

ESTUDIO GEOFÍSICO DE REFRACCION SISMICA, MASW Y MICROTREMORES



Proyecto:

**CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA DE OBRA:
PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA,
EQUIPAMIENTO Y CONTINGENCIA: “RECONSTRUCCIÓN DEL
HOSPITAL SAUL GARRIDO ROSILLO II-1, DISTRITO DE TUMBES,
PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES”**

Solicitado por:

CONSORCIO CONSULTOR SAUL GARRIDO

ABRIL 2021

CONTENIDO

1.0	GENERALIDADES.....	4
1.1	INTRODUCCIÓN	4
1.2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
1.3	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	4
2.0	DESCRIPCION Y PRINCIPIO DE ENSAYOS GEOFISICOS.....	7
2.1	REFRACCION SISMICA.....	7
2.1.1	Fundamentos de los Ensayos de Refracción Sísmica.....	7
2.1.2	Consideraciones de la Refracción Sísmica	8
2.2	MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)	10
2.2.1	Fundamentos de los Ensayos MASW	10
2.2.2	Consideraciones del MASW.....	10
3.0	EQUIPOS E INSTRUMENTACION PARA EL LEVANTAMIENTO GEOFISICO.....	13
3.1	REFRACCION SISMICA.....	13
3.1.1	Equipo e instrumentos para Refracción Sísmica	13
3.1.2	Parámetros de Adquisición Refracción Sísmica	14
3.1.3	Análisis de Registros y Calificación de Datos	14
3.1.4	Procesamiento de Datos de Refracción Sísmica.....	16
3.2	MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)	17
3.2.1	Equipo e Instrumentos para MASW	17
3.2.2	Parámetros de Adquisición MASW.....	18
3.2.3	Análisis de Registros y Calificación de Datos	18
3.2.4	Procesamiento de Datos de MASW	20
3.3	ENSAYO DE MICROTREMORES	21
3.3.1	Equipo utilizado.....	22
3.3.2	Ensayos de microtremores.....	22
4.0	PRESENTACION DE RESULTADOS	24
4.1	REFRACCION SISMICA.....	24
4.1.1	Resultado Línea Sísmica 01	24
4.1.2	Resultado Línea Sísmica 02	24
4.1.3	Resultado Línea Sísmica 03	24
4.1.4	Resultado Línea Sísmica 04	25
4.1.5	Resultado Línea Sísmica 05	25
4.1.6	Resultado Línea Sísmica 06	26
4.1.7	Resultado Línea Sísmica 07	26

4.1.8	Resultado Línea Sísmica 08	26
4.2	MASW.....	27
4.2.1	MASW Línea Sísmica 1	27
4.2.2	MASW Línea Sísmica 2	28
4.2.3	MASW Línea Sísmica 3	28
4.2.4	MASW Línea Sísmica 4	29
4.2.5	MASW Línea Sísmica 5	30
4.2.6	MASW Línea Sísmica 6	30
4.2.7	MASW Línea Sísmica 7	31
4.2.8	MASW Línea Sísmica 8	32
4.3	MICROTREMORES.....	33
4.3.1	Análisis y control de registros sísmicos y eléctricos	33
4.3.2	Procesamiento de los ensayos de microtremores	33
4.3.3	Interpretación de resultados.....	33
4.3.4	Interpretación de los resultados de microtremores	33
5.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
6.0	REFERENCIAS	37

TABLAS

Tabla 3-1:	Parámetros de Refracción Sísmica.	14
Tabla 3-2:	Ubicación de los ensayos de refracción sísmica	15
Tabla 3-3:	Parámetros de MASW.....	18
Tabla 3-4:	Ubicación de los ensayos de MASW	19
Tabla 3-5:	Parámetros de adquisición sísmica	21
Tabla 3-6:	Ubicación de los ensayos de microtremores	23
Tabla 4-1:	Resumen de los resultados obtenidos mediante el ensayo de microtremores.	33

FIGURAS

Figura 1-1:	Localización ámbito regional.....	5
Figura 1-2:	Ubicación del nuevo terreno Hospital Saul Garrido Rosillo II-1.....	6
Figura 2-1:	Tendido Sísmico de Refracción Característico.....	8
Figura 2-2:	Perfil Refracción 2D.	9
Figura 2-3:	Distribución de Sensores y Adquisición de Datos MASW.	10
Figura 2-4:	Perfil Unidimensional MASW.	11
Figura 3-1:	Vista de un Registro de Refracción.....	15
Figura 3-2:	Vista de un Registro de MASW.....	19
Figura 3-3:	Adquisición de datos de microtremores.	22

ANEXOS

1.0 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente reporte corresponde a la elaboración del Informe Técnico de los Estudios Geofísicos de Refracción Sísmica y MASW para el proyecto: CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA DE OBRA: PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA, EQUIPAMIENTO Y CONTINGENCIA: "RECONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL SAUL GARRIDO ROSILLO II-1, DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES"

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es conseguir la información de las condiciones geológicas del subsuelo de la zona, en donde se proyecta la "RECONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL SAUL GARRIDO ROSILLO II-1, DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES", por lo cual se desea conocer los estratos del subsuelo, en donde se construirá los cimientos que soportaran dicho estructura, esto se lograra mediante la interpretación de perfiles de Refracción Sísmica, MASW y MAM, que se realizaran a partir de los valores tomados en la zona del estudio, mostrando una referencia de los horizontes y la potencia que puedan tener los mismos.

1.3 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La ubicación in-situ donde se realizó la georreferenciación: provincia región Tumbes pertenece geográficamente al distrito tumbes, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes, corresponde a la región planicie costera. Actualmente el distrito mencionadas, cuentan

con un sistema de abastecimiento de agua existente, energías líneas de comunicación entre otros.

Región : Tumbes
 Provincia : Tumbes
 Distrito : Tumbes

Figura 1-1: Localización ámbito regional.

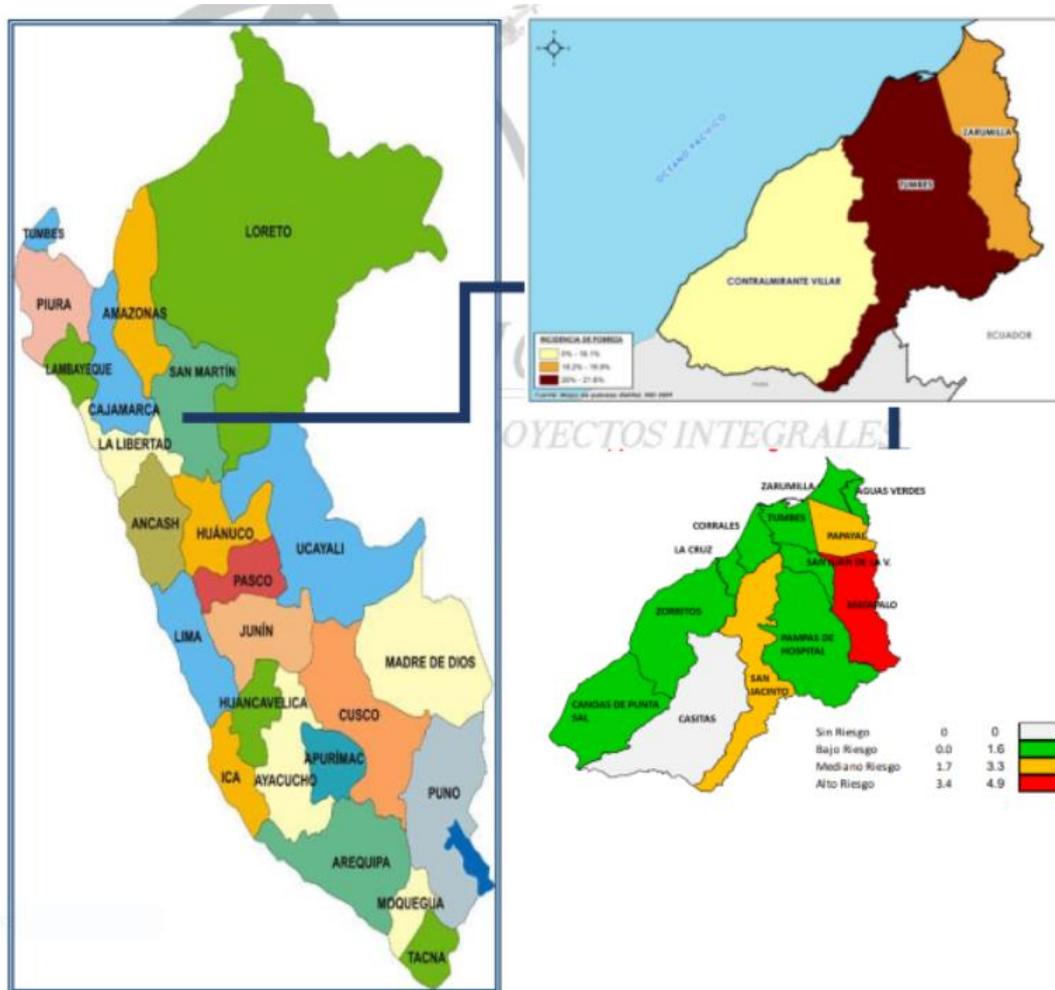
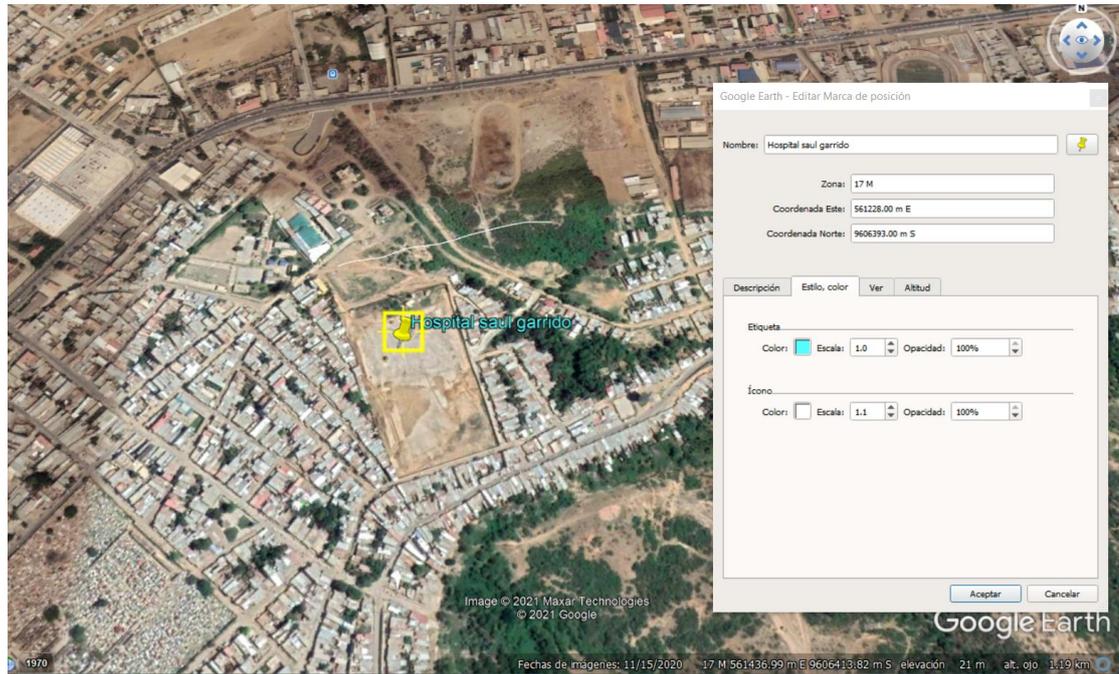


Figura 1-2: Ubicación del nuevo terreno Hospital Saul Garrido Rosillo II-1.



2.0 DESCRIPCION Y PRINCIPIO DE ENSAYOS GEOFISICOS

2.1 REFRACCION SISMICA

2.1.1 Fundamentos de los Ensayos de Refracción Sísmica

El principio de Refracción Sísmica se basa en la propagación de ondas sísmicas, ondas P, originadas mediante súbitas deformaciones del terreno en la superficie (disparos de escopeta y/o iterativos golpes de una comba sobre una placa metálica). Dicho fenómeno de deformación de corteza genera frentes de onda que viajan por el subsuelo.

Estos frentes de onda o simplemente ondas sísmicas, al encontrar interfaces entre dos medios con propiedades elásticas diferentes, provocan que parte de su energía continúe penetrando a mayor profundidad y otra parte viaje por la interfaz y regresa a la superficie donde es registrada por los geófonos.

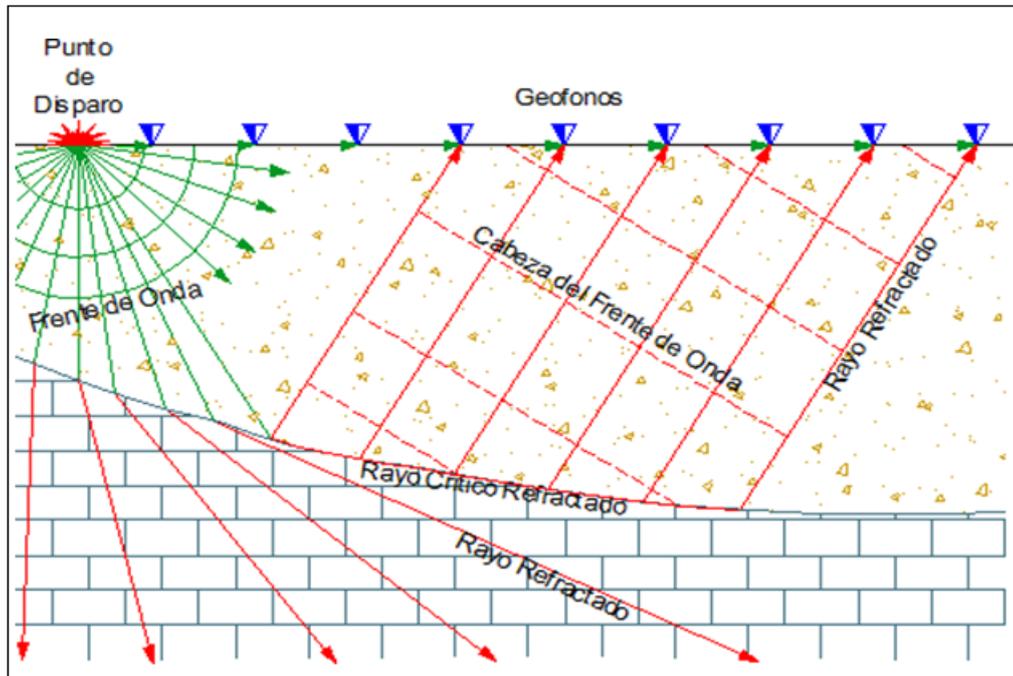
La onda o fase sísmica P llega a los geófonos pasado un tiempo "ti" denominado Tiempo de Arribo, el cual va a depender principalmente de la distancia "di", comprendida entre el punto de disparo y su recorrido por el subsuelo hasta llegar al geófono.

Sin embargo, este tiempo se ve afectado por las propiedades de elasticidad y densidad del medio por el cual viaja.

Cabe señalar que el método de refracción sísmica está limitado a determinar capas de velocidades crecientes con las profundidades de investigación.

Una vez establecidos los objetivos de la exploración sísmica y determinado el lugar del levantamiento, en cada línea sísmica se fijan los intervalos de espaciamiento Fuente – Geófonos (según arreglo de campo) y Geófono - Geófono (5 m), con la finalidad de obtener la mayor precisión en los tiempos de arribo en cada geófono a partir de la señal sísmica y lograra la profundidad requerida en los objetivos.

Figura 2-1: Tendido Sísmico de Refracción Característico.

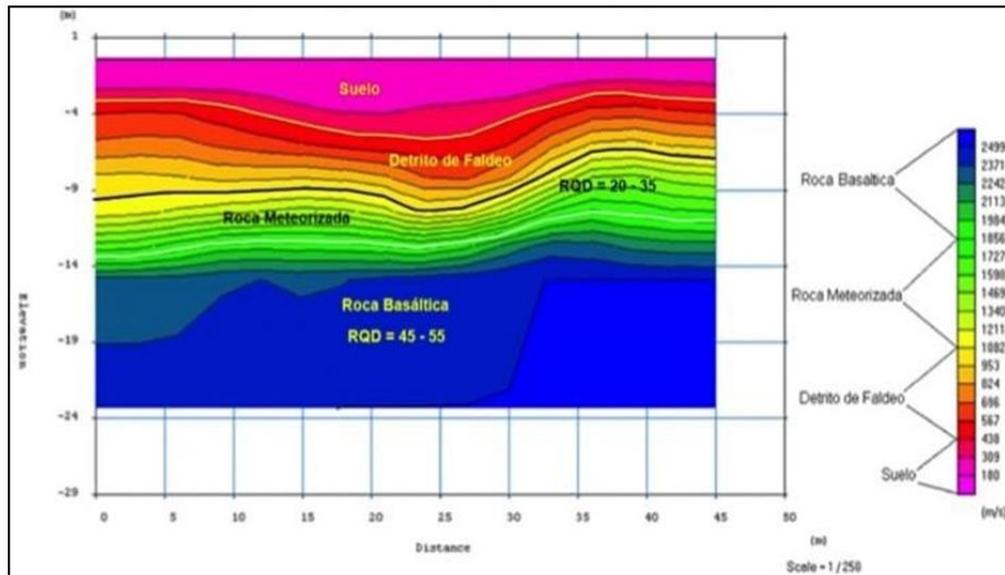


2.1.2 Consideraciones de la Refracción Sísmica

La aplicación más común de la refracción sísmica en la ingeniería civil es para la determinación de la profundidad del basamento en los proyectos de construcción de represas y grandes hidroeléctricas, y para la determinación de las condiciones (meteorización, fracturación) y competencia de la roca en donde se asentarán las estructuras, así como por donde se realizarán los túneles.

También es muy útil para detección de fallas geológicas. En el caso de contextos urbanos la refracción resulta útil para la determinación de la profundidad a basamento y el perfil de velocidades de onda P y S; y para la extrapolación lateral de perforaciones puntuales de suelos.

Figura 2-2: Perfil Refracción 2D.



- Módulo de Poisson:** Constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de una partícula de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento. Si se toma un prisma mecánico fabricado en el material cuyo coeficiente de Poisson pretendemos medir y se somete este prisma a una fuerza de tracción aplicada sobre sus bases superior e inferior, el coeficiente de Poisson se puede medir como: la razón entre el alargamiento longitudinal producido dividido por el acortamiento de una longitud situada en un plano perpendicular a la dirección de la carga

$$\nu = - \frac{\epsilon_{trans}}{\epsilon_{long}}$$

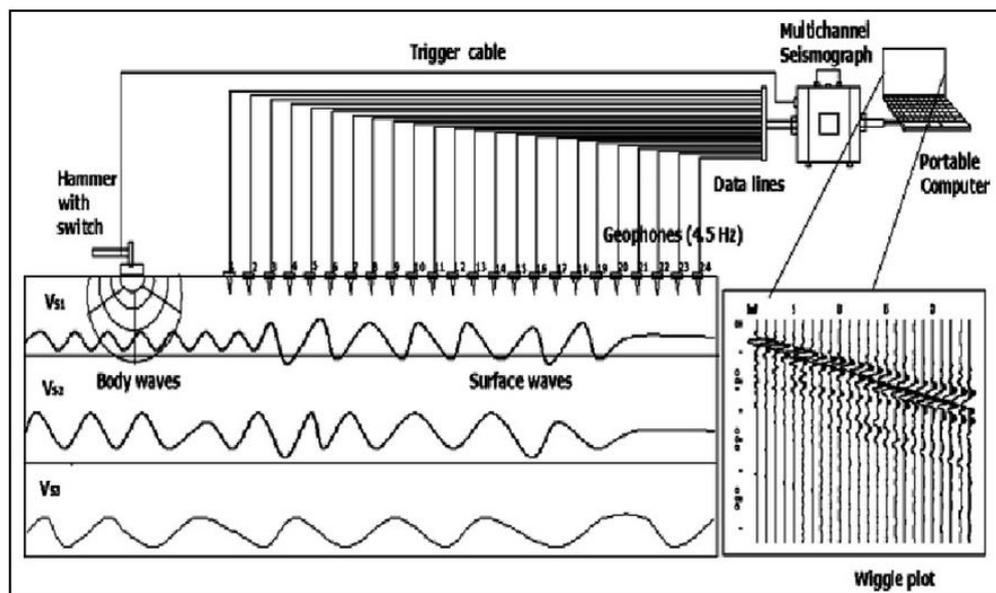
aplicada. Este valor coincide igualmente con el cociente de deformaciones, de hecho la fórmula usual para el Coeficiente de Poisson es:

2.2 MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)

2.2.1 Fundamentos de los Ensayos MASW

Los ensayos de medición de ondas superficiales en arreglos multicanales (MASW) consisten en generar ondas vibratorias en la superficie del terreno y registrar a distancias variables el arribo de las ondas de corte (Ondas S), con las cuales se determinan los cambios de velocidades a lo largo de los contactos.

Figura 2-3: Distribución de Sensores y Adquisición de Datos MASW.



2.2.2 Consideraciones del MASW

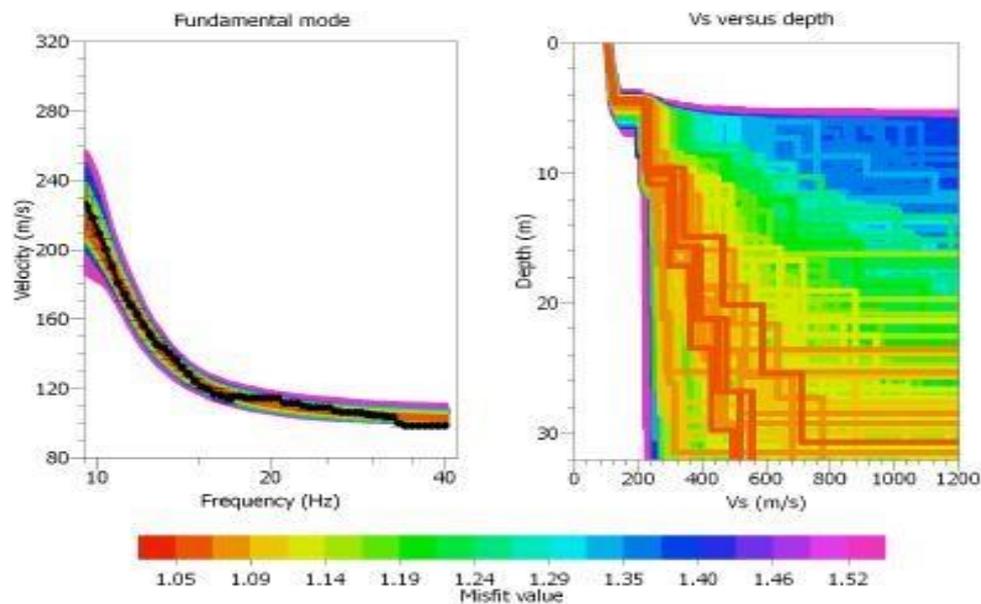
El ensayo MASW o Análisis Multicanal de las Ondas Superficiales, se define según la dispersión o el cambio en velocidad de fase respecto a la frecuencia, la cual es la propiedad fundamental utilizada en métodos de ondas superficiales. La velocidad de onda de corte puede ser derivada invirtiendo la velocidad de fase dispersiva de las ondas superficiales. La dispersión de ondas de superficie puede ser significativa en presencia de capas de velocidad, lo cual es común en ambientes cercanos a la superficie. Existen otros tipos de ondas de superficie (ondas que se propagan a lo largo de la superficie de la

tierra), pero para esta aplicación, se enfoca en las ondas Rayleigh, también conocidas como "ground roll".

Por ello, el termino onda superficial, cuando se usa en SASW (Spectral Analysis of Surface Wave), MASW (Multichannel Analisis of Surface Wave) o MAM (Micro-Tremor Array Measurement) refiere básicamente a las ondas Rayleigh.

Existen dos maneras en que las ondas superficiales son generadas: Fuentes activas, cuando la energía es ocasionada intencionalmente en una ubicación específica, registrando los datos en el momento en que se genera la energía. Asimismo, también existen las fuentes pasivas, o estudios de micro tremores donde el registro y el movimiento son continuos, la energía ambiental es generada por ruido cultural, tráfico, fábricas, viento, movimiento ondulatorio, entre otros.

Figura 2-4: Perfil Unidimensional MASW.



Esta técnica se ha venido utilizando con bastante frecuencia en la exploración geotécnica como un método indirecto para la cimentación de estructuras, puentes, presas, pads, etc. Obteniendo buenas correlaciones con los perfiles estratigráficos del suelo en los casos

donde se ha realizado perforaciones diamantinas, así como con los resultados de los ensayos SPT, por lo que tienen una buena confiabilidad y constituye una alternativa económica.

3.0 EQUIPOS E INSTRUMENTACION PARA EL LEVANTAMIENTO GEOFISICO

3.1 REFRACCION SISMICA

3.1.1 Equipo e instrumentos para Refracción Sísmica

Para realizar los ensayos de Refracción Sísmica se contó con un equipo de prospección geofísica; Sismógrafo de 24 Canales (24 bits) Marca: PASI (Italia) Modelo: GEA-24

- Sismógrafo digital de 24 canales; Paquete para medición de Refracción Sísmica, MASW y MAM Incluye:
- Sismógrafo PASI (inc. software PASI, cable USB)
- 02 Cable Sísmico de 12 Canales de 5m espaciamiento Con conectores y Tomas Individuales
- 24 Geófonos de 4,5 Hz (Configuración Vertical)
- 24 Geófonos de 10 Hz (Configuración Vertical)
- 24 trípodes para geófonos de acero inoxidable
- 01 Hammer Switch (Con cable)
- 01 Cable Blindado para Arranque (Trigger), carrete de 100m
- 01 Placa de Aluminio con Asa de Transporte (20x20x5 cm)
- 01 Martillo Resistente (Comba)
- 01 Cinta métrica de 50 metros.
- 01 Software INTERSISM LITE RIF (Inglés) - Para la inversión de datos de refracción sísmica + Llave
- 01 Software WINMASW STD (Inglés) - Para la inversión de datos
- MASW y MAM + Llave
- 02 Maletas de Transporte resistente.

Los registros de las ondas sísmicas obtenidas en cada una de las líneas de exploración pueden ser procesados en campo en forma preliminar y en forma definitiva en gabinete, utilizando para ello programas de cómputo que permiten obtener las velocidades de propagación de las ondas P y S así como el perfil sísmico del terreno.

3.1.2 Parámetros de Adquisición Refracción Sísmica

El levantamiento se realizó empleando los siguientes parámetros, tal como se muestra en la Tabla 3.1:

Tabla 3-1: Parámetros de Refracción Sísmica.

PARAMETRO	DESCRIPCION
Configuración de dispositivo	Lineal
Longitud de dispositivo	Aproximadamente tres veces la profundidad de interés. 100 m
Intervalo de geófono	8 m
Número de geófonos	12 unidades
Tipos de geófono	Geófono vertical de 6 Hz.
Fuente Sísmica	Percutor sísmico, comba de 18 Lb.
Activación	Interruptor de tiro conectado al puerto del sismógrafo
Intervalo de muestreo	0.25
Longitud de registro	0.5
Staking	De acuerdo a la calidad de la data.

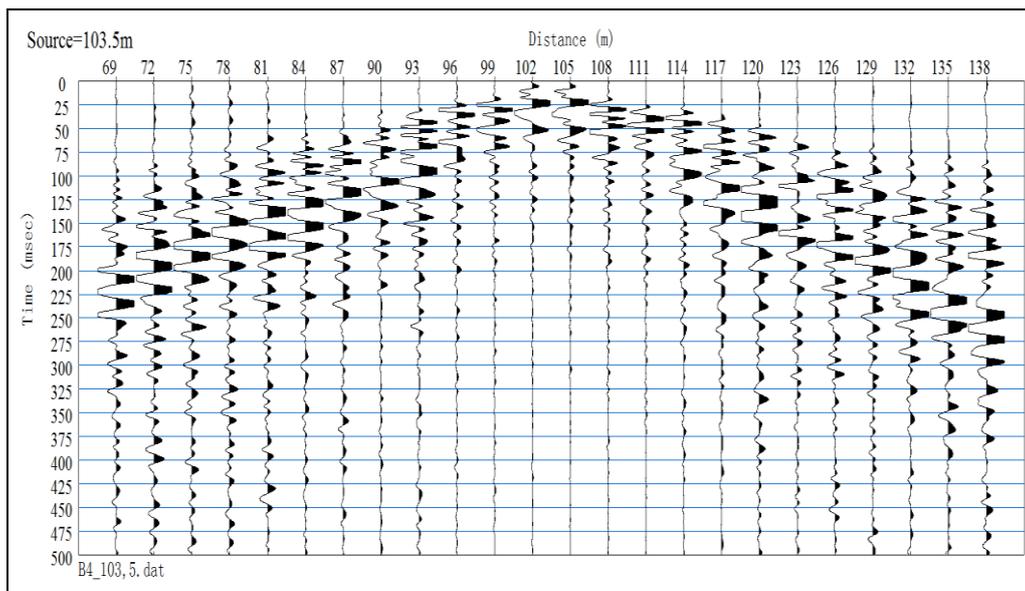
3.1.3 Análisis de Registros y Calificación de Datos

El análisis de cada registro se aplica en todos los métodos sísmicos, inicialmente en campo y posterior en gabinete; y generalmente es antes de iniciar el procesamiento. En este proceso se verifica y analiza cada una de las señales obtenidas en campo, calificando cada uno de los registros y sus repeticiones a fin de obtener el registro de mejor calidad para la identificación de fases (P y S) de cada geófono. Esta calificación de datos consiste en verificar digitalmente la información obtenida en campo, con el fin de discriminar aquellas que muestren baja calidad.

Tabla 3-2: Ubicación de los ensayos de refracción sísmica

COORDENADAS DE LINEAS SISMICA		
L. Sísmica	COORD. INICIO	COORD. FINAL
L.S. - 01	561235 E	561184 E
	9606409 N	9606389 N
L.S. - 02	561252 E	561201 E
	9606368 N	9606347 N
L.S. - 03	561213 E	561234 E
	9606330 N	9606279 N
L.S. - 04	561262 E	561283 E
	9606343 N	9606292 N
L.S. - 05	561263 E	561314 E
	9606245 N	9606265 N
L.S. - 06	561279 E	561300 E
	9606450 N	9606399 N
L.S. - 07	561308 E	561332 E
	9606282 N	9606331 N
L.S. - 08	561307 E	561257 E
	9606375 N	9606399 N

Figura 3-1: Vista de un Registro de Refraccion.



3.1.4 Procesamiento de Datos de Refracción Sísmica

Para el caso de Refracción Sísmica, se determina la velocidad de fase V_p en función al tiempo de arribo de cada sensor. Para ello se hace uso del software llamado Pickwin. Para el método de refracción sísmico, se definen los tiempos de arribo (t_0) para cada geófono y cada disparo realizado en la línea planteada en campo y con esta información se obtiene las curvas dromocronicas para definir un agrupamiento de pendientes y obtener un vector representativo y calcular la velocidad del estrato (V_p). Este proceso es iterativo para cada sección realizada en este proyecto. Definida la sección interpretada, se hace un análisis cualitativo, correlacionando con información obtenida de observaciones de campo, calicatas, perforaciones y artículos de geología regional o local. Este análisis cualitativo tiene la finalidad de proporcionar un mejor alcance y nomenclatura de cada estrato definido.

3.2 MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)

3.2.1 Equipo e Instrumentos para MASW

Para realizar los ensayos MASW se contó con un equipo de prospección geofísica; Sismógrafo de 24 Canales (24 bits) Marca: PASI (Italia) Modelo: GEA-24

- Sismógrafo digital de 24 canales; Paquete para medición de Refracción Sísmica, MASW y MAM Incluye:
- Sismógrafo PASI (inc. software PASI, cable USB)
- 02 Cable Sísmico de 12 Canales de 5m espaciamiento Con conectores y Tomas Individuales
- 24 Geófonos de 4,5 Hz (Configuración Vertical)
- 24 Geófonos de 10 Hz (Configuración Vertical)
- 24 trípodes para geófonos de acero inoxidable
- 01 Hammer Switch (Con cable)
- 01 Cable Blindado para Arranque (Trigger), carrete de 100m
- 01 Placa de Aluminio con Asa de Transporte (20x20x5 cm)
- 01 Martillo Resistente (Comba)
- 01 Cinta métrica de 50 metros.
- 01 Software INTERSISM LITE RIF (Inglés) - Para la inversión de datos de refracción sísmica + Llave
- 01 Software WINMASW STD (Inglés) - Para la inversión de datos
- MASW y MAM + Llave
- 02 Maletas de Transporte resistente.

Los registros de las ondas sísmicas obtenidas en cada una de las líneas de exploración pueden ser procesados en campo en forma preliminar y en forma definitiva en gabinete, utilizando para ello programas de cómputo que permiten

obtener las velocidades de propagación de la onda S así como el perfil sísmico del terreno.

3.2.2 Parámetros de Adquisición MASW

El levantamiento se realizó empleando los siguientes parámetros, tal como se muestra en la Tabla :

Tabla 3-3: Parámetros de MASW.

PARAMETRO	DESCRIPCION
Configuración de dispositivo	Lineal
Longitud de dispositivo	Aproximadamente dos veces la profundidad de interés si no hay datos de fuente pasiva. 69 m
Intervalo de geófono	3 m
Número de geófonos	24 unidades
Tipos de geófono	Geófono vertical de 4.5 Hz.
Fuente Sísmica	Percutor sísmico, comba de 18 Lb.
Activación	Interruptor de tiro conectado al puerto del sismógrafo
Intervalo de muestreo	0.5
Longitud de registro	2 segundos
Staking	De acuerdo a la calidad de la data.

3.2.3 Análisis de Registros y Calificación de Datos

El análisis de cada registro se aplica en todos los métodos sísmicos, inicialmente en campo y posterior en gabinete; y generalmente es antes de iniciar el procesamiento.

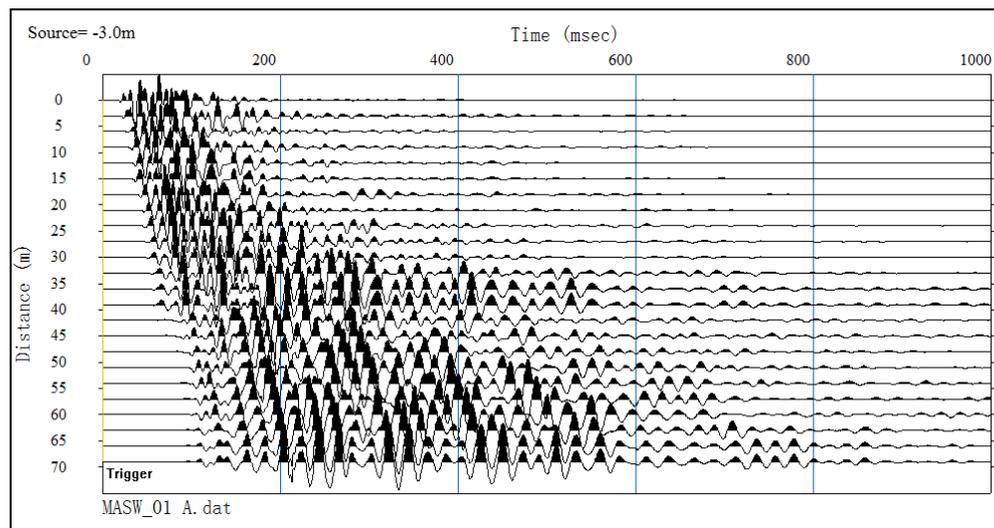
En este proceso se verifica y analiza cada una de las señales obtenidas en campo, calificando cada uno de los registros y sus repeticiones a fin de obtener el registro de mejor calidad para la identificación de fases (S) de cada geófono.

Esta calificación de datos consiste en verificar digitalmente la información obtenida en campo (registro de trazas) con el fin de discriminar aquellas que muestren baja calidad.

Tabla 3-4: Ubicación de los ensayos de MASW

COORDENADAS DE LINEAS SISMICA		
L. Sísmica	COORD. INICIO	COORD. FINAL
L.S. - 01	561235 E	561184 E
	9606409 N	9606389 N
L.S. - 02	561252 E	561201 E
	9606368 N	9606347 N
L.S. - 03	561213 E	561234 E
	9606330 N	9606279 N
L.S. - 04	561262 E	561283 E
	9606343 N	9606292 N
L.S. - 05	561263 E	561314 E
	9606245 N	9606265 N
L.S. - 06	561279 E	561300 E
	9606450 N	9606399 N
L.S. - 07	561308 E	561332 E
	9606282 N	9606331 N
L.S. - 08	561307 E	561257 E
	9606375 N	9606399 N

Figura 3-2: Vista de un Registro de MASW.



3.2.4 Procesamiento de Datos de MASW

Para el caso de MASW, se determina la velocidad de fase en función de la frecuencia de respuesta y la dispersión de esta. Para ello se hace uso del software llamado Surface Wave Analysis Wizard.

Para el método MASW realizado en este proyecto, y en donde se han definido los estratos de velocidades (V_s) de cada sección con sus respectivos espesores, se hace un análisis cualitativo entre sí y correlacionando con información de observaciones de campo, calicatas, perforaciones y artículos de geología regional o local, si lo hubiera; con la necesidad de dar un mejor alcance y nomenclatura de cada estrato definido.

3.3 ENSAYO DE MICROTREMORES

El método HVSR (Método de Nakamura o Razón Espectral H/V) es un ensayo no intrusivo basado en la recolección y análisis de micro-vibraciones ambientales en la superficie del terreno; en direcciones ortogonales Norte - Sur, Este – Oeste y Vertical.

Usualmente la interpretación de los registros de Microtrepidaciones se ejecuta a través del análisis de amplitudes espectrales.

Este procedimiento consiste en la toma de datos de micro-vibraciones mediante un velocímetro. En gabinete estas mediciones son procesadas mediante un software que aplica la transformada de Fourier para así obtener el periodo predominante del suelo estudiado, el cual presenta la mayor amplitud espectral.

Tabla 3-5: Parámetros de adquisición sísmica

Parámetro	Descripción
Fuente de alimentación	10-15 Vcd (consumo de energía inferior a 1W)
Numero de canales	3 con convertidor de 24 bits A/B
Rango dinámico	124 dB (144 dB, 24 bits de ENOB, entre 0,1 y 10 Hz)
Muestreo	Simultanea en todos los tres canales (1 a/d por canal)
índices de muestreo	De 10 a 600 Hz
Tiempo real	+/- 10 ppm (-20/+50 °C)
Sincronización en tiempo real	Basado en GPS a través de PPS
Precisión de la hora UTC	<50us
Interfaz de datos	RS232, cable USB suministrado
Formato de grabación	Archivo .SAF

Nakamura (1989) propone que para eliminar el efecto de la fuente de generación de las vibraciones propone evaluar la relación espectral H/V, es decir determinar la relación de espectros Fourier de los componentes horizontales entre la componente vertical (relación H/V), la cual representa mejor el comportamiento dinámico del perfil del suelo.

Este ensayo geofísico ya es ampliamente aceptado y utilizado en el mundo como una forma de determinar el Periodo Fundamental del Suelo. Este parámetro es muy útil en la geotecnia ya que permite saber el periodo de vibración del suelo y evitar

que durante un sismo cualquier estructura natural o construida por el hombre entre en resonancia con el sismo.

Este ensayo HVSR para microzonificación sísmica consiste en la toma de datos de vibración ambiental mediante un velocímetro triaxial. La toma de datos de vibración ambiental en el campo recomendada es de 15 minutos por punto.

En la Figura se presenta el modelo estándar de la disposición del equipo sísmico.

Figura 3-3: Adquisición de datos de microtremores.



3.3.1 Equipo utilizado

Para la ejecución de los ensayos de microtremores se utilizó un equipo manufacturado por SARA INSTRUMENTS, el cual cuenta con los siguientes elementos:

- 01 velocímetro modelo Geobox de 1Hz.
- 01 computador portátil para el manejo de señales registradas por el adquisidor.

3.3.2 Ensayos de microtremores

Se ejecutó 4 ensayos de microtremores medidos en el terreno. El proceso se ejecutó en forma continua y sistemática.

Tabla 3-6: Ubicación de los ensayos de microtremores

COORDENADAS ENSAYO MICROTREMORES		
Ensayo	Este	Norte
HVSR-01	561213	9606422
HVSR-02	561258	9606409
HVSR-03	561293	9606410
HVSR-04	561319	9606313

En la Tabla 3.4 se presenta un resumen del ensayo ejecutado, donde se especifica la ubicación, código, longitud de la línea, y coordenadas inicial y final de la línea sísmica.

4.0 PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 REFRACCION SISMICA

4.1.1 Resultado Línea Sísmica 01

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-01	1	0.70 - 5.10	347 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	406.11	245.8	0.21	1800	108.75	263.38	151.86
2	560.33	290.72	0.32	1900	160.58	422.6	382.43

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.2 Resultado Línea Sísmica 02

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-02	1	1.00 - 3.50	287 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	387	270.17	0.02	1800	131.39	269.25	94.4
2	579.83	280.85	0.35	1900	149.87	403.66	438.96

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.3 Resultado Línea Sísmica 03

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-03	1	8.00 - 8.30	267 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.

	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
--	---	---------	-----------	--

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	363.54	254.03	0.02	1800	116.16	237.63	83.02
2	555.92	227.62	0.4	1900	98.44	275.49	455.94

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.4 Resultado Línea Sísmica 04

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-04	1	6.60 - 7.30	282 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	372.08	261.39	0.01	1800	122.98	249.12	85.22
2	555.25	275.88	0.34	1900	144.61	386.42	392.96

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.5 Resultado Línea Sísmica 05

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-05	1	3.30 - 5.00	318 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	403.5	284.24	0.01	1800	145.43	293.03	99.16
2	589.5	284.5	0.35	1900	153.79	414.66	455.22

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.6 Resultado Línea Sísmica 06

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-06	1	1.00 - 3.20	356 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	403.14	277.37	0.05	1800	138.48	290.96	107.9
2	559.08	284.98	0.32	1900	154.31	408.75	388.14

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.7 Resultado Línea Sísmica 07

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-07	1	5.70 - 7.30	323 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	391.4	262.41	0.09	1800	123.95	270.64	110.49
2	554.25	253.75	0.37	1900	122.34	334.57	420.55

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.1.8 Resultado Línea Sísmica 08

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-08	1	1.00 - 3.20	343 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)**	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
1	394.63	263.52	0.1	1800	125	274.4	113.66
2	565	270.37	0.35	1900	138.89	375.42	421.34

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)

(*) Velocidad Promedio de la Onda P.

4.2 MASW

Tipo de Suelo	denominación del suelo	Velocidad de ondas de corte @Vs30(m/s)*	Resistencia a la penetracion Estandar SPT (N)*
A	Roca muy dura	Vs > 1500	N / A
B	Roca o suelo muy rígido	760 < Vs < 1500	N / A
C	Suelo muy denso o roca blanda	360 < Vs < 760	N > 50
D	Suelo rígido	180 < Vs < 360	15 ≤ N ≤ 50
E	Suelo blando	Vs < 180	N < 15

4.2.1 MASW Línea Sísmica 1

MASW - 01	
Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	245.15
-0.63	245.46
-1.30	246.80
-2.04	257.43
-2.83	277.22
-3.67	283.67
-4.57	289.87
-5.52	295.11
-6.52	298.80
-7.58	300.81
-8.70	301.33
-9.86	300.59
-11.09	298.83
-12.36	296.33
-13.70	293.34
-15.08	290.06
-16.52	286.70
-18.02	283.46
-19.57	280.53
-21.17	278.20
-22.83	276.66

-24.54	276.20
-26.30	277.09
-28.12	279.67
-30.00	301.33
Vs30	282.75

4.2.2 MASW Línea Sísmica 2

MASW - 02

Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	392.01
-0.63	393.56
-1.30	391.64
-2.04	360.85
-2.83	298.36
-3.67	270.17
-4.57	260.26
-5.52	264.68
-6.52	269.03
-7.58	275.64
-8.70	275.87
-9.86	283.97
-11.09	295.94
-12.36	298.28
-13.70	288.08
-15.08	288.45
-16.52	289.19
-18.02	290.18
-19.57	291.79
-21.17	294.04
-22.83	296.59
-24.54	299.08
-26.30	300.44
-28.12	299.06
-30.00	423.05
Vs30	294.91

4.2.3 MASW Línea Sísmica 3

MASW - 03

Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	396.45
-0.63	394.49
-1.30	388.52
-2.04	304.84
-2.83	307.45

-3.67	225.45
-4.57	222.64
-5.52	219.25
-6.52	216.17
-7.58	223.40
-8.70	225.66
-9.86	227.91
-11.09	229.80
-12.36	225.48
-13.70	227.48
-15.08	228.51
-16.52	228.52
-18.02	228.21
-19.57	228.88
-21.17	231.66
-22.83	237.06
-24.54	244.40
-26.30	251.97
-28.12	257.78
-30.00	396.45
Vs30	241.79

4.2.4 MASW Línea Sísmica 4

MASW - 04

Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	323.76
-0.63	332.35
-1.30	335.68
-2.04	294.53
-2.83	293.01
-3.67	237.59
-4.57	242.48
-5.52	250.13
-6.52	269.55
-7.58	284.84
-8.70	286.96
-9.86	283.05
-11.09	276.81
-12.36	271.04
-13.70	272.51
-15.08	270.43
-16.52	270.34
-18.02	271.92
-19.57	274.84
-21.17	278.39
-22.83	281.88
-24.54	284.45

-26.30	285.25
-28.12	283.58
-30.00	344.25
Vs30	278.06

4.2.5 MASW Línea Sísmica 5

MASW - 05

Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	341.63
-0.63	348.65
-1.30	353.38
-2.04	344.18
-2.83	305.73
-3.67	281.89
-4.57	256.62
-5.52	263.53
-6.52	271.03
-7.58	282.03
-8.70	294.15
-9.86	300.37
-11.09	299.18
-12.36	292.43
-13.70	283.61
-15.08	297.62
-16.52	291.48
-18.02	288.42
-19.57	288.80
-21.17	292.12
-22.83	296.83
-24.54	301.33
-26.30	303.63
-28.12	301.98
-30.00	386.16
Vs30	295.24

4.2.6 MASW Línea Sísmica 6

MASW - 06

Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	273.47
-0.63	273.08
-1.30	274.58
-2.04	283.12
-2.83	282.94
-3.67	277.05

-4.57	276.28
-5.52	281.85
-6.52	278.82
-7.58	276.11
-8.70	279.79
-9.86	279.14
-11.09	282.57
-12.36	284.56
-13.70	287.82
-15.08	292.24
-16.52	327.42
-18.02	332.72
-19.57	337.73
-21.17	342.12
-22.83	345.66
-24.54	347.97
-26.30	348.69
-28.12	347.39
-30.00	348.69
Vs30	305.35

4.2.7 MASW Línea Sísmica 7

MASW - 07	
Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	294.00
-0.63	300.18
-1.30	305.03
-2.04	266.75
-2.83	254.23
-3.67	226.60
-4.57	232.30
-5.52	238.21
-6.52	245.95
-7.58	260.84
-8.70	263.12
-9.86	261.01
-11.09	256.55
-12.36	251.85
-13.70	248.41
-15.08	247.10
-16.52	248.18
-18.02	251.54
-19.57	256.68
-21.17	262.86
-22.83	269.20
-24.54	274.75
-26.30	278.62

-28.12	280.04
-30.00	367.04
Vs30	259.82

4.2.8 MASW Línea Sísmica 8

MASW - 08

Depth(m)	S-velocity(m/s)
0.00	261.67
-0.63	261.82
-1.30	262.39
-2.04	263.47
-2.83	264.99
-3.67	266.81
-4.57	268.72
-5.52	270.47
-6.52	271.87
-7.58	272.76
-8.70	273.07
-9.86	272.80
-11.09	272.00
-12.36	270.74
-13.70	269.12
-15.08	267.25
-16.52	265.26
-18.02	263.27
-19.57	261.40
-21.17	259.75
-22.83	258.37
-24.54	257.33
-26.30	256.70
-28.12	256.54
-30.00	273.07
Vs30	264.58

4.3 MICROTREMORES

4.3.1 Análisis y control de registros sísmicos y eléctricos

En este proceso se verificó y analizó cada uno de los registros sísmicos obtenidos de los trabajos de campo, con la finalidad de identificar los datos de mejor calidad para su procesamiento e interpretación.

4.3.2 Procesamiento de los ensayos de microtremores

En los ensayos de microtremores se determinó el periodo fundamental del terreno mediante el software Geopsy. Mediante el análisis de los registros sísmicos de cada componente (Norte, Este y Vertical), posteriormente se seleccionó mediante ventanas cada señal sísmica para poder obtener el periodo fundamental del terreno sin mucho ruido.

4.3.3 Interpretación de resultados

La siguiente etapa para el desarrollo del estudio geofísico consistió en la interpretación de los resultados obtenidos luego del procesamiento de los registros, lo cual permitió definir la frecuencia predominante del terreno y la amplitud.

4.3.4 Interpretación de los resultados de microtremores

En el Anexo A.1 se presentan los registros sísmicos para cada ensayo HVSR, en el Anexo A.2 se presentan las ventanas HVSR obtenida a partir del ensayo de microtremores. El Anexo A.3 presenta los registros HVSR para cada ensayo de microtremores realizado en el área de estudio. A continuación, la Tabla 4.4 describe de manera detallada cada uno de los resultados obtenidos.

Tabla 4-1: Resumen de los resultados obtenidos mediante el ensayo de microtremores.

Área	Ensayo	Frecuencia predominante	Periodo fundamental	Amplitud
Tumbes	HVSR-01	1,512	0,661	2,248
	HVSR-02	1,439	0,695	1,499
	HVSR-03	1,593	0,628	1,622
	HVSR-04	1,580	0,633	1,512

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se concluye que, durante el proceso de adquisición de datos en los ensayos de Resistividad; se ha seguido los procedimientos descritos en las normas; ASTM D6429-99(2011)e1 Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods y ASTM G57-06 (2012) Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method.
- De acuerdo a los perfiles de interpretación de la Refracción Sísmica, se ha definido la estratigrafía del subsuelo a través de la variación de la velocidad V_p y V_s ; factores que dependen de la composición del material, compacidad del suelo, alteración de la roca y/o presencia de H_2O .
- El cálculo matemático de los parámetros dinámicos tales como Módulo de Volumen (K), Módulo de Young (E), Módulo de Cizalla (G) y Coeficiente de Poisson (ν); se debe tener en cuenta como datos primarios para el diseño inicial de alguna estructura y el resumen sería.
- A continuación se presenta un cuadro de resumen del ensayo de refracción sísmica en donde se observa los dos horizontes o estratos diferenciados, la primera capa superficial de material arcilloso, y el fondo de material granular arenoso. se asume que las Potencias son mayores a **20m**.

Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad V_p (m/s)	Descripción
LS-01	1	0.70 - 5.10	347 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
LS-02	1	1.00 - 3.50	287 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
LS-03	1	8.00 - 8.30	267 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
LS-04	1	6.60 - 7.30	282 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	3	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
LS-05	1	3.30 - 5.00	318 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

LS-06	1	1.00 - 3.20	356 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
LS-07	1	5.70 - 7.30	323 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.
LS-08	1	1.00 - 3.20	343 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	2	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Linea	Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m³)**	Modulo de Corte G (MN/m²)	Modulo de Young E (MN/m²)	Modulo de Bulk K (MN/m²)
LS-01	1	406.11	245.8	0.21	1800	108.75	263.38	151.86
	2	560.33	290.72	0.32	1900	160.58	422.6	382.43
LS-02	1	387	270.17	0.02	1800	131.39	269.25	94.4
	2	579.83	280.85	0.35	1900	149.87	403.66	438.96
LS-03	1	363.54	254.03	0.02	1800	116.16	237.63	83.02
	2	555.92	227.62	0.4	1900	98.44	275.49	455.94
LS-04	1	372.08	261.39	0.01	1800	122.98	249.12	85.22
	2	555.25	275.88	0.34	1900	144.61	386.42	392.96
LS-05	1	403.5	284.24	0.01	1800	145.43	293.03	99.16
	2	589.5	284.5	0.35	1900	153.79	414.66	455.22
LS-06	1	403.14	277.37	0.05	1800	138.48	290.96	107.9
	2	559.08	284.98	0.32	1900	154.31	408.75	388.14
LS-07	1	391.4	262.41	0.09	1800	123.95	270.64	110.49
	2	554.25	253.75	0.37	1900	122.34	334.57	420.55
LS-08	1	394.63	263.52	0.1	1800	125	274.4	113.66
	2	565	270.37	0.35	1900	138.89	375.42	421.34

- Del ensayo de refraccion se tiene el siguiente cuadro de resumen de las 8 lineas en donde se clasifico el tipo de suelo.

Tipo de Suelo	denominación del suelo	Velocidad de ondas de corte $\geq V_{s30}$ (m/s)*	Resistencia a la penetración Estandar SPT (N)*
A	Roca muy dura	$V_s > 1500$	N / A
B	Roca o suelo muy rígido	$760 < V_s < 1500$	N / A
C	Suelo muy denso o roca blanda	$360 < V_s < 760$	$N > 50$
D	Suelo rígido	$180 < V_s < 360$	$15 \leq N \leq 50$
E	Suelo blando	$V_s < 180$	$N < 15$

LINEA	Depth(m)	S-velocity(m/s)
LS-01	Vs30	282.75
LS-02	Vs30	294.91
LS-03	Vs30	241.79
LS-04	Vs30	278.06

LS-05	Vs30	295.24
LS-06	Vs30	305.35
LS-07	Vs30	259.82
LS-08	Vs30	264.58

Del cuadro de resumen se tiene un tipo de suelo rígido.

- Para el área de estudio, se ejecutó 4 ensayos de microtremores logrando determinar lo siguiente: **El periodo fundamental promedio del área de estudio es 0.654**, lo cual fue obtenido con los ensayos HVSR-01, HVSR-02, HVSR-03 y HVSR-04.

6.0 REFERENCIAS

Diseño de Cimentaciones, 2015. 3ra Edición. J.E. Alva Hurtado.

Maggiolo O. (1969), "Características del Suelo de Cimentación de Lima Central (y Alrededores), Aspectos Geológicos Generales y el Comportamiento de los Suelos ante los Sismos en relación con las Estructuras", I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE. Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismoresistente, Lima, Enero, 2016.

Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE. Norma Técnica Peruana E.050 – Suelos y Cimentaciones, Lima, Junio, 2016.

Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE. Norma Técnica Peruana E.060 – Concreto Armado, Lima, Junio, 2016.

Soil Mechanics in Engineering Practice, 1996. 3hd Edition, k. Terzaghi, R. Peck y G. Mesri.

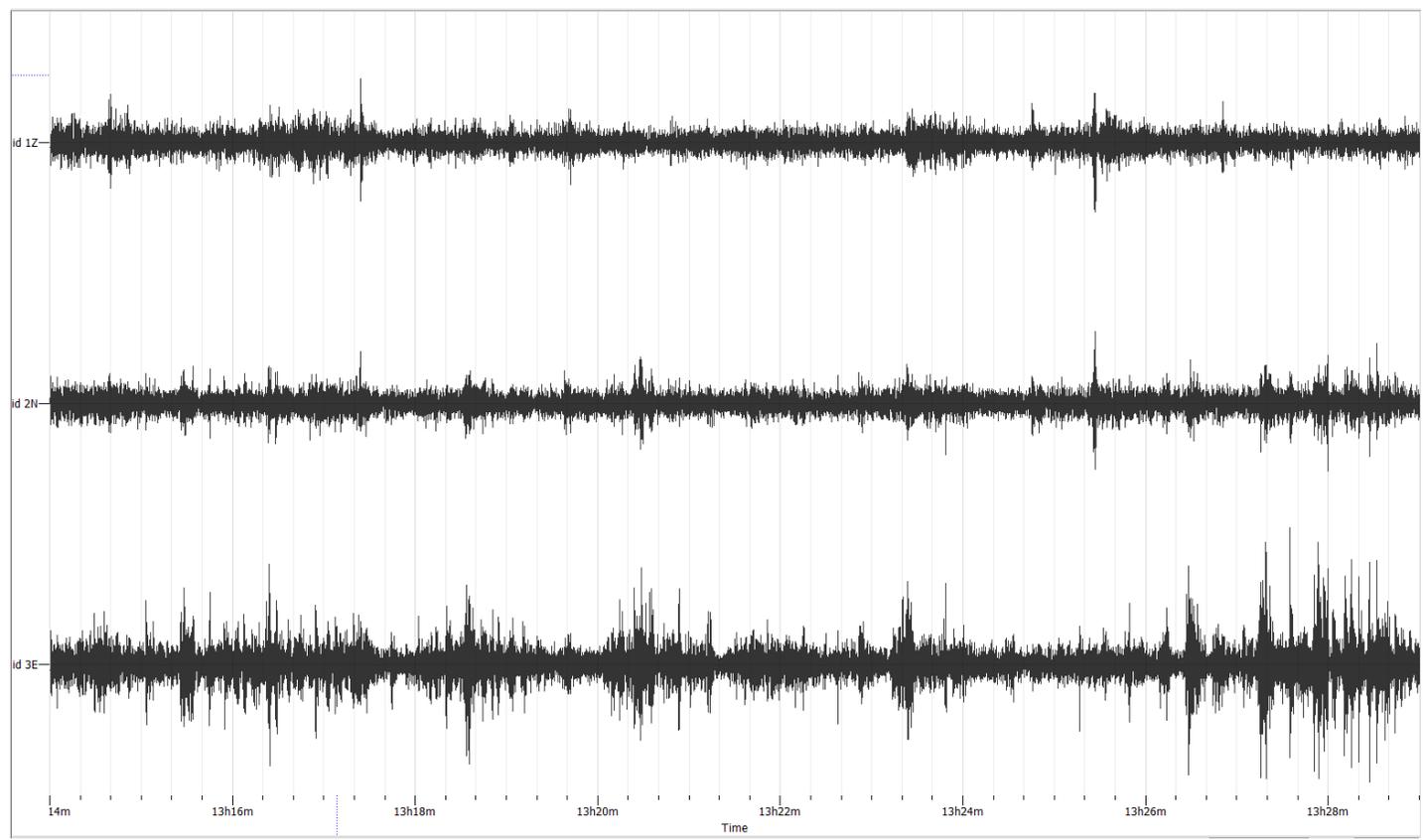
ANEXOS

ANEXO A PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE MICROTREMORES

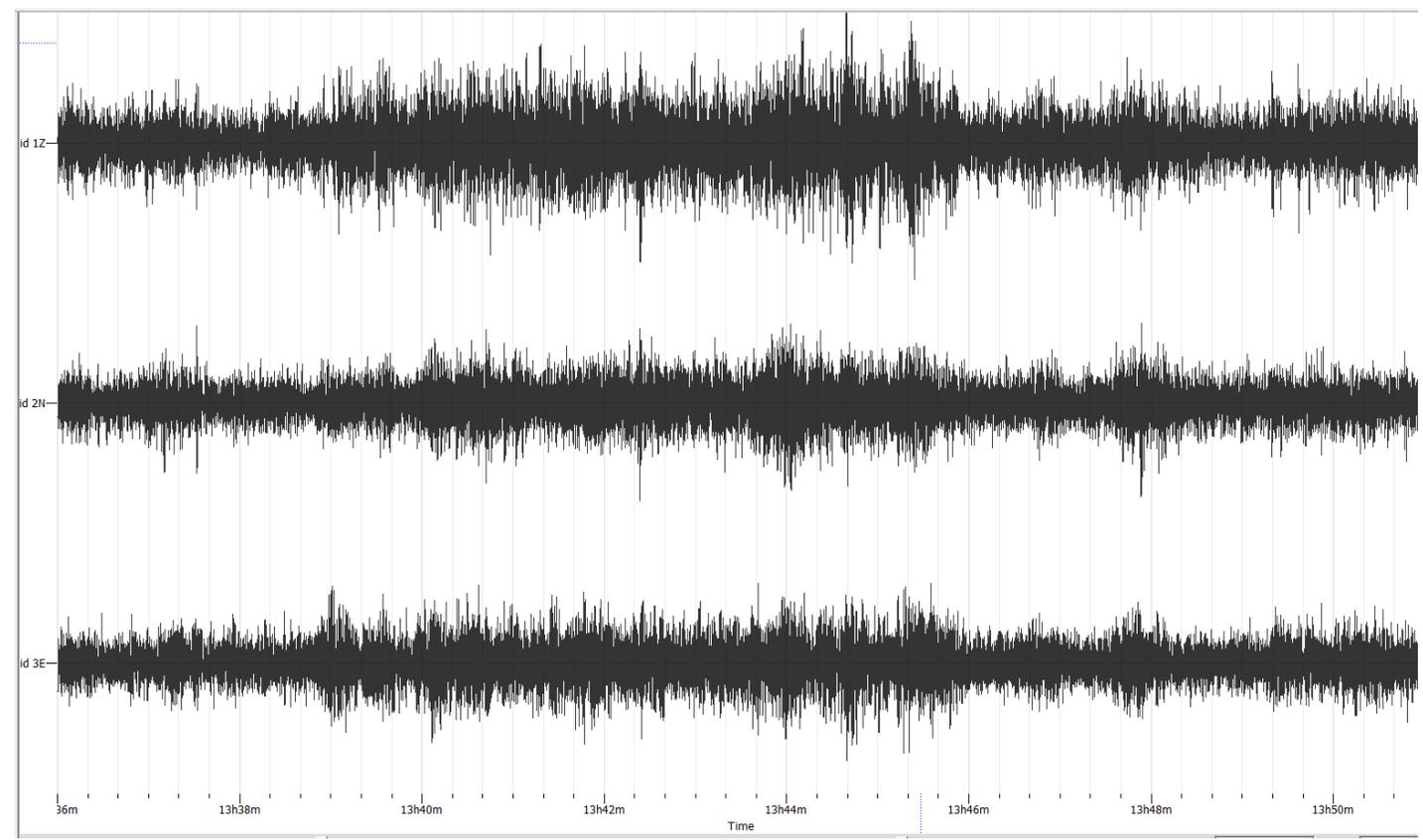


Anexo A.1 – Registro de trazas sísmicas

HVSR-01

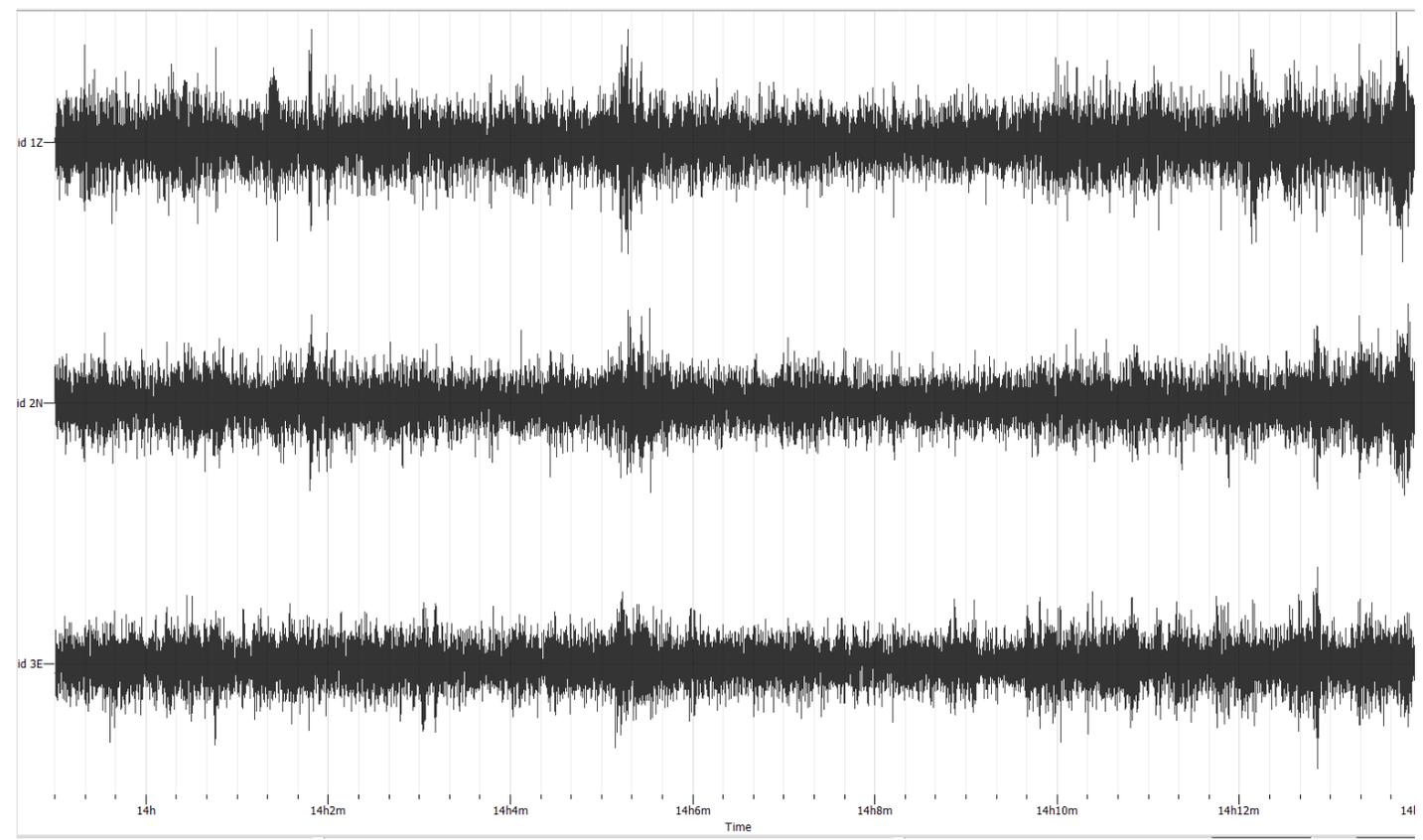


HVSR-02

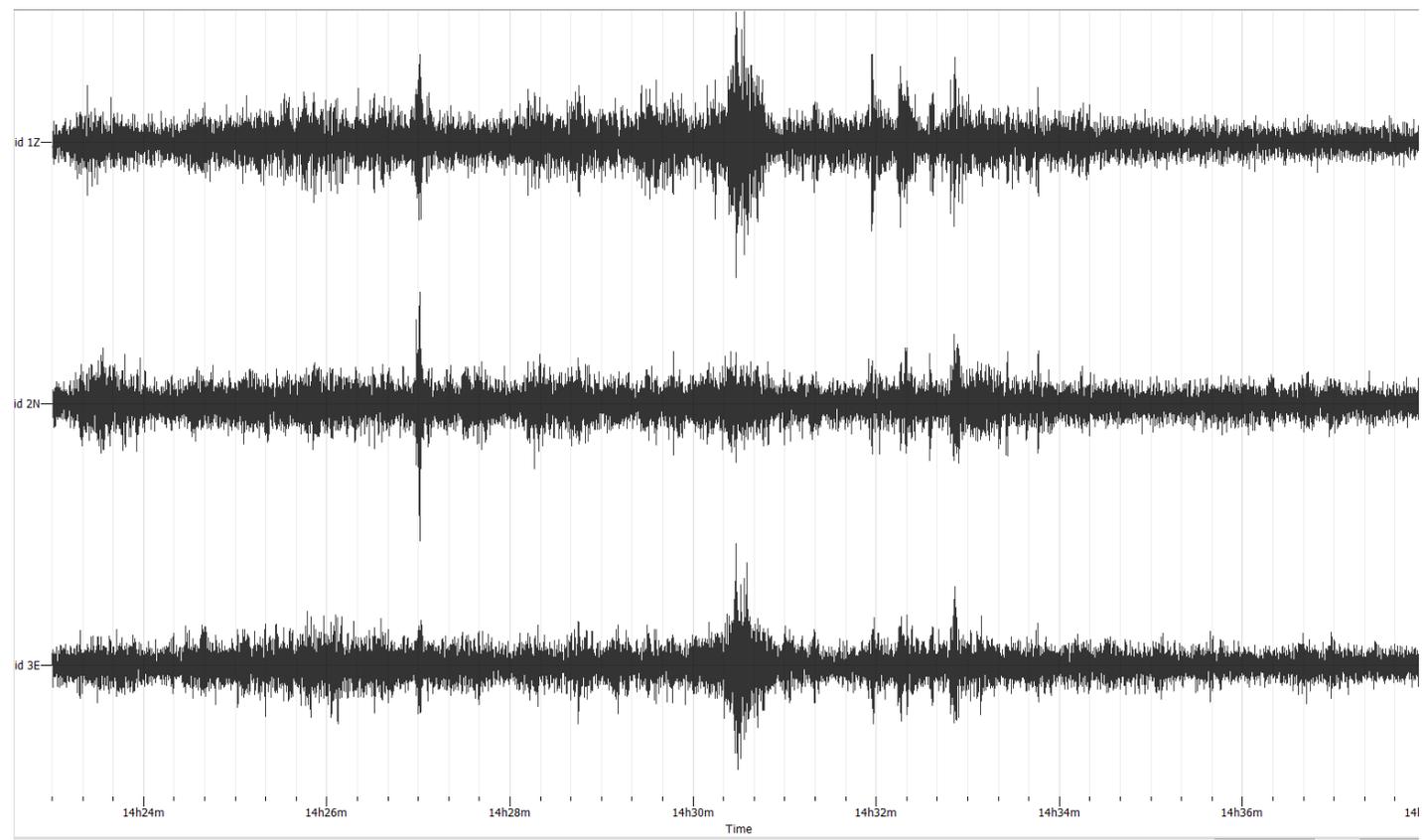




HVSR-03



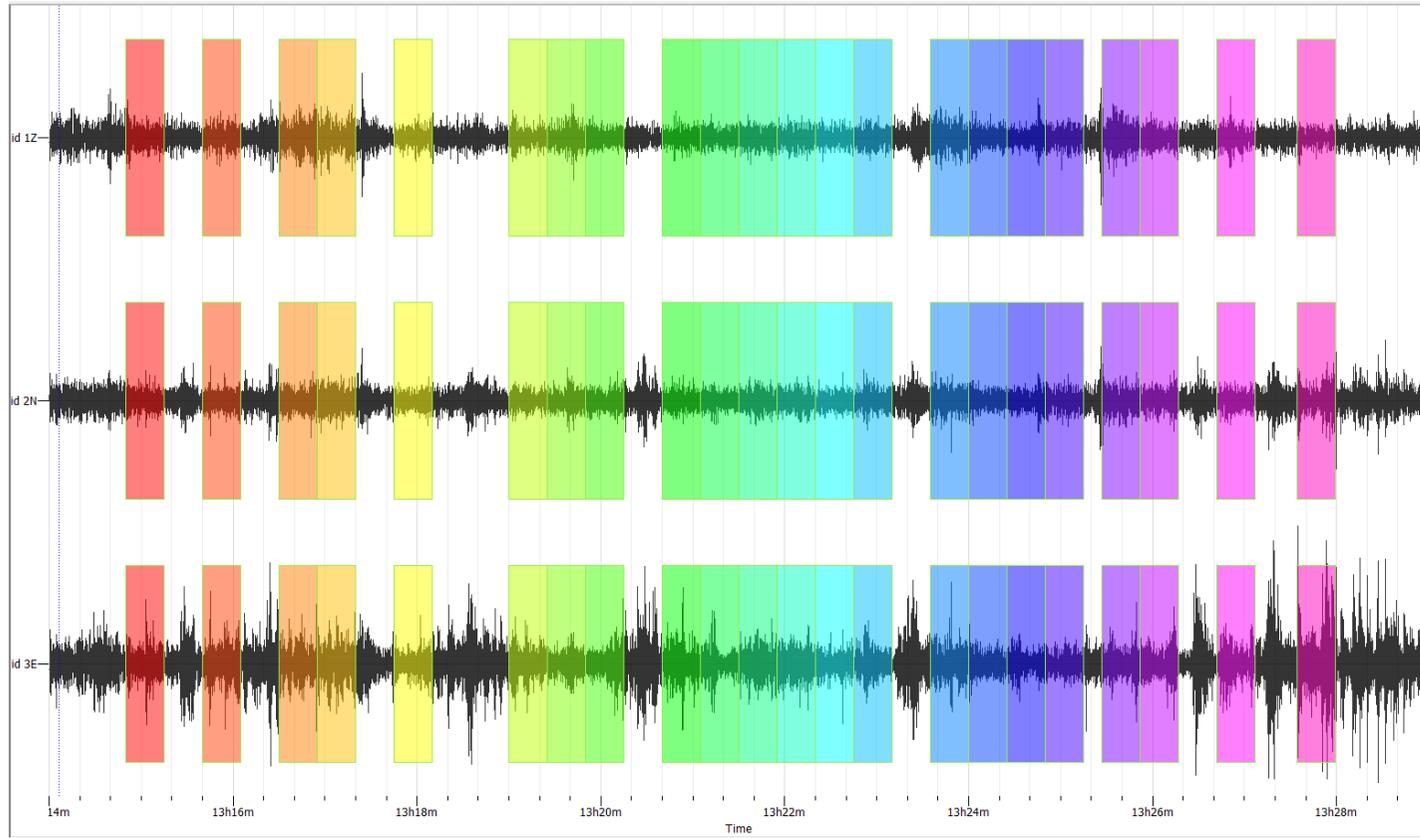
HVSR-04



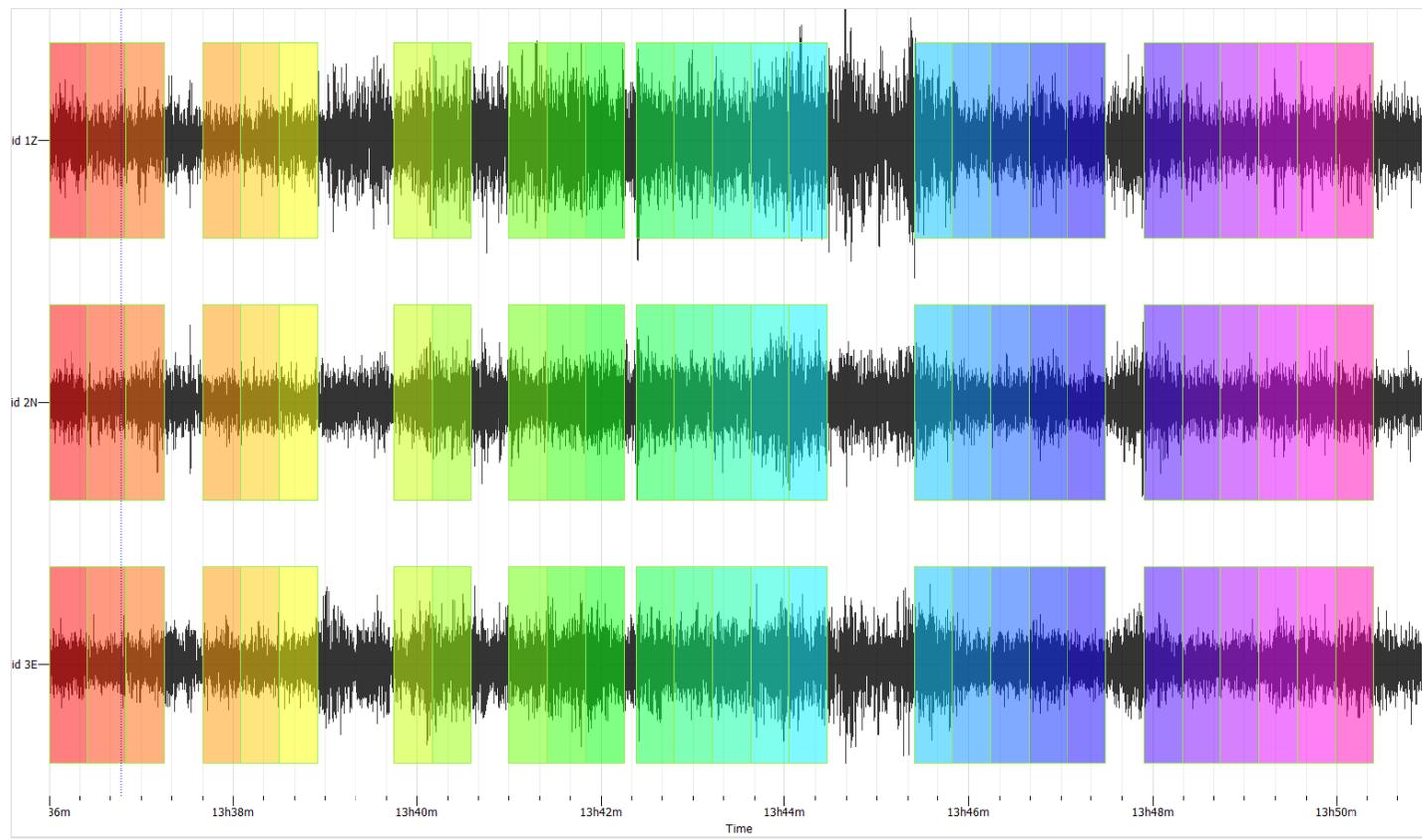


Anexo A.2 – Ventana HVSR

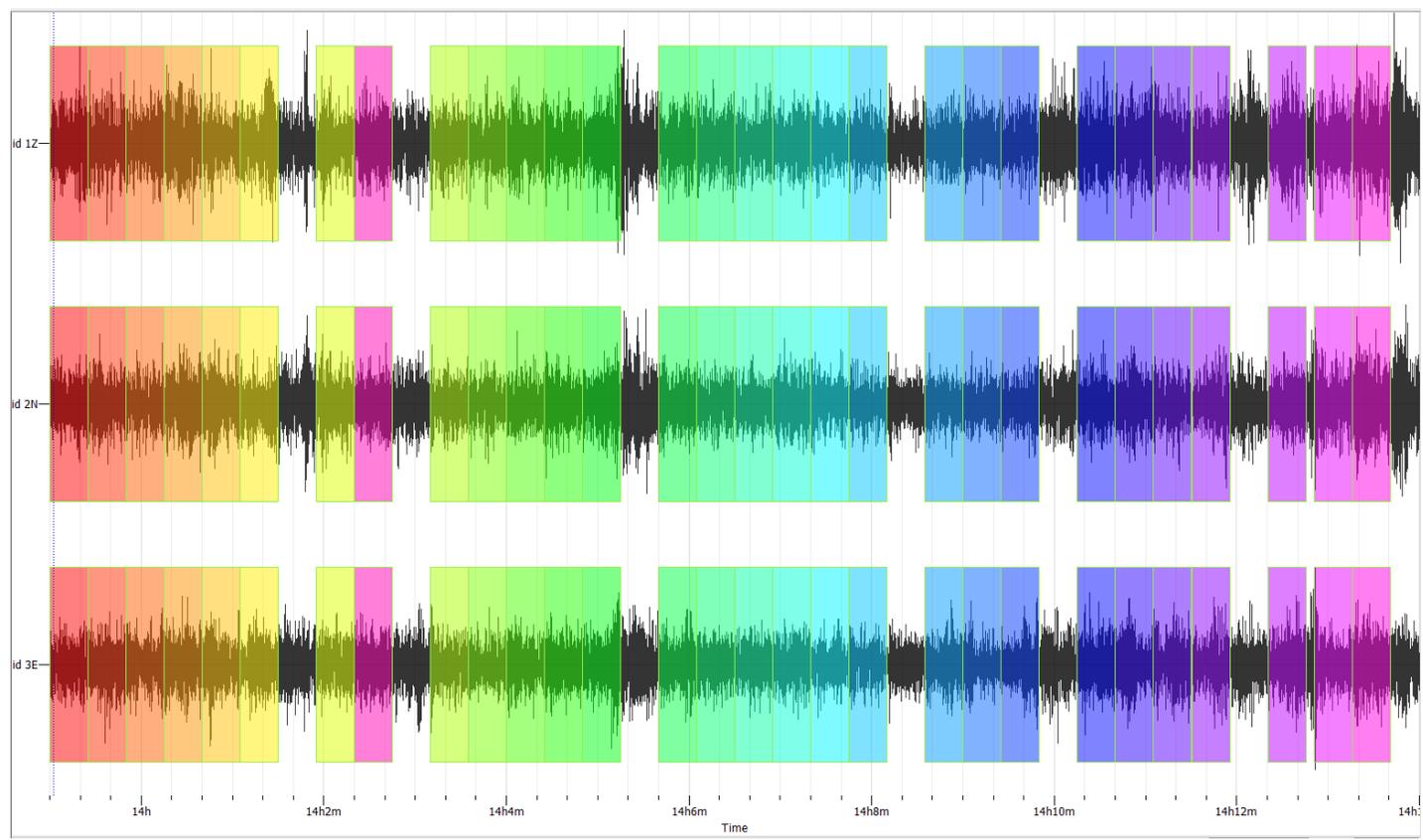
HVSR-01



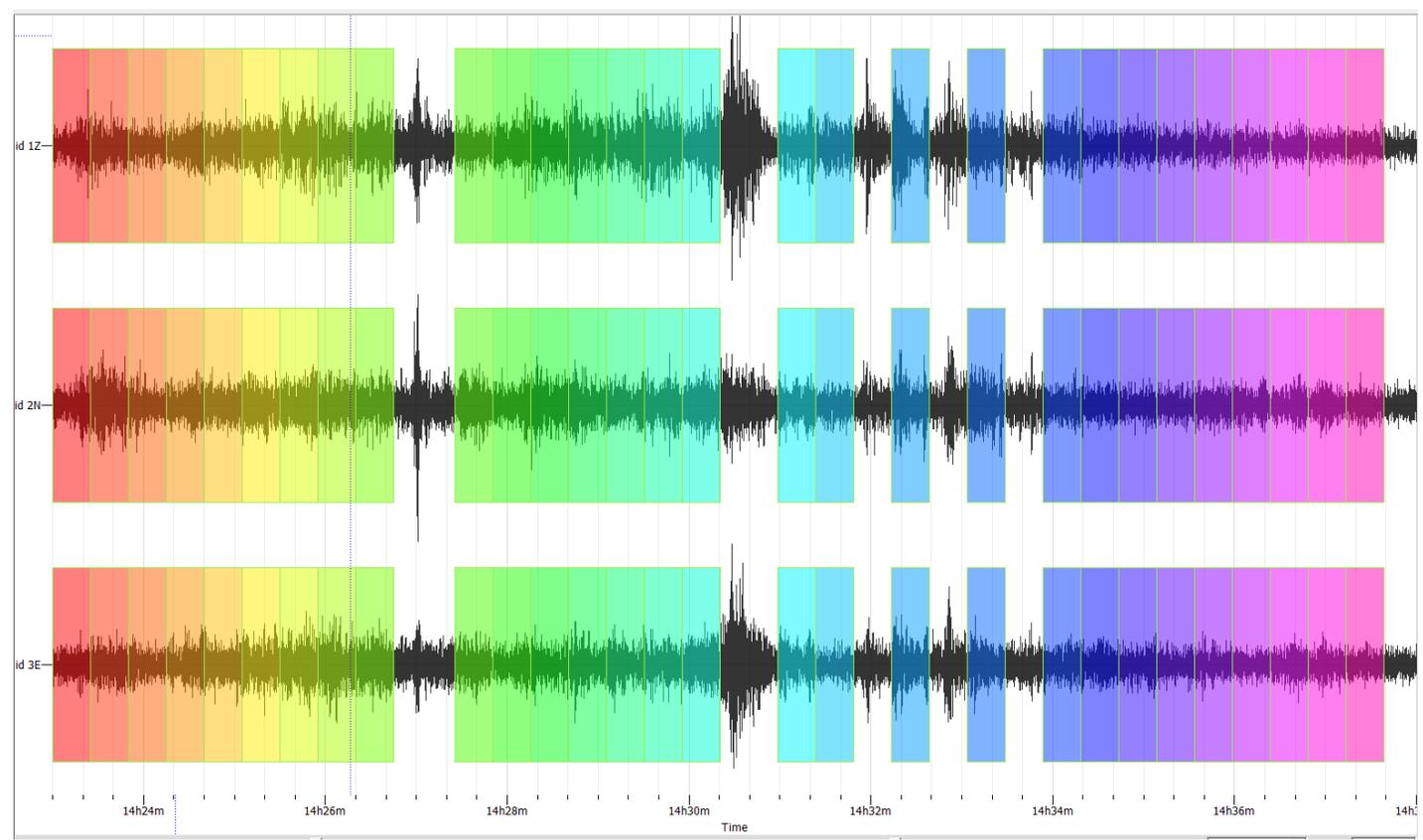
HVSR-02



HVSR-03



HVSR-04







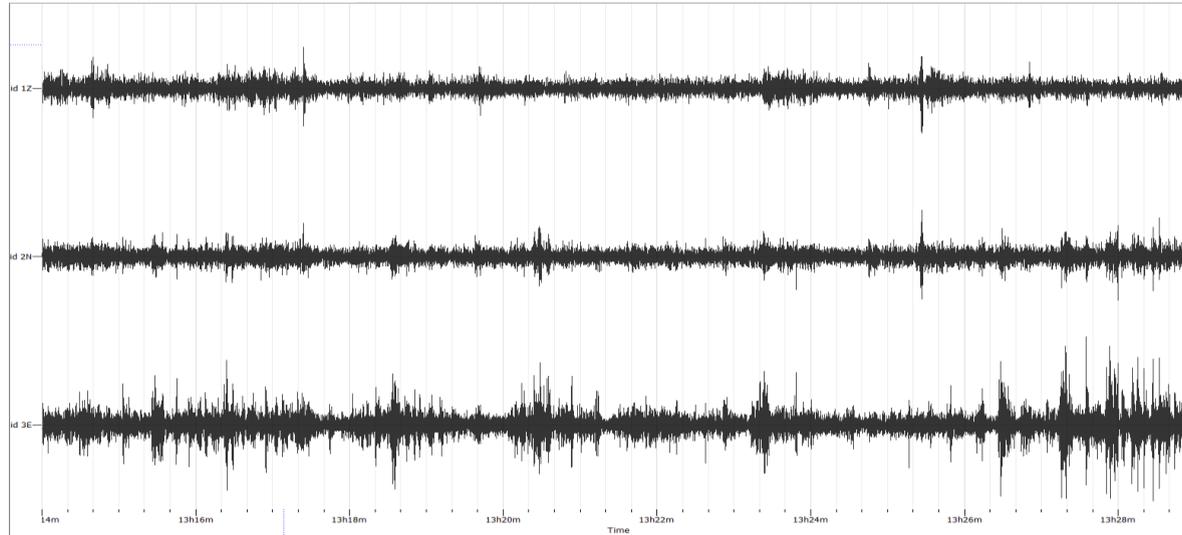
ENSAYO DE MICROTREMORES



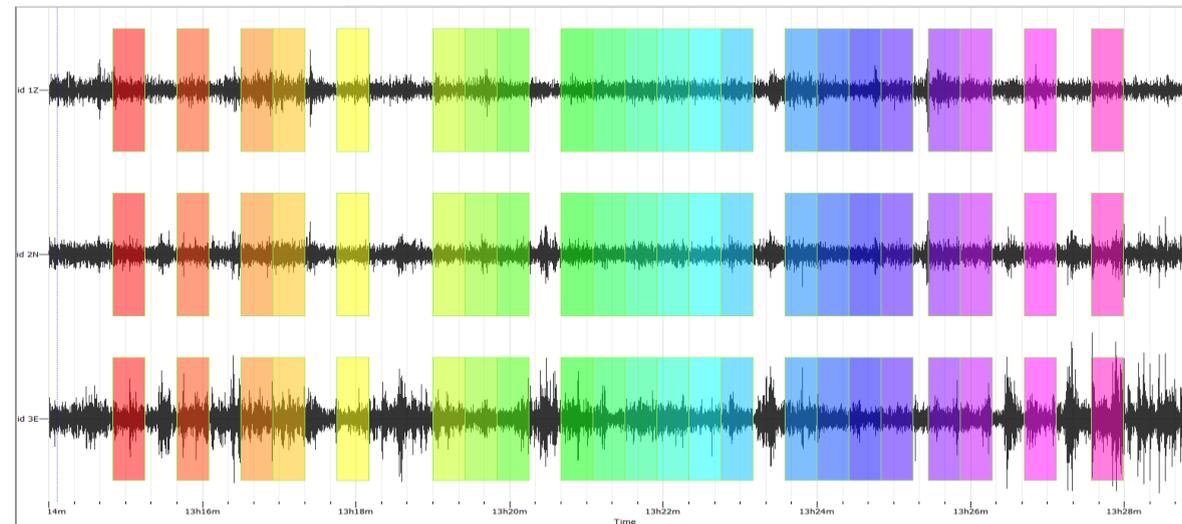
HVSR-01

Proyecto	Reconstrucción del hospital Saul Garrido Rosillo II-1-distrito de Tumbes- provincia de Tumbes - Región Tumbes			Fecha de ejecución	11/05/2021
Ubicación	Tumbes	Coordenada		Fecha de procesamiento	15/05/2021
Equipo de adquisición	Sara - Geobox	Norte (m)	9,606,422	Realizado	Arturo Ortiz
Sistema de coordenadas	WGS84 - UTM	Este (m)	561,213	Revisado	Juan Salas

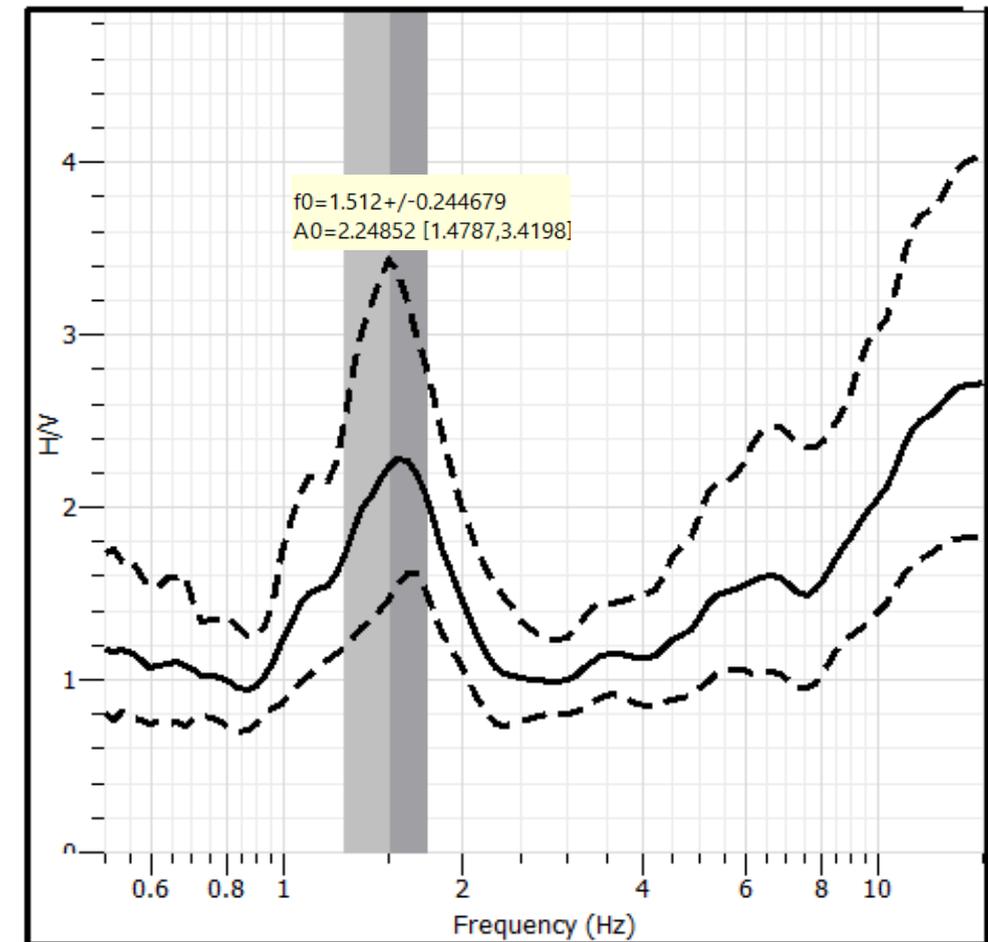
Registro sísmico



Ventanas HVSR



Resultado HVSR





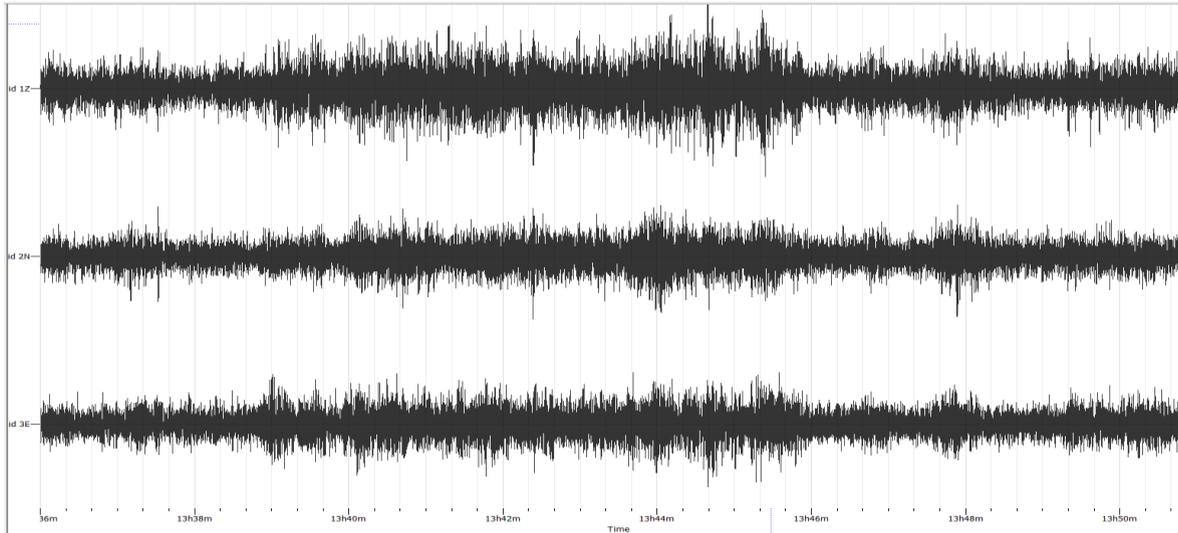
ENSAYO DE MICROTREMORES



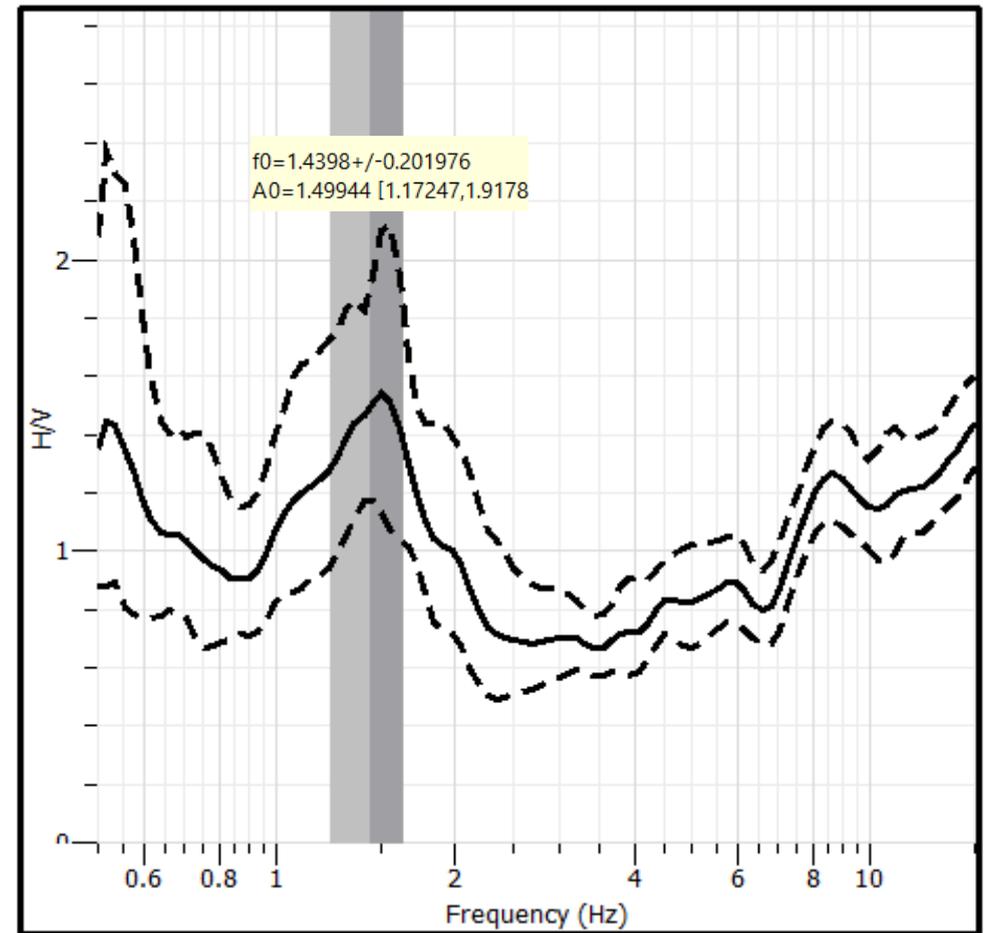
HVSR-02

Proyecto	Reconstrucción del hospital Saul Garrido Rosillo II-1-distrito de Tumbes- provincia de Tumbes - Región Tumbes			Fecha de ejecución	11/05/2021
Ubicación	Tumbes	Coordenada		Fecha de procesamiento	15/05/2021
Equipo de adquisición	Sara - Geobox	Norte (m)	9,606,409	Realizado	Arturo Ortiz
Sistema de coordenadas	WGS84 - UTM	Este (m)	561,258	Revisado	Juan Salas

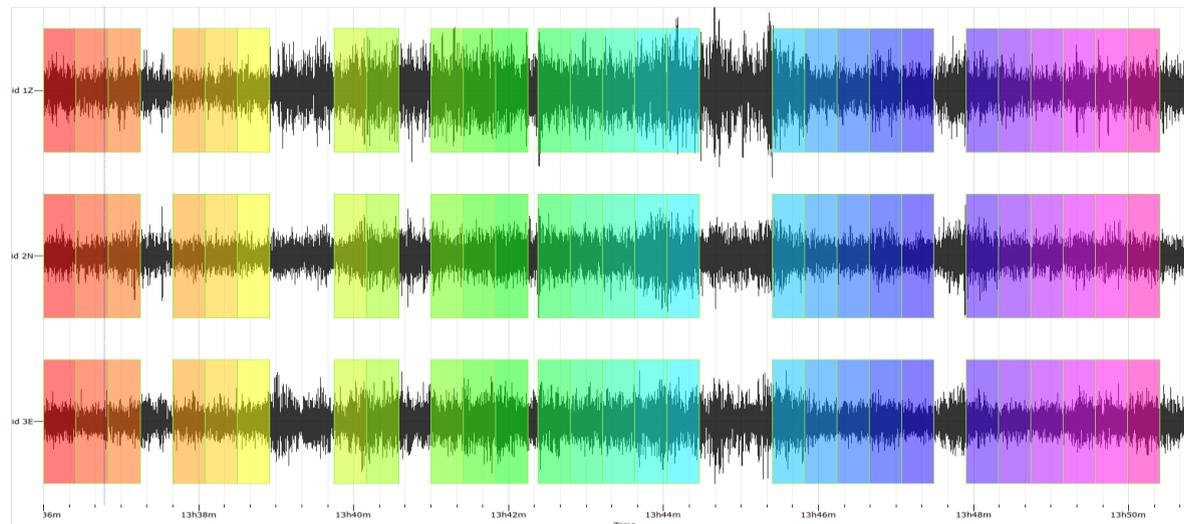
Registro sísmico



Resultado HVSR



Ventanas HVSR





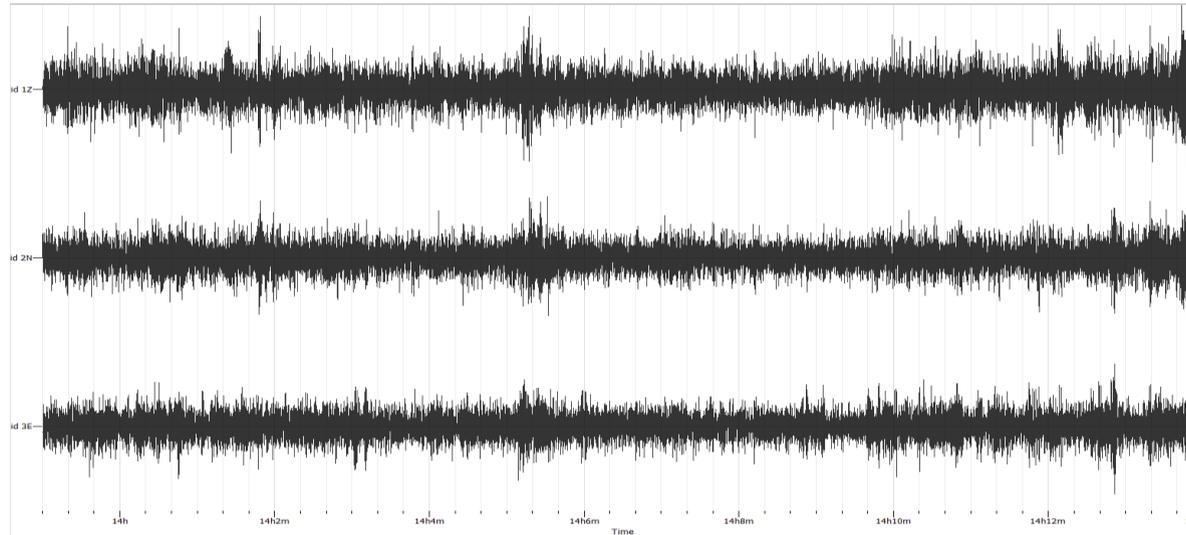
ENSAYO DE MICROTREMORES



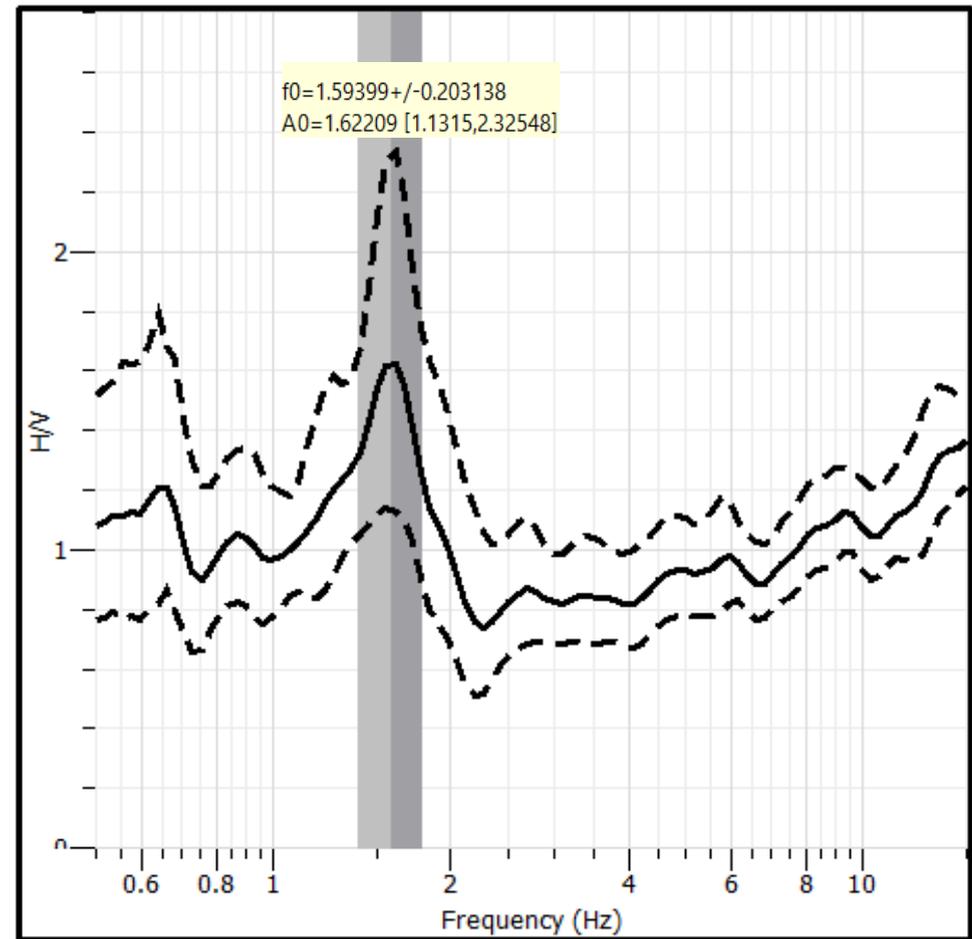
HVSR-03

Proyecto	Reconstrucción del hospital Saul Garrido Rosillo II-1-distrito de Tumbes- provincia de Tumbes - Región Tumbes			Fecha de ejecución	11/05/2021
Ubicación	Tumbes	Coordenada		Fecha de procesamiento	15/05/2021
Equipo de adquisición	Sara - Geobox	Norte (m)	9,606,410	Realizado	Arturo Ortiz
Sistema de coordenadas	WGS84 - UTM	Este (m)	561,293	Revisado	Juan Salas

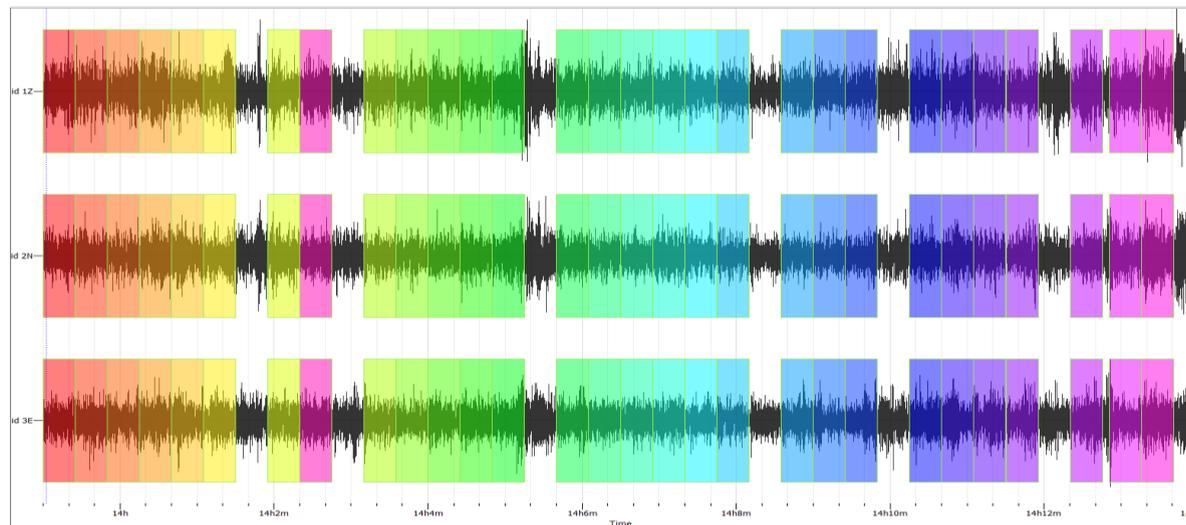
Registro sísmico



Resultado HVSR



Ventanas HVSR





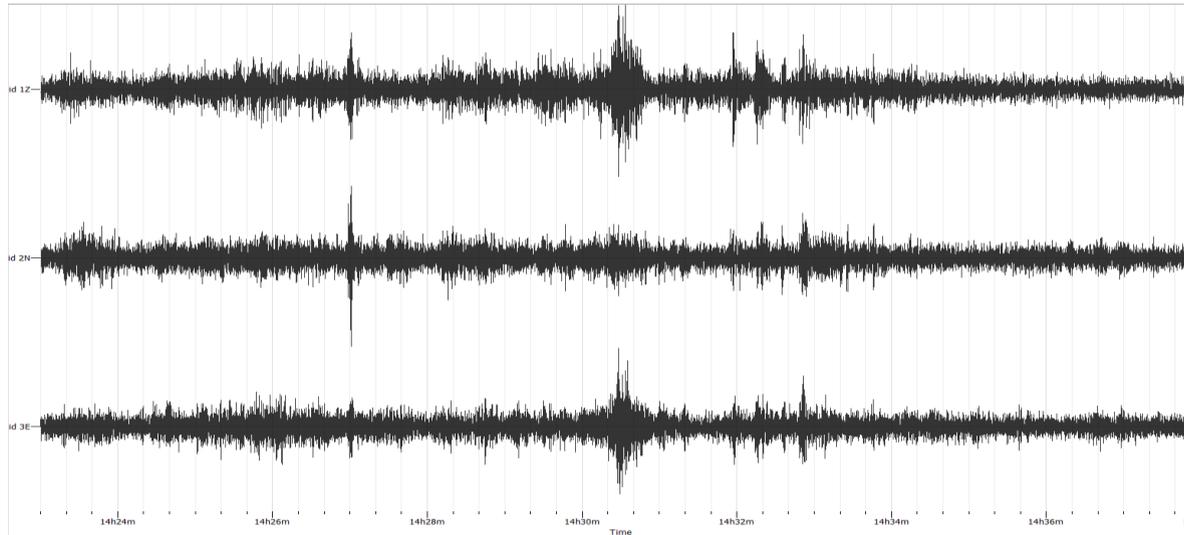
ENSAYO DE MICROTREMORES



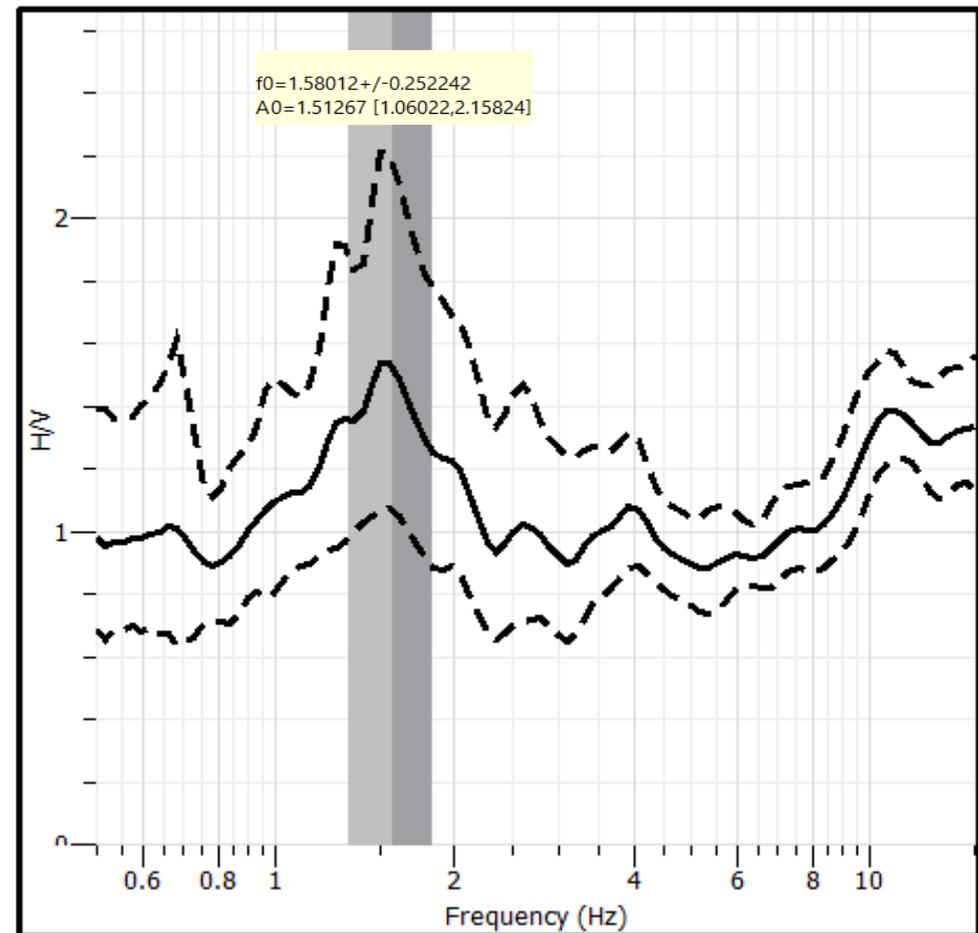
HVSR-04

Proyecto	Reconstrucción del hospital Saul Garrido Rosillo II-1-distrito de Tumbes- provincia de Tumbes - Región Tumbes			Fecha de ejecución	11/05/2021
Ubicación	Tumbes	Coordenada		Fecha de procesamiento	15/05/2021
Equipo de adquisición	Sara - Geobox	Norte (m)	9,606,313	Realizado	Arturo Ortiz
Sistema de coordenadas	WGS84 - UTM	Este (m)	561,319	Revisado	Juan Salas

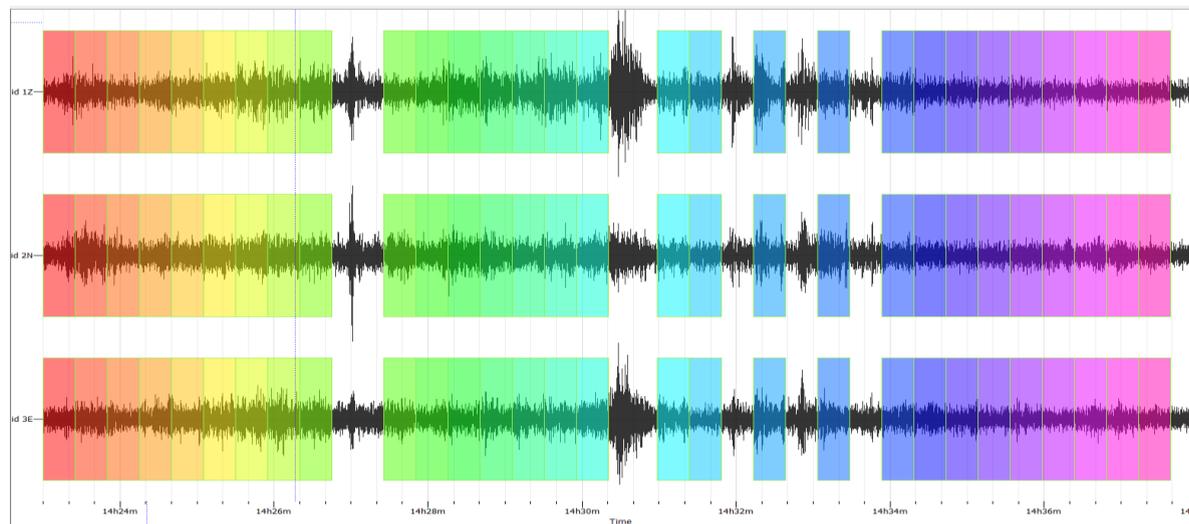
Registro sísmico



Resultado HVSR

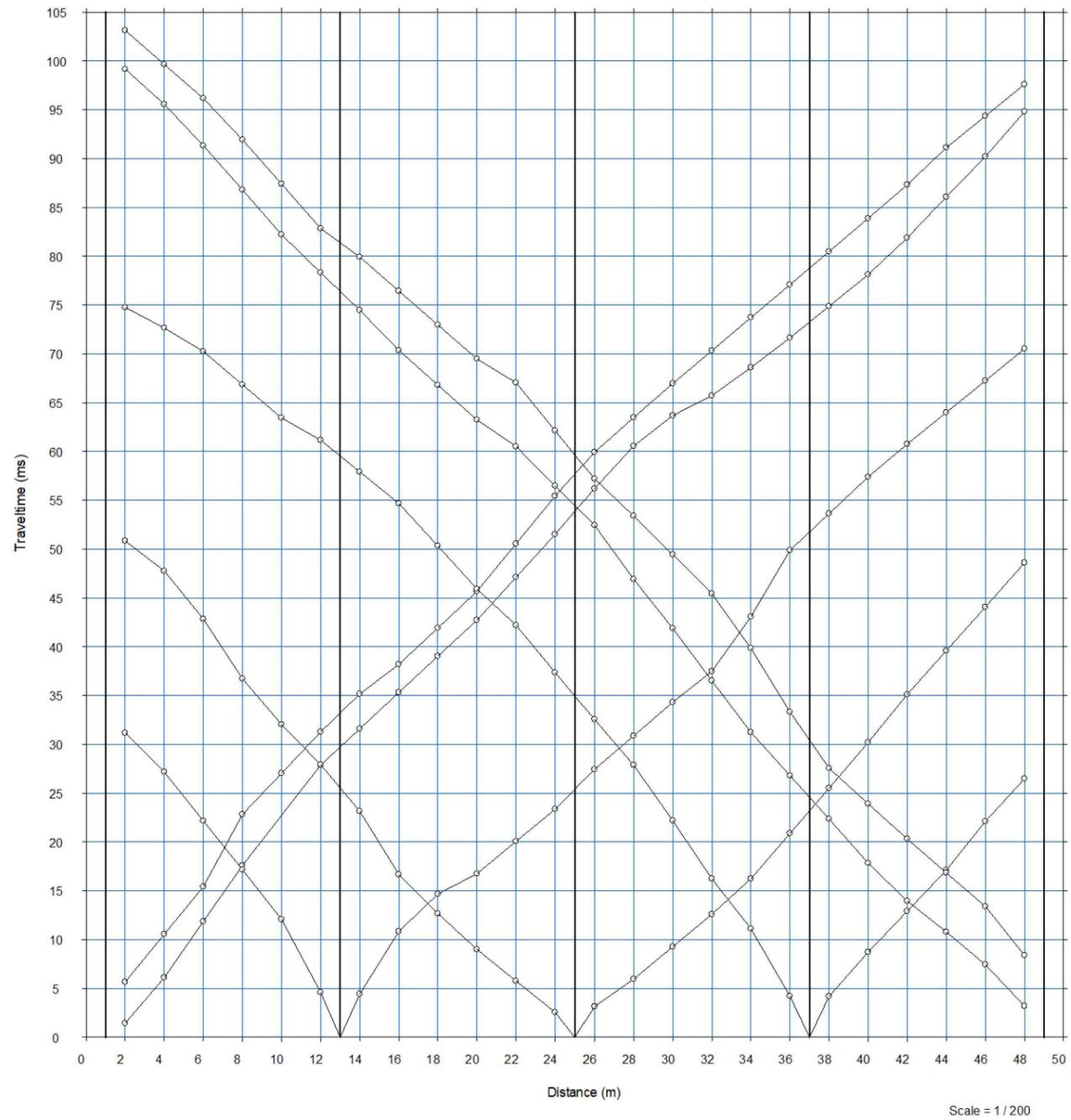


Ventanas HVSR



ANEXO B SECCIONES E INTERPRETACIÓN DE REFRACCIÓN SÍSMICA

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-01




CLIENTE:
 GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO
 Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

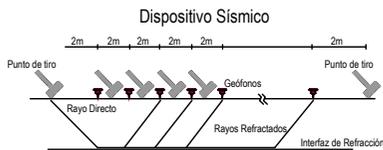
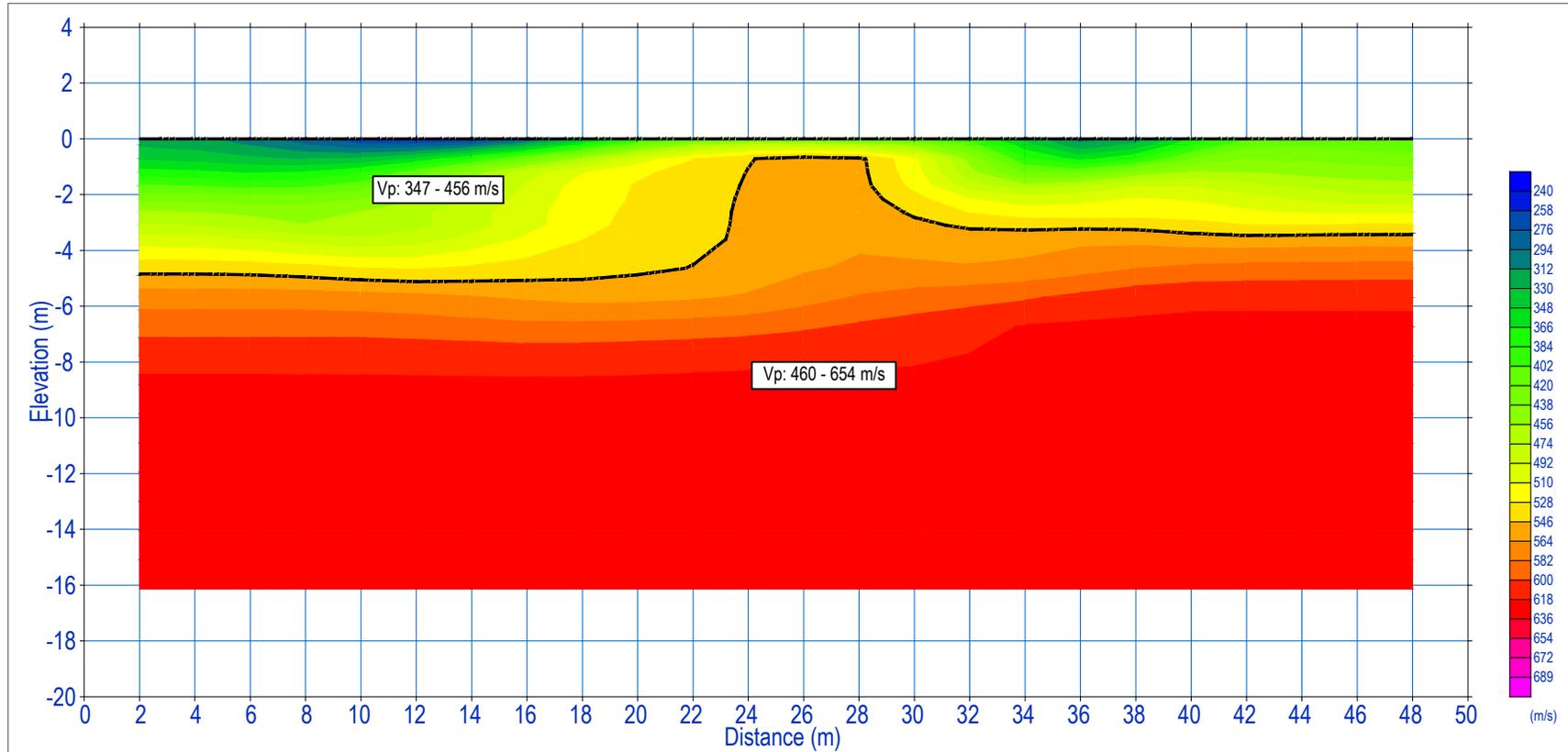
PROYECTO:
“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

<i>Dibujado :</i> V. M. C.	<i>Región :</i> Tumbes
<i>Revisado :</i> Ing. -	<i>Prov. :</i> Tumbes
<i>Aprobado :</i> Ing. -	<i>Distr. :</i> Tumbes

ESTUDIO:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

<i>Fecha :</i> Mayo 2021	<i>Escala :</i> Gráfica	<i>Formato :</i> A4
<i>Lámina Nro :</i> 01	<i>Código:</i> DS-01	
<i>Revisión :</i> A		

PERFIL SÍSMICO LS-01



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-01	01	0.70 - 5.10	347 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	03	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	406.11	245.80	0.21	1800.0	108.75	263.38	151.86
03	560.33	290.72	0.32	1900.0	160.58	422.60	382.43

1 Kg/m.³ = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

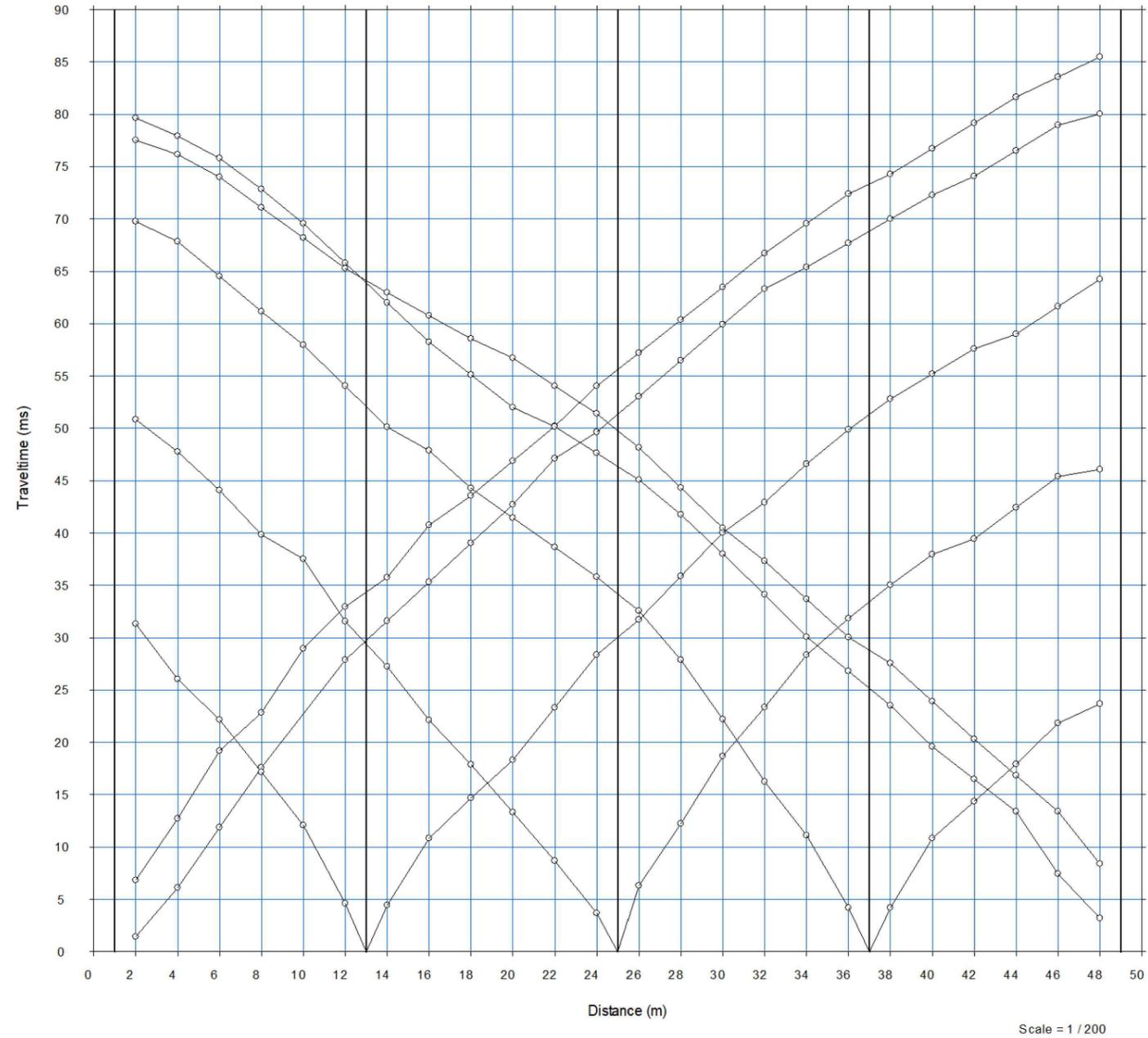

GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO: **"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"**
 Dibujado : V. M. C. Región : Tumbes
 Revisado : Ing. - Prov. : Tumbes
 Aprobado : Ing. - Distr. : Tumbes

ESTUDIO: **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL**
 Fecha : Mayo 2021 Escala : Gráfica Formato : A4
 Lámina Nro : 01 Código : **PI-LS-01**
 Revisión : A

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-02



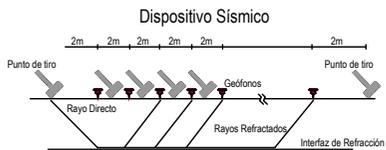
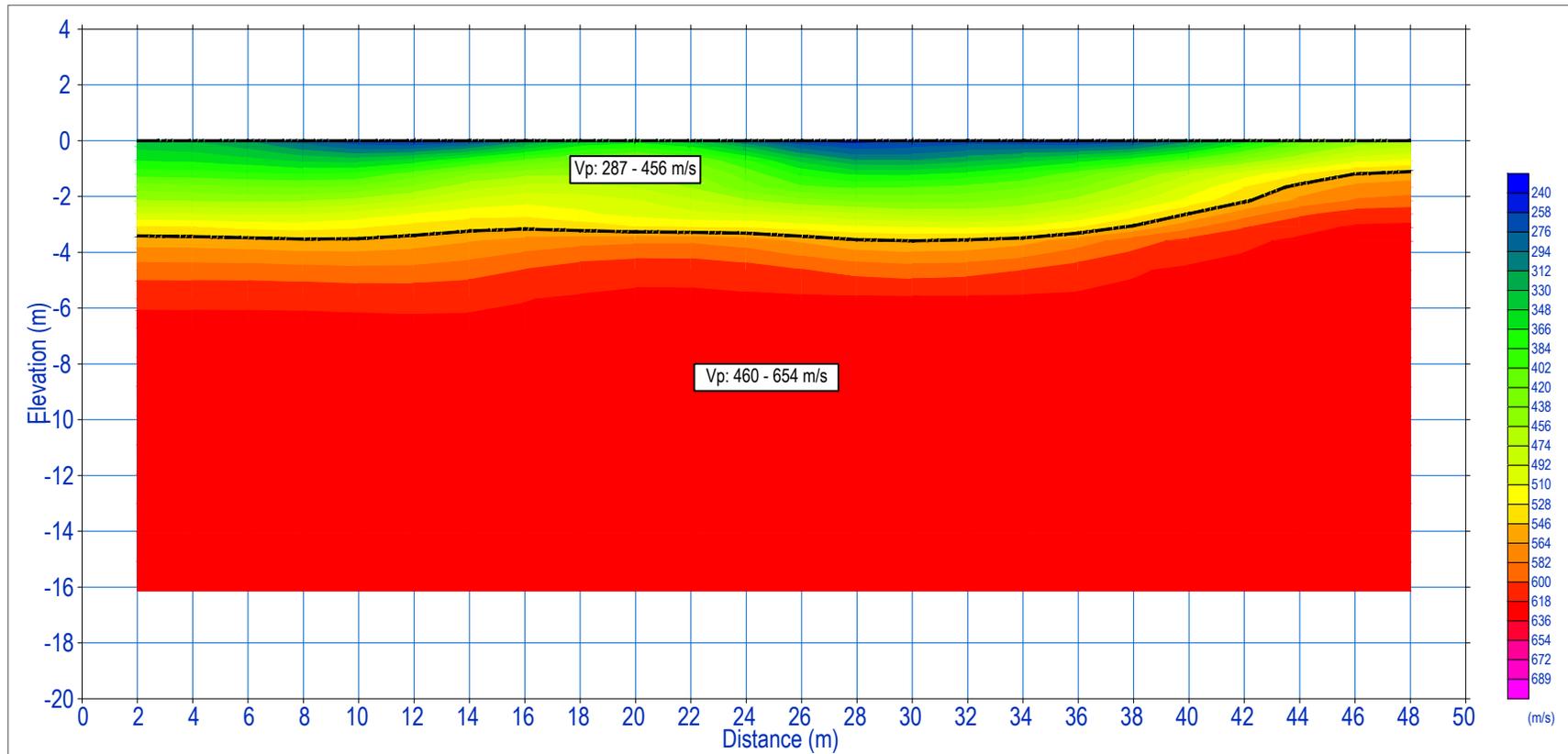

GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO: **“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”**
 Dibujado : V. M. C. Región : Tumbes
 Revisado : Ing. - Prov. : Tumbes
 Aprobado : Ing. - Distr. : Tumbes

ESTUDIO: **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL**
 Fecha : Mayo 2021 Escala : Gráfica Formato : A4
 Lámina Nro : 02 Código: **DS-02**
 Revisión : A

PERFIL SÍSMICO LS-02



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-02	01	1.00 - 3.50	287 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	387.00	270.17	0.02	1800.0	131.39	269.25	94.40
02	579.83	280.85	0.35	1900.0	149.87	403.66	438.96

1 Kg/m.³ = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

CLIENTE:

GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

Dibujado : V. M. C. Región : Tumbes

Revisado : Ing. - Prov. : Tumbes

Aprobado : Ing. - Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

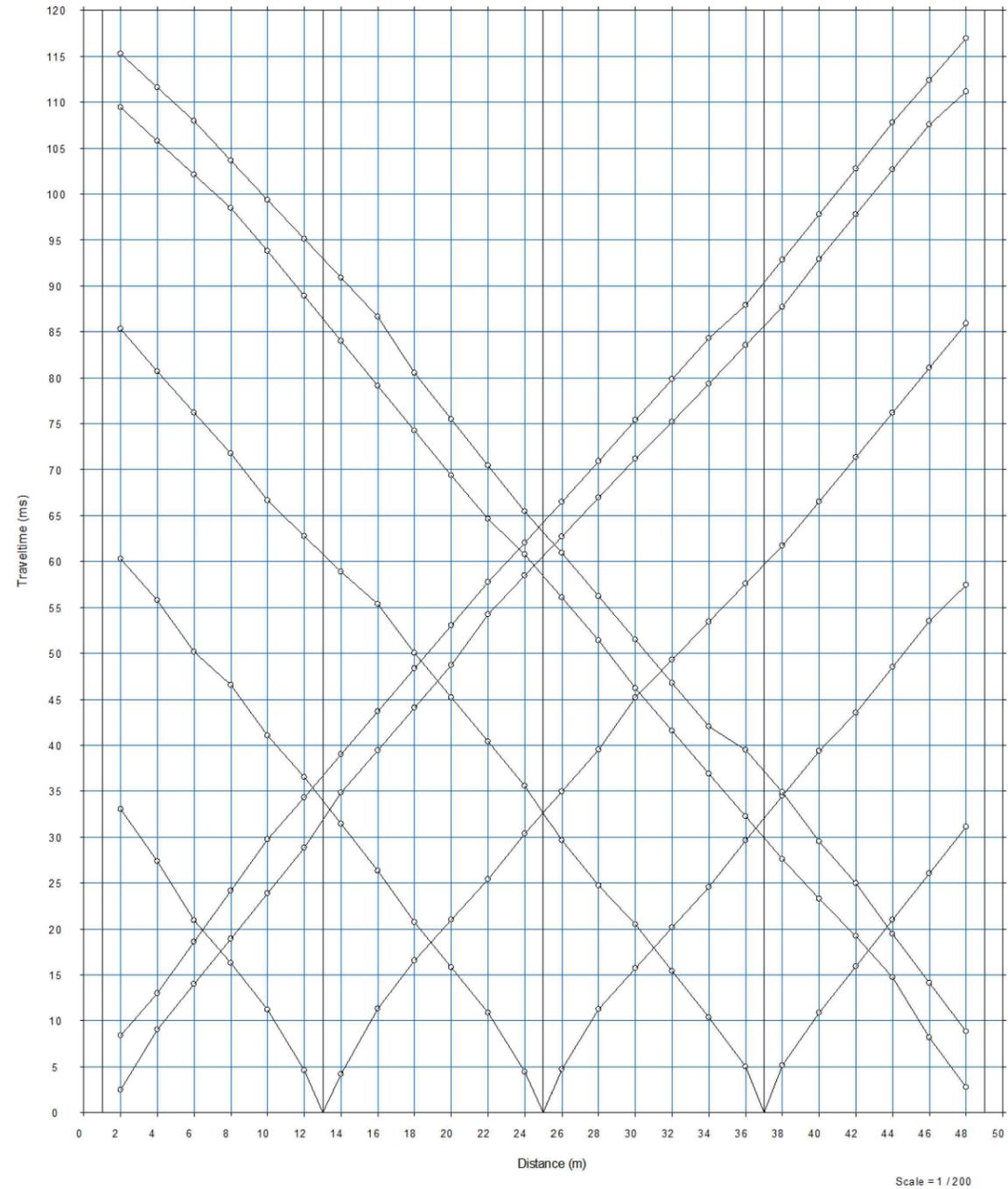
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021 Escala : Gráfica Formato : A4

Lámina Nro : 02 Código : PI-LS-02

Revisión : A

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-03




CLIENTE:
 GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO
 Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

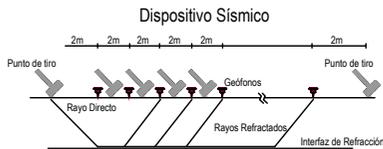
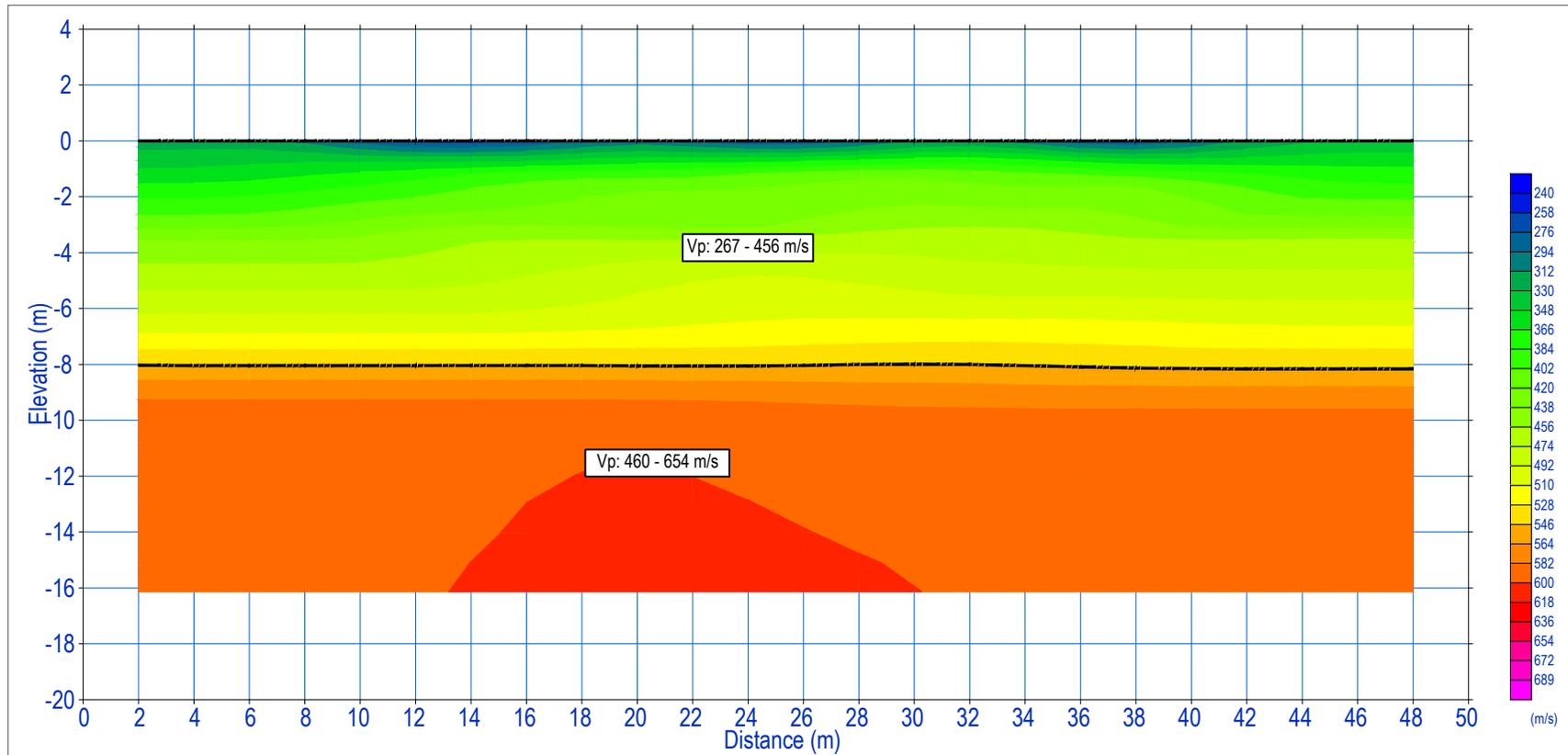
PROYECTO:
“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

<i>Dibujado :</i> V. M. C.	<i>Región :</i> Tumbes
<i>Revisado :</i> Ing. -	<i>Prov. :</i> Tumbes
<i>Aprobado :</i> Ing. -	<i>Distr. :</i> Tumbes

ESTUDIO:
**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D
 Y VIBRACIÓN AMBIENTAL**

<i>Fecha :</i> Mayo 2021	<i>Escala :</i> Gráfica	<i>Formato :</i> A4
<i>Lámina Nro :</i> 03	<i>Código:</i> DS-03	
<i>Revisión :</i> A		

PERFIL SÍSMICO LS-03



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-03	01	8.00 - 8.30	267 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	363.54	254.03	0.02	1800.0	116.16	237.63	83.02
02	555.92	227.62	0.40	1900.0	98.44	275.49	455.94

1 Kg/m.³ = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

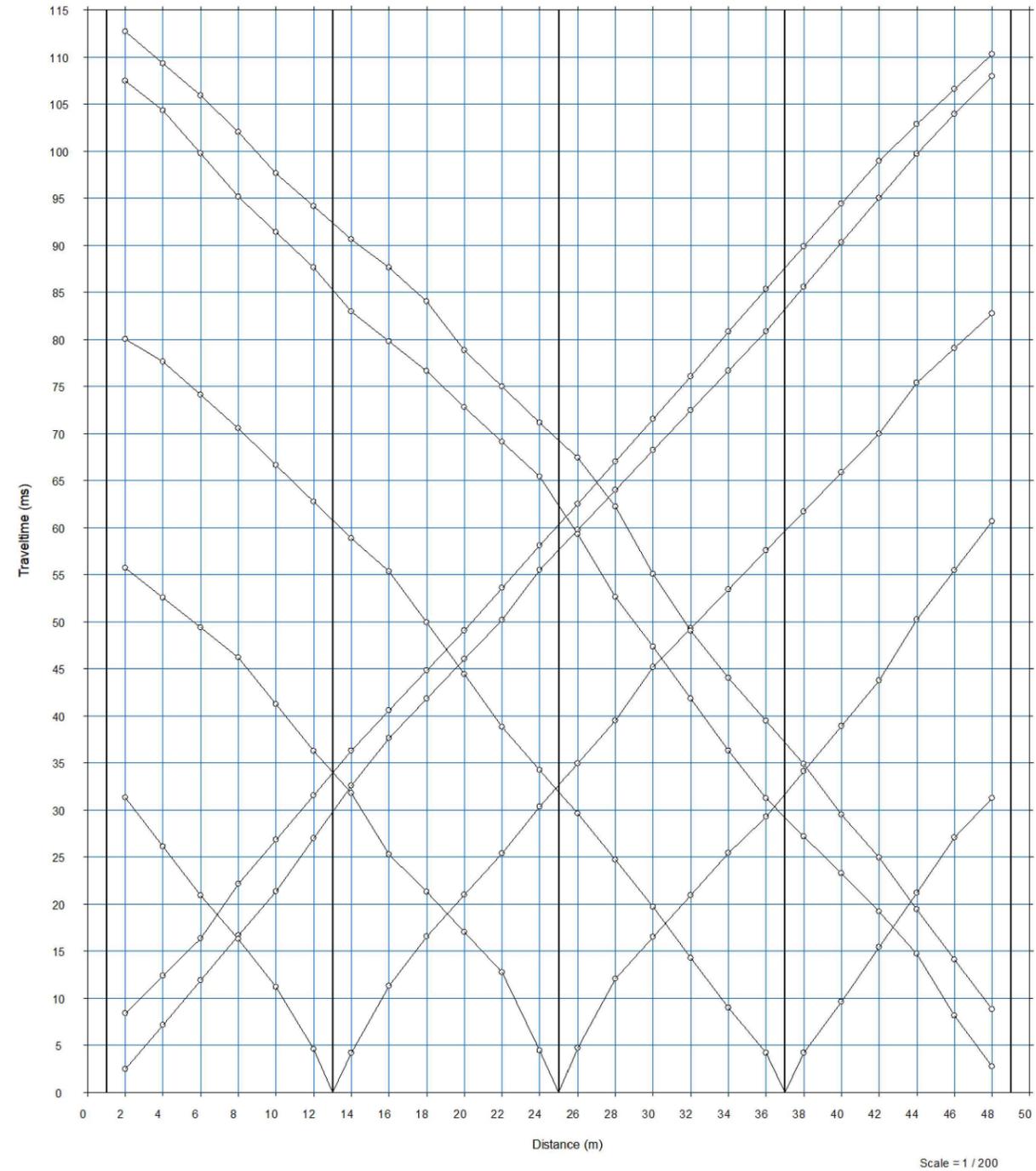
Dibujado : V. M. C.	Región : Tumbes
Revisado : Ing. -	Prov. : Tumbes
Aprobado : Ing. -	Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021	Escala : Gráfica	Formato : A4
Lámina Nro : 03	Código : PI-LS-03	
Revisión : A		

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-04



CLIENTE:

GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

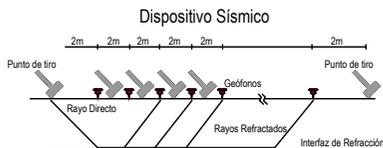
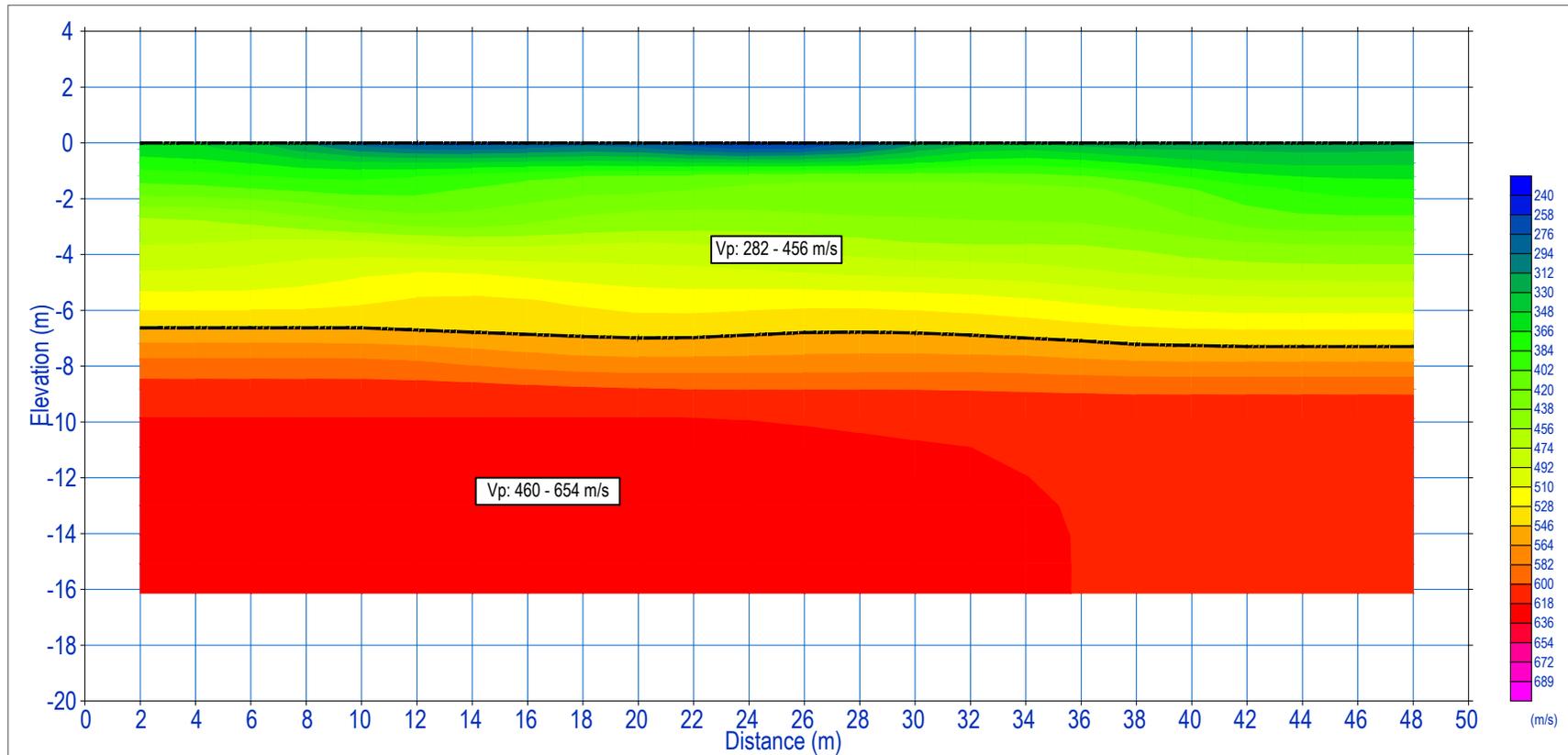
PROYECTO:
“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

<i>Dibujado :</i> V. M. C.	<i>Región :</i> Tumbes
<i>Revisado :</i> Ing. -	<i>Prov. :</i> Tumbes
<i>Aprobado :</i> Ing. -	<i>Distr. :</i> Tumbes

ESTUDIO:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

<i>Fecha :</i> Mayo 2021	<i>Escala :</i> Gráfica	<i>Formato :</i> A4
<i>Lámina Nro :</i> 04	<i>Código:</i> DS-04	
<i>Revisión :</i> A		

PERFIL SÍSMICO LS-04



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-03	01	6.60 - 7.30	282 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	372.08	261.39	0.01	1800.0	122.98	249.12	85.22
02	555.25	275.88	0.34	1900.0	144.61	386.42	392.96

1 Kg/m.³ = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Dibujado : V. M. C.

Región : Tumbes

Fecha : Mayo 2021

Escala : Gráfica Formato : A4

Revisado : Ing. -

Prov. : Tumbes

Lámina Nro : 04

Código:

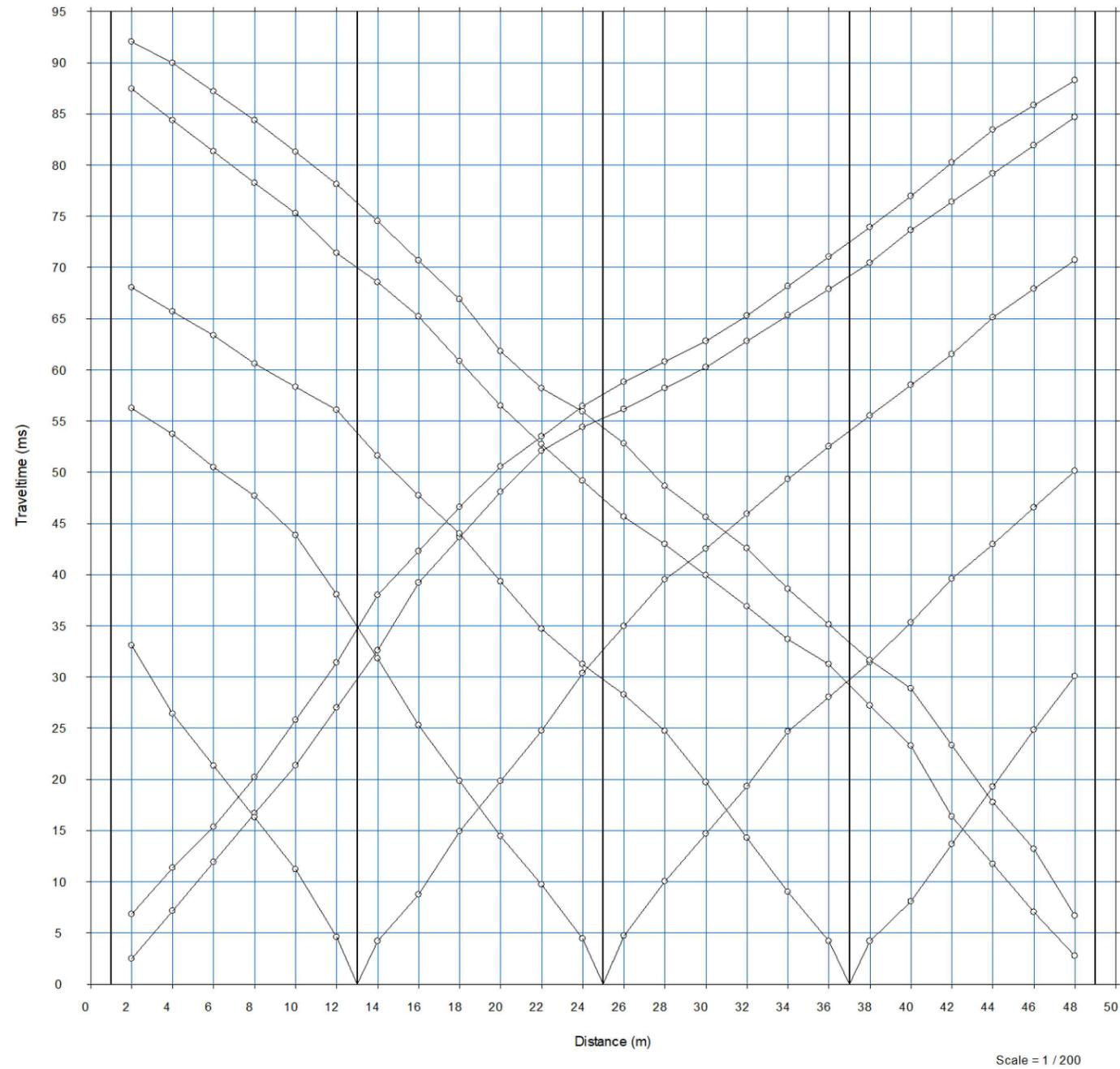
PI-LS-04

Aprobado : Ing. -

Distr. : Tumbes

Revisión : A

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-05



CLIENTE:



CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Dibujado : V. M. C.

Región : Tumbes

Fecha : Mayo 2021

Escala : Gráfica

Formato : A4

Revisado : Ing. -

Prov. : Tumbes

Lámina Nro : 05

Código:

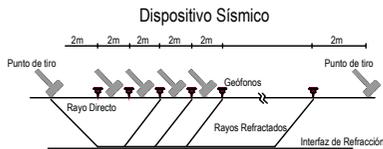
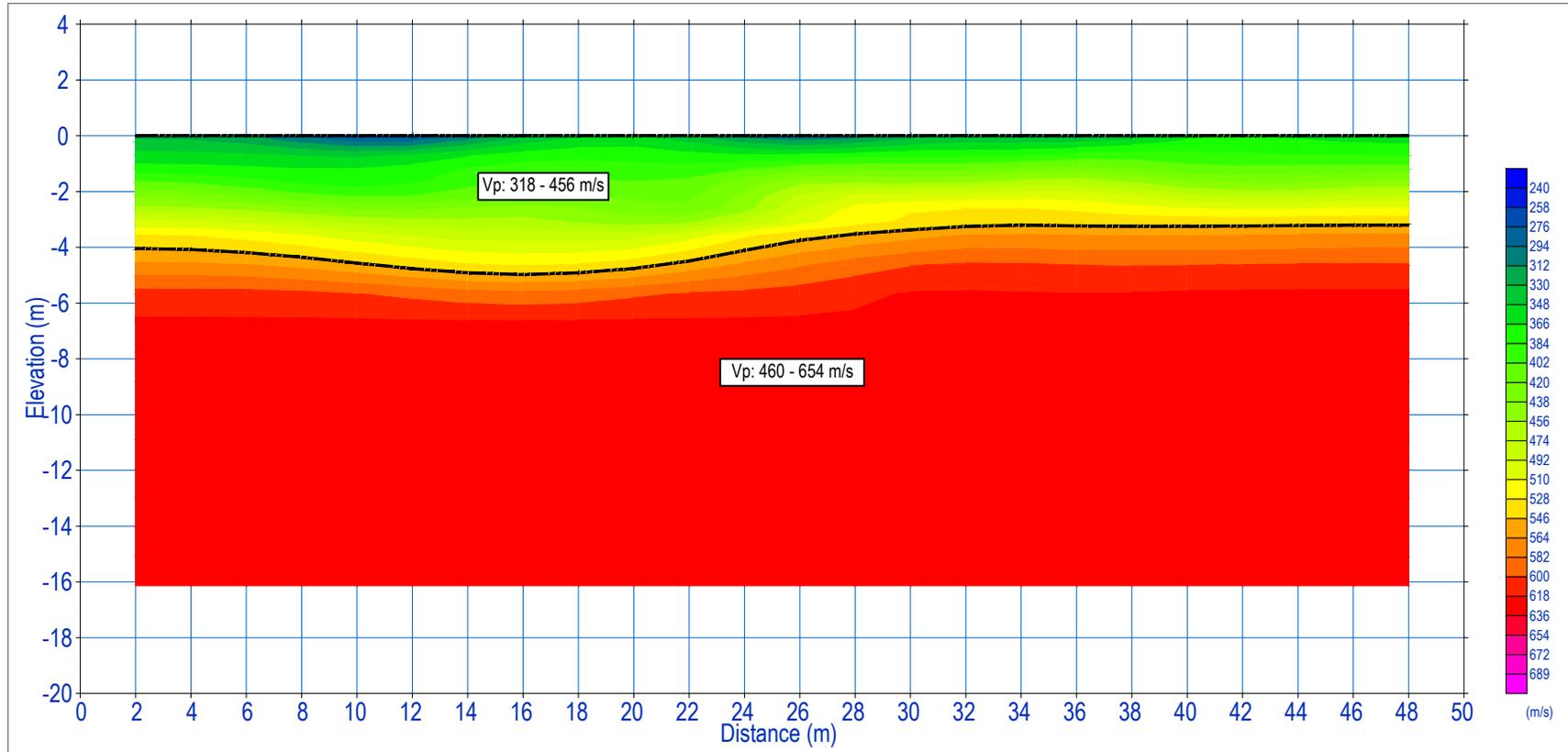
D-05

Aprobado : Ing. -

Distr. : Tumbes

Revisión : A

PERFIL SÍSMICO LS-05



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-05	01	3.30 - 5.00	318 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	403.50	284.24	0.01	1800.0	145.43	293.03	99.16
02	589.50	284.50	0.35	1900.0	153.79	414.66	455.22

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

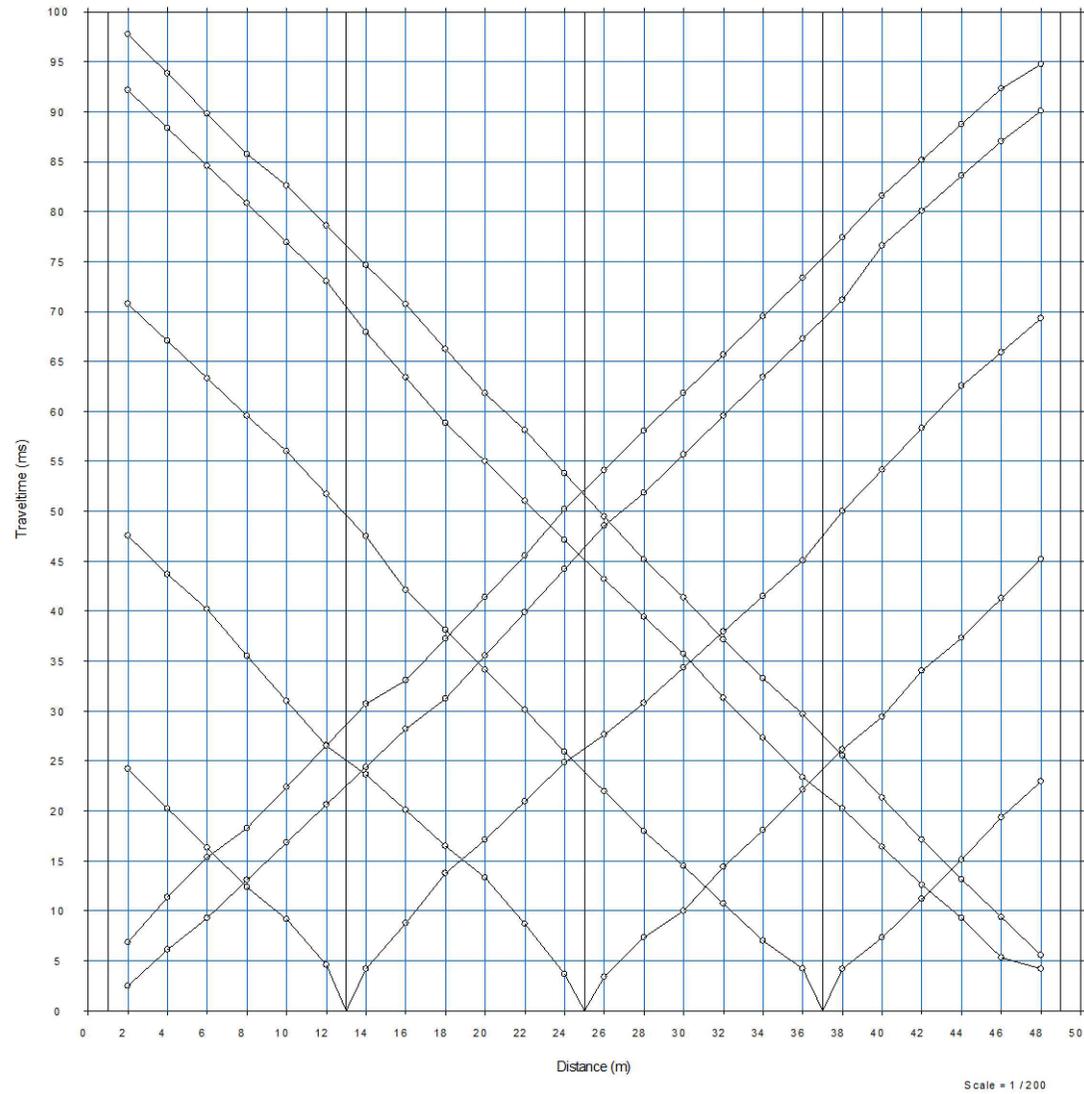

GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO: **"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"**
 Dibujado : V. M. C. Región : Tumbes
 Revisado : Ing. - Prov. : Tumbes
 Aprobado : Ing. - Distr. : Tumbes

ESTUDIO: **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL**
 Fecha : Mayo 2021 Escala : Gráfica Formato : A4
 Lámina Nro : 05 Código : **PI-LS-05**
 Revisión : A

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-06



CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO
Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D
Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

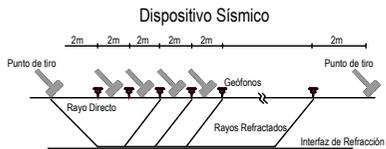
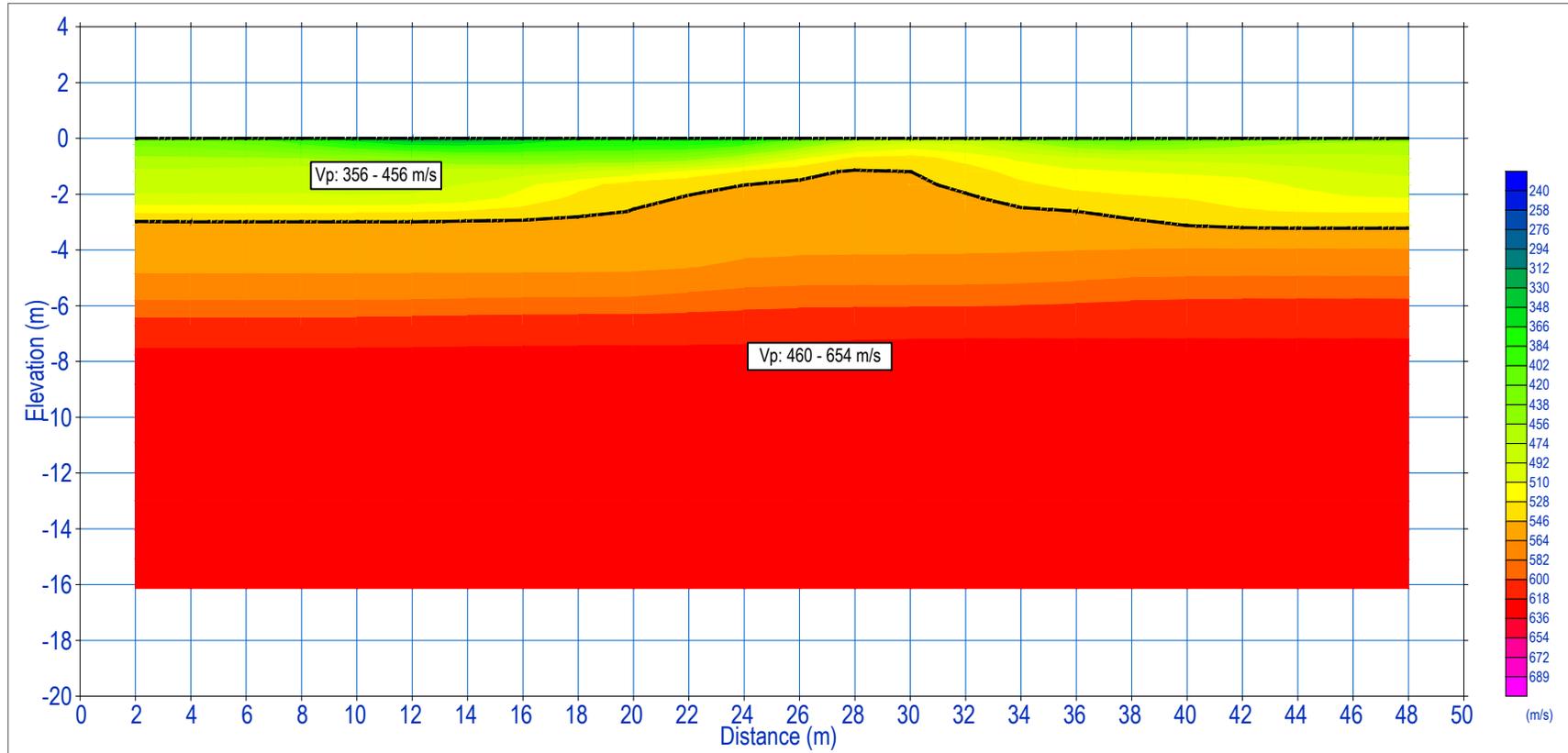
Lámina Nro : 06

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

Código:
DS-06

PERFIL SÍSMICO LS-06



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-02	01	1.00 - 3.20	356 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	403.14	277.37	0.05	1800.0	138.48	290.96	107.90
02	559.08	284.98	0.32	1900.0	154.31	408.75	388.14

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

CLIENTE:

 GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:
"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

ESTUDIO:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Dibujado : V. M. C.

Región : Tumbes

Fecha : Mayo 2021

Escala : Gráfica Formato : A4

Revisado : Ing. -

Prov. : Tumbes

Lámina Nro : 06

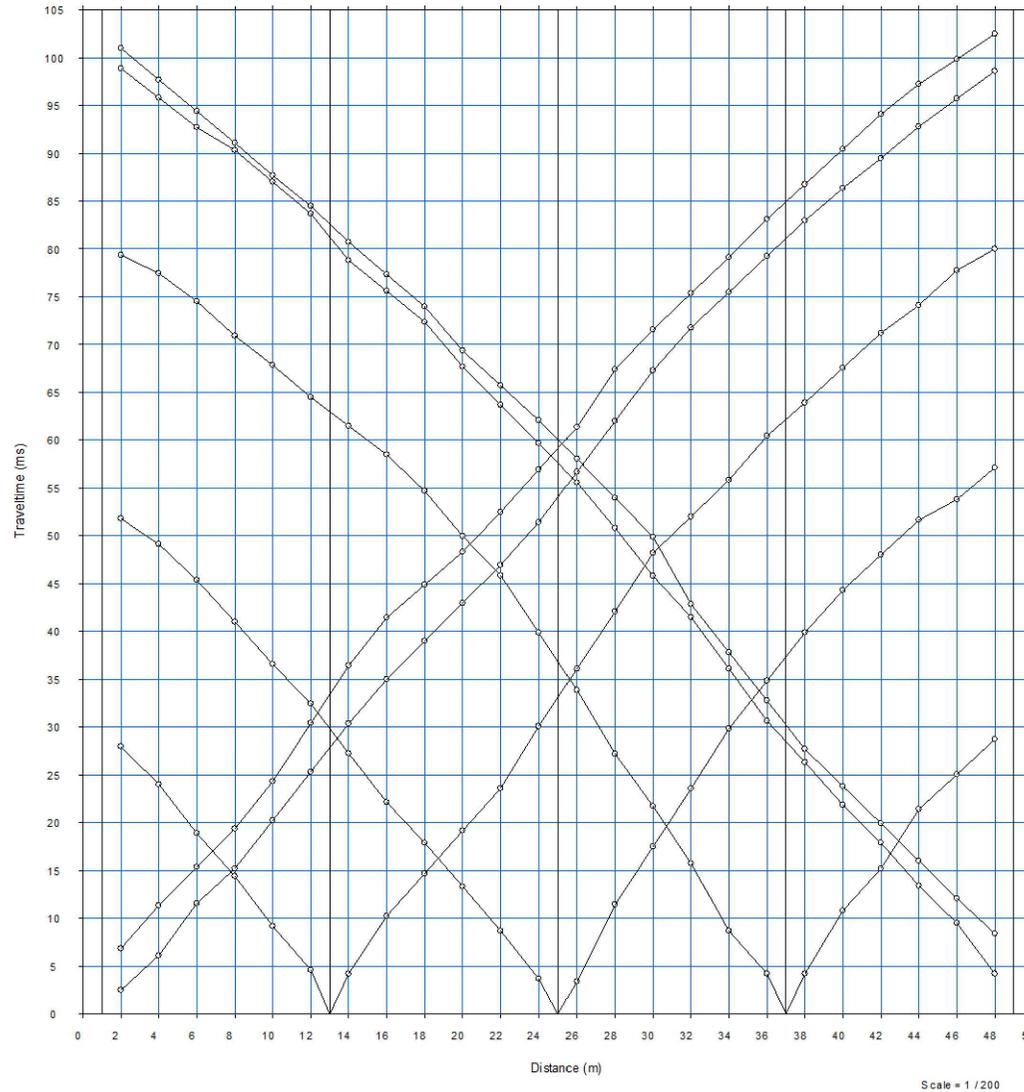
Código:
PI-LS-06

Aprobado : Ing. -

Distr. : Tumbes

Revisión : A

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-07



CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO
Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D
Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

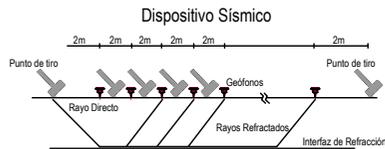
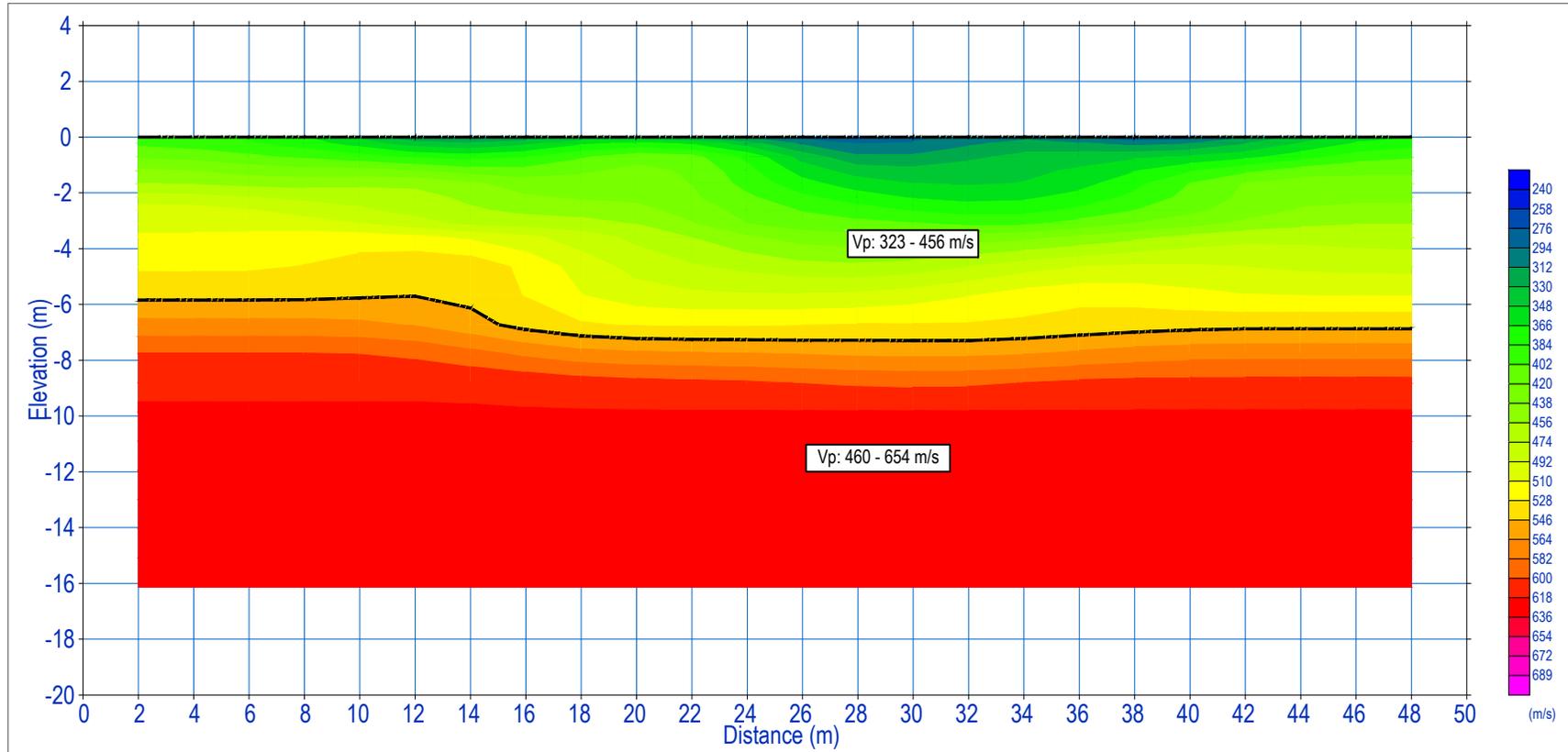
Lámina Nro : 07

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

Código:
PI-DS-07

PERFIL SÍSMICO LS-07



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-07	01	5.70 - 7.30	323 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	391.40	262.41	0.09	1800.0	123.95	270.64	110.49
02	554.25	253.75	0.37	1900.0	122.34	334.57	420.55

1 Kg/m.s² = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

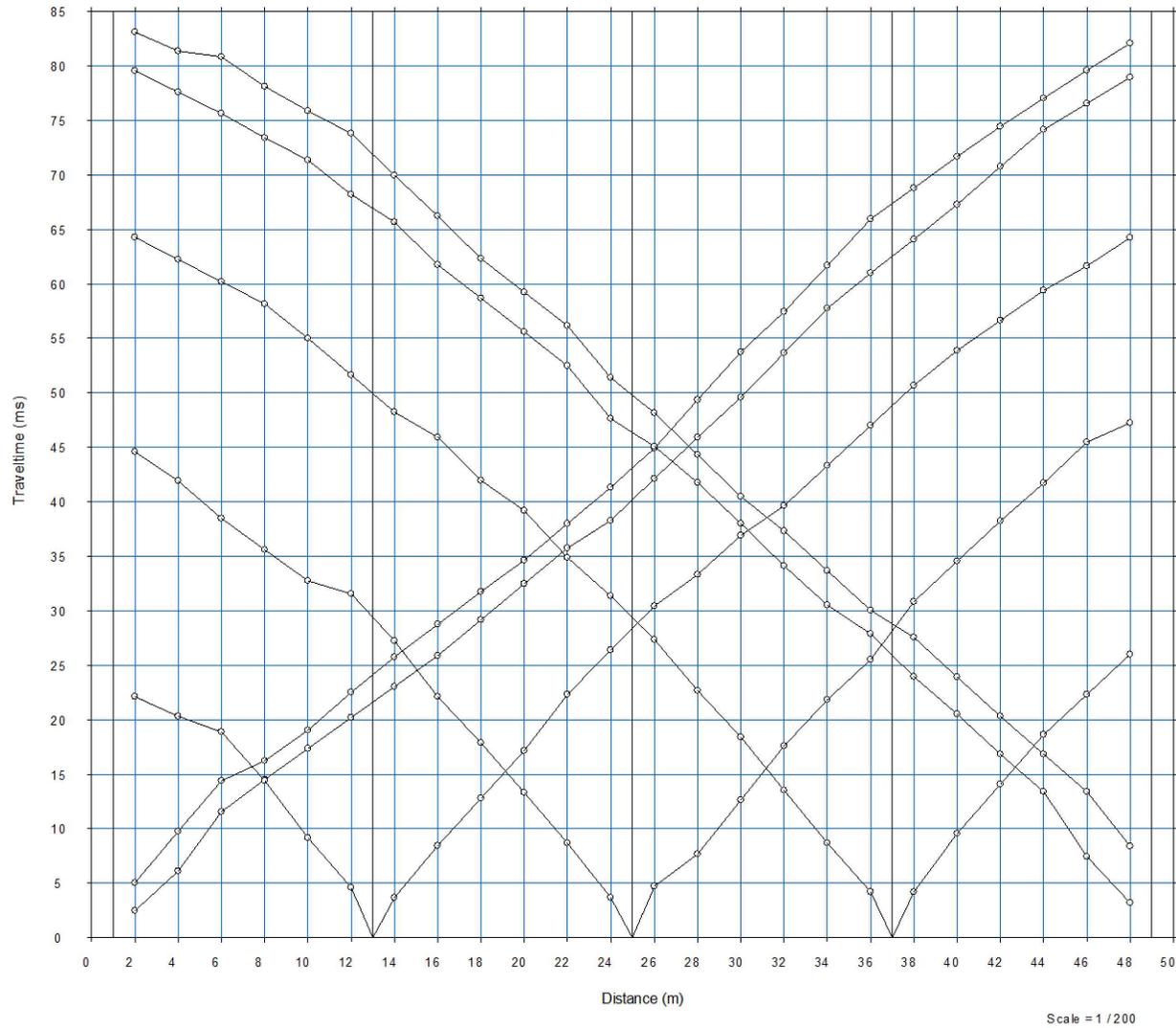

GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO: **"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"**
 Dibujado : V. M. C. Región : Tumbes
 Revisado : Ing. - Prov. : Tumbes
 Aprobado : Ing. - Distr. : Tumbes

ESTUDIO: **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL**
 Fecha : Mayo 2021 Escala : Gráfica Formato : A4
 Lámina Nro : 07 Código : **PI-LS-07**
 Revisión : A

DROMOCRÓNICA SÍSMICA LS-08



CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO
Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D
Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

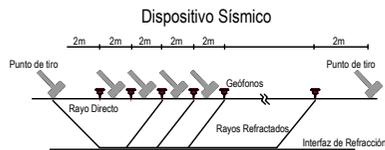
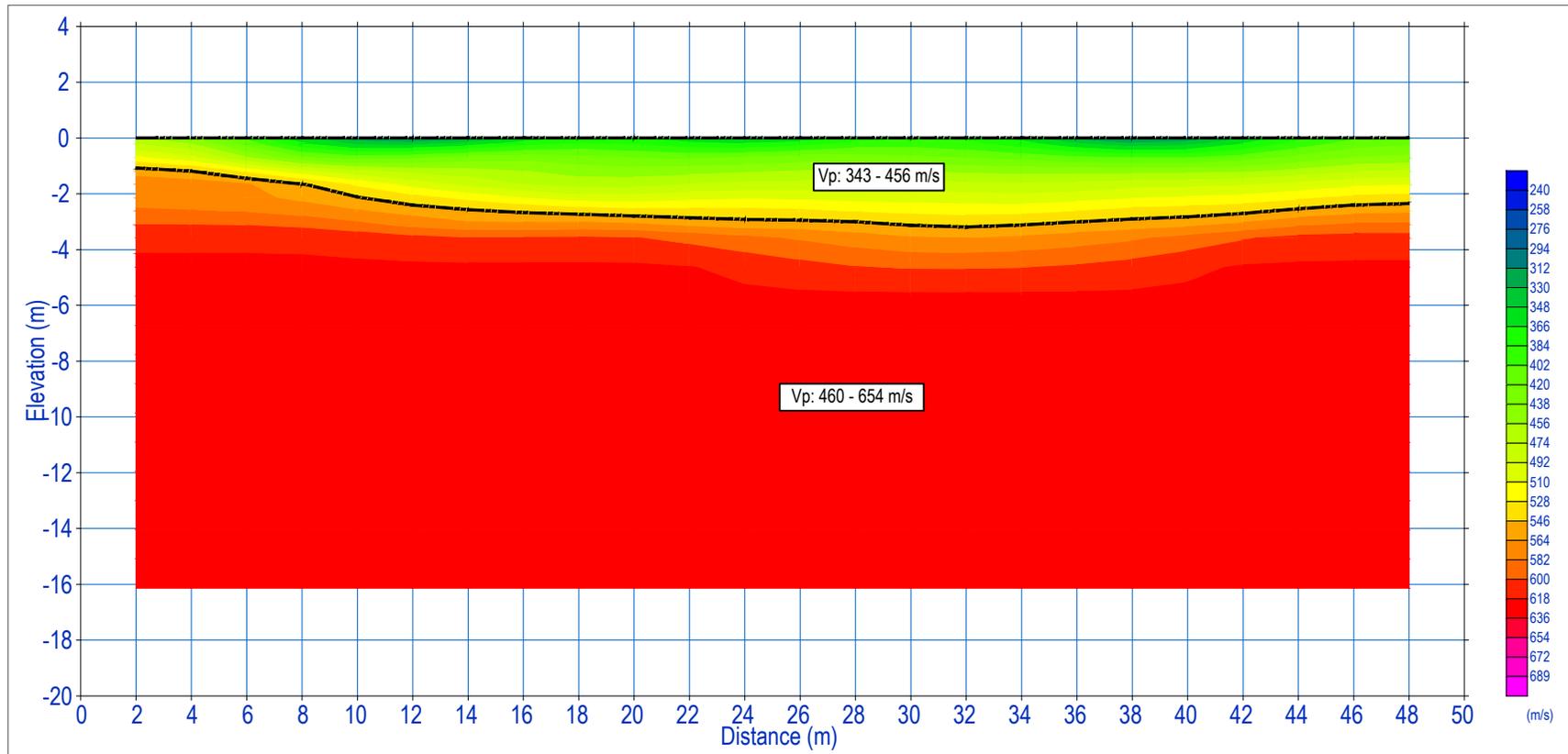
Lámina Nro : 08

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

Código:
DS-08

PERFIL SÍSMICO LS-08



Línea	Capa	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Descripción
LS-08	01	1.00 - 3.20	343 - 456	Material conformado por arcillas de muy baja compacidad.
	02	> 15.00	460 - 654	Material conformado por arenas de baja compacidad.

Capa	Velocidad Vp (m/s)*	Velocidad Vs (m/s)	Razón de Poisson v	Densidad Estimada (Kg/m ³)	Modulo de Corte G (MN/m ²)	Modulo de Young E (MN/m ²)	Modulo de Bulk K (MN/m ²)
01	394.63	263.52	0.10	1800.0	125.00	274.40	113.66
02	565.00	270.37	0.35	1900.0	138.89	375.42	421.34

1 Kg/m.³ = 1 N/m² = Pa (Según Sistema Internacional de medidas)
 Donde: Kg= Kilogramo, N= Newton, Pa= Pascal, m= metro, s= segundo
 (*) Velocidad Promedio de la Onda P.

CLIENTE:

 GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
 SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
 UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Dibujado : V. M. C.

Región : Tumbes

Fecha : Mayo 2021

Escala : Gráfica Formato : A4

Revisado : Ing. -

Prov. : Tumbes

Lámina Nro : 08

Código:
PI-LS-08

Aprobado : Ing. -

Distr. : Tumbes

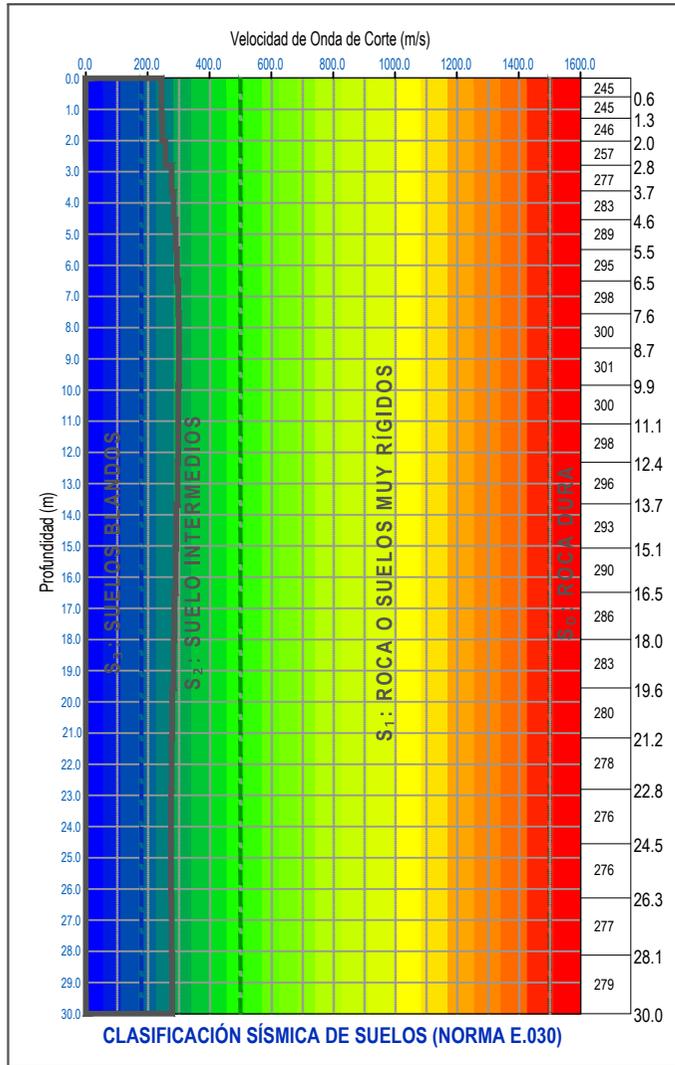
Revisión : A

ANEXO C SECCIONES E INTERPRETACIÓN DE MASW

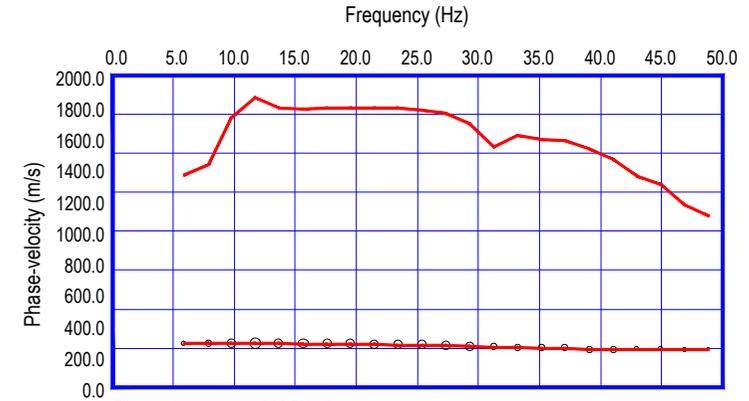
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 01

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	245.15
-0.63	245.46
-1.30	246.80
-2.04	257.43
-2.83	277.22
-3.67	283.67
-4.57	289.87
-5.52	295.11
-6.52	298.80
-7.58	300.81
-8.70	301.33
-9.86	300.59
-11.09	298.83
-12.36	296.33
-13.70	293.34
-15.08	290.06
-16.52	286.70
-18.02	283.46
-19.57	280.53
-21.17	278.20
-22.83	276.66
-24.54	276.20
-26.30	277.09
-28.13	279.67
-30.00	301.33
Vs30	282.75



CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidos
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	282.75 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

Lámina Nro : 01

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

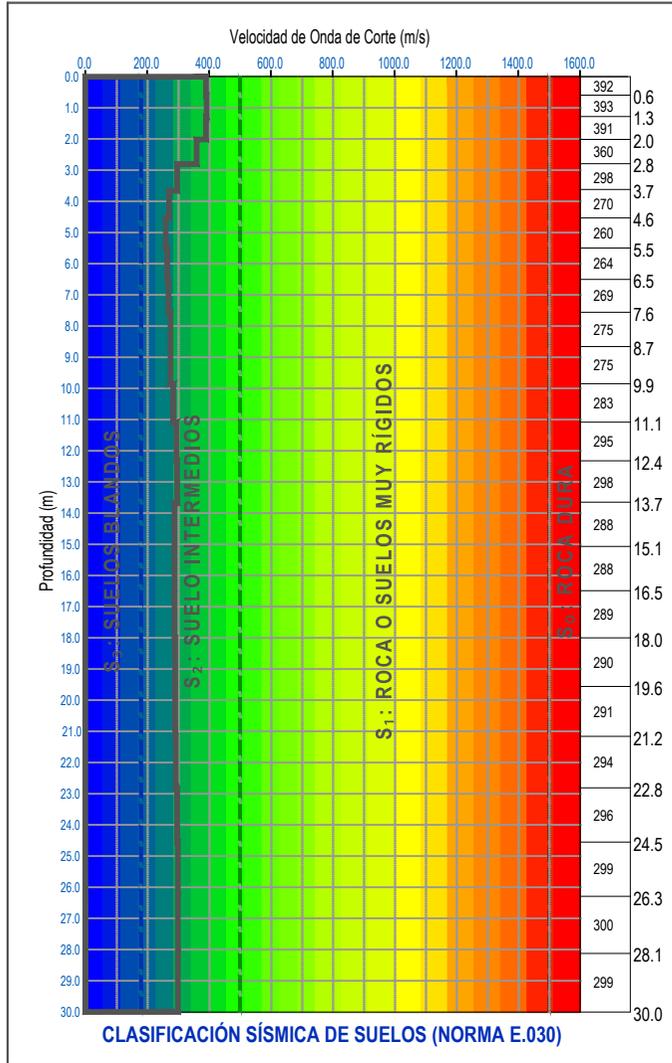
Código:

PI-MSW-01

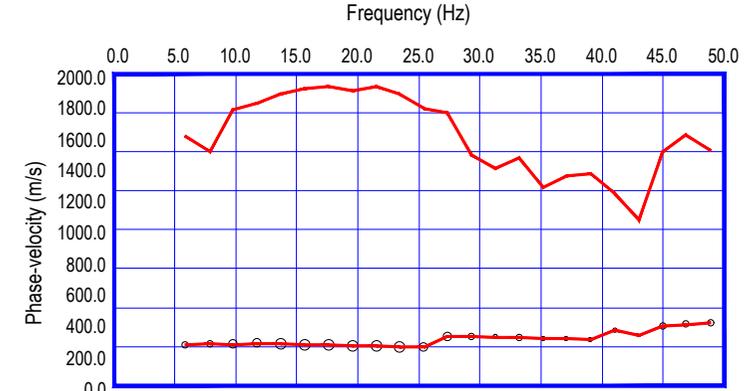
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 02

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	392.01
-0.63	393.56
-1.30	391.64
-2.04	360.85
-2.83	298.36
-3.67	270.17
-4.57	260.26
-5.52	264.68
-6.52	269.03
-7.58	275.64
-8.70	275.87
-9.86	283.97
-11.09	295.94
-12.36	298.28
-13.70	288.08
-15.08	288.45
-16.52	289.19
-18.02	290.18
-19.57	291.79
-21.17	294.04
-22.83	296.59
-24.54	299.08
-26.30	300.44
-28.13	299.06
-30.00	423.05
Vs30	294.91



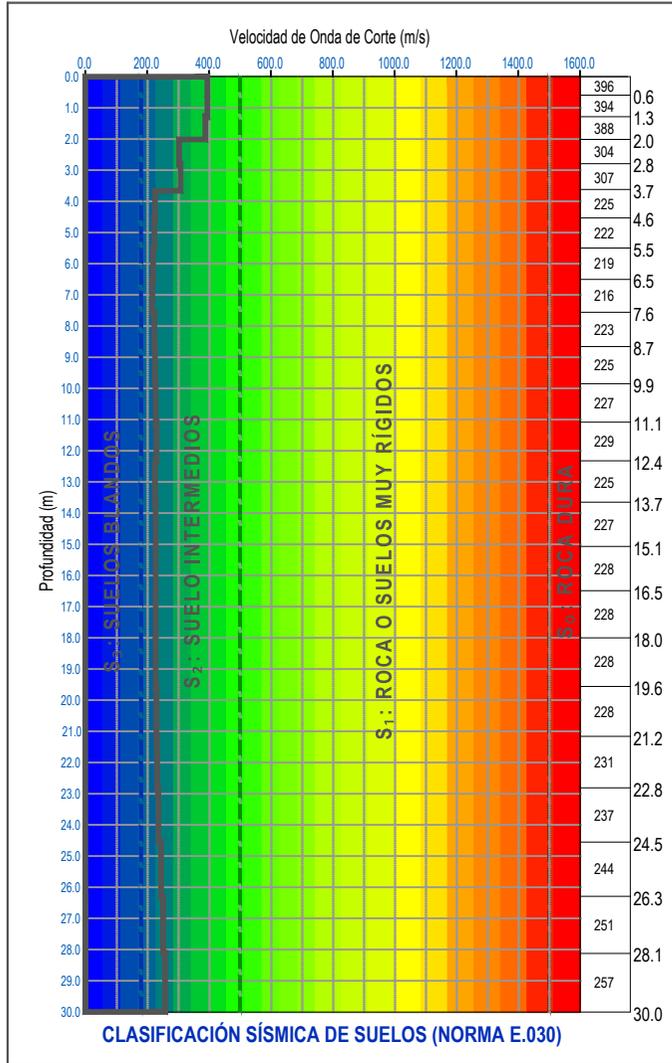
CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidios
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	294.91 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

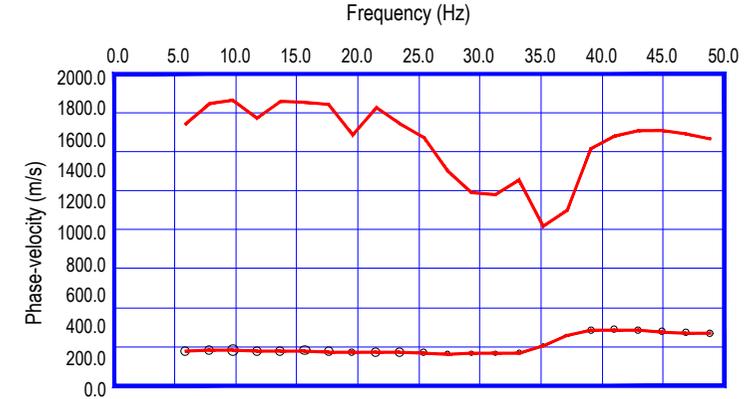
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 03

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	396.45
-0.63	394.49
-1.30	388.52
-2.04	304.84
-2.83	307.45
-3.67	225.45
-4.57	222.64
-5.52	219.25
-6.52	216.17
-7.58	223.40
-8.70	225.66
-9.86	227.91
-11.09	229.80
-12.36	225.48
-13.70	227.48
-15.08	228.51
-16.52	228.52
-18.02	228.21
-19.57	228.88
-21.17	231.66
-22.83	237.06
-24.54	244.40
-26.30	251.97
-28.13	257.78
-30.00	396.45
Vs30	241.79



Dispersion curve : MASW-03.rst

CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidos
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

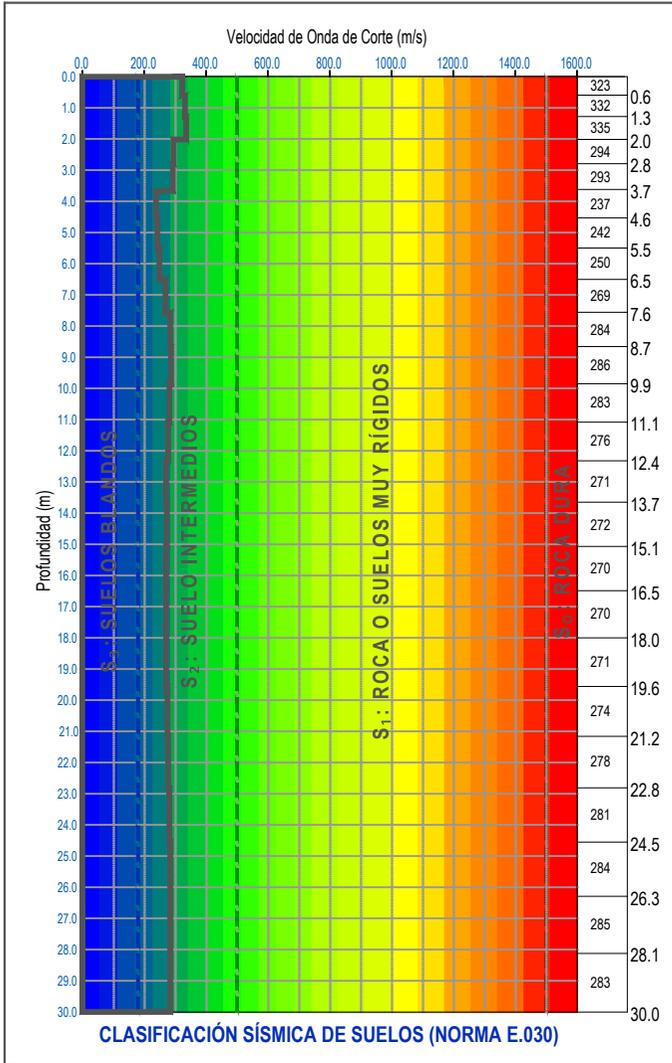
Vs30	241.79 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

<p>CLIENTE: GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS</p>	<p>CONTRATISTA:</p>	<p>PROYECTO: "Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"</p>	<p>ESTUDIO: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL</p>		
		<p>Dibujado : V. M. C.</p>	<p>Región : Tumbes</p>	<p>Fecha : Mayo 2021</p>	<p>Escala : Gráfica Formato : A4</p>
		<p>Revisado : Ing. -</p>	<p>Prov. : Tumbes</p>	<p>Lámina Nro : 03</p>	<p>Código: PI-MSW-03</p>
		<p>Aprobado : Ing. -</p>	<p>Distr. : Tumbes</p>	<p>Revisión : A</p>	

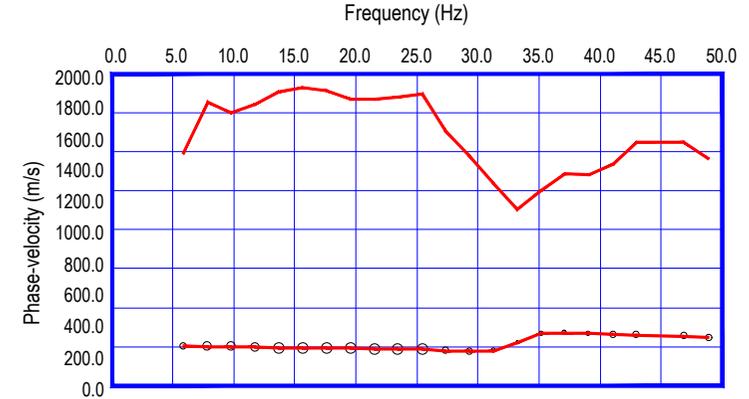
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 04

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	323.76
-0.63	332.35
-1.30	335.68
-2.04	294.53
-2.83	293.01
-3.67	237.59
-4.57	242.48
-5.52	250.13
-6.52	269.55
-7.58	284.84
-8.70	286.96
-9.86	283.05
-11.09	276.81
-12.36	271.04
-13.70	272.51
-15.08	270.43
-16.52	270.34
-18.02	271.92
-19.57	274.84
-21.17	278.39
-22.83	281.88
-24.54	284.45
-26.30	285.25
-28.13	283.58
-30.00	344.25
Vs30	278.06



Dispersion curve : MASW-04.rst

CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidos
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	278.06 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

"Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1"

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

Lámina Nro : 04

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

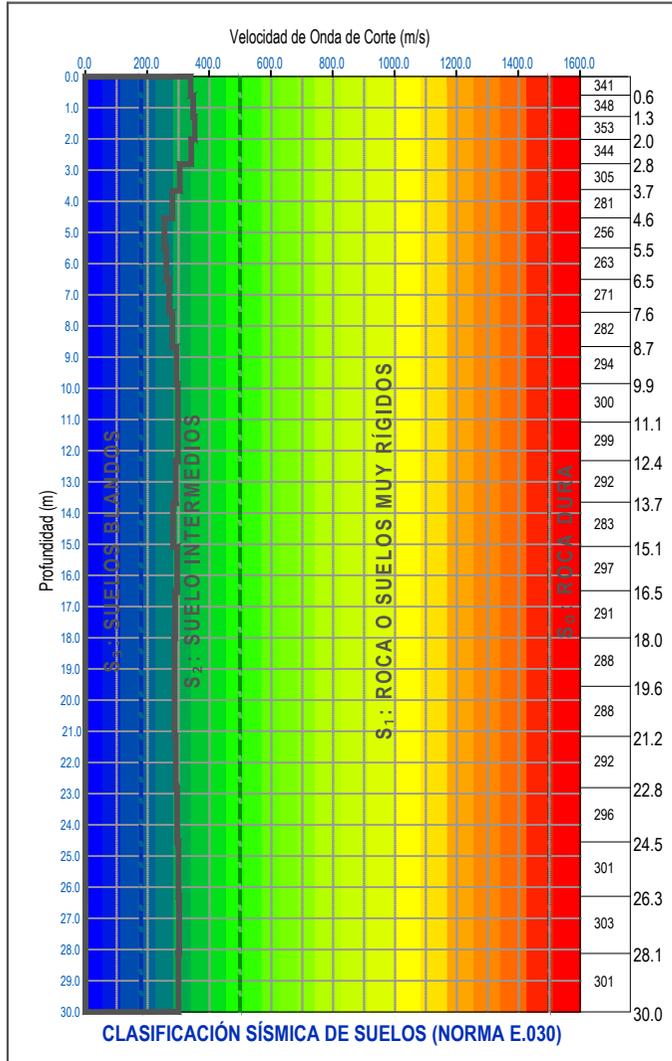
Código :

PI-MSW-04

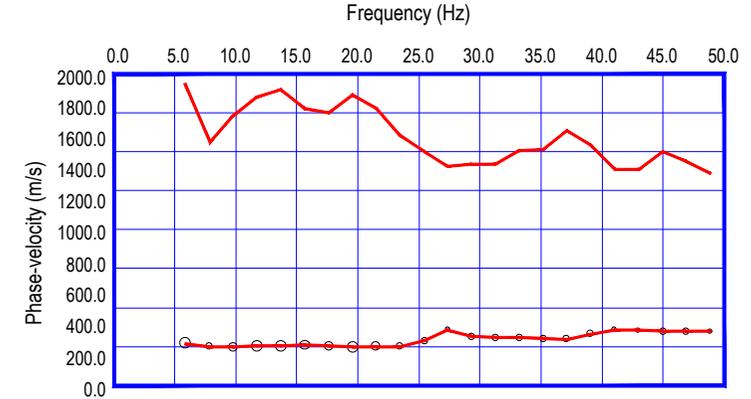
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 05

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	341.63
-0.63	348.65
-1.30	353.38
-2.04	344.18
-2.83	305.73
-3.67	281.89
-4.57	256.62
-5.52	263.53
-6.52	271.03
-7.58	282.03
-8.70	294.15
-9.86	300.37
-11.09	299.18
-12.36	292.43
-13.70	283.61
-15.08	297.62
-16.52	291.48
-18.02	288.42
-19.57	288.80
-21.17	292.12
-22.83	296.83
-24.54	301.33
-26.30	303.63
-28.13	301.98
-30.00	386.16
Vs30	295.24



CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidos
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	295.24 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

Lámina Nro : 05

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

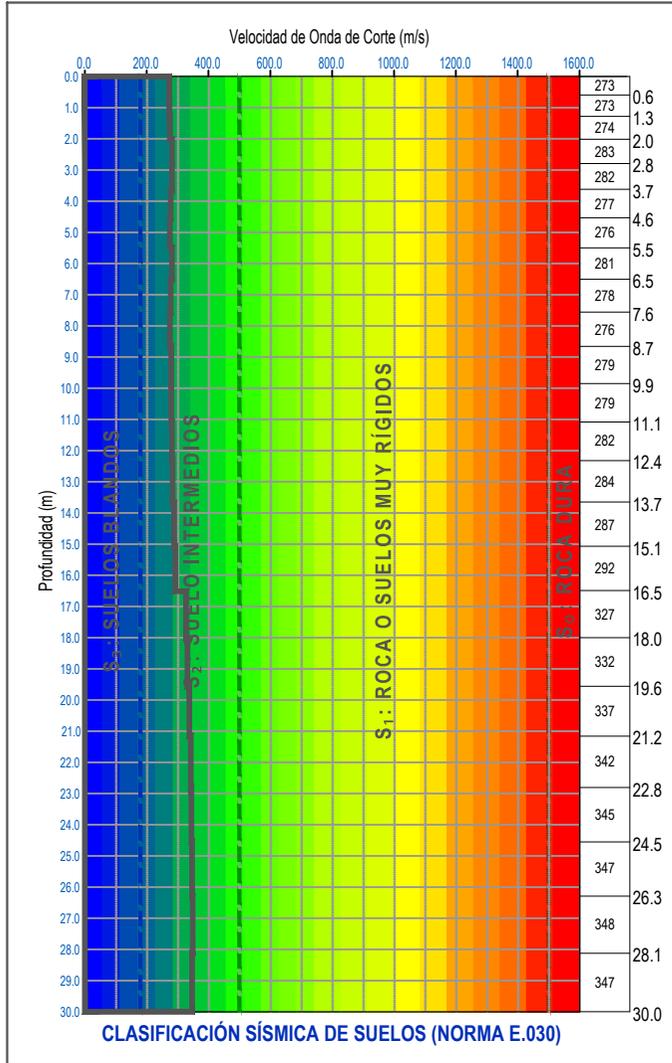
Código:

PI-MSW-05

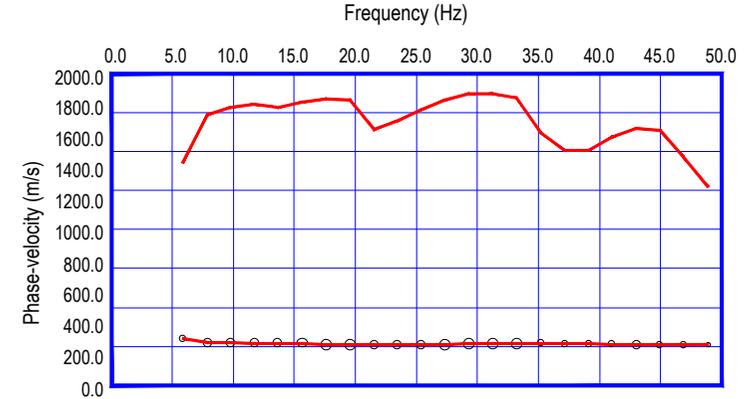
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 06

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	273.47
-0.63	273.08
-1.30	274.58
-2.04	283.12
-2.83	282.94
-3.67	277.05
-4.57	276.28
-5.52	281.85
-6.52	278.82
-7.58	276.11
-8.70	279.79
-9.86	279.14
-11.09	282.57
-12.36	284.56
-13.70	287.82
-15.08	292.24
-16.52	327.42
-18.02	332.72
-19.57	337.73
-21.17	342.12
-22.83	345.66
-24.54	347.97
-26.30	348.69
-28.13	347.39
-30.00	348.69
Vs30	305.35



CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidios
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	305.35 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

Lámina Nro : 06

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

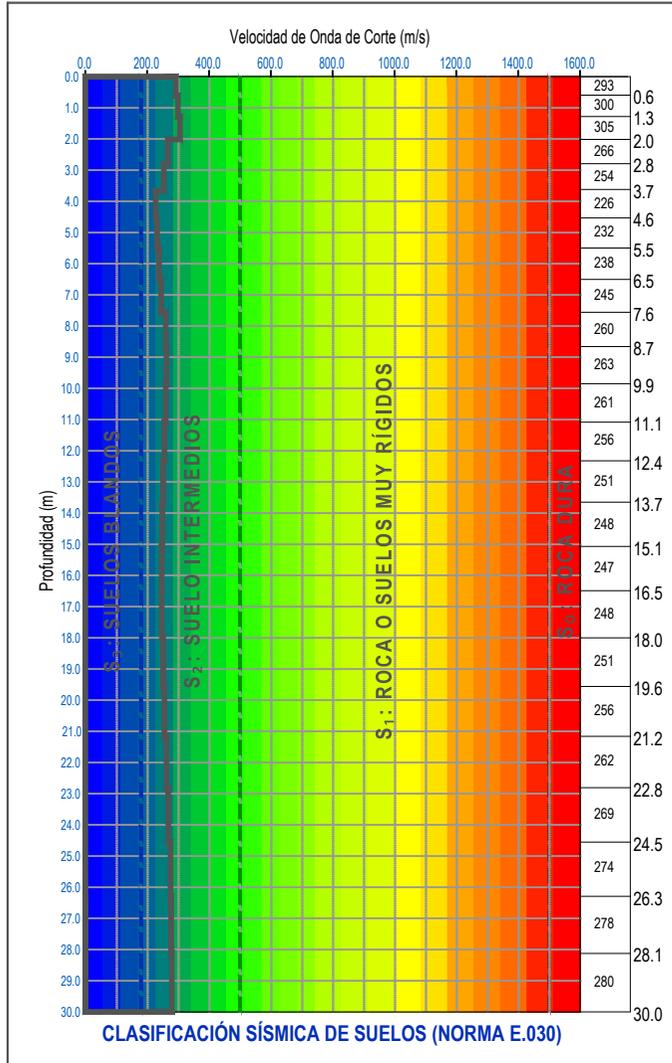
Código:

PI-MSW-06

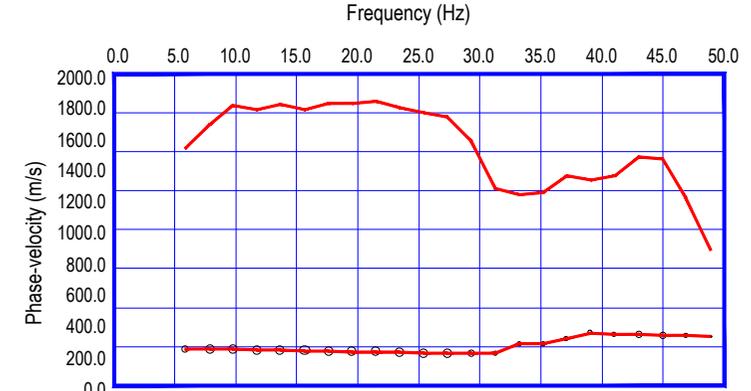
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 07

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	294.00
-0.63	300.18
-1.30	305.03
-2.04	266.75
-2.83	254.23
-3.67	226.60
-4.57	232.30
-5.52	238.21
-6.52	245.95
-7.58	260.84
-8.70	263.12
-9.86	261.01
-11.09	256.55
-12.36	251.85
-13.70	248.41
-15.08	247.10
-16.52	248.18
-18.02	251.54
-19.57	256.68
-21.17	262.86
-22.83	269.20
-24.54	274.75
-26.30	278.62
-28.13	280.04
-30.00	367.04
Vs30	259.82



CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidos
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	259.82 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

CLIENTE:



GERENCIA REGIONAL DE PLANEAMIENTO, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL
SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO
UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS

CONTRATISTA:

PROYECTO:

“Reconstrucción del Hospital Saul Garrido Rosillo II-1”

Dibujado : V. M. C.

Revisado : Ing. -

Aprobado : Ing. -

Región : Tumbes

Prov. : Tumbes

Distr. : Tumbes

ESTUDIO:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, REFRACCIÓN SÍSMICA, MASW 2D Y VIBRACIÓN AMBIENTAL

Fecha : Mayo 2021

Lámina Nro : 07

Revisión : A

Escala : Gráfica Formato : A4

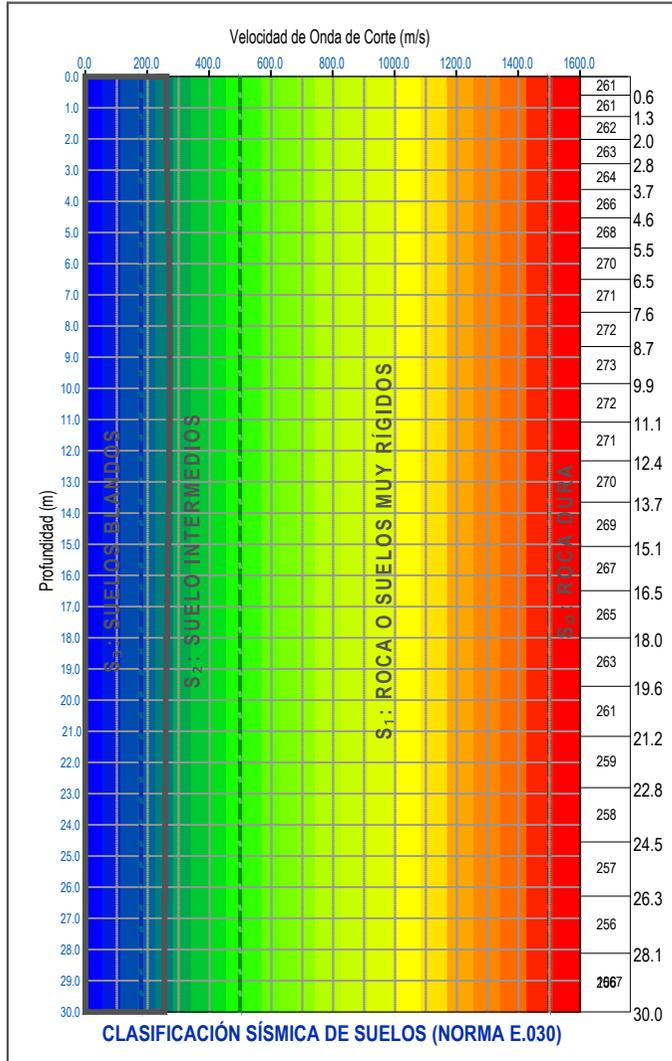
Código :

PI-MSW-07

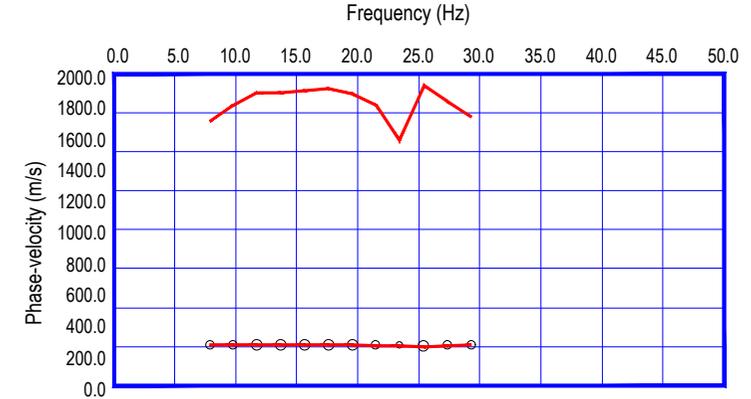
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW 1D

MASW - 08

PERFIL UNIDIMENSIONAL MASW 1D



Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)
0.00	261.67
-0.63	261.82
-1.30	262.39
-2.04	263.47
-2.83	264.99
-3.67	266.81
-4.57	268.72
-5.52	270.47
-6.52	271.87
-7.58	272.76
-8.70	273.07
-9.86	272.80
-11.09	272.00
-12.36	270.74
-13.70	269.12
-15.08	267.25
-16.52	265.26
-18.02	263.27
-19.57	261.40
-21.17	259.75
-22.83	258.37
-24.54	257.33
-26.30	256.70
-28.13	256.54
-30.00	273.07
Vs30	264.58



Dispersion curve : MASW-08.rst

CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS SEGUN NORMA E.030		
TIPO	Vs30 (m/s)	Descripción
S ₀	> 1500 m/s	Roca Dura
S ₁	500 - 1500	Roca o Suelos muy Rígidoss
S ₂	180 - 500	Suelos Intermedios
S ₃	< 180 m/s	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Vs30	264.58 m/s
TIPO DE SUELO E.030	S₂

ANEXO D PANEL FOTOGRAFICO

EQUIPO USADO



LÍNEA SISMICA 01



LINEA SISMICA 02



LINEA SISMICA 03



LÍNEA SISMICA 04



LINEA SISMICA 05



LINEA SISMICA 06



LÍNEA SISMICA 07



LÍNEA SISMICA 08



Ensayo sismico HVSR-01 (Microtremores)



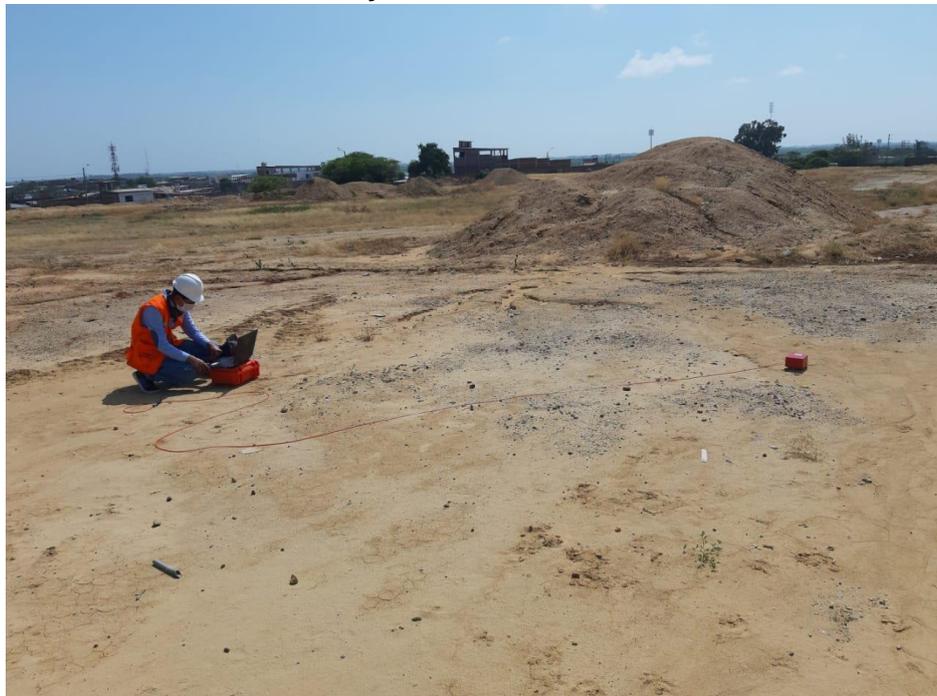
Ensayo sismico HVSR-02



Ensayo sismico HVSR-03



Ensayo sismico HVSR-04



ANEXO E

PLANO DE UBICACION