



SEREMI METROPOLITANA DE VIVIENDA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA

**ESTUDIO
“RIESGO Y ADECUACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL
DE SAN JOSÉ DE MAIPO”**

ID N° 640-6-LP11

INFORME ETAPA 2

ANEXO VII

“

**INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUELOS,
PERFILES DE REFRACCIÓN SÍSMICA**



Diciembre 2011



SEREMI METROPOLITANA DE VIVIENDA Y URBANISMO DEPARTAMENTO DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA

INDICE DE CONTENIDOS

1- INTRODUCCIÓN.....	4
2.- INSTRUMENTAL	5
3.- METODOLOGÍA	6
4.- PROCEDIMIENTO DE TERRENO.....	7
5.- RESULTADOS.....	12
6.- CONCLUSIONES	17

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Sismógrafo Geode Ultra Liviano de Exploración	5
Figura 2.- Las ondas generadas se propagan hasta llegar a los geófonos.....	6
Figura 3.- Geófono de bobina vertical.....	6
Figura 4.- Ubicación de perfiles y sondaje en la ladera este de la comuna de San José de Maipo... 8	
Figura 5.- Sentido y ubicación de los ensayos de refracción sísmica en los distintos perfiles.	8
Figura 6.- Imagen correspondiente al perfil 1.	9
Figura 7.- Imagen correspondiente al perfil 2.....	10
Figura 8.- Imagen correspondiente al perfil 3.....	11
Figura 9.- Sección de velocidad Perfil 1.....	13
Figura 10.- Sección interpretativa Perfil 1.....	13
Figura 11.- Sección de velocidad Perfil 2.....	14
Figura 12.- Sección interpretativa Perfil 2.....	14
Figura 13.- Velocidades y espesores de estratos para el Perfil 3.	15
Figura 14.- Gráfico distancia vs tiempo para el Perfil 3.....	15

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Detalle de los perfiles realizados y su ubicación referencial.....	7
Tabla 2.- Tabla de velocidades características para interpretación de perfiles.....	12

1- INTRODUCCIÓN.

A solicitud de Territorio y Ciudad Consultores, se realizó un estudio de refracción sísmica en el área de la ladera este de la comuna de San José de Maipo. El objetivo es determinar secciones de velocidad de onda compresiva en profundidad, lo cual permite interpretar espesores y geometrías de distintos estratos en profundidad, en base a las velocidades obtenidas en las secciones, catalogándose según estas velocidades en distintas unidades sedimentarias o rocosas.

En este estudio se realizaron mediciones en 3 perfiles con longitudes variables de 115m, 115m y entre 96m respectivamente. Adicionalmente se realizó un levantamiento topográfico de los perfiles para asegurar la correcta modelación de los datos.

El presente informe entrega las secciones de velocidad de propagación de onda compresiva, sección interpretativa de estratos e interpretación detallada de cada uno de los perfiles y las geometrías observadas en cada uno de ellos.

2.- INSTRUMENTAL

- a.- Sismógrafo Geode ultra-liviano de exploración, marca Geometrics.
- b.- Plato metálico de 10 x 30 cm x 3 cm de espesor.
- c.- Combo (martillo para generar onda).
- d.- Notebook.
- e.- 24 Geófonos de bobina verticales.
- g.- Batería.
- h.- Camioneta.



Figura 1.- Sismógrafo Geode Ultra Liviano de Exploración

3.- METODOLOGÍA

Los estudios de refracción sísmica son ampliamente utilizados en el estudio de problemas de ingeniería. El estudio de las curvas camino-tiempo, generadas a partir del tiempo de la llegada de la primera señal sísmica a distintas distancias, permite reconocer los refractores presentes en profundidad, que corresponden a las interfaces entre estratos de distinta velocidad de transmisión de ondas sísmicas.

Para esto, se disponen los sensores sísmicos, comúnmente llamados geófonos, en una línea recta para así captar las llegadas de la señal sísmica a lo largo de un plano de propagación.

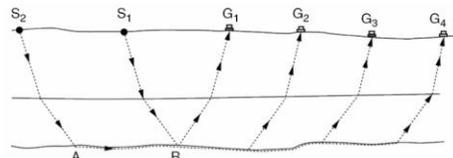


Figura 2.- Las ondas generadas se propagan hasta llegar a los geófonos.

La señal sísmica se genera con un martillo de gran tamaño sobre una placa metálica. En todos los casos, se controla eléctricamente el inicio del registro de datos por parte del computador conectado al equipo sísmico.

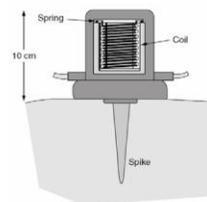


Figura 3.- Geófono de bobina vertical.

4.- PROCEDIMIENTO DE TERRENO.

La medición de los 3 perfiles contempla una longitud total de 326m, cuyo detalle y ubicación se explicitan en la siguiente tabla. Las coordenadas corresponden a la proyección UTM Zona 19 Sur, Datum WGS84.

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
Largo Total (metros)	115	115	96
Separación entre geófonos (metros)	5	5	4
Número de disparos	12	10	10
Coordenada referencia del inicio	375071.205 E 6276191.212 N	375249.778 E 6276304.401 N	375368.424 E 6276220.752 N
Coordenada referencia del final	375064.901 E 6276306.440 N	375225.339 E 6276197.141 N	375389.950 E 6276139.033 N

Tabla 1.- Detalle de los perfiles realizados y su ubicación referencial

Los perfiles fueron estacados en terreno y posteriormente se realizó la topografía de detalle, de la cual se obtuvo las coordenadas de cada perfil, sus ubicaciones se presenta en la figura 4. El perfil 3 se presenta con un línea punteada debido a que la topografía del sector en estudio no permitió distribuir los geófonos en forma lineal, generándose dos cambios de orientación. El modo en que esto afecta los resultados obtenidos para este perfil se explicará en el capítulo correspondiente.

Adicionalmente, en la figura 5 se presenta en detalle el sentido en que se realizaron los ensayos de refracción sísmica en los distintos perfiles. El perfil 1 se realizó en sentido sur-norte, y los perfiles 2 y 3 en sentido norte-sur.



Figura 4.- Ubicación de perfiles y sondaje en la ladera este de la comuna de San José de Maipo.

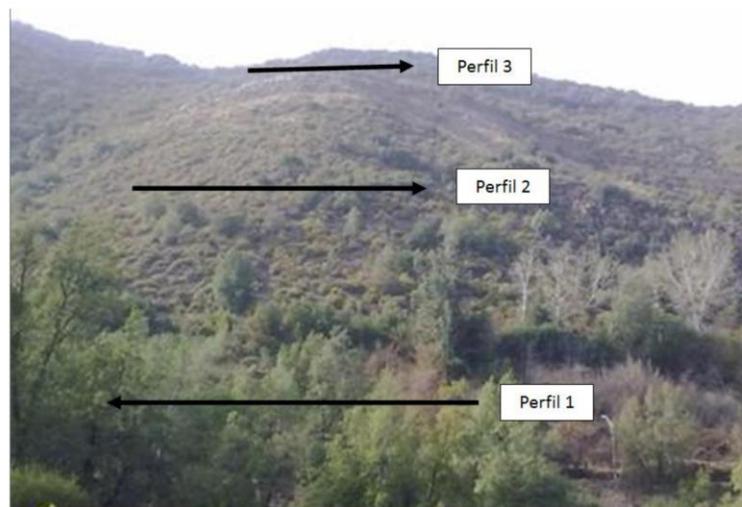


Figura 5.- Sentido y ubicación de los ensayos de refracción sísmica en los distintos perfiles.

A continuación se presentan imágenes de los distintos perfiles y las actividades realizadas en cada uno de ellos.

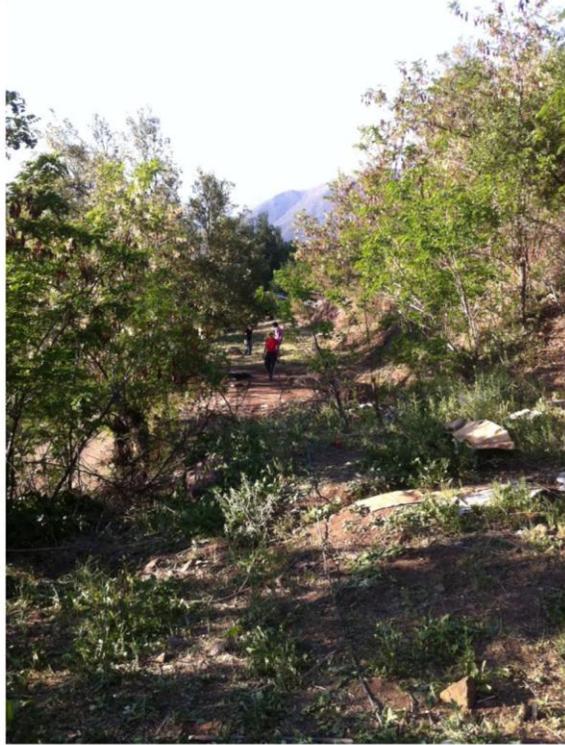


Figura 6.- Imagen correspondiente a la ubicación del perfil 1.



Figura 7.- Imagen correspondiente a la ubicación del perfil 2.



Figura 8.- Imagen correspondiente a la ubicación del perfil 3.

5.- RESULTADOS

La interpretación se realizó utilizando información de velocidades conocidas para los estratos reconocidos y esperados en los perfiles, junto con el reconocimiento de altos gradientes de velocidad en las secciones, correspondientes a fuertes contrastes de velocidad y por ende una interfaz entre estratos.

Las velocidades de estratos consideradas para el análisis de los perfiles se detallan en la siguiente tabla.

Unidad Litológica	Rango de Velocidad (km/s)
Cobertura Sedimentaria	<0,8
Roca Fracturada/Meteorizada	0,8 a 1,8
Roca	>1,8

Tabla 2.- Tabla de velocidades características para interpretación de perfiles

Es importante mencionar que en el caso del perfil 3, el cual presenta dos cambios de orientación en la disposición de los geófonos, se hizo imposible su interpretación bidimensional en profundidad. Por lo que se optó por tomar el mejor disparo con mayor alcance en el segmento recto de mayor longitud, correspondiente a 50m, para ajustar un modelo unidimensional d capas planas y velocidades constantes para cada capa. El disparo utilizado entregó 14 pares de puntos tiempo-distancia, los cuales fueron posteriormente ajustados utilizando un modelo como el descrito anteriormente, que constaba de 4 capas más un "semiespacio" o capa base. Las velocidades y espesores que lograban el mejor ajuste del modelo son detalladas en la figura 9, y el ajuste entre los datos y el modelo se ven en la figura 10, siendo la línea azul con marcadores rojos los datos de terreno y la curva verde la que se obtiene del modelo.

Se presentan a continuación las secciones de velocidad y las secciones interpretativas para cada uno de los perfiles, además de una descripción de cada uno.

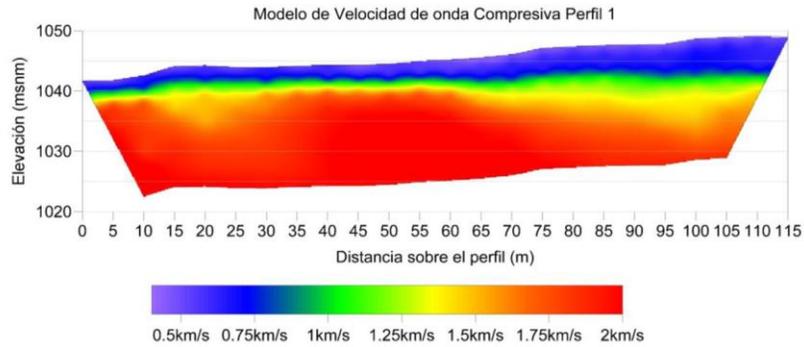


Figura 9.- Sección de velocidad Perfil 1.

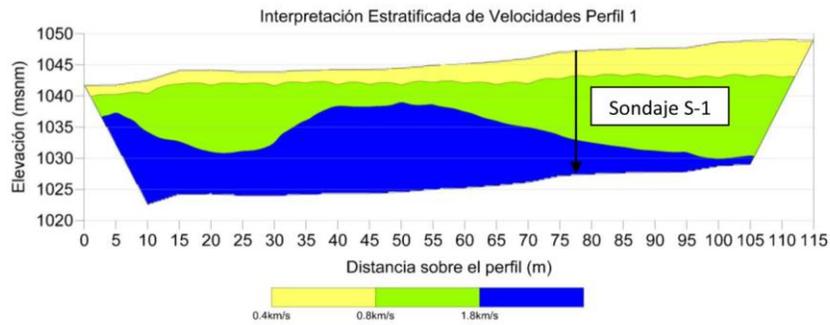


Figura 10.- Sección interpretativa Perfil 1.

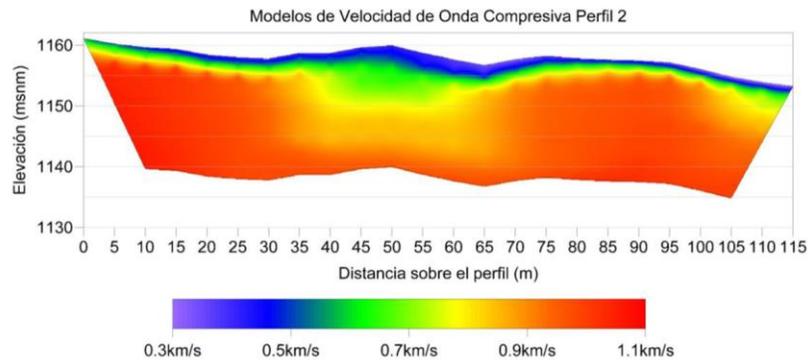


Figura 11.- Sección de velocidad Perfil 2.

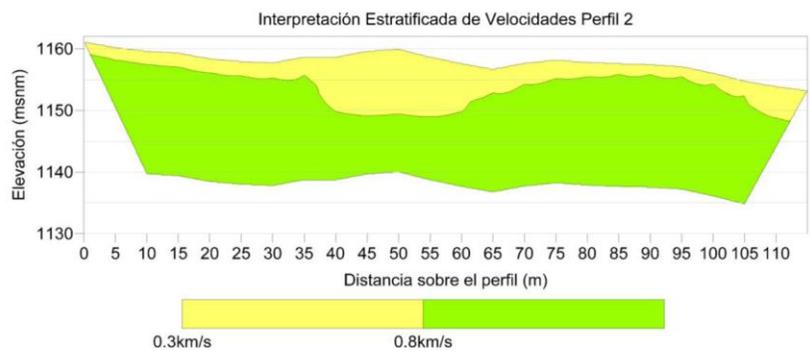


Figura 12.- Sección interpretativa Perfil 2.

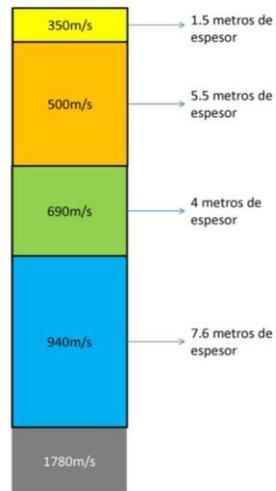


Figura 13.- Velocidades y espesores de estratos para el Perfil 3.

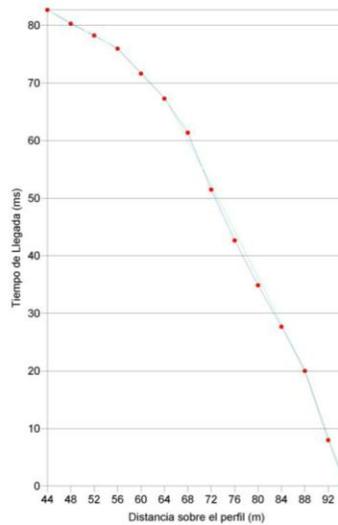


Figura 14.- Gráfico distancia vs tiempo para el Perfil 3, para un disparo.

Perfil 1: Muestra una cobertura sedimentaria con espesores entre 2m y 7m, ascendente hacia el norte. Bajo esta se encuentra un estrato de roca fracturada/meteorizada que presenta dos variaciones importantes en su grosor, al sur comienza con un espesor de 3m, produciéndose su aumento a partir de los 7m sobre el perfil hasta un espesor máximo de 12.5m a los 23m sobre el perfil. Posteriormente su grosor disminuye a los 40m sobre el perfil hasta un mínimo de 3m. Finalmente comienza a aumentar su espesor desde los 60m sobre el perfil hasta alcanzar un valor máximo de 13.5m al extremo norte del perfil. Se reconoce una interfaz muy irregular con la roca sana a profundidades variables entre 5m y 20m siguiendo la configuración del estrato de roca meteorizada.

En este caso en particular la distribución lineal de los geófonos pasa sobre la ubicación del sondeaje S-1, aproximadamente a los 77m sobre el perfil. Y de acuerdo a la estratigrafía obtenida de la perforación, se verifica el espesor aproximado de 4.5m de la cobertura sedimentaria y la profundidad del interfaz con el estrato de roca meteorizada.

Perfil 2: La cobertura sedimentaria tiene un espesor constante aproximado de 2.5m, salvo entre los 35m y 75m sobre el perfil, en que se produce un aumento en el grosor del estrato hasta un valor máximo de 11.5m. La interfaz con la roca meteorizada presenta características similares a la cobertura sedimentaria, quedando su espesor indeterminado.

Perfil 3: De acuerdo a las velocidades y espesores obtenidos del modelo, la cobertura sedimentaria tiene un espesor aproximado de 11m. Bajo esta se presenta un estrato de roca meteorizada de 7.6m de espesor, quedando la interfaz con la roca sana a una profundidad de 18.6m.

6.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos para los perfiles de refracción sísmica realizados, se pueden inferir tres unidades litológicas con velocidades de propagación de ondas compresivas de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2. Con estos valores y de acuerdo a lo presentado en los perfiles de refracción, es posible mencionar que las estratificaciones observadas son: un horizonte-1 superficial de suelo, bajo este se presenta un horizonte-2 de roca meteorizada (según la estratigrafía del sondaje) y, finalmente, en la parte inferior del perfil se presenta un horizonte-3 de roca meteorizada con mayores velocidades de onda que el horizonte-2. Los perfiles 2 y 3 fueron inferidos por medio de velocidades de onda de compresión, por lo que no podría tomarse como la estratigrafía exacta del suelo. A diferencia del perfil 1, donde se contaba con la información obtenida del sondajes S-1.

Marcelo Paredes P.

Jefe Sección Ingeniería y Prospecciones

IDIEM – Universidad de Chile

Iván Bejarano B.

Jefe Área Geotecnia y Pavimentos

IDIEM – Universidad de Chile

Fernando Yáñez U.

Director

IDIEM – Universidad de Chile