



Geophysical Researchers Consulting
INVESTIGADORES EN GEOFÍSICA CONSULTORES

Geofísica al Servicio del Medio Ambiente y el Desarrollo Autosostenible

Nit: 900312444-0 Régimen Común
Cra. 113C No. 142A – 90 Ofc. 130
Teléfonos: 3003322536 –3138353574 - 6879916
Bogotá D. C. – Colombia

Bogotá D.C., Septiembre 26 de 2016

Señor
EURIN ARIEL CORREA
ACEROS DIACO S.A.
Bogotá - Colombia

Estimado Señor Correa:

Nos es grato dirigirnos a Usted a efectos de saludarlo y presentarle la siguiente propuesta económica, para realizar **ensayos en campo con el Radar de Penetración Terrestre (GPR) o Georadar** para la detección de la tubería principal de Alcantarillado en la zona industrial de Sibaté

Geophysical Researchers Consulting S.A.S, cuenta una unidad SIR4000 el equipo más moderno de Geophysical Survey Systems Inc., y con antenas GSSI de 500MHz y 120MHz, apropiadas para estudios en estructuras. Contamos también con el software GPRSlice para el análisis y procesamiento de registros GPR en 2D y 3D para utilidades tuberías y estructuras.

En caso de tener alguna consulta o comentarios por favor no duden en comunicarse con nosotros, que estaremos a su entera disposición y dispuestos a trabajar con ustedes.

Atentamente,

Martín Pacheco
Físico-Geofísico, M.Sc.
Gerente General



PROPUESTA DE ESTUDIOS DE CON RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE GPR PARA LA UBICACIÓN DE LA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO Y DERIVACIONES EN EL ÁREA INDUSTRIAL DE SIBATÉ – CUNDINAMARCA

OBJETIVOS

- Localización del trazado de la red principal de Alcantarillado en un tramo de 1Km
- Detección de derivaciones, cruces o interferencias a la tubería de alcantarillado
- Levantamiento topográfico.

PROPUESTA DE ESTUDIO

Metodología:

La figura 1 muestra el posible trazado de la tubería en la vía que recorre el área industrial de Sibate, con una longitud de 1Km aproximadamente, para la detección y ubicación de la tubería se hará uso de un sistema de Georadar (GPR), de acuerdo a la siguiente metodología (figura 2):

1. Detección de la tubería de alcantarillado mediante perfiles con GPR “aleatorios”; y “perpendiculares” (cada 20m perfiles en rojo figura 2), al posible trazado de la tubería
2. “Estacado” del eje de la tubería en la trayectoria ubicada
3. Perfiles paralelos al trazado de la tubería como se muestra en la figura 2 (perfiles en azul), formando un corredor de 20m, para la detección de derivaciones.
4. Estacado de las derivaciones detectadas
5. Adquisición de datos y perfiles de respaldo
6. Levantamiento topográfico
7. Elaboración de Informe y Planimetría



Figura 1. Corredor de estudio para la ubicación de la tubería de alcantarillado en la zona industrial del Muña.

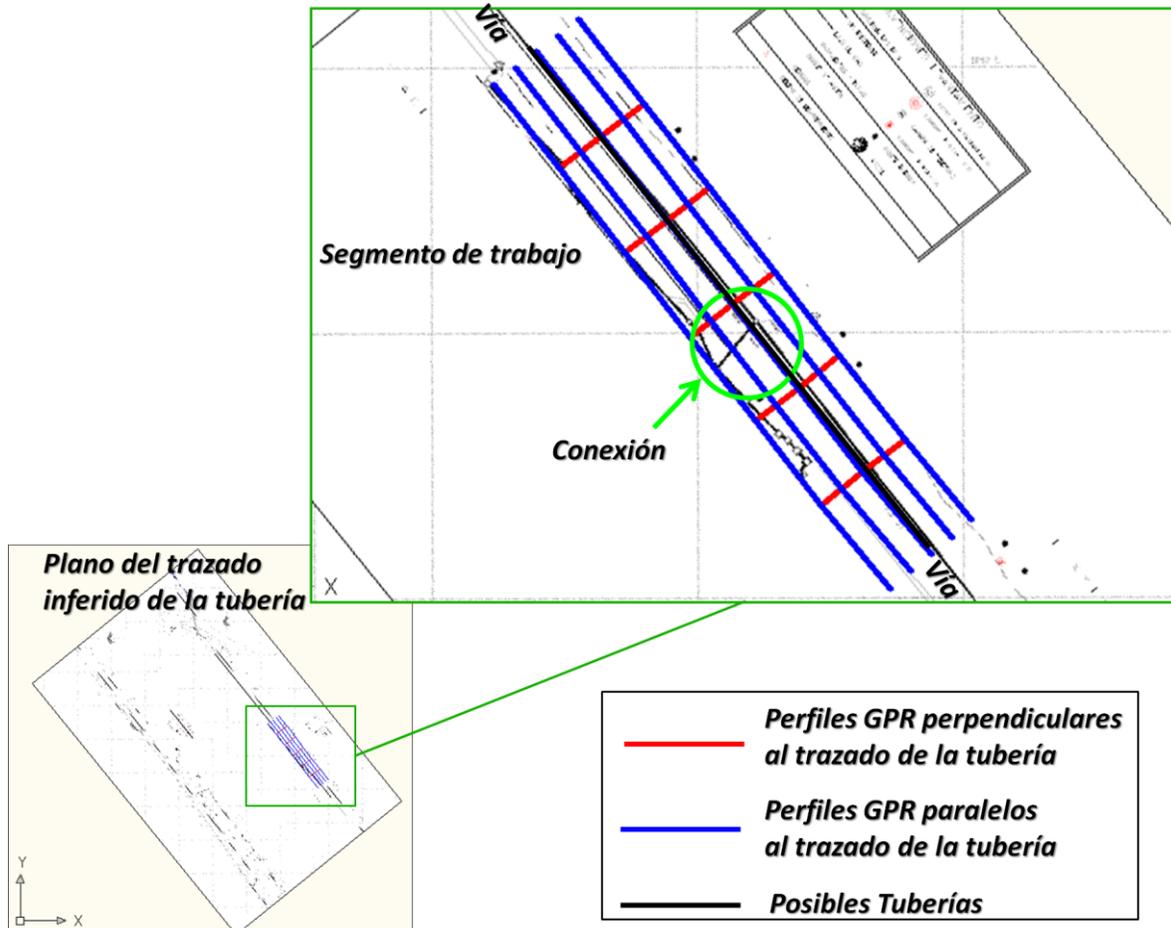


Figura 2. Metodología de trabajo para la detección de la tubería de alcantarillado, se dividirá el corredor en segmentos de 100m a 200m, donde se realizarán perfiles “perpendiculares” al corredor para detectar la tubería de alcantarillado principal y perfiles “paralelos” al eje con el fin de detectar las derivaciones y conexiones de esta.

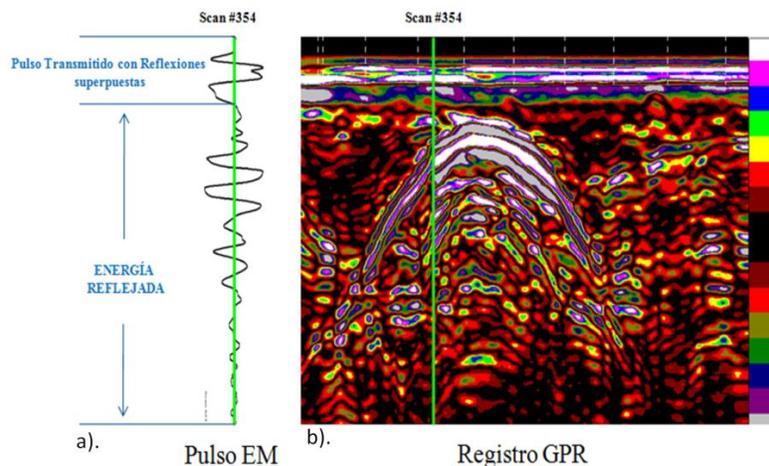
El radar o Georadar hará uso de una antena de 500MHz que permitirá ubicar la tubería hasta profundidades de 3m, se llevará cartea de datos X,Y,Z georeferenciada y se determinará la profundidad de la misma.

Una comisión de topografía estará presente para demarcar y georeferenciar la tubería y conexiones que se detecten en campo, se tomarán también puntos de control topográfico, para georeferenciar aspectos que se detecten en la etapa de procesamiento en los perfiles de respaldo.

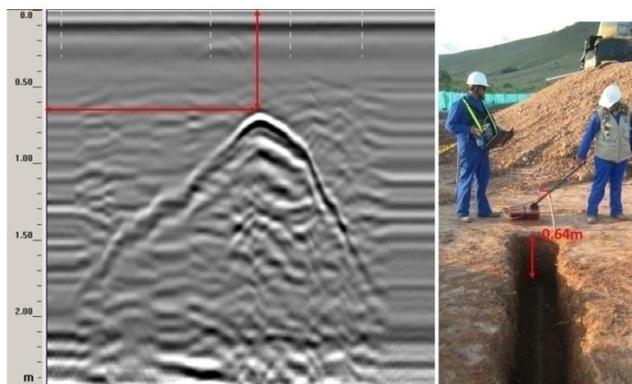


El Radar de Penetración terrestre GPR (Ground Penetrating Radar) es una técnica que usa una señal electromagnética de muy alta frecuencia para producir imágenes de alta resolución del subsuelo. En el método GPR la energía electromagnética de la antena, se propaga en frecuencias que van de 10 MHz a 3GHz, se dirige hacia el suelo y se refleja por los materiales que hay presentes. Los contrastes de las propiedades dieléctricas, conductivas y magnéticas caracterizan la señal reflejada. Cuanto mayor sea el contraste, mayor es la amplitud de la reflexión en la señal. Por lo general una alta amplitud en las reflexiones se produce cuando aparecen cambios litológicos o mineralógicos, o cuando hay un cambio repentino en el contenido de agua.

Según el periodo de adquisición de la señal reflejada, se calibra la máxima profundidad de penetración en el subsuelo, la superposición de muchos pulsos electromagnéticos (EM) genera una imagen, los objetivos se identifican de acuerdo con la continuidad de las reflexiones.



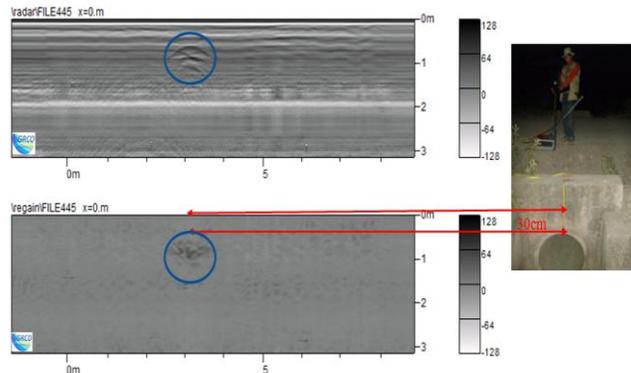
Pulso Electromagnético enviado por la antena y energía reflejada por el subsuelo, b). Registro GPR (RAW DATA) construido a partir de la superposición de muchos pulsos para formar una imagen del subsuelo como ejemplo se muestra la el registro obtenido para una tubería. (Obtenida y modificada de: GSSI Sir system-2000 Training Notes, Geophysical Survey Systems Inc., 1998)



Ejemplo de la detección de tuberías en la planta de Ecopetrol Araguaey. Una adecuada calibración del equipo permite obtener la profundidad y posición real de tuberías y utilidades.



Calibración del GPR en un Tubo: Intersección vía al Infernito con el Poliducto Andino
Procesado por Geophysical Researchers Consulting S.A.S



Ejemplo de un registro GPR sin procesar y procesado sobre una tubería no metálica (concreto). En la imagen se observa al Ing. Hernán Darío Guerrero con el GPR SIR-2000.

Para los ensayos se dispone de un **equipo GPR GSSI SIR4000** y una antena **GSSI de 500MHz** manufacturados por **Geophysical Survey Systems Inc.** (www.geophysical.com). Se hará uso de detectores de metales de soporte en la investigación.

A continuación se describen las características del equipo:

Radars de Penetración Terrestre: GSSI SIR-4000:



Características:

- *Sistema GPR de alta potencia (Superior a otros sistemas GPR)*
- *Imagen en tiempo real del subsuelo*
- *Gran capacidad de almacenamiento de datos (Memoria Flash)*
- *Aplicaciones Monoestáticas y Biestáticas (Dos antenas)*
- *Gran capacidad en potencia Amplio Rango dinámico (144dB)*



Antena GSSI 500MHz:



Penetración: 0.5m-5m

Aplicaciones:

*Minería
Localización de Tuberías y Servicios Públicos
Inspección de Estructuras, Puentes y Vías
Arqueología y Forenses
Localización de Sobrevivientes en Zonas
Colapsadas*

Antena GSSI de 120MHz:



Penetración: 1m-15m

Aplicaciones:

*Geología, Geotecnia y Minería
Estratigrafía
Localización de Tuberías y Servicios Públicos
Arqueología y Forenses
Batimetría*

Dos (2) GPS Leyca de doble frecuencia Base y Móvil. (Opción topografía de precisión):

El GPS Leyca, permite la georeferenciación y topografía de sitios con una precisión por debajo del centímetro tanto en direcciones horizontales y verticales, especial para georeferenciar grillas y líneas donde la precisión en altura es importante.



- GPS de Precisión
- Conexión por USB a otros instrumentos
- Generación de modelos digitales de elevación topografía de precisión.
- Data loguer con memoria flash incluida Precisión <1cm en la horizontal y vertical.
- Uso de prismas para extrapolar distancias cada 50m.



Términos de Referencia: Adquisición y control de calidad del dato de manera que cumpla con los estándares requeridos por el cliente tales como:

- Setup adecuado del equipo donde se presenten bajos niveles de ruido
- Calibración de la constante dieléctrica efectiva del subsuelo en el área
- Adecuada respuesta según el objetivo a identificar con repetitividad en el registro
- Control completo de marcas en el registro GPR para la adecuada georeferenciación de perfiles

DOCUMENTOS A ENTREGAR

- Mapa en planta de ubicación de la tubería y conexiones .dwg y .bmp indicando: Posición XY y rango de profundidad Z.
- Imágenes 2D, secciones de respaldo (sin procesar y procesada) de los perfiles realizados con Georadar, interpretando y ubicando cada tubería.
- Georeferenciación usando GPS de precisión.
- Registros Fotográficos en sitio
- Informes parciales y Final

TIEMPO ESTIMADO PARA COMPLETAR EL ESTUDIO

Se presenta el tiempo estimado para desarrollar cada Fase:

Movilización / Desmovilización: 0 días (Bogotá - Área de Estudio – Bogotá).

Prospección GPR y Topografía 4 días

Informe Final _Planimetría 5 días hábiles

Total en días: 10 días

PERSONAL Y EXPERIENCIA

- 01 Geofísico responsable de la adquisición de datos
- 01 Técnicos en Geofísica, Operador operador de GPR
- 01 Topógrafo
- 02 Ayudantes de Campo

GRCO S.A.S ha realizado levantamientos con GPR para la ubicación de tuberías, utilidades y ubicación de redes de servicios públicos para empresas como, ISA Inter Colombia, Consorcio Aguas de Oriente, Consorcio Caudales Bogotá, Consorcio Jarillones y Dragados 2011, Ingeototal-Geoingeniería, entre otras. Tiene experiencia en levantamientos para ubicación de tuberías en plantas de Ecopetrol como Barrancabermeja, Arguaney y Monterrey en Casanare.



Para los levantamientos de Topografía de precisión serán realizados por la firma INGEOTOTAL LTDA. quienes gozan de gran experiencia en el desarrollo de levantamientos topográficos para empresas como Ecopetrol S.A., Geoingeniería S.A. y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

OBLIGACIONES DE LAS PARTES CONTRATANTES

GEOPHYSICAL RESEARCHERS CONSULTING S.A.S será el responsable de proporcionar lo siguiente:

- Asignar la Aseguradora de Riesgos Profesionales del personal Geofísico (ARP)
- Elementos de protección personal (EPP).
- Cumplirá con las normas del medio ambiente.
- Respetará los acuerdos con las comunidades.
- Instrumentación y software
- Adquisición de datos, procesamiento, control de calidad.
- **Interpretación preliminar**, se realizara en el campo, la que será entregada al supervisor del proyecto.
- Los datos de campo de gravimetría, magnetometría y de la hoja de producción por día serán entregados al supervisor.
- **Reporte final** 5 días hábiles después de finalizado el trabajo de campo, informes ejecutivos serán entregados con los resultados: datos de campo, datos procesados, mapas, planos, perfiles y secciones respectivas las que serán presentados en sección vertical; a escala determinada por el cliente.

Capacitación - Al personal de apoyo de campo sobre las medidas de seguridad y medio ambiente.

Confidencialidad – Geophysical Researchers Consulting S.A.S. es responsable de mantener la confidencialidad de la información del levantamiento geofísico y solo puede dar acceso de los resultados a un representante que designe el cliente

Asesoramiento - Geophysical Researchers Consulting S.A.S. designará un geofísico Sénior para las consultas técnicas cuando lo requiera el cliente.

ACEROS DIACO S.A. Será responsable de proporcionar lo siguiente:

- **Seguridad en el área de estudio.**
- Obtener los permisos de las comunidades aledañas a la zona de trabajo, antes de la movilización del personal geofísico-topografía.
- Obtener permisos de trabajo en plantas e instalaciones, antes de la movilización del personal geofísico-topografía.
- Un representante o supervisor de la compañía.
- Autorización / permiso para poder ingresar al área de estudio.



- Permisos ambientales para desarrollar la campaña geofísica-topografía.
- Planos de planta físico o digital

TARIFAS PROPUESTA ECONÓMICA CON GEORADAR

(Son precios en Pesos I.V.A. Incluido. Valida por 60 días)

Código	Servicio	Tarifa por Km/día	Longitud Aproximada de Adquisición	Total
GPR-500R	<i>Perfiles de reconocimiento y perpendiculares de 20m aproximadamente y cada 20m al trazado de la tubería para su detección, adquisición y proceso de datos</i>	\$ 3,200,000.00	1Km	\$ 3,200,000.00
GPR-500	<i>Perfiles paralelos al trazado de la tubería para la detección de conexiones y derivaciones, adquisición y proceso de datos</i>	\$ 1,730,000.00	4 Km	\$ 6,920,000.00
TOP-02	<i>Levantamiento Topográfico con GPS de precisión y estacado de las tuberías</i>	\$ 3,200,000.00	1Km	\$ 3,200,000.00
GOP-01	Gastos Operativos* Movilización-Desmovilización Transportes (Un vehículo), Alimentación, y materiales.	\$ 320,000.00	4días	\$ 1,280,000.00
	IVA			\$ 2,336,000.00
	TOTAL IVA INCLUIDO			\$ 16,936,000.00

**SON DIECISÉIS MILLONES NOVECIENTOS TREINTA SEIS MIL PESOS
M/CTE, IVA INCLUIDO**

FORMA DE PAGO Y CONDICIONES FINANCIERAS

50% Al Inicio del Contrato.

50% Al final de trabajo en campo y entrega del informe final

Favor consignar en la cuenta de ahorros del Banco Davivienda No. 477900059494, a nombre de GEOPHYSICAL RESEARCHERS CONSULTING S.A.S, Nit: 900312444-0.



-NOTA: El Contrato o la orden de prestación de servicios, debe contener los efectos civiles de una LETRA DE CAMBIO conforme al Código de Comercio, Código Civil y la Ley.

*En caso de incremento de días de trabajo, estos serán facturados de acuerdo a la tarifa propuesta.

DISPONIBILIDAD

***Nuestra empresa ofrece disponibilidad inmediata**

*Esperamos la aprobación del presente presupuesto, para realizar los trámites pertinentes para el ingreso al área de estudio e inmediatamente iniciar los trabajos de geofísica.

*El contratista trabajará todos los días que sean posibles para completar el trabajo de campo de acuerdo con el tiempo estimado.

*El tiempo estimado del levantamiento geofísico en el área de estudio está en función: de la accesibilidad en el área, topografía y clima.

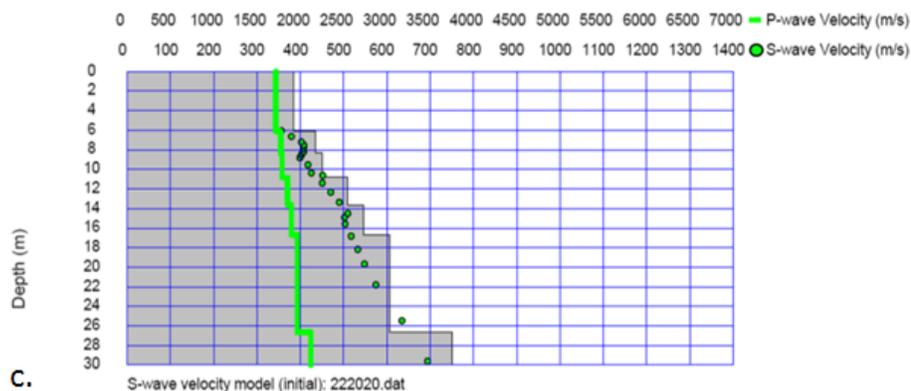
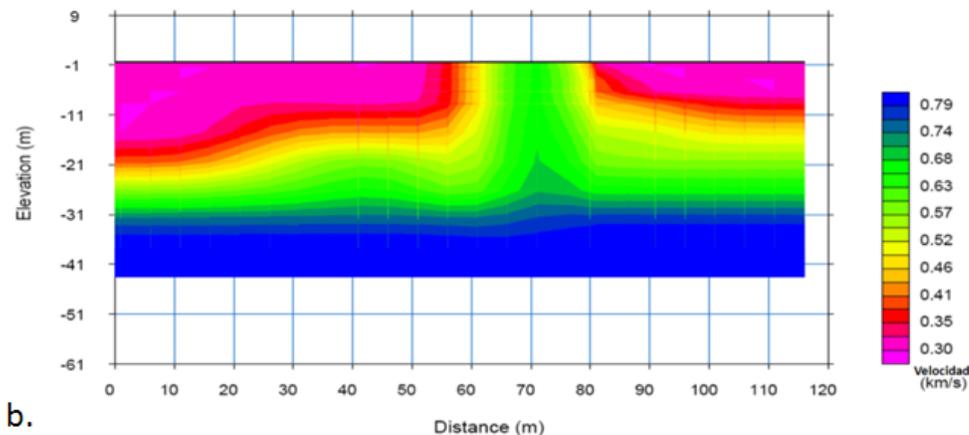
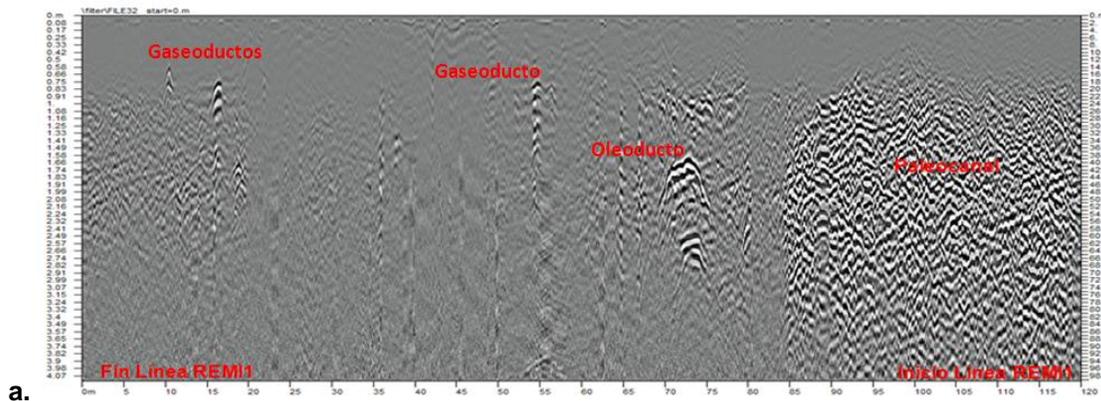
El estudio Geofísico será realizado en dos fases:

1era Fase: Levantamiento geofísico en campo.

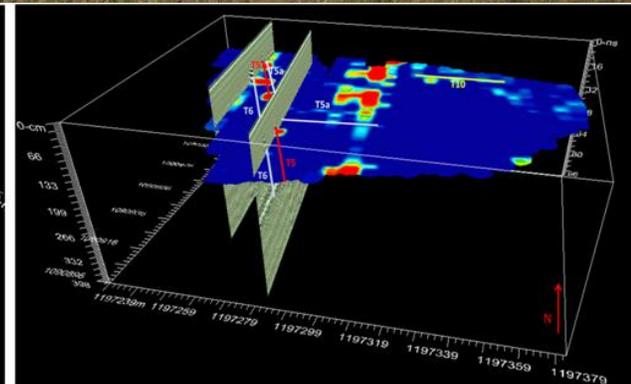
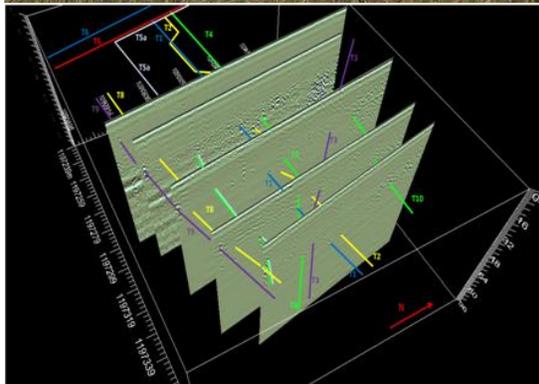
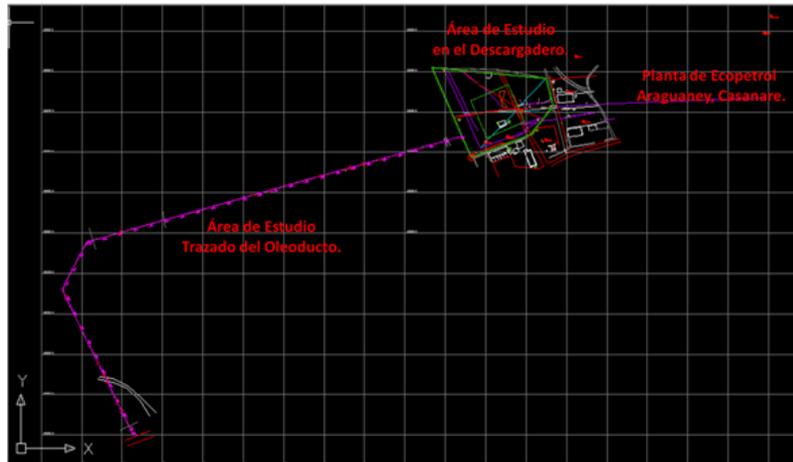
2da Fase: Reducción, Procesamiento e interpretación de datos.



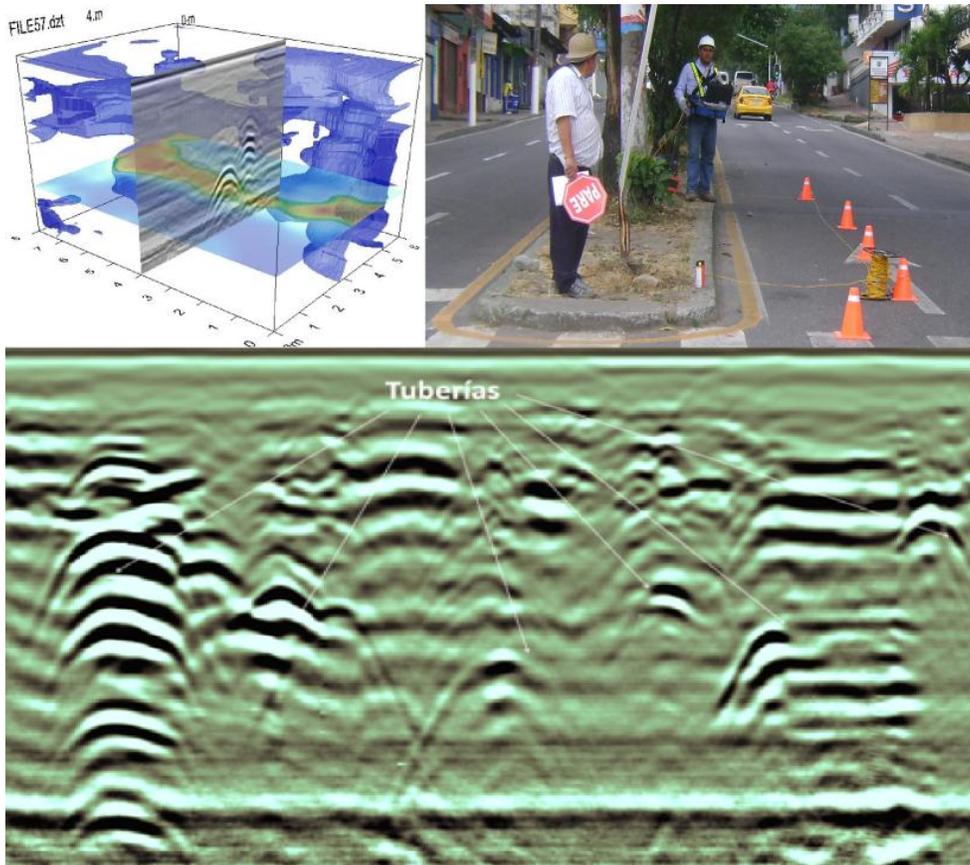
EJEMPLOS DE ADQUISICIÓN CON GEORADAR, SISMICA DE REFRACCIÓN Y SISMICA DE REMI (REFRACCIÓN-MICROTREMORES)



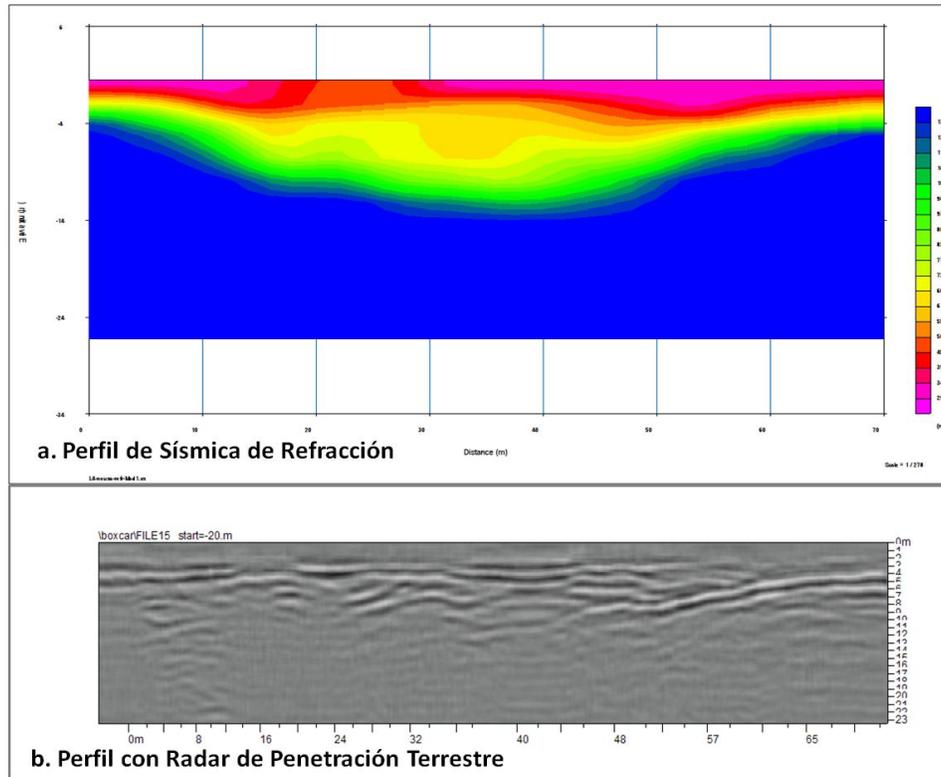
a. Sección con Georadar GPR sobre la línea REMI, en la planta de Ecopetrol en Aruaney, Casanare. b. Línea de refracción sísmica, c. modelo de velocidades a partir de sísmica REMI y c. Se observan características como el aumento de las velocidades de onda P y S en función de la profundidad, y en la sección con georadar se pueden observar tuberías de dos oleoductos y varias de gasoductos. Trabajo realizado para Ingeototal Ltda. y Geingeniería Ltda..



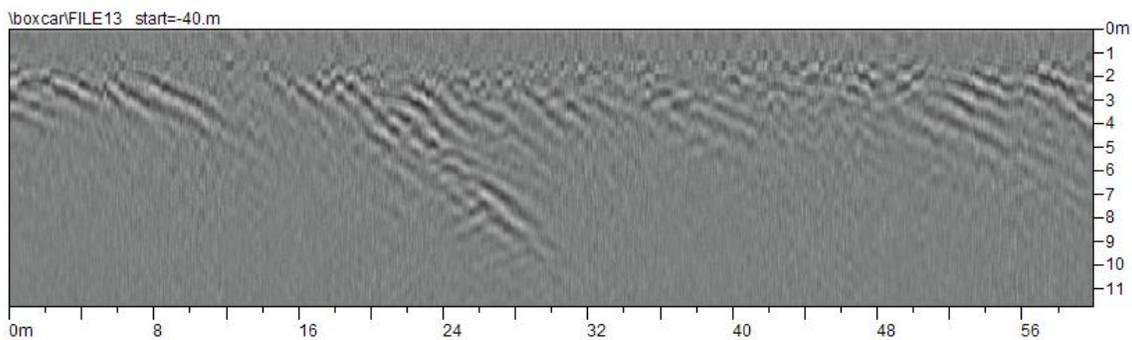
Planos de Tuberías y Modelos 2.5D en el área del descargadero de la planta de Ecopetrol en Araguaey Casanare

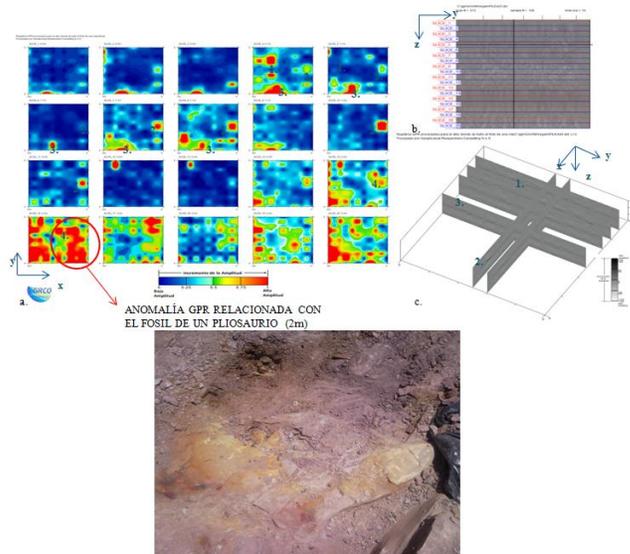


Modelo 3D de una tubería de la red de acueducto de Villavicencio-Meta, Sección GPR de un sitio donde se ubican gran cantidad de tuberías de acueducto, alcantarillado y voz de datos. Proyecto realizado para Consorcio Aguas de Oriente.

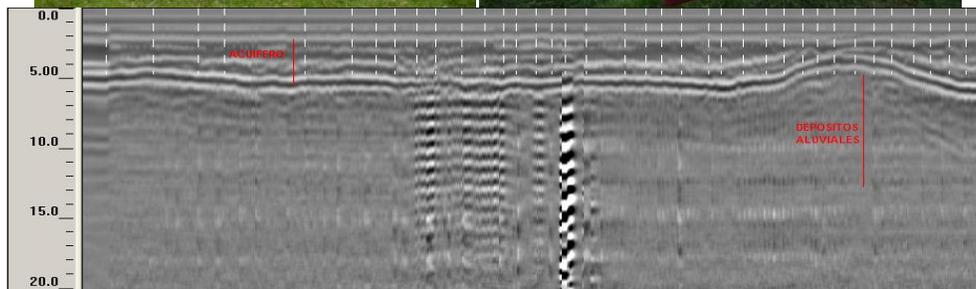


Perfiles de sísmica de refracción y radar de penetración terrestre sobre la misma línea, en ellos se puede observar el alto grado de correlación entre los métodos para discernir y mapear lechos rocosos. Trabajo conjunto GRCO S.A.S y el grupo de investigación en Sismoestratigrafía de la Universidad Nacional de Colombia

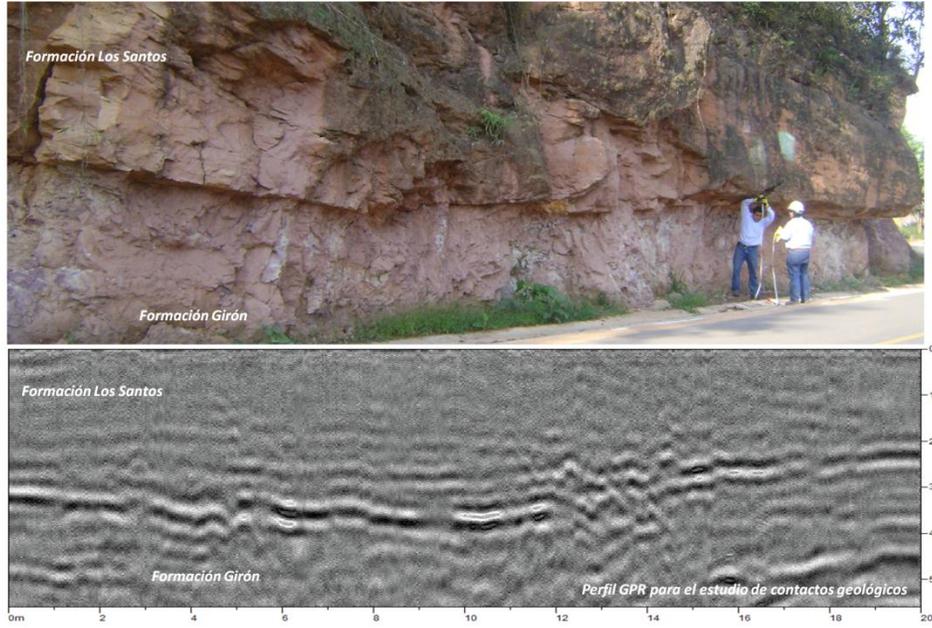




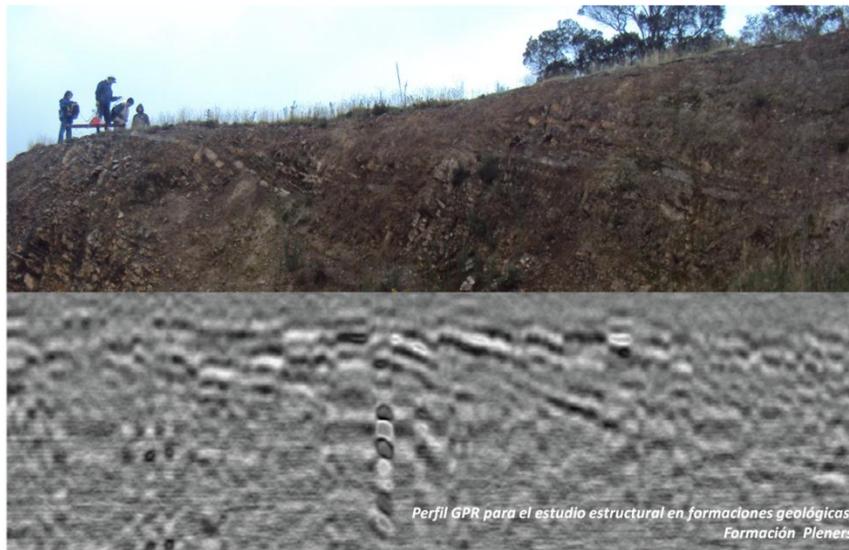
Anomalía GPR relacionada con el fósil de un Pliosaurio (Animal marino de edad cretácica). La evidencia geológica en superficie indico la posible presencia del fósil, con el radar de penetración se realizaron slices, cortes en profundidad y así se halló a 2m una anomalía de amplitud fuerte que indicó la presencia del fósil. Trabajo conjunto de la Universidad Nacional de Colombia, GMAS Ltda. y Geophysical Researchers Consulting S.A.S.



Ubicación del acuífero y depósitos aluviales en la zona del proyecto sísmico Biope-Faca 2D, usando el radar de penetración terrestre GPR. Trabajo conjunto GRCO S.A.S y el grupo de investigación en Sismoestratigrafía de la Universidad Nacional de Colombia.



Modelamiento de estructuras geológicas: Contacto entre las formaciones los Santos y Girón.



Modelamiento de estructuras geológicas: Estudio estructural de la formación Plaeners.