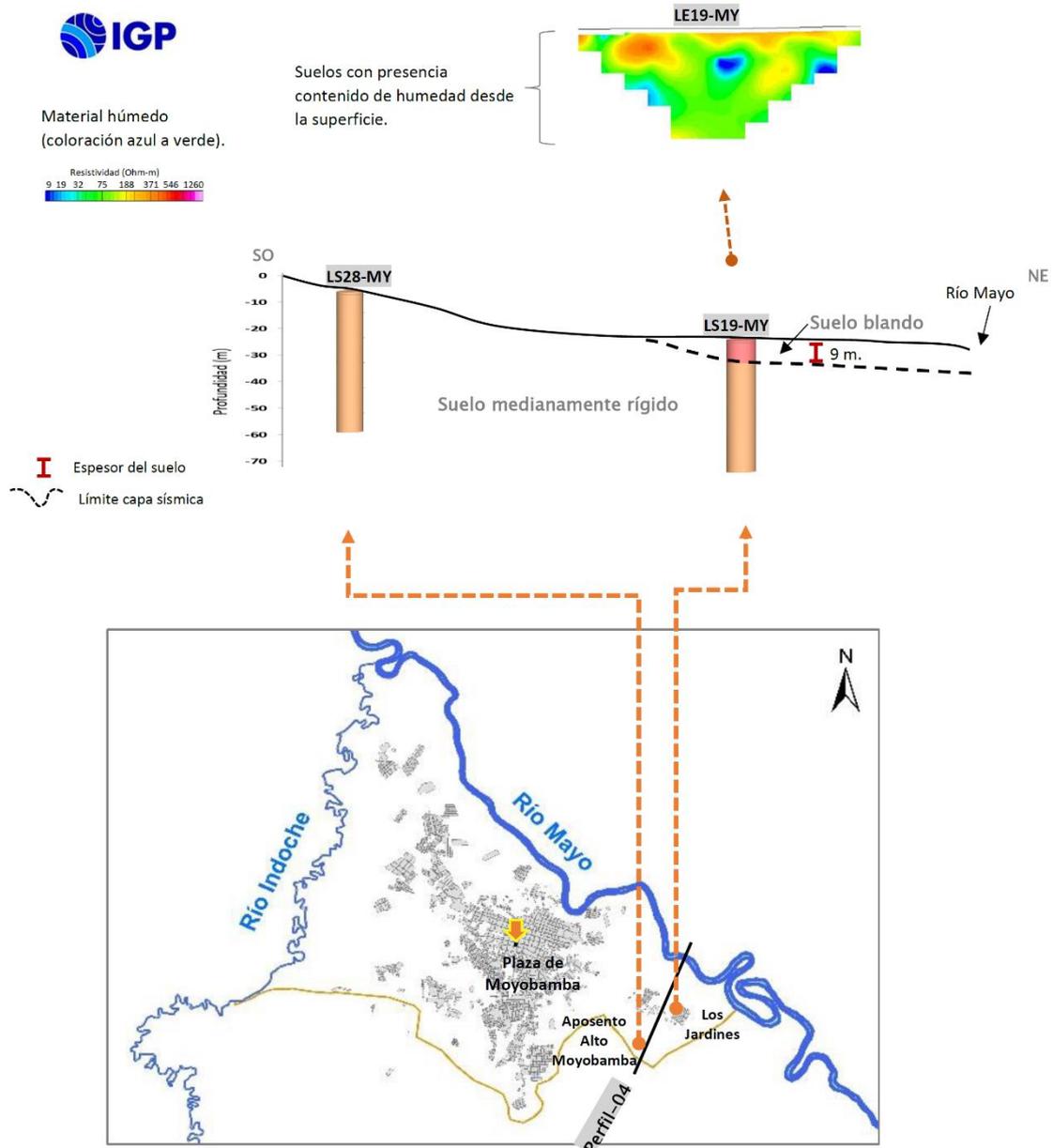


Figura 48. Estructura del suelo identificada al noroeste del área urbana de Moyobamba, Perfil-04 realizado a partir de la correlación de los resultados obtenidos con los métodos de ERT y MASW-MAM.

Los periodos dominantes se encuentran relacionados con las condiciones físicas del suelo, a través de la relación $T_0=4H/V_s$, donde T_0 es el periodo dominante, H el espesor del estrato y V_s es la velocidad de onda de corte. Asumiendo velocidades de 150 m/s y 300 m/s para las ondas de corte (V_s) y periodos de 0.2 y 1.0 segundos, se estima la presencia de una capa superficial con espesores de entre 7.5 a 75 metros.

4.2. Mapa de Zonificación Geofísica - Geotécnica

El mapa de Zonificación sísmica-geotécnica para el área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba, se elabora en función de la integración de los resultados obtenidos de los estudios geológicos, geotécnicos y geofísicos, delimitando zonas cuyos suelos presentan características de composición y respuestas similares ante la ocurrencia de un sismo. Las características dinámicas del suelo y sus propiedades mecánicas, han permitido identificar en el área de estudio, de acuerdo a la Norma de Construcción Sismorresistente E.030, la existencia de suelos de Tipo S2, S3 y S4, donde el 70 % del área de estudio responde a rangos de periodos que varían entre 0.7 y 1.2 segundos con amplificaciones mayores a dos veces y un 30% a periodos de 0.1 a 0.4 segundos.

Para el área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba, se propone la siguiente zonificación geofísica-geotécnica (Figuras 49 y 50).

- **ZONA I:** Con comportamiento muy rígido (adaptado de la norma E.030), no fue identificado en el área de estudio.

- **ZONA II:** Considera suelos rígidos a medianamente rígidos, conformados principalmente por estratos de arena limosa. Presenta velocidades de ondas de corte V_s de 300 m/s en promedio para la capa superficial y de hasta 600 m/s a la profundidad investigada de 30

metros (V_{s30} : 350-390 m/s). Presenta periodos de vibración natural del suelo entre 0.1-0.3 y <0.8 segundos, ambos definen la existencia de suelos Tipo S2 con comportamiento medianamente rígido (NTE 030). En esta zona el contenido de humedad se incrementa a los 20 metros de profundidad y a la profundidad de 1 metros, los suelos presentan una capacidad de carga admisible baja (1-2 kg/cm²). Esta zona comprende los sectores de Los Algarrobos y Las Brisas (Figuras 49 y 50).

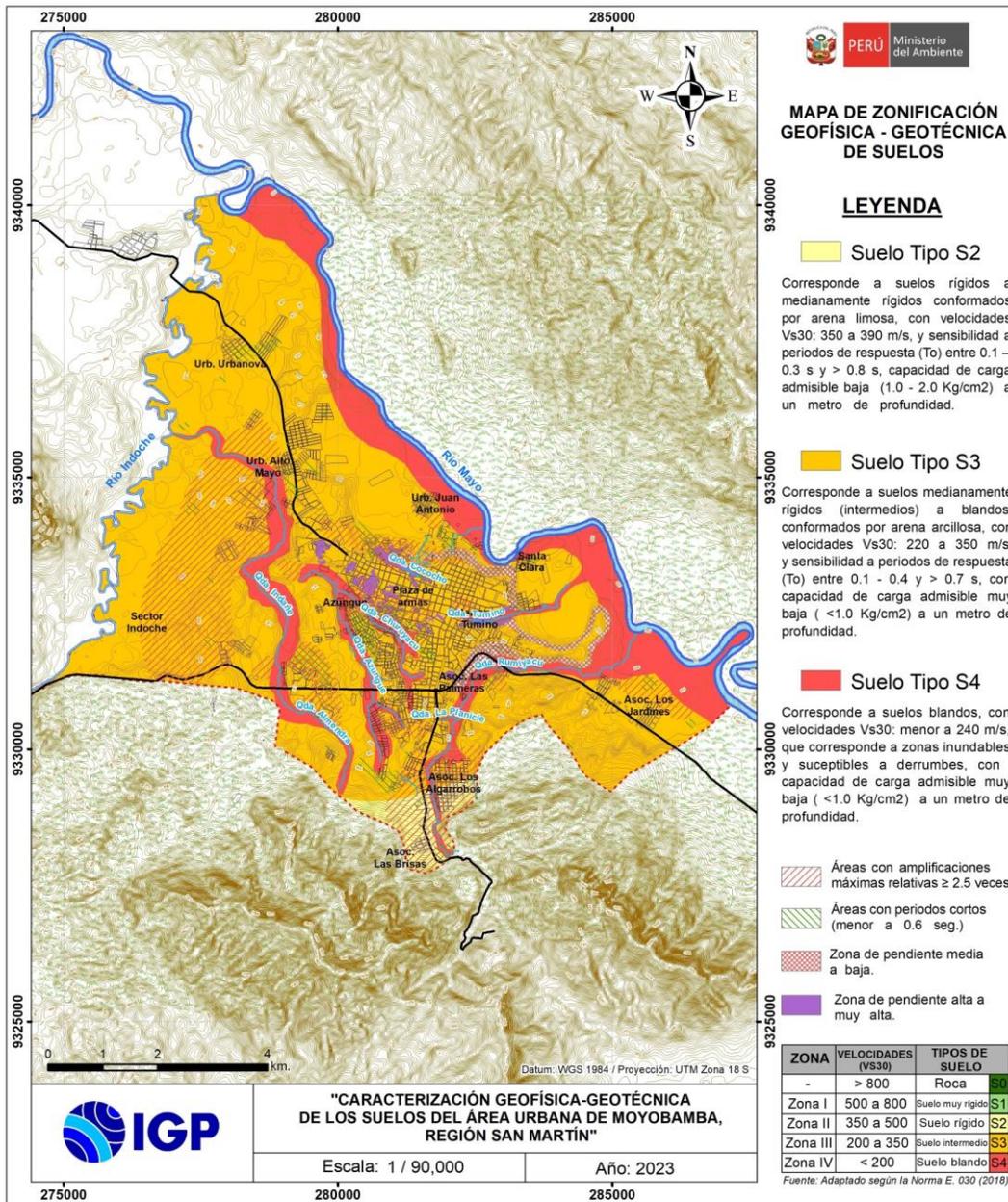


Figura 49. Mapa de Zonificación Geofísica - Geotécnica de los suelos de Moyobamba. Escala 1/90000.

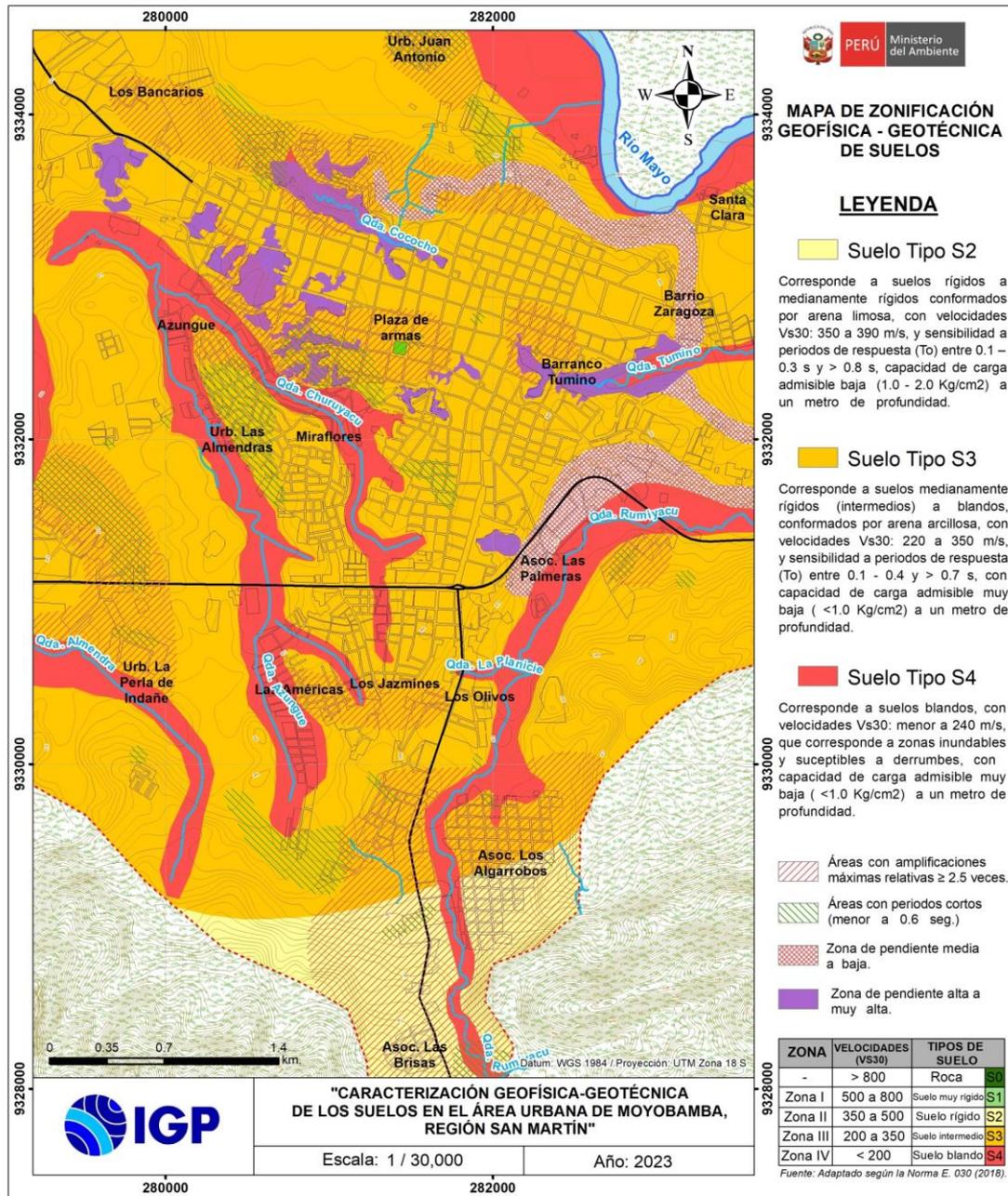


Figura 50. Mapa de Zonificación Geofísica - Geotécnica del área urbana u periurbana de Moyobamba. Escala 1/30000.

- **ZONA III:** Considera suelos medianamente rígidos a blandos conformados por estratos de arena arcillosa. Presenta velocidades de ondas de corte Vs de 190 m/s en promedio para la capa superficial y de hasta 460 m/s hasta profundidades mayores a los 50 metros (V_{s30} : 220-370 m/s). Presenta periodos de vibración natural entre 0.1-0.4 y

<0.7 segundos, ambos definen la existencia de suelos Tipo S3, correspondiendo a una capa delgada de suelos blandos asentada sobre un estrato con comportamiento medianamente rígido. Los suelos presentan un bajo contenido de humedad en la zona céntrica de la ciudad de Moyobamba y hacia sus extremos, se identifica horizontes con moderado a alto nivel de saturación. A la profundidad de 1 metro, los suelos presentan capacidad de carga admisible muy baja (<1 kg/cm²). Esta zona comprende al 70% del área de estudio, identificándose como la de mayor riesgo ante la demanda sísmica: en el sector Indoche, Urb. Alto Mayo y Urb. Juan Antonio, Asociación Los Algarrobos, Las Brisas y Los Jardines, los sectores de quebradas, barrancos y próximos al río Mayo los sectores de Los Algarrobos y Las Brisas.

- **ZONA IV:** Considera suelos blandos, conformados por depósitos de arena y finos. Presenta velocidades de ondas de corte Vs de 180 m/s en promedio para la capa superficial y de hasta 290 m/s a la profundidad investigada de 30 metros (V_{s30} : <240m/s). Presenta periodos de respuesta del suelo de 0.1 a 1.4 segundos y altas amplificaciones, definiendo la existencia de suelos Tipo S4; es decir, suelos blandos a excepcionalmente flexibles en temporadas de lluvia (NTE 030). Estos suelos se encuentran en zonas inundables y de derrumbes, presentando un alto nivel de saturación e inestabilidad por efectos topográficos. A la profundidad de 1 metro, tienen una capacidad de carga admisible muy baja (<1 kg/cm²). Esta zona comprende sectores próximos al río Mayo (sector Motilones, Urb. Juan Antonio, Santa Clara y por la Asociación Los Jardines) y toda el área que involucra a las quebradas Almendra, Azungue, Churuyacu, Indañe y Rumiyacu..

Asimismo, en el mapa de zonificación geofísica - geotécnica, se indica con las líneas rojas inclinadas a las áreas donde los suelos

presentan amplificaciones relativas mayores a 2.5 veces; es decir, ante la ocurrencia de sismos se espera los mayores sacudimientos del suelo, que sumados a la presencia de suelos blandos el riesgo de incrementa Asimismo, con una grilla en color rojo se delimita las zonas de pendiente media a baja y las áreas en color morado, a las zonas de pendiente alta a muy alta (barrancos).

CONCLUSIONES

El estudio de Zonificación Geofísica - Geotécnica (Comportamiento Dinámico) del suelo en el área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba, ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- Geomorfológicamente, en la ciudad de Moyobamba se asienta sobre una lomada interceptada por cauces aluviales pertenecientes a las quebradas Tumino, Coccocho, Azungue, Chango, Planicie y Rumiyaçu. Además, se reconoce la presencia de algunos acantilados conocidos como barrancos (San Juan, Tipinillo, Santa Ana, Belén, Mamashofi y Fachin). Mientras que, en los alrededores de la zona urbana se identificó la presencia de unidades como lechos fluviales en el cauce del río Mayo e Indoña, llanuras de inundación, terrazas (aluviales y fluvio - aluviales), vertientes coluvio deluviales, lomas y montañas.
- Geológicamente, en la ciudad de Moyobamba se identificó la presencia de un substrato rocoso conformado por la Formación Ipururo que consiste en areniscas arcillosas, limolitas y arcillitas presentes en superficie, estando meteorizadas y susceptibles a procesos de erosión por acción del agua. Asimismo, se reconoció la presencia de depósitos cuaternarios de origen fluvial, aluvial y coluvial conformados por materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos).
- Desde un punto de vista geodinámico, se han identificado zonas susceptibles a la ocurrencia de derrumbes en los sectores Coccocho, Tumino, Shango, Mamashofi, Santa Ana, Belén, Pelejo y San Martín; debido a la presencia de taludes con pendientes altas y quebradas con suelos cuya composición litológica (areniscas, lutitas, limoarcillitas meteorizadas) es favorable para estos procesos. Además, se ha reconocido la ocurrencia de deslizamientos en los sectores Punta Doña

y Chapingo, que afectaron a las viviendas aledañas. La parte alta de la quebrada Tumino (sector Villa Pedro Orbe) viene siendo afectada por inundación pluvial (aguas de escorrentía superficial y vertimiento de aguas residuales) que genera la acumulación de agua contaminada y derrumbes en las viviendas aledañas.

- Las zonas de baja pendiente de Jr. Puno - cuadra 1 (área urbana) y en las inmediaciones de las quebradas Tumino, Shango, Cocoho, Planicie y Rumiyacu son susceptibles a la ocurrencia de inundaciones pluviales (aguas de escorrentía superficial y vertimiento de aguas residuales) que generan la acumulación de agua contaminada y derrumbes en las viviendas aledañas. Asimismo, por inundaciones fluviales, son afectadas los sectores de Junín, Puerto San Juan y en la parte baja de Playas del Río Mayo, se generarían daños a viviendas y principalmente, a las áreas de cultivo. La quebrada Rumiyacu genera afectaciones en los Baños termales San Mateo, sector Peaje y Asociación Los Jardines.

- En base a los resultados obtenidos de los ensayos geotécnicos se ha determinado que los suelos en el área de estudio están conformados por arenas limosas (SM), arena arcillosa (SC), arena pobremente graduada (SP), arcillas inorgánicas (CL) y limos de alta plasticidad (MH), los cuales presentan capacidad de carga portante muy baja ($< 1.00 \text{ kg/cm}^2$) a baja ($1.00\text{-}2.00 \text{ kg/cm}^2$).

- El análisis espectral de los registros de vibración ambiental, evidencian que los suelos del área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba responden en dos rangos de periodos: Los periodos >0.7 segundos predominan en el área de estudio, siendo identificados con mayores amplificaciones por el sector Indoche y la Asociación Los Jardines y los periodos <0.7 segundos, sobresalen de manera

sectorizada en la zona céntrica y en la Urb. Juan Antonio, esto podría generar respuestas de sitio local ante la ocurrencia de sismos y donde las mayores amplificaciones se generarían próximos al río Mayo (Urb. Juan Antonio y Asociación Los Jardines) y en las quebradas Azungue, Churuyaku y Rumiyacu.

- En la ciudad de Moyobamba, se ha identificado el predominio de suelos medianamente rígidos ($V_s=190$ a 348 m/s) de 4 a 7 metros de espesor por las asociaciones Los Algarrobos y Las Brisas, y de hasta 20 metros por Motilones. En el resto del área de estudio, los suelos superan los 30 metros de profundidad. Por otra parte, de manera local y a nivel superficial, se ha identificado la presencia de suelos blandos ($V_s=121$ a 180 m/s) de 4 a 11 metros de espesor por las quebradas Azungue, Churuyacu, Rumiyacu y en áreas que se emplazan próximo al río Mayo. Estos suelos cubren a suelos rígidos ($V_s=358$ a 489 m/s) presentes hacia el extremo noroeste y sur de la ciudad de Moyobamba. En conjunto, los espesores de los suelos blandos y medianamente rígidos superan los 30 metros de espesor hacia la dirección noroeste, pero en la parte central y hacia el sureste, supera los 70 metros de espesor.

- En el área periurbana de Moyobamba, así como, los lugares próximos a los ríos Mayo e Indañe y las quebradas, los suelos presentan alto contenido de humedad desde la superficie hasta profundidades igual o mayores a 20 metros. En el centro del área urbana de la ciudad, el contenido de humedad disminuye y la poca existente, se debería al agua residual doméstica que finalmente discurre por los barrancos y quebrada. Hacia el extremo sur de la ciudad, el contenido de humedad se incrementa a partir de los 20 metros de profundidad y es consistente con la presencia de aguas termales.

- Los resultados obtenidos para el área urbana y periurbana de la ciudad de Moyobamba a partir de sus características físicas y dinámicas del suelo, han permitido identificar, la existencia de suelos de Tipo S2, S3 y S4, que corresponden a suelos medianamente rígido a blandos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva, J., Menesses, J., Chang, L., Lara, J. y Nishimura, T. (1992). Efectos en el terreno ocasionados por los sismos del Alto Mayo en Perú. Ponencia presentada en el IX Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Ica, del 14 al 20 de Setiembre de 1992. CISMID, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Bard P.Y., Bouchon M. (1985). The two dimensional resonance of sediment filled valleys. Bulletin of the Seismological Society of America, vol.75, pp. 519-541.
- Bard, P.Y. y SESAME. (2004). The SESAME project: an overview and main results. Proceedings of the 13th World Conference in Earthquake Engineering, Vancouver, August 2004, Paper # 2207.
- Beresnev, I.A., and Wen, K.L. 1995. P-Wave Amplification by Near Surface Deposits at Different Excitation Levels. Journal of BSSA, Vol. 95. No.5 pp. 1490-1494.
- Bernal, I. (2002). Aproximación a un Modelo Detallado de la Sismicidad en el Perú: Características y Evaluación de la Energía Sísmica Liberada. Tesis de Grado UNSA. 170p.
- Bernal, I., (2006), "Microzonificación sísmica de la ciudad de Tlaxcala, México", Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.
- Chocaca, Y. (2021). Estudio de Zonificación de riesgos y vulnerabilidad del Barranco Tumino, distrito y provincia de Moyobamba, Región San Martín – 2016. Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ecología. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Dorbath, C., Dorbath, L., Cisternas, A., Deverchére, J., & Sebrier, M. (1990). Seismicity of the Huancayo Basin (central Peru) and the Huaytapallana fault. Journal of South American earth sciences, 3(1), 21-29.
- Hartzell, S. (1992). Site response estimation from earthquake data. Bulletin of the Seismological Society of America (1992) 82 (6): 2308–2327.
- INEI, 2021. Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú.
- Lara, J. y Alva, J. (1992). Microzonificación sísmica de la ciudad de Moyobamba. Ponencia presentada en el IX Congreso Nacional de

- Ingeniería Civil, Ica, del 14 al 20 de Setiembre de 1992. CISMID, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Lermo, J. y Chavez-Garcia, F.J. (1993) Site Effect Evaluation Using Spectral Ratios with Only One Station. Bulletin of the Seismological Society of America, 83, 1574-1594.
- Lermo, J. y Chavez-Garcia, F.J. (1994a). "Are microtremors useful in site response evaluation", Bull. Seism. Soc. Am. 84, 1350-1364 pp.
- Lermo, J. y Chavez-Garcia, F.J. (1994b). "Site effect evaluation at Mexico City. Dominant period and relative amplification from strong motion and microtremors records", Soil. Dyn. & Earthq. Eng. 13, 413-423 pp.
- Louie, J. (2001). Faster, Better: Shear-Wave Velocity to 100 Meters Depth From Refraction Microtremor Arrays. Bulletin of the Seismological Society of America. Pg. 20. DOI: 10.1785/0120000098.
- Nakamura, Y. (1989): A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface, Quaterly 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.
- Orellana, E (1982): "Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua". 2ª ed. Madrid: Paraninfo Volumen 1.
- Park, C.B., Miller, R.D., and Xia, J. (1999). Multichannel analysis of surface waves (MASW); Geophysics, 64, 800-808.
- Parra, D., Aguilar, Z., Ayquipa, C. y Alva, J. (1992). Evaluación del potencial de licuación de suelos en la ciudad de Moyobamba. Ponencia presentada en el IX Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Ica, del 14 al 20 de Setiembre de 1992. CISMID, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- PNUD – INDECI. (2004). Mapa de peligros de la ciudad de Moyobamba. Proyecto INDECI – PNUD PER / 02/ 051 Ciudades Sostenibles.
- Reynolds, J.M. (2011). An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2nd ed., 712 pp.
- Silgado, E. (1978): Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 3, 130 p.

SESAME. 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>.2004.

Tavera, H., 2016. Mapa sísmico del Perú periodo 1960 a 2016. SCTS-IGP.

Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Peru. *Journal of Seismology* 5, 519–540. <https://doi.org/10.1023/A:1012027430555>.

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.

Universidad Nacional de Colombia (2000), Investigación de aguas subterráneas región valles de San Nicolás Medellín

ANEXOS 1
Información Geofísica

Perfiles sísmicos MASW – MAM

Línea sísmica LS01-MY: Realizada en la Urb. Urbanova, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 20 metros de espesor y velocidad V_s de 194 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); la segunda capa de 14 metros de espesor y velocidad V_s de 416 m/s correspondiente a suelos rígidos; y el semiespacio, con velocidad $V_s > 571$ m/s, sugiere la presencia de suelos muy rígidos.

Línea sísmica LS02-MY: Realizada en Motilones, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 64 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 13 metros de espesor y velocidad V_s de 228 m/s; que junto a la segunda capa de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 310 m/s corresponden a suelos intermedios (medianamente rígidos); y el semiespacio, con velocidad $V_s > 372$ m/s, sugieren la existencia de suelo rígido.

Línea sísmica LS03-MY: Realizada en la Urb. Alto Mayo, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 58 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 15 metros de espesor y velocidad V_s de 218 m/s; la segunda capa de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 261 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 314$ m/s, indican la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS04-MY: Realizada próximo al río Indoche, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 31 metros de espesor y velocidad V_s de 249 m/s, que junto a la segunda capa

de 12 metros de espesor y velocidad V_s de 298 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); y el semiespacio, con velocidad $V_s > 467$ m/s, sugieren la existencia de suelos rígidos.

Línea sísmica LS05-MY: Realizada en la Urb. Juan Antonio, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 68 metros. Este perfil permite identificar la existencia de tres (3) capas sísmicas: La primera de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 121 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 13 metros de espesor y velocidad V_s de 208 m/s, que junto a la tercera capa de 17 metros de espesor y velocidad V_s de 295 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos), y el semiespacio, con velocidad $V_s > 375$ m/s, sugieren la presencia de suelos rígidos.

Línea sísmica LS06-MY: Realizada en el Condominio Cristal, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 68 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 18 metros de espesor y velocidad V_s de 207 m/s, que junto a la segunda capa de 8 metros de espesor y velocidad V_s de 300 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos), y el semiespacio, con velocidad $V_s > 392$ m/s, sugieren la existencia de suelos rígidos.

Línea sísmica LS07-MY: Realizada por la quebrada Azungue, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 46 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 11 metros de espesor y velocidad V_s de 136 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 9 metros de espesor y velocidad V_s de 230 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 289$ m/s, sugieren la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS08-MY: Realizada en el Jr. San Martín, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 64 metros. Este perfil

permite identificar la existencia de una (1) capa sísmica: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 205 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 275$ m/s, sugieren la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS09-MY: Realizada en la calle 20 de Abril, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 50 metros. Este perfil permite identificar la existencia de una (1) capa sísmica: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 227 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 273$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS10-MY: Realizada en Santa Clara, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 58 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 5 metros de espesor y velocidad V_s de 158 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 12 metros de espesor y velocidad V_s de 218 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 324$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS11-MY: Realizada en la Urb. Las Almendras, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 54 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 5 metros de espesor y velocidad V_s de 180 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 13 metros de espesor y velocidad V_s de 207 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 290$ m/s, sugiere la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS12-MY: Realizada en Miraflores, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 52 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 5 metros de espesor y velocidad V_s de 141 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa

de 12 metros de espesor y velocidad V_s de 188 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 277$ m/s, sugieren la existencia de suelo intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS13-MY: Realizada en el Barranco Tumino, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 58 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 204 m/s; la segunda capa de 19 metros de espesor y velocidad V_s de 259 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 332$ m/s, indican la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS14-MY: Realizada en la Urb. La Perla de Indañe, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 58 metros. Este perfil permite identificar la existencia de una (1) capa sísmica: La primera de 2 metros de espesor y velocidad V_s de 192 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 239$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS15-MY: Realizada en Las Américas, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 66 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 168 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 13 metros de espesor y velocidad V_s de 222 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 293$ m/s, sugieren la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS16-MY: Realizada en Los Jazmines, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 220 m/s, que junto a la segunda capa de 24 metros de espesor y velocidad V_s de 283 m/s correspondiente a suelos intermedios

(medianamente rígidos), y el semiespacio, con velocidad $V_s > 428$ m/s, sugieren la existencia de suelos rígidos.

Línea sísmica LS17-MY: Realizada en la Asoc. Las Palmeras, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 66 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 135 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 238 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos), y el semiespacio, con velocidad $V_s > 387$ m/s, sugieren la presencia de suelos rígidos.

Línea sísmica LS18-MY: Realizada en Punta Calvario, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 168 m/s; la segunda capa de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 223 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 348$ m/s, sugieren la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS19-MY: Realizada en la Asoc. Los Jardines, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 52 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 9 metros de espesor y velocidad V_s de 133 m/s; la segunda capa de 28 metros de espesor y velocidad V_s de 226 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 319$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS20-MY: Realizada en la Asoc. Los Algarrobos, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de tres (3) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 270 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); la segunda capa de 7 metros de

espesor y velocidad V_s de 451 m/s, que junto a la tercera capa de 26 metros de espesor y velocidad V_s de 358 m/s correspondiente a suelos rígidos, y el semiespacio, con velocidad $V_s > 526$ m/s, sugieren la existencia de suelos muy rígidos.

Línea sísmica LS21-MY: Realizada en la Asoc. Las Brisas, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de tres (3) capas sísmicas: La primera de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 332 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); la segunda capa de 8 metros de espesor y velocidad V_s de 489 m/s; la tercera capa de 25 metros de espesor y velocidad V_s de 388 m/s correspondiente a suelos rígidos, y el semiespacio, con velocidad $V_s > 608$ m/s, sugiere la presencia de suelos muy rígidos.

Línea sísmica LS22-MY: Realizada en el Sector Candamillo, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 54 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 161 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 243 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 319$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS23-MY: Realizada en Motilones, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 66 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 134 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 22 metros de espesor y velocidad V_s de 237 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 296$ m/s, sugieren la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS24-MY: Realizada en Los Bancarios, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 48 metros. Este perfil permite identificar

la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 196 m/s, la segunda capa de 9 metros de espesor y velocidad V_s de 244 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 291$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

Línea sísmica LS25-MY: Realizada próximo al Canal Municipal, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 66 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 4 metros de espesor y velocidad V_s de 135 m/s correspondiente a suelos blandos; la segunda capa de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 238 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos), y el semiespacio, con velocidad $V_s > 387$ m/s, sugieren la presencia de suelos rígidos.

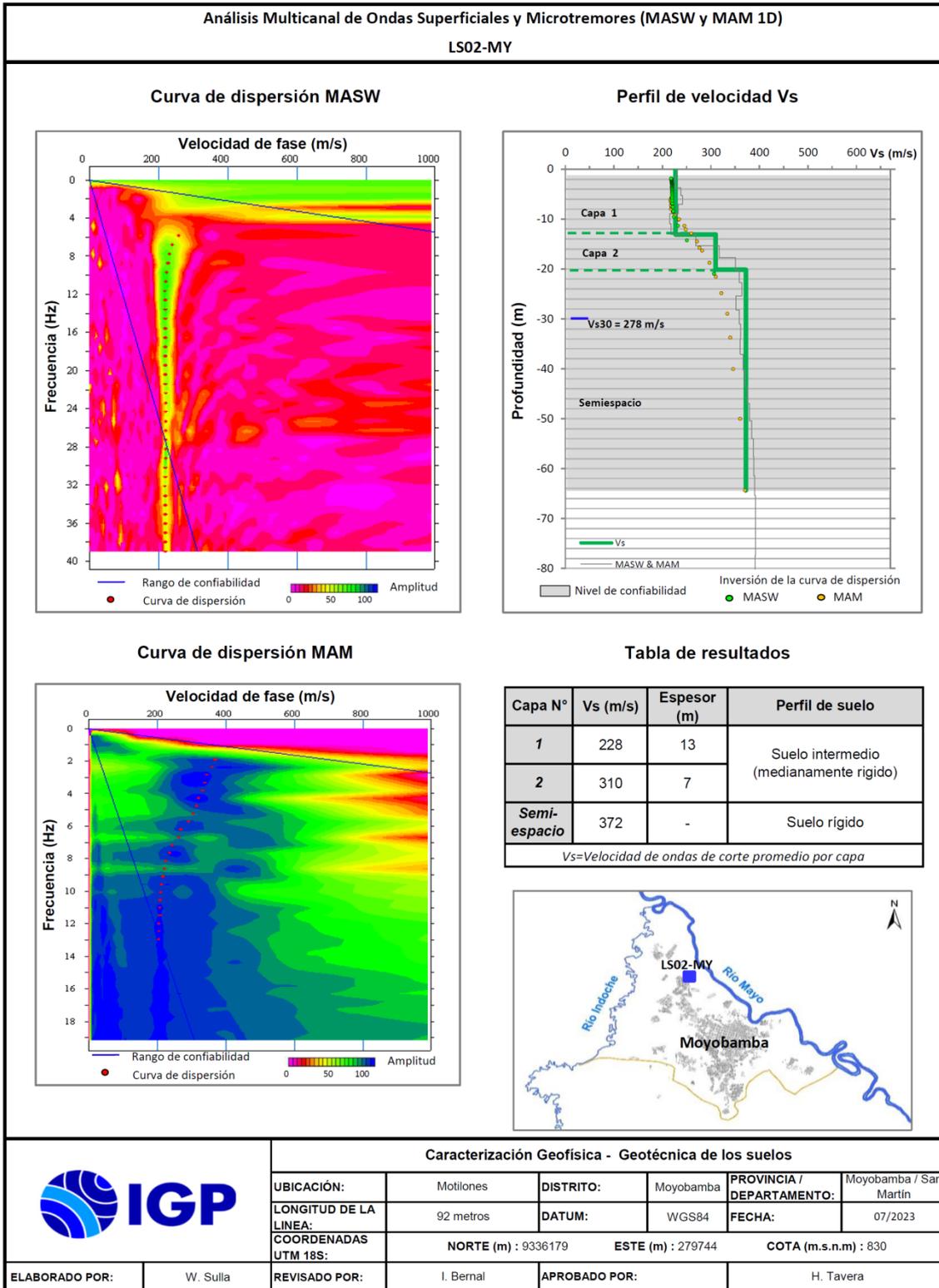
Línea sísmica LS26-MY: Realizada en la Plaza de Armas, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 80 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 7 metros de espesor y velocidad V_s de 168 m/s; la segunda de 16 metros de espesor y velocidad V_s de 223 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 348$ m/s, sugieren la presencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

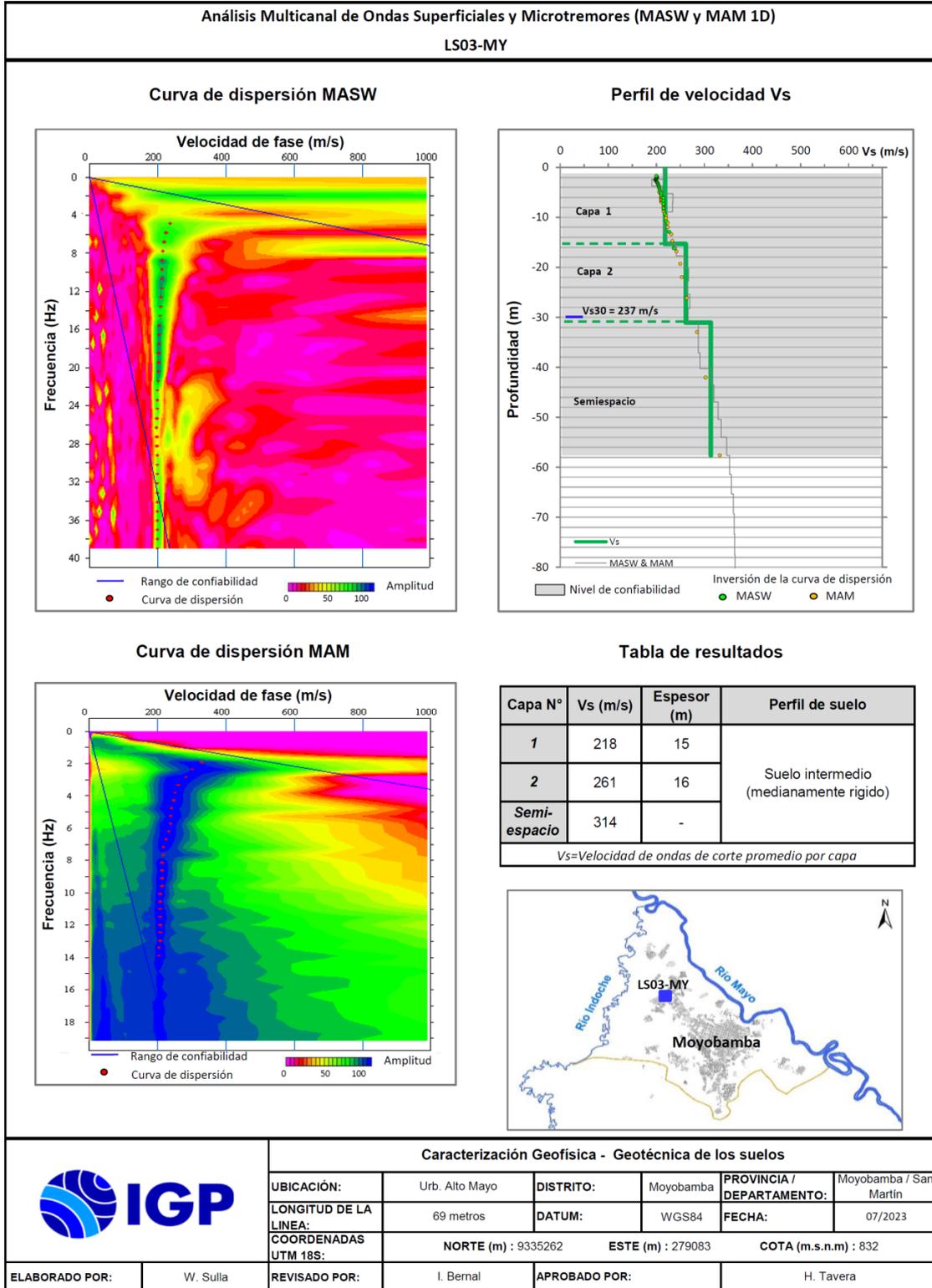
Línea sísmica LS27-MY: Realizada en Los Olivos, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 74 metros. Este perfil permite identificar la existencia de una (1) capa sísmica: La primera de 11 metros de espesor y velocidad V_s de 239 m/s, que junto al semiespacio, con velocidad $V_s > 319$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

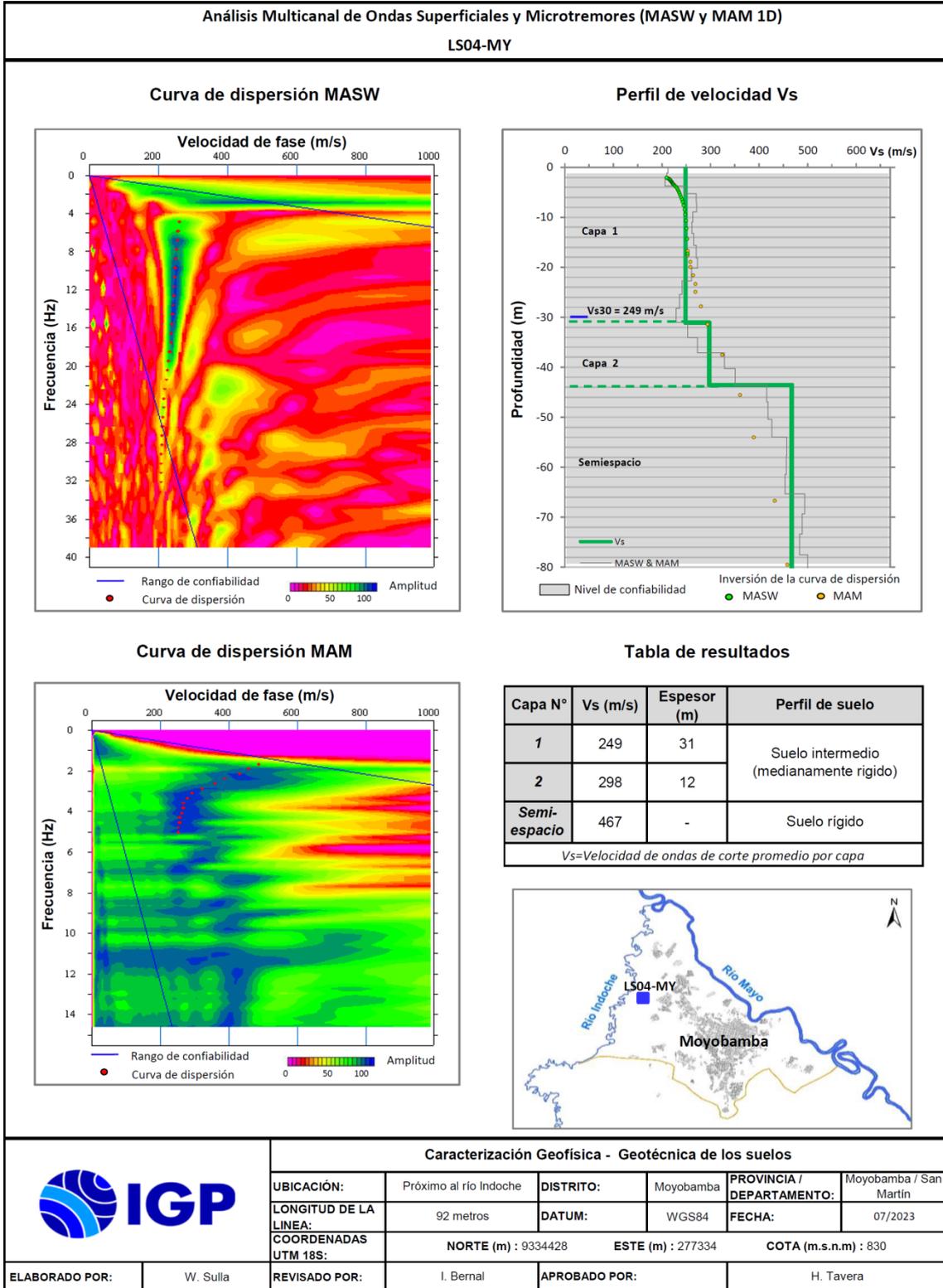
Línea sísmica LS28-MY: Realizada en el Aposento Alto Moyobamba, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 56 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 13 metros de espesor y velocidad V_s de 190 m/s, la segunda capa de 18 metros de espesor y velocidad V_s de 254 m/s, que junto al semiespacio, con

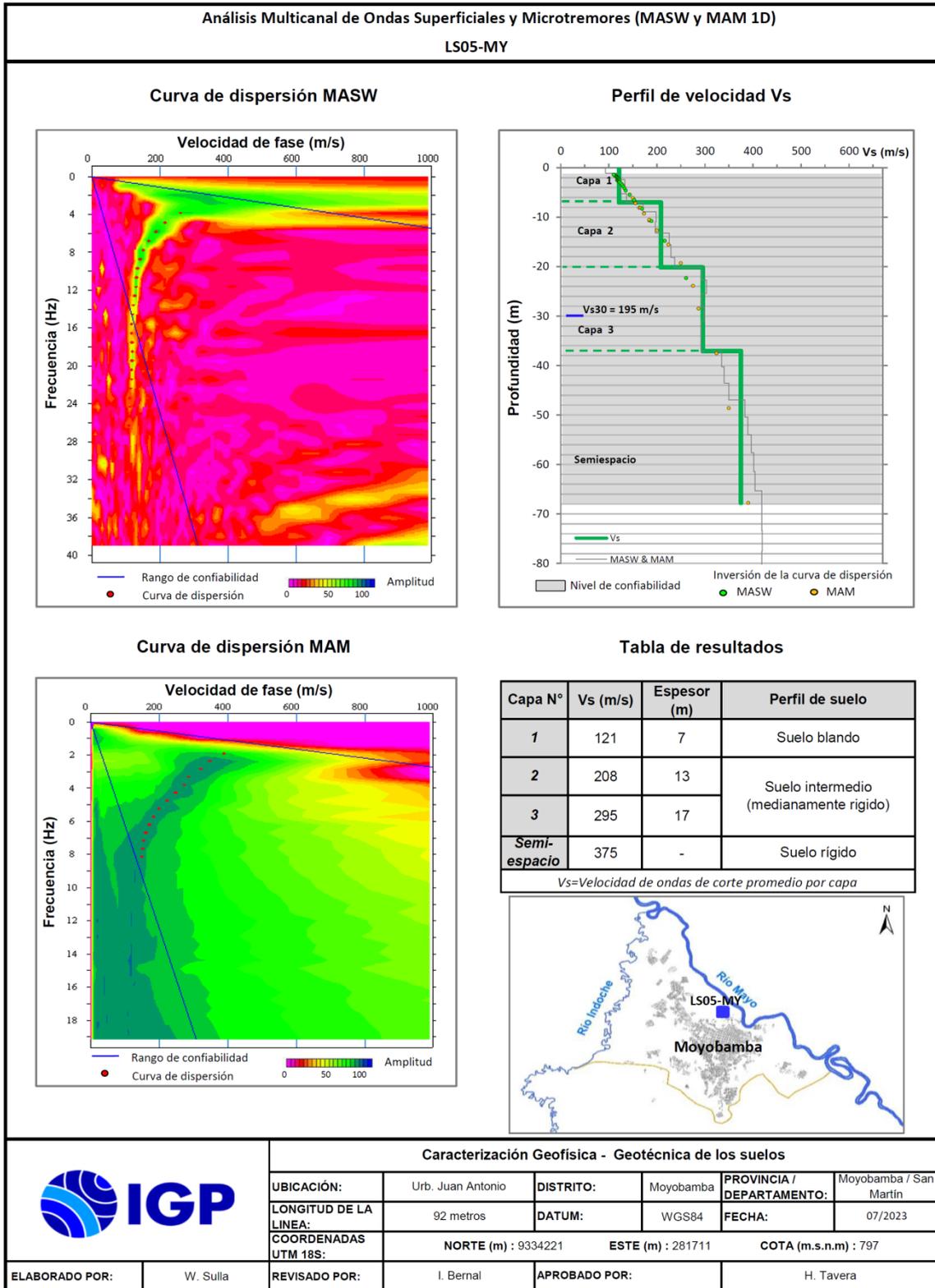
velocidad $V_s > 329$ m/s, sugieren la existencia de suelos intermedios (medianamente rígidos).

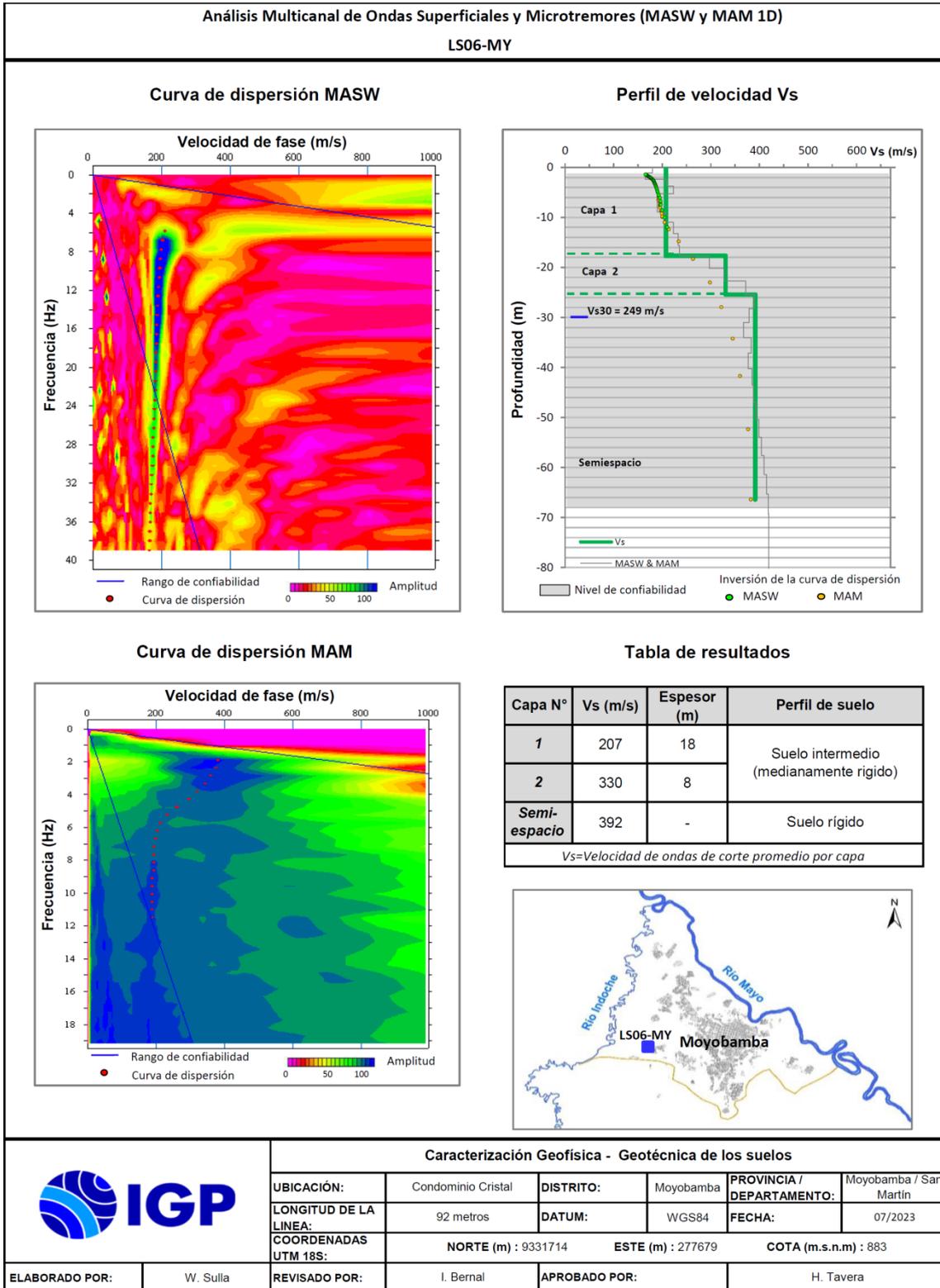
Línea sísmica LS29-MY: Realizada en el Sector Inchoche, siendo la profundidad de resolución promedio del perfil de 66 metros. Este perfil permite identificar la existencia de dos (2) capas sísmicas: La primera de 15 metros de espesor y velocidad V_s de 210 m/s, que junto a la segunda capa de 22 metros de espesor y velocidad V_s de 314 m/s correspondiente a suelos intermedios (medianamente rígidos); y el semiespacio, con velocidad $V_s > 373$ m/s, sugiere la presencia de suelos rígidos.

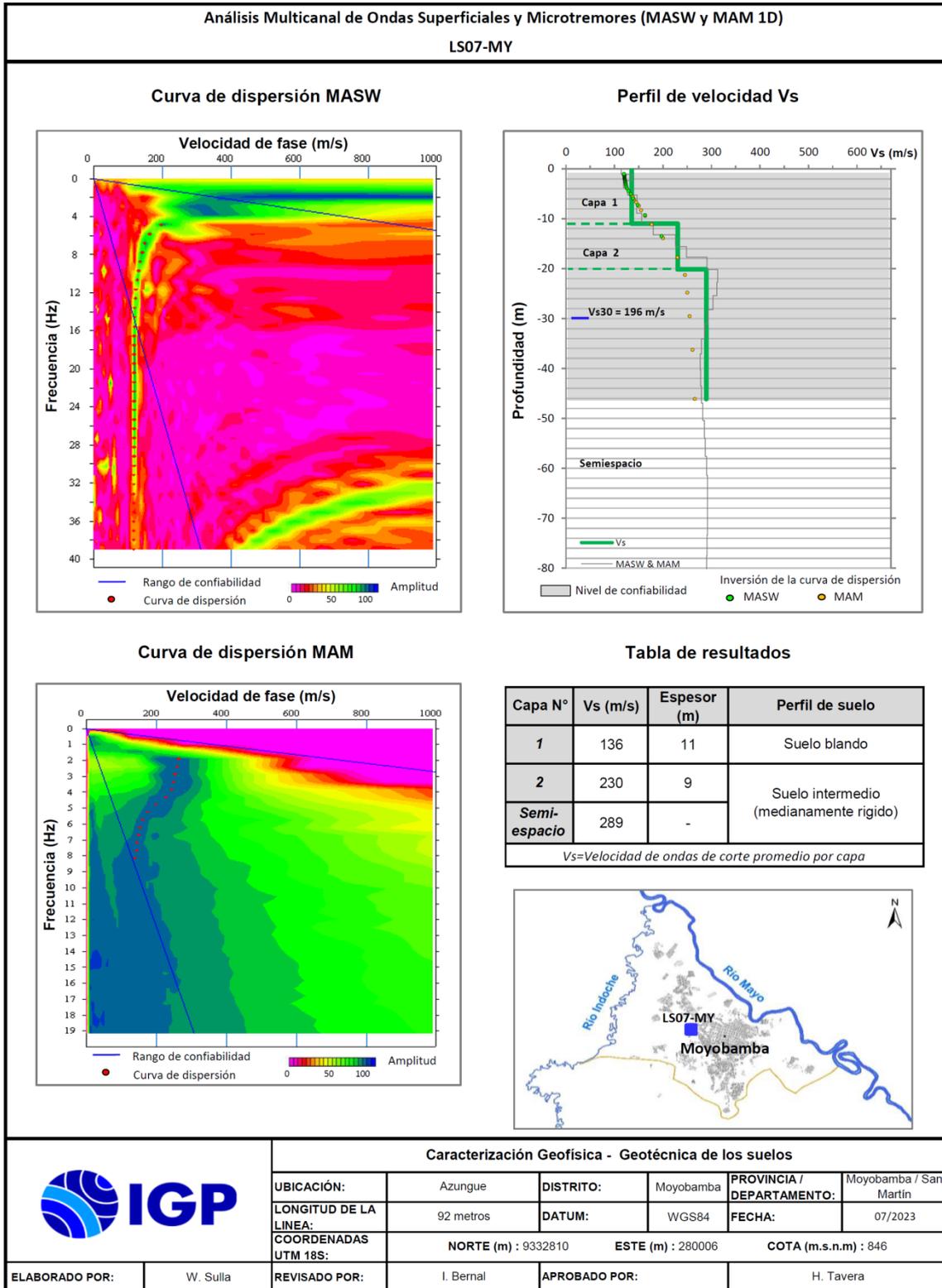


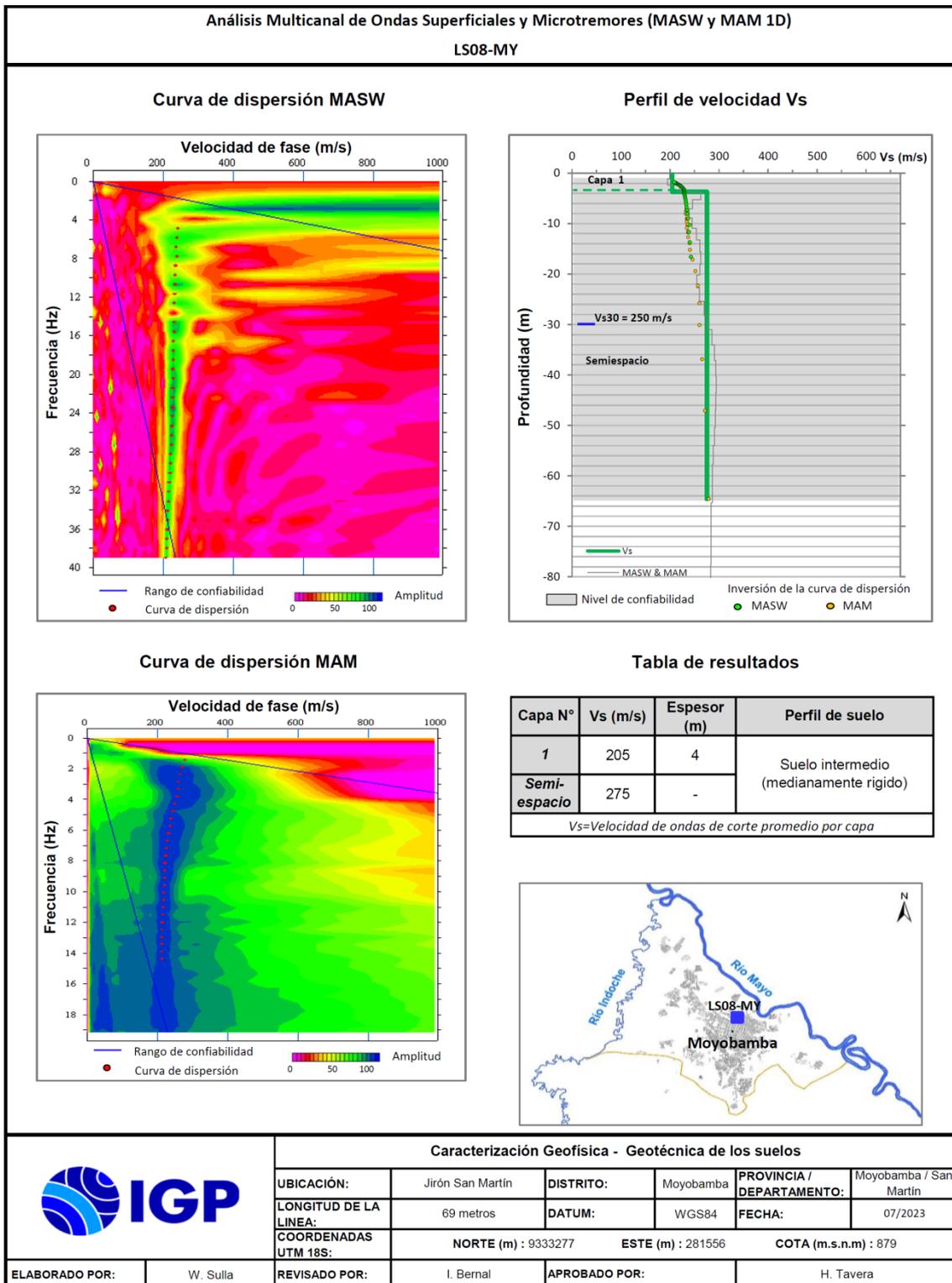


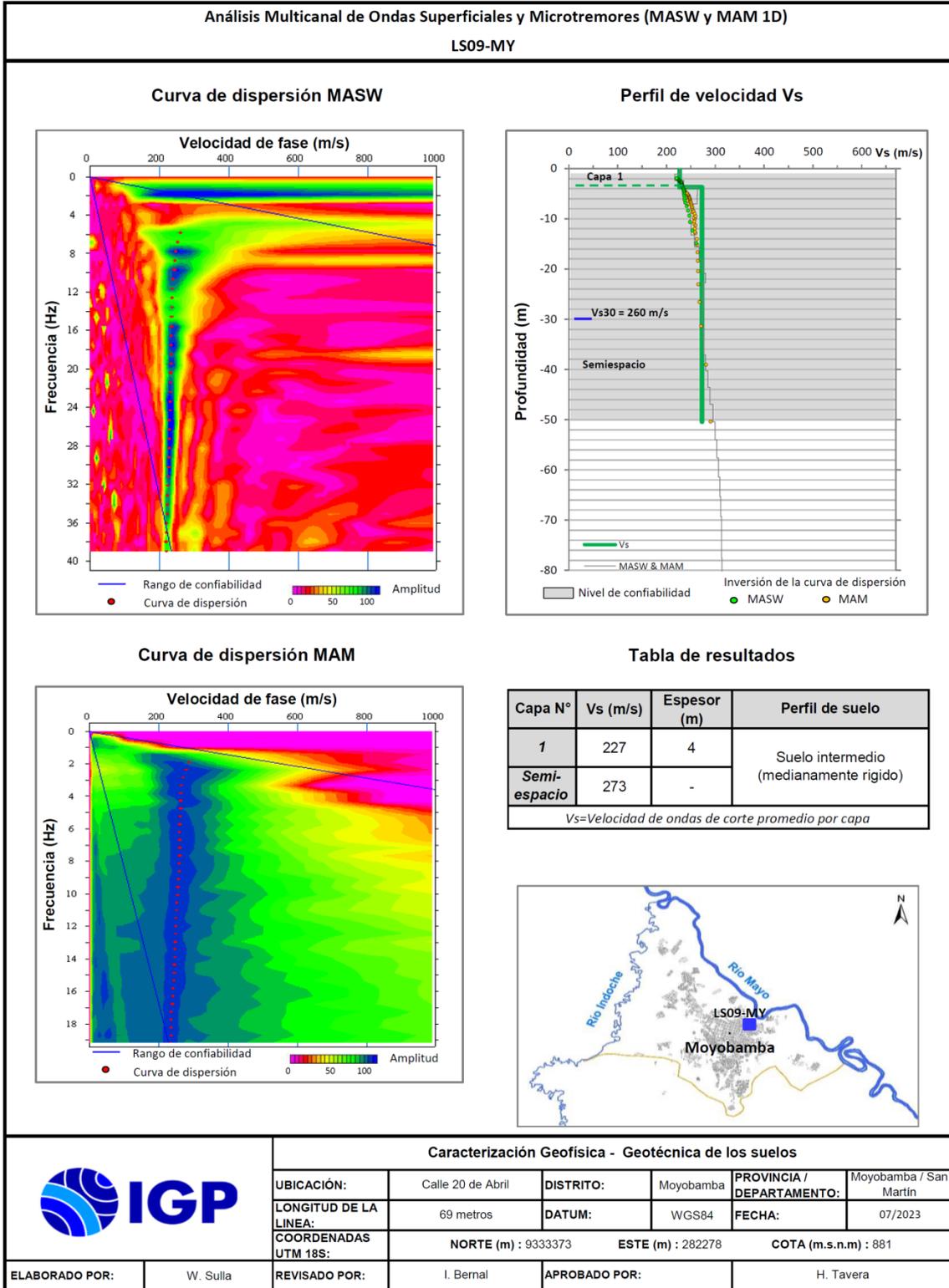


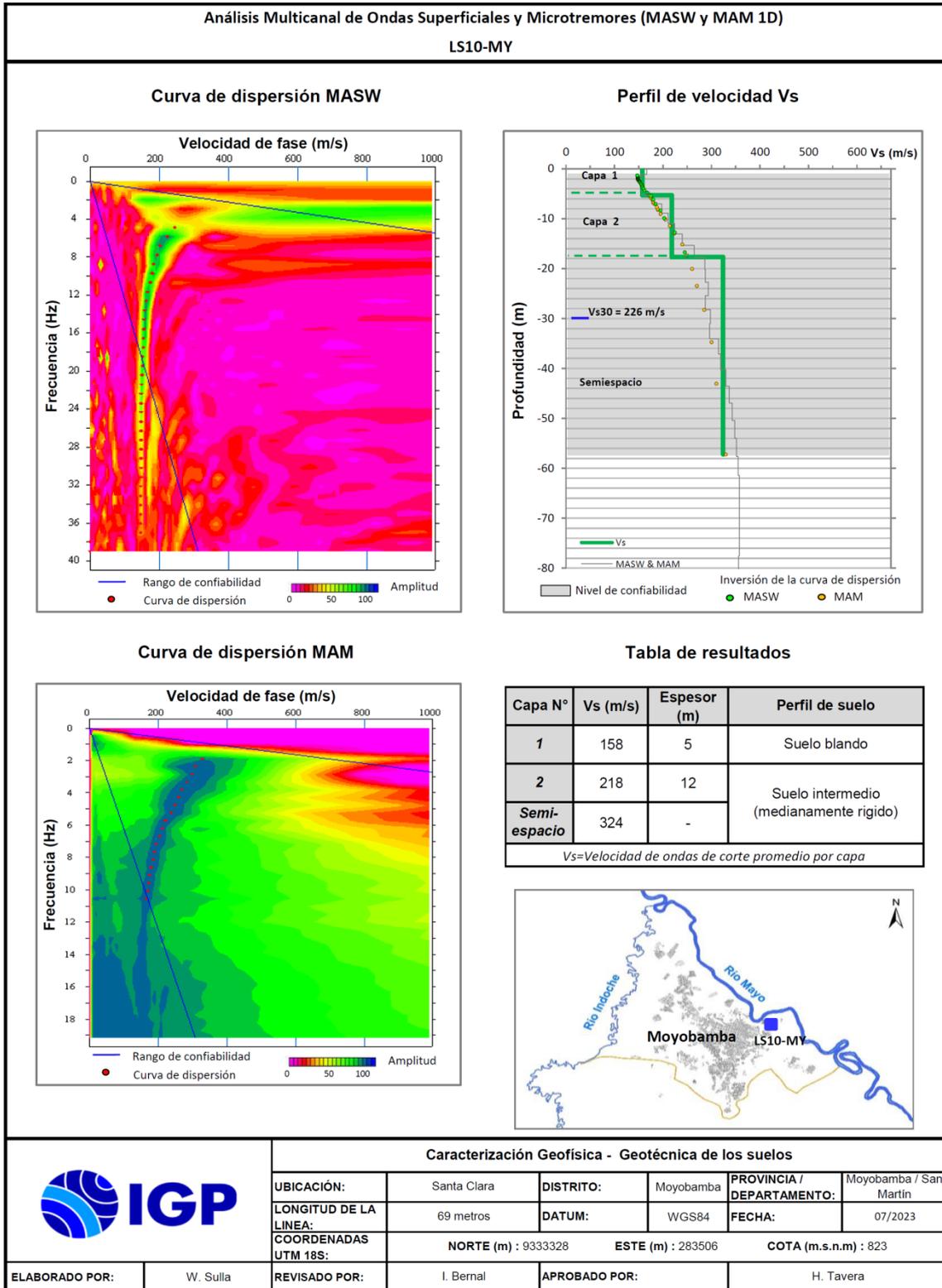


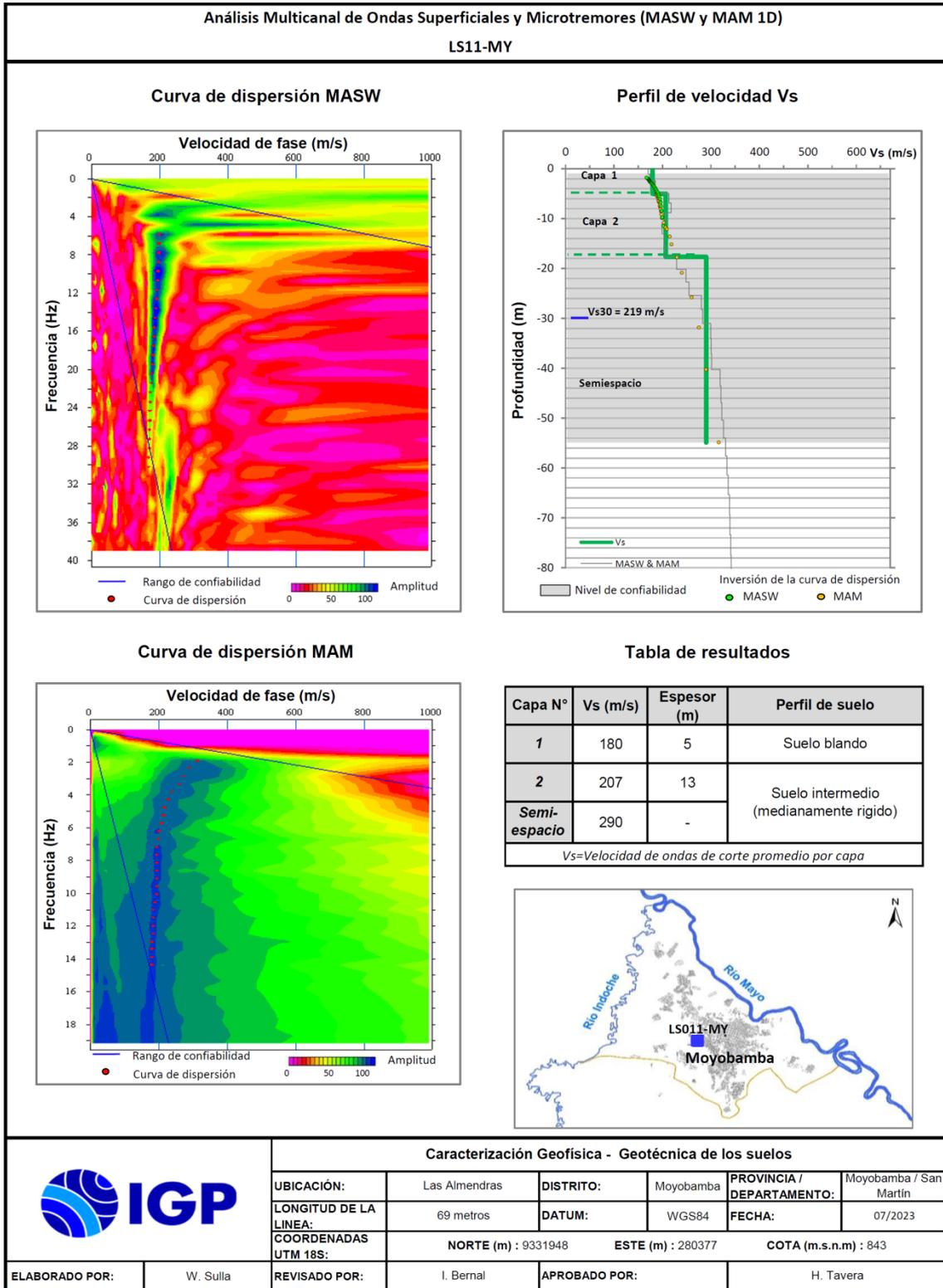


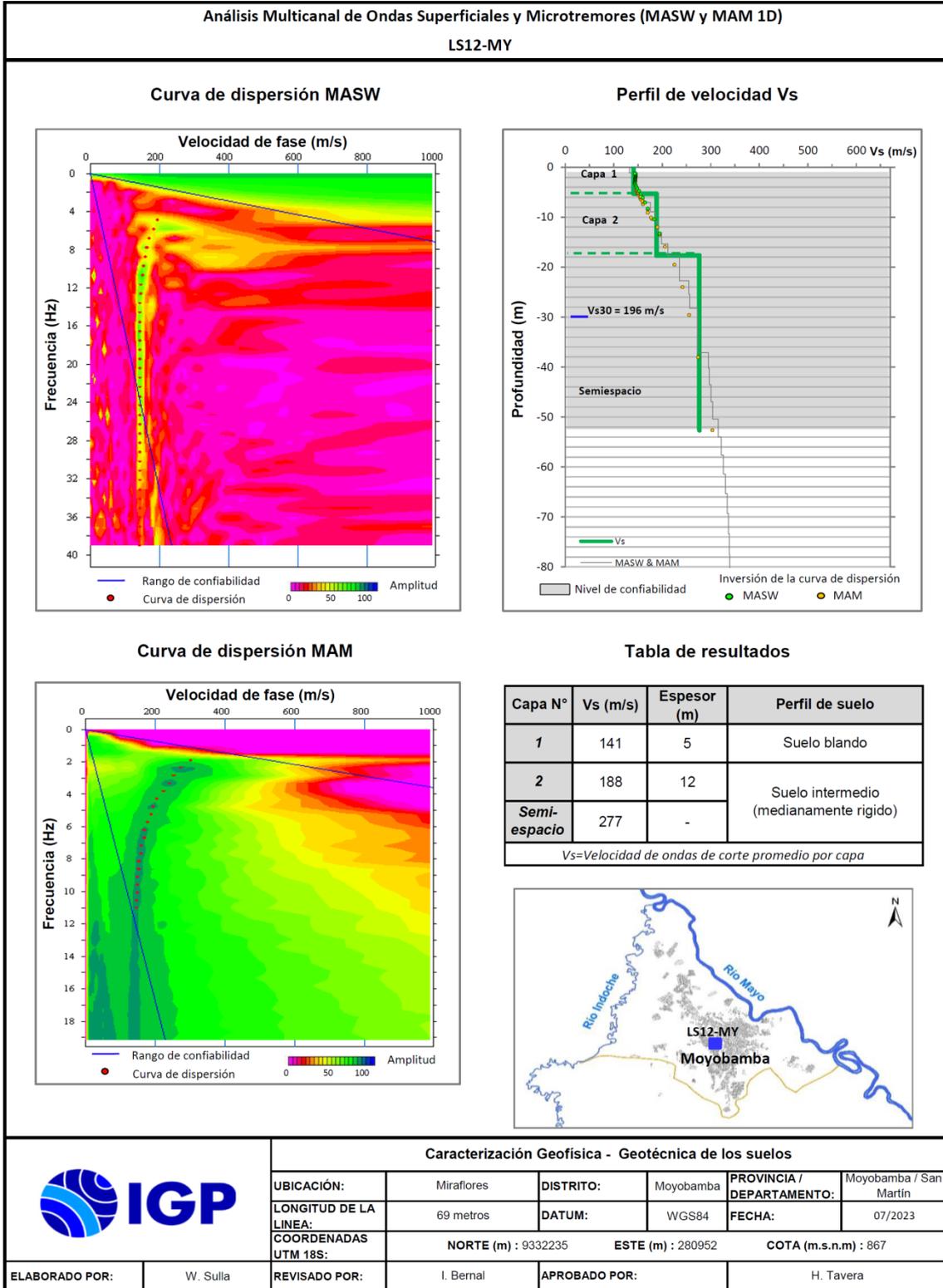


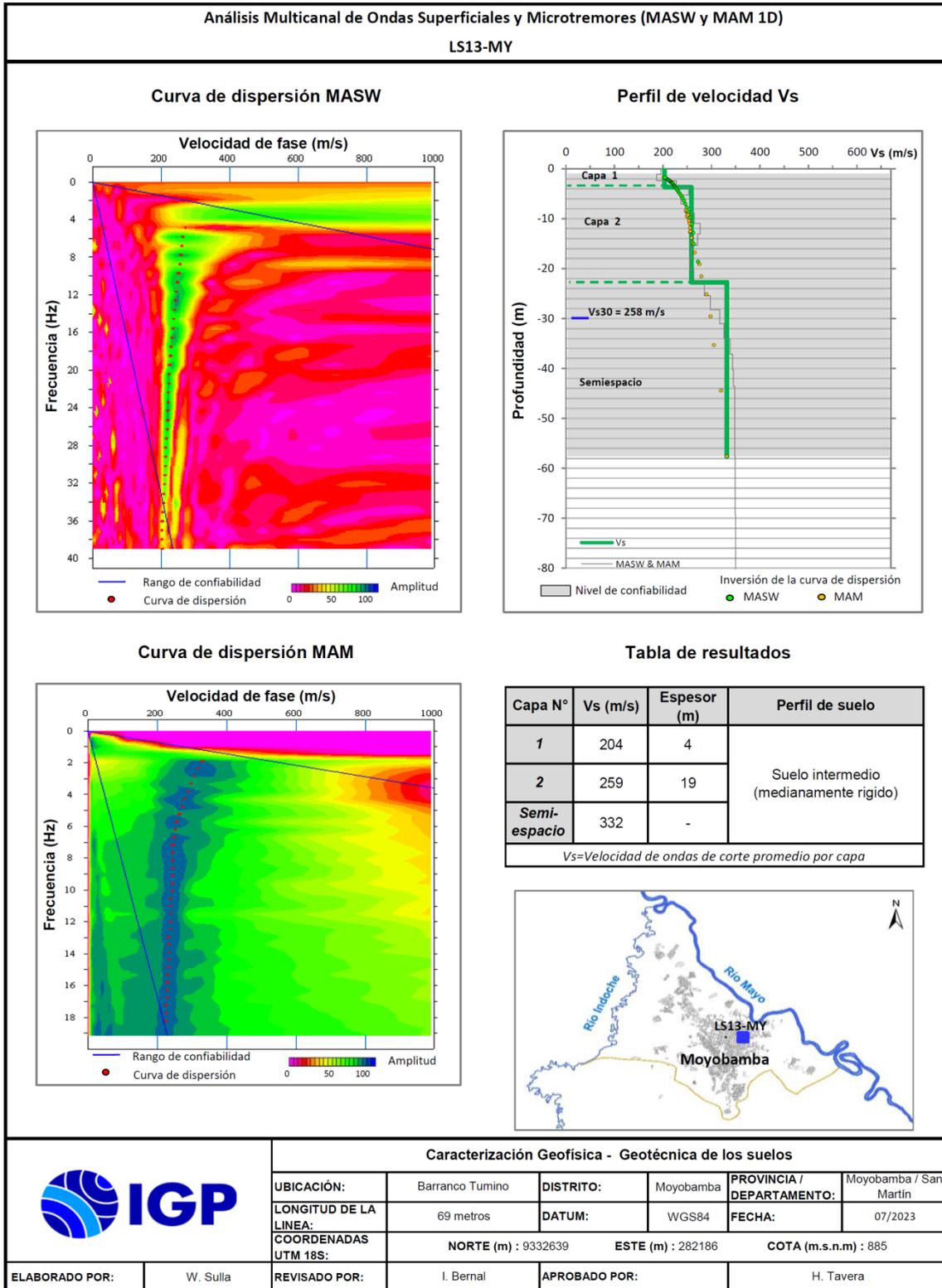


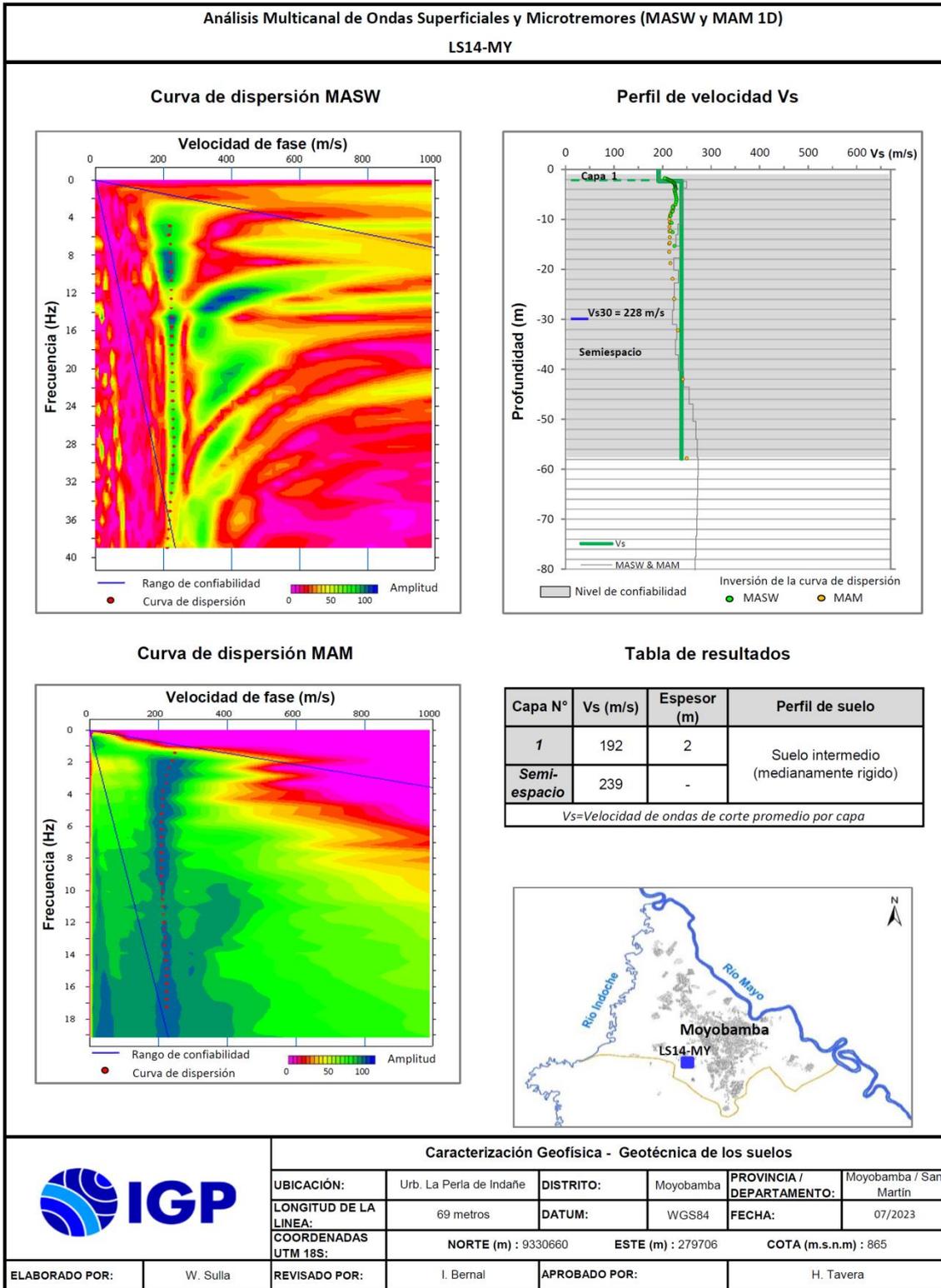


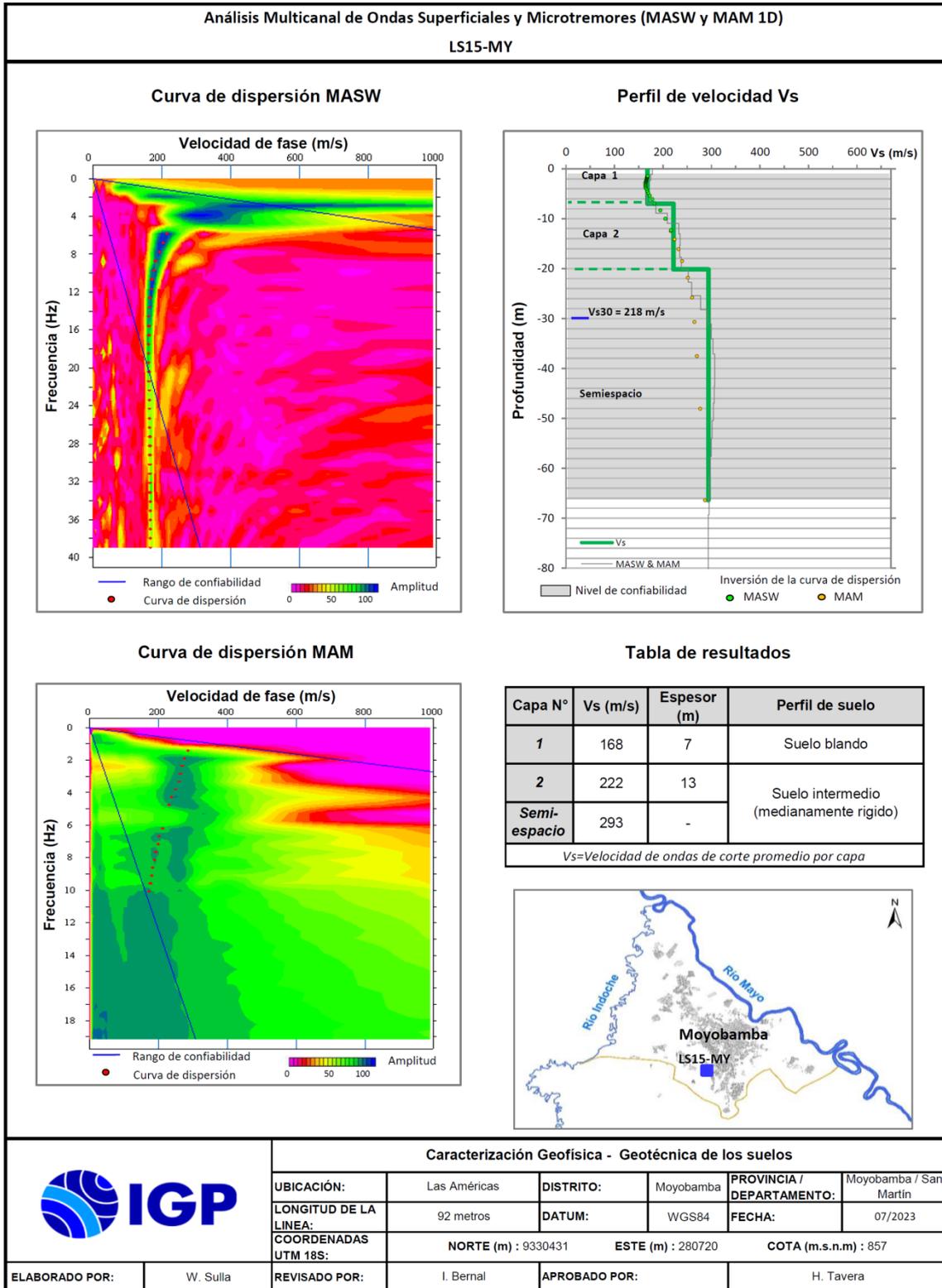


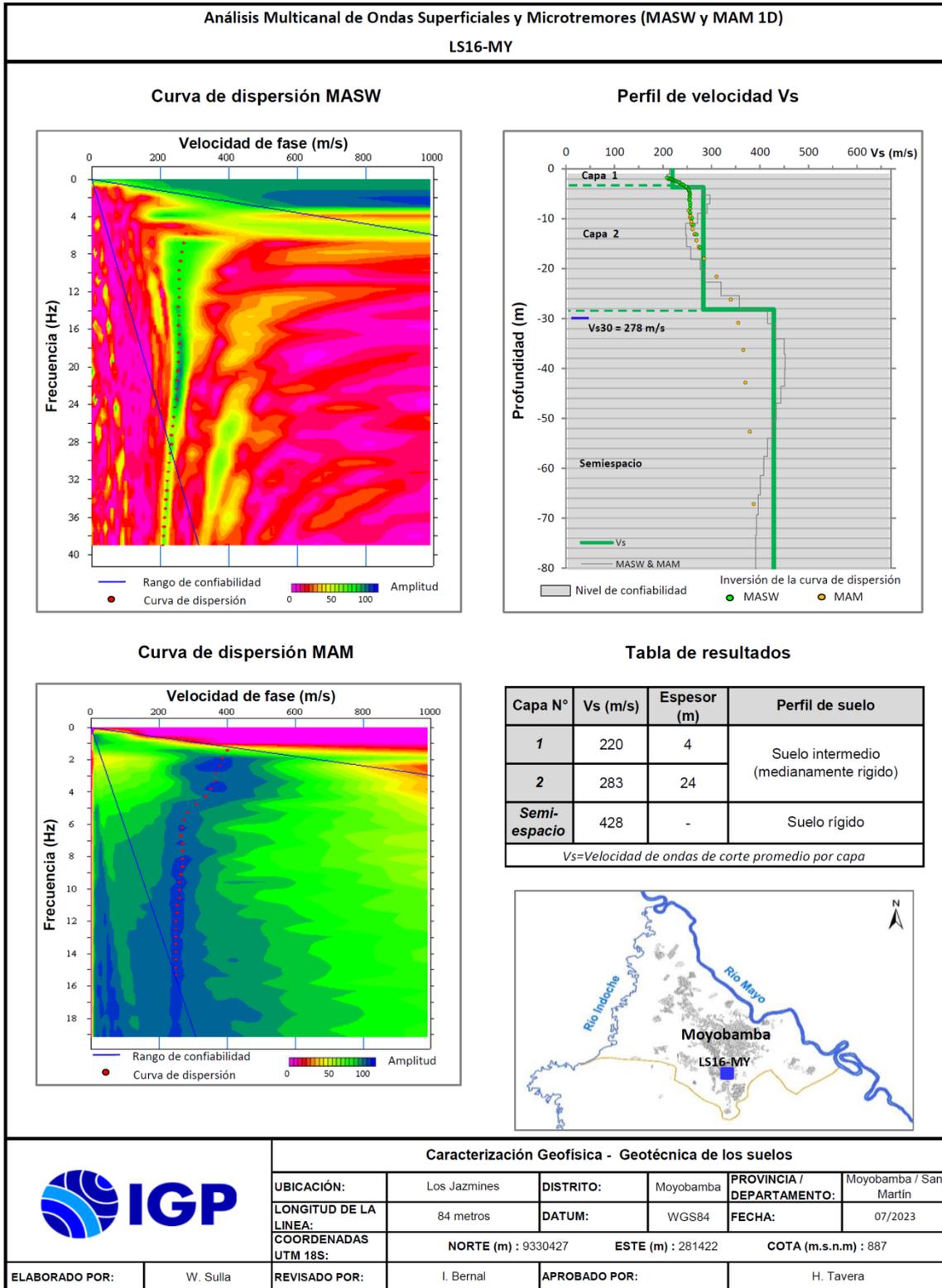


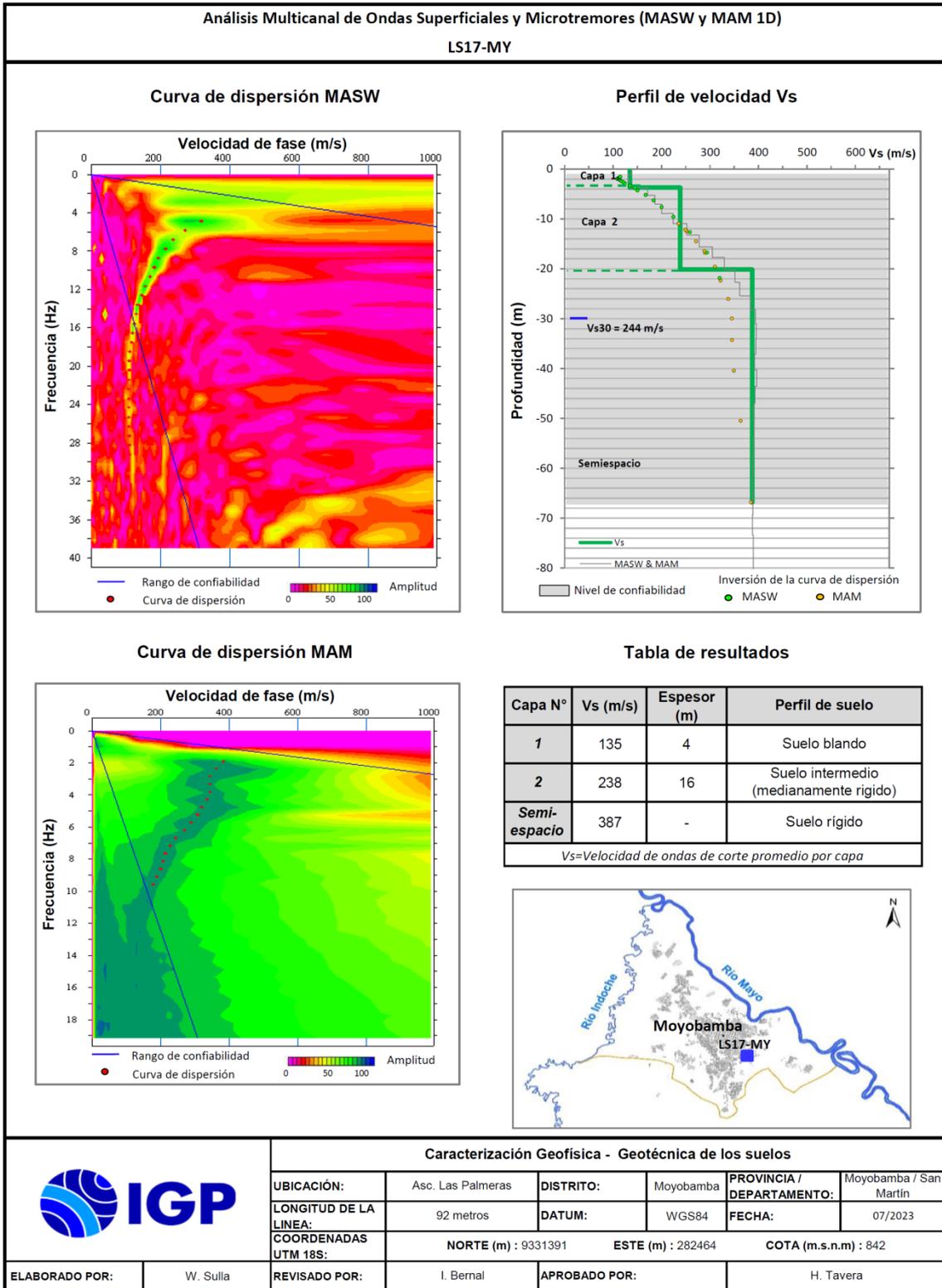


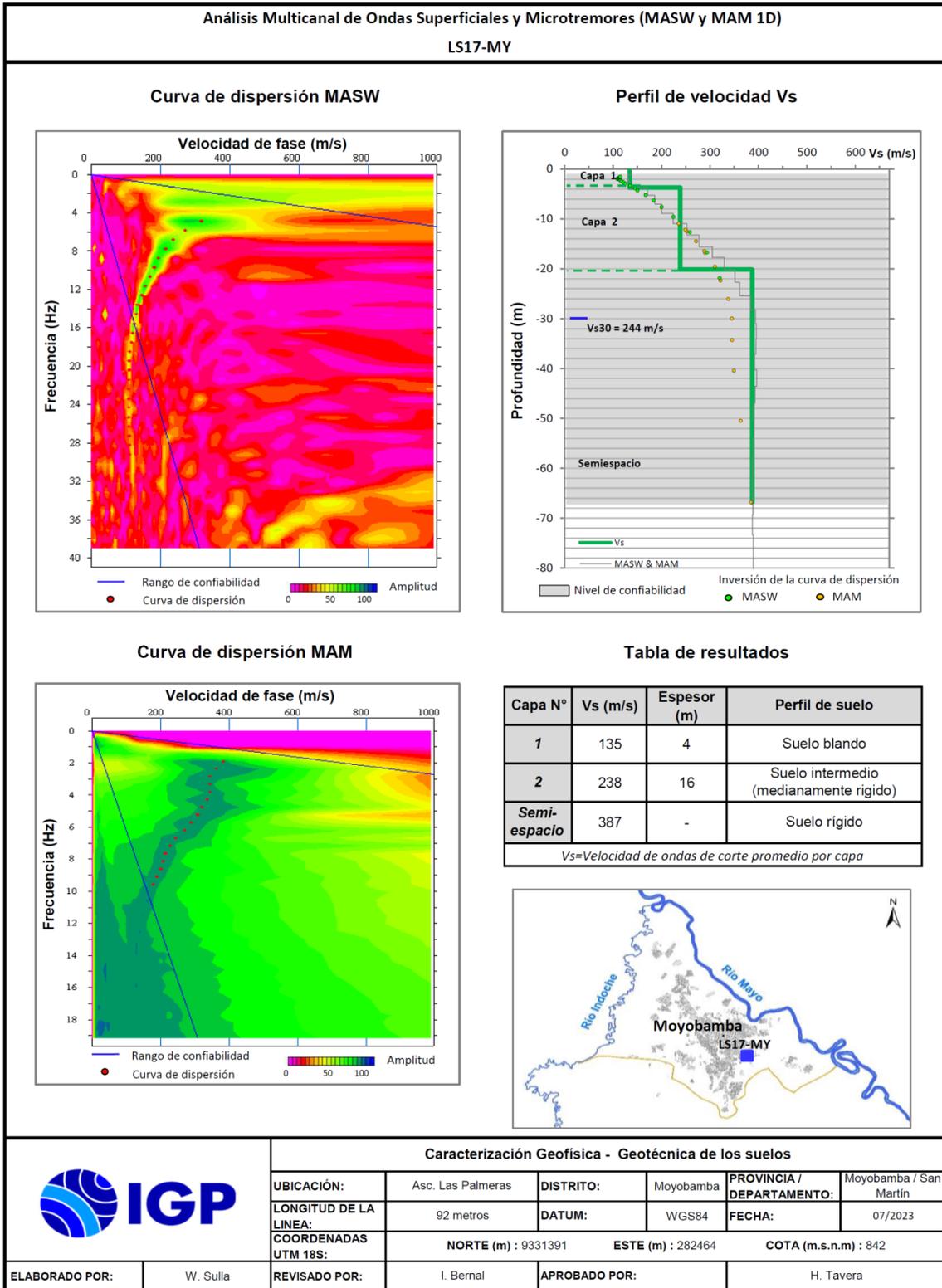


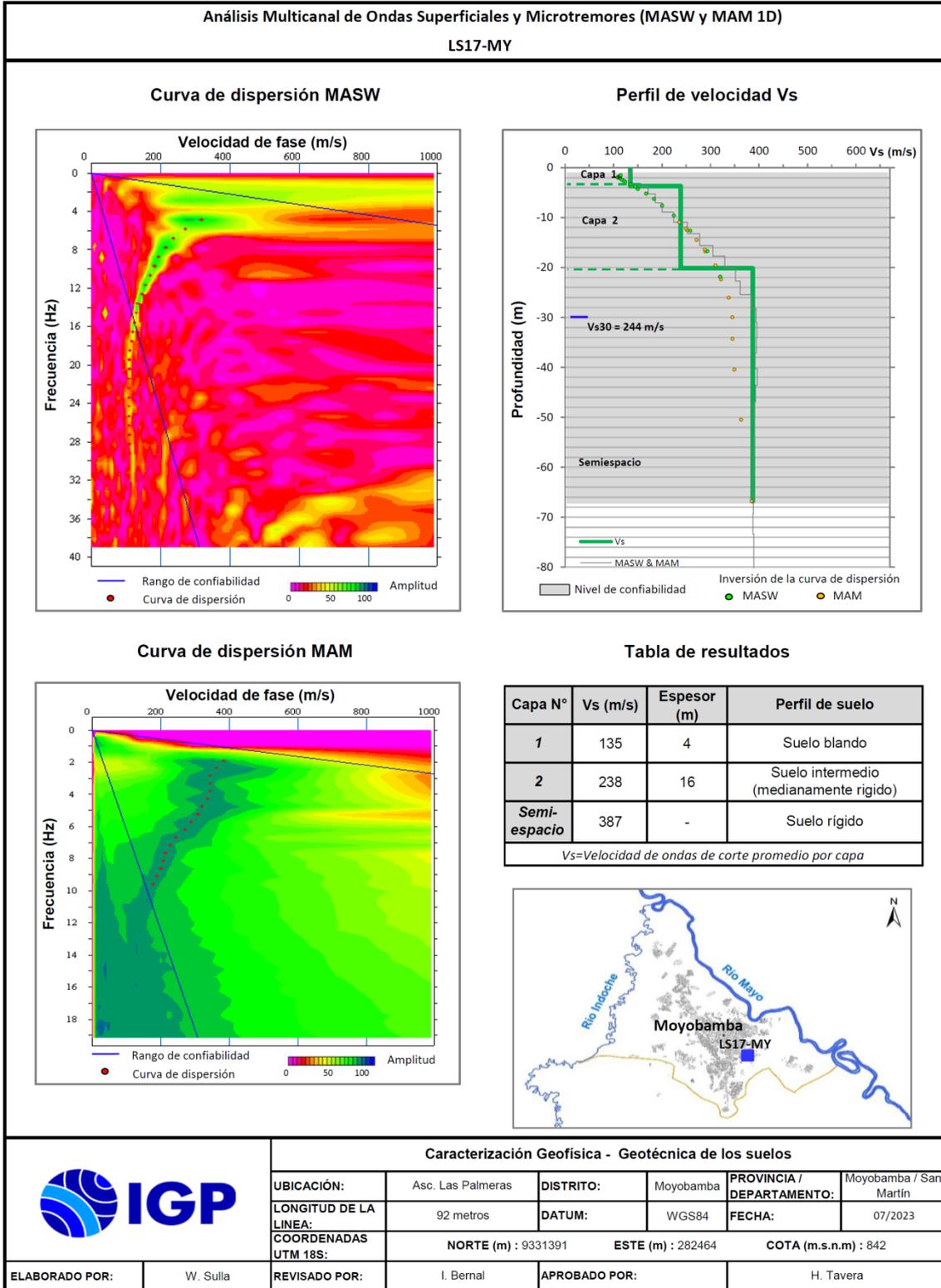


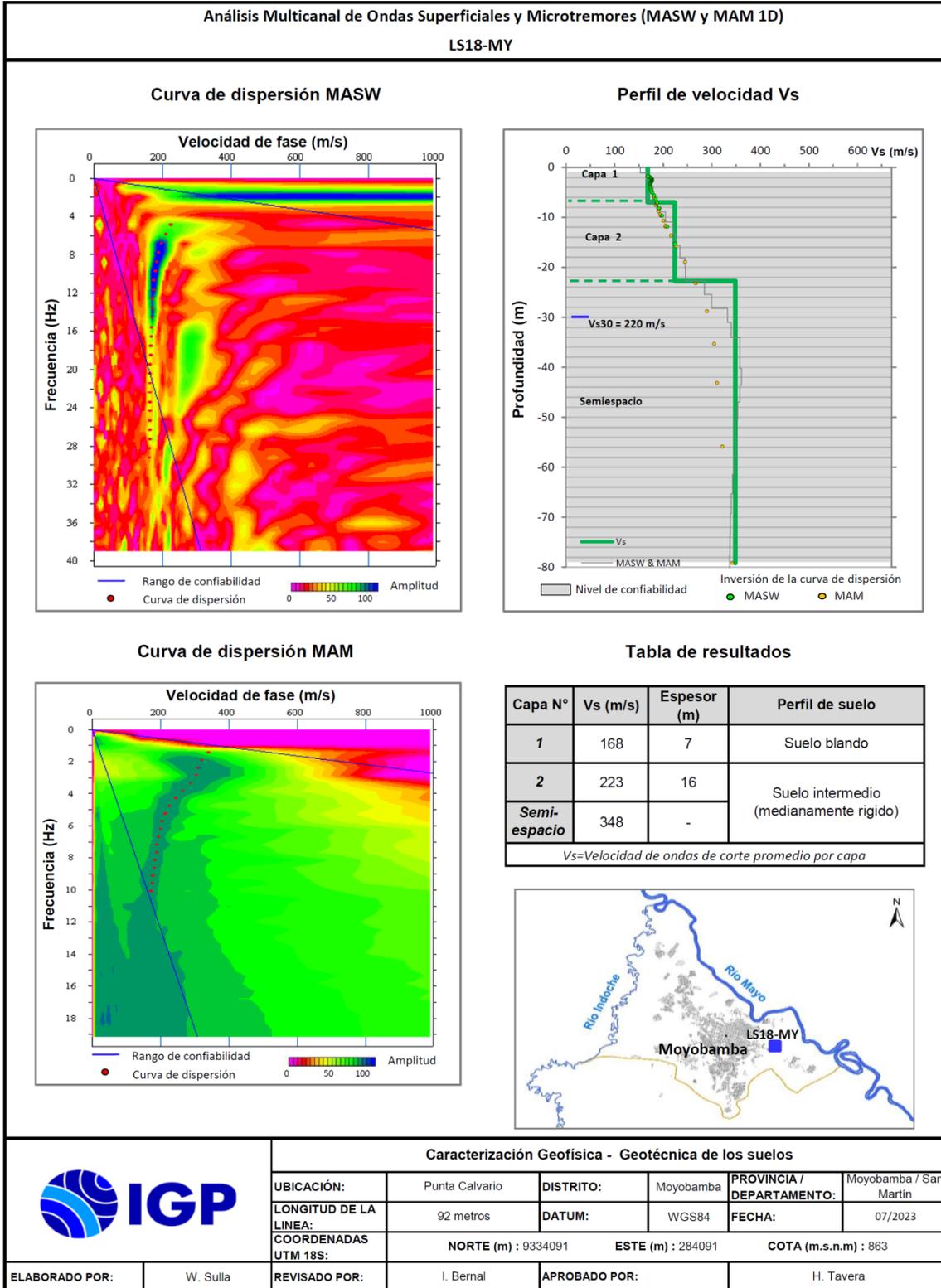


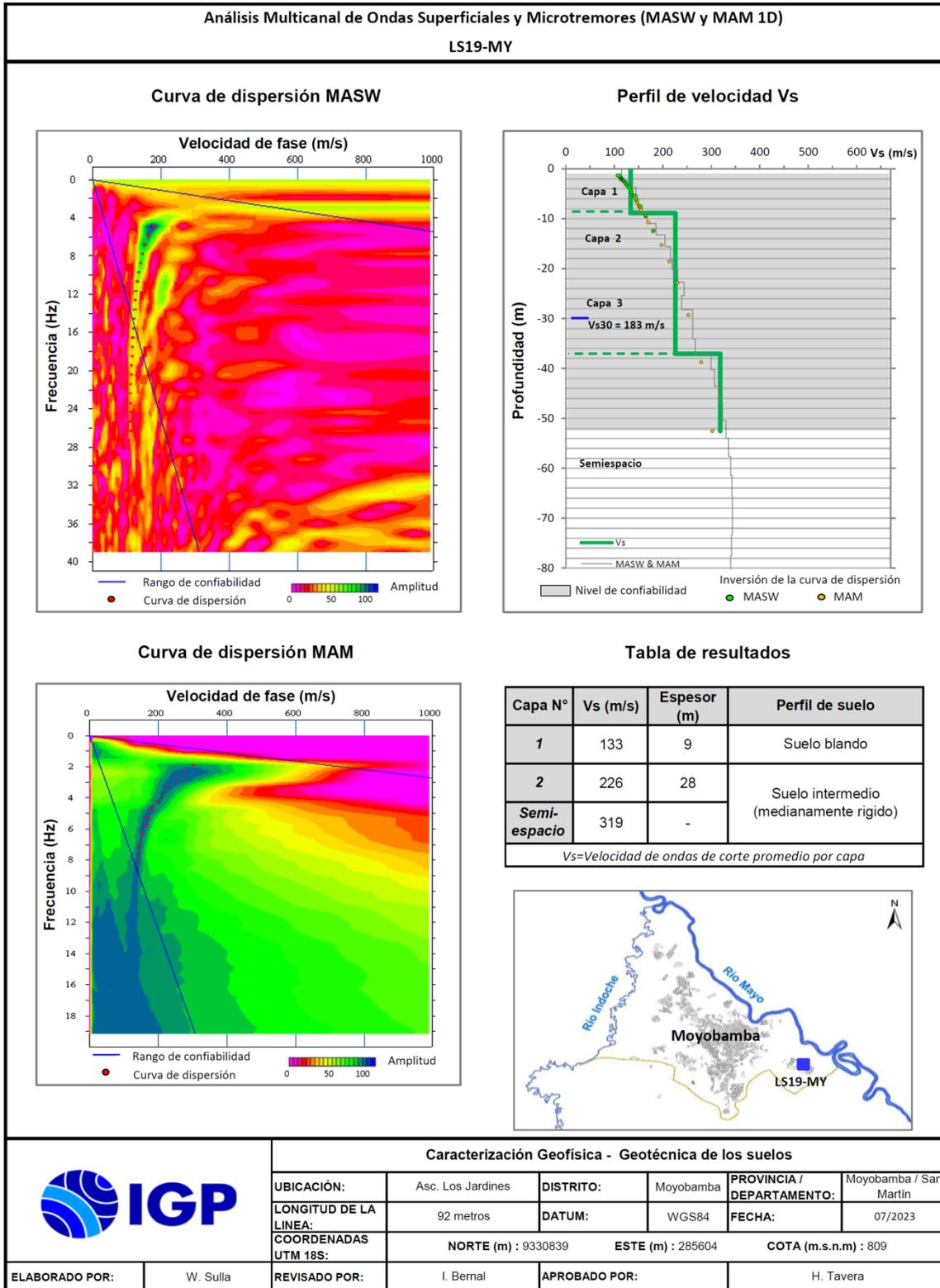


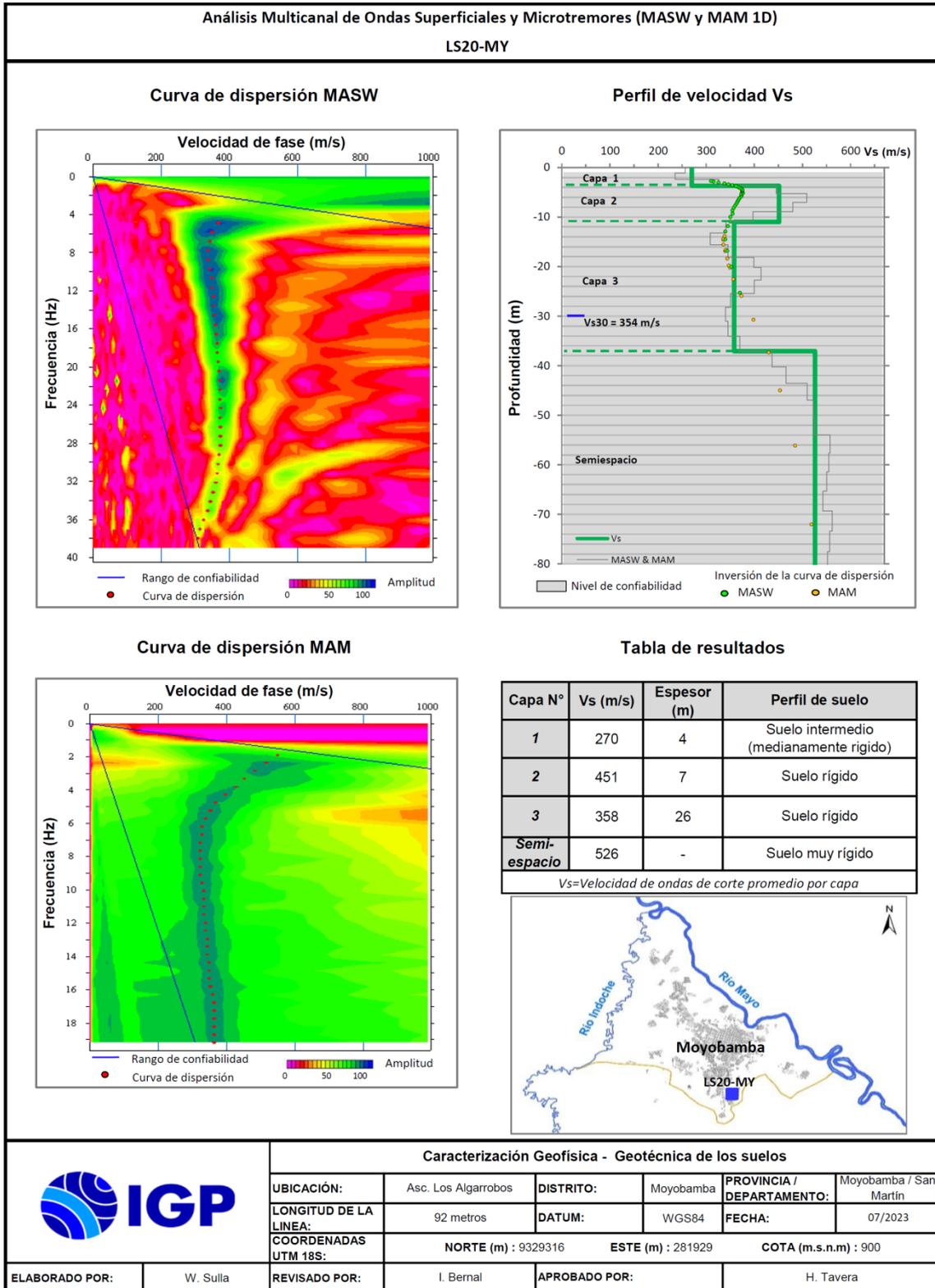


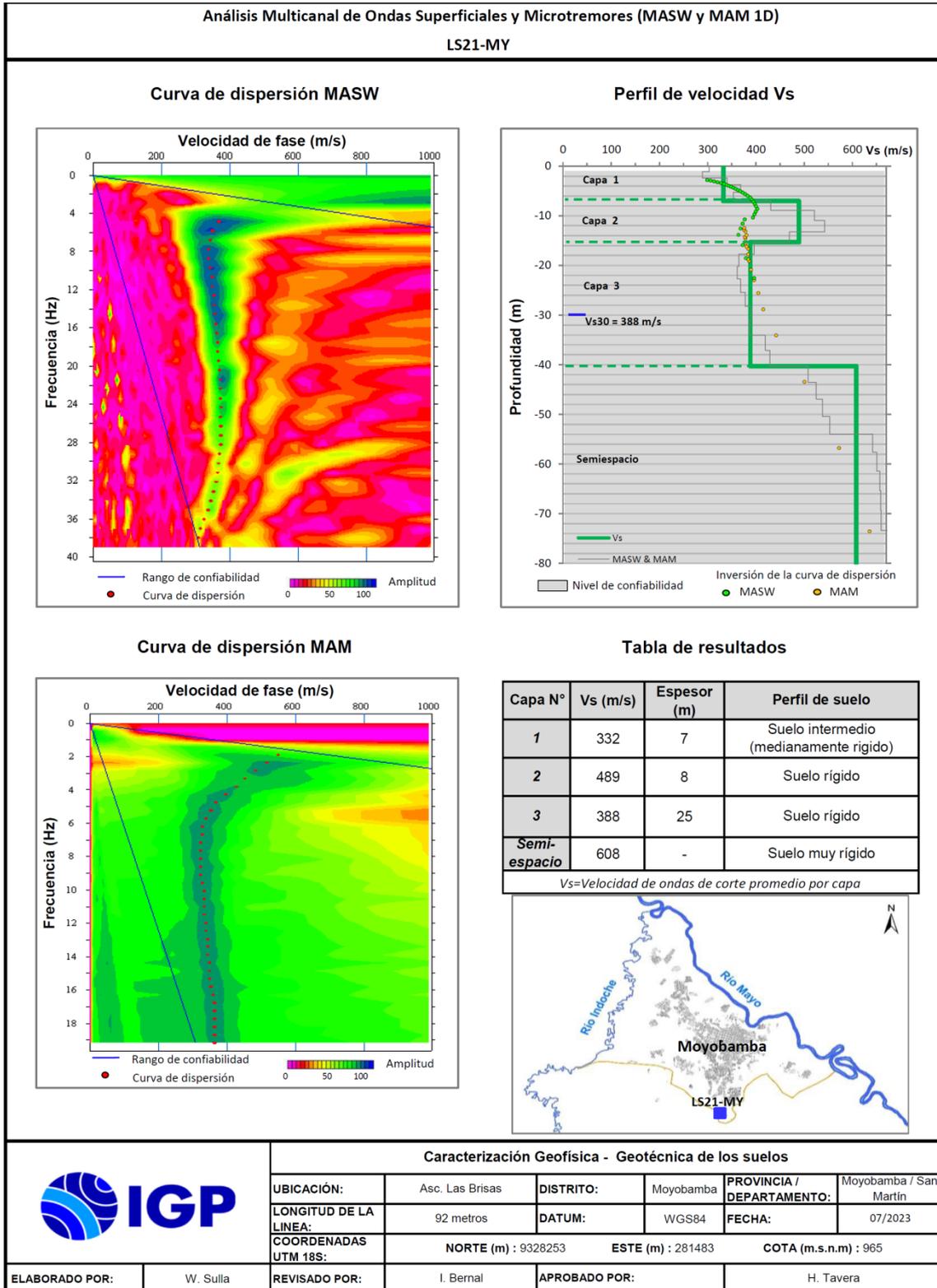


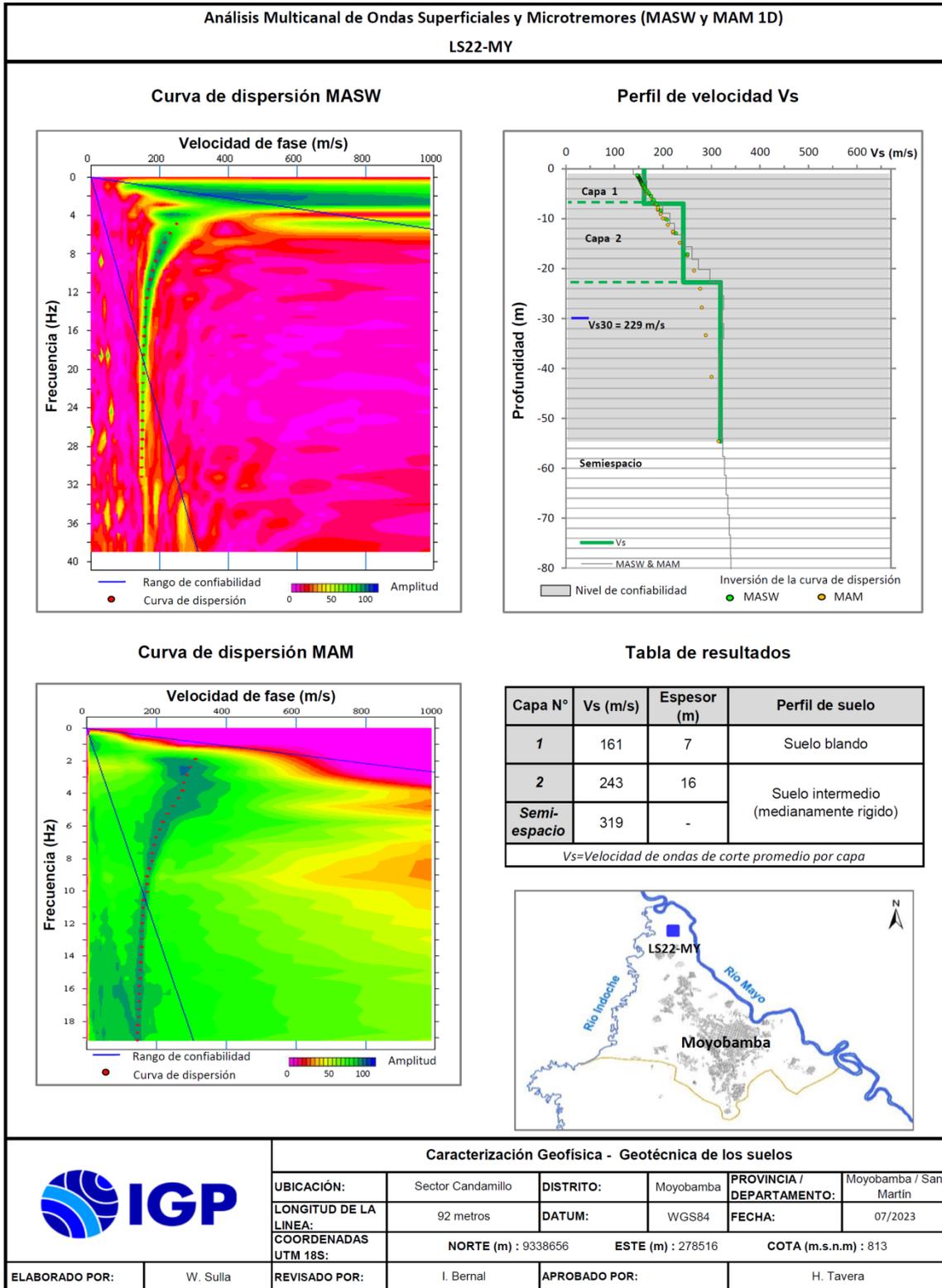


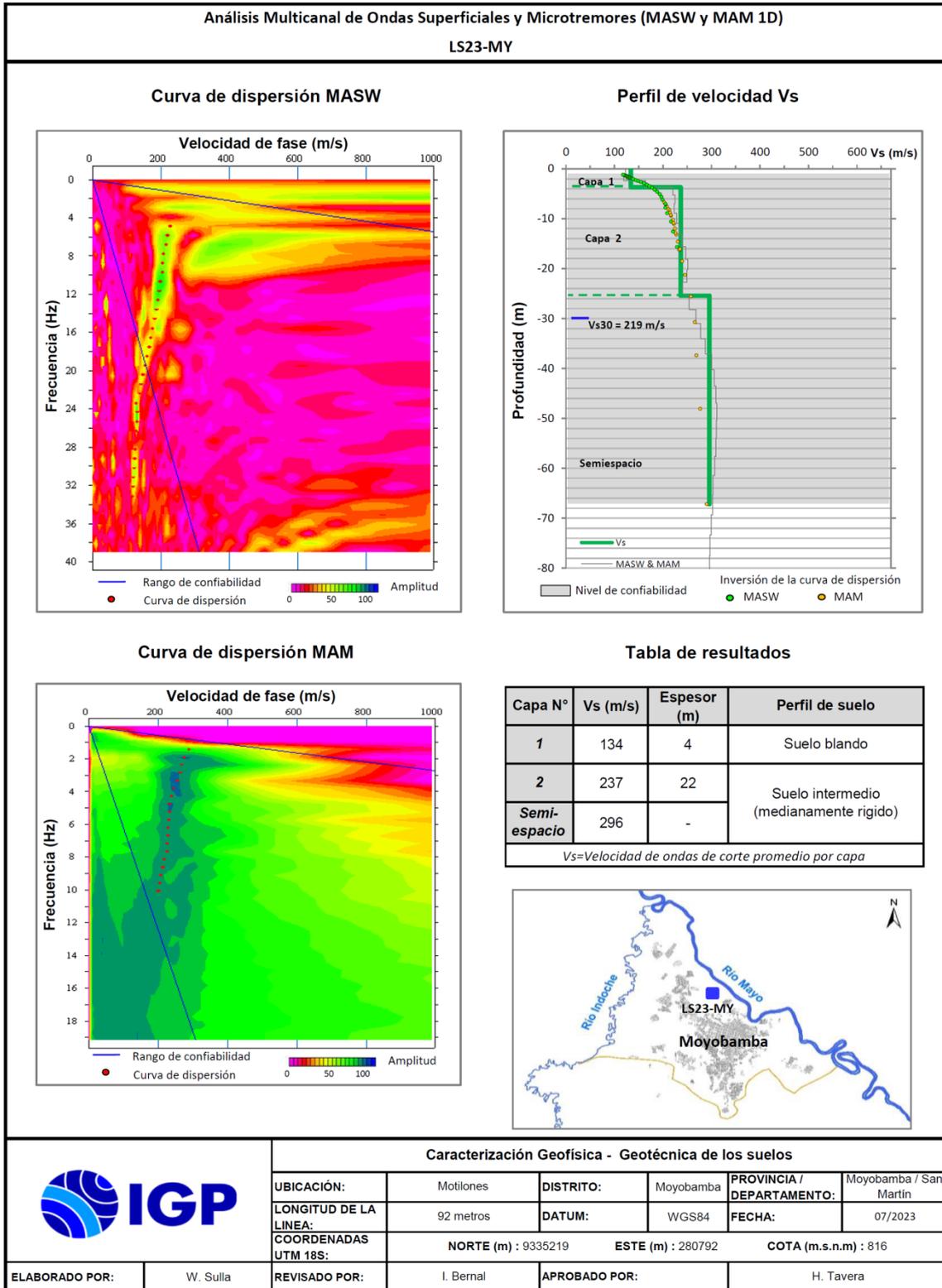


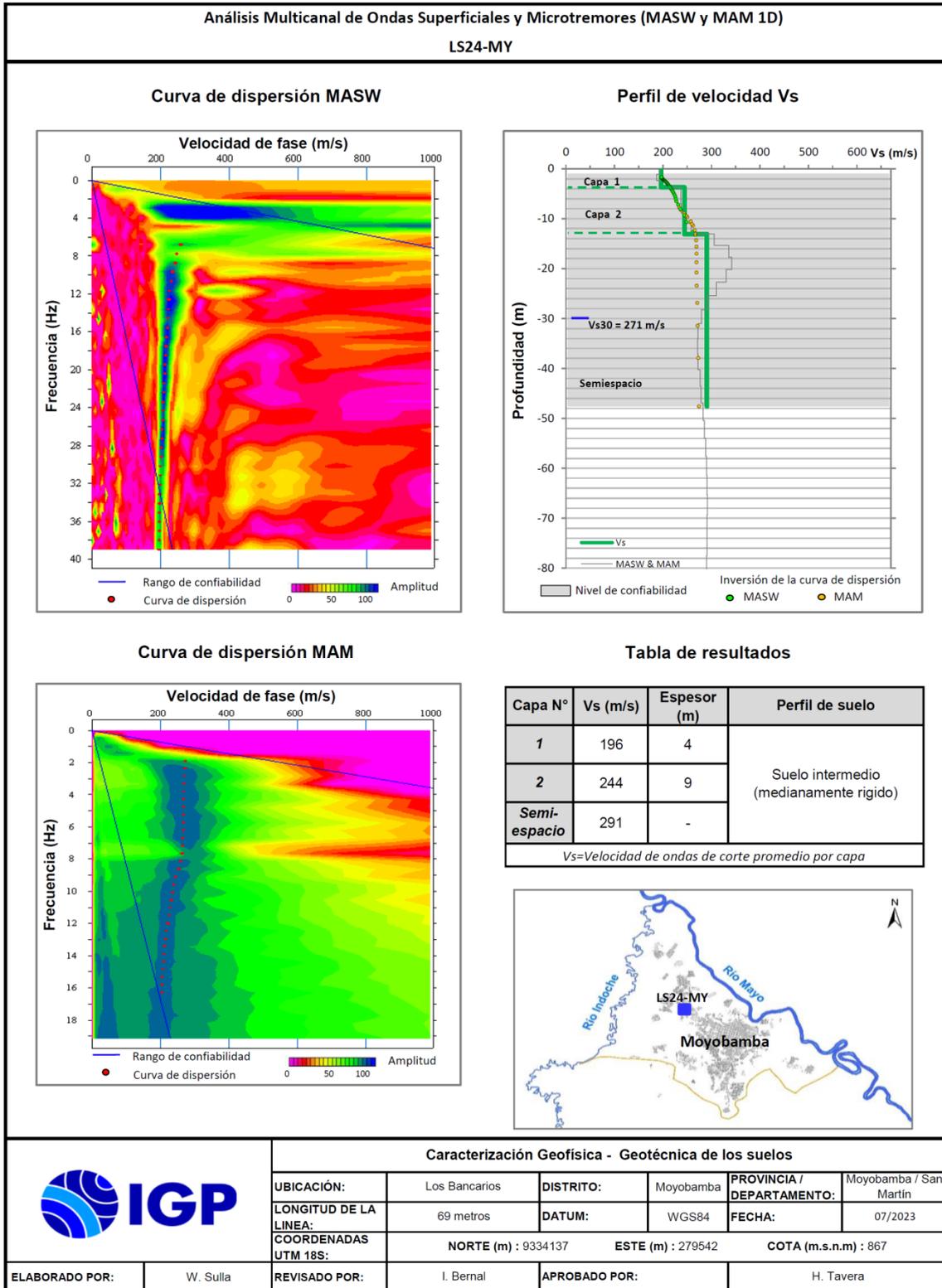


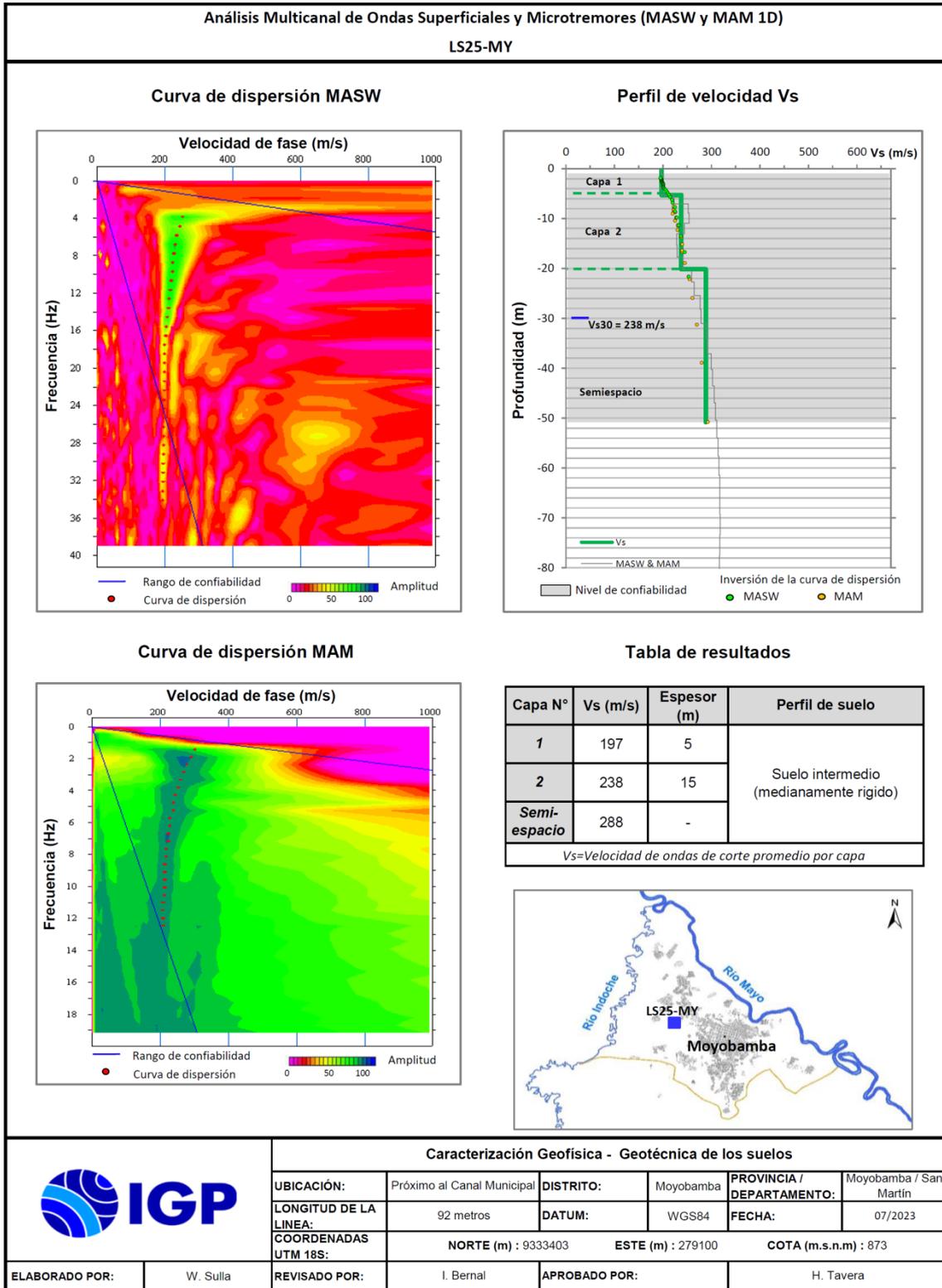


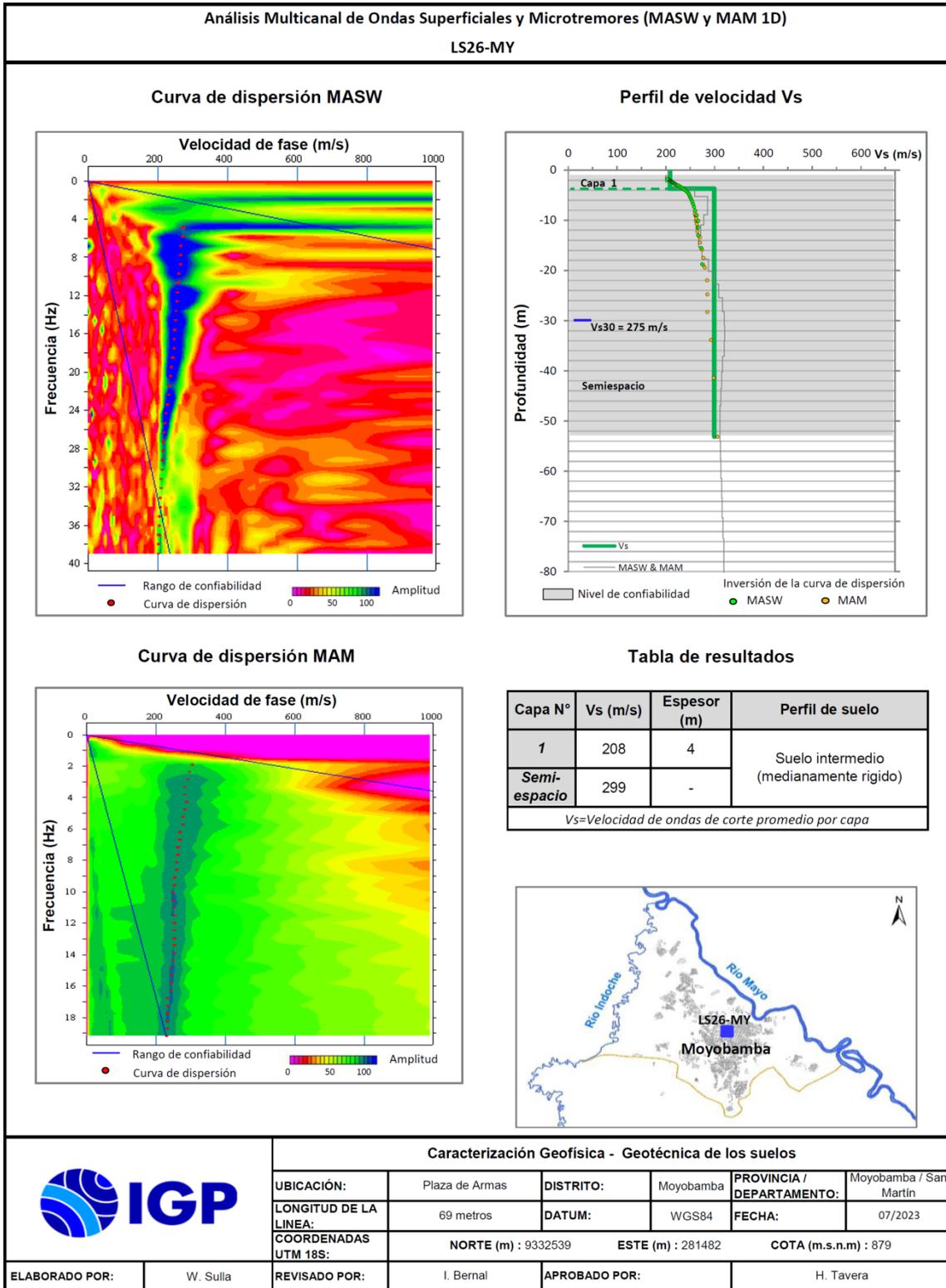


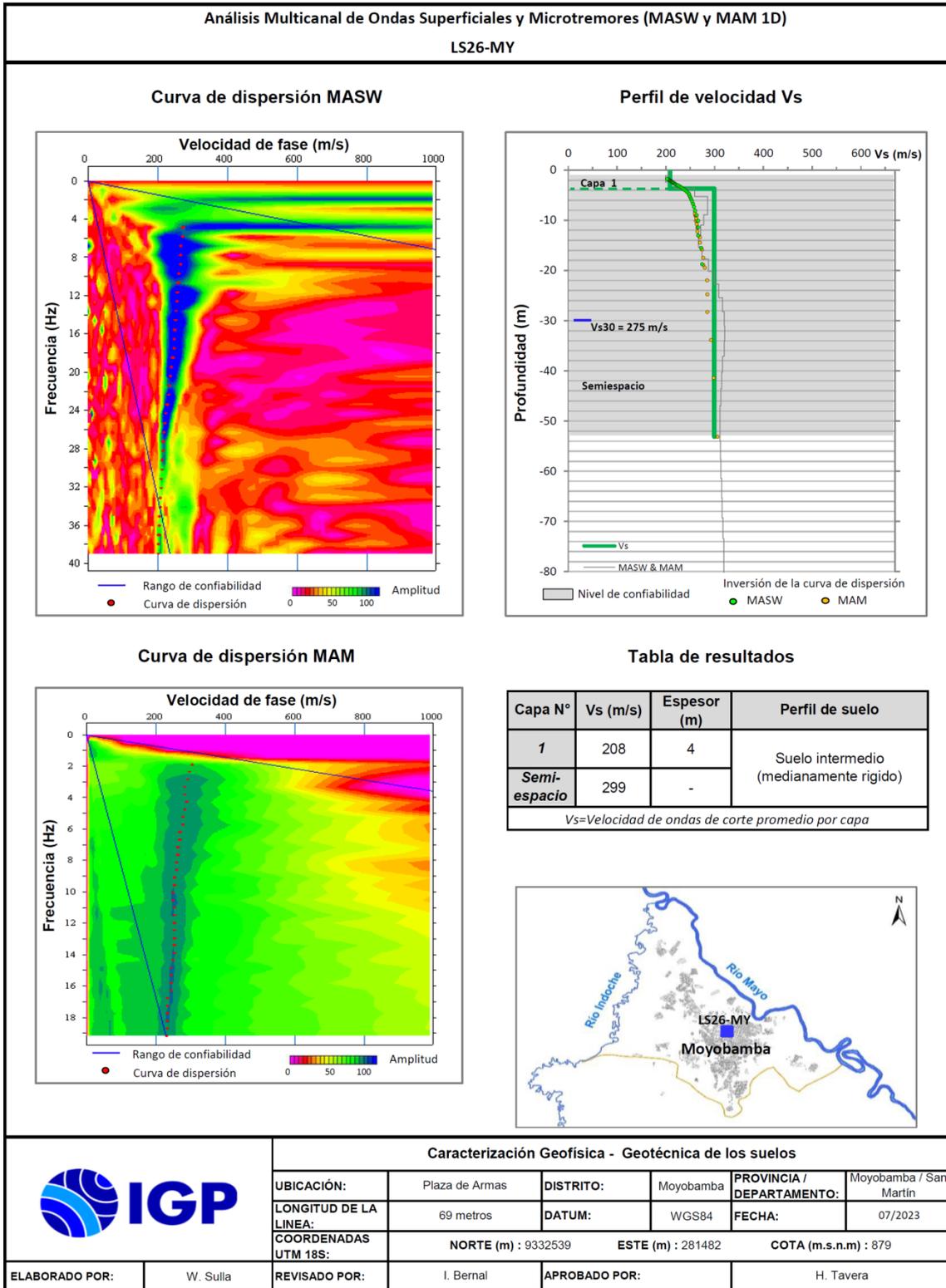


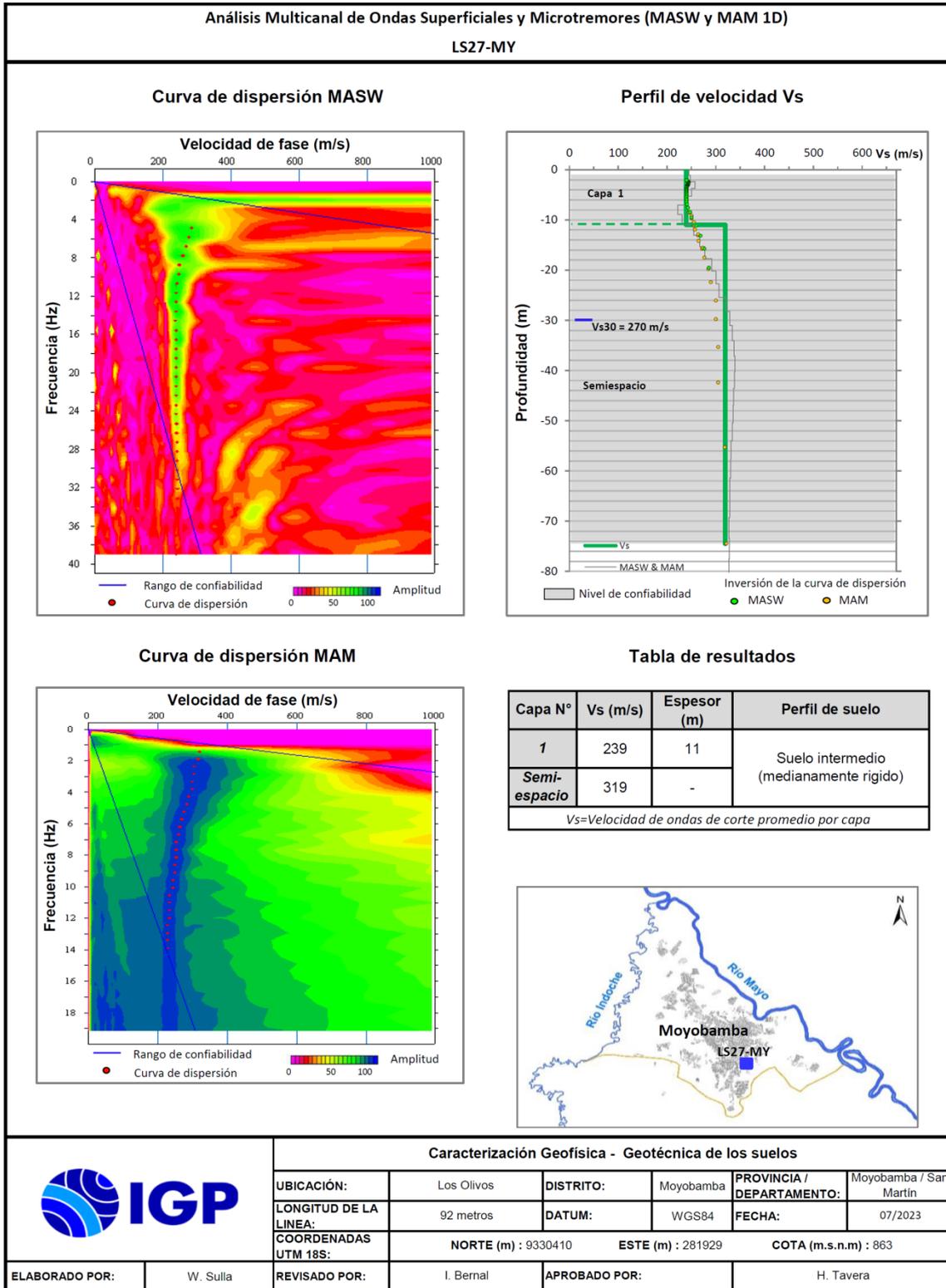


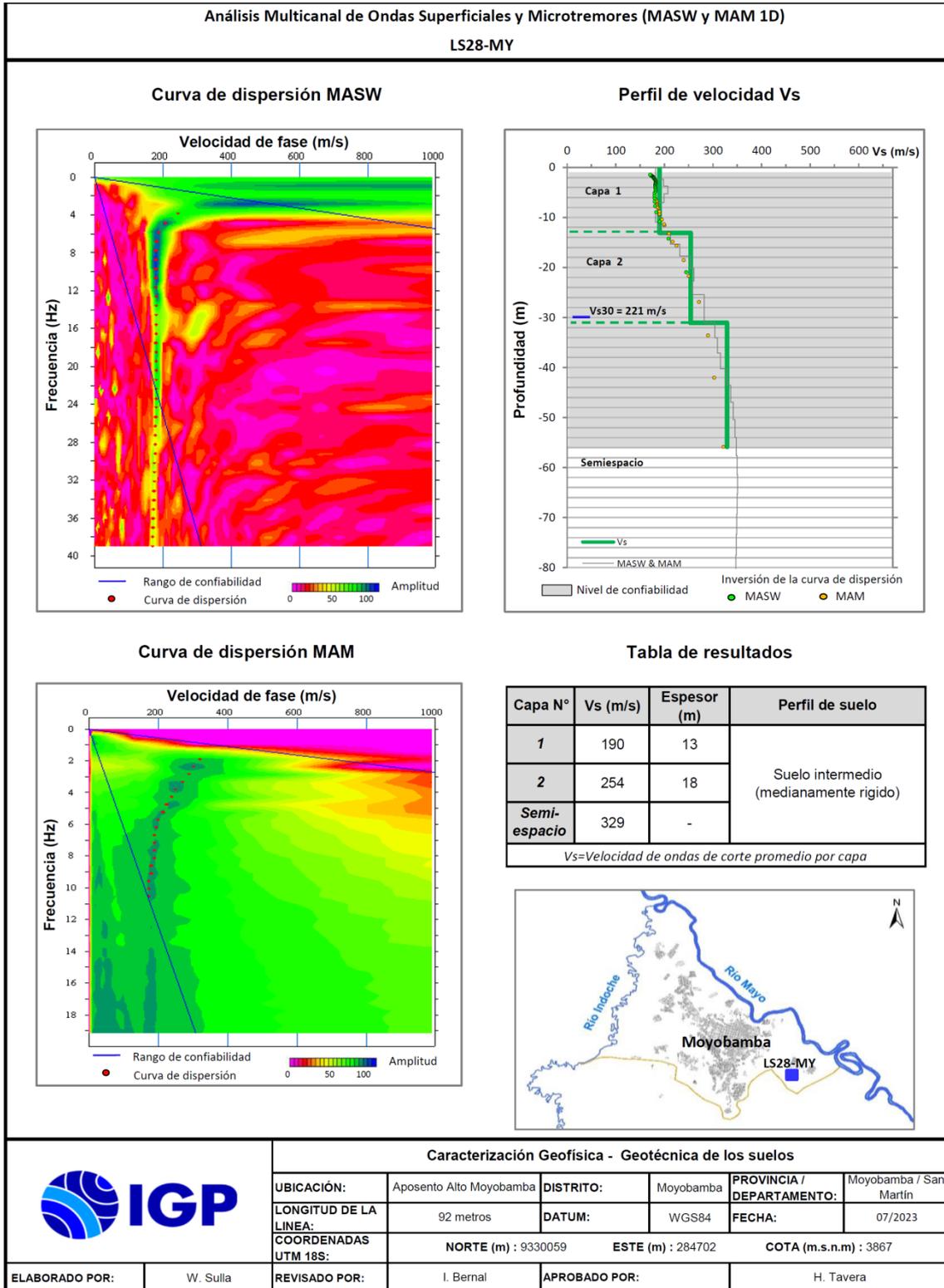


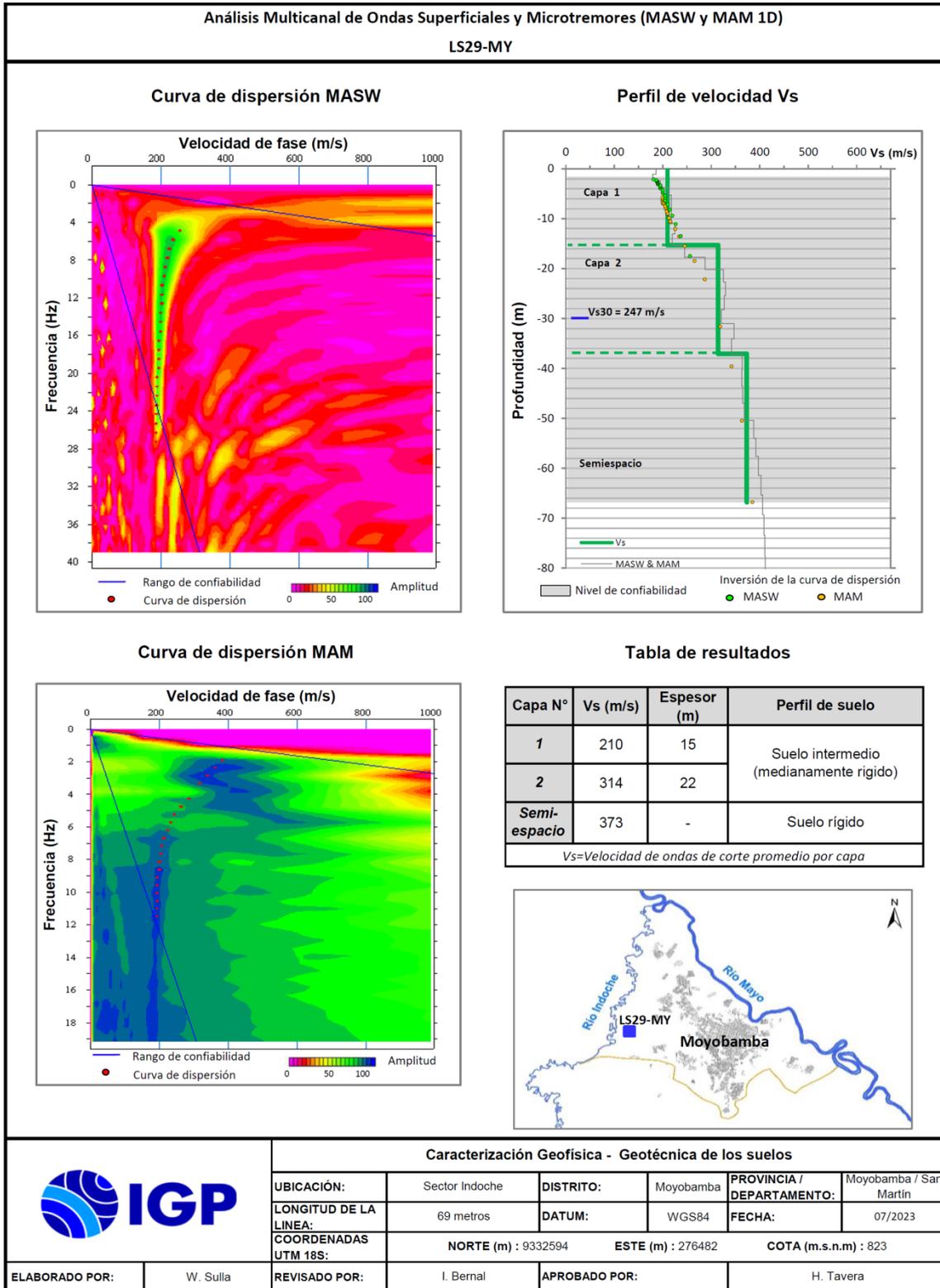












Secciones geoelectricas:

Sección geoelectrica LE01-MY: Realizada en la Urb. Urbanova sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de 20 a 45 metros. El segundo horizonte, a lo largo de toda sección presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de hasta 30 metros al inicio de la sección (extremo NE). Además, en este horizonte se presentan dos zonas anómalas de bajo y alto contenido de humedad hacia el final de la sección (extremos SO). El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m).

Sección geoelectrica LE02-MY: Realizada en Motilones sobre una longitud de 260 metros y en dirección O-E. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de hasta 20 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de 1 a 5 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad, espesor mayor a 40 metros. Además, dentro de este horizonte se presenta una zona anómala con mayor concentración de humedad.

Sección geoelectrica LE03-MY: Realizada en la Urb. Alto Mayo sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de hasta 5 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de 5 a 10 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad, espesor mayor a 50 metros, este horizonte aflora en el extremo NO, que puede relacionarse a la

presencia de fango en esa zona. Además, dentro de este horizonte se presenta una zona anómala con mayor concentración de humedad.

Sección geoelectrica LE04-MY: Realizada próxima al río Indañe sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de cuatro horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de hasta 25 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de 5 a 15 metros, presentando el mayor espesor al inicio de la sección (extremo NE). El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m), espesor de hasta 40 metros, este horizonte aflora hacia el extremo SO. El cuarto horizonte, presenta moderado contenido de humedad, además dentro de este horizonte se presenta una zona anómala con bajo contenido de humedad.

Sección geoelectrica LE05-MY: Realizada en la Urb. Juan Antonio sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de dos horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m), espesores de hasta 60 metros. Además, dentro de este horizonte se presenta una zona anómala con mayor concentración de humedad. El segundo horizonte, moderado contenido de humedad, espesores de 15 a 20 metros.

Sección geoelectrica LE06-MY: Realizada en el Condominio Cristal sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección se ha identificado la presencia de dos horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de hasta 15 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de 2 a 20 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad, espesor mayor a 50 metros. Además, dentro de

este horizonte se presenta una zona anómala con mayor concentración de humedad.

Sección geoelectrica LE07-MY: Realizada en Azunge sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de cuatro horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesores de hasta 15 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de hasta 20 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad, espesor de hasta 40 metros, este horizonte aflora hacia el extremo SO. El cuarto horizonte, presenta moderado contenido de humedad.

Sección geoelectrica LE08-MY: Realizada en el jirón San Martín sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección predominan los suelos con bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m). Además, a nivel superficial se presentan zonas anómalas de moderado a bajo contenido de humedad, con espesores de 5 a 30 metros. En profundidad se presenta una zona anómala de moderado contenido de humedad.

Sección geoelectrica LE09-MY: Realizada en la calle 20 de abril sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección predominan los suelos con bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m). Además, a nivel superficial se presentan tres zonas anómalas de moderado contenido de humedad, espesores de 10 a 30 metros, presentando el mayor espesor a la altura de la calle Bolívar.

Sección geoelectrica LE10-MY: Realizada en Santa Clara sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección predominan los suelos con alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m). Además, se presenta una anomalía con mayor concentración de humedad. También en

superficie se presentan dos zonas anómalas con moderado contenido de humedad tanto al inicio (extremo NO) como al final de la sección (extremo SE).

Sección geoelectrica LE11-MY: Realizada en la Urb. Las Almendras sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección se ha identificado la presencia de dos horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesores de hasta 30 metros. Además, a nivel superficial se presenta una zona anómala con bajo contenido de humedad, espesor de 1 a 15 metros. El segundo horizonte geoelectrico, presenta alto contenido de humedad, además de presentar una zona anómala con mayor concentración de humedad. En profundidad se presentan dos zonas anómalas que van de moderado a bajo contenido de humedad.

Sección geoelectrica LE12-MY: Realizada en la calle Miraflores sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección se ha identificado la presencia de dos horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m) espesor de 10 a 50 metros, presentando el mayor espesor a la altura de la calle Chicago. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m). Además, a nivel superficial se presenta dos zonas anómalas de moderado y bajo contenido de humedad.

Sección geoelectrica LE13-MY: Realizada en el Barranco Tumino sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m) espesor de 30 a 50 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de 10 a 15 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m), espesor de

hasta 30 metros. Además, a nivel superficial se presentan tres zonas anómalas de moderado contenido de humedad, dos de estas zonas se presentan en el área rellena del Barranco Tumino.

Sección geoelectrica LE14-MY: Realizada en la Urb. La Perla de Indañe sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor hasta 25 metros. El segundo horizonte, presenta alto contenido de humedad. Además, dentro de este horizonte se presenta una anomalía con mayor concentración de humedad. El tercer horizonte, presenta moderado contenido de humedad, espesor de hasta 30 metros.

Sección geoelectrica LE15-MY: Realizada en Las Américas sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección se ha identificado la presencia de dos horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de 5 a 25 metros. El segundo horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m). Además, dentro de este horizonte se presenta una anomalía con mayor concentración de humedad.

Sección geoelectrica LE16-MY: Realizada en Los Jazmines sobre una longitud de 260 metros y en dirección O-E. En esta sección se ha identificado la presencia de dos horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de hasta 60 metros. El segundo horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m). Además, a nivel superficial se presenta una zona anómala con alto contenido de humedad la cual profundiza.

Sección geoelectrica LE17-MY: Realizada en la Asoc. Las Palmeras sobre una longitud de 260 metros y en dirección O-E. En esta sección predominan los suelos con alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m). Además, se

presenta una anomalía con moderado contenido de humedad, al final de la sección (extremo E).

Sección geoelectrica LE18-MY: Realizada en Punta Calvario sobre una longitud de 260 metros y en dirección NO-SE. En esta sección predominan los suelos con bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m). Además, a nivel superficial se presentan dos anomalías con moderado contenido de humedad, hacia el inicio y final de la sección.

Sección geoelectrica LE19-MY: Realizada en la Asoc. Los Jardines sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m), espesor de hasta 50 metros. El segundo horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m) espesor de 20 a 50 metros. El tercer horizonte, presenta moderado contenido de humedad.

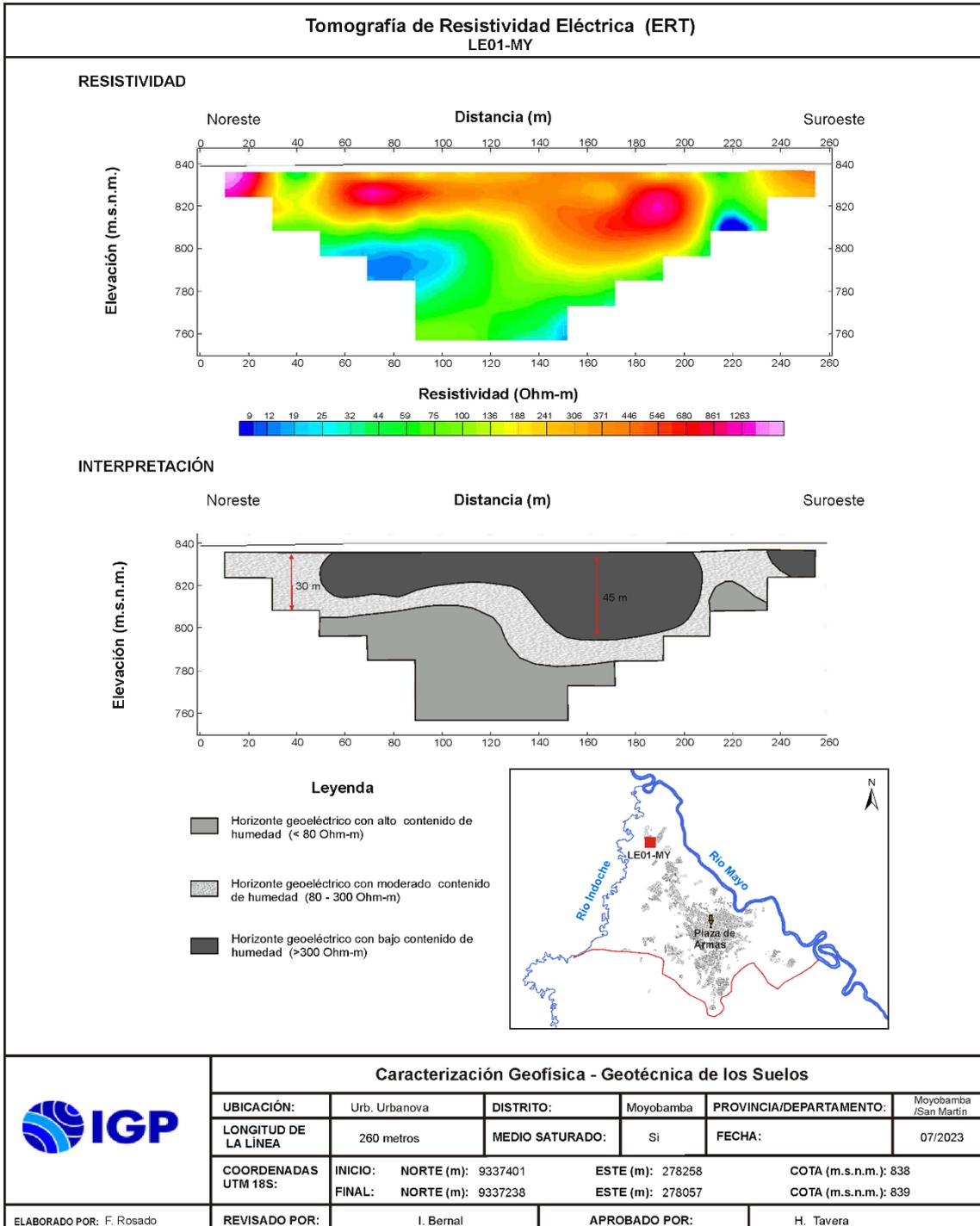
Sección geoelectrica LE20-MY: Realizada en la Asoc. Los Algarrobos sobre una longitud de 260 metros y en dirección O-E. En esta sección se ha identificado la presencia de cuatro horizontes geoelectricos: El primer horizonte, presenta bajo contenido de humedad (> 300 Ohm-m), espesor de 10 a 20 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m) espesores de 5 a 25 metros. El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad (< 80 Ohm-m) espesor de hasta 40 metros. Además, dentro de este horizonte se presenta una anomalía con mayor concentración de humedad. El cuarto horizonte, presenta moderado contenido de humedad con espesor de hasta 25 metros.

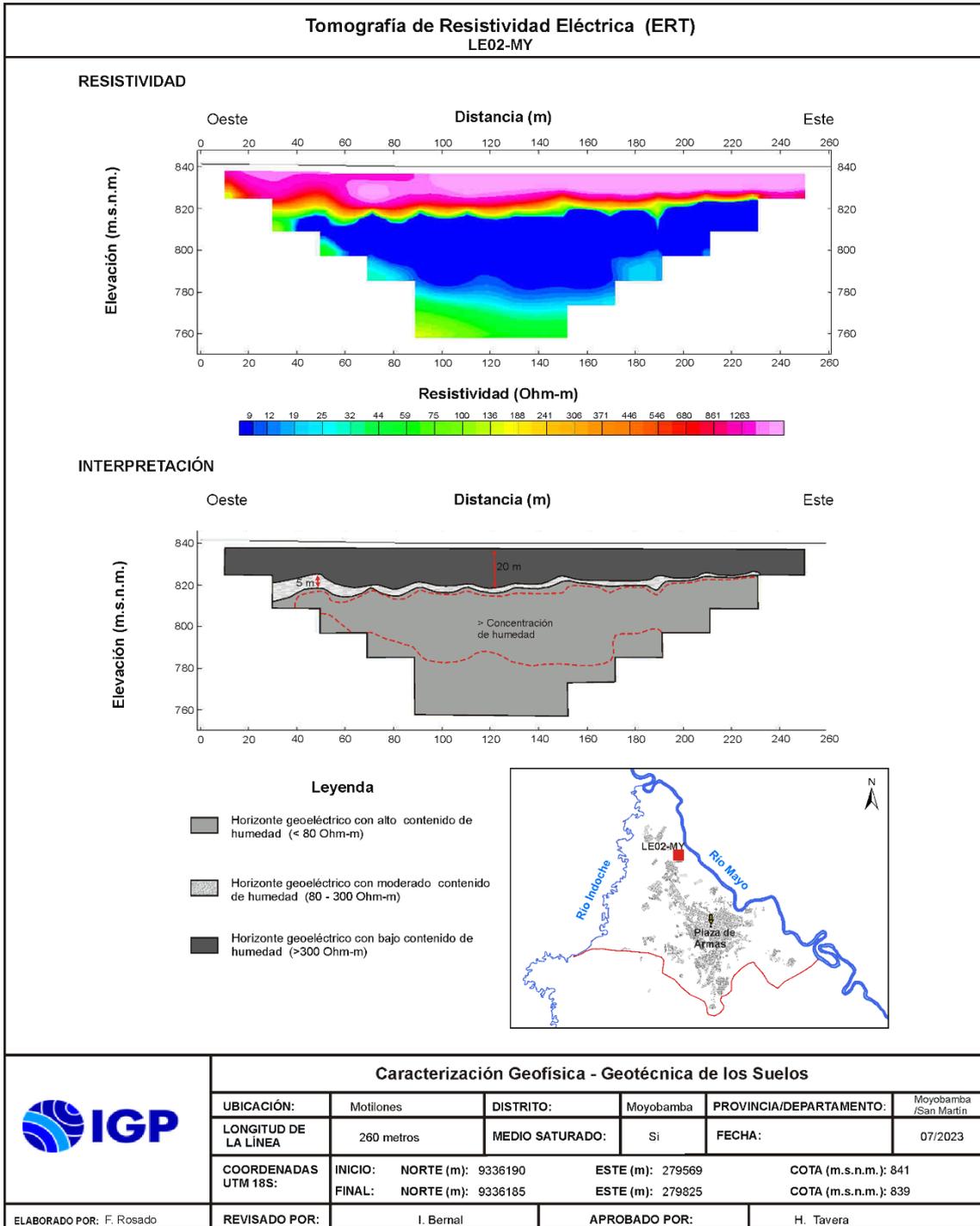
Sección geoelectrica LE21-MY: Realizada en la Asoc. Las Brisas sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección se ha identificado la presencia de tres horizontes geoelectricos: El primer

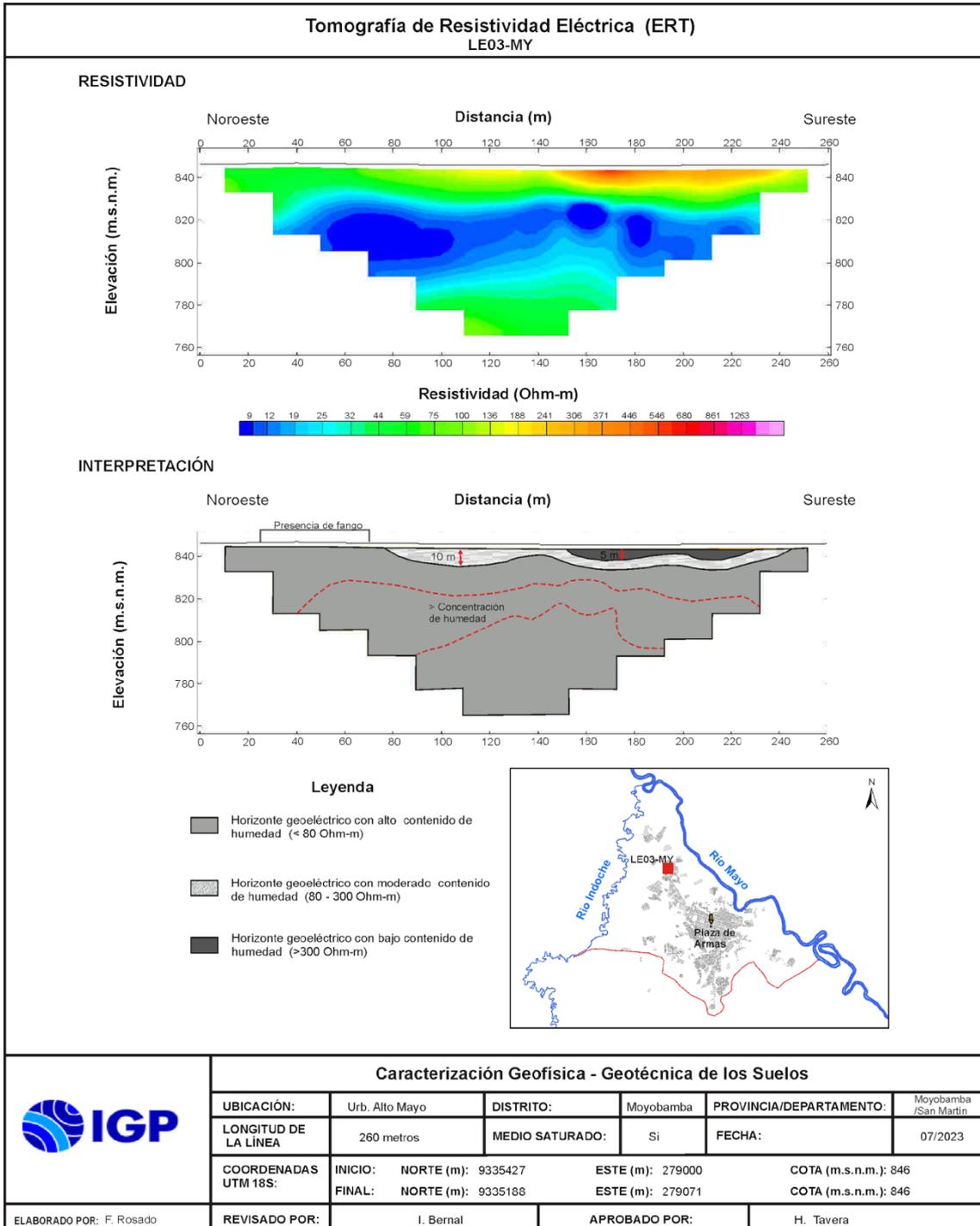
horizonte, presenta bajo contenido de humedad ($> 300 \text{ Ohm-m}$), espesor de hasta 10 metros. El segundo horizonte, presenta moderado contenido de humedad (80 a 300 Ohm-m). El tercer horizonte, presenta alto contenido de humedad ($< 80 \text{ Ohm-m}$). Además, dentro de este horizonte se presenta una anomalía con mayor concentración de humedad.

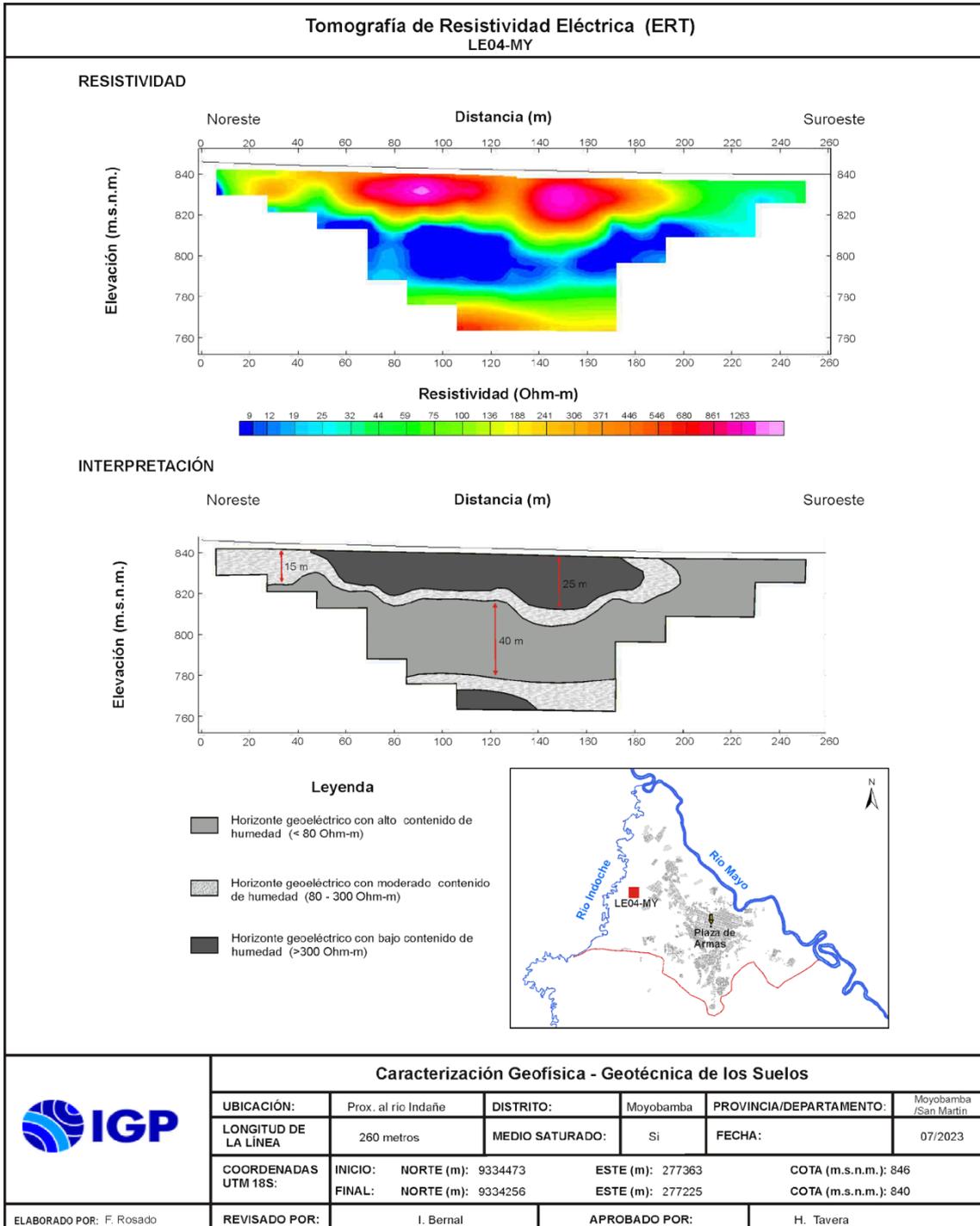
Sección geoelectrica LE22-MY: Realizada en el Sector Candamillo sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección predominan los suelos con alto contenido de humedad ($< 80 \text{ Ohm-m}$). Además, se presenta una anomalía con mayor concentración de humedad.

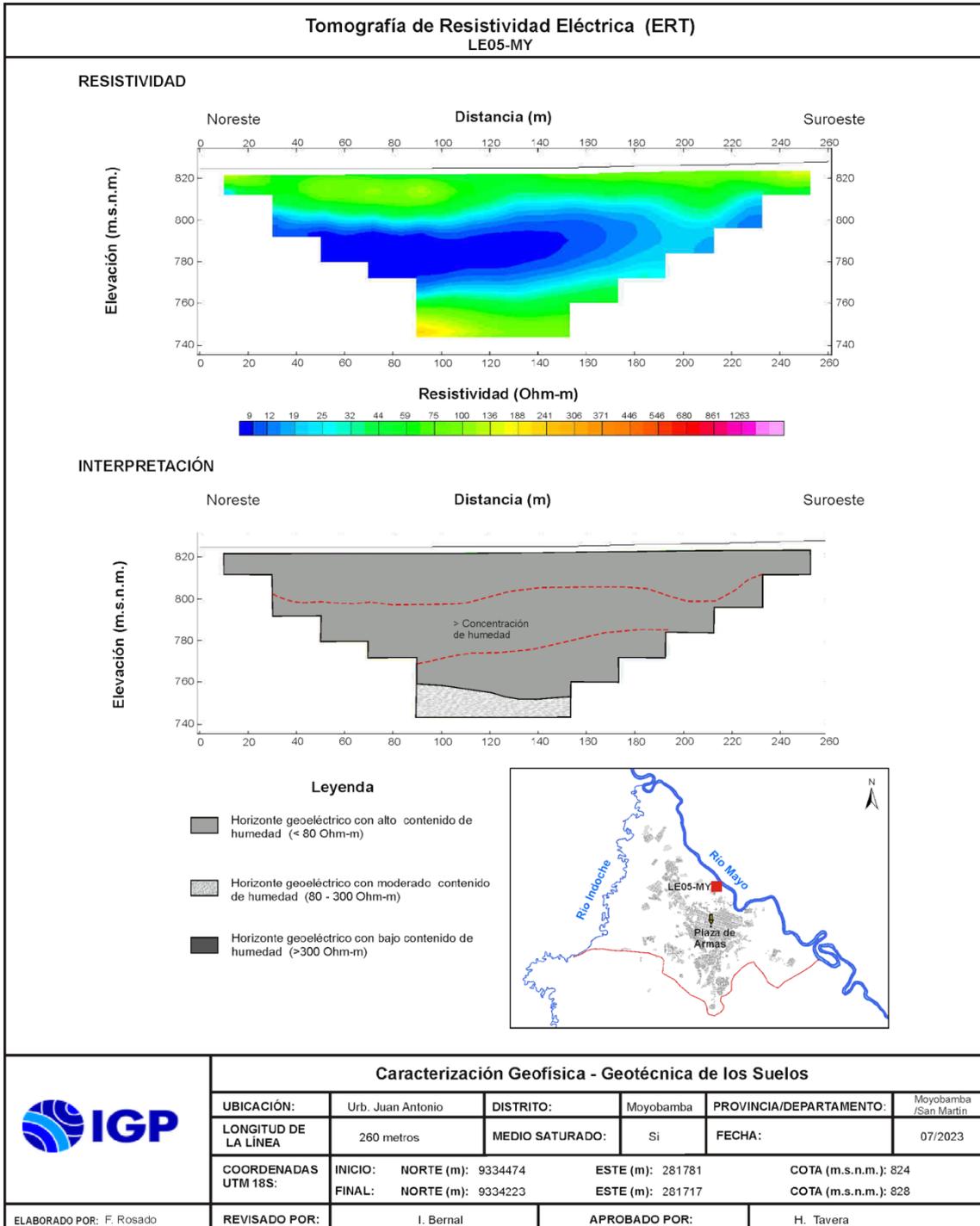
Sección geoelectrica LE23-MY: Realizada en Los Bancarios sobre una longitud de 260 metros y en dirección NE-SO. En esta sección predominan los suelos con bajo contenido de humedad ($> 300 \text{ Ohm-m}$) y espesor mayor a 70 metros. Además, se presenta una anomalía con moderado contenido de humedad.

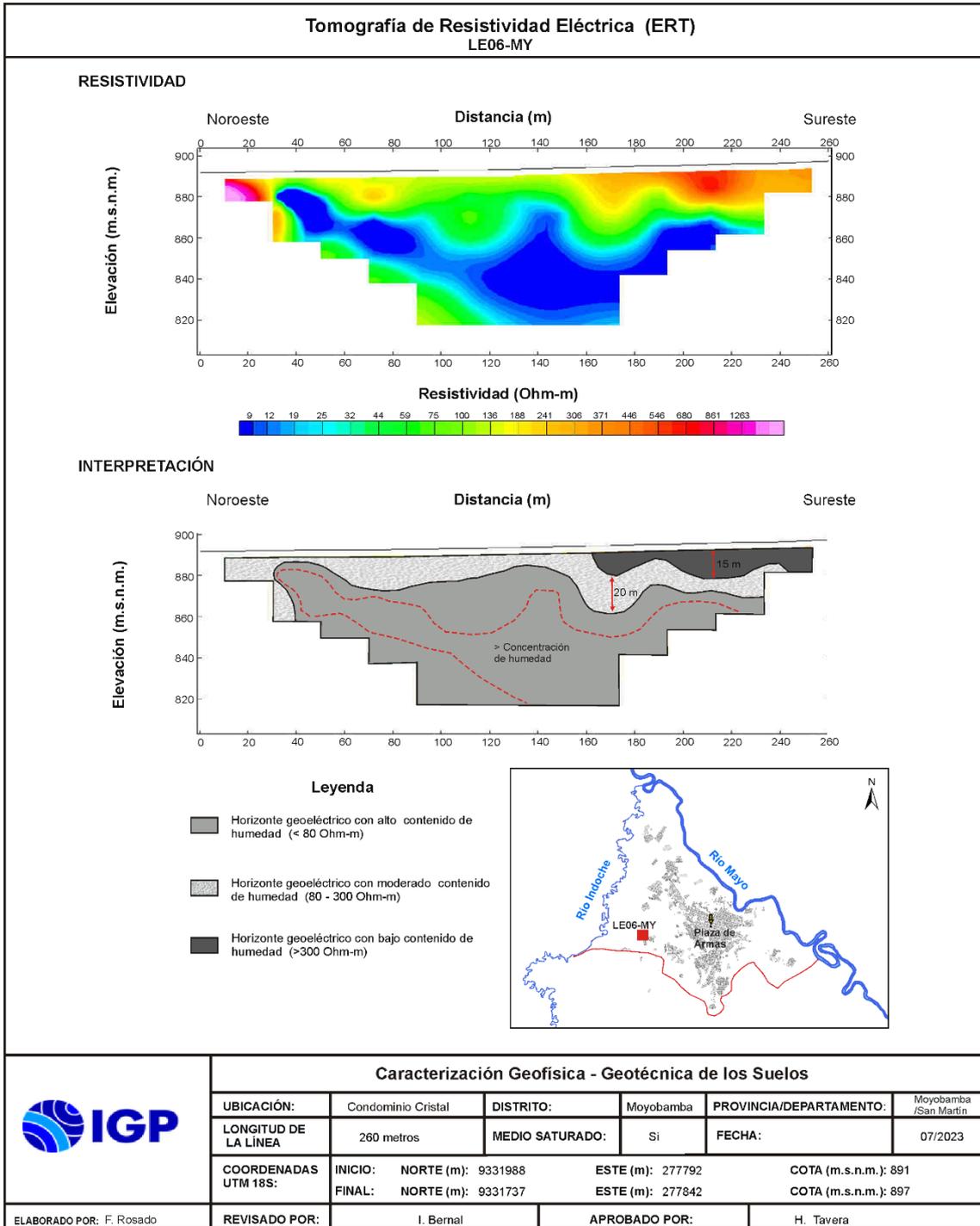


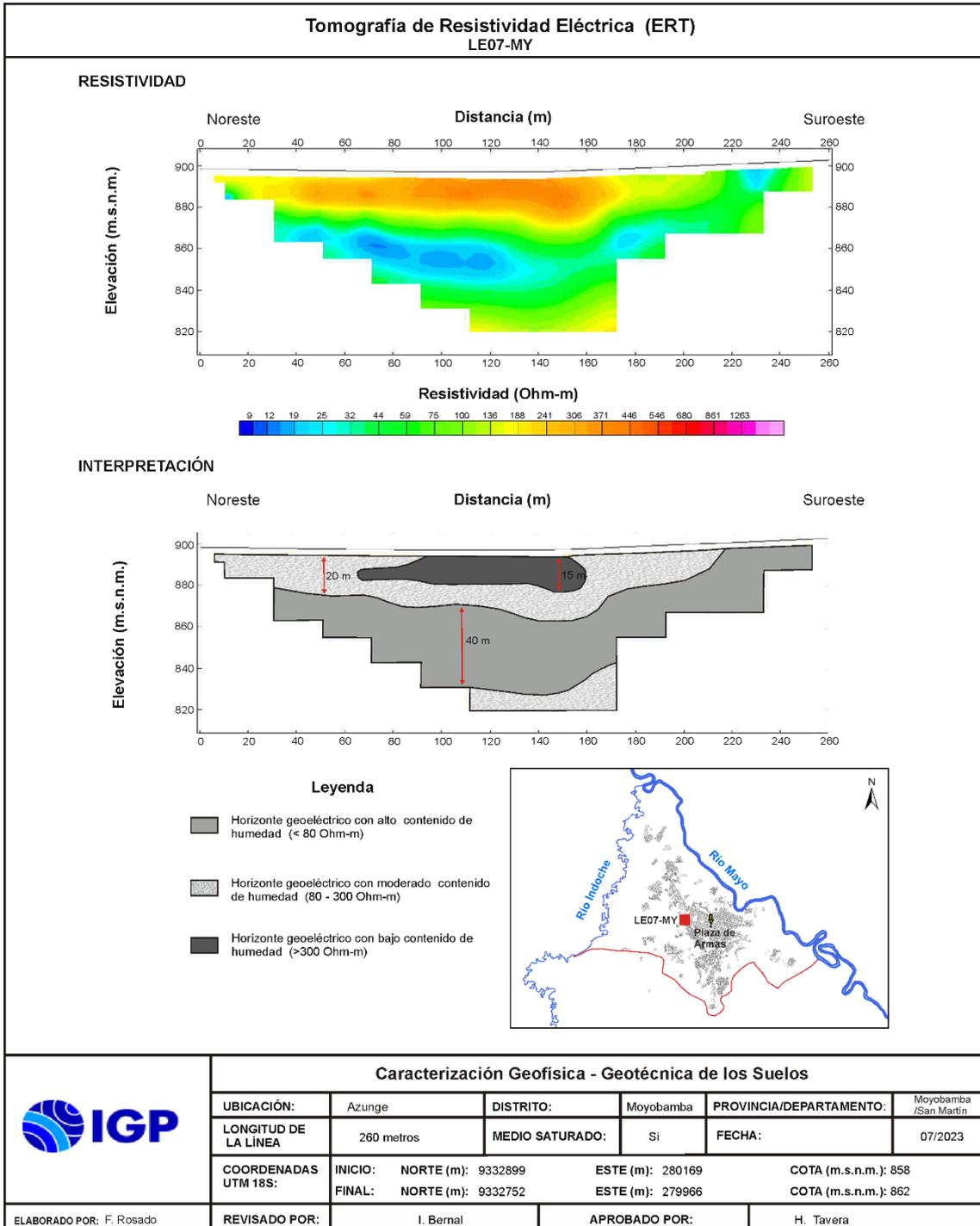


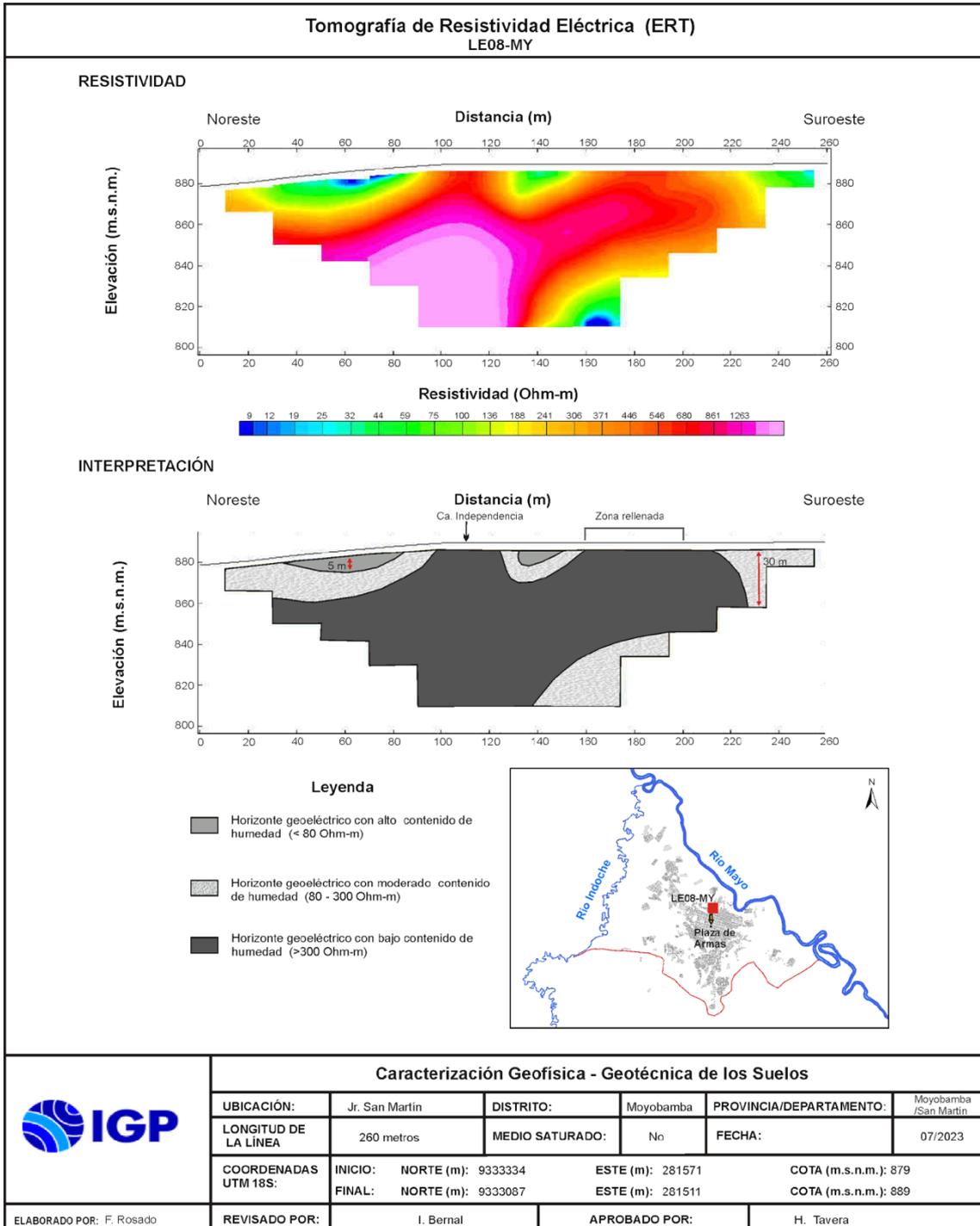


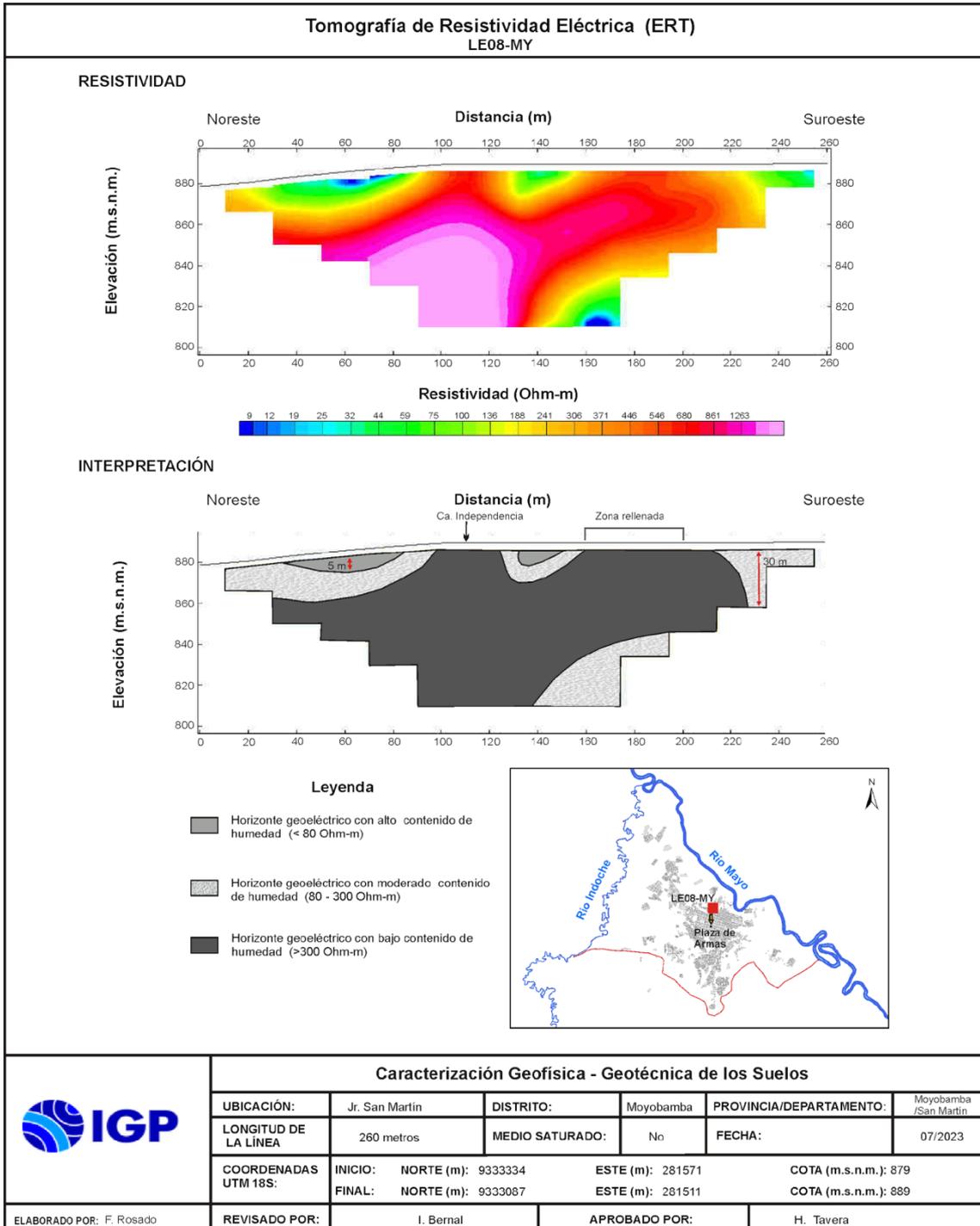


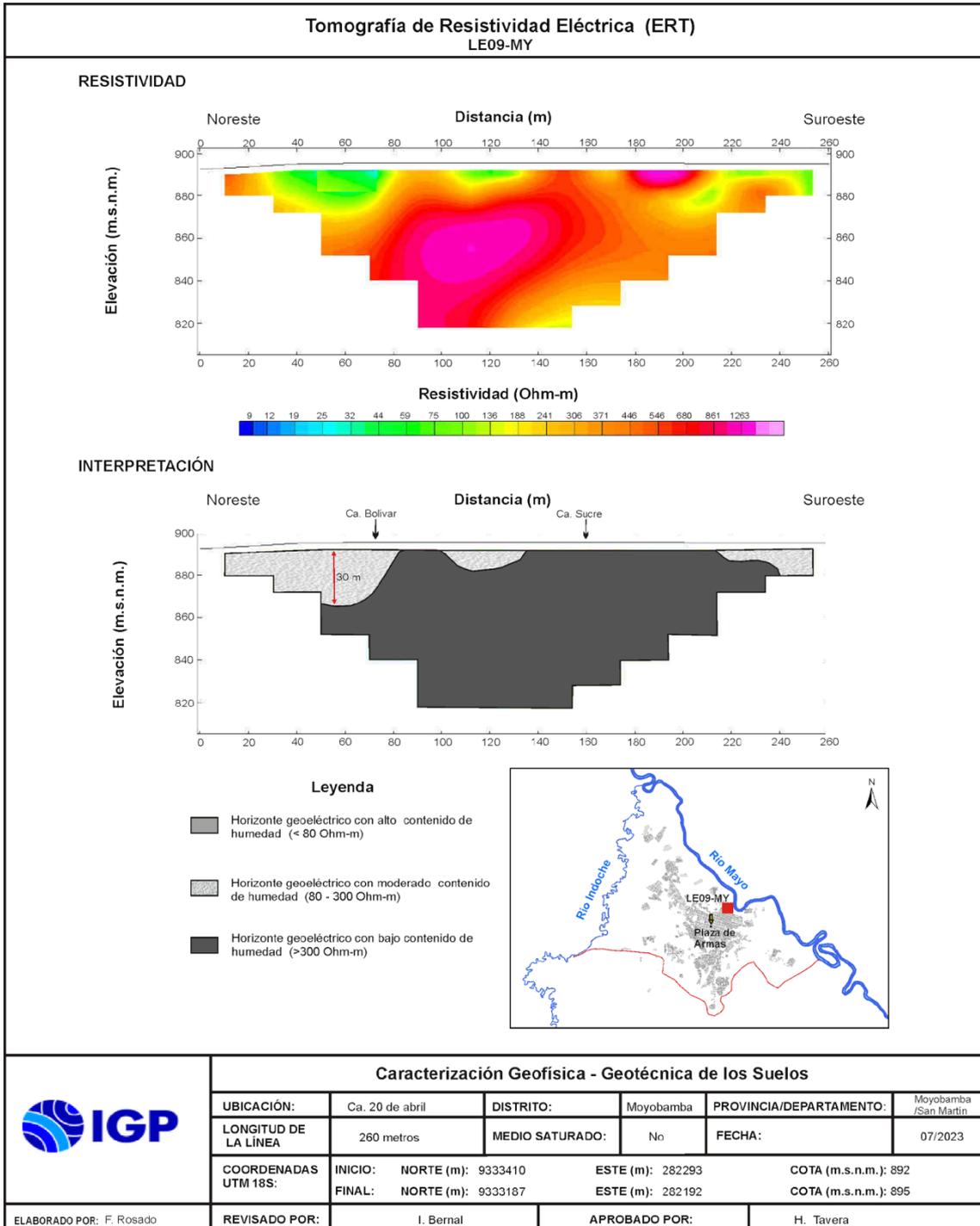


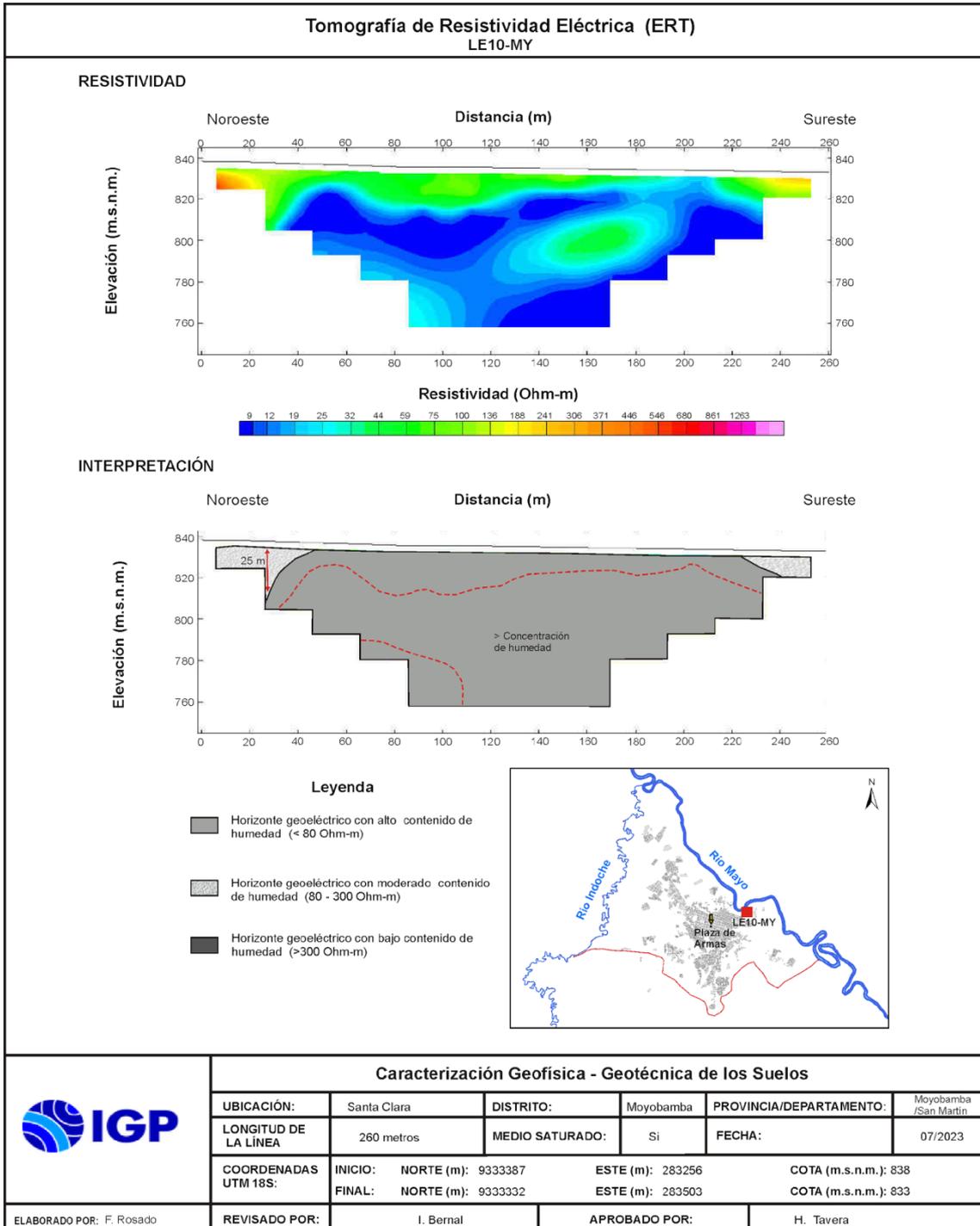


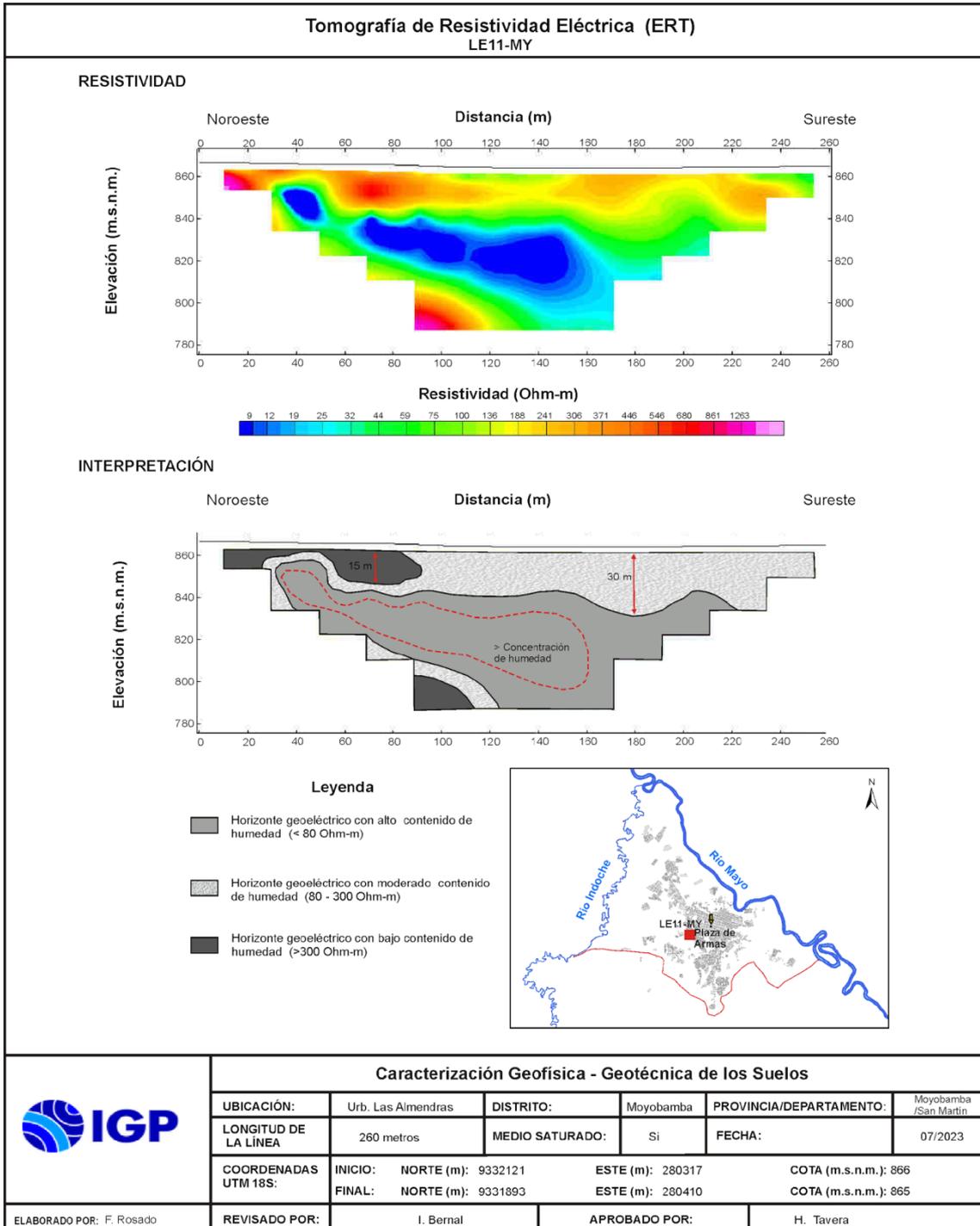


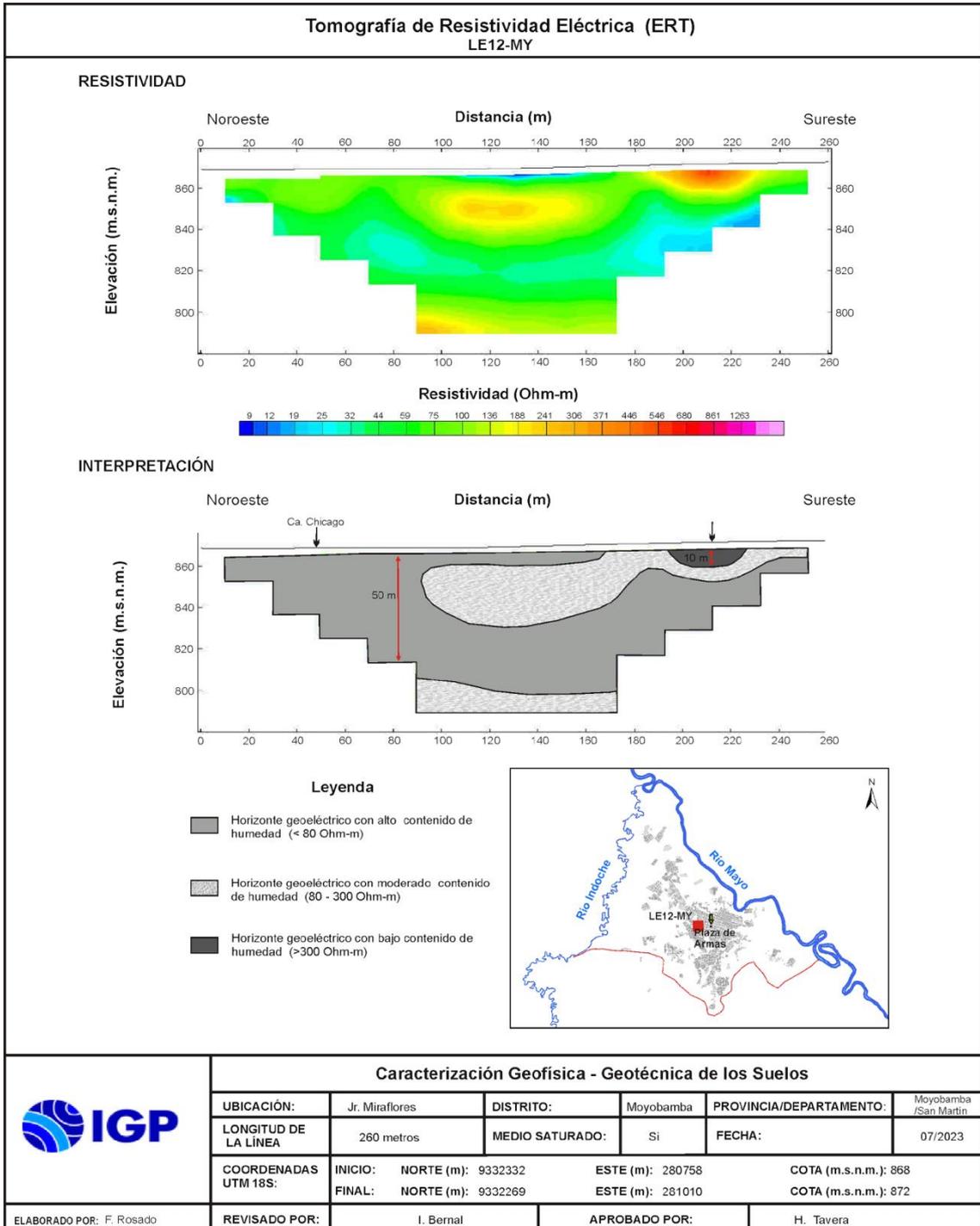


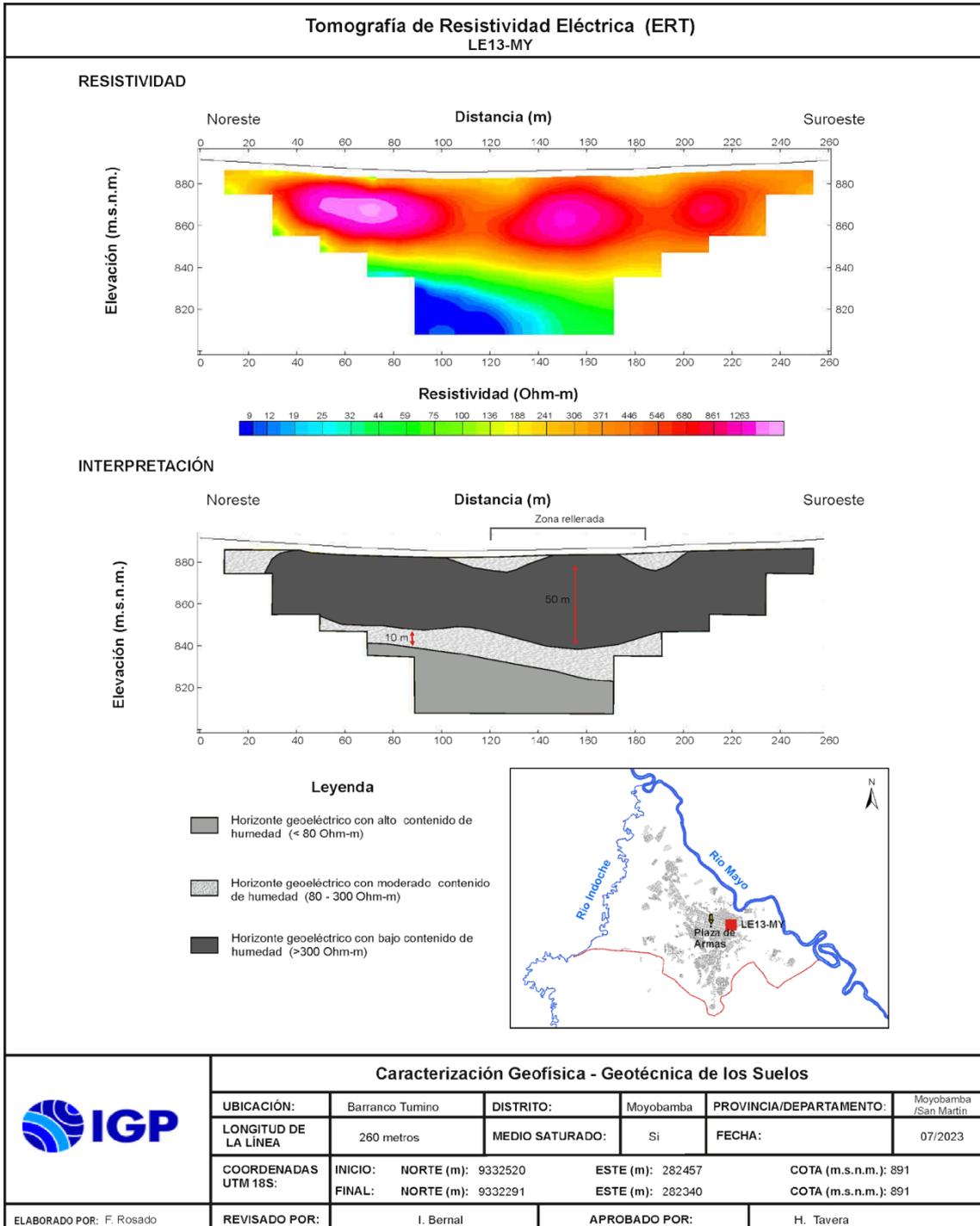


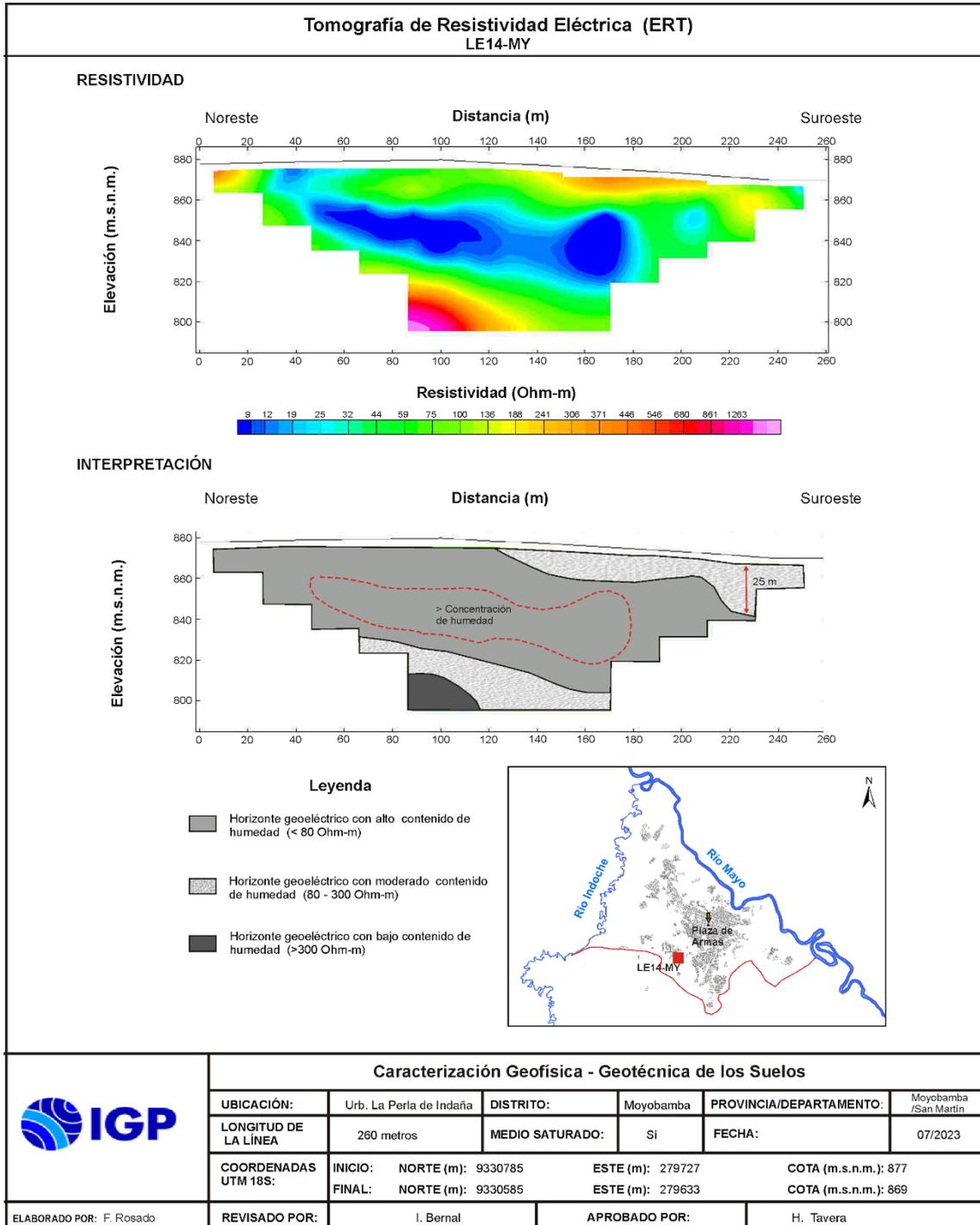


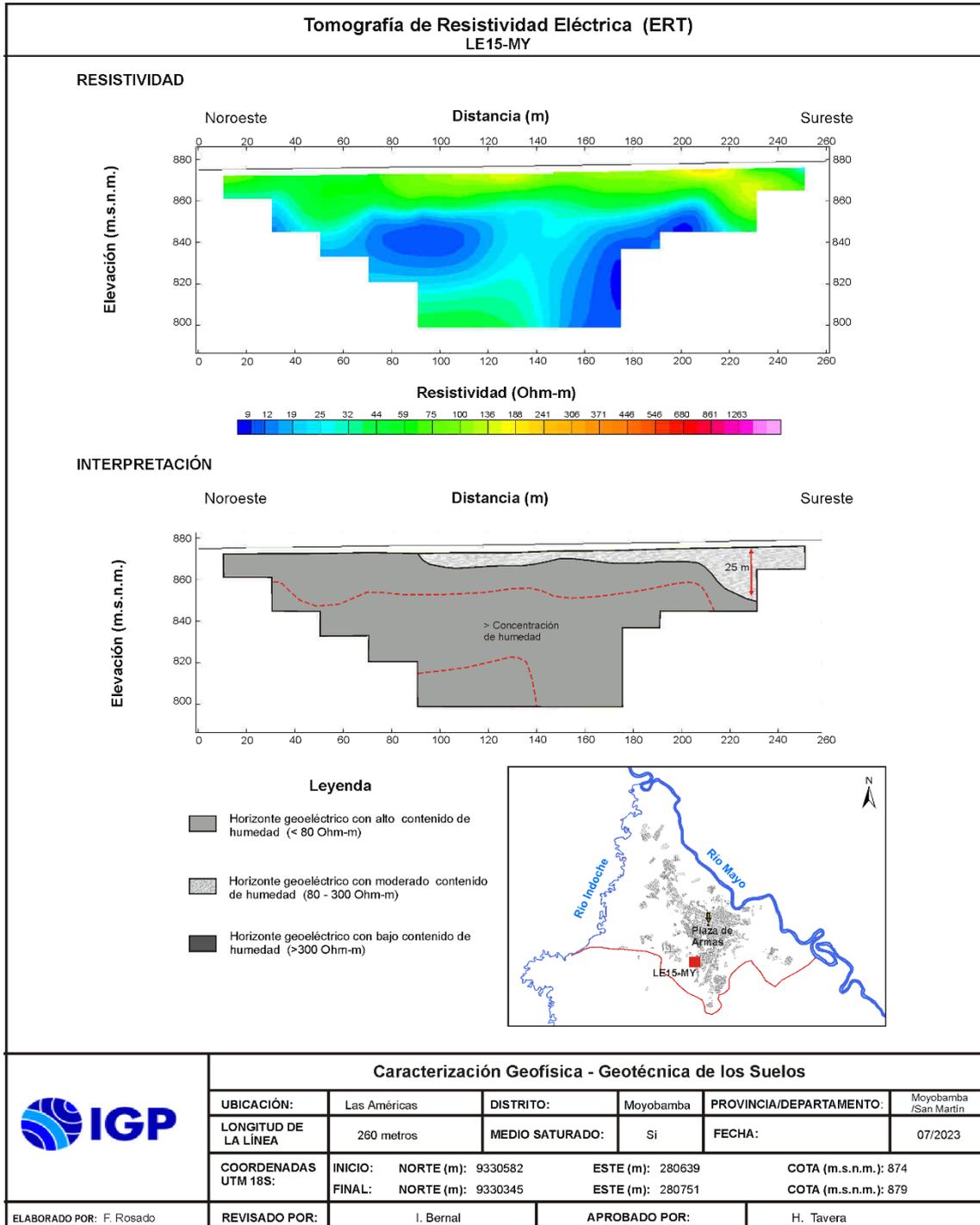


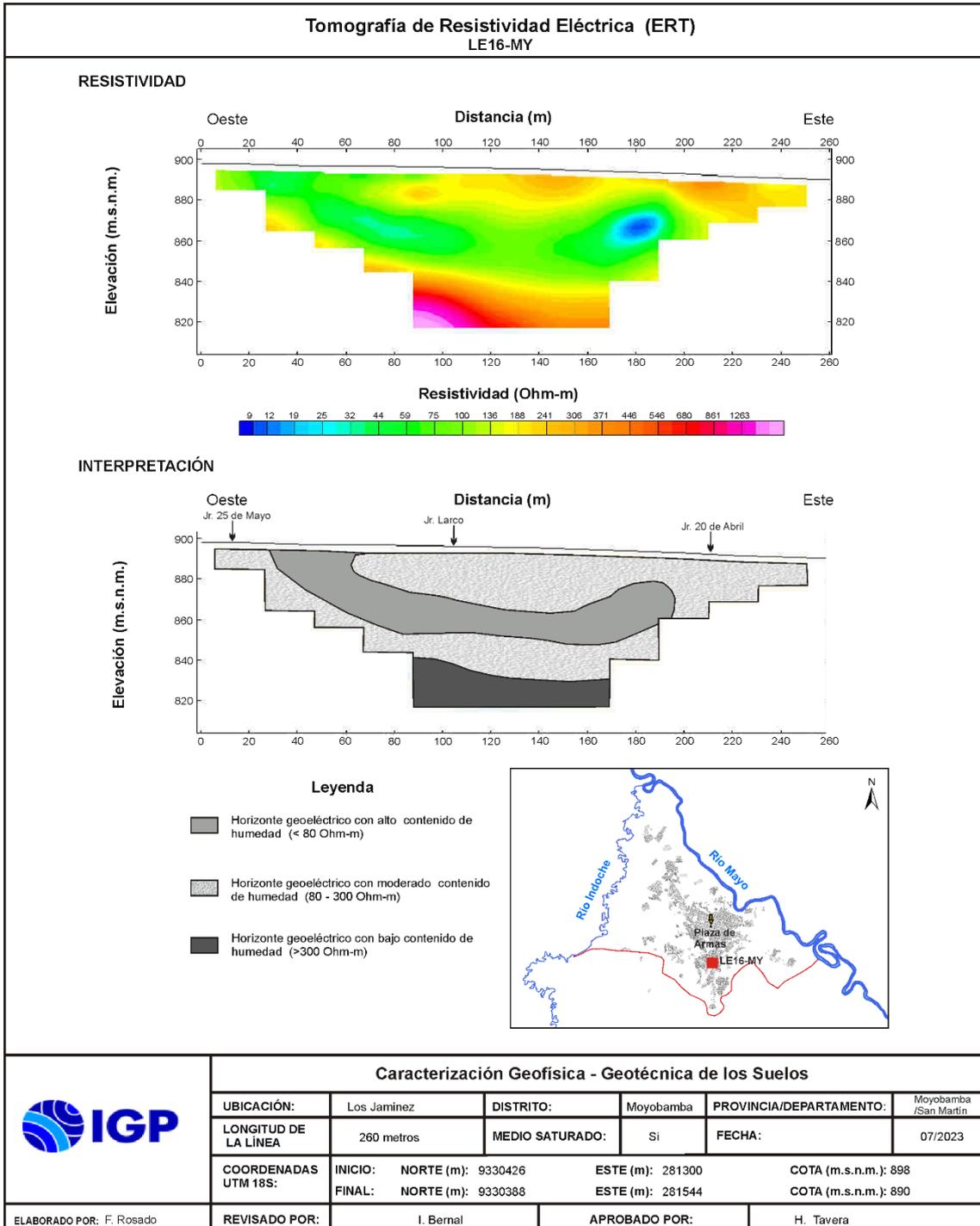


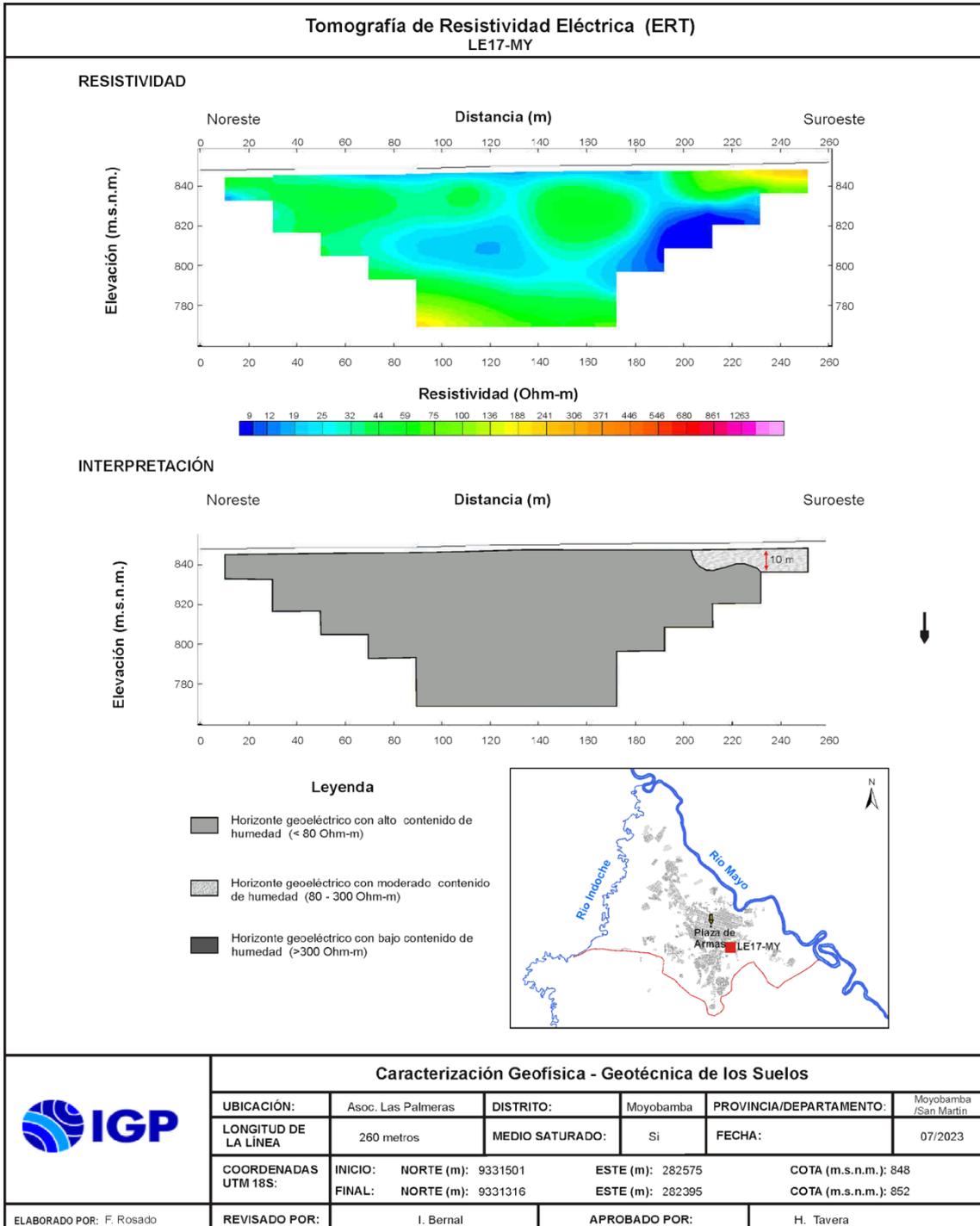


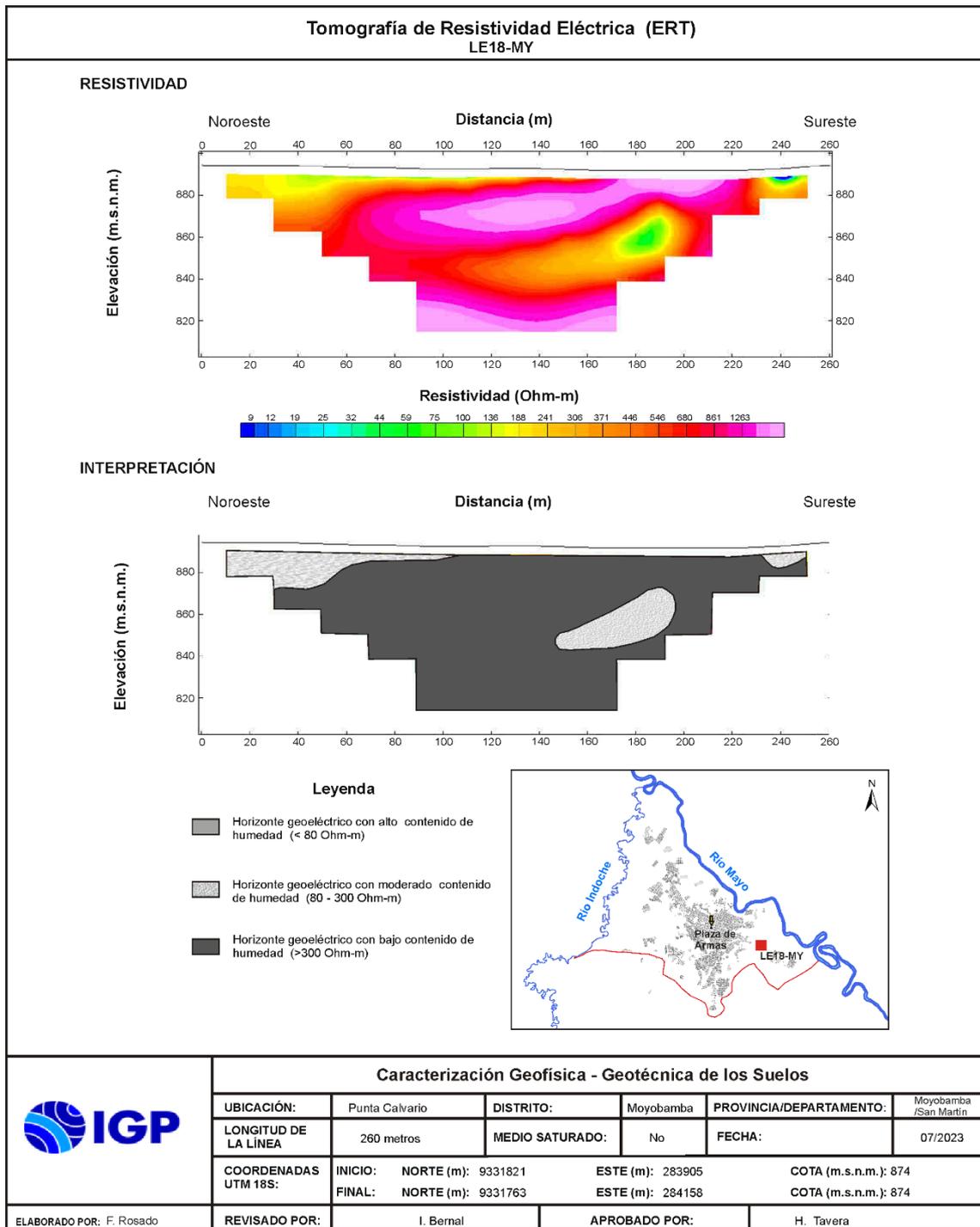


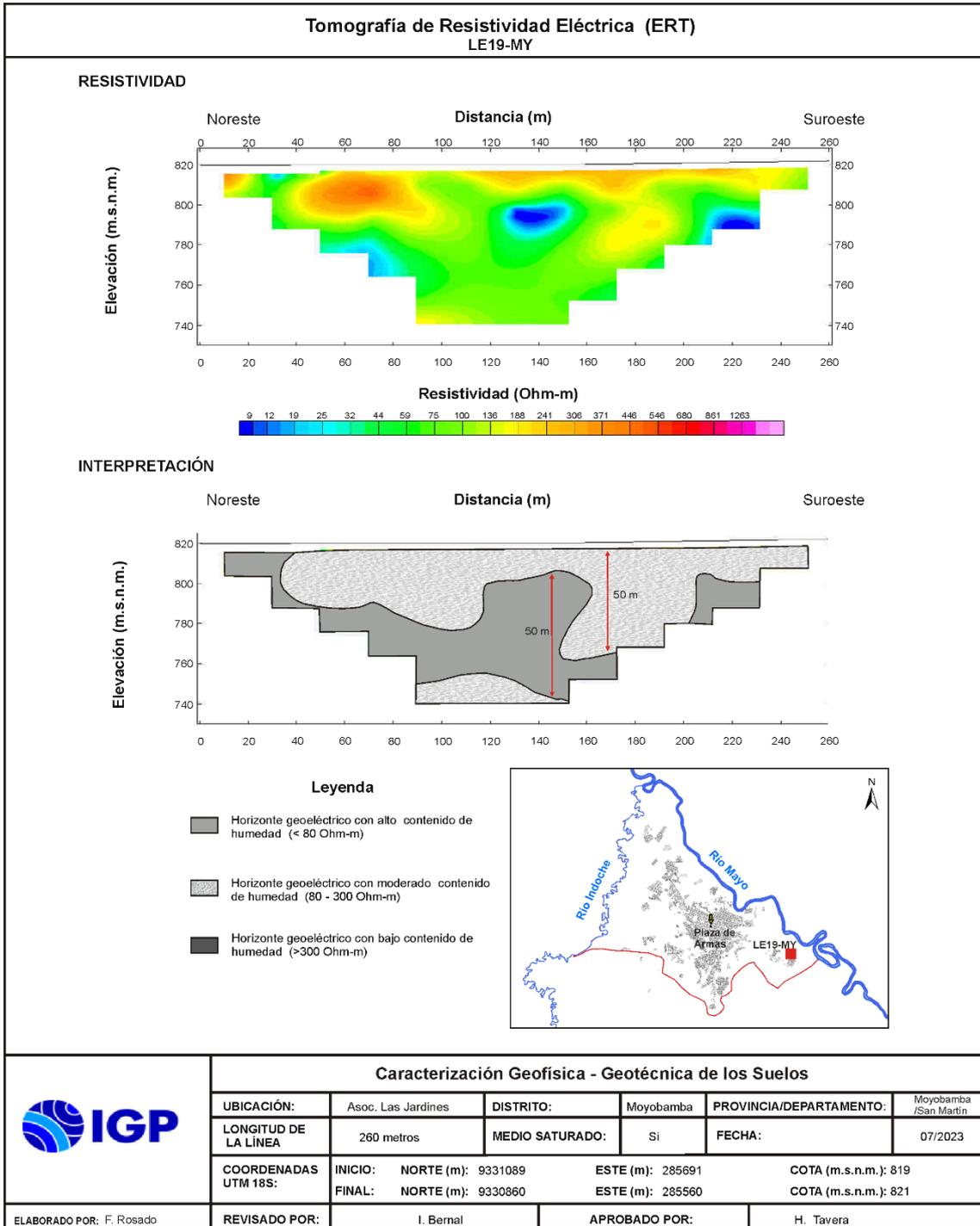


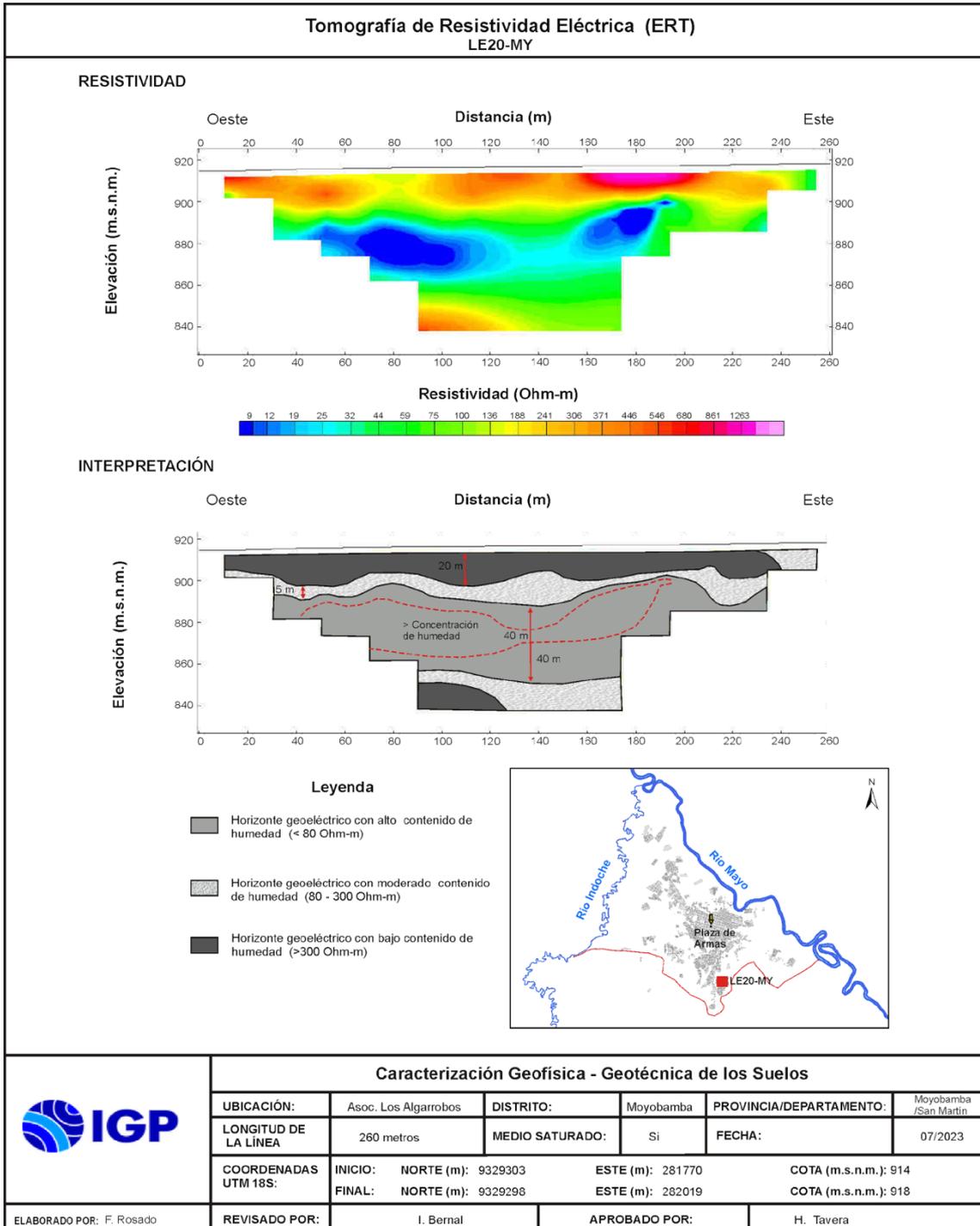


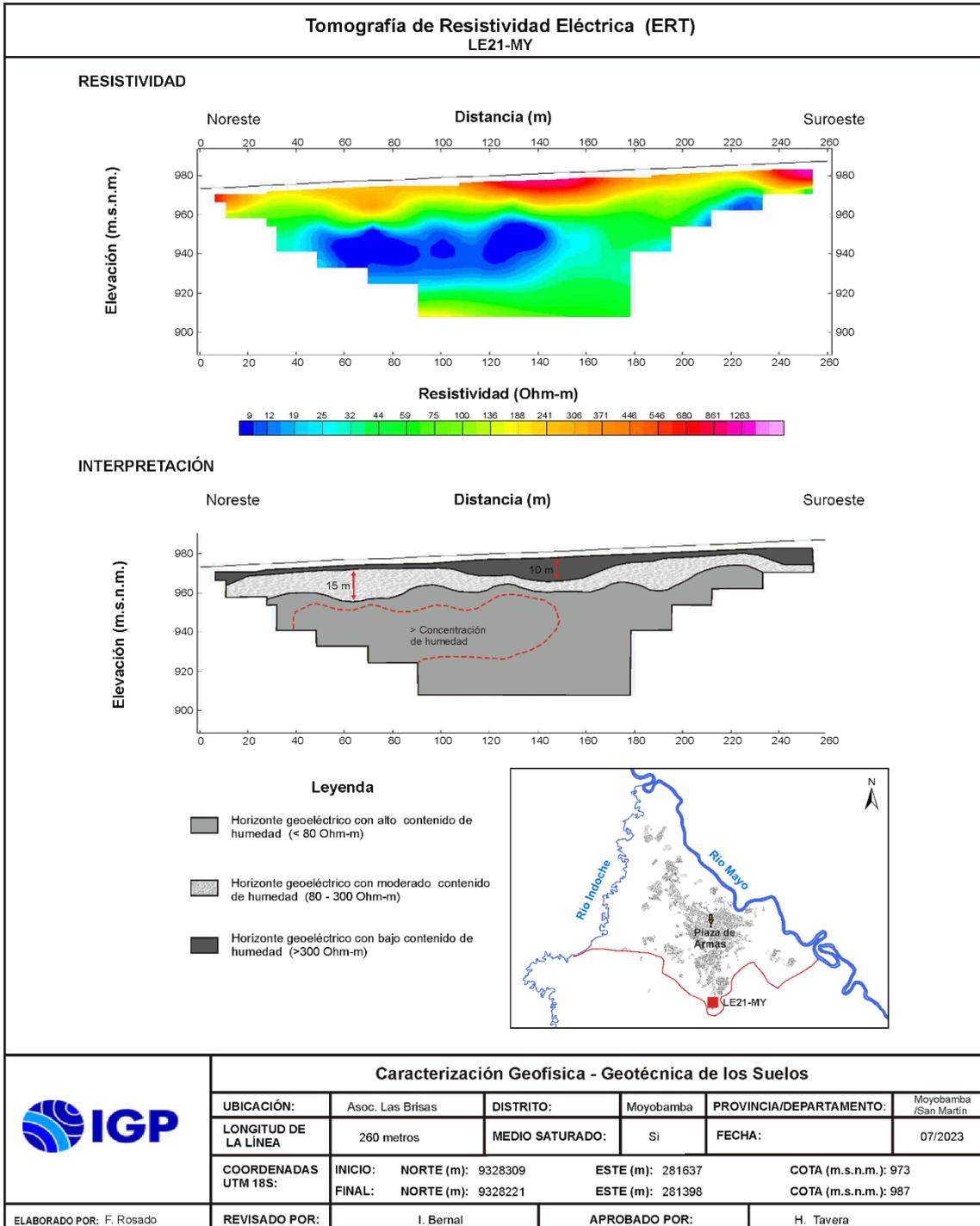


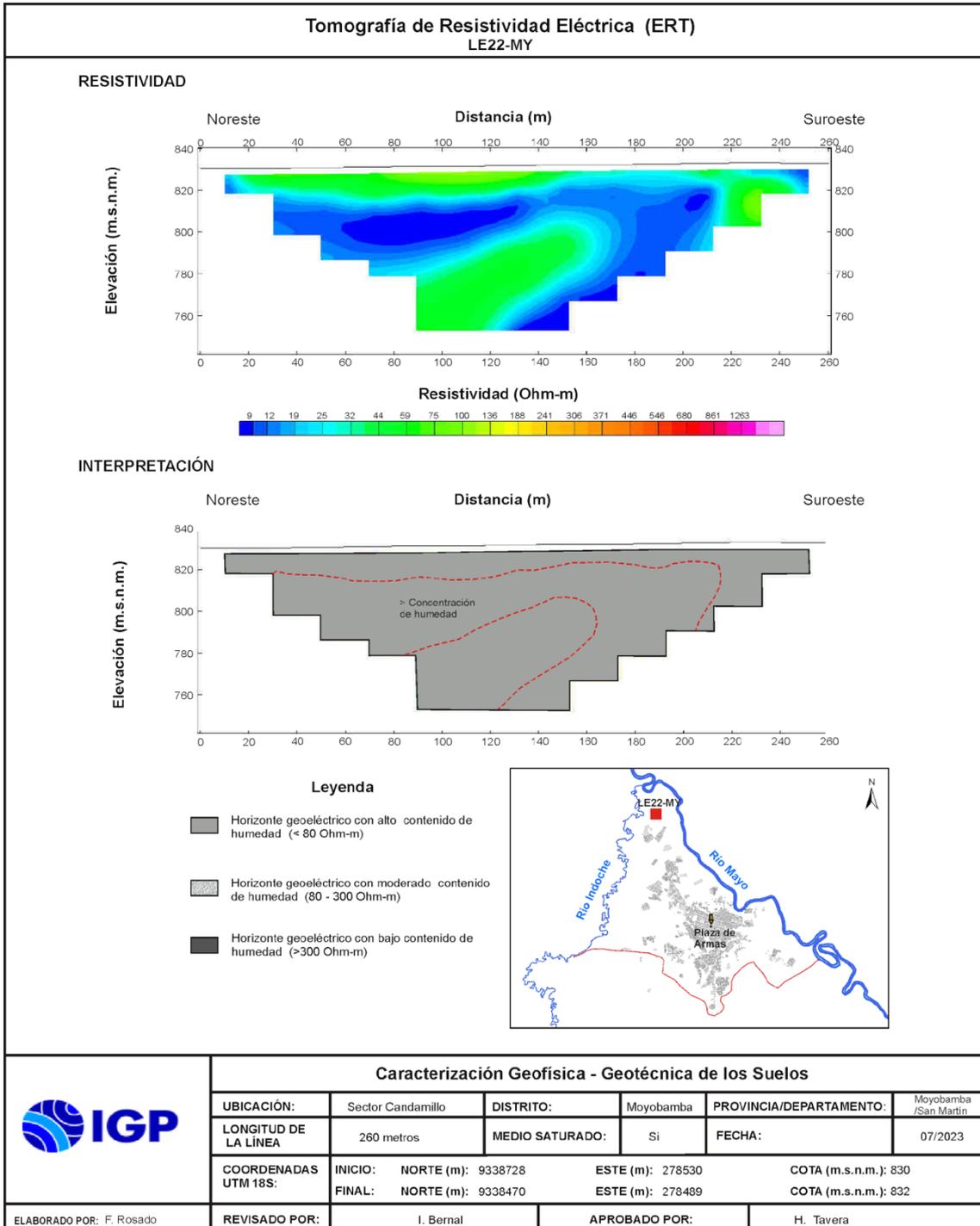


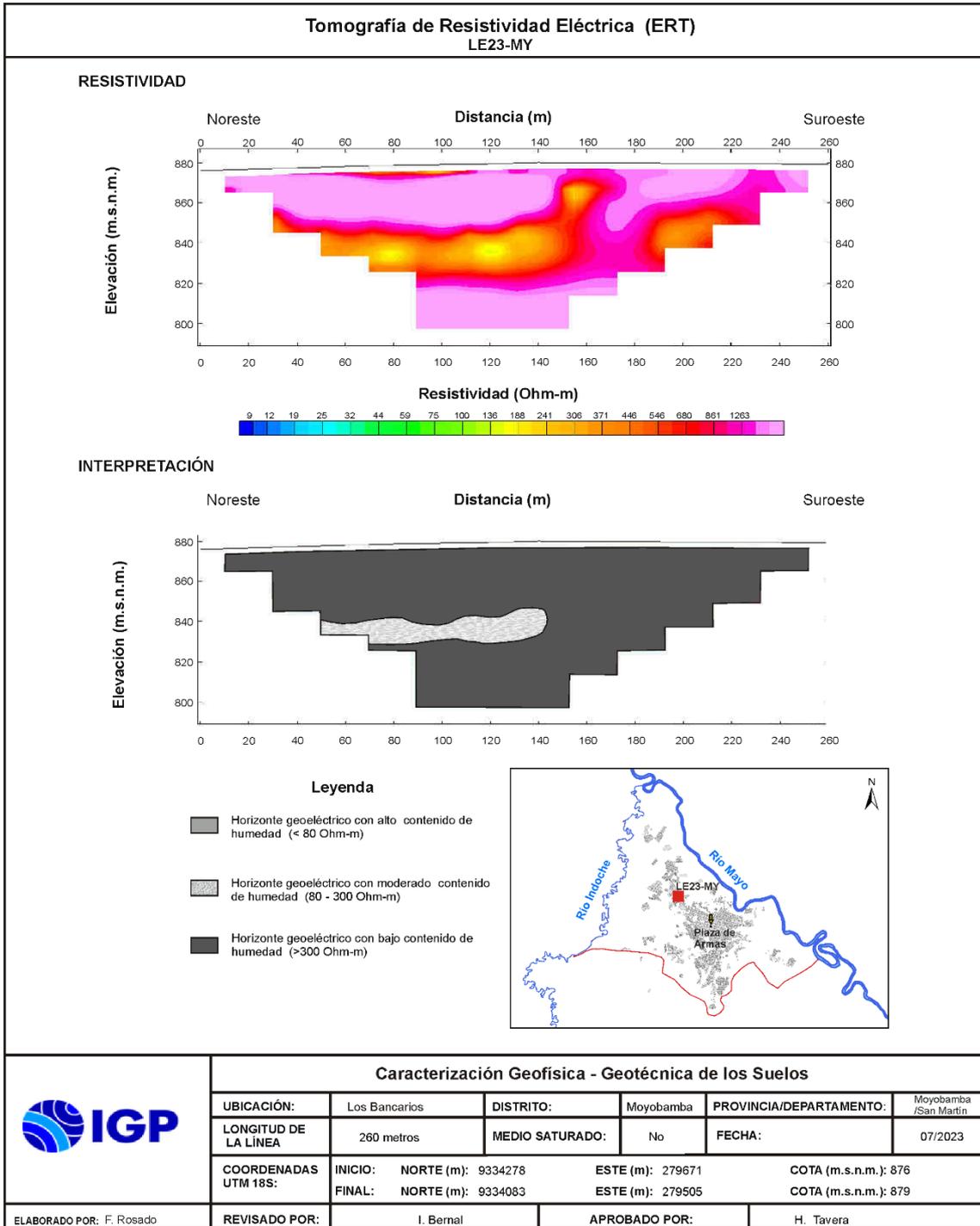












ANEXOS 2
Información Geológica – Geotécnica



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 01			
	UBICACIÓN:		Sector 8 Valles			
	DISTRITO:	Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):	3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	27/08/2023
	COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	9336275	ESTE (m):	278318	COTA (m.s.n.m):	803	
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-01	19.5	1.81			MH		Limo inorgánico de alta plasticidad, saturado y de color beige con tonalidad ploma. Presenta grado de compactación baja a media.

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 01



27 de agosto de 2023
18M 278315 9336273
calicata 01



27 de agosto de 2023
18M 278316 9336273
calicata 01

Ejecución de la calicata 01 ubicada en el sector 8 Valles.

En la calicata 01 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 02				
	UBICACIÓN:		Sector plaza Alto Mayo				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.10	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	27/08/2023
	NORTE (m):		9335290	ESTE (m):		279089	COTA (m.s.n.m):

ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera
----------------	------------------	---------------	----------------------	---------------------------	-----------------

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-02	9.5	1.95	1.78				
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 02



Ejecución de la calicata 02 ubicada en el sector plaza Alto Mayo.



En la calicata 02 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 03				
	UBICACIÓN:		Sector Urb. Los Bancarios				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	27/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9334163	ESTE (m):		279523	COTA (m.s.n.m):	870
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00					[Hatched Pattern]	CL	[Photograph of soil profile]	Arcilla inorgánica de baja plasticidad, de humedad baja y de color anrajandado con tonalidad de rojiza. Presenta grado de compactación media a alta.
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	MCMY-03	17.7	1.589	1.35				
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 03



Ejecución de la calicata 03 ubicada en el sector Urb. Los Bancarios.



En la calicata 03 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 04			
	UBICACIÓN: Sector Juan Antonio - campo deportivo Maracana					
	DISTRITO:	Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):	3.60	NIVEL FREÁTICO (m):	2.50	FECHA:	28/08/2023
	COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	9334075	ESTE (m):	281763	COTA (m.s.n.m):	816	
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50	NF							
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20	MCMY-04	17.4	1.94	1.65				

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se evidenció nivel freático a 2.50 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 04



Ejecución de la calicata 04 ubicada en el sector Juan Antonio



En la calicata 04 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 05				
	UBICACIÓN:		Sector Azungue - Jr. Miraflores				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	28/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9333025	ESTE (m):		280211	COTA (m.s.n.m):	857
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-05	17.1	1.68	1.435				
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se evidenció nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 05



Ejecución de la calicata 05 ubicada en el sector Azungue - Jr. Miraflores

En la calicata 05 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 06				
	UBICACIÓN:		Sector Vía evitamiento				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	28/08/2023
	NORTE (m):		9331966	COORDENADAS UTM		ESTE (m):	277762
ELABORADO POR:		Segundo Ortiz Y.	REVISADO POR:		Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera
			COTA (m.s.n.m):		907		

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-06	22.9	1.758	1.431				

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se evidenció nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 06



Ejecución de la calicata 06 ubicada en el sector Vía evitamiento



En la calicata 06 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 07				
	UBICACIÓN:		Barrio Belen - Sector Chango				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	3.10	FECHA:	28/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9332254	ESTE (m):		281047	COTA (m.s.n.m):	858
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	NF							
3.20	MCMY-07	14.3	1.83	1.597				

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se evidenció nivel freático a 3.10 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 07



Ejecución de la calicata 07 ubicada en el Barrio Belen - Sector Chango



En la calicata 07 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 08				
	UBICACIÓN:		Anexo Perla de Indañe (Carret. Marginal Fernando B. de Terry)				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	28/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9330674	ESTE (m):		279743	COTA (m.s.n.m):	876
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-08	22.1	1.56	1.278				
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se evidenció nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 08



Ejecución de la calicata 08 ubicada en el anexo Perla de Indañe



En la calicata 08 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 09				
	UBICACIÓN:		Sector El Triunfo				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		2.70	NIVEL FREÁTICO (m):	1.80	FECHA:	29/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9332832	ESTE (m):		283465	COTA (m.s.n.m):	834
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00						SM		Arena limosa de origen sedimentario, grano fino, humedad media a alta y de color blanco con tonalidad amarillenta. Presenta grado de compacidad baja a suelta.
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	NF							
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70	MCMY-09	16.4	1.997	1.708				
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se evidenció nivel freático a 1.80 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 09



Ejecución de la calicata 09 ubicada en el sector El Triunfo



En la calicata 09 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 10				
	UBICACIÓN:		Sector Punta Halcon				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	29/08/2023
	NORTE (m):		9331208	COORDENADAS UTM		ESTE (m):	282821
REVISADO POR:		Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:		Hernando Tavera		
ELABORADO POR:		Segundo Ortiz Y.		COTA (m.s.n.m):		859	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-10	9.2	1.75	1.59		SM		Arena limosa de origen sedimentario, grano fino, humedad media a alta y de color blanco con tonalidad amarillenta. Presenta grado de compacidad baja a suelta.
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se evidenció nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 10



Ejecución de la calicata 10 ubicada en el sector Punta Halcon



En la calicata 10 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 11								
	UBICACIÓN:		Sector Peaje								
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín				
	PROFUNDIDAD (m):		2.50	NIVEL FREÁTICO (m):	1.90	FECHA:	29/08/2023				
	NORTE (m):		9336889	ESTE (m):		285643	COTA (m.s.n.m):	819			
ELABORADO POR:		Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:		Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:		Hernando Tavera	

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
				Dh	Ds				
0.00									 <p>Arena limosa de origen sedimentario, grano fino, humedad media a alta y de color beige. Presenta grado de compacidad baja a muy suelta.</p>
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		NF							
2.00									
2.10									
2.20									
2.30									
2.40									
2.50		MCMY-11	15.1	1.791	1.556				
2.60									
2.70									
2.80									
2.90									
3.00									
3.10									
3.20									

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se evidenció nivel freático a 1.90 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 11



Ejecución de la calicata 11 ubicada en el sector Peaje



En la calicata 11 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 12				
	UBICACIÓN:		Sector Los Algarrobos				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.10	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	28/08/2023
	NORTE (m):		9329369	COORDENADAS UTM		ESTE (m):	281943
REVISADO POR:		Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:		Hernando Tavera		
ELABORADO POR:		Segundo Ortiz Y.		COTA (m.s.n.m):		913	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	MCMY-12	19.6	1.62	1.417		CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad, de humedad baja y de color marrón con tonalidad amarillento. Presenta grado de compactación baja a media. Así mismo, presenta contenido de arena fina.
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se evidenció nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 12



Ejecución de la calicata 12 ubicada en el sector Los Algarrobos



En la calicata 12 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		CMY - 13				
	UBICACIÓN:		Parque Zonal Ayamama				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	NP	FECHA:	28/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9331549	ESTE (m):		281964	COTA (m.s.n.m):	889
ELABORADO POR:	Segundo Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00					[Hatched Pattern]	CL	[Photograph of soil profile]	Arcilla inorgánica de baja plasticidad, de humedad baja y de color rojo con tonalidad anaranjado. Presenta grado de compactación baja a media. Así mismo, presenta contenido de arena fina.
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								
3.10								
3.20	MCMY-13	14.2	1.62	1.417				

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se evidenció nivel freático.

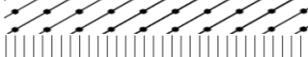
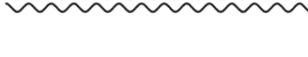
REGISTRO FOTOGRÁFICO CMY - 13



Ejecución de la calicata 13 ubicada en el parque Zonal Ayamama



En la calicata 13 se realizó ensayo de densidad natural, a través del método del cono de arena.

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 inorganico de baja plasticidad
CL		Arcilla inorganica de baja plasticidad
OL		Limo o arcilla organica de baja plasticidad
MH		Limo inorganico de alta plasticidad
CH		Arcilla inorganica de alta plasticidad
OH		Limo o arcilla organica de alta plasticidad
PT		Turba u otros suelos altamente organicos



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Tarangui

PROFUNDIDAD (m): 3.50 m.

COORDENADAS (m): 278504 E 9338598 N

ENSAYO: **DPL-01**

HOJA: 1/11

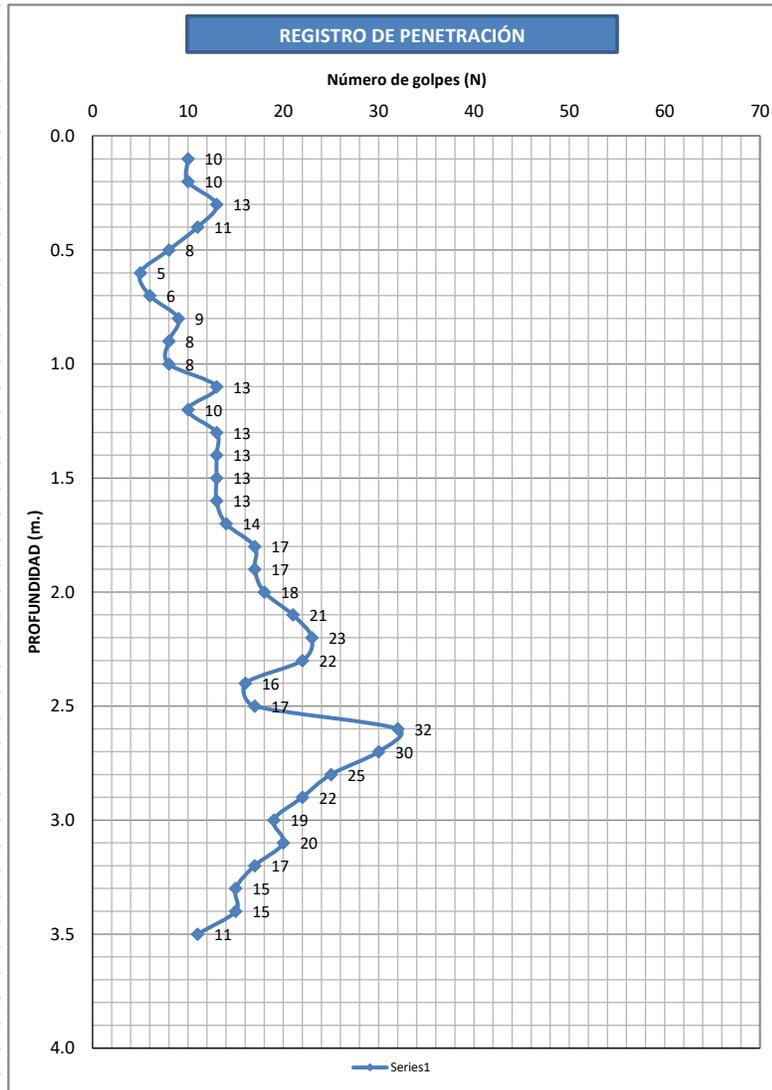
FECHA: 25 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	φ' (°)
0.00			
0.10	10	0.0	30.0
0.20	10	0.0	30.0
0.30	13	0.0	31.1
0.40	11	0.0	30.4
0.50	8	0.0	29.3
0.60	5	0.0	28.1
0.70	6	0.0	28.5
0.80	9	0.0	29.6
0.90	8	0.0	29.3
1.00	8	0.0	29.3
1.10	13	0.0	31.1
1.20	10	0.0	30.0
1.30	13	0.0	31.1
1.40	13	0.0	31.1
1.50	13	0.0	31.1
1.60	13	0.0	31.1
1.70	14	0.0	31.4
1.80	17	0.0	32.4
1.90	17	0.0	32.4
2.00	18	0.0	32.7
2.10	21	0.0	33.6
2.20	23	0.0	34.1
2.30	22	0.0	33.9
2.40	16	0.0	32.0
2.50	17	0.0	32.4
2.60	32	0.0	36.5
2.70	30	0.0	36.0
2.80	25	0.0	34.7
2.90	22	0.0	33.9
3.00	19	0.0	33.0
3.10	20	0.0	33.3
3.20	17	0.0	32.4
3.30	15	0.0	31.7
3.40	15	0.0	31.7
3.50	11	0.0	30.4
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.50 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Terreno colegio Ignacio Velazques

PROFUNDIDAD (m): 3.20 m.

COORDENADAS (m): 278181 E
9333601 N

ENSAYO: **DPL-02**

HOJA: 2/11

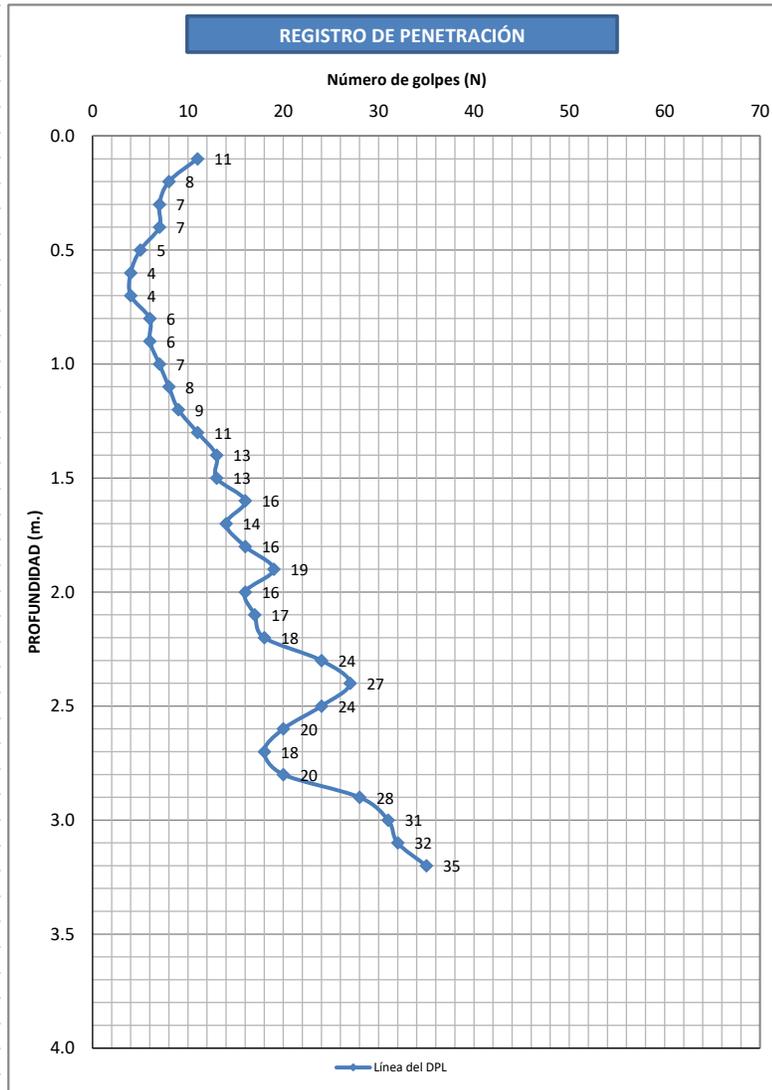
FECHA: 25 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	Ø' (°)
0.00			
0.10	11	0.0	30.4
0.20	8	0.0	29.3
0.30	7	0.0	28.9
0.40	7	0.0	28.9
0.50	5	0.0	28.1
0.60	4	0.0	27.6
0.70	4	0.0	27.6
0.80	6	0.0	28.5
0.90	6	0.0	28.5
1.00	7	0.0	28.9
1.10	8	0.0	29.3
1.20	9	0.0	29.6
1.30	11	0.0	30.4
1.40	13	0.0	31.1
1.50	13	0.0	31.1
1.60	16	0.0	32.0
1.70	14	0.0	31.4
1.80	16	0.0	32.0
1.90	19	0.0	33.0
2.00	16	0.0	32.0
2.10	17	0.0	32.4
2.20	18	0.0	32.7
2.30	24	0.0	34.4
2.40	27	0.0	35.2
2.50	24	0.0	34.4
2.60	20	0.0	33.3
2.70	18	0.0	32.7
2.80	20	0.0	33.3
2.90	28	0.0	35.5
3.00	31	0.0	36.3
3.10	32	0.0	36.5
3.20	35	0.0	37.3
3.30			
3.40			
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.20 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Asoc. Viv. Playa Río Mayo

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.

COORDENADAS (m): 281572 E 9334538 N

ENSAJO: **DPL-03**

HOJA: 3/11

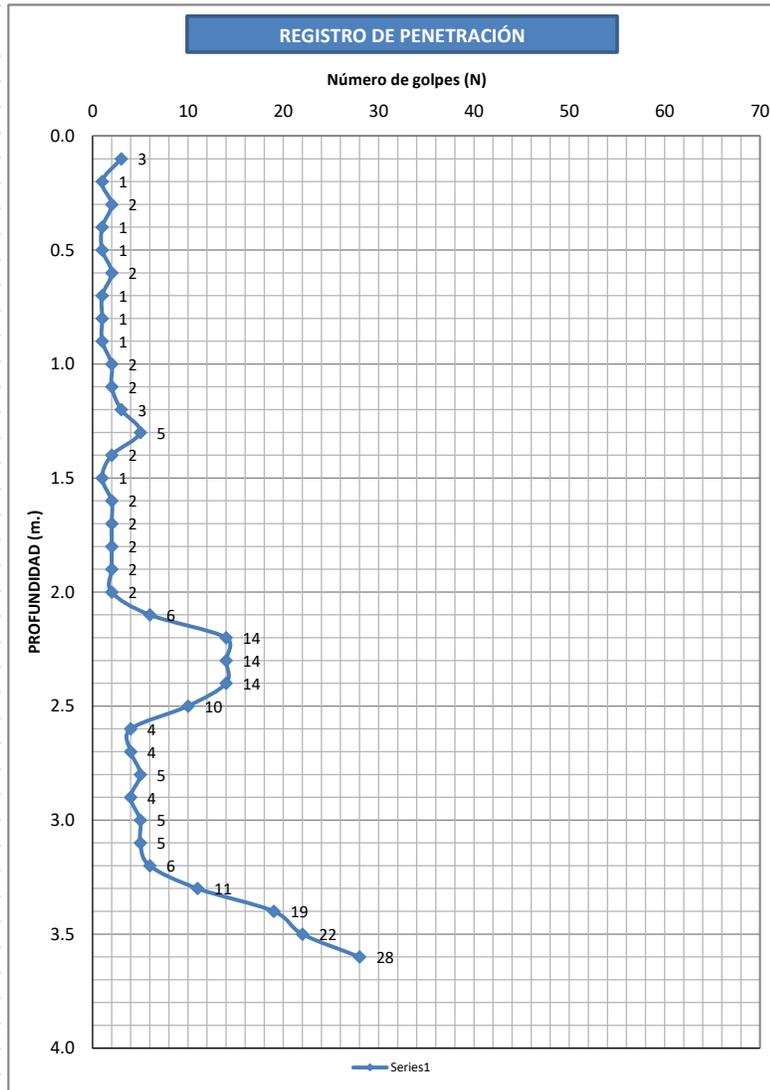
FECHA: 25 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	φ' (°)
0.00			
0.10	3	0.0	27.2
0.20	1	0.0	26.3
0.30	2	0.0	26.8
0.40	1	0.0	26.3
0.50	1	0.0	26.3
0.60	2	0.0	26.8
0.70	1	0.0	26.3
0.80	1	0.0	26.3
0.90	1	0.0	26.3
1.00	2	0.0	26.8
1.10	2	0.0	26.8
1.20	3	0.0	27.2
1.30	5	0.0	28.1
1.40	2	0.0	26.8
1.50	1	0.0	26.3
1.60	2	0.0	26.8
1.70	2	0.0	26.8
1.80	2	0.0	26.8
1.90	2	0.0	26.8
2.00	2	0.0	26.8
2.10	6	0.0	28.5
2.20	14	0.0	31.4
2.30	14	0.0	31.4
2.40	14	0.0	31.4
2.50	10	0.0	30.0
2.60	4	0.0	27.6
2.70	4	0.0	27.6
2.80	5	0.0	28.1
2.90	4	0.0	27.6
3.00	5	0.0	28.1
3.10	5	0.0	28.1
3.20	6	0.0	28.5
3.30	11	0.0	30.4
3.40	19	0.0	33.0
3.50	22	0.0	33.9
3.60	28	0.0	35.5
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Guayabal

PROFUNDIDAD (m): 3.70 m.

COORDENADAS (m): 281007 E 9333838 N

ENSAJO: **DPL-04**

HOJA: 4/11

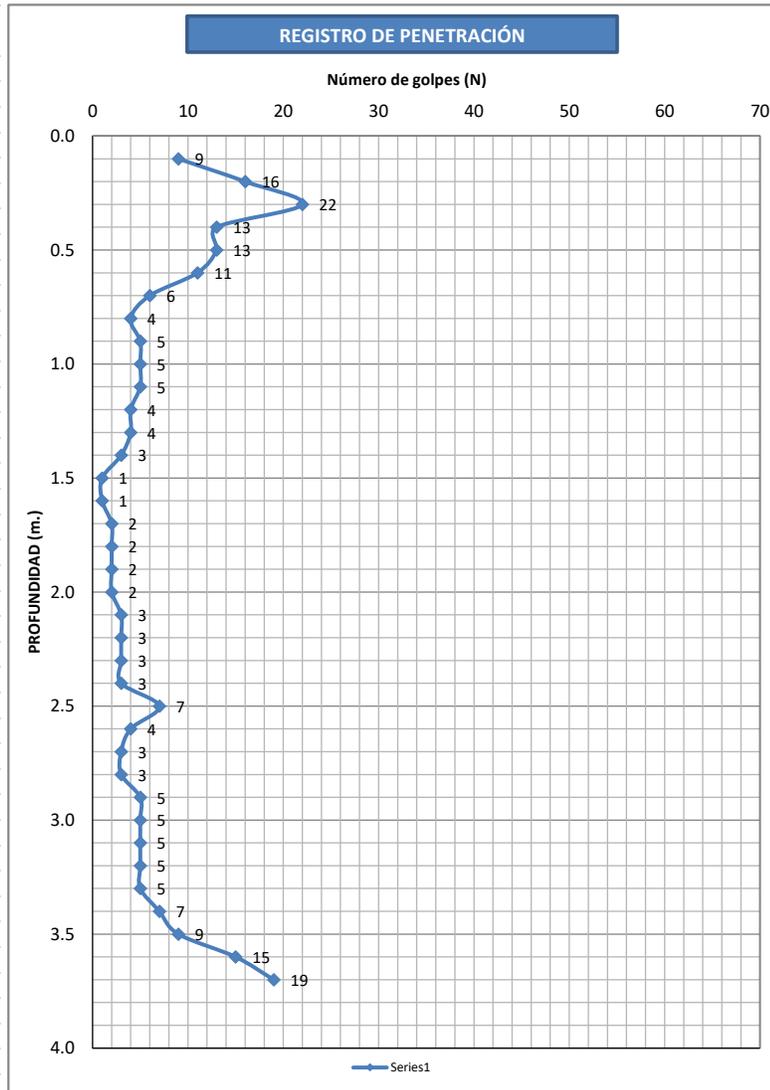
FECHA: 25 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	Ø' (°)
0.00			
0.10	9	0.0	29.6
0.20	16	0.0	32.0
0.30	22	0.0	33.9
0.40	13	0.0	31.1
0.50	13	0.0	31.1
0.60	11	0.0	30.4
0.70	6	0.0	28.5
0.80	4	0.0	27.6
0.90	5	0.0	28.1
1.00	5	0.0	28.1
1.10	5	0.0	28.1
1.20	4	0.0	27.6
1.30	4	0.0	27.6
1.40	3	0.0	27.2
1.50	1	0.0	26.3
1.60	1	0.0	26.3
1.70	2	0.0	26.8
1.80	2	0.0	26.8
1.90	2	0.0	26.8
2.00	2	0.0	26.8
2.10	3	0.0	27.2
2.20	3	0.0	27.2
2.30	3	0.0	27.2
2.40	3	0.0	27.2
2.50	7	0.0	28.9
2.60	4	0.0	27.6
2.70	3	0.0	27.2
2.80	3	0.0	27.2
2.90	5	0.0	28.1
3.00	5	0.0	28.1
3.10	5	0.0	28.1
3.20	5	0.0	28.1
3.30	5	0.0	28.1
3.40	7	0.0	28.9
3.50	9	0.0	29.6
3.60	15	0.0	31.7
3.70	19	0.0	33.0
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.70 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Azungue

PROFUNDIDAD (m): 3.40 m.

COORDENADAS (m): 279998 E 9332823 N

ENSAYO: **DPL-05**

HOJA: 5/11

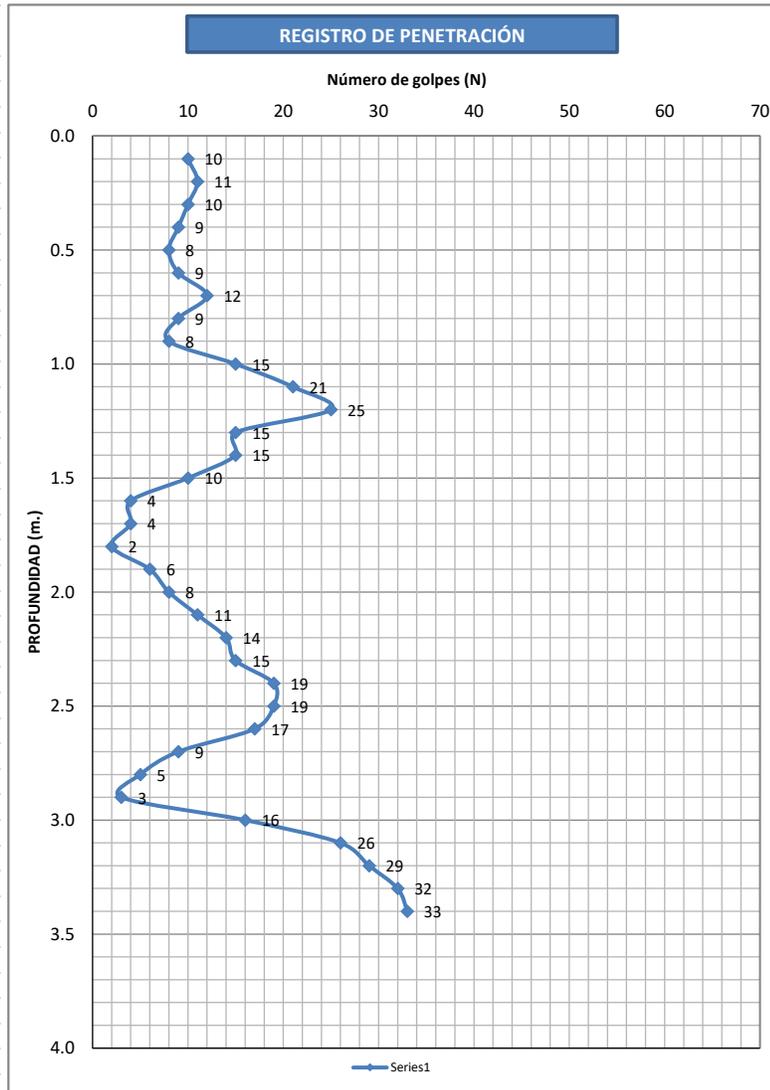
FECHA: 25 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	φ' (°)
0.00			
0.10	10	0.0	30.0
0.20	11	0.0	30.4
0.30	10	0.0	30.0
0.40	9	0.0	29.6
0.50	8	0.0	29.3
0.60	9	0.0	29.6
0.70	12	0.0	30.7
0.80	9	0.0	29.6
0.90	8	0.0	29.3
1.00	15	0.0	31.7
1.10	21	0.0	33.6
1.20	25	0.0	34.7
1.30	15	0.0	31.7
1.40	15	0.0	31.7
1.50	10	0.0	30.0
1.60	4	0.0	27.6
1.70	4	0.0	27.6
1.80	2	0.0	26.8
1.90	6	0.0	28.5
2.00	8	0.0	29.3
2.10	11	0.0	30.4
2.20	14	0.0	31.4
2.30	15	0.0	31.7
2.40	19	0.0	33.0
2.50	19	0.0	33.0
2.60	17	0.0	32.4
2.70	9	0.0	29.6
2.80	5	0.0	28.1
2.90	3	0.0	27.2
3.00	16	0.0	32.0
3.10	26	0.0	35.0
3.20	29	0.0	35.7
3.30	32	0.0	36.5
3.40	33	0.0	36.8
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



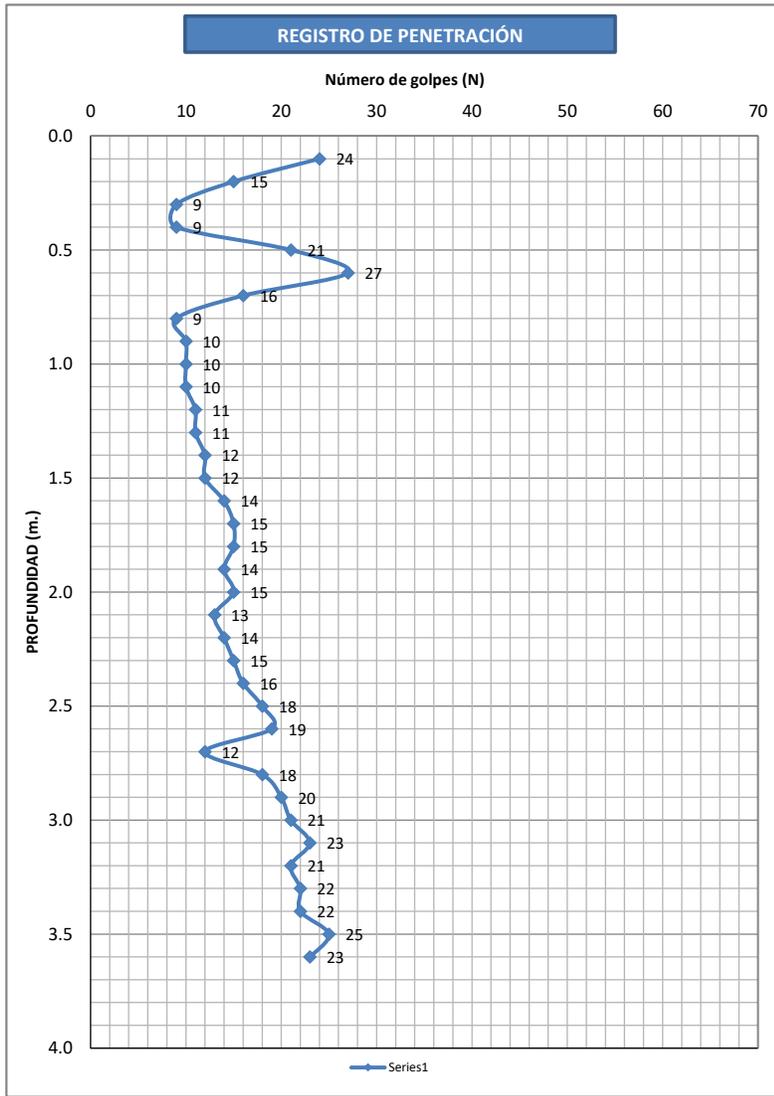
OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.40 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN: Jr. 20 de Abril cuadra 1
PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.
COORDENADAS (m): 282294 E 9333421 N
ENSAYO: DPL-06
HOJA: 6/11
FECHA: 26 de agosto de 2023
ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

Table with 4 columns: PROF. (m.), N (golpes), C' (Tn/m²), and Ø' (°). It lists penetration test results at 0.10m intervals from 0.00m to 4.00m depth.



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Barrio Calvario

PROFUNDIDAD (m): 3.30 m.

COORDENADAS (m): 280632 E
9331798 N

ENSAYO: **DPL-07**

HOJA: 7/11

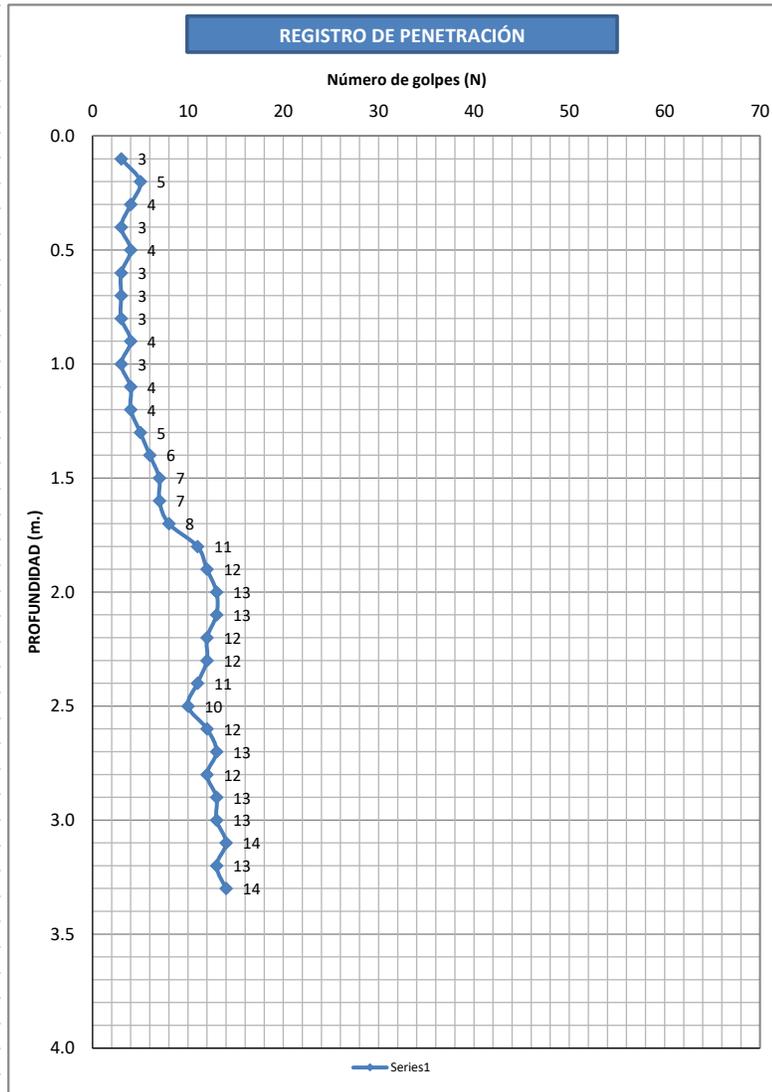
FECHA: 26 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	φ' (°)
0.00			
0.10	3	0.0	27.2
0.20	5	0.0	28.1
0.30	4	0.0	27.6
0.40	3	0.0	27.2
0.50	4	0.0	27.6
0.60	3	0.0	27.2
0.70	3	0.0	27.2
0.80	3	0.0	27.2
0.90	4	0.0	27.6
1.00	3	0.0	27.2
1.10	4	0.0	27.6
1.20	4	0.0	27.6
1.30	5	0.0	28.1
1.40	6	0.0	28.5
1.50	7	0.0	28.9
1.60	7	0.0	28.9
1.70	8	0.0	29.3
1.80	11	0.0	30.4
1.90	12	0.0	30.7
2.00	13	0.0	31.1
2.10	13	0.0	31.1
2.20	12	0.0	30.7
2.30	12	0.0	30.7
2.40	11	0.0	30.4
2.50	10	0.0	30.0
2.60	12	0.0	30.7
2.70	13	0.0	31.1
2.80	12	0.0	30.7
2.90	13	0.0	31.1
3.00	13	0.0	31.1
3.10	14	0.0	31.4
3.20	13	0.0	31.1
3.30	14	0.0	31.4
3.40			
3.50			
3.60			
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



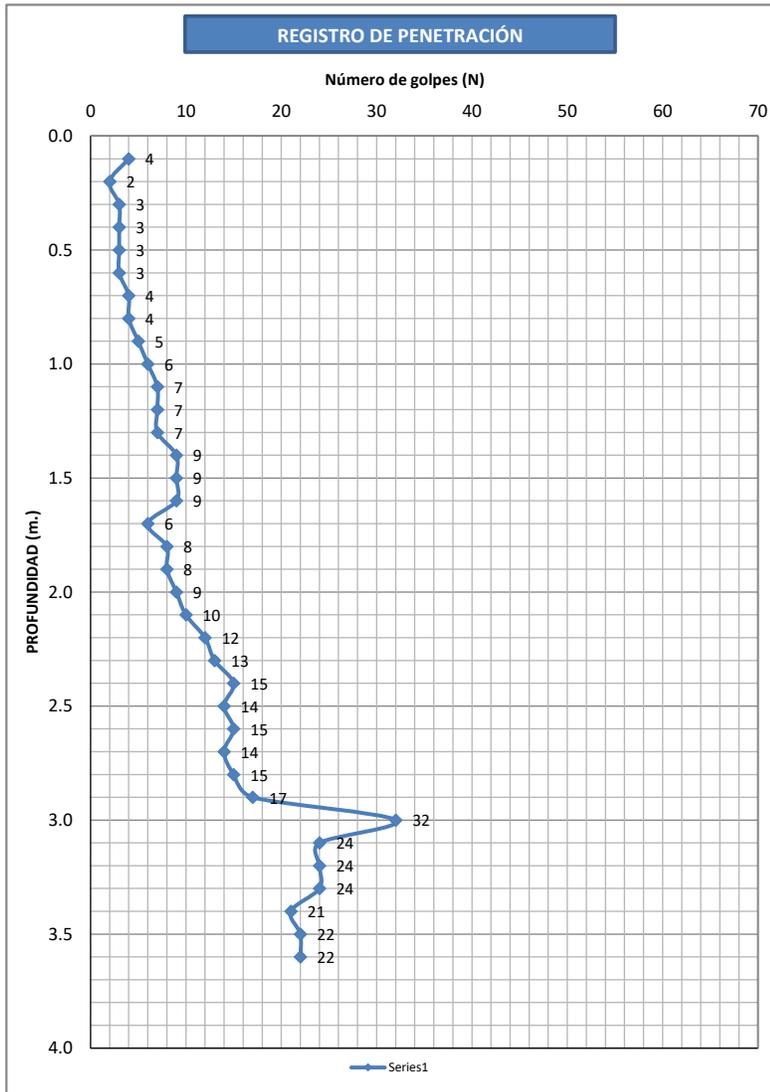
OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.30 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN: Sector San José
PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.
COORDENADAS (m): 276121 E 9331312 N
ENSAYO: DPL-08
HOJA: 8/11
FECHA: 26 de agosto de 2023
ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

Table with 4 columns: PROF. (m.), N (golpes), C' (Tn/m²), and φ' (°). It contains 21 rows of data points from 0.00 to 3.60 meters depth.



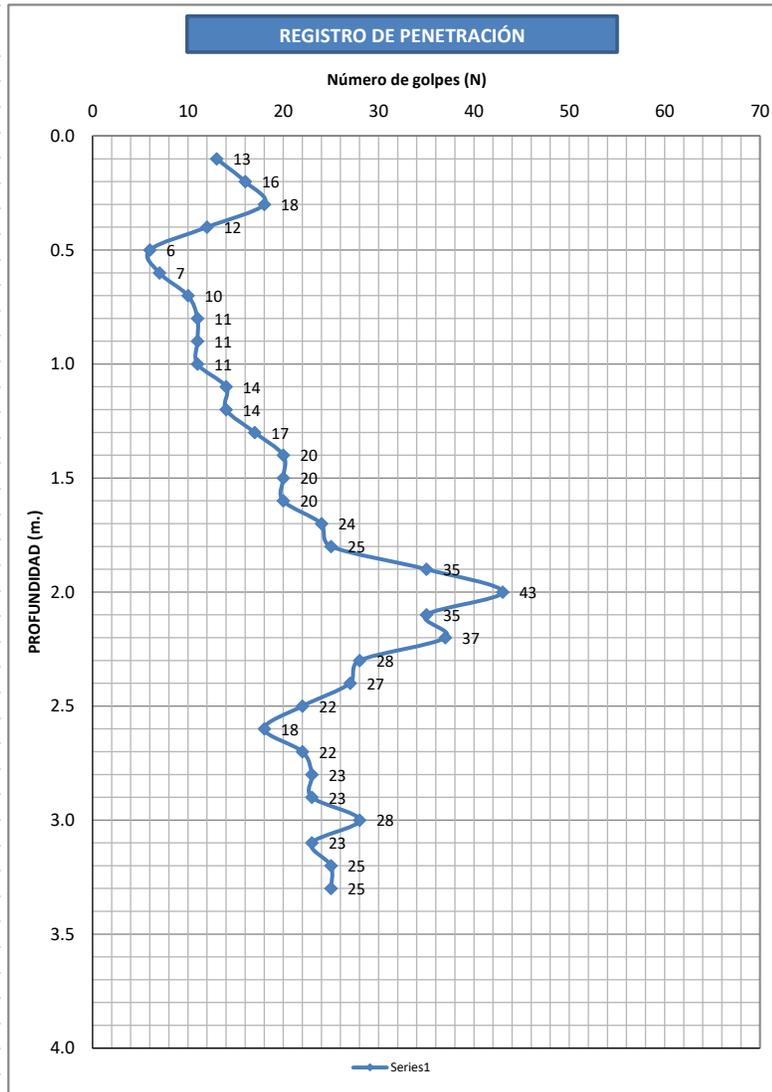
OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN: Sector Rumiyacu
PROFUNDIDAD (m): 3.30 m.
COORDENADAS (m): 284791 E 9331784 N
ENSAYO: DPL-09
HOJA: 9/11
FECHA: 26 de agosto de 2023
ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

Table with 4 columns: PROF. (m.), N (golpes), C' (Tn/m²), and Ø' (°). It contains 33 rows of data points from 0.00 to 3.30 meters depth.



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.30 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.

COORDENADAS (m): 284138 E
9330376 N

ENSAYO: **DPL-10**

HOJA: 10/11

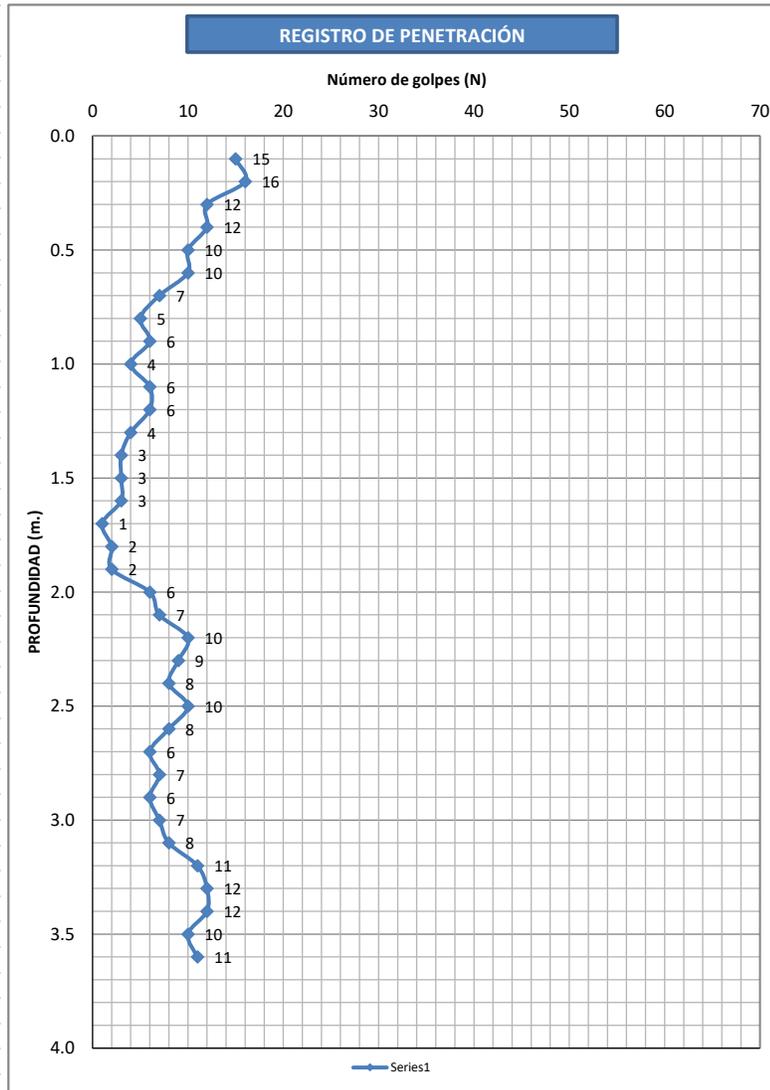
FECHA: 26 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	φ' (°)
0.00			
0.10	15	0.0	31.7
0.20	16	0.0	32.0
0.30	12	0.0	30.7
0.40	12	0.0	30.7
0.50	10	0.0	30.0
0.60	10	0.0	30.0
0.70	7	0.0	28.9
0.80	5	0.0	28.1
0.90	6	0.0	28.5
1.00	4	0.0	27.6
1.10	6	0.0	28.5
1.20	6	0.0	28.5
1.30	4	0.0	27.6
1.40	3	0.0	27.2
1.50	3	0.0	27.2
1.60	3	0.0	27.2
1.70	1	0.0	26.3
1.80	2	0.0	26.8
1.90	2	0.0	26.8
2.00	6	0.0	28.5
2.10	7	0.0	28.9
2.20	10	0.0	30.0
2.30	9	0.0	29.6
2.40	8	0.0	29.3
2.50	10	0.0	30.0
2.60	8	0.0	29.3
2.70	6	0.0	28.5
2.80	7	0.0	28.9
2.90	6	0.0	28.5
3.00	7	0.0	28.9
3.10	8	0.0	29.3
3.20	11	0.0	30.4
3.30	12	0.0	30.7
3.40	12	0.0	30.7
3.50	10	0.0	30.0
3.60	11	0.0	30.4
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.

COORDENADAS (m): 282971 E 9330409 N

ENSAYO: **DPL-11**

HOJA: 11/11

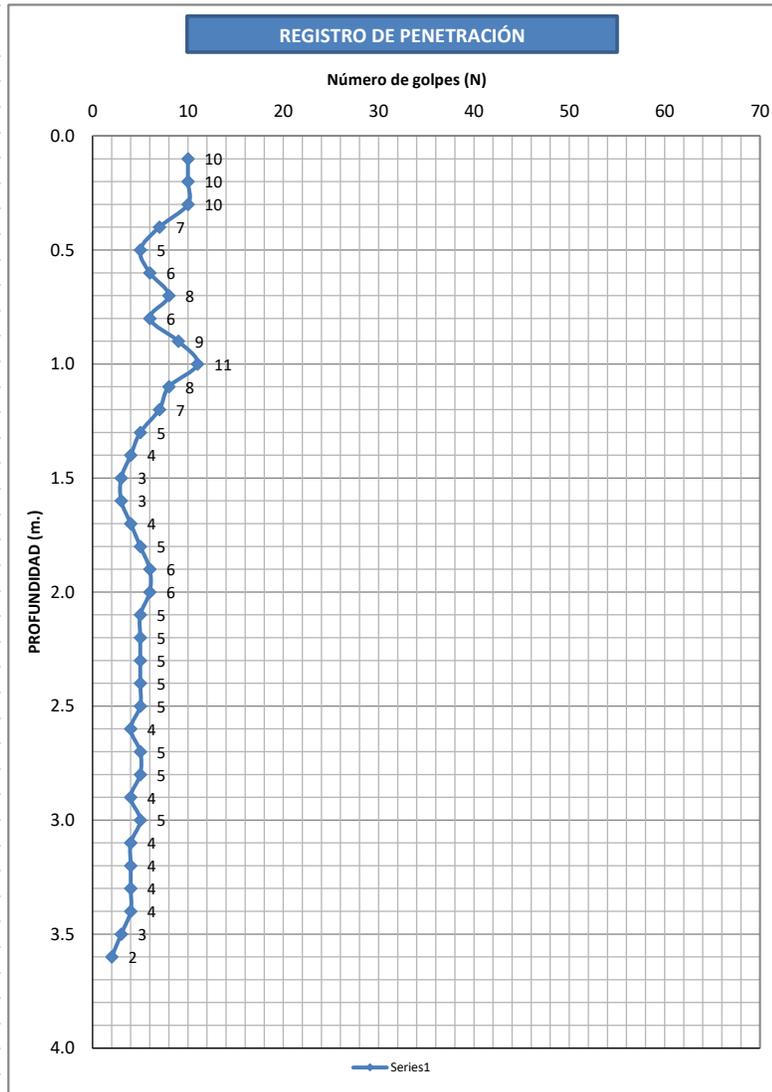
FECHA: 26 de agosto de 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

PROF. (m.)	N (golpes)	C' (Tn/m ²)	φ' (°)
0.00			
0.10	10	0.0	30.0
0.20	10	0.0	30.0
0.30	10	0.0	30.0
0.40	7	0.0	28.9
0.50	5	0.0	28.1
0.60	6	0.0	28.5
0.70	8	0.0	29.3
0.80	6	0.0	28.5
0.90	9	0.0	29.6
1.00	11	0.0	30.4
1.10	8	0.0	29.3
1.20	7	0.0	28.9
1.30	5	0.0	28.1
1.40	4	0.0	27.6
1.50	3	0.0	27.2
1.60	3	0.0	27.2
1.70	4	0.0	27.6
1.80	5	0.0	28.1
1.90	6	0.0	28.5
2.00	6	0.0	28.5
2.10	5	0.0	28.1
2.20	5	0.0	28.1
2.30	5	0.0	28.1
2.40	5	0.0	28.1
2.50	5	0.0	28.1
2.60	4	0.0	27.6
2.70	5	0.0	28.1
2.80	5	0.0	28.1
2.90	4	0.0	27.6
3.00	5	0.0	28.1
3.10	4	0.0	27.6
3.20	4	0.0	27.6
3.30	4	0.0	27.6
3.40	4	0.0	27.6
3.50	3	0.0	27.2
3.60	2	0.0	26.8
3.70			
3.80			
3.90			
4.00			



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 01				
	UBICACIÓN:		Fundo Candamillo				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		2.50	NIVEL FREÁTICO (m):	1.90	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
	NORTE (m):		9339050	ESTE (m):	278281	COTA (m.s.n.m):	823
ELABORADO POR:	Segundo C. Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90	N.F							
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se ha evidenciado nivel freático a 1.90 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 01



En el posteo 01 alcanzó una profundidad de 2.50 m., y se encuentra ubicado en el Fundo Candamillo.

En el posteo 01 predominan la arena arcillosa, arcillas y arenas mal graduadas de grano fino a medio.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:	POST - 02				
	UBICACIÓN:	Sector Indoche - Fundo el Progreso				
	DISTRITO:	Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):	3.30	NIVEL FREÁTICO (m):	3.00	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	9336955	ESTE (m):	277337	COTA (m.s.n.m):	817
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
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	N.F					CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad con contenido de arena fina, humedad baja a saturada y de color blanco con tonalidad rojiza. Presenta grado de compactación media.
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se ha evidenciado nivel freático a 3.00 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 02



29 ago. 2023 6:21:02 p. m.
18M 277335 9336961



En el posteo 02 alcanzó una profundidad de 3.30 m., y se encuentra ubicado en el Sector Indoche - Fundo El Progreso.

En el posteo 02 predominan las arcillas de color blanco con tonalidad rojiza de humedad media a saturada hasta llegar al nivel freático situado a 3.00 m de profundidad.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 03				
	UBICACIÓN:		Sector San Borja				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.20	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
	NORTE (m):		9336475	ESTE (m):	273638	COTA (m.s.n.m):	829
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 03



En el posteo 03 alcanzó una profundidad de 3.20 m., y se encuentra ubicado en el sector San Borja.

En el posteo 03 predominan las arcillas inorgánicas de baja plasticidad con algunos lentes de arena de grano fino.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 04				
	UBICACIÓN:		Sector Indoche				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		2.40	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9334439	ESTE (m):		277322	COTA (m.s.n.m):	830
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortíz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10					[Hatched pattern]	CL	[Photograph]	Arcilla inorgánica de baja plasticidad con contenido de arena fina a media, humedad baja y de color marrón claro. Presenta grado de compactación media a alta.
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								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 04



En el posteo 04 alcanzó una profundidad de 2.40 m., y se encuentra ubicado en el sector Indoche.



En el posteo 04 predominan las arcillas inorgánicas de baja plasticidad con bajo contenido de arena de grano fino.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 05				
	UBICACIÓN:		Sector Corredor Indoche				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	2.70	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
	NORTE (m):		9332622	ESTE (m):	276689	COTA (m.s.n.m):	835
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00						CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad, humedad baja a media y de color rojo con tonalidad anaranjado. Presenta grado de compactación media a alta. Presenta oxidación. Se evidenció nivel freático a 2.70 m de profundidad.
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								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se ha evidenciado nivel freático a 2.70 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 05



En el posteo 05 alcanzó una profundidad de 3.020 m., y se encuentra ubicado en el corredor Indoche.



En el posteo 05 predominan las arcillas inorgánicas de baja plasticidad.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 06				
	UBICACIÓN:		Sector Alto Belen				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.10	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
	NORTE (m):		9332590	ESTE (m):	279494	COTA (m.s.n.m):	867
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10						SC		Arena arcillosa, humedad baja y de color blanco con tonalidad rojiza. Presenta grado de compactación media.
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10						CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad, humedad baja y de color rojo claro con tonalidad anaranjado. Presenta grado de compactación media a alta. Presenta oxidación.
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								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 06



En el posteo 06 alcanzó una profundidad de 3.10 m., y se encuentra ubicado en el sector Alto Belen.



En el posteo 06 predominan arcillas inorgánicas de baja plasticidad, a mayor profundidad aumenta la oxidación.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 07				
	UBICACIÓN:		Sector Mamashofy				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9332970	ESTE (m):	280950	COTA (m.s.n.m):	877	
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera		

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 07



En el posteo 07 alcanzó una profundidad de 3.00 m., y se encuentra ubicado en el sector Mamashofy.



En el posteo 07 predominan arenas limosas con lentes de arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 08				
	UBICACIÓN:		Sector Zaragoza - hotel Puerto Mirador				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9332983	ESTE (m):	282768	COTA (m.s.n.m):	889	
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera		

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10					[Hatched pattern]	SC	Arena arcillosa de origen sedimentario, sin humedad y de color marrón oscuro. Presenta grado de compactación baja a media.	
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10					[Diagonal lines pattern]	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, con contenido de arena de grano fino, de origen sedimentario, de humedad baja a media y de color rojizo.	
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								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 08



En el posteo 08 alcanzó una profundidad de 3.00 m., y se encuentra ubicado en el sector Zaragoza - hotel Puerto Mirador.



En el posteo 08 predominan las arenas arcillosas y arcillas inorgánicas de baja plasticidad.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:	POST - 09				
	UBICACIÓN:	A pocos metros del Fundo Colibrí				
	DISTRITO:	Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	9332597	ESTE (m):	284346	COTA (m.s.n.m):	822
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10					[Diagrama de perfil con símbolos de arena]	SM		Arena limosa de origen sedimentario de grano fino, sin humedad y de color beige. Presenta grado de compactación baja a media.
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70					[Diagrama de perfil con símbolos de arcilla]	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad de origen sedimentario, con contenido de arena fina, humedad baja a media y de color beige. Presenta grado de compactación media. A mayor profundidad se encuentra saturado hasta llegar al nivel freático (3.00 m).	
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70					[Diagrama de perfil con símbolos de arena]	SM	Arena limosa de origen sedimentario de grano fino, sin humedad y de color beige. Presenta grado de compactación baja a 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								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración se ha evidenciado nivel freático a 3 m.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 09



En el posteo 09 alcanzó una profundidad de 3.00 m., y se encuentra ubicado a pocos metros del Fundo Colibrí.



En el posteo 09 predominan arena limosa de baja plasticidad con lentes de arcillas.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

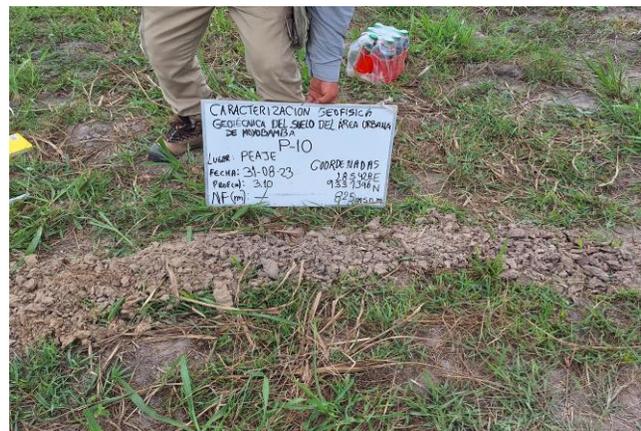
REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 10				
	UBICACIÓN:		Sector Peaje				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.10	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	31/08/2023
	COORDENADAS UTM						
NORTE (m):		9335428	ESTE (m):	285428	COTA (m.s.n.m):	825	
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera		

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20						CL		Arcillas inorgánicas de baja plasticidad con contenido de limos, humedad baja y de color beige. Presenta grado de compactación baja a media.
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						SC		Arena arcillosa de origen sedimentario de grano fino, humedad baja y de color beige. Presenta grado de compactación baja a media.
2.70								
2.80								
2.90								
3.00						SP		Arena mal graduada de origen sdimentario de grano fino, humedad baja y de color beige. Presenta grado de compactación baja.
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 10



En el posteo 10 alcanzó una profundidad de 3.10 m., y se encuentra ubicado en el sector Peaje.

En el posteo 10 predominan las arcillas inorgánicas de baja plasticidad con algunos lentes de arena de grano fino



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:	POST - 11				
	UBICACIÓN:	Sector Los Jardines				
	DISTRITO:	Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):	3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM					
	NORTE (m):	9331145	ESTE (m):	284747	COTA (m.s.n.m):	827
ELABORADO POR:	Séguno C. Ortiz Y.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera	

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00						CL		Arcillas inorgánicas de baja plasticidad de origen sedimentario, sin humedad, de color marrón claro. Presenta grado de compactación media a baja.
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00						SP		Arena mal graduada de origen sedimentario de grano medio a grueso, humedad baja y de color beige. Presenta grado de compactación baja.
2.10								
2.20								
2.30						CL		Arcillas inorgánicas de baja plasticidad de origen sedimentario, humedad baja a media, de color beige. Presenta grado de compactación media.
2.40								
2.50								
2.60						SP		Arena mal graduada de origen sedimentario de grano medio a grueso, humedad baja y de color beige. Presenta grado de compactación baja.
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 11



En el posteo 11 alcanzó una profundidad de 3.00 m., y se encuentra ubicado en el sector Los Jardines.



En el posteo 11 predominan las arcillas inorgánicas de baja plasticidad con arenas mal graduadas de grano fino a medio.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA- GEO TÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN	CALICATA:		POST - 12				
	UBICACIÓN:		Sector Mkisapa				
	DISTRITO:		Moyobamba	PROVINCIA:	Moyobamba	REGIÓN:	San Martín
	PROFUNDIDAD (m):		3.00	NIVEL FREÁTICO (m):	No presenta	FECHA:	30/08/2023
	COORDENADAS UTM						
	NORTE (m):		9330542	ESTE (m):	284800	COTA (m.s.n.m):	834
ELABORADO POR:	Segundo C. Ortiz Y.		REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.		RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

PROF. (m)	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
			Dh	Ds				
0.00								
0.10								Zona de relleno antrópico conformado por capas de arena mal graduada, lentes de limo y arcillas de baja compactación. No presenta humedad, color variado. Presenta grado de compactación baja, ya que se evidencia que la zona rellenada a sido sin control o supervisión técnica.
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								Material de turba, conformado por materia orgánica de alta plasticidad de origen pantanoso y de color negro con olor a putrefacto. Se encuentra saturado. Presenta compactación baja a muy baja.
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								Arena mal graduado de grano fino a medio de origen pantanoso, humedad alta a saturado y de color plomo. Presenta grado de compactación baja a suelta.
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								
3.10								
3.20								

OBSERVACIONES: A la fecha de exploración no se ha evidenciado nivel freático.

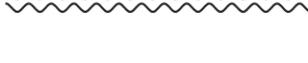
REGISTRO FOTOGRÁFICO POST - 12



En el posteo 12 alcanzó una profundidad de 3.00 m., y se encuentra ubicado en el sector Makisapa.



En el posteo 12 predominan material de relleno de tipo arenas y arcillas, seguido de turba a 1.70 m, seguida de arenas sueltas como terreno natural.

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 inorganico de baja plasticidad
CL		Arcilla inorganica de baja plasticidad
OL		Limo o arcilla organica de baja plasticidad
MH		Limo inorganico de alta plasticidad
CH		Arcilla inorganica de alta plasticidad
OH		Limo o arcilla organica de alta plasticidad
PT		Turba u otros suelos altamente organicos



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Tarangui

PROFUNDIDAD (m): 3.50 m.

COORDENADAS (m): 278504 E

9338598 N

FECHA: 25 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

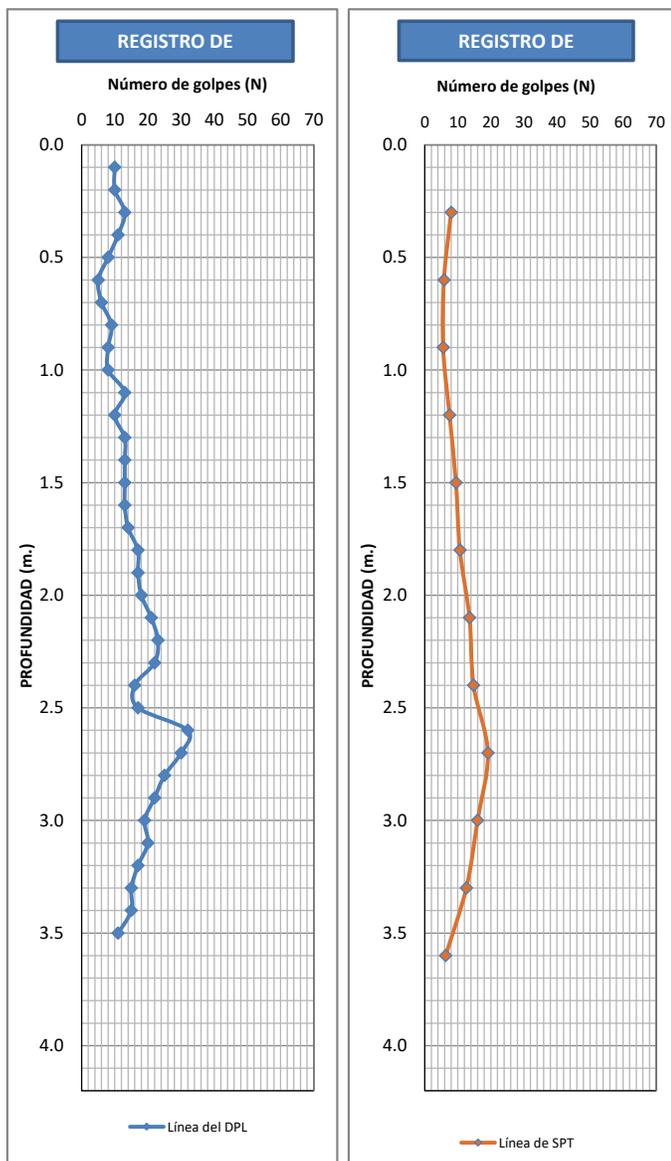
ENSAYO: DPL-01

HOJA: 1/11

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					
0.10	10				
0.20	10	7.98	0.0	27.6	Suelta
0.30	13				
0.40	11				
0.50	8	5.81	0.0	25.8	Suelta
0.60	5				
0.70	6				
0.80	9	5.56	0.0	25.5	Suelta
0.90	8				
1.00	8				
1.10	13	7.50	0.0	27.2	Suelta
1.20	10				
1.30	13				
1.40	13	9.44	0.0	28.7	Suelta
1.50	13				
1.60	13				
1.70	14	10.64	0.0	29.6	Media
1.80	17				
1.90	17				
2.00	18	13.55	0.0	31.5	Media
2.10	21				
2.20	23				
2.30	22	14.76	0.0	32.2	Media
2.40	16				
2.50	17				
2.60	32	19.11	0.0	34.6	Media
2.70	30				
2.80	25				
2.90	22	15.97	0.0	32.9	Media
3.00	19				
3.10	20				
3.20	17	12.58	0.0	30.9	Media
3.30	15				
3.40	15				
3.50	11	6.29	0.0	26.2	Suelta
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.50 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Terreno colegio Ignacio Velazques

PROFUNDIDAD (m): 3.20 m.

COORDENADAS (m): 278181 E

9333601 N

ENSAYO: DPL-02

HOJA: 2/11

FECHA: 25 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

N.F.: SI NO presenta nivel freático

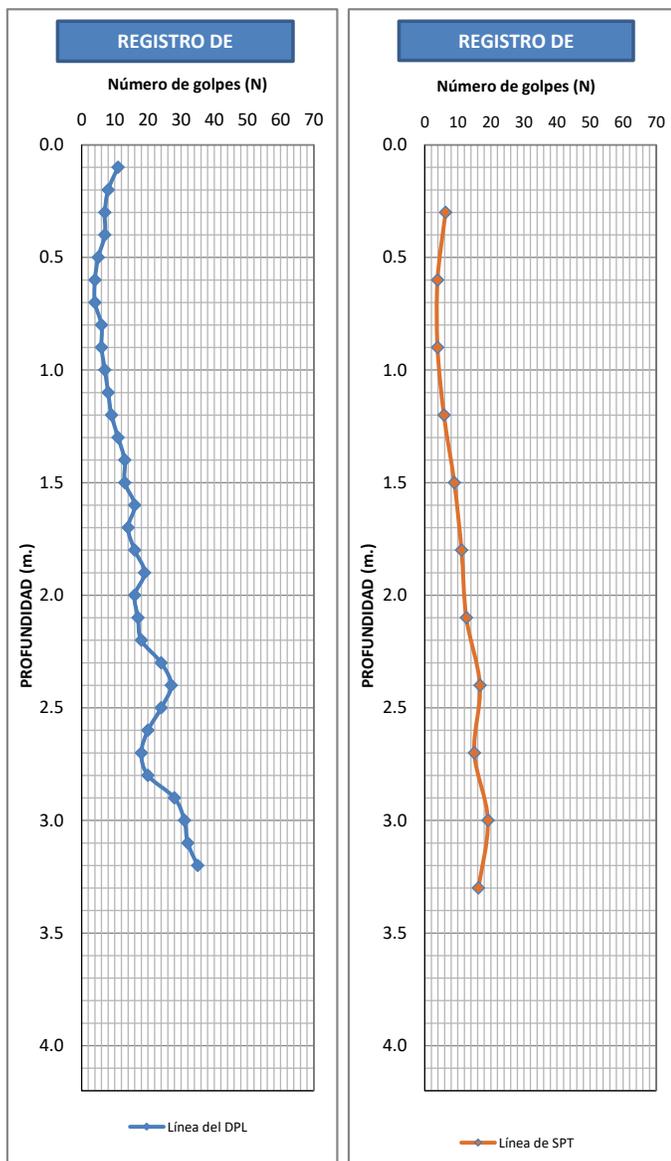
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

Correlación entre DPL y SPT

PROF. (m.)	N dpl (golpes)	N spt (golpes)	C' spt (Tn/m ²)	Ø' spt (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	11				
0.20	8	6.29	0.0	26.2	Suelta
0.30	7				
0.40	7				
0.50	5	3.87	0.0	23.8	Muy Suelta
0.60	4				
0.70	4				
0.80	6	3.87	0.0	23.8	Muy Suelta
0.90	6				
1.00	7				
1.10	8	5.81	0.0	25.8	Suelta
1.20	9				
1.30	11				
1.40	13	8.95	0.0	28.4	Suelta
1.50	13				
1.60	16				
1.70	14	11.13	0.0	29.9	Media
1.80	16				
1.90	19				
2.00	16	12.58	0.0	30.9	Media
2.10	17				
2.20	18				
2.30	24	16.69	0.0	33.3	Media
2.40	27				
2.50	24				
2.60	20	15.00	0.0	32.3	Media
2.70	18				
2.80	20				
2.90	28	19.11	0.0	34.6	Media
3.00	31				
3.10	32				
3.20	35	16.21	0.0	33.0	Media
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.20 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Asoc. Viv. Playa Río Mayo

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.

COORDENADAS (m): 281572 E

9334538 N

FECHA: 25 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

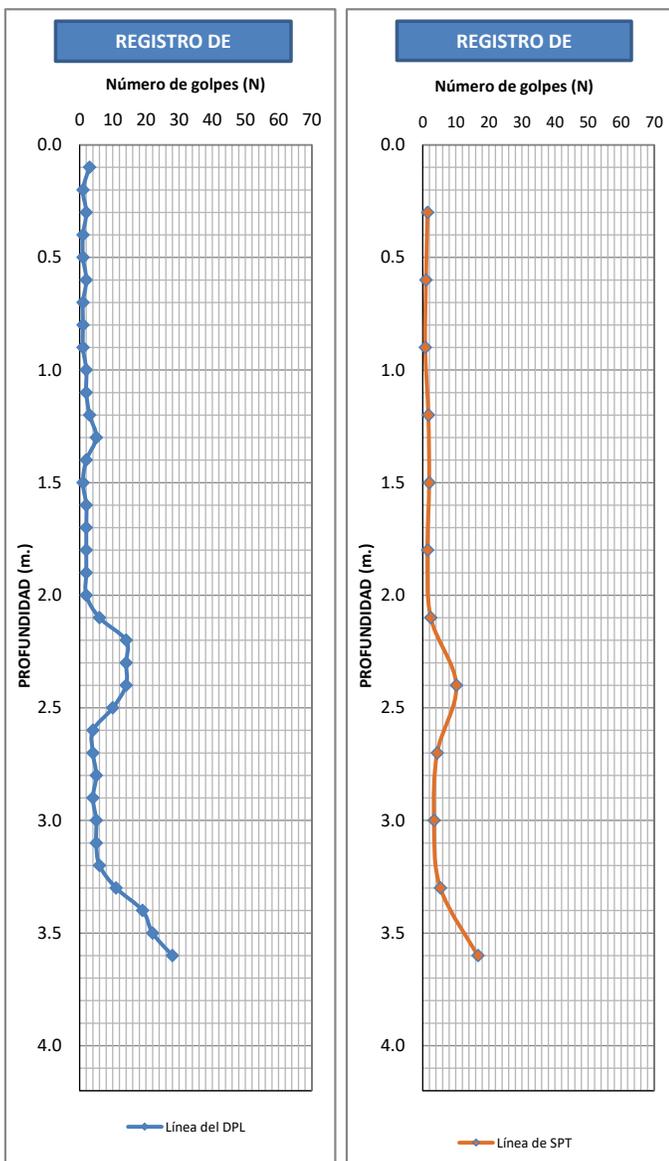
ENSAYO: DPL-03

HOJA: 3/11

N.F.: SI 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					
0.10	3				
0.20	1	1.45	0.0	20.4	Muy Suelta
0.30	2				
0.40	1				
0.50	1	0.97	0.0	19.4	Muy Suelta
0.60	2				
0.70	1				
0.80	1	0.73	0.0	18.8	Muy Suelta
0.90	1				
1.00	2				
1.10	2	1.69	0.0	20.8	Muy Suelta
1.20	3				
1.30	5				
1.40	2	1.94	0.0	21.2	Muy Suelta
1.50	1				
1.60	2				
1.70	2	1.45	0.0	20.4	Muy Suelta
1.80	2				
1.90	2				
2.00	2	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
2.10	6				
2.20	14				
2.30	14	10.16	0.0	29.3	Media
2.40	14				
2.50	10				
2.60	4	4.35	0.0	24.3	Suelta
2.70	4				
2.80	5				
2.90	4	3.39	0.0	23.2	Muy Suelta
3.00	5				
3.10	5				
3.20	6	5.32	0.0	25.3	Suelta
3.30	11				
3.40	19				
3.50	22	16.69	0.0	33.3	Media
3.60	28				
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Guayabal

PROFUNDIDAD (m): 3.70 m.

COORDENADAS (m): 281007 E

9333838 N

FECHA: 25 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

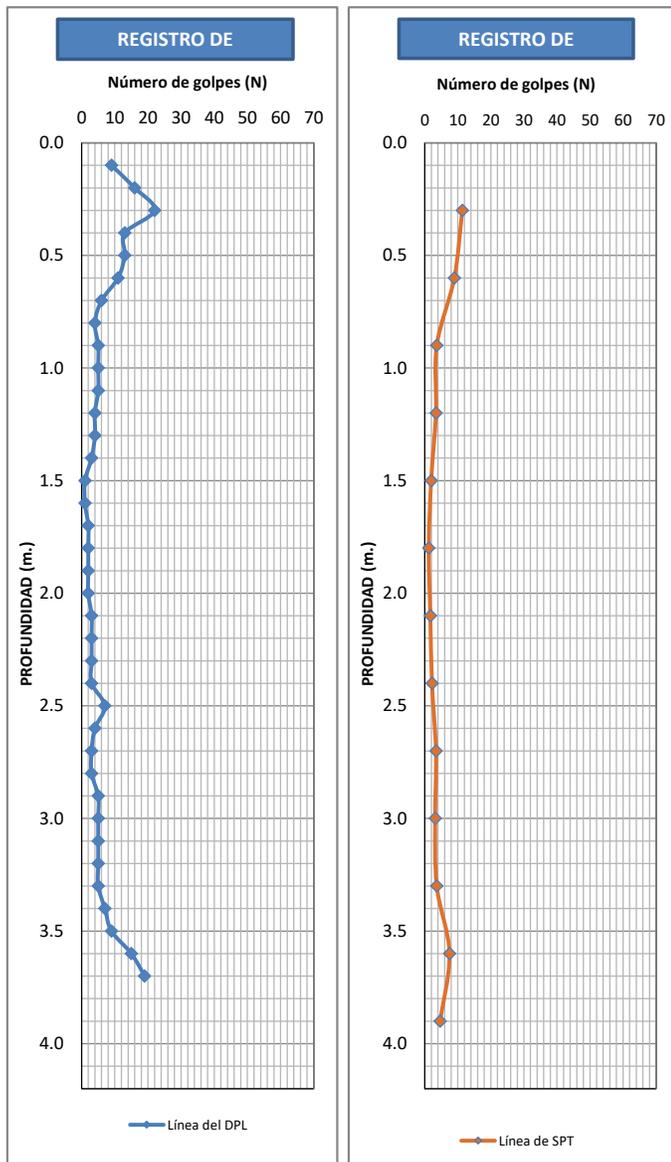
ENSAYO: DPL-04

HOJA: 4/11

N.F.: SI 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					
0.10	9				
0.20	16	11.37	0.0	30.1	Media
0.30	22				
0.40	13				
0.50	13	8.95	0.0	28.4	Suelta
0.60	11				
0.70	6				
0.80	4	3.63	0.0	23.5	Muy Suelta
0.90	5				
1.00	5				
1.10	5	3.39	0.0	23.2	Muy Suelta
1.20	4				
1.30	4				
1.40	3	1.94	0.0	21.2	Muy Suelta
1.50	1				
1.60	1				
1.70	2	1.21	0.0	19.9	Muy Suelta
1.80	2				
1.90	2				
2.00	2	1.69	0.0	20.8	Muy Suelta
2.10	3				
2.20	3				
2.30	3	2.18	0.0	21.6	Muy Suelta
2.40	3				
2.50	7				
2.60	4	3.39	0.0	23.2	Muy Suelta
2.70	3				
2.80	3				
2.90	5	3.15	0.0	22.9	Muy Suelta
3.00	5				
3.10	5				
3.20	5	3.63	0.0	23.5	Muy Suelta
3.30	5				
3.40	7				
3.50	9	7.50	0.0	27.2	Suelta
3.60	15				
3.70	19				
3.80		4.60	0.0	24.6	Suelta
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.70 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Azungue

PROFUNDIDAD (m): 3.40 m.
COORDENADAS (m): 279998 E

FECHA: 25 de agosto del 2023
ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

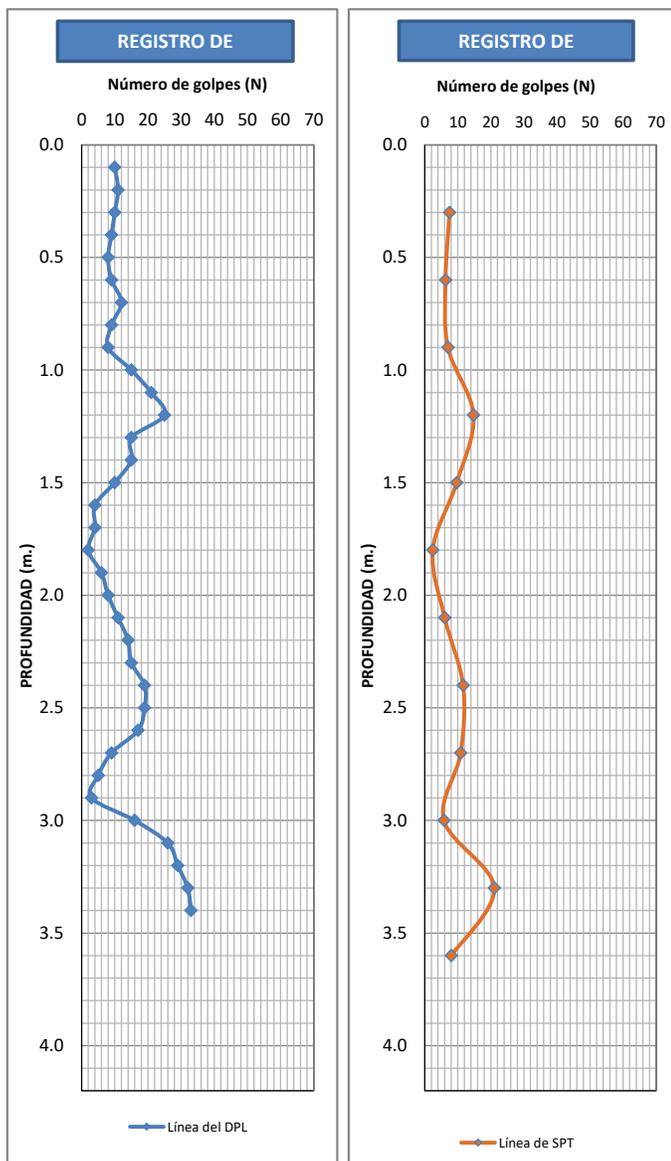
ENSAYO: DPL-05

HOJA: 5/11

N.F.: SI 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					
0.10	10				
0.20	11	7.50	0.0	27.2	Suelta
0.30	10				
0.40	9				
0.50	8	6.29	0.0	26.2	Suelta
0.60	9				
0.70	12				
0.80	9	7.02	0.0	26.8	Suelta
0.90	8				
1.00	15				
1.10	21	14.76	0.0	32.2	Media
1.20	25				
1.30	15				
1.40	15	9.68	0.0	28.9	Suelta
1.50	10				
1.60	4				
1.70	4	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
1.80	2				
1.90	6				
2.00	8	6.05	0.0	26.0	Suelta
2.10	11				
2.20	14				
2.30	15	11.61	0.0	30.2	Media
2.40	19				
2.50	19				
2.60	17	10.89	0.0	29.8	Media
2.70	9				
2.80	5				
2.90	3	5.81	0.0	25.8	Suelta
3.00	16				
3.10	26				
3.20	29	21.05	0.0	35.5	Media
3.30	32				
3.40	33	7.98	0.0	27.6	Suelta
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.40 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Jr. 20 de Abril cuadra 1

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.

COORDENADAS (m): 282294 E

9333421 N

FECHA: 26 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

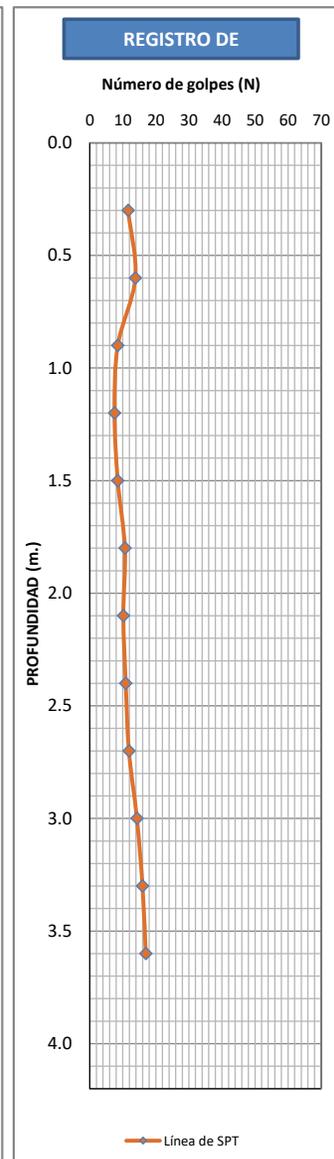
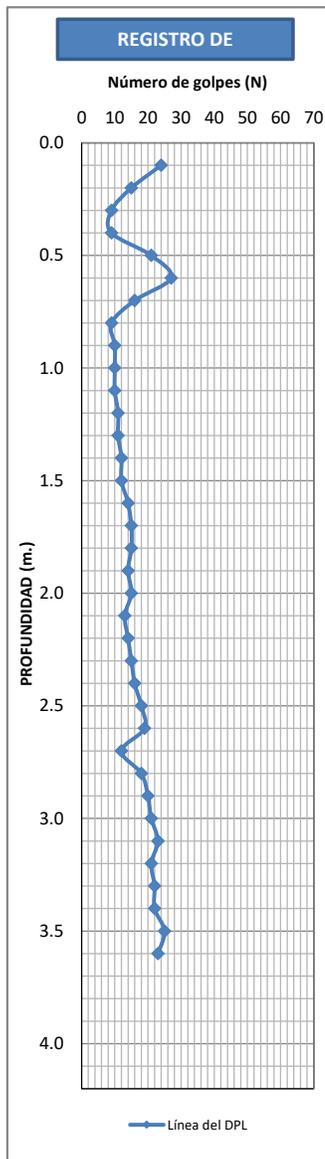
ENSAYO: DPL-06

HOJA: 6/11

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					
0.10	24				
0.20	15	11.61	0.0	30.2	Media
0.30	9				
0.40	9				
0.50	21	13.79	0.0	31.6	Media
0.60	27				
0.70	16				
0.80	9	8.47	0.0	28.0	Suelta
0.90	10				
1.00	10				
1.10	10	7.50	0.0	27.2	Suelta
1.20	11				
1.30	11				
1.40	12	8.47	0.0	28.0	Suelta
1.50	12				
1.60	14				
1.70	15	10.64	0.0	29.6	Media
1.80	15				
1.90	14				
2.00	15	10.16	0.0	29.3	Media
2.10	13				
2.20	14				
2.30	15	10.89	0.0	29.8	Media
2.40	16				
2.50	18				
2.60	19	11.85	0.0	30.4	Media
2.70	12				
2.80	18				
2.90	20	14.27	0.0	31.9	Media
3.00	21				
3.10	23				
3.20	21	15.97	0.0	32.9	Media
3.30	22				
3.40	22				
3.50	25	16.94	0.0	33.4	Media
3.60	23				
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Barrio Calvario

PROFUNDIDAD (m): 3.30 m.

COORDENADAS (m): 280632 E

9331798 N

FECHA: 26 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

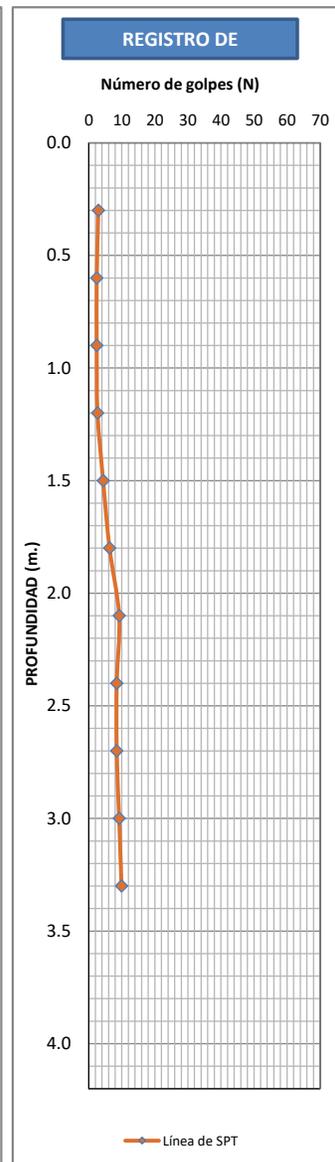
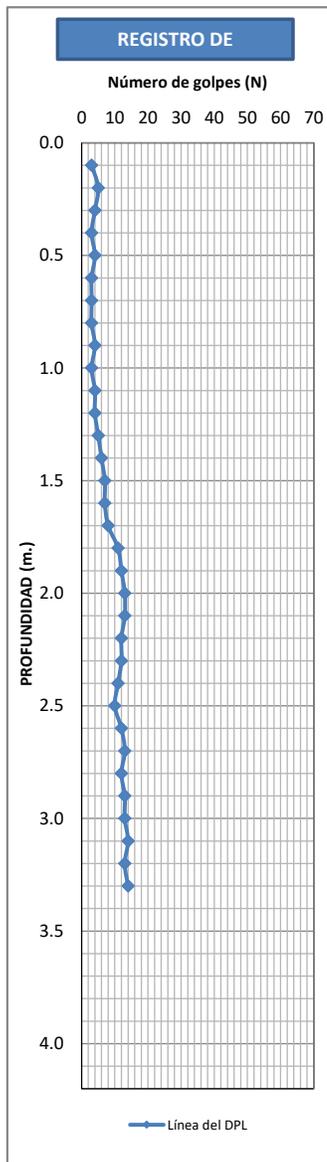
ENSAYO: DPL-07

HOJA: 7/11

N.F.: SI 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					
0.10	3				
0.20	5	2.90	0.0	22.6	Muy Suelta
0.30	4				
0.40	3				
0.50	4	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
0.60	3				
0.70	3				
0.80	3	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
0.90	4				
1.00	3				
1.10	4	2.66	0.0	22.3	Muy Suelta
1.20	4				
1.30	5				
1.40	6	4.35	0.0	24.3	Suelta
1.50	7				
1.60	7				
1.70	8	6.29	0.0	26.2	Suelta
1.80	11				
1.90	12				
2.00	13	9.19	0.0	28.6	Suelta
2.10	13				
2.20	12				
2.30	12	8.47	0.0	28.0	Suelta
2.40	11				
2.50	10				
2.60	12	8.47	0.0	28.0	Suelta
2.70	13				
2.80	12				
2.90	13	9.19	0.0	28.6	Suelta
3.00	13				
3.10	14				
3.20	13	9.92	0.0	29.1	Suelta
3.30	14				
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.30 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector San José

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.

COORDENADAS (m): 276121 E

9331312 N

FECHA: 26 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

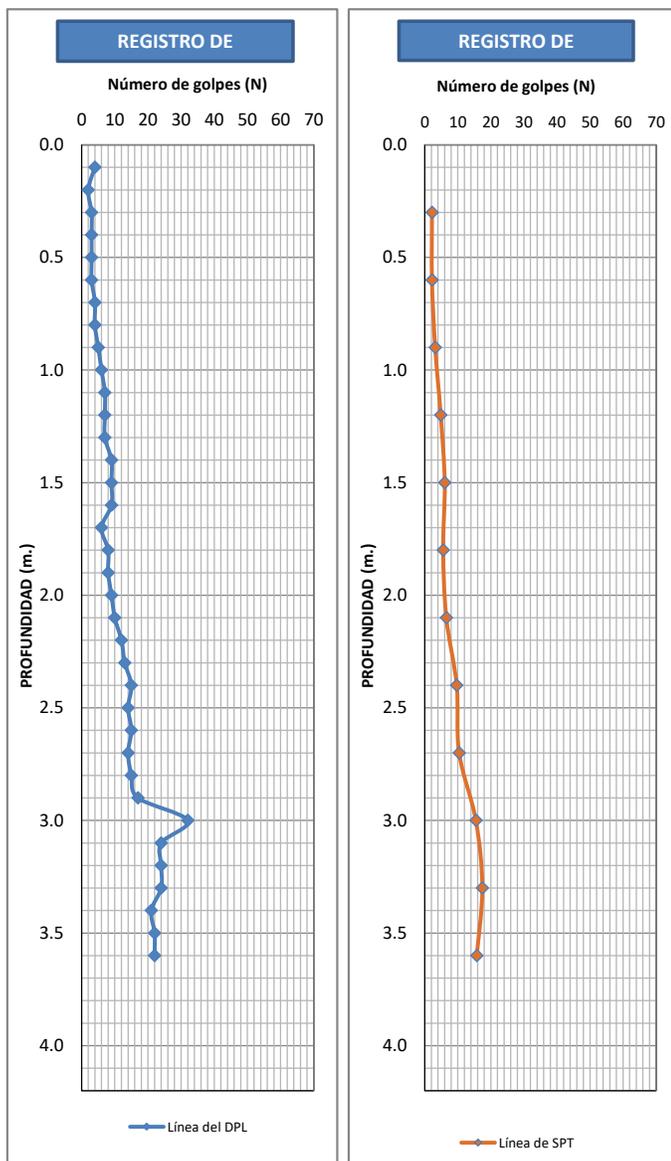
ENSAYO: DPL-08

HOJA: 8/11

N.F.: SI 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					
0.10	4				
0.20	2	2.18	0.0	21.6	Muy Suelta
0.30	3				
0.40	3				
0.50	3	2.18	0.0	21.6	Muy Suelta
0.60	3				
0.70	4				
0.80	4	3.15	0.0	22.9	Muy Suelta
0.90	5				
1.00	6				
1.10	7	4.84	0.0	24.8	Suelta
1.20	7				
1.30	7				
1.40	9	6.05	0.0	26.0	Suelta
1.50	9				
1.60	9				
1.70	6	5.56	0.0	25.5	Suelta
1.80	8				
1.90	8				
2.00	9	6.53	0.0	26.4	Suelta
2.10	10				
2.20	12				
2.30	13	9.68	0.0	28.9	Suelta
2.40	15				
2.50	14				
2.60	15	10.40	0.0	29.4	Media
2.70	14				
2.80	15				
2.90	17	15.48	0.0	32.6	Media
3.00	32				
3.10	24				
3.20	24	17.42	0.0	33.7	Media
3.30	24				
3.40	21				
3.50	22	15.73	0.0	32.7	Media
3.60	22				
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Sector Rumiyacu

PROFUNDIDAD (m): 3.30 m.

COORDENADAS (m): 284791 E

9331784 N

FECHA: 26 de agosto del 2023

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

Hernando Tavera

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

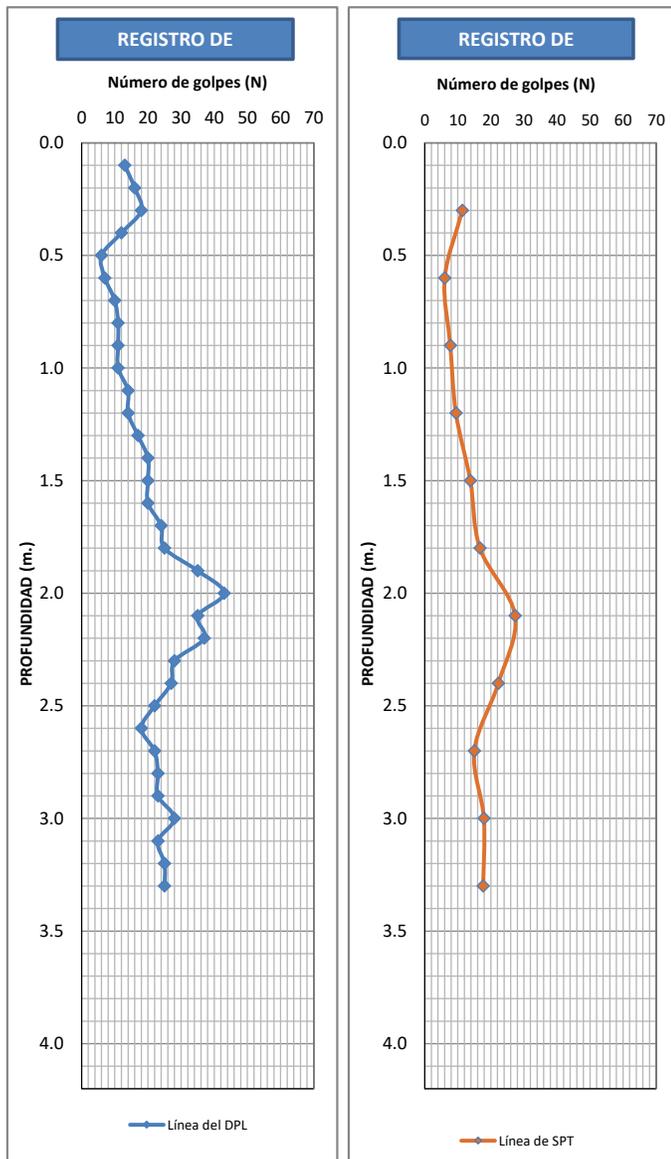
ENSAYO: DPL-09

HOJA: 9/11

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					
0.10	13				
0.20	16	11.37	0.0	30.1	Media
0.30	18				
0.40	12				
0.50	6	6.05	0.0	26.0	Suelta
0.60	7				
0.70	10				
0.80	11	7.74	0.0	27.4	Suelta
0.90	11				
1.00	11				
1.10	14	9.44	0.0	28.7	Suelta
1.20	14				
1.30	17				
1.40	20	13.79	0.0	31.6	Media
1.50	20				
1.60	20				
1.70	24	16.69	0.0	33.3	Media
1.80	25				
1.90	35				
2.00	43	27.34	0.0	38.4	Media
2.10	35				
2.20	37				
2.30	28	22.26	0.0	36.1	Media
2.40	27				
2.50	22				
2.60	18	15.00	0.0	32.3	Media
2.70	22				
2.80	23				
2.90	23	17.90	0.0	33.9	Media
3.00	28				
3.10	23				
3.20	25	17.66	0.0	33.8	Media
3.30	25				
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.30 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.
COORDENADAS (m): 284138 E
9330376 N
FECHA: 26 de agosto del 2023
ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

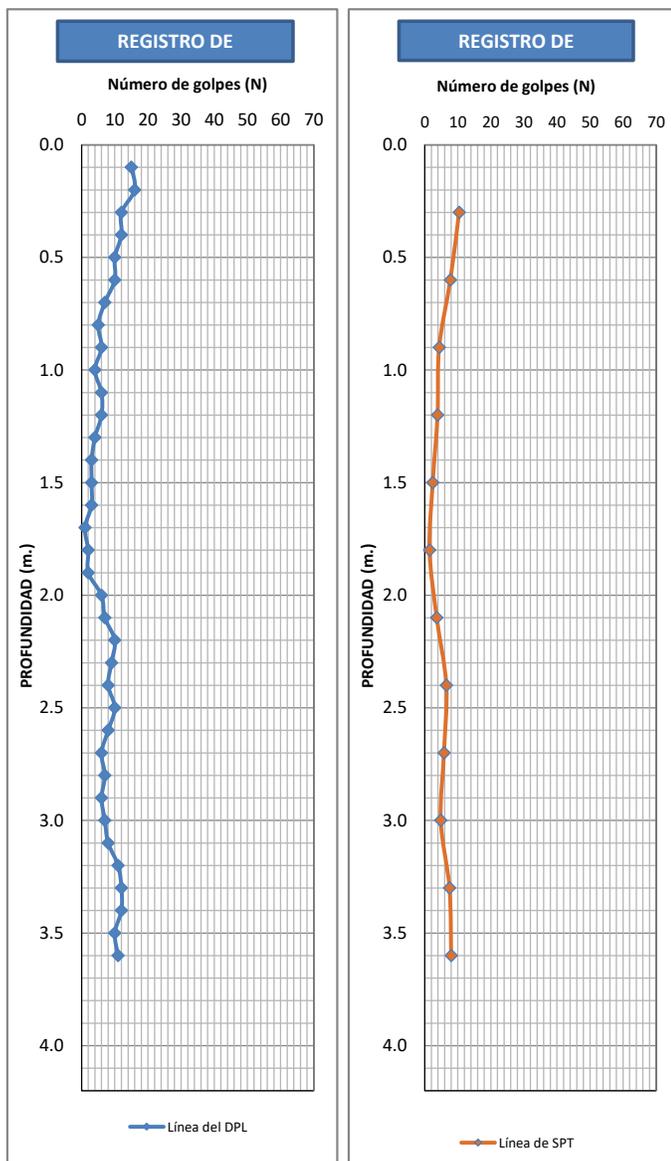
ENSAYO: DPL-10

HOJA: 10/11

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					
0.10	15				
0.20	16	10.40	0.0	29.4	Media
0.30	12				
0.40	12				
0.50	10	7.74	0.0	27.4	Suelta
0.60	10				
0.70	7				
0.80	5	4.35	0.0	24.3	Suelta
0.90	6				
1.00	4				
1.10	6	3.87	0.0	23.8	Muy Suelta
1.20	6				
1.30	4				
1.40	3	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
1.50	3				
1.60	3				
1.70	1	1.45	0.0	20.4	Muy Suelta
1.80	2				
1.90	2				
2.00	6	3.63	0.0	23.5	Muy Suelta
2.10	7				
2.20	10				
2.30	9	6.53	0.0	26.4	Suelta
2.40	8				
2.50	10				
2.60	8	5.81	0.0	25.8	Suelta
2.70	6				
2.80	7				
2.90	6	4.84	0.0	24.8	Suelta
3.00	7				
3.10	8				
3.20	11	7.50	0.0	27.2	Suelta
3.30	12				
3.40	12				
3.50	10	7.98	0.0	27.6	Suelta
3.60	11				
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN:

PROFUNDIDAD (m): 3.60 m.
COORDENADAS (m): 282971 E
9330409 N
FECHA: 26 de agosto del 2023
ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.
APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

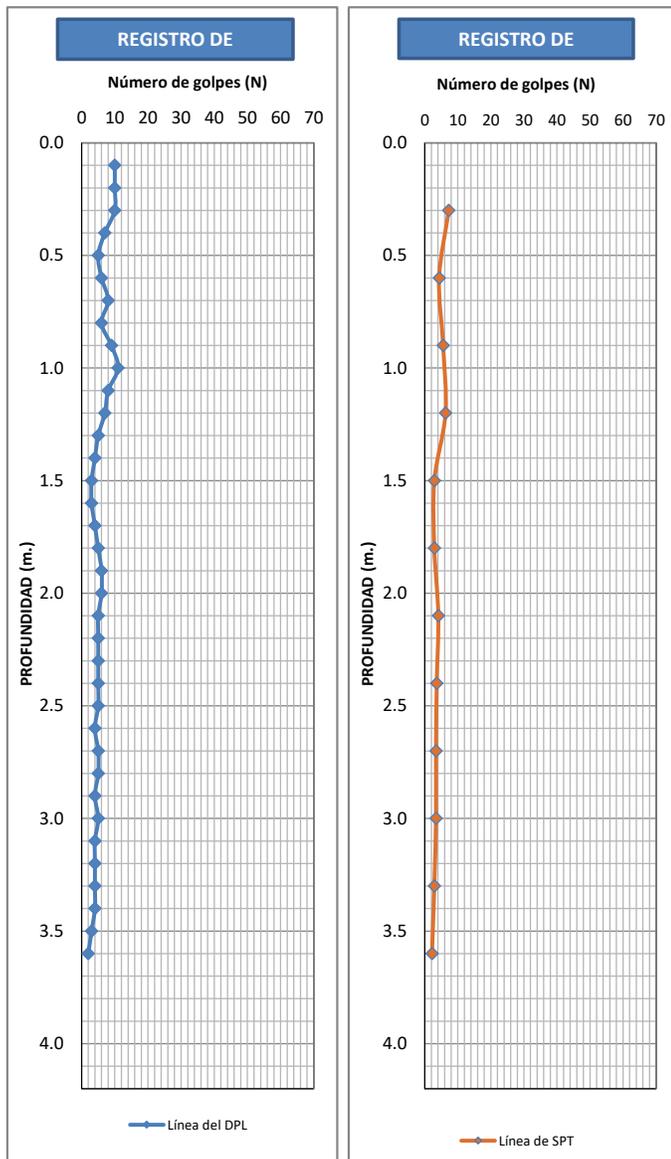
ENSAYO: **DPL-11**

HOJA: 11/11

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					
0.10	10				
0.20	10	7.26	0.0	27.0	Suelta
0.30	10				
0.40	7				
0.50	5	4.35	0.0	24.3	Suelta
0.60	6				
0.70	8				
0.80	6	5.56	0.0	25.5	Suelta
0.90	9				
1.00	11				
1.10	8	6.29	0.0	26.2	Suelta
1.20	7				
1.30	5				
1.40	4	2.90	0.0	22.6	Muy Suelta
1.50	3				
1.60	3				
1.70	4	2.90	0.0	22.6	Muy Suelta
1.80	5				
1.90	6				
2.00	6	4.11	0.0	24.1	Suelta
2.10	5				
2.20	5				
2.30	5	3.63	0.0	23.5	Muy Suelta
2.40	5				
2.50	5				
2.60	4	3.39	0.0	23.2	Muy Suelta
2.70	5				
2.80	5				
2.90	4	3.39	0.0	23.2	Muy Suelta
3.00	5				
3.10	4				
3.20	4	2.90	0.0	22.6	Muy Suelta
3.30	4				
3.40	4				
3.50	3	2.18	0.0	21.6	Muy Suelta
3.60	2				
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					



OBSERVACIONES: Se concluye el ensayo a los 3.60 m. de profundidad debido a que el suelo ofrece resistencia a la penetración.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

Dirección Científica

Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida

Unidad de Geodinámica

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE USANDO PARÁMETROS DEL SPT

APLICANDO EL CRITERIO DE TERZAGHI

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

UBICACIÓN: Distrito de Moyobamba- Provincia de Moyobamba - Región San Martín

FECHA: 26 de agosto del 2023

ENSAYO: **Varios**

ELABORADO POR: Segundo Ortiz Y.

HOJA: 1/1

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

Número	Muestra	γ_{nat} (gr/cm ³)	γ_{seca} (gr/cm ³)	Nivel Freático (m)	D_f (m)	B (m)	C (kg/cm ²)	Φ (°)	Factor de seguridad	TIPO DE FALLA	Factores de carga			Capacidad de Carga (kg/cm ²)	
											N_c	N_q	N_γ	q_{ult}	q_a
1	DPL-01	1.81	1.51		1.50	1.00	0.000	29.60	3.00	FALLA LOCAL	19.85	8.90	4.14	2.73	0.91
2	DPL-02	1.59	1.35		1.50	1.00	0.000	30.90	3.00	FALLA LOCAL	21.53	10.08	4.73	2.72	0.91
3	DPL-03	1.94	1.65	1.20	1.50	1.00	0.000	22.00	3.00	FALLA LOCAL	13.21	4.65	1.55	1.48	0.49
4	DPL-04	1.94	1.65	3.90	1.50	1.00	0.000	20.80	3.00	FALLA LOCAL	12.48	4.23	1.30	1.34	0.45
5	DPL-05	1.68	1.44		1.50	1.00	0.000	26.00	3.00	FALLA LOCAL	16.16	6.45	2.59	1.81	0.60
6	DPL-06	1.94	1.65	1.20	1.50	1.00	0.000	29.30	3.00	FALLA LOCAL	19.50	8.65	3.95	2.84	0.95
7	DPL-07	1.83	1.60	2.10	1.50	1.00	0.000	28.60	3.00	FALLA LOCAL	18.70	8.11	3.57	2.51	0.84
8	DPL-08	1.76	1.43		1.50	1.00	0.000	26.40	3.00	FALLA LOCAL	16.52	6.67	2.71	1.95	0.65
9	DPL-09	1.79	1.56		1.50	1.00	0.000	33.90	3.00	FALLA GENERAL	52.16	36.05	37.43	12.60	4.20
10	DPL-10	1.79	1.56		1.50	1.00	0.000	23.50	3.00	FALLA LOCAL	14.21	5.24	1.86	1.55	0.52
11	DPL-11	1.75	1.59		1.50	1.00	0.000	24.10	3.00	FALLA LOCAL	14.64	5.50	2.00	1.60	0.53

D_f	Profundidad de cimentación	Φ (°)	Angulo de fricción interna del suelo
γ_{nat}	Densidad natural	C (kg/cm ²)	Cohesión
γ_{seca}	Densidad seca	N_c, N_q, N_γ	Factores de carga
B (m)	Ancho de cimientuo continuo	q_{ult}	Capacidad de carga última
		q_a	Capacidad de carga admisible

OBSERVACIÓN: La capacidad de carga admisible es para una cimentación corrida de una edificación convencional.

La responsabilidad total de los resultados y la ejecución de la misma es asumida por el usuario.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteInstituto
Geofísico del Perú - IGPDirección
CientíficaSubdirección de
Ciencias de la Tierra
SólidaUnidad de
Geodinámica

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN

FECHA : Agosto, 2023

ELABORADO POR : Segundo Ortiz

APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL Hernado Tavera

CALICATA	PROF. DE N.F (m)	NÚMERO DE GOLPES N _{spt60}	DENSIDAD NATURAL DE LABORATORIO (gr/cm ³)	CRR corr.	CSR corr.	Factor de Seguridad (FS)	Potencial de Licuación
CMY - 01	N.P	19.11	1.81	0.2046	0.1909	1.07	NO LICUABLE
CMY - 02	N.P	19.11	1.95	0.2046	0.1935	1.06	NO LICUABLE
CMY - 03	N.P	19.11	1.59	0.2046	0.1913	1.07	NO LICUABLE
CMY - 04	2.50	2.42	1.94	0.0550	0.1972	0.28	LICUABLE
CMY - 05	N.P	6.05	1.68	0.0801	0.1905	0.42	LICUABLE
CMY - 06	N.P	19.11	1.76	0.2046	0.1902	1.08	NO LICUABLE
CMY - 07	3.10	6.29	1.83	0.0820	0.1969	0.42	LICUABLE
CMY - 08	N.P	19.11	1.56	0.2046	0.1905	1.07	NO LICUABLE
CMY - 09	1.80	10.16	2.00	0.1145	0.2009	0.57	LICUABLE
CMY - 10	N.P	2.90	1.75	0.0578	0.1923	0.30	LICUABLE
CMY - 11	1.90	16.69	1.79	0.1775	0.1995	0.89	LICUABLE
CMY - 12	N.P	18.00	1.62	0.1918	0.1906	1.01	NO LICUABLE
CMY - 13	N.P	19.00	1.62	0.2033	0.1922	1.06	NO LICUABLE

Observaciones: A la fecha de exploración de las calicatas, se evidenció nivel freático en las calicatas 4, 7, 9 y 11, el resto no presenta nivel freático y los suelos encontrados presentan compacidad media a muy suelta, lo que aumenta la probabilidad de licuación de suelos.

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Sector Tarangui
PROFUNDIDAD : 3.50 m
COORDENADAS : 278504 E
 9338598 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-01
HOJA: 01/11

Prof. N.F. NP m.

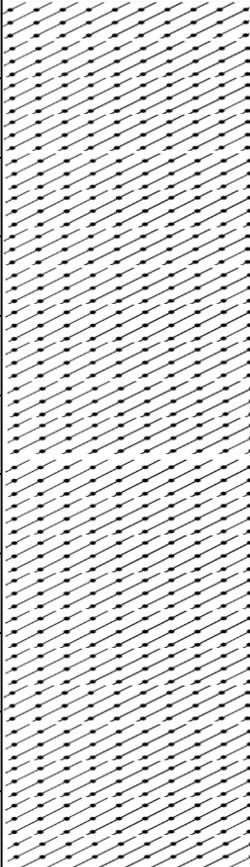
(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	7.98	+++++	SP	Arena fina de origen sedimentario, mal gradada de color beige, humedad baja y de compacidad media a suelta	0.13	0.02	NO LICUABLE
	0.20		+++++					
	0.30		+++++					
	0.40		+++++					
	0.50	5.81	+++++			0.08	0.02	NO LICUABLE
	0.60		+++++					
	0.70	5.56	+++++			0.07	0.02	NO LICUABLE
	0.80		+++++					
	0.90		+++++					
	1.00	7.50	+++++			0.07	0.02	NO LICUABLE
	1.10		+++++					
	1.20		+++++					
	1.30	9.44	+++++			0.07	0.02	NO LICUABLE
	1.40		+++++					
	1.50		+++++					
	1.60	10.64	+++++			0.07	0.02	NO LICUABLE
	1.70		+++++					
	1.80		+++++					
	1.90	13.55	+++++			0.08	0.02	NO LICUABLE
	2.00		+++++					
	2.10		+++++					
	2.20	14.76	+++++	0.08	0.02	NO LICUABLE		
	2.30		+++++					
	2.40		+++++					
	2.50	19.11	+++++	0.08	0.02	NO LICUABLE		
	2.60		+++++					
	2.70		+++++					
	2.80	15.97	+++++	0.07	0.02	NO LICUABLE		
	2.90		+++++					
	3.00		+++++					
	3.10	12.58	+++++	0.06	0.02	NO LICUABLE		
	3.20		+++++					
	3.30		+++++					
	3.40	6.29	+++++	0.05	0.01	NO LICUABLE		
	3.50		+++++					
	3.60		+++++					

Observaciones:

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Terreno colegio Ignacio Velazques
PROFUNDIDAD : 3.20 m
COORDENADAS : 278181 E
 9333601 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-02
HOJA: 02/11

Prof. N.F. NP m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	6.29		SC	Arena arcillosa de origen sedimentario, de humedad baja y de color amarillo. Presenta grado de compactación suelta, media y compacta.	0.11	0.02	NO LICUABLE
	0.20							
	0.30							
	0.40	3.87				0.07	0.02	NO LICUABLE
	0.50							
	0.60							
	0.70	3.87				0.06	0.02	NO LICUABLE
	0.80							
	0.90							
	1.00	5.81				0.06	0.02	NO LICUABLE
	1.10							
	1.20							
	1.30	8.95				0.07	0.02	NO LICUABLE
	1.40							
	1.50							
	1.60	11.13				0.08	0.02	NO LICUABLE
	1.70							
	1.80							
	1.90	12.58				0.07	0.02	NO LICUABLE
	2.00							
	2.10							
	2.20	16.69				0.08	0.02	NO LICUABLE
	2.30							
	2.40							
	2.50	15.00				0.07	0.02	NO LICUABLE
	2.60							
	2.70							
	2.80	19.11				0.08	0.02	NO LICUABLE
	2.90							
	3.00							
	3.10	16.21	0.07	0.02	NO LICUABLE			
	3.20							
	3.30							
	3.40							
	3.50							
	3.60							

Observaciones:



PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Asoc. Viv. Playa Río Mayo
PROFUNDIDAD : 3.60 m
COORDENADAS : 281572 E
 9334538 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-03
HOJA: 03/11
Prof. N.F. 1.20 m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	1.45		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.24	LICUABLE
	0.20							
	0.30							
	0.40	0.97				0.05	0.19	LICUABLE
	0.50							
	0.60							
	0.70	0.73				0.05	0.18	LICUABLE
	0.80							
	0.90							
	1.00	1.69				0.05	0.17	LICUABLE
	1.10							
	1.20							
	1.30	1.94				0.05	0.17	LICUABLE
	1.40							
	1.50							
	1.60	1.45				0.05	0.17	LICUABLE
	1.70							
	1.80							
	1.90	2.42				0.05	0.17	LICUABLE
	2.00							
	2.10							
	2.20	10.16				0.06	0.16	LICUABLE
	2.30							
	2.40							
	2.50	4.35				0.05	0.16	LICUABLE
	2.60							
	2.70							
	2.80	3.39				0.05	0.16	LICUABLE
	2.90							
	3.00							
	3.10	5.32	0.05	0.16	LICUABLE			
	3.20							
	3.30							
	3.40	16.69	0.07	0.16	LICUABLE			
	3.50							
	3.60							

Observaciones:



PERÚ

Ministerio del Ambiente



PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Suelta Guayabal
PROFUNDIDAD : 3.70 m
COORDENADAS : 281007 E
 9333838 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-04
HOJA: 04/11
Prof. N.F. 1.20 m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN																		
	0.10	11.37		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.18	0.24	LICUABLE																		
	0.20																									
	0.30																									
	0.40	8.95				SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.11	0.19	LICUABLE																
	0.50																									
	0.60																									
	0.70	3.63						SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.06	0.18	LICUABLE														
	0.80																									
	0.90																									
	1.00	3.39								SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.17	LICUABLE												
	1.10																									
	1.20																									
	1.30	1.94										SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.17	LICUABLE										
	1.40																									
	1.50																									
	1.60	1.21												SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.17	LICUABLE								
	1.70																									
	1.80																									
	1.90	1.69														SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.17	LICUABLE						
	2.00																									
	2.10																									
	2.20	2.18																SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.16	LICUABLE				
	2.30																									
	2.40																									
	2.50	3.39																		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.16	LICUABLE		
	2.60																									
	2.70																									
	2.80	3.15																				SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.16	LICUABLE
	2.90																									
	3.00																									
	3.10	3.63	SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05																			0.16	LICUABLE	
	3.20																									
	3.30																									
	3.40	7.50			SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05																	0.16	LICUABLE	
	3.50																									
	3.60																									

Observaciones:



PERÚ

Ministerio del Ambiente



PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Suelta Azungue
PROFUNDIDAD : 3.40 m
COORDENADAS : 279998 E
 9332823 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-05
HOJA: 05/11

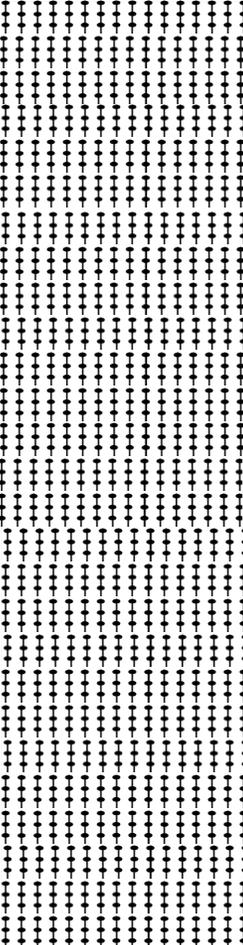
Prof. N.F. N.P m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN																											
	0.10	7.50		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.12	0.21	LICUABLE																											
	0.20																																		
	0.30																																		
	0.40	6.29					SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.08	0.17	LICUABLE																								
	0.50																																		
	0.60																																		
	0.70	7.02								SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.08	0.16	LICUABLE																					
	0.80																																		
	0.90																																		
	1.00	14.76											SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.11	0.15	LICUABLE																		
	1.10																																		
	1.20																																		
	1.30	9.68														SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.08	0.15	LICUABLE															
	1.40																																		
	1.50																																		
	1.60	2.42																	SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.14	LICUABLE												
	1.70																																		
	1.80																																		
	1.90	6.05																				SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.06	0.14	LICUABLE									
	2.00																																		
	2.10																																		
	2.20	11.61																							SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.07	0.14	LICUABLE						
	2.30																																		
	2.40																																		
	2.50	10.89																										SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.06	0.14	LICUABLE			
	2.60																																		
	2.70																																		
	2.80	5.81																													SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.	0.05	0.14	LICUABLE
	2.90																																		
	3.00																																		
	3.10	21.05		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.																												0.08	0.14	LICUABLE
	3.20																																		
	3.30																																		
	3.40	7.98					SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige a plomo. Presenta grado de compacidad muy suelta a media.																									0.05	0.14	LICUABLE
	3.50																																		
	3.60																																		

Observaciones:

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Jr. 20 de Abril cuadra 1
PROFUNDIDAD : 3.60 m
COORDENADAS : 282294 E
 9333421 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-06
HOJA: 06/11
Prof. N.F. 2.50 m.

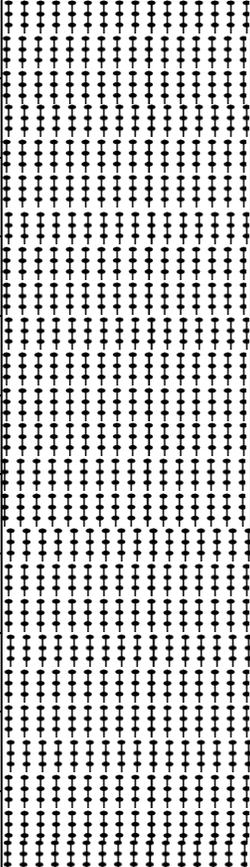
(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	11.61		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad alta a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad baja a media.	0.18	0.24	LICUABLE
	0.20							LICUABLE
	0.30							LICUABLE
	0.40	13.79				LICUABLE		
	0.50					LICUABLE		
	0.60					LICUABLE		
	0.70	8.47				LICUABLE		
	0.80					LICUABLE		
	0.90					LICUABLE		
	1.00	7.50				LICUABLE		
	1.10					LICUABLE		
	1.20					LICUABLE		
	1.30	8.47				LICUABLE		
	1.40					LICUABLE		
	1.50					LICUABLE		
	1.60	10.64				LICUABLE		
	1.70					LICUABLE		
	1.80					LICUABLE		
	1.90	10.16				LICUABLE		
	2.00					LICUABLE		
	2.10					LICUABLE		
	2.20	10.89				LICUABLE		
	2.30					LICUABLE		
	2.40					LICUABLE		
	2.50	11.85				LICUABLE		
	2.60					LICUABLE		
	2.70					LICUABLE		
	2.80	14.27				LICUABLE		
	2.90					LICUABLE		
	3.00					LICUABLE		
	3.10	15.97	LICUABLE					
	3.20		LICUABLE					
	3.30		LICUABLE					
	3.40	16.94	LICUABLE					
	3.50		LICUABLE					
	3.60		LICUABLE					

Observaciones:

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Barrio Calvario
PROFUNDIDAD : 3.30 m
COORDENADAS : 280632 E
 9331798 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-07
HOJA: 07/11

Prof. N.F. 1.20 m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	2.90		SM	Arena limosa de origen sedimentario, de humedad media a saturado y de color beige. Presenta grado de compacidad muy suelta, suelta y media.	0.07	0.23	LICUABLE
	0.20							
	0.30							
	0.40	2.42						
	0.50							
	0.60							
	0.70	2.42						
	0.80							
	0.90							
	1.00	2.66						
	1.10							
	1.20							
	1.30	4.35						
	1.40							
	1.50							
	1.60	6.29						
	1.70							
	1.80							
	1.90	9.19						
	2.00							
	2.10							
	2.20	8.47						
	2.30							
	2.40							
	2.50	8.47						
	2.60							
	2.70							
	2.80	9.19						
	2.90							
	3.00							
	3.10	9.92						
	3.20							
	3.30							
	3.40							
	3.50							
	3.60							

Observaciones:



PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Sector San José
PROFUNDIDAD : 3.60 m
COORDENADAS : 276121 E
 9331312 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-08
HOJA: 08/11
Prof. N.F. 2.10 m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN																		
	0.10	2.18	[Vertical lines]	MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.02	NO LICUABLE																		
	0.20																									
	0.30																									
	0.40	2.18	[Vertical lines]			MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.05	0.02	NO LICUABLE																
	0.50																									
	0.60																									
	0.70	3.15	[Vertical lines]					MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.02	NO LICUABLE														
	0.80																									
	0.90																									
	1.00	4.84	[Vertical lines]							MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.02	NO LICUABLE												
	1.10																									
	1.20																									
	1.30	6.05	[Vertical lines]									MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.02	NO LICUABLE										
	1.40																									
	1.50																									
	1.60	5.56	[Vertical lines]											MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.02	NO LICUABLE								
	1.70																									
	1.80																									
	1.90	6.53	[Vertical lines]													MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.02	NO LICUABLE						
	2.00																									
	2.10																									
	2.20	9.68	[Vertical lines]															MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.01	NO LICUABLE				
	2.30																									
	2.40																									
	2.50	10.40	[Vertical lines]																	MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.06	0.01	NO LICUABLE		
	2.60																									
	2.70																									
	2.80	15.48	[Vertical lines]																			MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.	0.07	0.01	NO LICUABLE
	2.90																									
	3.00																									
	3.10	17.42	[Vertical lines]	MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.																			0.07	0.01	NO LICUABLE
	3.20																									
	3.30																									
	3.40	15.73	[Vertical lines]			MH	Limo inorgánico de alta plasticidad, de humedad media a alta y de color blanquecino con oxidación. Presenta grado de compactación muy suelta, suelta y media.																	0.07	0.01	NO LICUABLE
	3.50																									
	3.60																									

Observaciones:



PERÚ

Ministerio del Ambiente



PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN : Sector Rumiyacu
PROFUNDIDAD : 3.30 m
COORDENADAS : 284791 E
 9331784 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-09
HOJA: 09/11

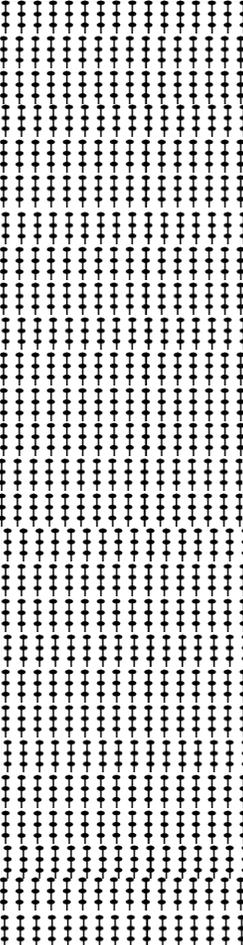
Prof. N.F. NP m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN																											
	0.10	11.37		SM	Arena limosa de origen sedimentario, grano fino, humedad media a alta y de color beige. Presenta grado de compactación media, compacta y media.	0.18	0.02	NO LICUABLE																											
	0.20																																		
	0.30																																		
	0.40	6.05							0.08	0.02	NO LICUABLE																								
	0.50																																		
	0.60																																		
	0.70	7.74										0.08	0.02	NO LICUABLE																					
	0.80																																		
	0.90																																		
	1.00	9.44													0.08	0.02	NO LICUABLE																		
	1.10																																		
	1.20																																		
	1.30	13.79																0.09	0.02	NO LICUABLE															
	1.40																																		
	1.50																																		
	1.60	16.69																			0.10	0.02	NO LICUABLE												
	1.70																																		
	1.80																																		
	1.90	27.34																						0.13	0.02	NO LICUABLE									
	2.00																																		
	2.10																																		
	2.20	22.26																									0.10	0.02	NO LICUABLE						
	2.30																																		
	2.40																																		
	2.50	15.00																												0.07	0.02	NO LICUABLE			
	2.60																																		
	2.70																																		
	2.80	17.90																															0.08	0.01	NO LICUABLE
	2.90																																		
	3.00																																		
	3.10	17.66																															0.07	0.01	NO LICUABLE
	3.20																																		
	3.30																																		
	3.40																																		
	3.50																																		
	3.60																																		

Observaciones:

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN :
PROFUNDIDAD : 3.60 m
COORDENADAS : 284138 E
 9330376 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-10
HOJA: 10/11
Prof. N.F. NP m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	10.40		SM	Arena limosa de origen sedimentario, grano fino, humedad media a alta y de color beige. Presenta grado de compacidad media, suelta y muy suelta.	0.16	0.22	LICUABLE
	0.20							
	0.30							
	0.40	7.74				0.10	0.18	LICUABLE
	0.50							
	0.60							
	0.70	4.35				0.06	0.17	LICUABLE
	0.80							
	0.90							
	1.00	3.87				0.06	0.16	LICUABLE
	1.10							
	1.20							
	1.30	2.42				0.05	0.16	LICUABLE
	1.40							
	1.50							
	1.60	1.45				0.05	0.15	LICUABLE
	1.70							
	1.80							
	1.90	3.63				0.05	0.15	LICUABLE
	2.00							
	2.10							
	2.20	6.53				0.06	0.15	LICUABLE
	2.30							
	2.40							
	2.50	5.81				0.05	0.15	LICUABLE
	2.60							
	2.70							
	2.80	4.84				0.05	0.15	LICUABLE
	2.90							
	3.00							
	3.10	7.50	0.05	0.15	LICUABLE			
	3.20							
	3.30							
	3.40	7.98	0.05	0.23	LICUABLE			
	3.50							
	3.60							

Observaciones:

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS DEL ÁREA URBANA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN
UBICACIÓN :
PROFUNDIDAD : 3.60 m
COORDENADAS : 282971 E
 9330409 N
FECHA : Agosto, 2023
ELABORADO POR : Segundo Ortiz
APROBADO POR : Juan Carlos Gómez A.
RESPONSABLE DEL PROYECTO : Hernando Tavera

ENSAYO: DPL-11
HOJA: 11/11
Prof. N.F. NP m.

(E)	PROF. (m.)	(N1)60	ESTRATO (gráfico)	SUCS	DESCRIPCIÓN	CRR corr.	CSR corr.	EVALUACIÓN
	0.10	7.26		SM	Arena limosa de origen sedimentario, grano fino, humedad media a alta y de color blanco con tonalidad amarillenta. Presenta grado de compacidad suelta.	0.12	0.22	LICUABLE
	0.20							
	0.30							
	0.40	4.35						
	0.50							
	0.60							
	0.70	5.56						
	0.80							
	0.90							
	1.00	6.29						
	1.10							
	1.20							
	1.30	2.90						
	1.40							
	1.50							
	1.60	2.90						
	1.70							
	1.80							
	1.90	4.11						
	2.00							
	2.10							
	2.20	3.63						
	2.30							
	2.40							
	2.50	3.39						
	2.60							
	2.70							
	2.80	3.39						
	2.90							
	3.00							
	3.10	2.90						
	3.20							
	3.30							
	3.40	2.18						
	3.50							
	3.60							

Observaciones:

