



# Lanzamiento Manual de Ondas Superficiales

Esteban Sáez

Colegio de Ingenieros - 8 de septiembre 2015

# Ficha

---

- ▶ Título: **“Manual de aplicación de técnicas geofísicas basadas en ondas de superficie para la determinación del parámetro Vs30”**.
- ▶ Autores:
  - ▶ Francisco Humire
  - ▶ Esteban Sáez (Pontificia Universidad Católica de Chile)
  - ▶ Felipe Leyton (Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile)
- ▶ Coordina:
  - ▶ Comité de Mecánica de Suelos del Instituto de la Construcción

# Objetivos

---

- ▶ Proporcionar procedimientos y recomendaciones para la **determinación del parámetro  $V_{s30}$** , mediante técnicas basadas en la dispersión de ondas de superficie.
- ▶ Prevenir errores frecuentes.
- ▶ Sugerir contenido mínimo del informe.

# Bitácora

---

- ▶ **Junio 2014:**
  - ▶ Inicio preparación manual y reuniones periódicas de revisión
- ▶ **Noviembre 2014:**
  - ▶ Borrador final del manual para revisión del comité
  - ▶ Presentación en Congreso SOCHIGE
- ▶ **Enero 2015:**
  - ▶ Revisión de observaciones emitidas durante el proceso de consulta pública
- ▶ **Hoy:**
  - ▶ Divulgación de versión definitiva (electrónica)

# Estructura del manual

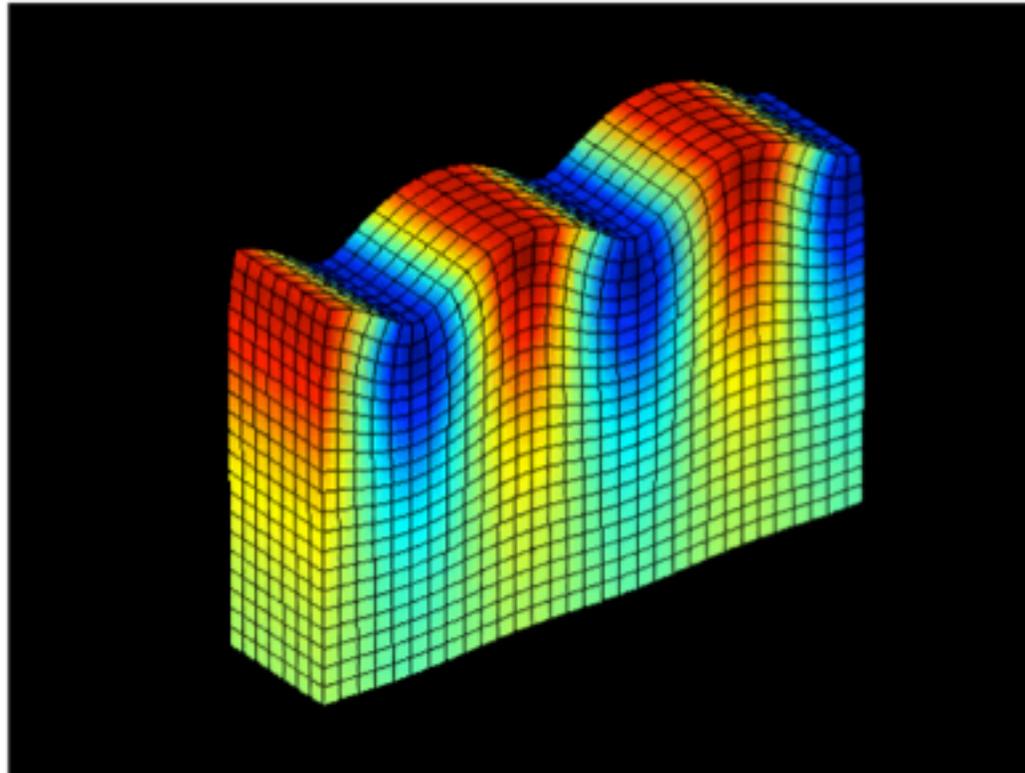
---

- ▶ Marco Teórico
- ▶ Requisitos mínimos para el desarrollo del trabajo en terreno
- ▶ Métodos basados en fuentes activas
- ▶ Métodos basados en microvibraciones ambientales (pasivos)
- ▶ Curva de dispersión global
- ▶ Inversión
- ▶ Errores frecuentes
- ▶ Contenido mínimo del informe
- ▶ Anexos

# Marco teórico

---

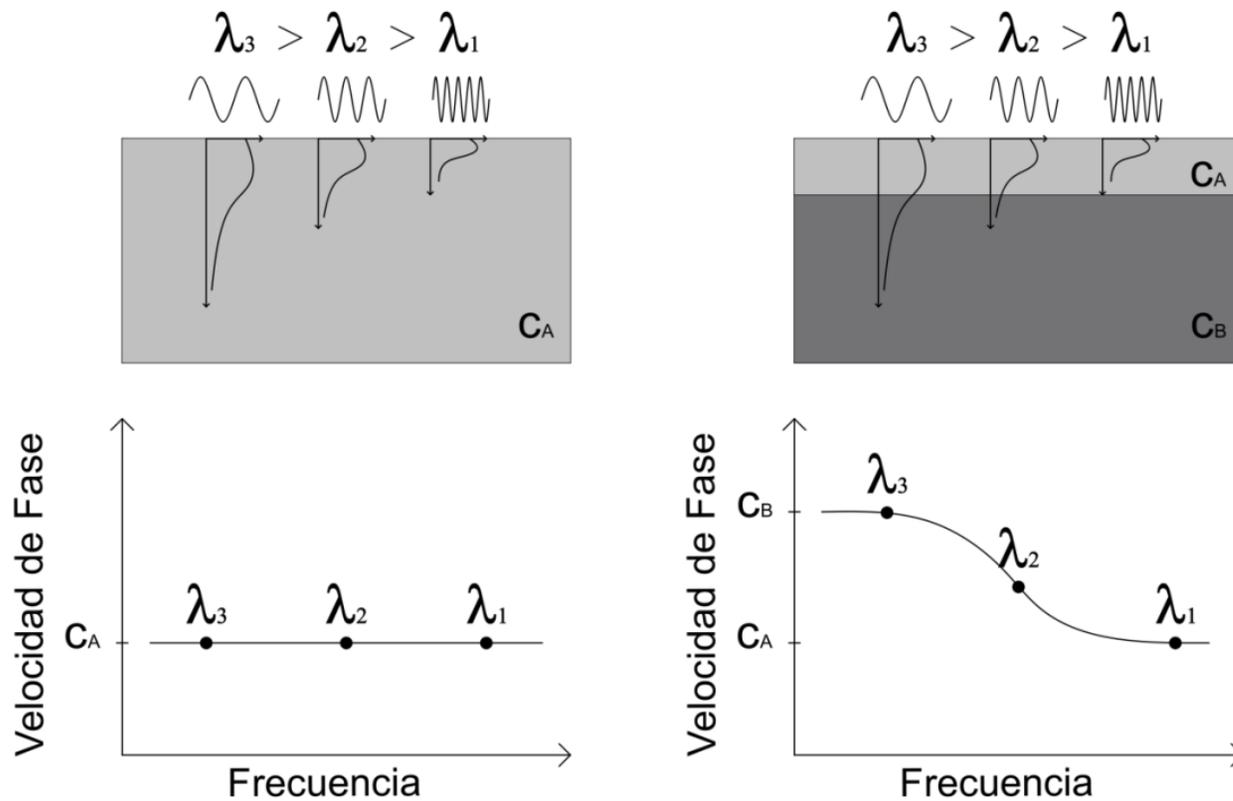
- ▶ Aspectos generales
  - ▶ Cinemática de una onda de Rayleigh



# Marco teórico

- ▶ Aspectos generales

- ▶ Cinemática de una onda de Rayleigh
- ▶ Propagación de ondas de Rayleigh en un medio estratificado

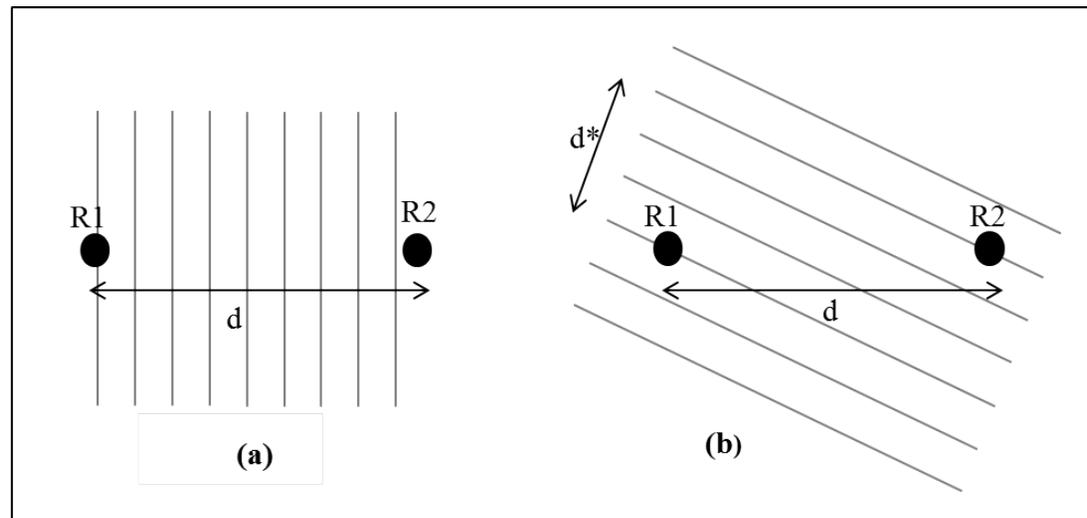


# Marco teórico

---

- ▶ Aspectos generales

- ▶ Cinemática de una onda de Rayleigh
- ▶ Propagación de ondas de Rayleigh en un medio estratificado
- ▶ Métodos para la determinación de la Curva de Dispersión (f-k, SPAC, ReMi, etc.)

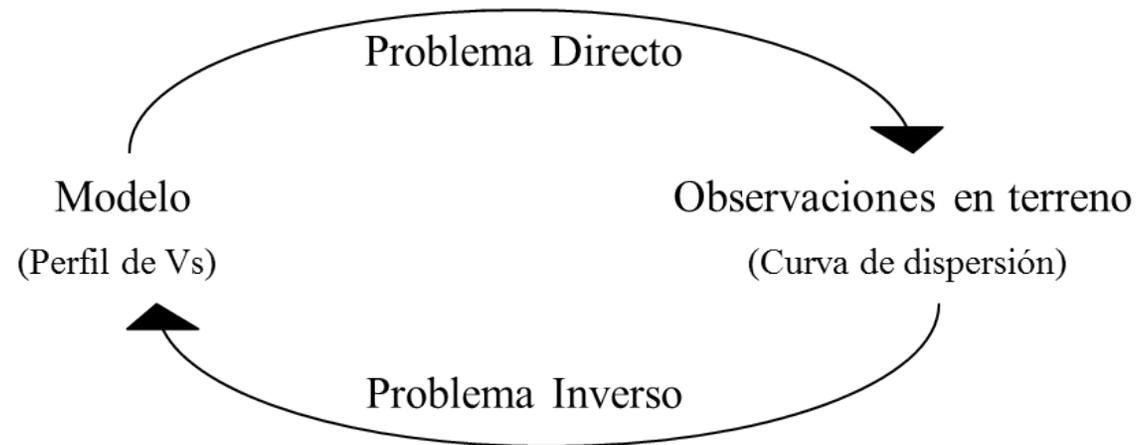


# Marco teórico

---

- ▶ Aspectos generales

- ▶ Cinemática de una onda de Rayleigh
- ▶ Propagación de ondas de Rayleigh en un medio estratificado
- ▶ Métodos para la determinación de la Curva de Dispersión (f-k, SPAC, ReMi, etc.)
- ▶ Inversión

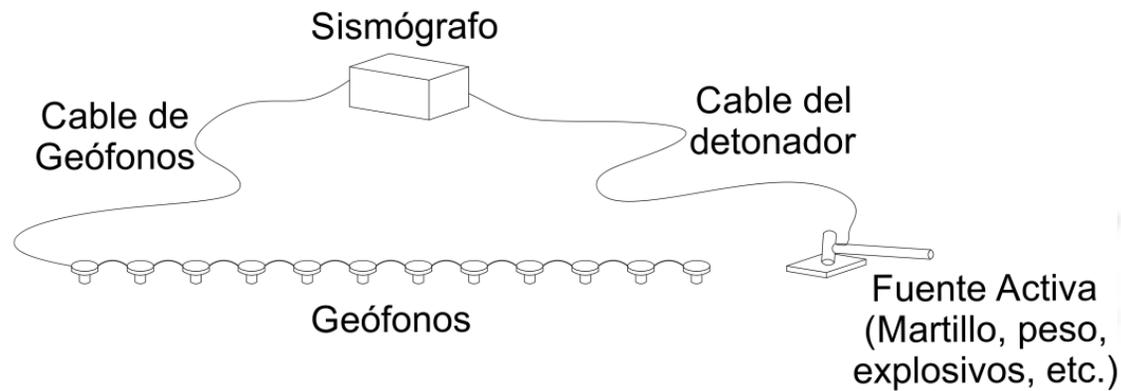


# Trabajo en terreno

---

- ▶ Recomendaciones

- ▶ Equipos

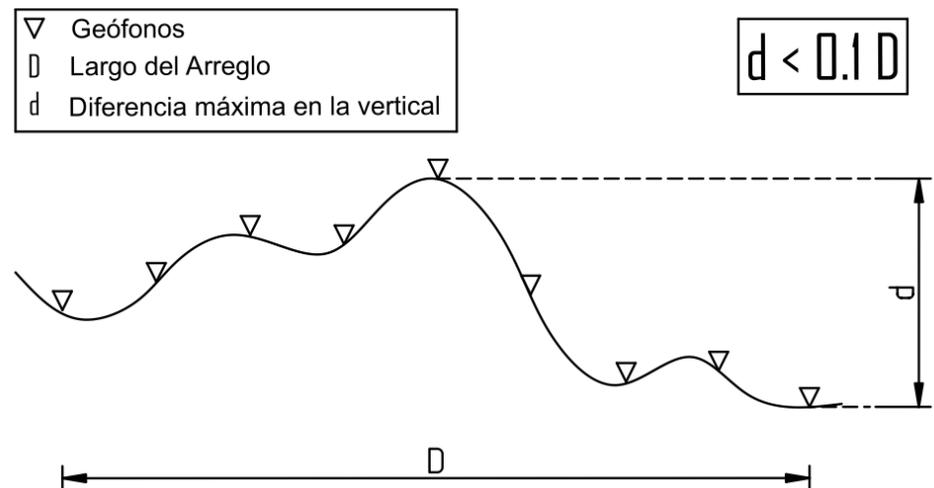


# Trabajo en terreno

---

- ▶ Recomendaciones

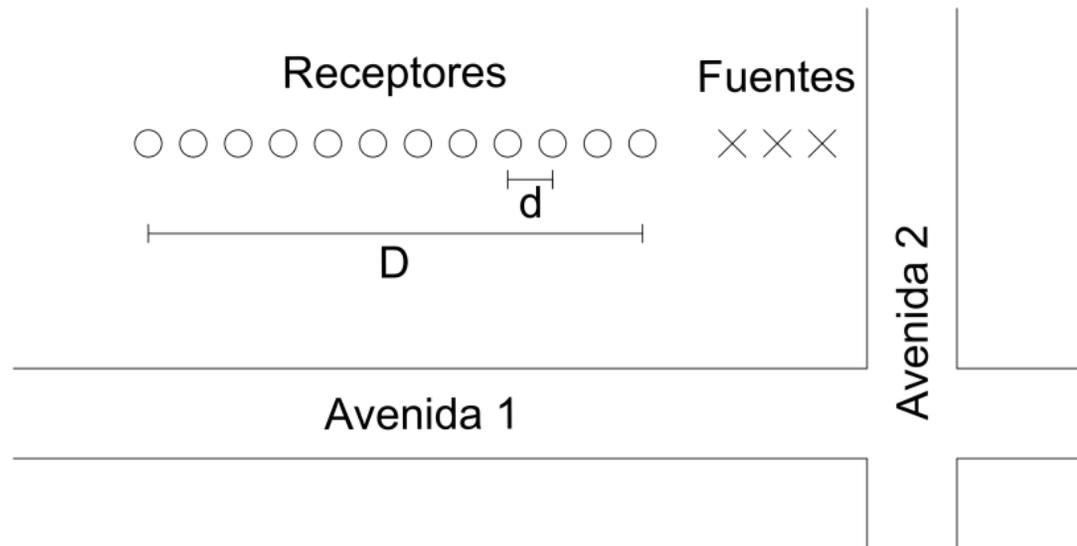
- ▶ Equipos
- ▶ Características del lugar (ruido ambiental, pendiente, etc.)



# Trabajo en terreno

---

- ▶ Recomendaciones
  - ▶ Equipos
  - ▶ Características del lugar (ruido ambiental, pendiente, etc.)
  - ▶ Arreglos



# Ensayos activos

- ▶ Fuente alineada con el arreglo
  - ▶ Fuentes



8 kg



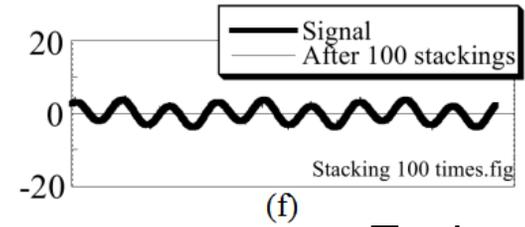
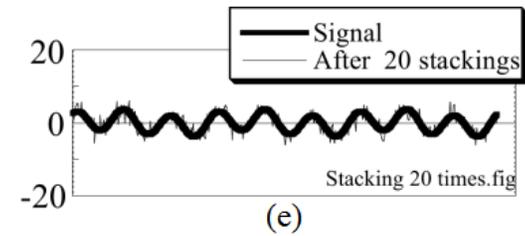
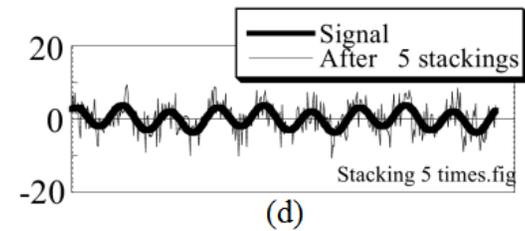
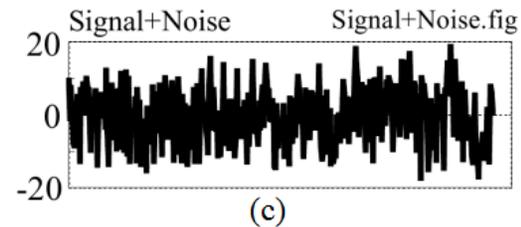
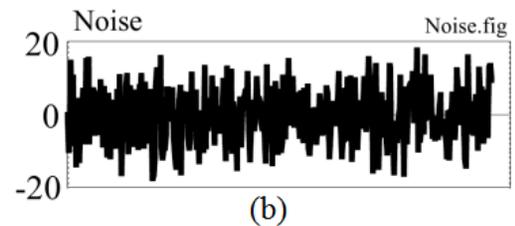
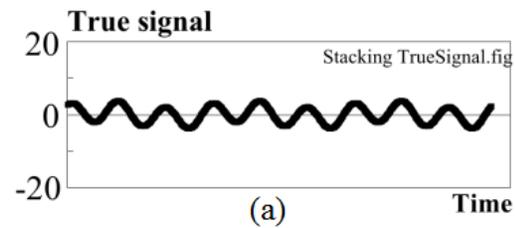
100 kg



300 kg

# Ensayos activos

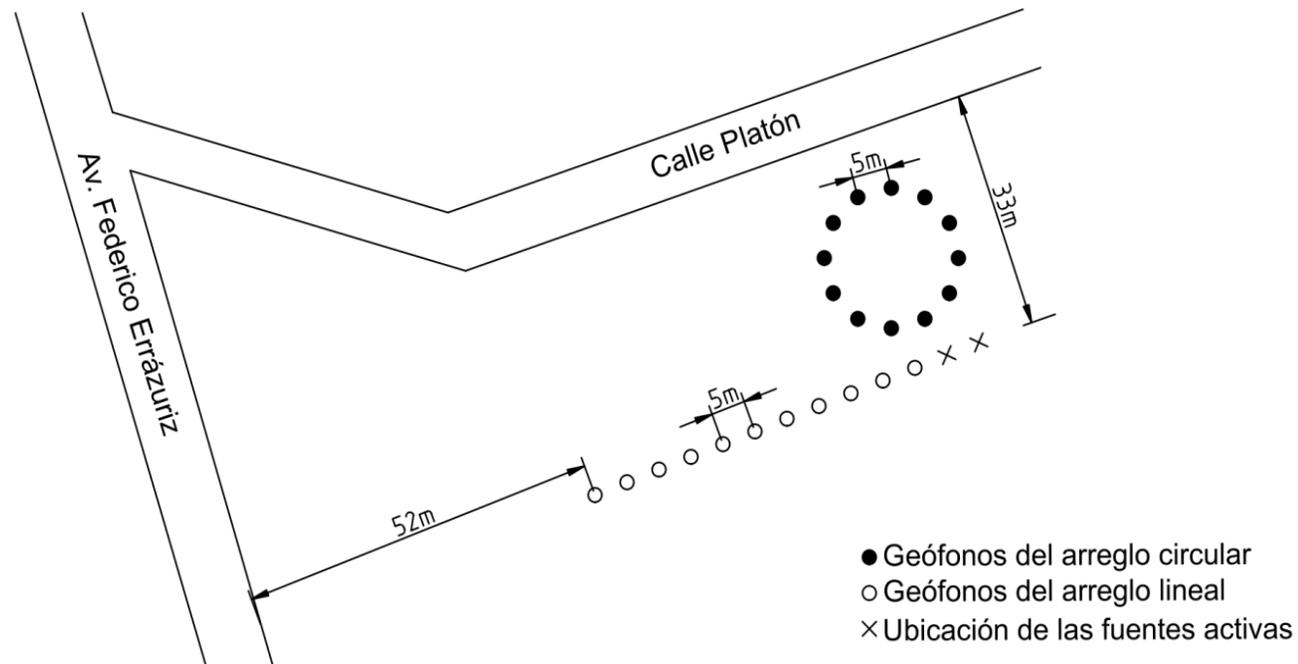
- ▶ Fuente alineada con el arreglo
  - ▶ Fuentes
  - ▶ Herramientas de análisis



Towhata, 2008

# Ensayos pasivos

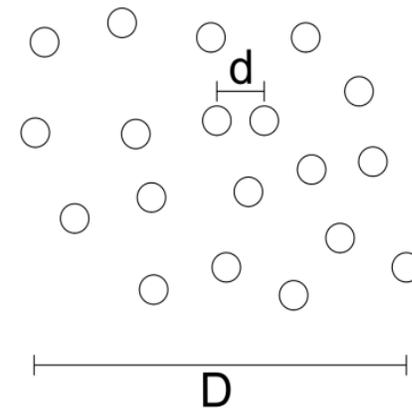
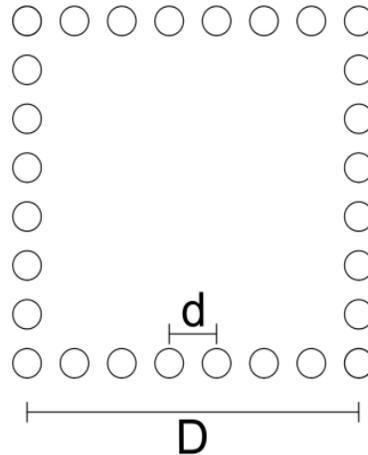
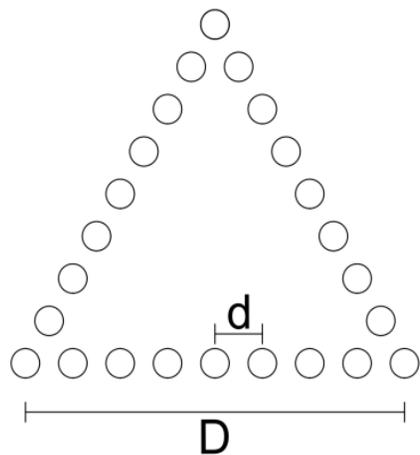
- ▶ Uso de microvibraciones ambientales
  - ▶ Horario, tiempo de registro y ubicación del arreglo



# Ensayos pasivos

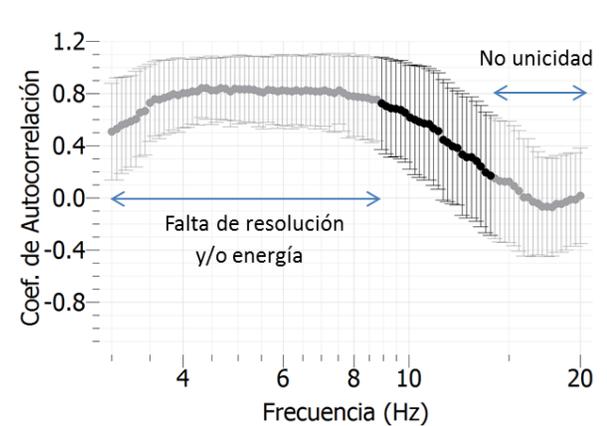
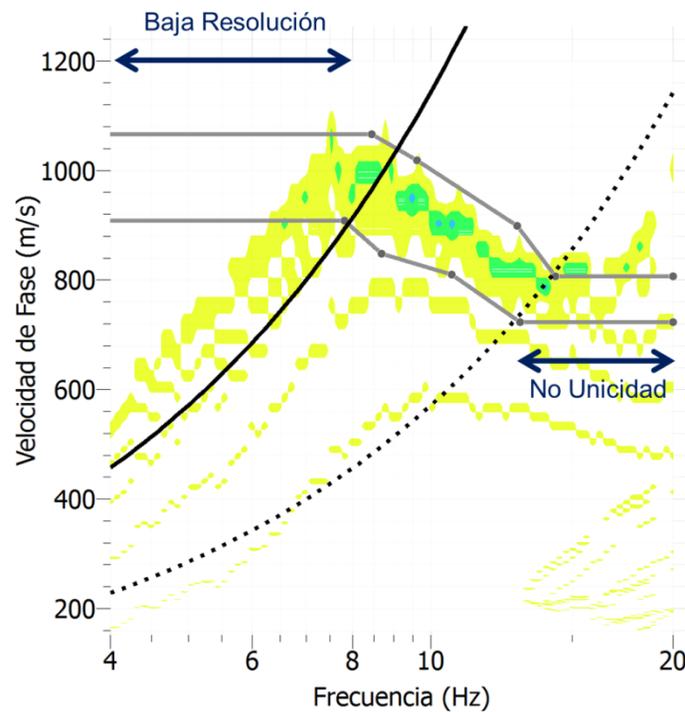
---

- ▶ Uso de microvibraciones ambientales
  - ▶ Horario, tiempo de registro y ubicación del arreglo
  - ▶ Geometría del arreglo



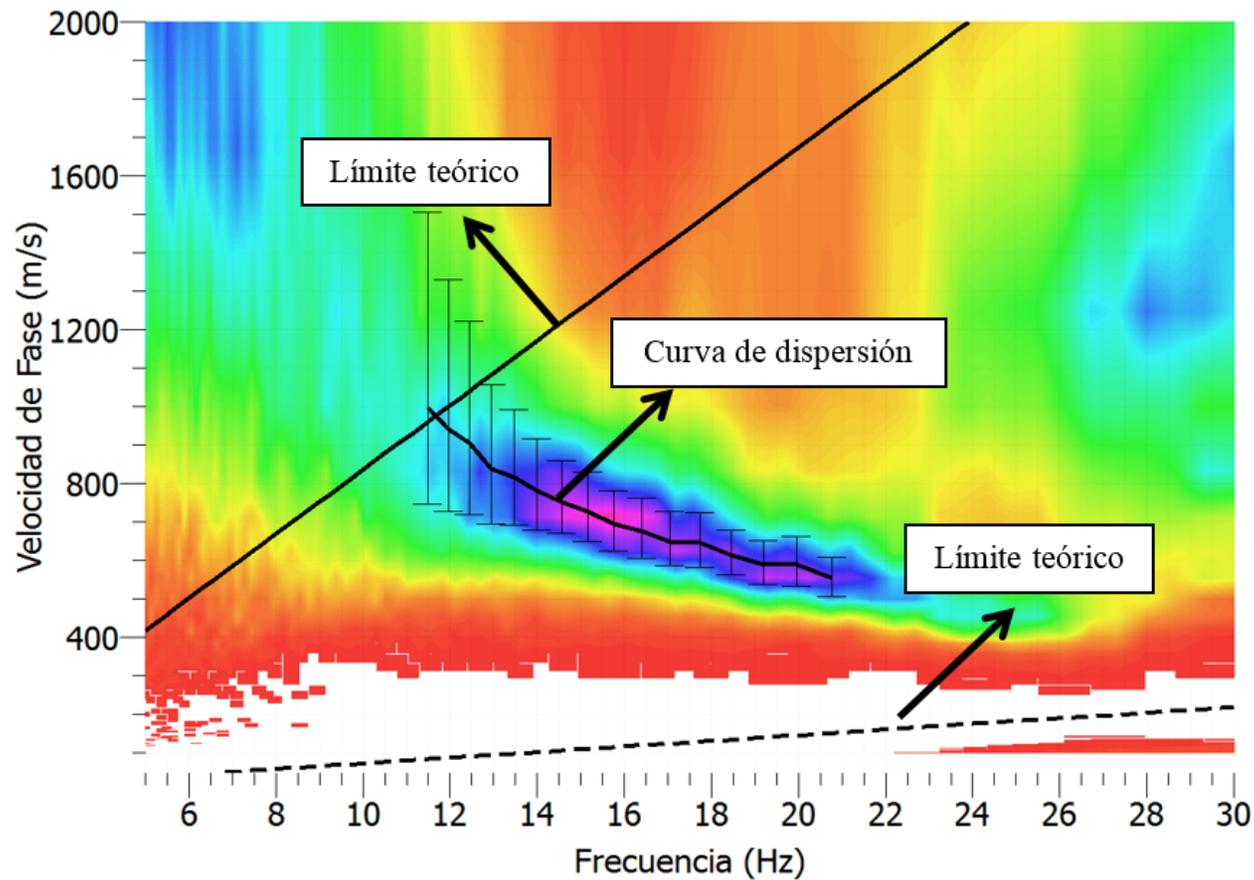
# Ensayos pasivos

- ▶ Uso de microvibraciones ambientales
  - ▶ Horario, tiempo de registro y ubicación del arreglo
  - ▶ Geometría del arreglo
  - ▶ Curvas de dispersión y herramientas de análisis



# Curva de dispersión global

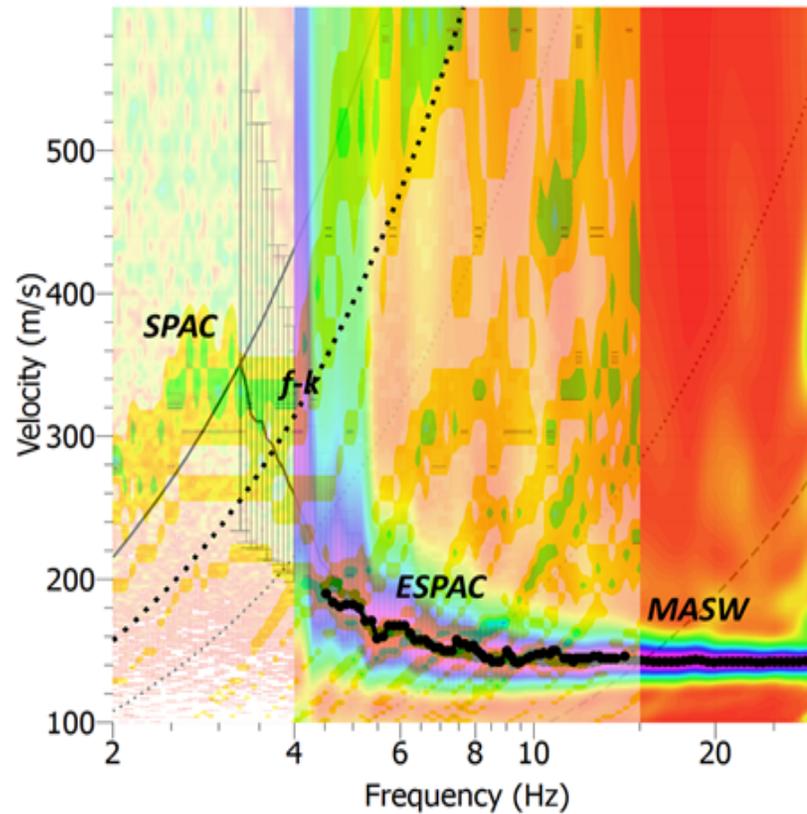
- ▶ Combinación eficiente de técnicas



# Curva de dispersión global

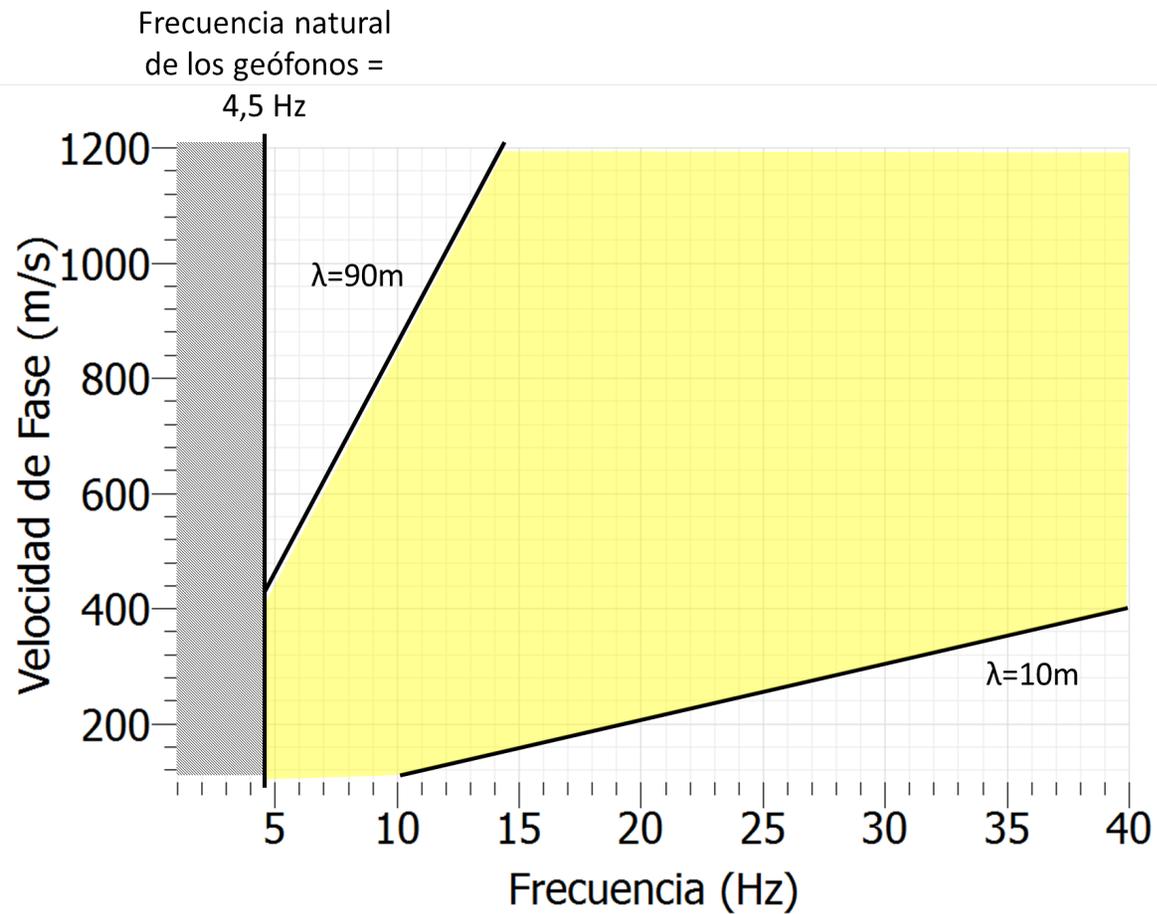
---

- ▶ Combinación eficiente de técnicas



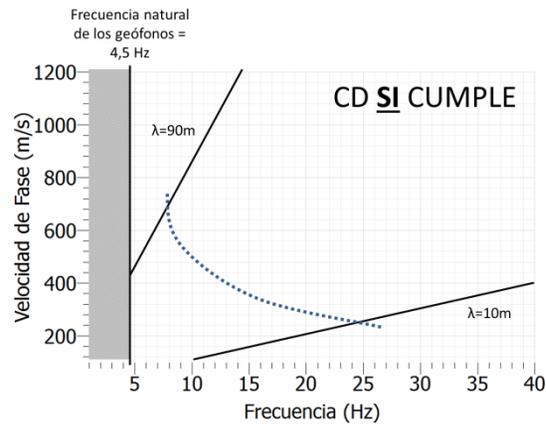
# Curva de dispersión global

► Combinación eficiente de técnicas

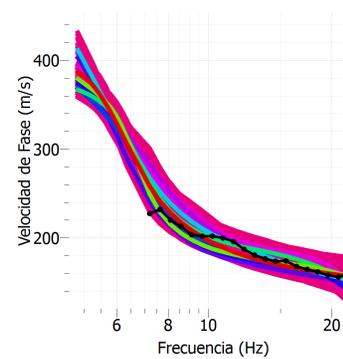


# Curva de dispersión global

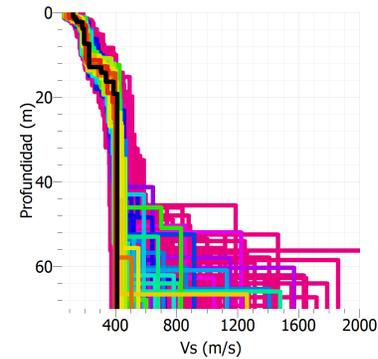
## ► Combinación eficiente de técnicas



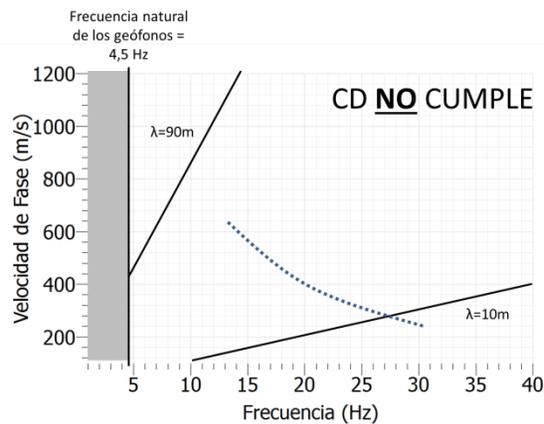
(a) Curva de Dispersión: Modo Fundamental



(b) Perfil de Vs



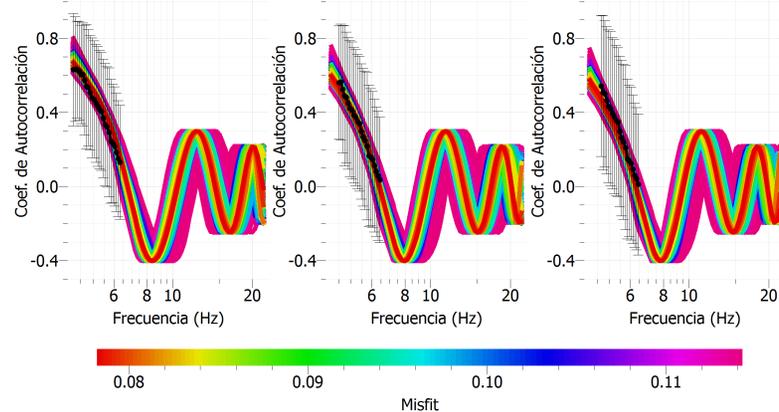
➔ Vs30



(c) Anillo 1: 16.55 m a 16.74 m

(d) Anillo 2: 18.53 m a 18.64 m

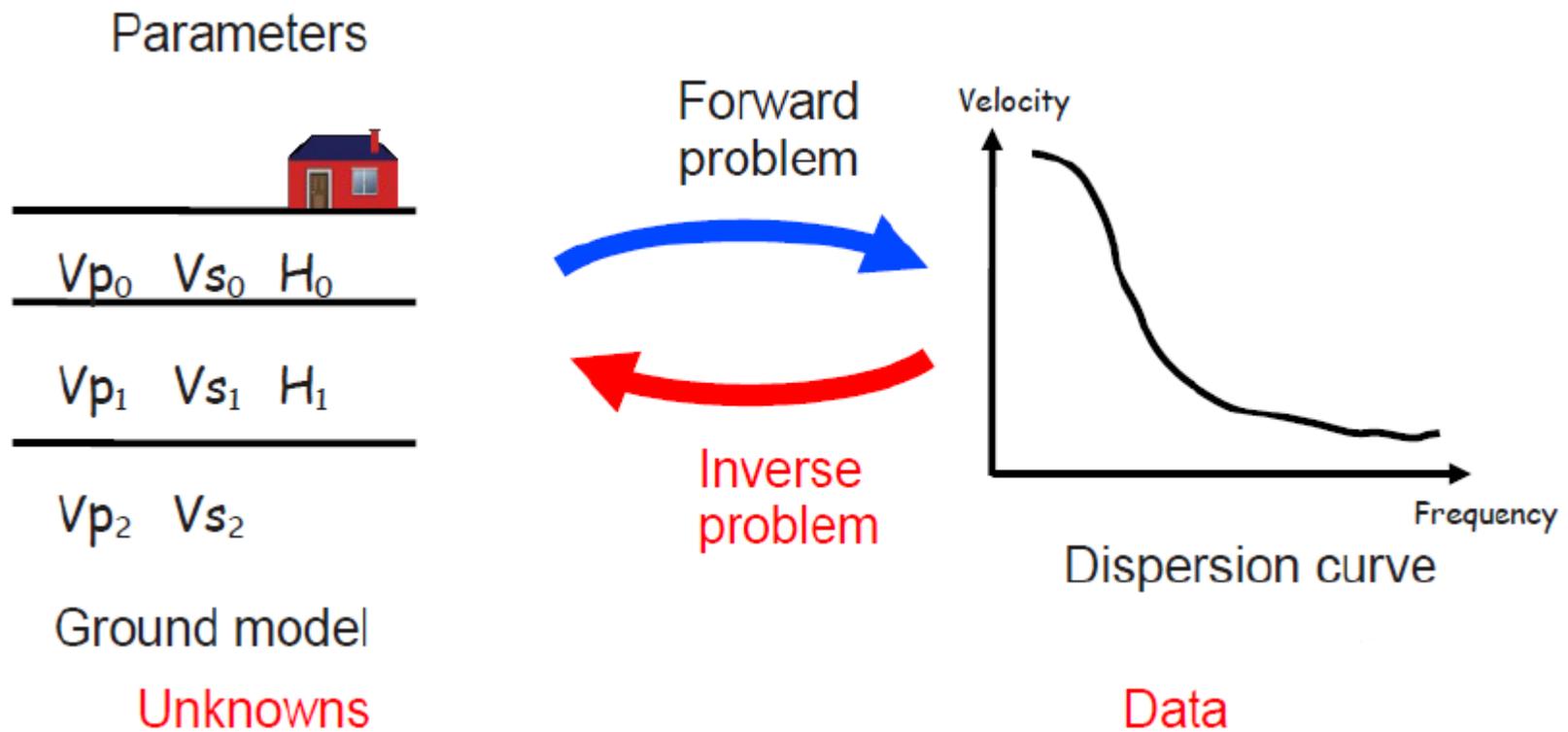
(e) Anillo 3: 19.21 m a 19.26 m



## ► Presentación Manual de Exploración Geofísica

# Inversión

- ▶ Problema a resolver y métodos
  - ▶ Problema inverso altamente no lineal



Whatelet, 2011

# Inversión

---

- ▶ Problema a resolver y métodos
  - ▶ Problema inverso altamente no lineal
  - ▶ Métodos de resolución

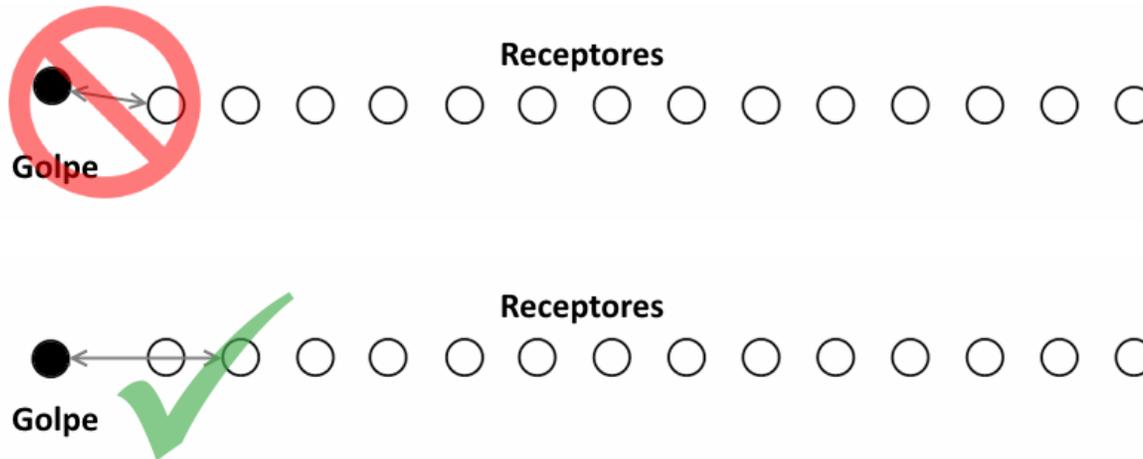
Algoritmos de gradientes		Técnicas de inversión global	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Requieren pocas evaluaciones por lo que son relativamente rápidos	Dependen mucho del punto inicial, por lo que pueden quedar atrapados en mínimos locales	Mejor exploración del espacio por lo que no quedan atrapados en mínimos locales	Requieren mucho más evaluaciones por lo que son más lentos

Todos los métodos requieren una parametrización **adecuada** del terreno  
→probar comenzando con combinaciones sencillas a más complejas

# Errores

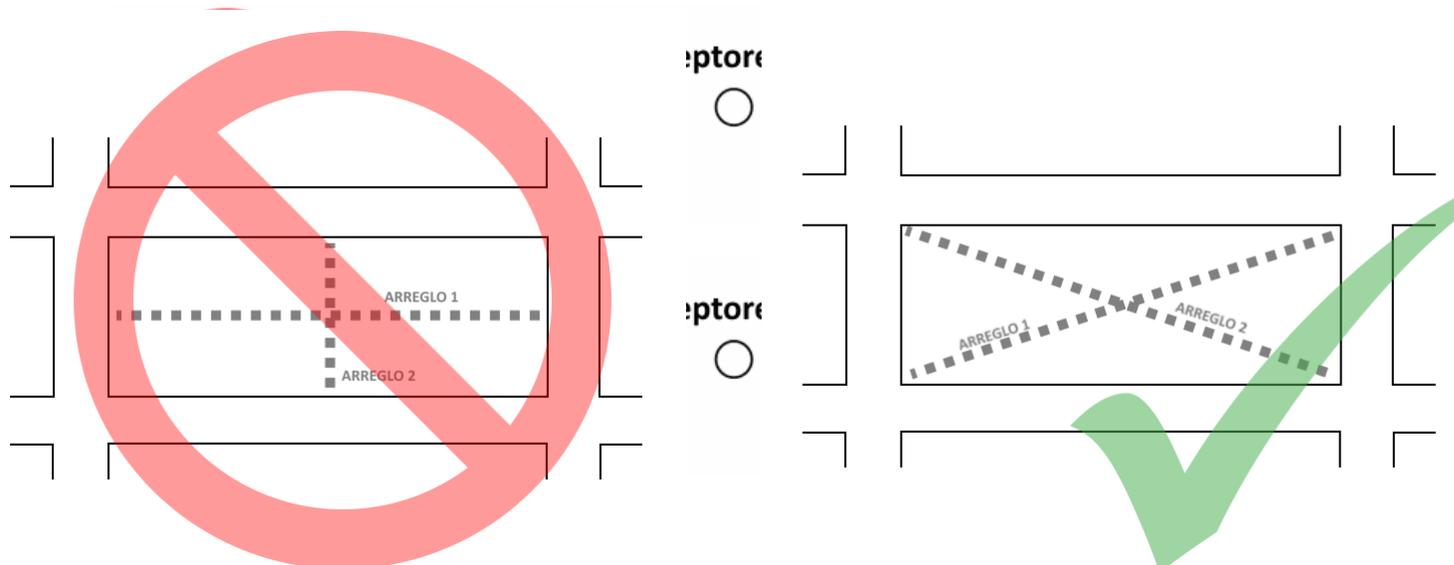
---

- ▶ En las distintas fases de la exploración
  - ▶ En terreno



# Errores

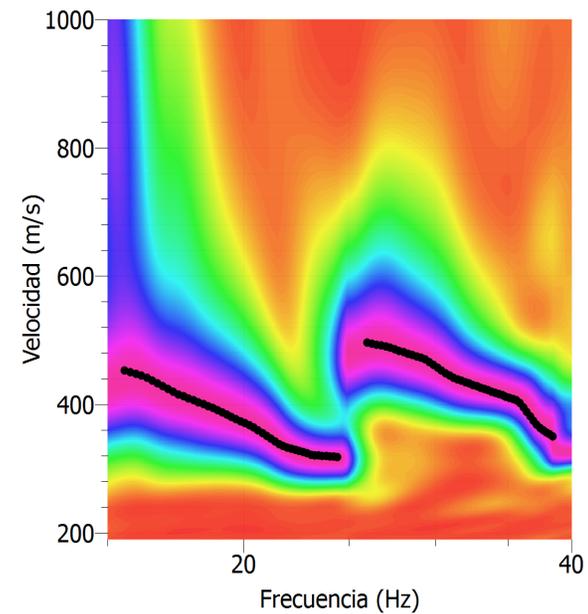
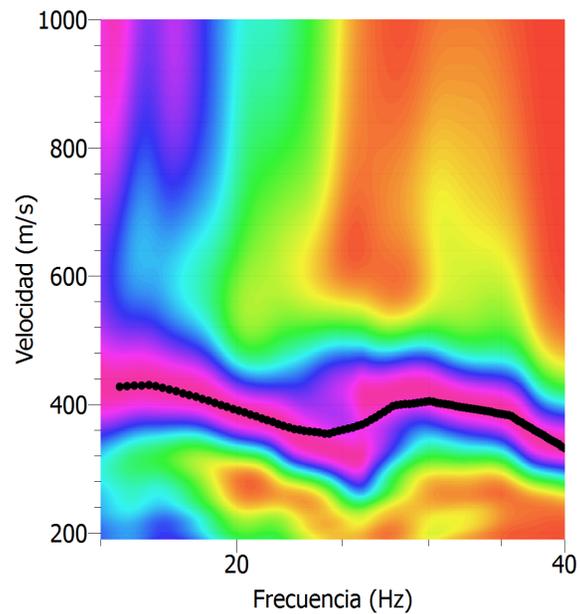
- ▶ En las distintas fases de la exploración
  - ▶ En terreno



# Errores

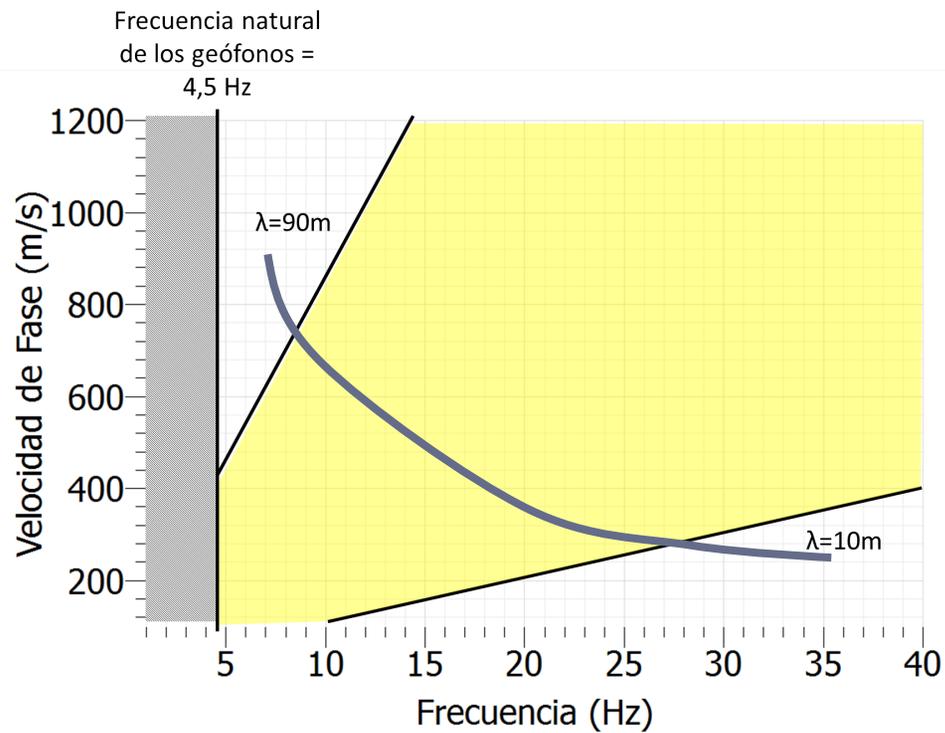
---

- ▶ En las distintas fases de la exploración
  - ▶ En terreno
  - ▶ Durante el análisis



# Informe

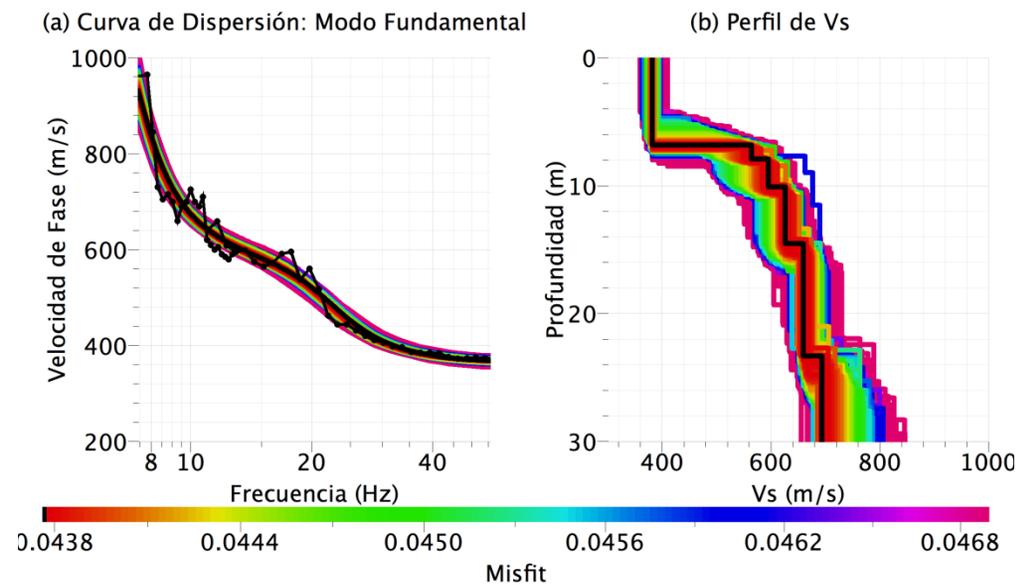
- ▶ Contenido mínimo del informe
  - ▶ Curvas de dispersión que se extienda sobre un rango de longitudes de onda



# Informe

---

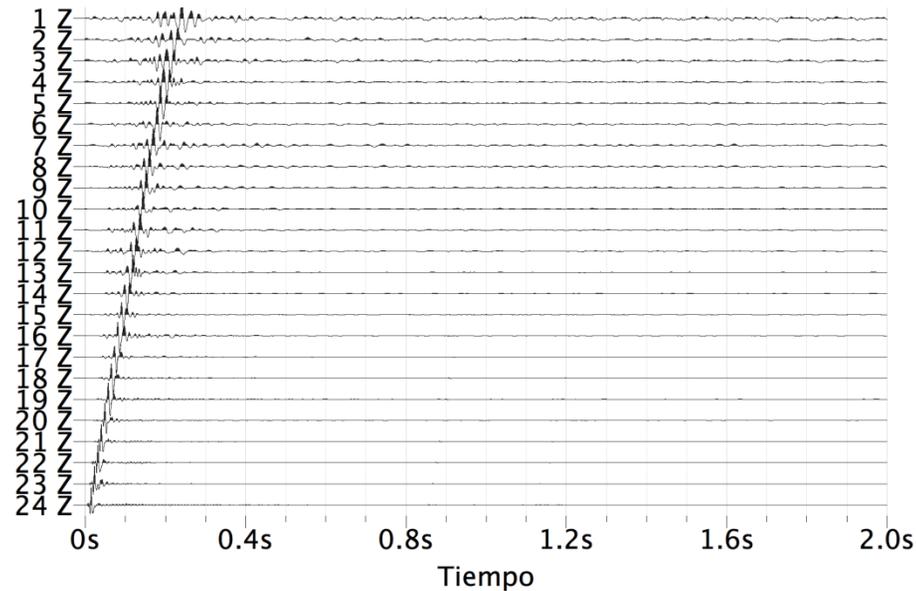
- ▶ Contenido mínimo del informe
  - ▶ Curvas de dispersión que se extiendan sobre un rango de longitudes de onda
  - ▶ Curva de terreno vs curva de la inversión



# Informe

---

- ▶ Contenido mínimo del informe
  - ▶ Curvas de dispersión que se extienda sobre un rango de longitudes de onda
  - ▶ Curva de terreno vs curva de la inversión
  - ▶ Archivos de trazas y descripción



# Envoie

---

- ▶ El documento no tiene mayor ambición que la de presentar en forma sintética nuestra experiencia empleando los MOS para la determinación del parámetro Vs30 en varias regiones y condiciones geológicas del país.
- ▶ El documento sintetiza las recomendaciones de ejecución de las mediciones en terreno y del posterior análisis de datos sobre de más de 600 estudios de este tipo en los que hemos participado en distintas localidades de Chile.
- ▶ El énfasis del documento radica en separar el estudio claramente en dos etapas: registro de datos en terreno y su posterior análisis en gabinete, así como insistir en que la mejor estrategia para asegurar resultados satisfactorios es la combinación de técnicas complementarias.
- ▶ El Manual presenta nuestras convicciones personales en cuando a las estrategias a seguir en cada una de estas fases, de forma que tienen el sesgo natural de los resultados obtenidos con nuestros equipos y herramientas de análisis.
- ▶ No se pretende en ningún caso pretende imponer como única estrategia de medición o análisis las recomendaciones presentadas, pues con toda seguridad existen formas alternativas de conducir estudios que aseguren resultados igualmente satisfactorios.

# Agradecimientos

---

- ▶ Desarrollo y coordinación: Alix Becerra y Claudia Fuentes
- ▶ Financiamiento:
  - ▶ Ruz y Vukasovic Ingenieros
  - ▶ CMGI



- ▶ Patrocinio:
  - ▶ Instituto de la Construcción



- 
- ▶ Presentación Manual de Exploración Geofísica