



UNA EMPRESA QUE CREA VALOR

**DESDE LOS CIMIENTOS**  
**DE SU PROYECTO**



# GEOFÍSICA APLICADA A LA GEOTECNIA



SINERGIA

GEOTECNIA · GEOFÍSICA · PERFORACIÓN



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

## 1 GEOFISICA ¿Qué hace y que mide?

---

## 2 Aplicaciones de la geofísica

---

## 3 Métodos de prospección geofísica

---

### 3.1 Resistividad eléctrica

### 3.2 Sísmica aplicada a la Geotecnia

---

### 3.3 Estudio de caso 1 **Deslizamiento de talud -Tomografía eléctrica**

---

### 3.4 Estudio de caso 2 **Análisis de estabilidad del talud – sísmica**

---

### 3.5 Estudio de caso 3 **Detección de nivel freático – SEV's**

# DEFINICIONES

**GEOLOGIA** ciencia que estudia el origen, formación y evolución de la tierra, los materiales que la componen y su estructura.

**GEOFISICA O GEOFISICA APLICADA:** realizar e interpretar mediciones de las propiedades físicas de la tierra, para determinar las condiciones del subsuelo, usualmente con un objetivo económico.

**GEOTECNIA** es una especialidad de la geología aplicada a las obras civiles, el desarrollo de las ciencias como mecánica de suelos y mecánica de rocas configuran los principios de la moderna geotecnia, en la geotecnia se integran técnicas de ingeniería como cimentaciones y mejora del terreno entre otras.



## ESCOGIENDO EL METODO SEGÚN LA APLICACION

Los diferentes métodos geofísicos investigan las diferentes propiedades físicas de los materiales, y es importante el uso de la metodología adecuada para cada tipo de aplicación.

Por ejemplo: el método gravimétrico es sensible a contraste de densidades en la geología del subsuelo, pero sería inapropiado para la búsqueda de agua subterránea.

Debemos planificar las diferentes etapas de la prospección geofísica, desde los objetivos o el problema que deseamos resolver.



## QUE METODOS EXISTEN?

- GRAVIMETRICO
- MAGNETICO
- **RESISTIVIDAD ELECTRICA**
- POLARIZACION INDUCIDA
- POTENCIAL ESPONTANEO
- **SISMICA REFRACCION**
  - SISMICA REFLEXION
- **ANALISIS DE ONDAS DE SUPERFICIE**
- INDUCCION ELECTROMAGNETICA
  - **RADAR**

LOS MAS USADOS EN EXPLORACION DEL SUBSUELO  
PARA FINES **GEOTECNICOS**



LAS APLICACIONES DE LOS METODOS GEOFISICOS A  
LA INVESTIGACION GEOTECNICA :

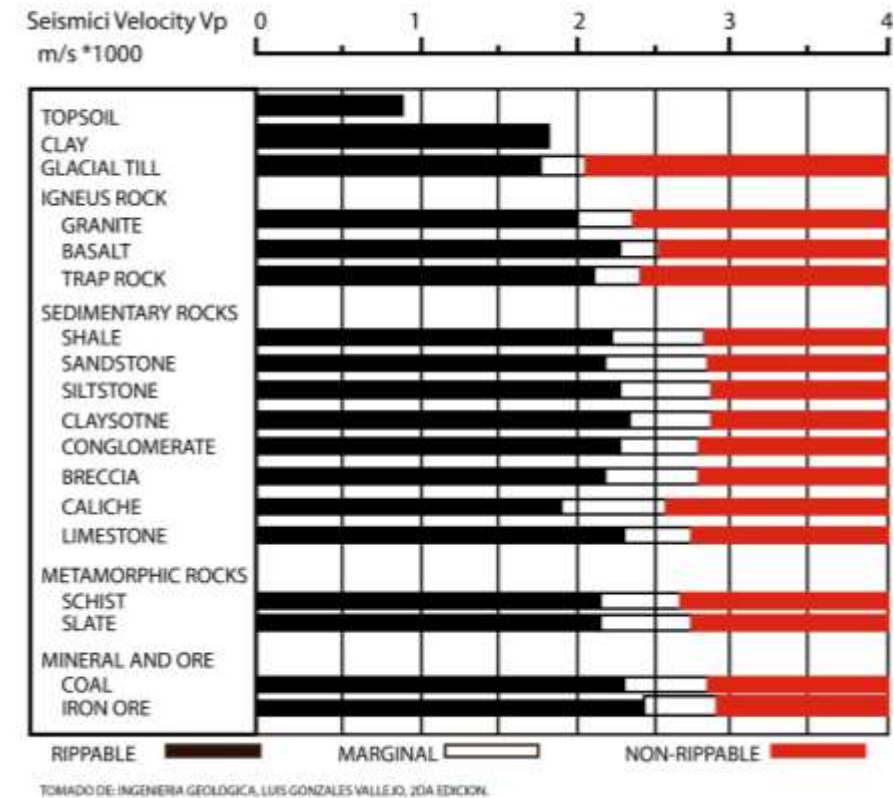
**CIMENTACIONES**

**DESLIZAMIENTOS**

**CAVIDADES O CAVERNAS**

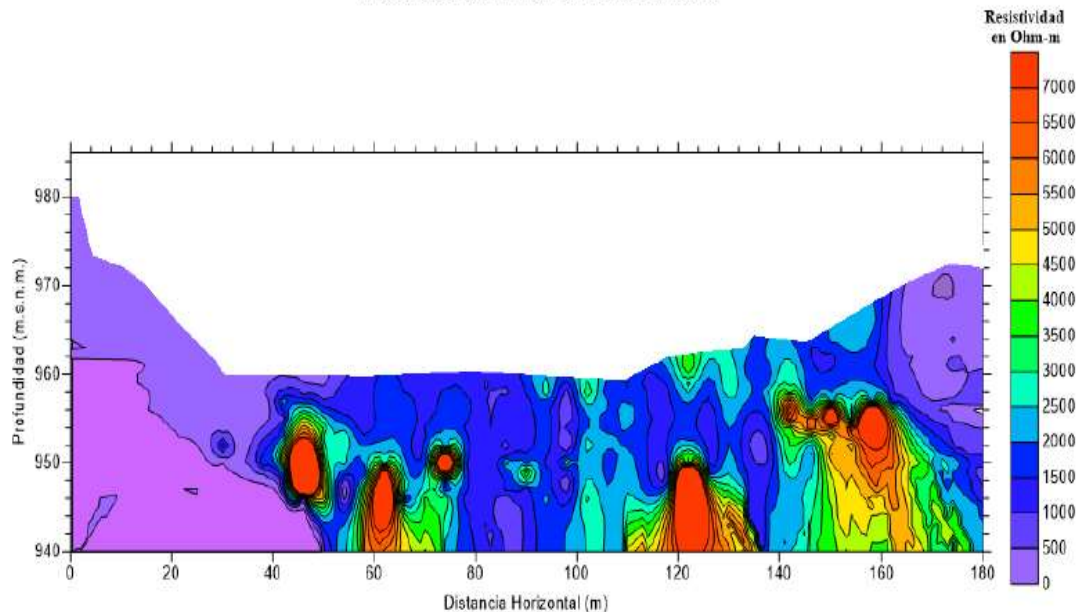
**NIVEL FREATICO**

**PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y ROCAS**



# ALGUNOS EJEMPLOS

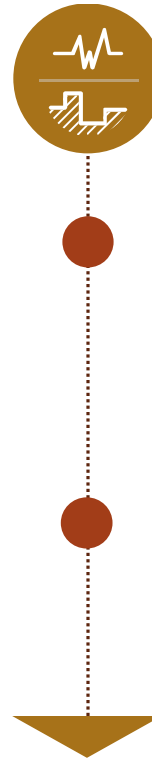
**PERFIL 2-D, LINEA-03-04  
TOMOGRAFIA ELECTRICA**



## RESISTIVIDAD ELECTRICA

Tomografía Eléctrica 3-4; la cual tiene una longitud de 176 metros y un espaciado entre electrodos de 4 metros. En la zona este del embalse, sobre la tomografía 3-4, las anomalías resistivas se han incrementado considerablemente, cabe mencionar que la tomografía fue planteada sobre una parte del talud del embalse. Se observan anomalías con altos resistivos sobre la estación +45, +60 y +120, las cuales se creen están asociadas al drenaje vertical, y las anomalías sobre las estacione +140 a +160, se considera que están asociadas a una abertura desarrollada sobre el plano de estratificación de la roca.

# EMBALSE CH RENACE 4





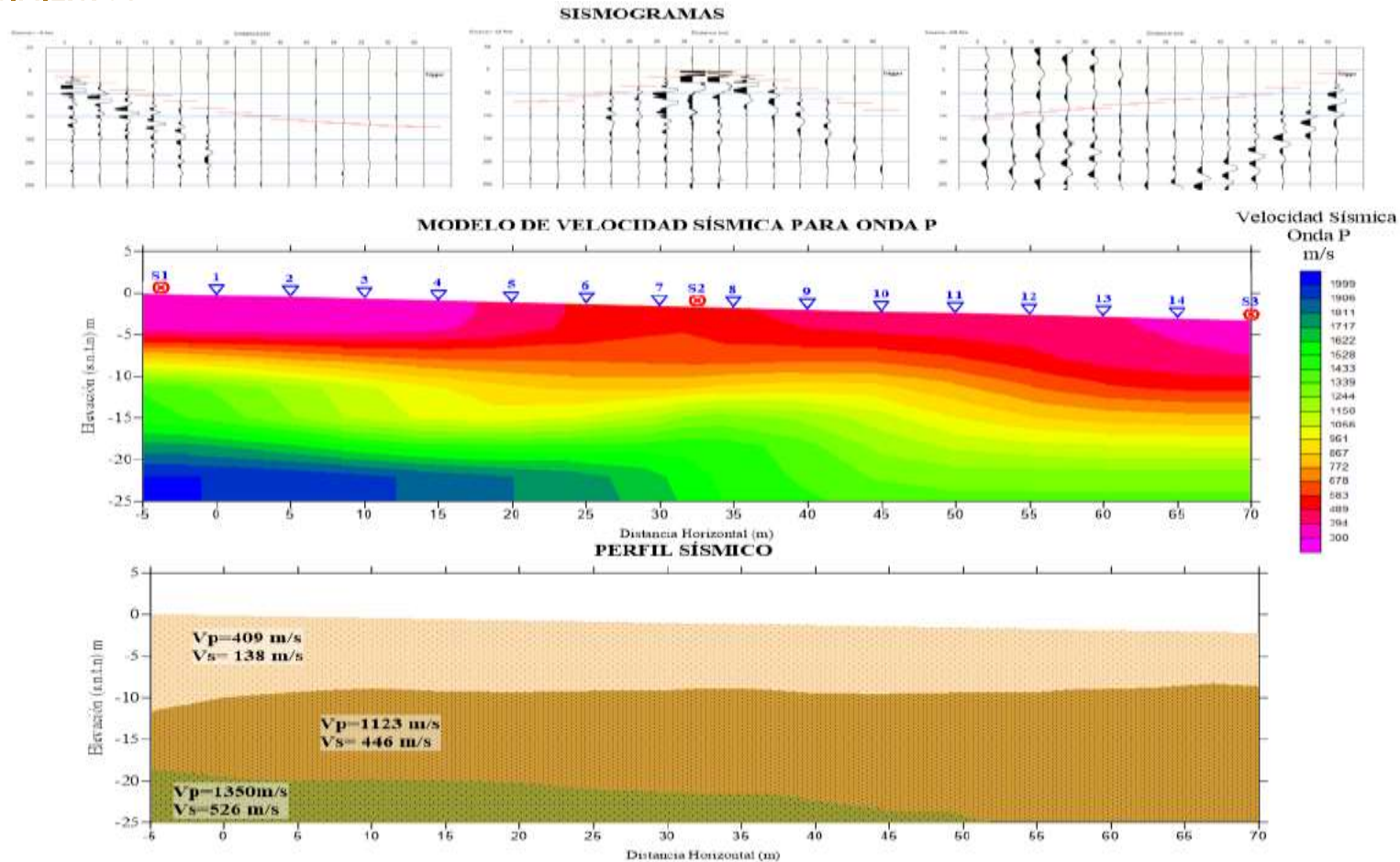
SINERGIA

GEOTECNIA · GEOFÍSICA · PERFORACIÓN

UNA EMPRESA QUE CREA VALOR

DESDE LOS CIMIENTOS

# CIMENTACION EDIFICIO H1



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

## SIMBOLOGÍA

- Geofono
- Fuente Sísmica
- Posibles suelos arcillo-limosos
- Posible material areno-limoso
- Posibles arenas de buena compactación

## PROYECTO

Edificio H1, Cayala

## TÍTULO

Línea Sísmica de Refracción L-01

## SITIO

Cayala, Guatemala

## FECHA

Nov-27-2017

## No.

L-01

www.sinergiasa.net  
Teléfonos  
502-2259-5843



10a. Avenida 2-61, zona 16 Colonia Lourdes,  
Ciudad de Guatemala, Guatemala CA



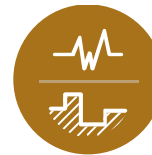
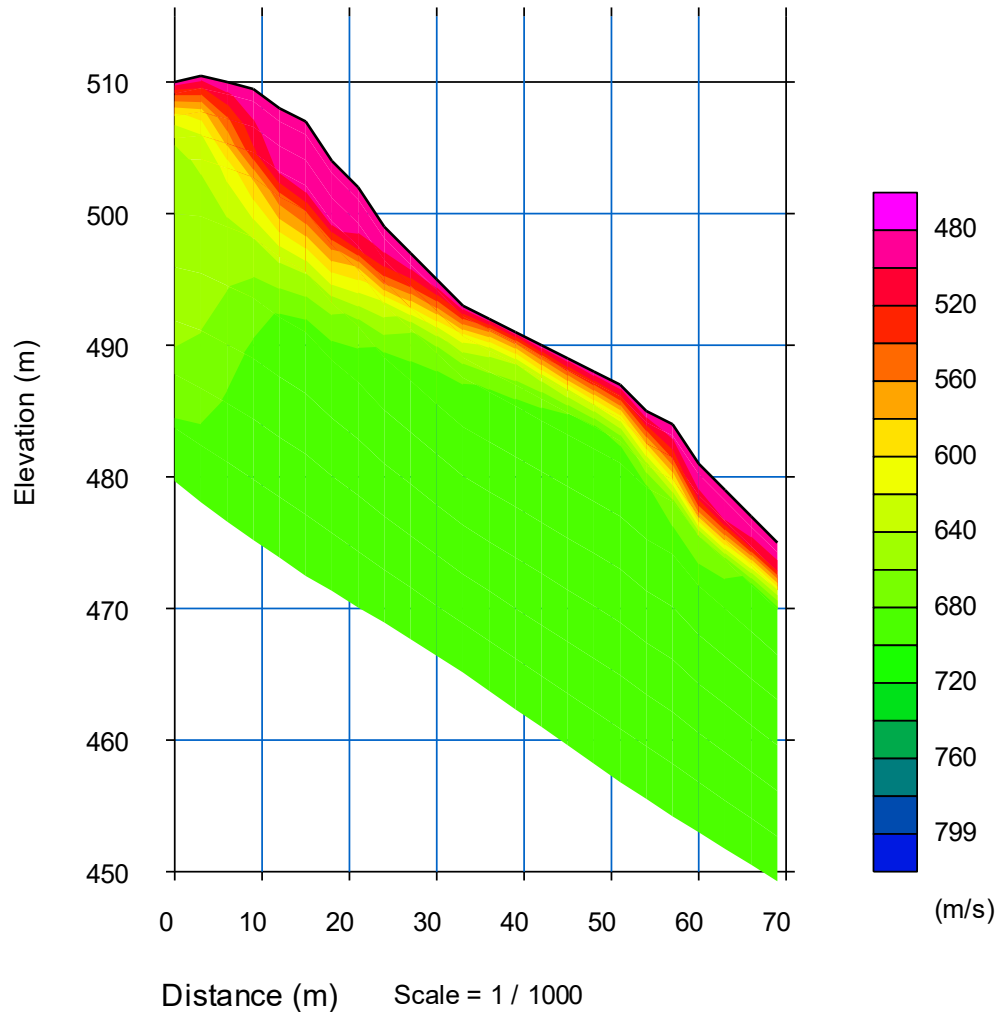
SINERGIA

GEOTECNIA · GEOFÍSICA · PERFORACIÓN

UNA EMPRESA QUE CREA VALOR

DESDE LOS CIMIENTOS

# LIMITACIONES DE LOS METDOS



- Requieren de un contraste geológico
- Están sujetas a la interpretación de los profesionales
- Requieren de conocimiento de la geología del área
- Difícil de obtener datos en zonas con alta intervención antrópica
- Limitaciones en profundidad vs detalle

# METODOS ELECTRICOS

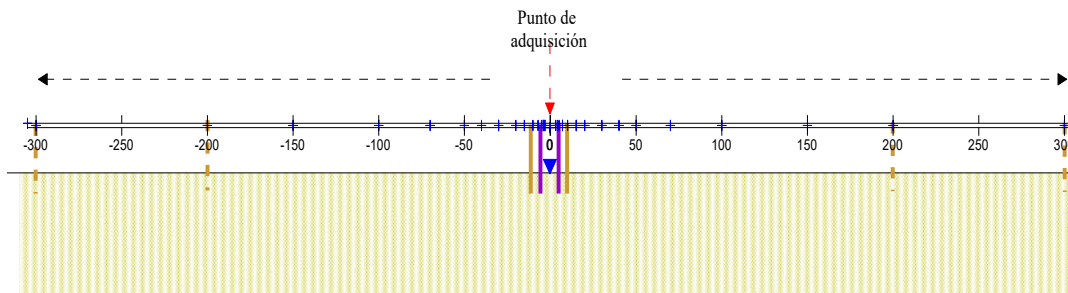
- **METODOLOGIA RESISTIVIDAD ELECTRICA**
  - **SONDEO ELECTRICO VERTICAL**
  - **TOMOGRAFIA ELECTRICA**
  - **MODELOS 3D**

# RESISTIVIDAD ELECTRICA







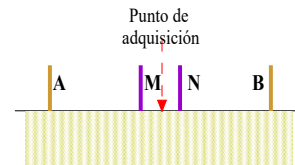
## PRINCIPIOS BASICOS

El método eléctrico y sus aplicaciones consisten básicamente en la medición simultánea de diferencia de voltaje ( $\Delta V$ ) por medio de los electrodos de medición (M-N). La fuente de energía utilizada es la corriente emitida por los electrodos de emisión (A-B). Los resultados esperados son presentados en términos de cambios de resistividad eléctrica (P) en el subsuelo



### Simbología

	Electrodo de potencial		Puntos AB/2
	Electrodo de corriente		Terreno



# Resistividad eléctrica

Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

**Modelos 1D**

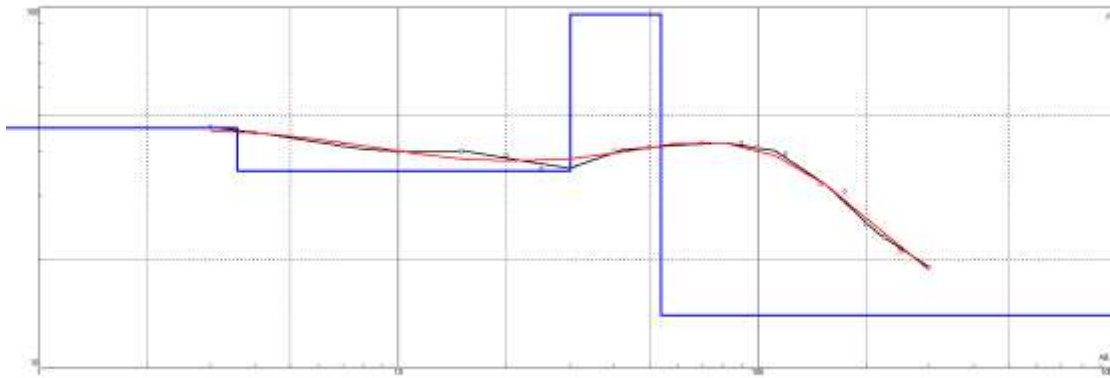
**Modelos 2D**

**Modelos 3D**

Basada en la propiedad del terreno de **transmitir una corriente eléctrica**, la cual puede ser inyectada, por medio de un RESISTIVIMETRO y su voltaje medido en el sitio



# Resistividad eléctrica



Llamados Sondeo Eléctrico Vertical **SEV**, permiten determinar la profundidad del nivel freático, la estratigrafía y la caracterización de la cobertura de materiales en canteras

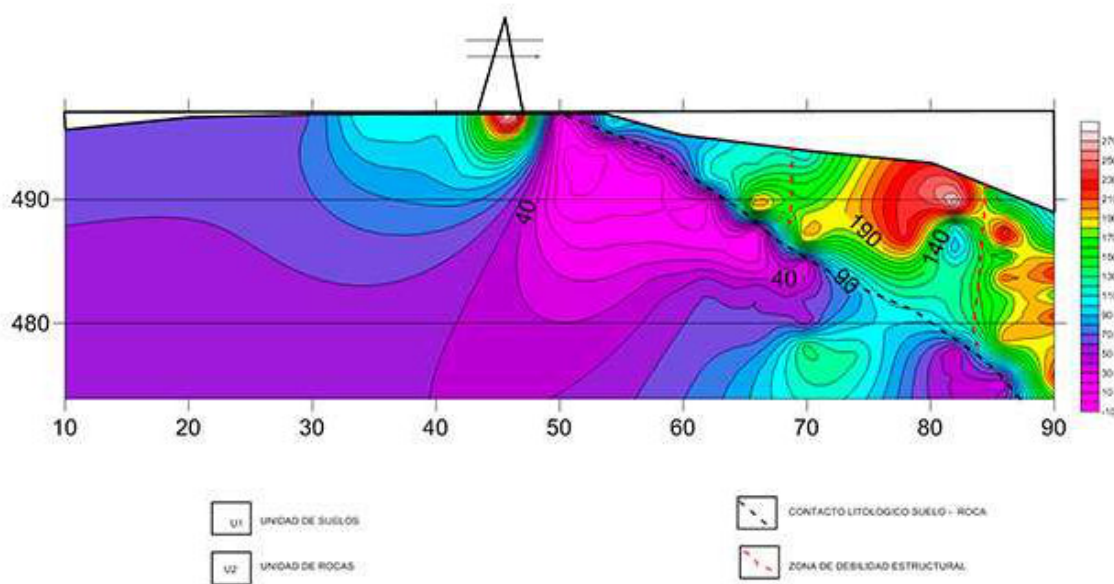
Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

**Modelos 1D**

**Modelos 2D**

**Modelos 3D**

# Resistividad eléctrica



También llamados **tomografías eléctricas**,  
muestran valores de resistividad,  
son usados para determinar **zonas de debilidad  
estructural en taludes** asociadas a escorrentía,  
nivel freático o zonas cavernosas

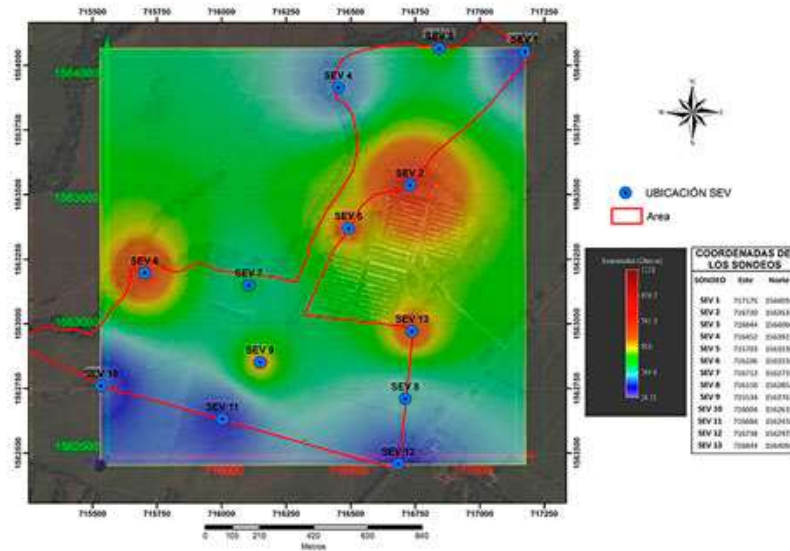
Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

Modelos 1D

Modelos 2D

Modelos 3D

# Resistividad eléctrica



Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

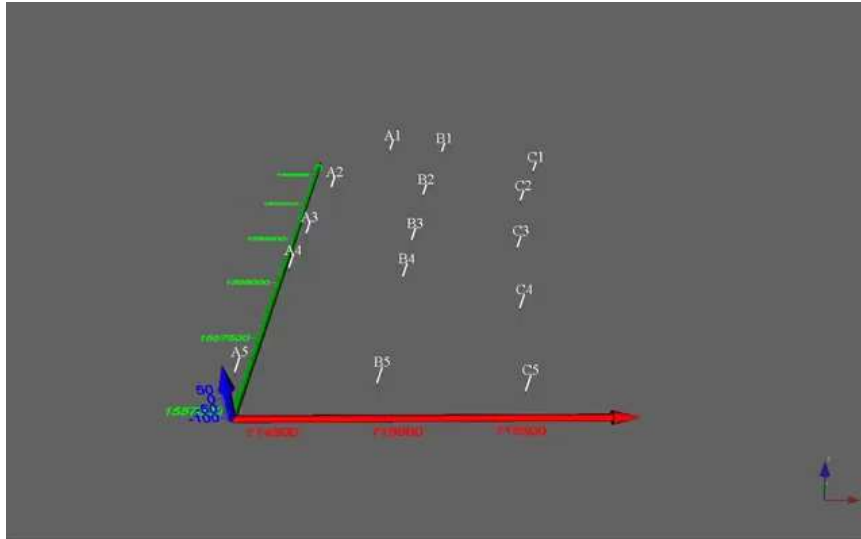
**Modelos 1D**

**Modelos 2D**

**Modelos 3D**

Se usan para un conocimiento exhaustivo del terreno, consisten en una serie de secciones 2D de alta densidad para determinar con exactitud las formas y ubicación de **acuíferos, cavidades, cuevas**, etc.

# Resistividad eléctrica



Se usan para un conocimiento exhaustivo del terreno, consisten en una serie de secciones 2D de alta densidad para determinar con exactitud las formas y ubicación de **acuíferos, cavidades, cuevas**, etc.

Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

**Modelos 1D**

**Modelos 2D**

**Modelos 3D**

# METODOS SISMICO

- **METODOLOGIA DE REFRACCION SISMICA**
  - **PERFIL DE REFRACCION SISMICA**
- **ANALISIS DE ONDAS DE SUPERFICIE MASW**
  - **DOWN HOLE**

# Sísmica aplicada a la Geotecnia

Determina las propiedades mecánicas del subsuelo, la morfología de los estratos y sus propiedades elastodinámicas para el **diseño de cimentaciones**; se acompaña de un programa de perforaciones y muestreo para una interpretación adecuada

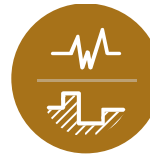
Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

Perfil sísmico

MASW

Down Hole

# REFRACCION SISMICA



## PRINCIPIOS BASICOS

Los métodos sísmicos estudian la propagación en el terreno de las ondas sísmicas producidas por medio de un martillo, de explosivos o martinetes. La velocidad de propagación depende de la densidad y constantes elásticas del medio.

Los contactos entre los estratos geológicos – geotécnicos con diferente velocidad de transmisión de la onda sísmica definen superficies de separación en las que las ondas sísmicas sufren una refracción.

# REFRACCION SISMICA

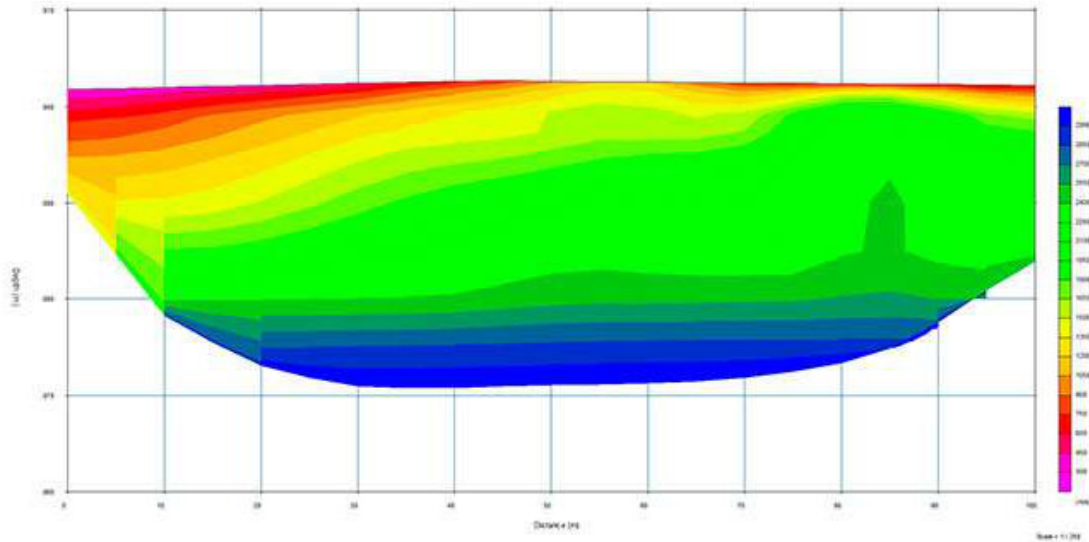


## PRINCIPIOS BASICOS

La longitud de los perfiles suele situarse entre los 50 y 115 metros de longitud con separación entre geófonos que suele no exceder 5 metros, con el objeto de garantizar el detalle de la investigación. Los puntos de golpeo son 5 los cuales para nuestro caso se han realizado con un martillo de 8 Kg.

La sísmica de refracción se emplea en ingeniería geológica para la determinación de espesores de recubrimiento, la estructura del subsuelo, excavabilidad de materiales y cubicación de áreas de préstamo.

# Sísmica aplicada a la Geotecnia



Usado para conocer las propiedades del subsuelo en **términos de velocidad de onda**, permite definir la estratigrafía con menor cantidad perforaciones, estableciendo un avance en las técnicas de exploración

Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

**Perfil sísmico**

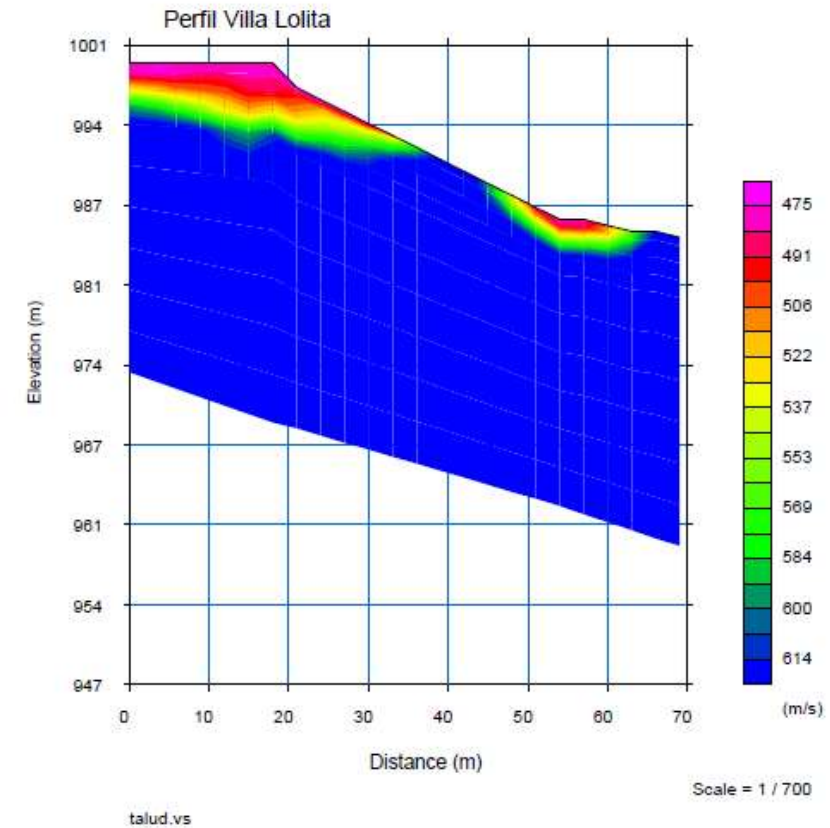
**MASW**

**Down Hole**

# Sísmica aplicada a la Geotecnia



ESTUDIO DE SUELOS TIPO IV, NSE 2018, REQUERIDO POR LA  
MUNICIPALIDAD DE GT, PARA AMPLIACION Y  
CONSTRUCCION DE CASAS NUEVAS



# ANÁLISIS DE ONDAS DE SUPERFICIE



## PRINCIPIOS BÁSICOS

La técnica de Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW) es un método que analiza las propiedades de propagación de las ondas sísmicas superficiales, cuya propagación se limita al medio cerca de la superficie. La profundidad de penetración de una onda superficial en un medio es directamente proporcional a su longitud de onda.

En un medio no homogéneo las ondas son dispersivas, es decir, cada longitud de onda tiene una velocidad característica dentro del intervalo de profundidad debido a las heterogeneidades del subsuelo. La relación entre la velocidad de superficie de onda y longitud de onda se utiliza para obtener la velocidad de ondas de corte ( $V_s$ ) y el perfil de atenuación del medio a medida que varía en profundidad.

# ANALISIS DE ONDAS DE SUPERFICIE

Model Layer (mbgs)		Layer Thickness (m)	Shear Wave Velocity (m/s)	Shear Wave Travel Time Through Layer (s)
Top	Bottom			
0.0	0.5	0.5	213.7	0.00242
0.5	1.1	0.6	213.3	0.00260
1.1	1.7	0.6	211.9	0.00279
1.7	2.3	0.6	210.0	0.00299
2.3	3.0	0.7	208.4	0.00319
3.0	3.7	0.7	208.1	0.00337
3.7	4.4	0.7	213.1	0.00347
4.4	5.2	0.8	230.1	0.00337
5.2	6.0	0.8	252.5	0.00322
6.0	6.8	0.8	276.3	0.00308
6.8	7.7	0.9	296.2	0.00299
7.7	8.6	0.9	312.2	0.00296
8.6	9.6	1.0	320.0	0.00300
9.6	10.6	1.0	326.6	0.00305
10.6	11.6	1.0	331.8	0.00312
11.6	12.7	1.1	335.4	0.00319
12.7	13.8	1.1	337.5	0.00328
13.8	15.0	1.1	338.3	0.00339
15.0	16.1	1.2	338.0	0.00350
16.1	17.4	1.2	336.9	0.00362
17.4	18.6	1.3	335.1	0.00375
18.6	19.9	1.3	333.0	0.00388
19.9	21.2	1.3	330.7	0.00402
21.2	22.6	1.4	328.4	0.00416
22.6	24.0	1.4	326.3	0.00430
24.0	25.5	1.4	324.4	0.00444
25.5	26.9	1.5	322.9	0.00458
26.9	28.4	1.5	321.7	0.00471
28.4	30.0	1.6	321.0	0.00483
Vs Average to 30 mbgs (m/s)				296.2



## PRINCIPIOS BASICOS

A partir del estimar el valor  $V_s 30$ , se definen las categorías de suelos según el International Building Code y la NSE. Las aplicaciones incluyen caracterización del subsuelo y cartografía de los riesgos sísmicos.

Los resultados MASW no se pueden utilizar para determinar los módulos de ingeniería o propiedades de material del subsuelo debido a la baja precisión del método para mediciones de velocidad de onda P.

Clase de suelo	Nombre Perfil de Suelo	PROPIEDADES PROMEDIO EN LOS PRIMEROS 30 METROS		
		Velocidad de onda de corte, $\bar{v}_s$ (m/s)	Resistencia a la penetración estándar, $\bar{N}$	Resistencia al corte del suelo no drenado, $\bar{s}_v$ (kpa)
A	Roca dura	$\bar{v}_s > 1524$	N/A	N/A
B	Roca	$762 < \bar{v}_s \leq 1524$	N/A	N/A
C	Suelo denso y roca suave	$366 < \bar{v}_s \leq 762$	$\bar{N} > 50$	$\bar{s}_v \geq 13790$
D	Perfil de suelo rígido	$183 \leq \bar{v}_s \leq 366$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$6895 \leq \bar{s}_v \leq 13790$
E	Perfil de suelo suave	$\bar{v}_s < 183$	$\bar{N} < 15$	$\bar{s}_v < 6895$
E	-	Cualquier perfil con más de 3 metros de suelo con las siguientes características: <ol style="list-style-type: none"> <li>Índice de plasticidad <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>Contenido de humedad <math>w \geq 40\%</math>,</li> <li>Resistencia al corte de suelo no drenado <math>&lt; 24</math> kPa</li> </ol>		
F	-	Cualquier perfil con contenido de suelo que tenga una o más de las siguientes características: <ol style="list-style-type: none"> <li>Suelos vulnerables a fallas o colapsos bajo cargas sísmicas así como suelos licuables, arcillas altamente sensibles, suelos débilmente cementados.</li> <li>Turbas y/o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 3</math> metros de turba o arcilla altamente orgánica)</li> <li>Arcillas altamente plásticas (<math>H &gt; 8</math> metros con coeficiente de plasticidad <math>P &gt; 75</math>)</li> <li>Arcillas en estratos de gran espesor, suave/medio rígidas (<math>H &gt; 36</math> metros)</li> </ol>		



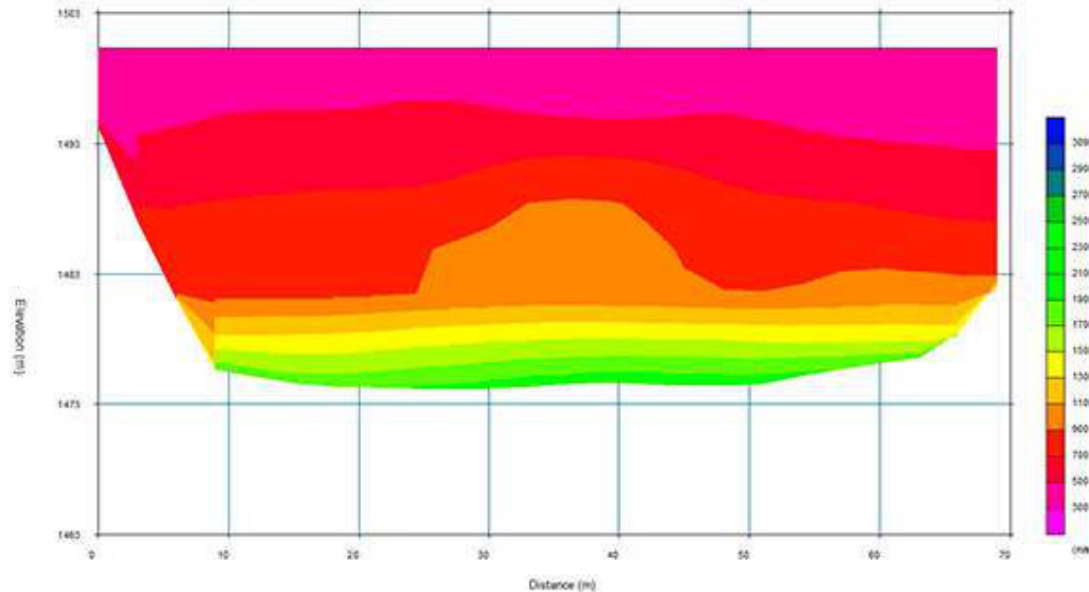
SINERGIA

GEOTECNIA · GEOFÍSICA · PERFORACIÓN

UNA EMPRESA QUE CREA VALOR

DESDE LOS CIMIENTOS

# Sísmica aplicada a la Geotecnia



Permite obtener parámetros de valor de la onda **Vs**, con la cual se estima el valor **Vs30** para códigos de construcción. La sección 2D permite identificar zonas de baja densidad o cohesión dentro de macizos rocosos o estratos de suelos blandos dentro de suelos firmes

Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

Perfil sísmico

ANALISIS DE ONDAS DE SUPERFICIE

Down Hole

# Sísmica aplicada a la Geotecnia



Establece con precisión los valores de los módulos elastodinámicos de los suelos y estratos rocosos, con los cuales se diseñan **cimentaciones especiales o profundas**, además permite considerar la relación suelo-estructura como un medio elástico

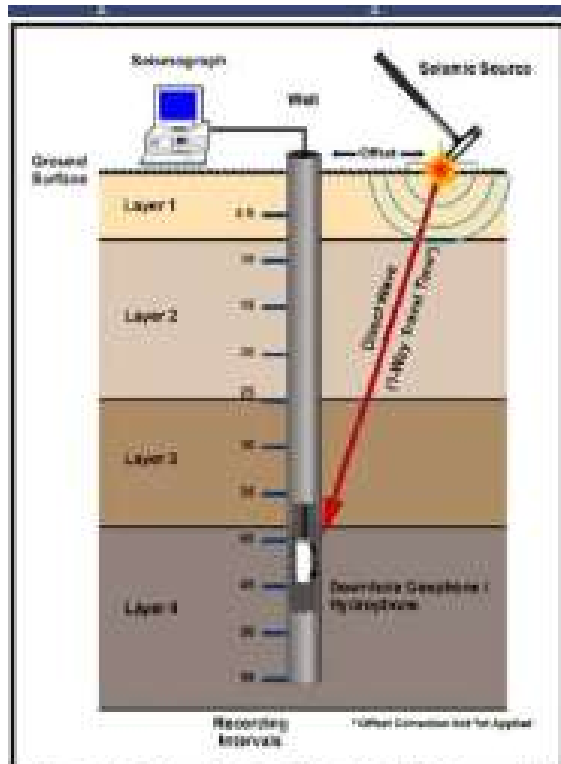
Desarrollamos las siguientes **aplicaciones**:

Perfil sísmico

MASW

Down Hole

## PRINCIPIOS BASICOS



**Vertical Seismic Profile (VSP) Schematic**



Estos métodos de prueba se limitan a la determinación de las velocidades de intervalo desde los tiempos de llegada de ondas de compresión (P) y ondas sísmicas de corte (S), polarizadas verticalmente (SV) y horizontalmente (SH), que se generan cerca de la superficie y se desplazan hacia abajo a una serie de sensores sísmicos instalados verticalmente.

Es un método preferido destinado a obtener datos para su uso en proyectos críticos donde se requieren datos de la más alta calidad. También se incluye un método opcional destinado a ser utilizado en proyectos que no requieren mediciones de un alto grado de precisión.

# Geotecnia Avanzada

Con el análisis de los registros capturados en campo, se construyen curvas dromocrónicas que asocian la profundidad de análisis con el tiempo de arribo de las ondas de compresión y las ondas de cortante.

La pendiente establecida en estas curvas refleja la velocidad con que se propagan las ondas sísmicas en los materiales estudiados.

Con los resultados de los trabajos geofísicos y geotécnicos se determinan los módulos dinámicos de Young o elasticidad ( $E$ ), de rigidez al esfuerzo cortante ( $G_d$ ) y relación de Poisson ( $V$ ).

Con base en la determinación de las velocidades y los pesos volumétricos, se determinaron los módulos elásticos dinámicos a cada metro de profundidad en el subsuelo, para lo cual se utilizaron las relaciones derivadas de la propagación de ondas en medios continuos.



# Relación de Poisson

$$\nu = \frac{0.5 \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

Profundidad	Tiempos		Velocidades de Onda		Peso Volumetrico	Relación de Poisson	Módulos Dinámicos	
	Tp	Ts	Vp	Vs			G	E
<i>m</i>	<i>ms</i>	<i>ms</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>t/m<sup>3</sup></i>	-	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>
-1	3.61	14.50	277.10	56.20	2.610	0.48	82	244
-2	4.41	17.36	453.50	115.20	2.610	0.47	346	1,015
-3	6.41	27.03	468.10	111.00	2.610	0.47	322	946
-4	6.38	31.75	626.60	126.00	2.610	0.48	414	1,226
-5	6.72	34.50	874.00	184.00	2.610	0.48	884	2,610
-6	7.25	42.30	1,005.00	210.00	2.610	0.48	1,151	3,400
-7	8.00	47.80	875.00	188.00	2.610	0.48	922	2,723
-8	8.11	53.20	987.00	175.00	2.604	0.48	797	2,367
-9	8.98	55.00	1,002.00	203.00	2.604	0.48	1,073	3,173
-10	9.25	61.00	1,256.00	256.00	2.604	0.48	1,707	5,046
-11	9.75	68.70	1,128.00	276.00	2.604	0.47	1,984	5,825
-12	11.02	73.20	1,089.00	236.00	2.604	0.48	1,450	4,280
-13	11.08	77.50	1,256.00	432.40	2.562	0.43	4,790	13,726
-14	11.18	81.30	1,252.00	442.60	2.630	0.43	5,152	14,720
-15	11.20	84.20	1,389.00	425.00	2.654	0.45	4,794	13,886

# Modulo de rigidez al esfuerzo constante

$$G_d = \rho V_s^2$$

Profundidad	Tiempos		Velocidades de Onda		Peso Volumetrico	Relación de Poisson	Módulos Dinámicos	
	Tp	Ts	Vp	Vs			G	E
<i>m</i>	<i>ms</i>	<i>ms</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>t/m<sup>3</sup></i>	-	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>
-1	3.61	14.50	277.10	56.20	2.610	0.48	82	244
-2	4.41	17.36	453.50	115.20	2.610	0.47	346	1,015
-3	6.41	27.03	468.10	111.00	2.610	0.47	322	946
-4	6.38	31.75	626.60	126.00	2.610	0.48	414	1,226
-5	6.72	34.50	874.00	184.00	2.610	0.48	884	2,610
-6	7.25	42.30	1,005.00	210.00	2.610	0.48	1,151	3,400
-7	8.00	47.80	875.00	188.00	2.610	0.48	922	2,723
-8	8.11	53.20	987.00	175.00	2.604	0.48	797	2,367
-9	8.98	55.00	1,002.00	203.00	2.604	0.48	1,073	3,173
-10	9.25	61.00	1,256.00	256.00	2.604	0.48	1,707	5,046
-11	9.75	68.70	1,128.00	276.00	2.604	0.47	1,984	5,825
-12	11.02	73.20	1,089.00	236.00	2.604	0.48	1,450	4,280
-13	11.08	77.50	1,256.00	432.40	2.562	0.43	4,790	13,726
-14	11.18	81.30	1,252.00	442.60	2.630	0.43	5,152	14,720
-15	11.20	84.20	1,389.00	425.00	2.654	0.45	4,794	13,886

# Modulo de elasticidad

$$E_d = 2\rho V_s^2(1 + \nu)$$

Siendo  $\rho = \gamma / g$  la densidad del material y  $g$  la aceleración de la gravedad que para el caso se ha considerado de 981 cm/s<sup>2</sup>.

Profundidad	Tiempos		Velocidades de Onda		Peso Volumetrico	Relación de Poisson	Módulos Dinámicos	
	Tp	Ts	Vp	Vs			G	E
<i>m</i>	<i>ms</i>	<i>ms</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>t/m<sup>3</sup></i>	-	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>
-1	3.61	14.50	277.10	56.20	2.610	0.48	82	244
-2	4.41	17.36	453.50	115.20	2.610	0.47	346	1,015
-3	6.41	27.03	468.10	111.00	2.610	0.47	322	946
-4	6.38	31.75	626.60	126.00	2.610	0.48	414	1,226
-5	6.72	34.50	874.00	184.00	2.610	0.48	884	2,610
-6	7.25	42.30	1,005.00	210.00	2.610	0.48	1,151	3,400
-7	8.00	47.80	875.00	188.00	2.610	0.48	922	2,723
-8	8.11	53.20	987.00	175.00	2.604	0.48	797	2,367
-9	8.98	55.00	1,002.00	203.00	2.604	0.48	1,073	3,173
-10	9.25	61.00	1,256.00	256.00	2.604	0.48	1,707	5,046
-11	9.75	68.70	1,128.00	276.00	2.604	0.47	1,984	5,825
-12	11.02	73.20	1,089.00	236.00	2.604	0.48	1,450	4,280
-13	11.08	77.50	1,256.00	432.40	2.562	0.43	4,790	13,726
-14	11.18	81.30	1,252.00	442.60	2.630	0.43	5,152	14,720
-15	11.20	84.20	1,389.00	425.00	2.654	0.45	4,794	13,886

# Estudio de caso 1 Deslizamiento de talud - Tomografía eléctrica (Cristo Rey)



Fotografía aérea del área y línea que indica dónde se realizó la tomografía.

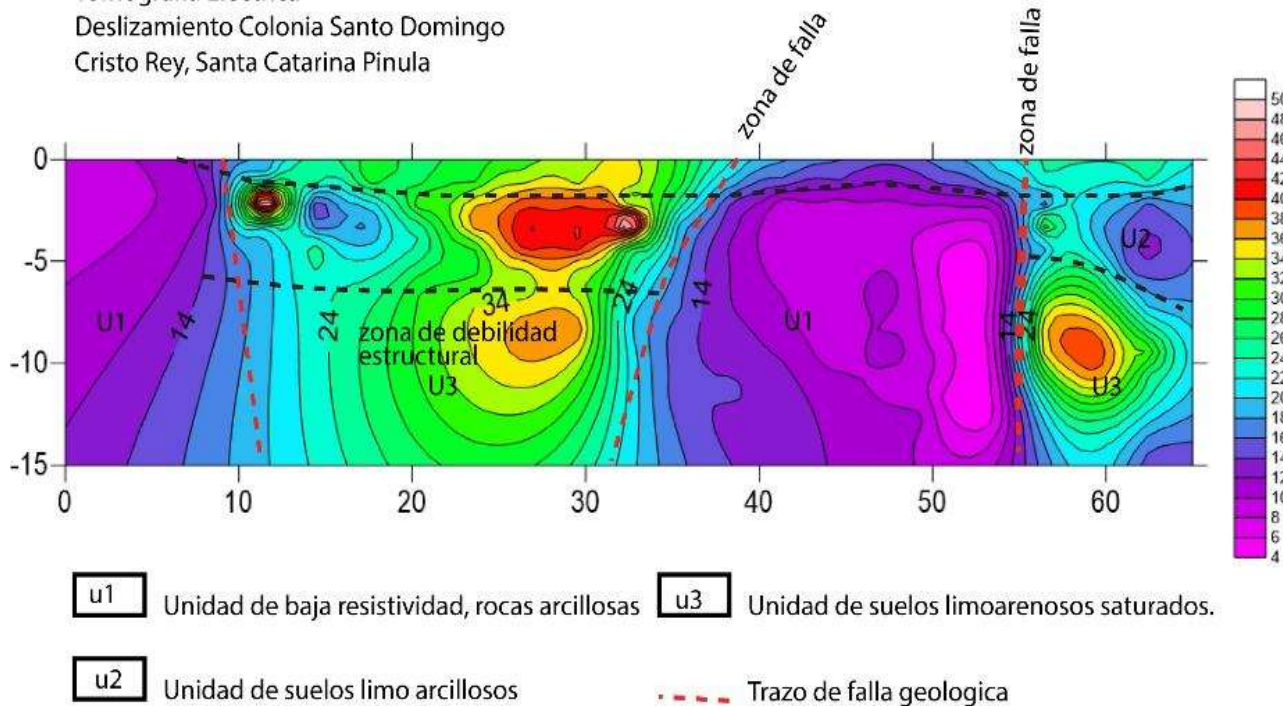


Deslizamiento en el área de estudio (Cristo Rey, Guatemala)

# Estudio de caso 1 Deslizamiento de talud - Tomografía eléctrica (Cristo Rey)

## Resultados

Tomografía Eléctrica  
Deslizamiento Colonia Santo Domingo  
Cristo Rey, Santa Catarina Pinula

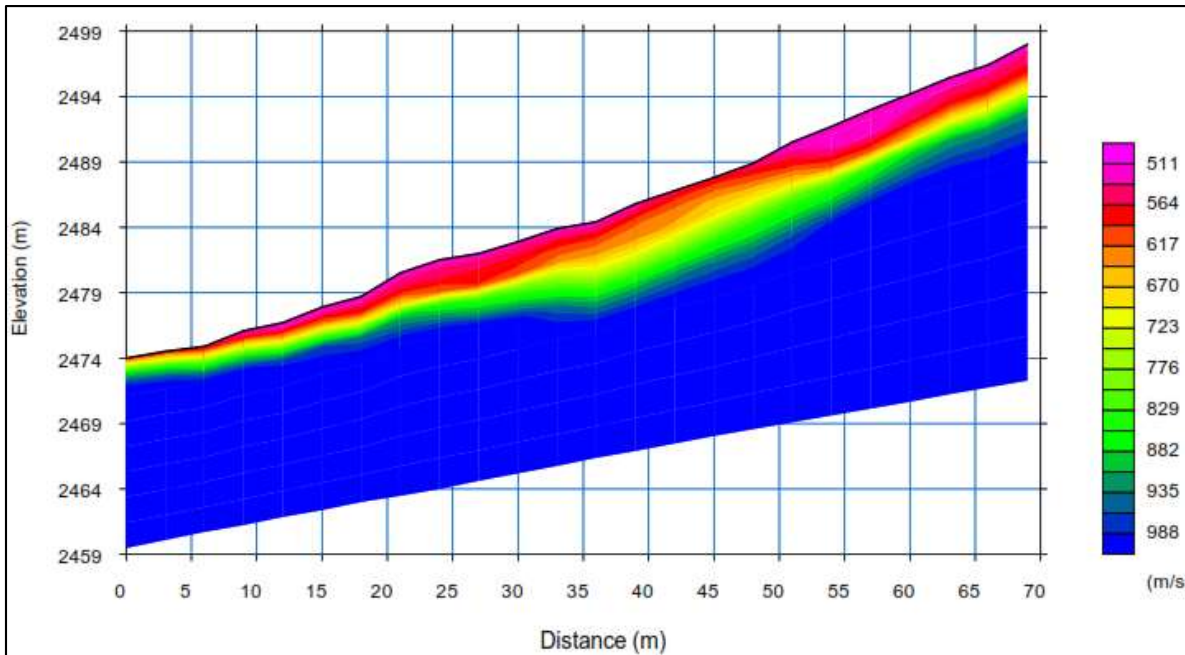


En la tomografía se identifican 3 unidades geoeléctricas, las cuales tienen similitud en el comportamiento del paso de la energía, lo que asocia a los materiales presentes en la zona:

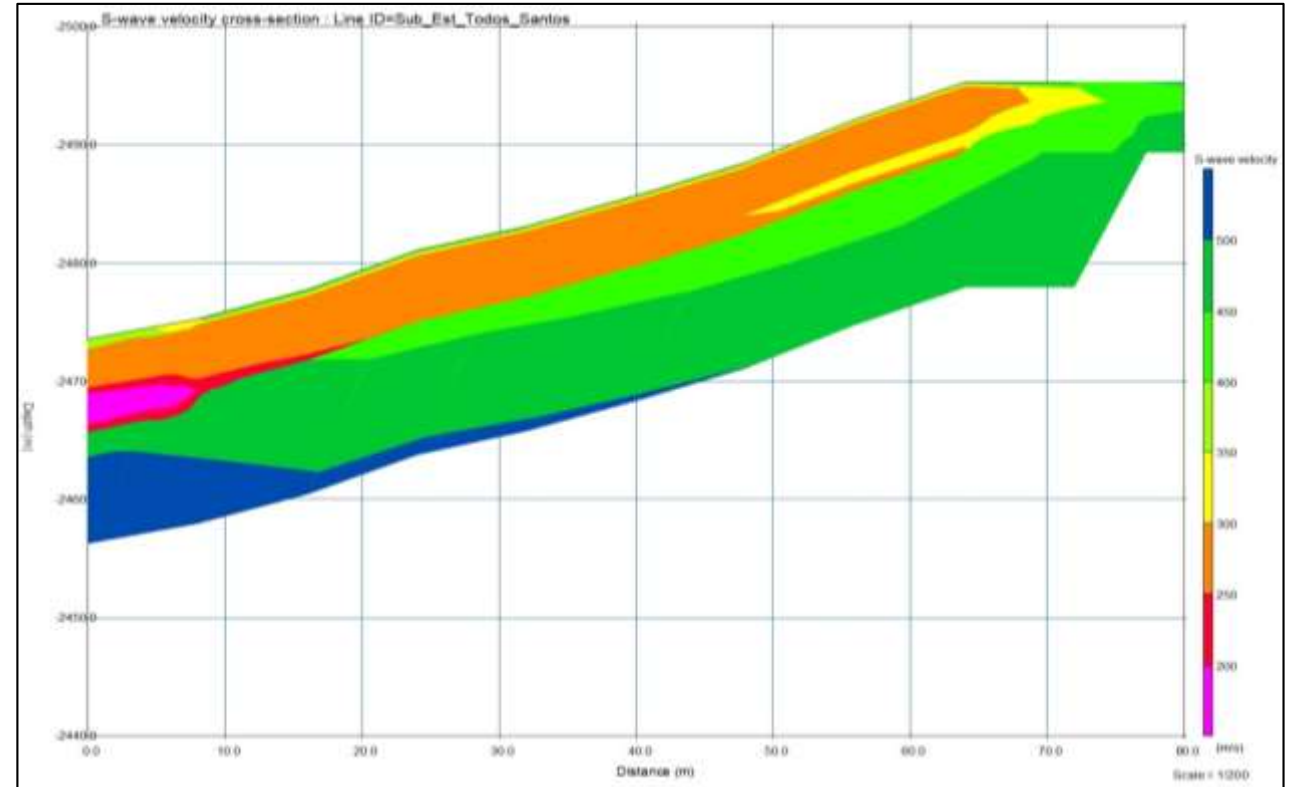
- La unidad U1, se correlaciona con una roca altamente arcillosa de baja resistividad, la cual se representa con tomos morados y una resistividad entre 4 y 8 Ohm-m.
- La unidad U-2 se considera como un estrato de suelos limo arcillosos con una resistividad de 10 y 22 Ohm-m.
- La unidad U-3, se correlaciona con suelos limo arenosos, saturados de baja cohesión, en los cuales se ha desarrollado el deslizamiento.

El lineamiento observado en la estación +55, se considera como una falla que limita la unidad U-2 y la unidad U-3, el cual se interpreta como una zona de falla geológica.

# Estudio de caso 2 Análisis de estabilidad del talud – sísmica (Sub Estación Eléctrica Todos Santos Cuchumatán)

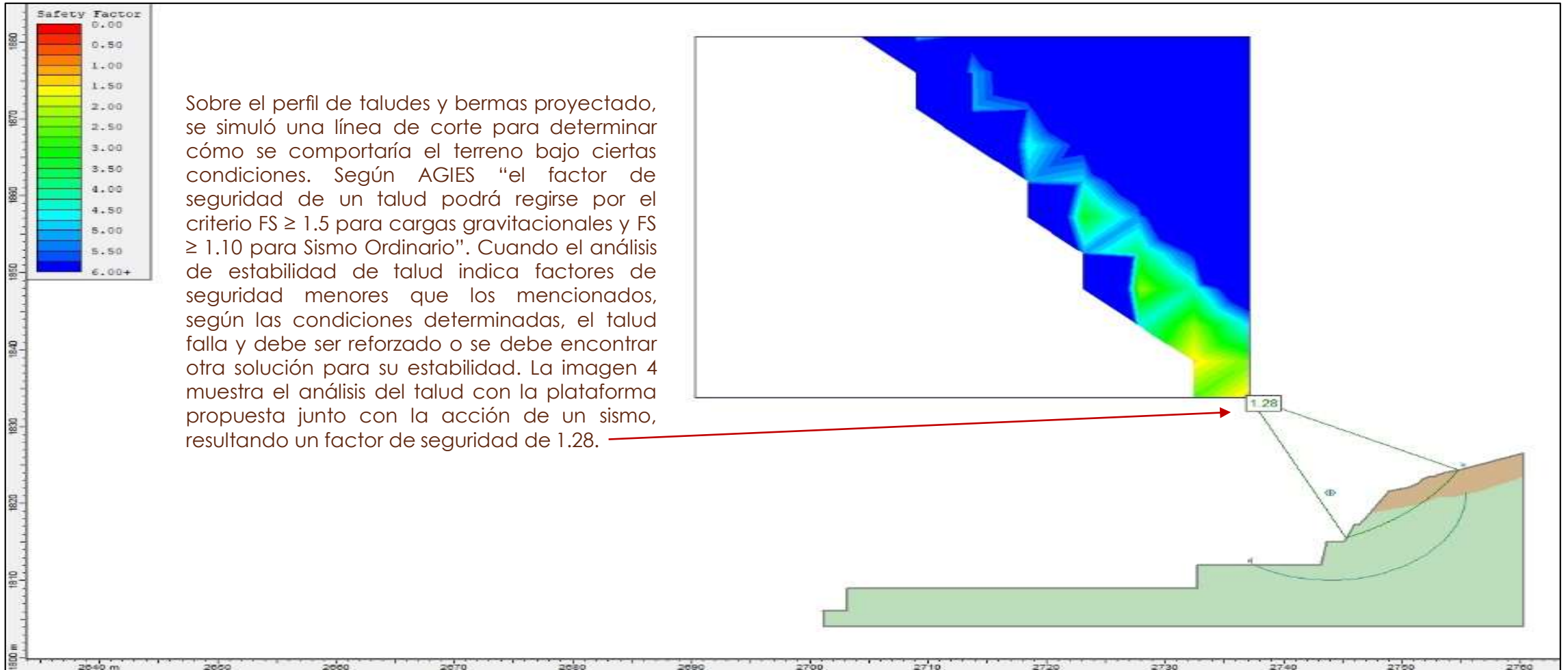


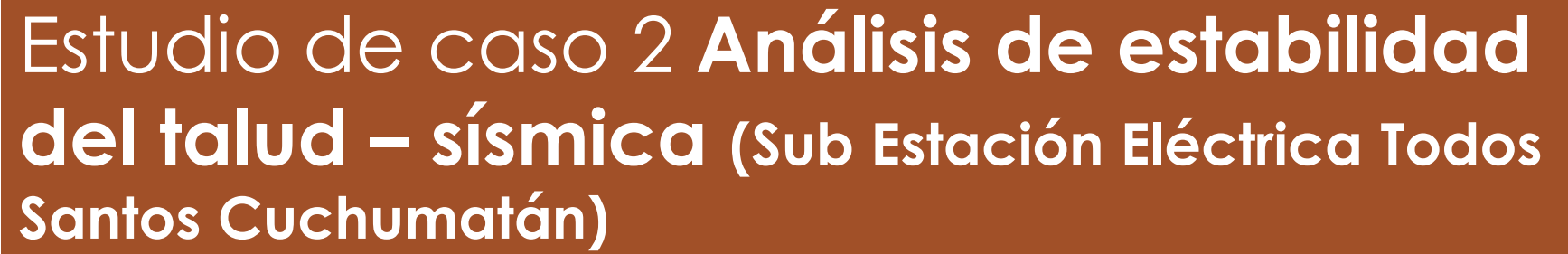
Resultados perfil de refracción sísmica. Los resultados de la refracción sísmica muestran material más denso y firme según se avanza en profundidad. El material superficial es arcilla, tal como el de las muestras extraídas por medio de las calicatas. Según se profundiza, se encuentra roca caliza.



Resultados de MASW. ii. Luego de analizar los resultados se logró determinar que la velocidad de onda S promedio aproximada es de es de 380 m/s.

# Estudio de caso 2 **Análisis de estabilidad del talud – sísmica** (Sub Estación Eléctrica Todos Santos Cuchumatán)



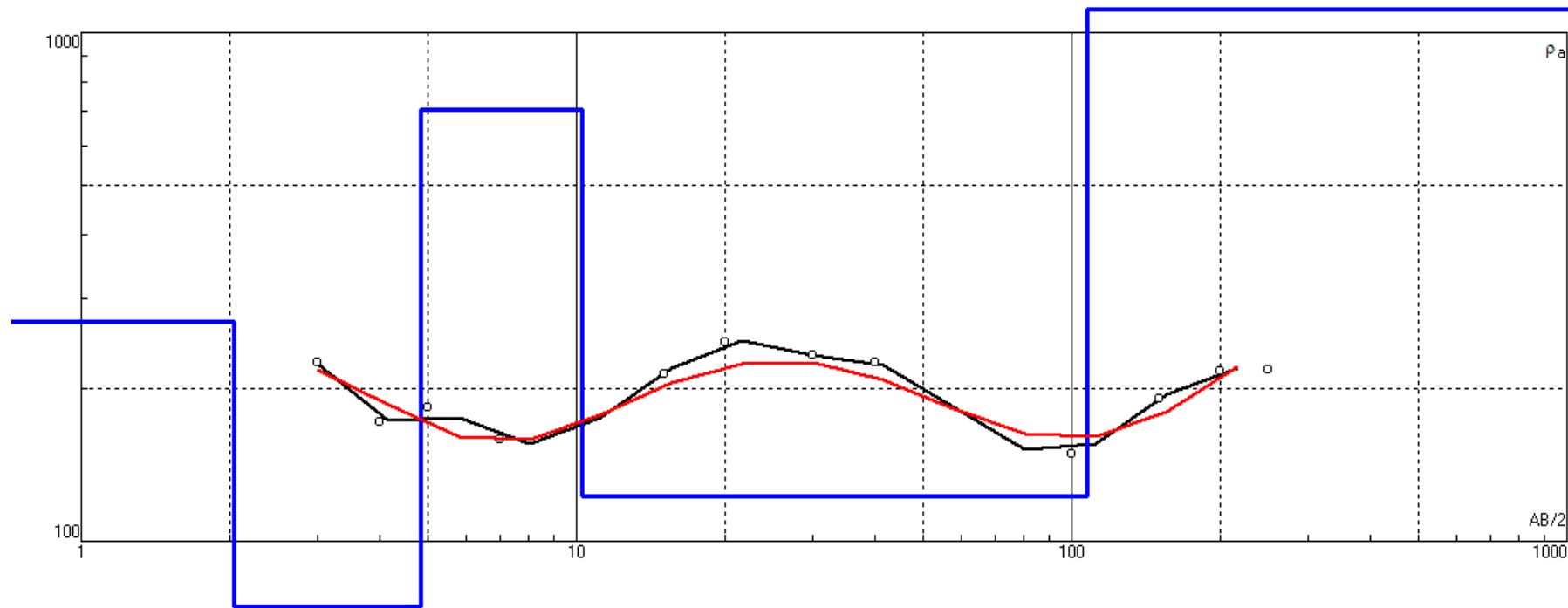


# Estudio de caso 3 Detección de nivel freático – SEV´s (Las Majadas, Chiantla, Huehuetenango)



Área de trabajo.

# Estudio de caso 3 Detección de nivel freático – SEV´s (Las Majadas, Chiantla, Huehuetenango)



Los datos obtenidos en el sondeo eléctrico vertical, procesados y analizados en una gráfica bilogarítmica, en la cual se observan las tendencias de los valores y se determinan los estratos geoelectricos en la gráfica.

# Estudio de caso 3 Detección de nivel freático – SEV´s (Las Majadas, Chiantla, Huehuetenango)

$\rho$ ( $\Omega$ -m)	Espesor (m)	Profundidad de la base del estrato(m)	Descripción
269	2.03	2.03	Relleno no contralo con material poco compacto y suelos arenosos
74.5	2.81	4.84	Suelos limo arenoso
706	5.43	10.3	Arenas y gravas
123	97.2	108	Nivel freático de baja permeabilidad
1111	--	--	Rocas sana – calizas cristalinas

Resultados e interpretación SEV

## CONTÁCTENOS

### VISÍTENOS



Ofibodegas Centro 5 – Bod. 5, Calz. La Paz 18-40 zona 5, Guatemala, C. A.



### ESCRÍBANOS

info@sinergiasa.net



### LLÁMENOS

+ (502) 2316-8974 y 75



# SINERGIA

GEOTECNIA · GEOFÍSICA · PERFORACIÓN

**PARA MÁS INFORMACIÓN**

visite nuestro sitio web [www.sinergiasa.net](http://www.sinergiasa.net)