

## 1. ANÁLISIS DE EQUIPOS DE REGISTRO, TOPOGRAFÍA, PERFORACIÓN Y COMUNICACIONES

En esta sección se analizarán los diferentes equipos de registro, perforación, topografía y comunicaciones disponibles en el mercado colombiano y el mundial, y se realizarán recomendaciones cuando lo amerite.

### Área del Proyecto

La ANH estará operando programas sísmicos en tierra dentro de Colombia. La parte continental de Colombia está en las latitudes ecuatoriales y tropicales entre 12 grados Norte y 4 grados Sur. Las longitudes varían entre 67 grados Oeste y 79 grados Oeste.

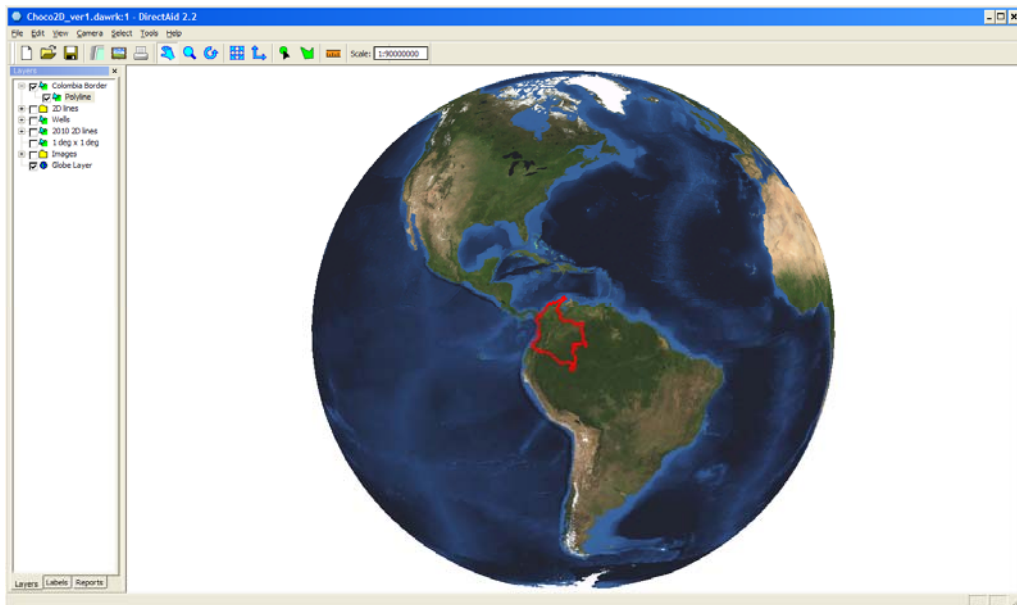


Figura 1 Colombia

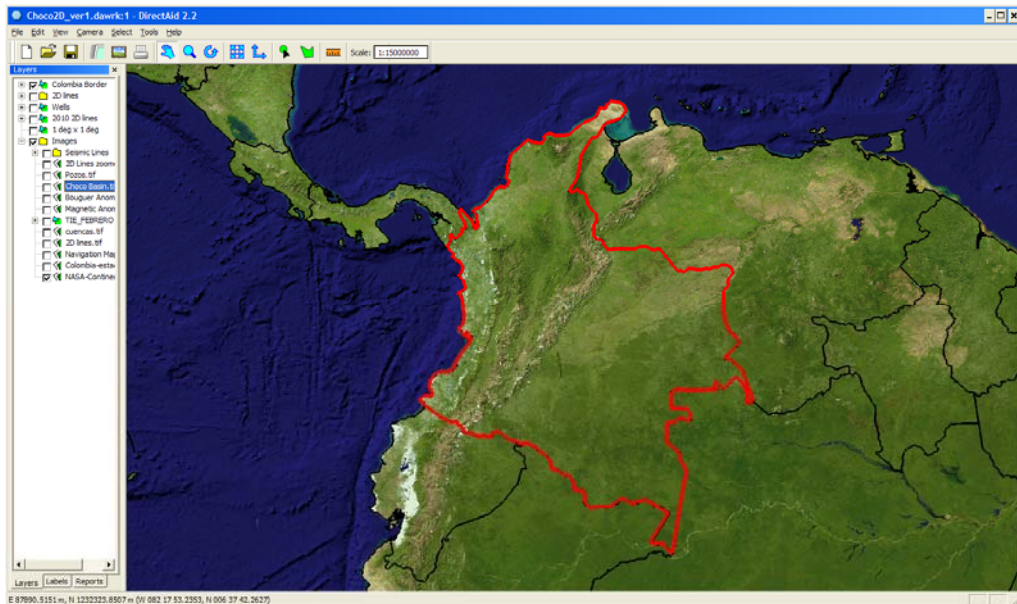
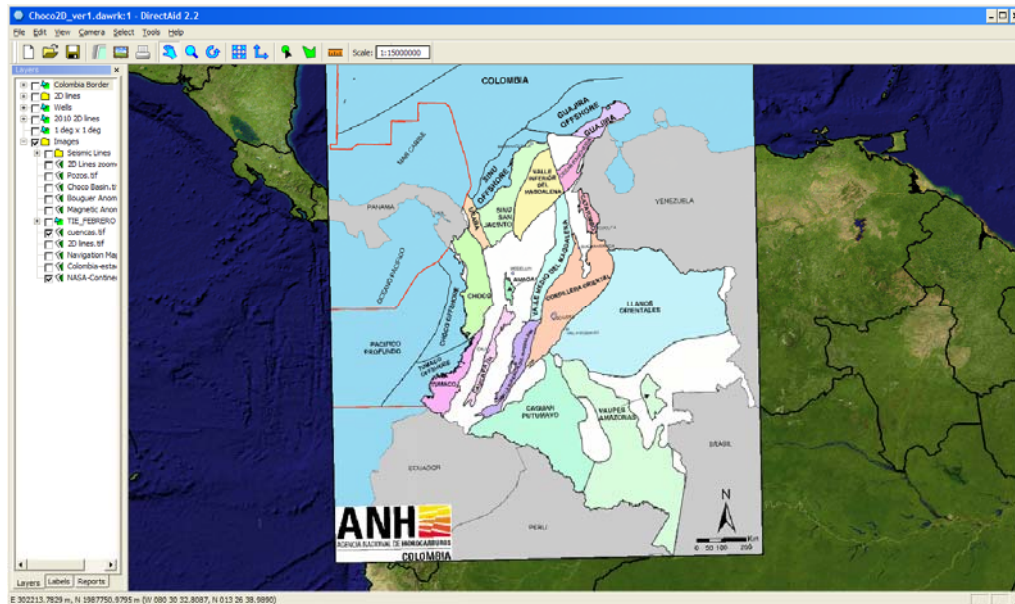


Figura 2 Colombia

Colombia tiene una línea costera en el Mar Caribe en el Norte, la cual incluye la Sierra Nevada de Santa Marta (intrusivo del Terciario). También tiene más de 1000 Km. de línea costera en el Océano Pacífico al Este. La parte oriental de Colombia consiste en su mayoría de los llanos. La topografía es generalmente plana con geografía variante desde la Cuenca de la selva del Amazonas en el Sur hasta tierras de labranza en el Norte. La parte occidental de Colombia está dividida por tres cordilleras.

Bogotá, la capital está ubicada cerca del centro de Colombia sobre una sabana al Oeste de la Cordillera Oriental. Las rocas de la Cordillera Oriental son predominantemente sedimentarias. El Valle del Magdalena separa a la Cordillera Oriental de la Cordillera Central la cual es principalmente volcánica. El Valle del Cauca separa a la Cordillera Central de la predominante ígnea Cordillera Occidental. Entre la Cordillera Occidental y la parte Norte de la costa del Pacífico está la Cuenca del Chocó. La parte Norte de esta cuenca está aislada de la costa del Pacífico por la Serranía de Baudó y Serranía de los Saltos.



**Figura 3 Cuencas sedimentarias de Colombia**

Una gran variedad de cuencas sedimentarias han sido identificadas por la ANH tal como se muestra en el mapa anterior. De estas cuencas, la gran mayoría de la exploración en tierra existente se ha producido en los Llanos Orientales, Cordillera Oriental, Valle Inferior del Magdalena, Valle Medio del Magdalena y Valle Superior del Magdalena. El siguiente mapa fue preparado por la Universidad Nacional de Colombia para la ANH y muestra de una manera clara y efectiva la densidad relativa de líneas sísmicas existentes dentro de Colombia.

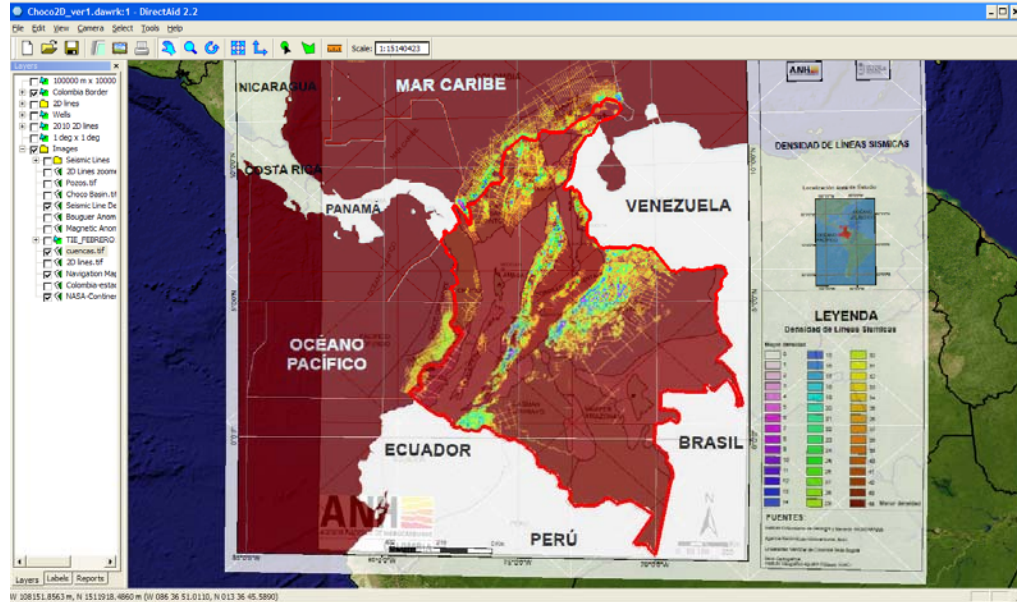


Figura 4 Mapa de densidad de líneas sísmicas

### 1.1. EQUIPOS DE REGISTRO

El sistema de registro sísmico a ser comprado por la ANH debe estar bien equipado para trabajar en todas las cuencas sedimentarias de Colombia. Las elevaciones varían desde el nivel del mar hasta más de 3500 metros. La topografía varía desde extremadamente rugosa hasta las planicies de los llanos y sabanas. La flora varía desde tierras de cultivo hasta selva tropical de tres techos. La humedad cambia desde relativamente baja hasta relativamente alta. La precipitación es frecuente en la mayoría de las áreas y muchas zonas son pantanosas (muy mojadas y muy cenagosas, con equipo sumergido algunas veces). Las temperaturas oscilan entre cerca de cero hasta más de 35 grados Celsius. El clima es muy susceptible al fenómeno del Niño y de La Niña. Las operaciones sísmicas van a ser supervisadas muy de cerca por personal militar. Sin embargo, se deben esperar riesgos normales de sabotaje y robo.

#### *Comentarios Generales – Sistemas con y sin cables*

Se consideran dos categorías amplias de equipos con dos subdivisiones técnicas. Los equipos actuales están evolucionando a equipos con y sin cables. El primero incluye los sistemas de telemetría distribuidos tradicionales en los cuales los datos son digitalizados en “cajas” ubicadas cerca de las receptoras en el campo. Los datos digitales se transmiten a lo largo de cables que conectan a las cajas entre sí. En cada caja, se reconstruyen los datos digitales y los datos nuevos que entran a la caja se digitalizan y se agregan al flujo de datos digitales. En una o más posiciones, las líneas de receptoras pueden intersectar una línea cruzada digital. Esta línea puede tener varios nombres como línea “line-tap” o línea de “control” o línea “dorsal”. Esta línea cruzada colecciona datos digitales de múltiple líneas de receptoras y los entrega al registro central. Los cables digitales también permiten que se envíen señales de control y de comunicación desde el registro central hasta las cajas individuales en el campo.

### **Ventajas**

Los datos son llevados al registro central en donde se pueden ver después de cada tiro

Comunicación directa con cada caja, se pueden chequear estados y respuestas de los instrumentos en el campo

### **Desventajas**

Muchos cables en el suelo pueden ser peligrosos para los animales.  
Mayor período de inactividad por cables malos

Por cada caja se tienen 2 conexiones que pueden fallar – más tiempo de inactividad

Peso extra en cables, más lesiones por estrés en los linieros, más movimiento de equipo costoso si se usan helicópteros  
Conexiones de cables significa que se limita la ubicación de las cajas por el acceso a los senderos.

Cuadrillas de gran tamaño se necesitan para mover, regar y mantener los cables.

Limitaciones de transmisión para volúmenes de datos muy grandes.

Cables agregan costos al sistema, tanto capital inicial y reemplazo posterior.  
Los cables forman una antena pararrayos y electricidad estática

Tabla 1 Sistemas con cables

Los sistemas sin cable están disponibles por una variedad de fabricantes con una gran variedad de filosofías. El principio subyacente es reducir o eliminar cables y conexiones. En algunos sistemas, como por ejemplo “Z Land” de Fairfield, se eliminan todos los cables y los sensores son una parte integral de la caja. En la mayoría de los otros sistemas, tales como OYO GSR y I-Seis Sigma, el cable digital es eliminado, pero los cables analógicos todavía se usan para conectar los sensores exteriores a la caja. Este último sistema proporciona más flexibilidad en cuanto a las opciones de sensores a usar.

Con estos sistemas “nodales”, los datos se coleccionan y almacenan internamente en la caja. Los volúmenes de datos que se pueden almacenar varían desde varias horas hasta muchos días de registro continuo. Los datos son recogidos por una variedad de métodos. Varios sistemas intentan ofrecer recuperación de datos en tiempo real. Otros pueden ser obtenidos a través de conexiones o Wi-Fi en o cerca de la caja. Otros requieren recoger las cajas un tiempo después y montarlas en estantes para bajar la información a computadoras centrales.

### **Ventajas**

Tiempos de arranque más rápidos cada día al despertar el tendido

Más flexibilidad en ubicación de receptoras

Cuadrilla de registro más pequeñas, campamentos más pequeños, gerencia de la cuadrilla más fácil

Levantamientos “sin estacas” se puede acomodar fácilmente.

Movilización y desmovilización reducida.  
Se logra fácilmente el cambio de intervalos de receptoras de unidades individuales a patrones o de 2D a 3D.

### **Desventajas**

Algunos sistemas deben disparar a ciegas (los datos no se ven en tiempo real).

Aunque esto no se aplica a Sigma.

Robo de cajas y baterías puede ser un problema más grave dado que las unidades parecen autónomas.

Cuadrilla de linieros debe ser más técnica.

Sistemas que dependen de GPS o de comunicación por radio no son adecuados para las condiciones selváticas.

Tabla 2 Sistemas sin cables

El listado anterior de ventajas y desventajas es sólo parcial. Algunos factores se aplican a algunos sistemas, pero no necesariamente a todos los sistemas.

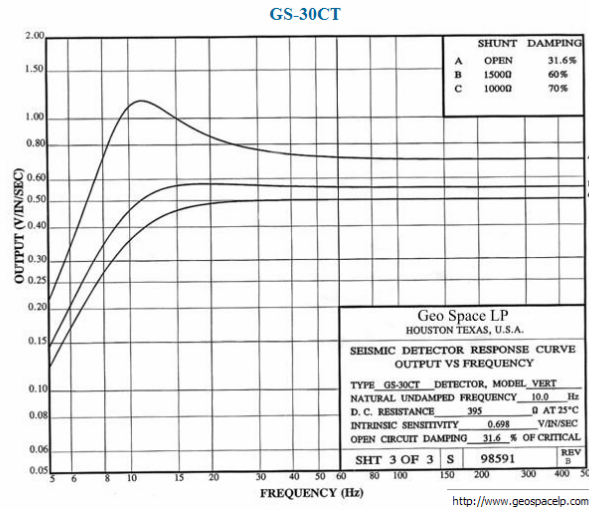
Mustagh Resources Ltd. anima a compañías a considerar una mezcla de sistemas. Existen muchas áreas de las operaciones sísmicas en donde un tipo de sistema u otro no es siempre el óptimo. Sistemas modernos están siendo diseñados tal que permitan la interacción de sistemas múltiples. Creemos firmemente que para el ambiente colombiano una combinación de un sistema con cables con un buen suplemento adicional de unidades sin cable será la mejor solución a muchos problemas de adquisición.

### ***Comentarios Generales – Sensores Analógicos versus Digitales***

El registro sísmico tradicional utiliza geófonos analógicos basados en una bobina que está balanceada por resortes delicados alrededor de un imán permanente. El movimiento de la tierra hace que la coraza del sensor (y por lo tanto el imán) se mueva mientras que la bobina tiende a estar suspendida en una posición neutral. Esto produce una señal eléctrica cuyo voltaje es típicamente proporcional a la velocidad de las partículas de la tierra. La sensibilidad del geófono se determina por el número de espiras del alambre y la fuerza del campo magnético. La respuesta de frecuencias se determina por la masa de la bobina y la rigidez de los resortes. Sensores típicos usados hoy en día tienen una frecuencia de resonancia de 10 Hz. Una resistencia en paralelo (shunt) se usa para suprimir el comportamiento resonante del geófono. El resultado neto es un geófono que tiene un comportamiento uniforme desde los 10 Hz hasta más de 2000 Hz. Por debajo de la frecuencia de resonancia las amplitudes disminuyen a una tasa de 12 dB por octavo. La siguiente gráfica muestra el comportamiento de un elemento de un geófono Geo-Space 30CT. La amortiguación más comúnmente usada es 70% y se representa por la curva C en la gráfica. Obsérvese que después de la amortiguación, el comportamiento a resonancia (10 Hz) es de alrededor de 3 dB por debajo de la respuesta normal de las frecuencias altas. Las amplitudes a 5 Hz (un octavo menos) es de alrededor de 12 dB por debajo.

Se han desarrollado varios sistemas usando sensores “Digitales”. Típicamente, los sensores digitales utilizan partes móviles con resortes rígidos. Circuitos de retroalimentación aplican medidas de fuerza discretamente en un intento por mantener la parte móvil en una posición neutral relativa a la coraza que se mueve. Las medidas de retroalimentación discretas se aplican a través de una red delta-sigma a una tasa de ciclo elevada. El promedio de las medidas de retroalimentación sobre muestreadas forma una medición digital de alta precisión del movimiento del sensor. También, debido a la rigidez de los resortes, el producto es usualmente proporcional a la aceleración del sensor. Dada la rigidez de los resortes, las mediciones de las frecuencias sísmicas se hacen por debajo de la frecuencia de resonancia del sensor y la respuesta es relativamente plana aún en las frecuencias muy bajas.

Con frecuencia se alega que los sensores analógicos son la razón por la cual no hemos sido capaces de recuperar frecuencias muy bajas en los datos sísmicos. Nuestra posición es que este comentario es muy engañoso. Es verdad que un sensor digital tendrá una amplitud relativa alrededor de 12 dB más fuerte que un sensor analógico a 5 Hz, pero ésta no es una pérdida insuperable. Las deconvoluciones recuperan rutinariamente frecuencias altas que están atenuadas entre 30 y 40 dB por la absorción. Es razonable asumir que las mismas deconvoluciones puedan recuperar nuestras frecuencias bajas aún si han sido atenuadas de 12 a 24 dB (5 Hz o 2.5 Hz). Lo que muchos autores olvidan es que para recuperar la amplitud y la fase de las frecuencias bajas, se depende de los algoritmos de deconvolución. Estos algoritmos usan auto-correlaciones y correlaciones en el diseño de los operadores de estabilización de la ondícula. Es bien conocido que las auto-correlaciones y las correlaciones requieren por lo menos de 6 a 8 ciclos de señales de entrada para poder generar una solución con sentido. Imagínese una sección geológica con reflectividad típica (a lo mejor la sección de rocas cretácicas, por ejemplo). Si esta sección tiene un grosor en tiempo doble de 1.2 segundos, y si se requiere un mínimo de 6 ciclos de señal para representar esta sección geológica, entonces el periodo de cada señal sería un máximo de 200 ms. Esto corresponde a una frecuencia de 5 Hz. Por esta razón, es improbable que seamos capaces de procesar señales sísmicas estables en secciones geológicas típicas a frecuencias menores de 5 Hz. Por lo tanto, a frecuencias sísmicas *utilizables*, no existe una diferencia significativa entre sensores digitales y analógicos con respecto a la recuperación de las frecuencias bajas.



**Figura 5 Comportamiento de un geófono**

Los sensores digitales son más sensibles que los analógicos. Sin embargo, nuestro límite para la recuperación de señales débiles es normalmente el nivel de ruido del medio ambiente y del generado por la fuente. Niveles de ruido en datos sísmicos normales están entre 40 y 70 dB por debajo de los niveles de las señales pico, mientras que el rango dinámico de los sensores digitales como el de los analógicos está muy por debajo de esto (más de 100 dB). Por lo tanto, la sensibilidad de nuestros sensores no es el factor limitante en la recuperación de las señales y las diferencias en sensibilidad entre sensores digitales y analógicos no tendrán un impacto significativo en los resultados.

La masa de los componentes móviles de un sensor analógico es muy grande comparada con la masa del fragmento móvil en el sensor digital. Esto significa que el desplazamiento de la bobina analógica tiene más momento e inercia comparado con el sensor digital. Una masa pequeña (como una gota de rocío) que impacte al geófono generará un relativamente un impulso de larga duración (a lo mejor de 40 ms) y de baja amplitud. El mismo impacto pequeño en un sensor digital producirá la misma energía sobre un periodo de tiempo más corto. En sensores digitales, las gotas de rocío que caigan sobre el sensor pueden generar puntas de amplitudes muy altas que duran sólo 1 ó 2 intervalos de la muestra. Ha sido demostrado muchas veces que los sensores digitales pueden ser muy ruidosos en algunos ambientes, en parte debido al fenómeno de la baja inercia.

Los sensores analógicos se usan generalmente con varios sensores conectados en una configuración serie-paralelo a lo largo de un cable. Esto nos permite usar intervalos de receptoras grandes adecuados para la captura de las longitudes de onda de las señales. Las longitudes de onda aparentes de las señales miden desde 60 m hasta el infinito, y 20 a 30 metros de intervalos de trazas registradas son suficientes para preservar tales longitudes de onda para el procesamiento. Sin embargo, también se observan longitudes de onda mucho más cortas que pertenecen al ruido debido a la interacción de las reverberaciones y ondas de la superficie esparcidas. En total, varios tipos de ruido tienden a ocurrir sobre un rango de longitudes de onda desde infinito hasta valores muy pequeños (menos de 2 metros). Si las longitudes de onda del ruido no se miden y filtran adecuadamente, éstas experimentarán aliasing alrededor de la longitud de onda de Nyquist de [2 x intervalo de la traza registrada] y contaminarán las señales de reflexión deseadas. El patrón analógico distribuido sirve para sub-muestrear el muestreo normal del intervalo de las receptoras, y el promedio de las señales de los elementos del patrón crea un filtro que atenúa longitudes de ondas más cortas, que de lo contrario experimentarían aliasing. El uso de un patrón analógico de elementos es una parte extremadamente importante del muestreo discreto de las señales de la tierra. Si se reemplazan los patrones

distribuidos por sensores individuales o por geófonos agrupados, entonces el intervalo de receptoras se debe reducir para evitar el aliasing de las longitudes de onda cortas muestreadas pobremente.

Jon Tessman y otros autores han mostrado que al registrar sensores de 3 componentes, aún a intervalos escasos, permitirá un filtrado adaptivo de la onda de tierra porque tiene un comportamiento reconocible de ondas compresionales y transversales cambiantes. Esto es generalmente verdadero, pero sólo aplica a ondas complejas como la onda de tierra (la cual tiene longitudes de onda relativamente largas). Los mismos algoritmos no son efectivos para ondas de ruido de un sólo modo como la onda directa compresional, onda directa transversal o la onda de aire. Estos algoritmos tampoco son efectivos para suprimir las interacciones de longitudes de onda cortas y ondas esparcidas caóticas.

Nuestra recomendación es que si se aplica el registro de sensores individuales entonces los intervalos de las receptoras planificados se deben reducir por lo menos por un factor de 3. Por ejemplo, si se usan patrones de geófonos para producir una traza registrada a un intervalo de receptoras de 30 m, entonces se deben usar los sensores individuales únicamente si el intervalo de la traza registrada es de 10 metros o menor.

Uno de los sistemas de registro modernos que se está usando mucho en el Medio Oriente es el sistema Q-Land de WesternGeco y en su más reciente evolución, el sistema Uni-Q. El último sistema puede registrar hasta 150.000 canales. Los sensores son unidades digitales que constan de acelerómetros con resortes rígidos de 18 Hz con un ciclo de retroalimentación electrónico que produce una señal digital. Cada sensor se registra como un sensor individual y no se usan patrones analógicos. Sin embargo, los sensores digitales son usualmente desplegados con una separación en línea de 6.4 metros con 4 líneas paralelas escalonadas y separadas por 6.5 metros. Después, durante el procesamiento, se ejecuta la formación de grupos digitales produciendo una traza cada 25 metros. Sin embargo, en la formación de grupos digitales, se usan sensores individuales espaciados cercanamente para ejecutar primero la supresión del ruido y hacer correcciones estáticas de elevación, después se hace la formación de patrones. Una vez más, se usan grupos sub-muestreados para trabajar el ruido y después formar intervalos de trazas más grandes adecuados para las longitudes de onda más grande de la señal esperada.

Otra consideración es el acoplamiento de los sensores digitales. Generalmente, se usa un taladro pequeño que funciona a gas para perforar un hoyo en la tierra en donde el sensor será plantado. (Nótese que este proceso disminuye algunos de los beneficios de los sensores más livianos y del plantado más rápido. El hoyo es un poco más pequeño que el sensor. Luego se presiona el sensor dentro del hoyo. Mientras que este procedimiento produce con frecuencia un buen acoplamiento, se debe recordar que el acoplamiento es una función de la masa por unidad de área superficial en contacto con la tierra. Algunos sensores son de construcción liviana para facilitar el transporte cuando se transportan a mano. El área superficial en contacto de los sensores digitales es considerablemente más grande que la de los geófonos convencionales con puntas. Se obtendrá un mejor acoplamiento debido al incremento en área superficial, siempre y cuando el peso del sensor incremente por lo menos proporcionalmente o si la presión aplicada al sensor en el hoyo de menor tamaño excede la fuerza del peso equivalente. Esto no ocurrirá en tierra muy suave o en materiales saturados con agua.

Por lo tanto, si los sensores digitales van a formar parte de la mezcla de equipos a ser comprados por la ANH, entonces se recomienda enfáticamente el uso de intervalos de receptoras mucho más pequeños para las porciones de las líneas en donde se usarán los sensores digitales. Esto requerirá la compra de más canales.

Para más información, se recomienda revisar 2 artículos publicados recientemente en la revista "CSEG Recorder" (Marzo 2010, Volumen 35, Número 3). Estos artículos estarán disponibles pronto en formato digital en la Página Web de la CSEG ([www.cseg.ca](http://www.cseg.ca)). Uno muestra el valor de registrar las longitudes de onda cortas del ruido y se llama "Looking beneath the noise: experience with high-resolution seismic acquisition and pre-stack processing" de David Henly, Malcolm Bertram y Kevin Hall de la Universidad de Calgary. El otro artículo de interés en la misma área es "The influence of spatial sampling on resolution" de Mark Egan, Joe Seissiger, Atoun Salama y George El-Kaseeh.

<b>Sensores Analógicos</b>	<b>Sensores Digitales</b>
Deben ser usados en patrones esparcidos uniformemente sobre un intervalo de receptoras, o como sensores individuales pero con un intervalo de receptoras mucho más pequeño	Deben ser usados en intervalos de receptoras mucho más pequeños que datos analógicos de patrones convencionales
La bobina móvil tiene más inercia y es menos sensible a ruido de impacto sobre la coraza	Las partes móviles de poca inercia generan ruido de muy altas amplitudes en muchas condiciones
La atenuación progresiva de las frecuencias bajas por debajo de 10 Hz (12 dB menos a 5 Hz)	Respuesta más aplanada en las frecuencias bajas
Un “gancho” de 6 geófonos y su arnés correspondiente son pesados	Los sensores individuales son más livianos y más rápidos de plantar que un patrón. Sin embargo, esta ventaja disminuye por el hecho de que los sensores digitales se deben usar a intervalos de receptoras más pequeños
La configuración de sensores analógicos los hace más fáciles de usar en corazas de pantano para plantarlos a profundidad en ambientes pantanosos	Los sensores digitales actuales son diseñados para ser regados y recogidos sólo con plantas cercanas a la superficie. Los componentes transversales de los sensores digitales de tres componentes no serán efectivos en ambientes saturados de agua.

Tabla 3 Resumen

### ***Visión General de Sistemas Disponibles de Registro Terrestres***

Al preparar este reporte, se consideraron cada uno de los siguientes sistemas de registros. Aquellos que no están disponibles o que claramente no son apropiados para los requerimientos de la ANH en Colombia, fueron eliminados al principio de la revisión. Aquellos que pasaron la primera selección, se les investigaron sus atributos y especificaciones más detalladamente. Al final, se recomendará un número pequeño de sistemas que son más apropiados para los propósitos especificados

Para los propósitos de este reporte, se usó la experiencia personal con algunos de los sistemas. Además, Mustagh Resources Ltd. ha sido contratada para prestar servicios de consultoría a algunos de estos fabricantes para proporcionar consejo adicional en cuanto a requerimientos de los sistemas. Por lo tanto, hubo comunicación directa con algunos de los creadores de estos sistemas. También involucramos la asistencia de Mr. Doug Goble de Global Seismic Repairs. Doug es un experto técnico de instrumentos con experiencia en muchos sistemas de registros. Su compañía se especializa en la reparación de la mayoría de los sistemas disponibles actualmente. Les estamos agradecidos a Doug por su valioso aporte.

A continuación se muestran los sistemas considerados inicialmente. Resaltados en amarillo se muestran los sistemas que se pueden adecuar para la ANH y los requerimientos de registro en Colombia.

Ascend Ultra G5  
Aram Aries II  
Fairfield Box  
Fairfield Z-Land (ARU)  
I-Seis Sigma  
Ion Scorpion  
Ion Firefly  
Oyo Geospace GSR

Ref Tek (Refraction Technologies) 130  
RD Seismic FSU  
**Seismic Instruments S-Flex**  
Sercel 408  
**Sercel 428**  
**Sercel Unite**  
WesternGeco Q-Land (no disponible a grupos fuera de WesternGeco)  
WesternGeco Uni-Q (no disponible a grupos fuera de WesternGeco)  
Wireless Seismic

### ***Ascend Ultra G5 – sin cable, analógico***

<http://www.ultrag5.com/ultrag5system.html>

Ascend es uno de los fabricantes de sistemas sin cables más antiguos. Colecciona y almacena datos internamente para ser bajados y coleccionados posteriormente. Cada caja acepta tres canales analógicos de entrada. Tiene baterías internas y se puede suplementar con baterías externas. Usa radio VHF para transmitir comandos de tiempo y de control. Este sistema depende de GPS para el tiempo. El sistema se puede integrar con un sistema con cables, pero requiere de una unidad de control central y de una estación para bajar la información. Según nuestro conocimiento, un sistema ha sido adquirido y está en operación.



Debido al uso de comunicaciones por radio VHF y la necesidad de visibilidad para el tiempo del GPS, este sistema no es apropiado para la ANH y Colombia.

### ***ARAM Aries II – con cable, analógico***

[http://www.aram.com/aries\\_ii.html](http://www.aram.com/aries_ii.html)

Esta compañía fue originalmente canadiense y fundada por Don Chamberlain hace 37 años. Fue comprada recientemente por ION pero continúa construyendo y soportando el sistema ARIES II más o menos independientemente. Información adicional acerca de todos los productos soportados por ION se puede conseguir en [http://www.iongeo.com/Resources/Digital\\_Library/](http://www.iongeo.com/Resources/Digital_Library/).



El sistema Aries II es un sistema de registro con cable de telemetría distribuida bien probado, el cual ha sido usado en una gran variedad de ambientes. Acepta todas las entradas analógicas estándar de la industria con opciones para 2,4 ó 8 canales por caja (8 es la más común). Aries II no acepta sensores digitales hasta el momento. Es un sistema basado en redes y permite datos y comunicaciones de línea por trayectorias múltiples. Aram ha sido usado en ambientes de zonas de transición y es capaz de trabajar bien en ambientes mojados. Aram tiene una buena reputación de atención al cliente. Muchos sistemas ARAM Aries están en operación en varios países y ambientes (incluyendo la selva del Amazonas en Brasil).

La desventaja más grande con respecto a los requerimientos de la ANH es que en la actualidad no acepta sensores digitales. Sin embargo, le sugerimos a la ANH que tenga este sistema en consideración.

### ***Fairfield Box – sin cable, analógico***

<http://www.fairfieldnodal.com/Products/Box/index.html>

Fairfield Industries es una compañía americana antigua que se ha especializado en sistemas de registro sísmico, adquisición de datos multi-cliente y procesamiento de datos por muchos años. Ellos construyeron uno de los primeros sistemas de telemetría por radio que operó en los 70. Recientemente, se han especializado en sistemas

nodales autónomos para el registro de datos marinos profundos. Ellos han registrado cientos de kilómetros cuadrados de sísmica 3D en ambientes marinos profundos, usando nodos autónomos ubicados a más de 1000 metros de profundidad, registrando continuamente por más de 60 días.

El sistema “Box” es un sistema de tierra y de zonas de transición que utiliza frecuencias de radio de 214-234 MHz para comunicarse con cada caja y para transmitir datos. Cada caja se conecta a 4 ó 8 canales analógicos usando sensores estándares de la industria (patrones de sensores analógicos, sensores analógicos individuales, hidrófobos).



Este sistema requiere comunicación por radio VHF para los comandos y para la recuperación de datos y por lo tanto no es adecuado para el ambiente colombiano.

### ***Fairfield Z-Land – sin cable, analógico***

<http://www.fairfieldnodal.com/Products/ZLand/index.html#>

El sistema Z-Land de Fairfield es una extensión natural de su sistema nodal autónomo de ambiente marino profundo. Este paquete incluye todas las baterías, memoria flash y sensores analógicos. Es completamente auto-contenido y no necesita cables ni conectores. Es capaz de registrar continuamente por 12 días. Este dispositivo de registro de datos se llama ARU (Unidad de Registro Automático). El control de tiempo interno se logra a través de la coordinación con un reloj interno GPS. Un coordinador de fuente es usado para medir la estampa de tiempo de cada iniciación de la fuente. Los datos coleccionados en el ARU son recolectados posteriormente montando los ARU en un estante central en donde las baterías se recargan y los datos son bajados y organizados por registro de campo.



El sistema requiere actualmente comunicación GPS para los tiempos y por lo tanto no es adecuado para terrenos rugosos y condiciones de selva pesada. Aún más, el sistema no tiene habilidad de interactuar o proporcionar datos en tiempo real. Cada caja permite solamente un receptor analógico individual. No se recomienda este sistema a la ANH.

### ***I-Seis Sigma – sin cable, analógico***

<http://www.i-seis.com/>

I-Seis es una compañía hermana de Seismic Source. Ambas fueron fundadas por John Giles (antes con Pelton). Seismic Source se especializa en controladores de fuentes sísmicas y sistemas de control de calidad, incluyendo el sistema DAQ Link. La tecnología del sistema DAQ-Link forma la base para el desarrollo de un sistema nodal muy flexible que se mercadea hoy en día con el nombre de sistema Sigma.



Sigma es un sistema nodal autónomo que también ofrece opciones de radio mesh o comunicación de datos o de comandos de control (o modo mixto) por wi-fi. Para operaciones autónomas, existen varias opciones para la colección de los datos almacenados (wi-fi, mini-transportador, colector de volúmenes de datos portátil). Sigma puede ser usado sin problemas junto con sistemas de cables tales como Sercel 428, ARAM Aries II y sistemas ION. Trabaja con todos los tipos de fuentes de energía usados en la actualidad. Es apropiado tanto para la sísmica activa como para la pasiva. Cada Unidad de Adquisición Sigma (SAU) registra tres canales de entrada analógicos y acepta

todas las entradas analógicas estándares de la industria (patrones de geófonos, sensores analógicos individuales, o hidrófobos). Cada SAU también puede registrar un sensor analógico de 3 componentes.

Sigma obtiene su información del tiempo de un reloj interno muy preciso, el cual es calibrado por GPS o red de radio. El reloj interno puede operar independientemente por varias horas entre calibraciones, aún cuando esté sumergido en agua.

Aunque este sistema puede operar tan bien como cualquier sistema nodal autónomo en áreas muy difíciles, las opciones de wi-fi o MRN (Mesh radio network) pueden proporcionar un control del sistema enormemente mejorado y la oportunidad de transmitir muestras de datos para ser observados en tiempo real. La naturaleza de rangos cortos de las comunicaciones por radio significa que esta opción va a funcionar generalmente, aún en el ambiente de selva densa. Mustagh Resources Ltd. enfáticamente recomienda este sistema como una opción sin cable para operaciones en el ambiente colombiano.

### ***Ion Scorpion – con cable, digital o analógico***

[http://www.iongeo.com/Land\\_Imaging/Recording\\_Systems/Scorpion/](http://www.iongeo.com/Land_Imaging/Recording_Systems/Scorpion/)  
ION es el fruto de I/O (Input/Output), la compañía original. I/O fue el líder en la investigación y el desarrollo de los sensores digitales MEMs y ellos producen el sensor 3-C “VectorSeis”. Recientemente, ION firmó un acuerdo de empresa conjunta con BGP.



El sistema Scorpion ha estado en operación desde 2003 y es uno de los pocos sistemas que puede registrar tanto sensores digitales VectorSeis como sensores analógicos convencionales. Sin embargo, algunos reportes han indicado que la unidad analógica “A-Unit” puede ser un poco problemática. Unidades analógicas “A-Units” y digitales “D-Units” se pueden mezclar a lo largo de la línea. Líneas dorsales de alta velocidad y trayectorias múltiples son acomodadas a través de XLUs (Cross line units) y un “puente de datos” está disponible para conexiones sin cables entre XLUs.

Debido a la opción de que puede trabajar tanto con sensores digitales como con analógicos, se le recomienda a la ANH que considere el sistema Scorpion como una alternativa de sistemas con cables.

### ***Ion Firefly – sin cable, digital***

[http://www.iongeo.com/Land\\_Imaging/Recording\\_Systems/FireFly /](http://www.iongeo.com/Land_Imaging/Recording_Systems/FireFly/)

El sistema Firefly es el sistema sin cables de ION. Cada FSU (Field Station Unit) recoge y almacena los datos de un sensor MEM digital VectorSeis de 3 componentes. La información de control de calidad y estatus se transmite vía radio VHF o por red Bluetooth. La colección de datos se conduce en un módulo de suministro central a través de bluetooth y conexiones de Ethernet. La opción analógica está pendiente.

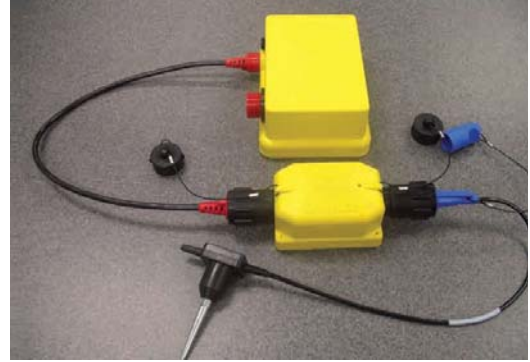
Por ahora, el sistema Firefly todavía está siendo probado por una variedad de compañías. A algunos problemas operacionales se les tiene que buscar solución. Firefly depende de comunicaciones por radio para el tiempo de los registros. Principalmente por esta razón, pensamos que Firefly no es una opción adecuada para la ANH y las operaciones potenciales en la selva.



### **Oyo Geospace GSR – sin cable, analógico**

<http://www.oyoGeospace.com/technologies/index.php?id=259>

Oyo fue una de las primeras compañías en colocar en el mercado un sistema nodal autónomo para la adquisición sísmica terrestre. Cada GSR (Geospace Seismic Recorder) usa una batería externa y está disponible en opciones de 1,2 ,3 ó 4 canales por nodo y acepta entradas analógicas estándares de la industria. Los nodos autónomos pueden coleccionar datos continuos por hasta 30 días. Un reloj GPS interno disciplinado proporciona el tiempo con precisión. Disponen de estatus de frecuencias radiales de rango corto (alrededor de 60 metros). La colección de datos se produce cuando se recogen los GSRs y se conectan a una unidad de colección central (DTM – Data Transfer Module). Las pruebas de instrumentos son realizadas por la unidad de gerencia de datos GeoRes-XTC y/o después de que se despliegan los GSRs y mientras la unidad está conectada a la DTM.



OYO Geospace GSR es un sistema nodal autónomo puro y no tiene opciones para el control del sistema o la recuperación de datos en tiempo real. Cuando se escribió este reporte, por lo menos 5 sistemas se habían vendido y estaban en uso. El sistema puede operar en combinación con otros sistemas con cables. Aún cuando es una tecnología demostrada y probada como un sistema autónomo, no pensamos que es apropiado para las necesidades de la ANH. Recomendamos incluir este sistema en el proceso de licitación sólo porque es muy popular en la actualidad.

### **Ref Tek (Refraction Technologies) 130 – sin cable, analógico**

<http://www.reftek.com/products.html>

Ref Tek es una compañía antigua de confianza que se especializa en una variedad de sistemas enfocados a la ingeniería. El sistema 130 es un sistema nodal autónomo fuerte. Después del despliegue, no es posible hacer diagnósticos al sistema o recoger datos. El registro de datos es continuo en mini-disk o memoria flash. Se salvan los datos al coleccionar la memoria flash y se reproducen en una computadora central. Las cajas se pueden configurar par 3 o 6 canales analógicos de entrada utilizando conectores “canon” grandes.



Este sistema ofrece pocas ventajas sobre otros sistemas disponibles aparte de su construcción fuerte. Sin control interactivo o retroalimentación, no se recomienda incluir a este sistema en el proceso de licitación.

### **RD Seismic FSU – sin cable, analógico**

<http://www.rdseismic.com/index.html>

RD Seismic fue fundada por Ralph B. Muse quien fue anteriormente vicepresidente y gerente general de la división de los sistemas de imágenes terrestres de Input Output Inc. (hoy en día ION Geophysical Inc.).

El RDS FDU registra un canal analógico individual de entrada usando una batería externa. Los datos se almacenan internamente, pero pueden ser recogidos por un conector USD infrarrojo. Este aparato no interfiere con la colección de datos. Su tamaño y peso mínimo hacen que sea fácil de manipular. Desafortunadamente, tiene solamente una posición para ganancia pre-amp. El sistema depende de suministros externos para conexiones y cables. Está en desarrollo un medio de transmisión de datos que opere por radio convencional, pero es también una adición por terceros. Aunque éste es un sistema muy interesante, todavía está en desarrollo y no pensamos que esté listo para las altas demandas de los ambientes colombianos.



### **Seismic Instruments S-Flex – con o sin cable, digital o analógico**

<http://seismicinstruments.com/site1/products.html>

Seismic Instruments fue formado en 2002 por Geza Nemeth. Hoy en día la compañía cuenta con poco personal. Un logro importante en el crecimiento de la compañía fue alcanzado en Junio de 2002, cuando Seismic Instruments abrió una oficina en Budapest, Hungría, principalmente para el desarrollo de hardware y software integrado.

Seismic Instruments ha presentado un sistema interesante basado en su Módulo de Interfaz de Líneas Sísmicas Híbridas (HSLIM). Acepta de 1 a 48 entradas por unidad. La entrada viene normalmente de su geófono inteligente (Smart Geophone -SMG) que parece ser muy parecido a al GAC de WesternGeco (descrito abajo). También puede aceptar entradas analógicas usando un componente adicional llamado adaptador digitalizante inteligente (Smart Digitizing Adaptor – SDA). Por sí sólo, el HSLIM es un aparato con cable que transmite datos digitales a lo largo de cables que se conectan. Sin embargo, con la adición del Nodo de registro Autónomo (Autonomous Recording Node -ARN), cada HSLIM puede almacenar datos continuamente en memoria flash para colección posterior. El ARN tiene un receptor GPS interno para el tiempo y un radio de baja potencia para la transmisión de estatus (pero sólo localmente, a pocos metros del ARN). La compañía tiene a lo mejor el video más entretenido para mostrar su sistema en <http://www.seismicinstruments.com/multimedia.html>.

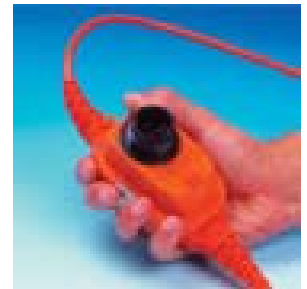


El riesgo de este sistema es el pequeño tamaño de la compañía directora. Todavía no es un sistema bien reconocido. Sin embargo, todo esto tiene el potencial de un servicio personalizado y desarrollo excelente. Por lo tanto, sugerimos que la ANH incluya a Seismic Instruments en el proceso de licitación, pero que ponga mucha atención a la habilidad de entregar y mantener el producto ahora y en los años venideros.

### **Sercel 408 – con cable, digital o analógico**

<http://www.sercel.com/Products/land/systems/408UL.php>

Sercel, por supuesto, ha sido reconocida desde hace mucho tiempo como un proveedor de sistemas de alta calidad comprobados. El sistema de registro 408 ha existido desde mediados de los noventa y fue (es) un sistema muy popular. Sin embargo, el nuevo sistema 428 está reemplazándolo. Mientras que una gran cantidad de equipo 408 todavía está disponible, la mayoría de los compradores de equipo nuevo están escogiendo al 428 por sus ventajas tecnológicas. Por lo tanto, se recomienda que la ANH incluya solamente equipo 428 en la licitación.



### **Sercel 428 – con cable, digital o analógico**

<http://www.sercel.com/Products/land/systems/428XL.php>

Sercel 428XL es una versión mejorada y al día del 408. Sercel está enfocando el desarrollo y el soporte en la tecnología más nueva y la versión 408 no está recibiendo mucho enfoque en mejoras. El sistema 428 es más apropiado para las operaciones de 3 componentes digitales puesto que incluye velocidades de transmisión más rápidas y líneas dorsales más rápidas y más robustas. Los sensores digitales 428 pueden ahora detectar la gravedad y hacer correcciones a sensores inclinados.

El 428 es un sistema de registro con cables que puede registrar cualquier sensor analógico convencional usando el FDU (mostrado en la foto a la derecha-arriba) o sensores MEMs digitales de Sercel usando el DSU-1 (un componente – mostrado en la foto a la derecha-abajo) o DSU-3 (tres componentes). Se sugiere que el registro de 3 componentes no proporciona en



la actualidad un beneficio muy grande a las imágenes sísmicas colombianas y por lo tanto se recomienda que se use sensores DSU-1 en donde se prefieran datos digitales.

Las uniones analógicas y digitales se pueden usar juntas en una misma línea. Sin embargo, las uniones digitales que usen sensores individuales se deben esparcir a intervalos de receptoras menores o iguales a un tercio de los intervalos de receptoras usados comúnmente para patrones analógicos. Por lo tanto, las uniones digitales (DSU) deben ser proporcionadas con intervalos más pequeños que las de las uniones analógicas (FDU). Esto hará las operaciones de campo un poco más complejas cuando se realice la transición de segmentos analógicos a digitales. Es importante recordar que los mejores datos sísmicos provienen de plantas de buena calidad en donde el movimiento de la tierra se convierte eficientemente al movimiento del sensor. En condiciones muy mojadas y pantanosas, los DSUs no se pueden empujar fácilmente por debajo de la superficie. En estas condiciones, la configuración preferida está dada por grupos de sensores analógicos en corazas de pantano con “drops” largos (segmentos de cable que le permiten al receptor ser empujado dentro de capas blandas). En situaciones extremas, hidrófonos analógicos colocados en los pantanos también son otra opción.

El Sercel 428 es un sistema muy popular y se ha usado en una gran cantidad de ambientes en Colombia y alrededor del mundo. Este sistema se debe incluir, sin duda alguna, en el proceso de licitación de la ANH.

### **Sercel Unite – sin cable, analógico o digital**

<http://www.sercel.com/Products/land/systems/unite.php>

El sistema Unite de Sercel es el sistema sin cables de esta compañía. Es parcialmente un fruto del sistema VibTech precedente que fue comprado por Sercel hace varios años. Estos nodos autónomos (llamados RAU o Remote Acquisition Units) pueden recibir 1, 2, 3, ó 4 canales de entrada por unidad. Hay entradas analógicas disponibles en la actualidad y RAUs especiales que aceptan entradas de DSU-3s está en producción.



Cada unidad puede recolectar datos autónomamente en un intervalo de tiempo continuo o programado. Los datos se pueden recoger por transmisión local WLAN o por conexiones de cables en un terminal de campo RAU local. Alternativamente, en modo “Infra-estructura”, se pueden organizar los RAUs en “celdas” y se pueden transmitir los datos a un controlador de celdas (CAN) desde donde se puede enviar la información a través de una línea dorsal al centro de registro. En el caso de selva tropical densa, dudamos que esta tecnología funcione. Una característica única es su protección “LoJack” en donde una caja robada (separada de su batería externa), transmite su posición GPS a cualquier punto de acceso disponible. La transmisión continúa por 20 días pero necesita un punto de acceso gireles dentro de 500 metros.

Desafortunadamente, depende de comunicación por GPS. Se apaga 15 minutos después de perder la señal GPS. Esta necesidad de fijar la señal GPS hace que este sistema sea menos aconsejable para el ambiente colombiano.

Aunque no se espera que el modo “Infra-estructura” o que la fijación GPS funcionen bien en la selva, puede que funcione en otros ambientes del país. Aún sin este modo anterior, el modo de operación autónomo puede ser efectivo. Se recomienda a la ANH incluir el sistema Sercel Unite entre los candidatos a la licitación.

### **WesternGeco Q-Land (no disponible a grupos fuera de WesternGeco)**

<http://www.westerngeco.com/technology/qtechnology/landqtechnology/qland.aspx>

WesternGeco ha dedicado muchos años de investigación y desarrollo a su tecnología de registro Land-Q. Este es un sistema con cables que utiliza geófonos con acelerómetros (GACs) en el sensor. Se aplica una retroalimentación eléctrica a la bobina móvil de un elemento de un sensor de 18 Hz de resortes rígidos. La fuerza de retroalimentación se aplica en pasos discretos en intervalos rápidos. Similar a los sensores MEMs, esta señal de retroalimentación rápida proporciona mediciones sobre-muestreadas y promediadas las cuales forman una señal digital de alta precisión.



WesternGeco reconoce la necesidad de un muestreo espacial más pequeño en levantamientos 2D y 3D. En lugar de reemplazar patrones de geófonos con sensores digitales individuales, ellos se aproximan mucho al reemplazo de cada elemento de un patrón con un sensor digital. Las mediciones se registran a intervalos de receptoras muy pequeños. Luego se procesan los datos para reducir el ruido y para hacer correcciones estáticas antes de “formar los grupos digitales”. Ultimadamente, se genera una traza procesada individual más o menos a intervalos de grupo “normales”. Para facilitar el registro digital de un número grande de canales, WesternGeco diseño su propio sistema de registro.

Este sistema es muy popular en varios países del Medio Oriente y del Norte de África. Sin embargo, el regado y el uso de este sistema no se logran fácilmente en áreas que no sean abiertas y accesibles. Este es un sistema interno y no está a la venta afuera de WesternGeco. Se ha incluido en este reporte sólo para completar la discusión de las tecnologías actuales.

**WesternGeco Uni-Q (no disponible a grupos fuera de WesternGeco)**

<http://www.westerngeco.com/technology/qtechnology/landqtechnology/uniq.aspx>

Hace dos años, WesternGeco develó su desarrollo más reciente, el sistema Uni-Q. Éste es un re-diseño del sistema Q-Land. Los sensores básicos permanecen igual (aunque un poco re-configurados). El sistema es capaz de registrar 150.000 canales. Usualmente, esto significa 20.000 trazas después de formar los grupos digitales.



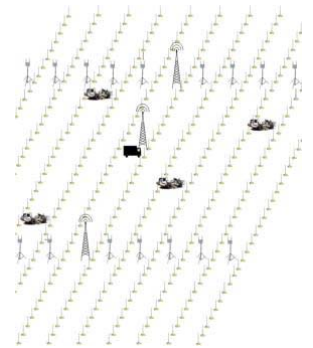
Este sistema ha estado trabajando en Kuwait en donde Mustagh Resources realizó una inspección de las operaciones en Noviembre de 2009.

Tal como el sistema Q-Land, esta tecnología le pertenece a WesternGeco y no está disponible para la venta o utilización a grupos externos. Se ha incluido en este reporte sólo para completar la discusión de las tecnologías actuales.

**Wireless Seismic – cable-free, analog**

<http://www.wirelessseismic.com/technology.htm>

Esta compañía americana basada en Colorado (con una oficina en Houston) se formó en 2006 y fue fundada por Doug Crice. Keith Elder es el vicepresidente de tecnología. Por muchos años, Keith trabajo con I/O como gerente regional y del país.



La base de este sistema es la transmisión de datos por frecuencias de radio transmitidos de nodo a nodo. Esto elimina la transmisión por cable de datos digitalizados, pero impone la necesidad de comunicación por radio. La literatura del sistema disponible es limitada. Se insinúa el uso de tecnología de radio Mesh que podría trabajar aún en áreas de selva densa. Sin embargo, no parece haber una opción para operaciones autónomas y para el almacenamiento de datos cuando fallen las señales por radio.

Este sistema todavía está en desarrollo y no parece ser apropiado para los requerimientos de Colombia. En estos momentos, no recomendamos que se incluya Wireless Seismic en el proceso de licitación.

**Recomendaciones**

Se recomienda que la ANH se enfoque en los siguientes sistemas para la licitación:

Sistema	Tipo	Sensor de Entrada	Comentario
Aram Aries II	Con cable	Analógico	Se recomienda enfáticamente
I-Seis Sigma	Sin cable	Analógico	Suplemento de un sistema con

			cables
Ion Scorpion	Con cable	Analógico o digital	Se recomienda moderadamente
Oyo Geospace GSR	Sin cable	Analógico	Suplemento de un sistema con cables
Seismic Instruments S-Flex	Híbrido	Analógico o digital	Se recomienda un poco (débil)
Sercel 428	Con cable	Analógico o digital	Se recomienda enfáticamente
Sercel Unite	Sin cable	Analógico o digital	Se recomienda un poco (débil)

Tabla 4 Sistemas más recomendados

Nótese que los sistemas híbridos se pueden formar al combinar más de uno de los sistemas de arriba. Se recomienda que la ANH explore la posibilidad de adquirir equipo de más de un proveedor. Para poder operar un sistema híbrido flexible, a lo mejor la combinación de Sercel 428 y I-Seis Sigma son las mejores opciones.

Se han incluido dos recomendaciones débiles. El sistema Seismic Instruments S-Flex tiene gran potencial. Sin embargo, se encuentra en la etapa temprana de su desarrollo y es dirigido por una compañía muy pequeña. Desde una perspectiva de negocios, la compra de este sistema tiene un riesgo para el soporte continuo y desarrollo. El sistema Sercel Unite es vendido por una compañía muy fuerte, pero requiere fijación del GPS para poder operar. Opinamos que éste es un atributo negativo muy grande para las operaciones en Colombia. Estas dos recomendaciones se incluyen en mayor parte por curiosidad, para ver que pueden ofrecer los fabricantes. Sin embargo, dudamos que cualquiera deba ser considerado como un aspirante serio y la ANH puede desear eliminar estos dos sistemas antes de proceder con la licitación.

<i>Leyenda</i>	<i>Muy bueno</i>	<i>intermedio</i>	<i>Bueno</i>	<i>No aplica</i>	<i>Débil</i>	<i>Pobre</i>	<i>negativo</i>
	<b>SN428</b>	<b>Aries II</b>	<b>Scorpion</b>	<b>S-Flex</b>	<b>Sigma</b>	<b>GSR</b>	<b>Unite</b>
Con cable	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Sin cable	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Digital	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí
Analógico	Sí	Sí	Sí	adaptador	Sí	Sí	Sí
GPS disponible	n/a	n/a	n/a	Sí	Sí	Sí	Sí
Control del tiempo puede ser independiente del GPS	Sí	Sí	Sí	No, para modo autónomo	Puede perder GPS por 2 horas o usar VHF	Puede perder ? horas	No
Radio link disponible	n/a	n/a	n/a	Para rango muy corto, sólo para estatus	MESH	Para rango corto, sólo para estatus	Sí, pero es elaborado y costoso
Colección de Datos	Tiempo real	Tiempo real	Tiempo real	Tiempo real o almacenados	Almacenados, muestras pequeñas en tiempo real	Almacenados	Tiempo real o almacenados
Recolección de datos almacenados	n/a	n/a	n/a	central	Wi-Fi, portátil, o central	central	Wi-Fi, o central
Sistemas y soporte	muchos	muchos	Unos pocos	Ninguno todavía	Varios en prueba	A lo mejor 5	No muchos
Historia de la compañía	fuerte	fuerte	fuerte	débil	moderada	moderada	fuerte

Tabla 5 Comparación de sistemas

### ***Contactos para la Licitación***

**Sercel 428XL y Sercel Unite:**

Sercel Inc.  
17200 Park Row  
Houston, Texas, 77084  
USA  
Atención: Robin Ellis, Deputy Vice President of Sales  
email [robin.ellis@sercelus.com](mailto:robin.ellis@sercelus.com)  
teléfono: +1 281-249-2055  
celular: +1 713-298-5218

**ARAM Aries II, ION Scorpion:**

ION Geophysical  
2300 Parc Crest Drive  
Stafford, Texas, 77477  
USA  
email: [sales@iongeo.com](mailto:sales@iongeo.com)  
teléfono: +1 281-933-3339  
fax: +1 281-879-3626

**Seismic Instruments S-Flex:**

Seismic Instruments  
7501 Capital of Texas Hwy,  
Building A, #150  
Austin, Texas, 78731  
USA  
Atención: Geza Nemeth  
email: [geza@seismicinstruments.net](mailto:geza@seismicinstruments.net) o [info@seismicinstruments.com](mailto:info@seismicinstruments.com)  
teléfono: +1 512-342-1819  
celular: +1 512-947-0670

**I-Seis Sigma:**

International Seismic Corporation (I-Seis)  
1601 Blake Street, Suite 320B  
Denver, Colorado, 80202  
USA  
Atención: Bob Mulverhill  
email: [bmulverhill@i-seis.com](mailto:bmulverhill@i-seis.com)  
teléfono: +1 303-884-1157

**Oyo Geospace GSR:**

OYO Geospace Corporation  
7007 Pinemont Drive  
Houston, Texas 77040  
USA  
Atención: Edwin Jimeno, Latin Sales Representative  
email: [ejimeno@oyoGeospace.com](mailto:ejimeno@oyoGeospace.com)  
teléfono: +1 713-986-4444

### ***Requerimientos del Sistema***

Una revisión inicial de los levantamientos 2D que pueden ser registrados por la ANH sugiere intervalos de receptoras en el rango de 15 a 30 metros para patrones de geófonos analógicos de 6 elementos. Estos intervalos se deben reducir a 5 - 10 metros si se usan receptoras individuales. Para registro de 3 componentes en donde la preservación del campo de ondas transversales puede ser importante, los intervalos deben ser aún más cortos.

Los offsets lejanos requeridos pueden extenderse de 8 a 10 kilómetros en algunas áreas (afortunadamente en estas áreas, los intervalos de las receptoras estarán en los rangos grandes antes mencionados). Esto sugiere que se necesiten 670 canales activos o más para el registro de offsets completos. Se recomienda un factor de 1.8 para calcular el número de canales necesarios para mover el tendido durante el registro, para reacondicionar equipo y extras para canales en reparación.

Por lo tanto, un sistema 2D mínimo para registrar con patrones analógicos requiere aproximadamente 1200 canales. Si se usan sensores individuales en un 100%, esto se traduce de 2400 a 3600 canales.

Para sísmica 2D se recomienda que la licitación incluya:

- Componentes electrónicos centrales en una cabina de registro (heli-portátil o cargada por personas?)

  - 1000 canales analógicos de sistemas con cables

  - 200 canales analógicos sin cable

  - 1200 canales digitales de sistemas con cable

  - Cables para intervalos de receptoras de hasta 30 metros

- Geófonos

  - 1200 patrones de geófonos analógicos de 6 por grupo en corazas de pantano con “drops” de 1 metro

  - 400 hidrófonos, individuales con “drops” de 2 metros

  - 1200 sensores digitales de un componente

  - Plantines (planting poles) adecuados al tipo de sensor a ser comprado

  - Tester de geófonos

- Unidad de abastecimiento (staging) que incluya estaciones de carga

Nótese que el registro de 3 componentes requerirá más canales y más costos. Si los componentes horizontales sólo se registran para “consideración futura” y no está siendo procesados y usados en la actualidad, entonces recomendamos usar solamente sensores de componentes verticales en este momento. El registro adecuado con componentes transversales requiere intervalos de la muestra espacial más pequeños. Esto se debe a las velocidades de transmisión más lentas de las ondas transversales y por lo tanto, longitudes de onda aparentes más cortas. Es probable que los datos transversales registrados con intervalos de estaciones de ondas P no sean adecuados para uso futuro. En unos 5-10 años los sistemas van a evolucionar y si se requieren datos 3C en ese tiempo, casi con certeza se beneficiarán de la nueva tecnología y métodos que estarían disponibles.

Para programas 3D pequeños, se esperan intervalos de receptoras entre 50 y 70 metros con tendidos de 10 a 16 líneas y 100 a 200 estaciones por línea. Tendidos activos pueden variar desde 1000 a 3200 estaciones. Se recomienda que se adquieran por lo menos 6000 estaciones para registrar levantamientos 3D pequeños.

Para sísmica 3D se recomienda que la licitación incluya:

- Componentes electrónicos centrales en una cabina de registro (heli-portátil o cargada por personas?)

  - 5000 canales analógicos de sistemas con cables

  - 1000 canales analógicos sin cable

  - Cables para intervalos de receptoras de hasta 70 metros

- Geófonos

  - 6000 patrones de geófonos analógicos de 6 por grupo en corazas de pantano con “drops” de 1 metro

  - 1000 hidrófonos, individuales con “drops” de 2 metros

Plantines (planting poles) adecuados al tipo de sismómetro a ser comprado  
Tester de geófonos  
Unidad de abastecimiento (staging) que incluya estaciones de carga

## ***Resumen***

En nuestra opinión, el mejor sistema para las aplicaciones de la ANH en Colombia es una mezcla de Sercel 428XL y sistema I-Seis Sigma con cajas sin cables. Sin embargo, para sistemas con cables, ARAM Aries II es una alternativa fuerte. ION Scorpion debe ser considerado, pero es más débil que Sercel 428XL o ARAM Aries II en varios aspectos. Para una alternativa sin cable, el sistema I-Seis Sigma tiene muchas características interesantes que le otorgan ventajas potenciales en condiciones difíciles. OYO GSR es una opción fuerte, pero no tiene la alternativa de radio MESH que puede ser necesaria cuando se pierde la señal GPS. Los sistemas S-Flex y Unite probablemente no son adecuados para todas las condiciones colombianas y se deben incluir en el proceso de licitación sólo si la ANH está interesada en un ejercicio de colección de información (no son aspirantes a ser tomados en serio cuando se otorgue la licitación).

Muchos de los levantamientos que se llevarán a cabo, son malos candidatos para el uso de sensores digitales individuales. Usando una mezcla de sensores digitales individuales y patrones de geófonos analógicos si es posible, crearán algunos problemas de planificación en 2D y requerirá una redundancia de equipos considerable. La calidad de los datos sísmicos se ve mejorada al tener un buen acoplamiento de las receptoras y un buen muestreo espacial de las longitudes de ondas más largas de las señales y del ruido que contiene todas las longitudes de ondas (incluyendo las muy cortas). Sensores individuales moldeados al cable principal no siempre pueden proporcionar el mejor acoplamiento, particularmente en condiciones muy pantanosas. El registro de sensores individuales no proporciona un muestreo espacial adecuado del ruido de longitudes de onda cortas a menos que se usen intervalos de receptoras muy cortos (esto incrementa la cantidad de equipo requerido, a lo mejor por un factor de 3).

Se recomienda que la ANH se enfoque primeramente en un buen sistema capaz de adquirir datos con patrones analógicos. El mejor sistema puede incluir algunas unidades autónomas sin cable a ser usadas en terrenos difíciles. A medida que aumenten las necesidades, se puede considerar la adición de uniones digitales y más equipo se puede añadir para programas 3D pequeños. Recuerde, para programas pequeños, el equipo también puede ser alquilado sin tener que comprometer un capital grande en gastos e inventario de equipos que puede ser usado sólo ocasionalmente.

## ***1.2. EQUIPOS DE PERFORACION***

En esta sección se analizarán los mejores equipos disponibles en el mercado. Primero se mostrarán los compresores, motobombas, perforadoras portátiles, mangueras, perforadoras sobre vehículos, taladros heliportables, y accesorios.

### ***Compresores portátiles para perforación neumática***

Los equipos de perforación portátiles están compuestos por compresores, mangueras, taladros, tubería de taladro y brocas. Se realizó un estudio del mercado colombiano y se seleccionaron los equipos que a continuación se muestran. Todas las marcas son de compañías de alta reputación con una larga trayectoria tanto a nivel mundial como en el país.

### ***Ingersoll-Rand XP375WIR***

Este compresor se puede comprar en **Rodriguez y Londoño S.A.** y en **Quintero**



### ***Sullair 375H***

Este compresor se puede comprar en **Imocom**



### ***Kaeser***

Este compresor se puede comprar en **Kaeser Compresores de Colombia.**



La siguiente tabla resume las características más importantes de estos equipos.

	<b>Ingersoll-Rand XP375WIR</b>	<b>Sullair 375H</b>	<b>Kaeser M122</b>
<b>Potencia del motor</b>	123 HP	111 HP	111 HP
<b>Capacidad de compresión de aire</b>	375 ft <sup>3</sup> /min	375 ft <sup>3</sup> /min	390 ft <sup>3</sup> /min
<b>Presión máxima</b>	150 PSI	150 PSI	190 PSI
<b>Peso en servicio</b>	1795 Kg	2014 Kg	1865 Kg

Tabla 6 Comparación de compresores

### **Contacto:**

#### **Rodriguez y Londoño S.A.**

Avenida Calle 80 No 116B - 61  
Bogotá, Colombia  
Pbx: (57-1) 593-8830  
Fax: (57-1) 593-8830

#### **Quintero**

Calle 30 No. 6-22. Piso 32  
Bogotá, Colombia  
Colombia  
Teléfono: 57 1 3382199  
fax: 57 1 2852318

#### **Imocom S.A.**

Calle 13 No. 32-36 Apartado Aereo 12287  
BOGOTA  
**Teléfono:** 011-57-1-351-3299  
**Fax:** 011-57-1-360-3309  
Jimmy Hernandez  
[airecomprimido@imocom.com.co](mailto:airecomprimido@imocom.com.co)  
[www.imocom.com.co](http://www.imocom.com.co)

#### **KAESER Compresores de Colombia**

Zona Ind. Puente Aranda  
Kra. 62 No. 14-75  
Bogotá D.C., Colombia  
Teléfonos: 742-9393 / 447-7500  
Fax: 260-8414

### ***Motobombas para perforación hidráulica***

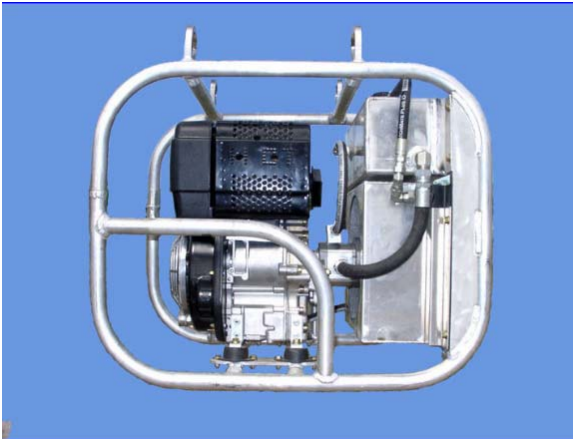
Las motobombas deben ser portátiles y se usan para bombear agua desde el swivel de entrada lateral, a través de la tubería del taladro para sacar los cortes o ripios hacia la superficie. El agua puede actuar como un lubricante en la broca durante el proceso del corte de la roca. El volumen de salida y la presión de la bomba determinan el diámetro máximo y la profundidad del pozo.

### ***Hammerhead WP-L70 Bomba de agua***



Esta bomba de agua centrifugal usa un motor diesel pequeño para la potencia. Pesa 150 Lbs, el motor Diesel es Yanmar L-70. La máxima presión es de 60 PSI y el flujo máximo es de 150 galones por minuto. La bomba de agua tiene sellos SEVERE para minimizar el mantenimiento. Se puede usar para la perforación de pozos con diámetros de hasta 4" de diámetro y profundidades entre 10 y 20 metros.

### ***Hammerhead Unidad de Potencia Hidráulica 6 gpm***



Pesa 190 Lbs, el motor Diesel es Hatz1B40, la presión hidráulica es de 1750 PSI y opera 6 galones por minuto. Se utiliza para la rotación del taladro de aro hidráulico MK. Diámetro típico del pozo es 3 1/2" - 4". Máxima profundidad típica es de 30 metros, pero capaz de alcanzar profundidades de 50 metros.

### ***Contacto:***

**Hammerhead Rock Tools, Inc.**  
8520 Warren Road  
Houston, TX, 77040  
Teléfono: 1-(713)466-5202  
Fax: 1-(713)466-5312  
Cell: 281-217-0306  
Atención: Ken Barnum  
E-mail: [kbarnum@hammerheadrocktools.com](mailto:kbarnum@hammerheadrocktools.com)  
Web: [www.hammerheadrocktools.com](http://www.hammerheadrocktools.com)

## *Perforadoras*

### *Ingeoservice Perforadoras Portátiles a gasolina – Motor Honda*



MOTOR: Honda GXV – 160 de Gasolina / 4 tiempos  
TORQUE: 10.8 Nm  
POTENCIA: 5.5 Hp a 3000 RPM  
BUJIA: CHAMPION 14RYC NGK 6030  
HOLGURA O LUZ DE BUJIA: 0.028 - 0.031 in (0.7 - 0.8 mm )  
LUZ DE VALVULA ADMISION: 0.15 - 0.19 mm  
LUZ DE VALVULA ESCAPE: 0.20 - 0.24 mm  
PESO MOTOR: 15 KILOS  
ACEITE MOTOR: SAE 15 W 40 Para Gasolina  
FILTRO DE AIRE: HONDA 17210- ZE7-505  
TIPO DE ARRANQUE: Manual (Yoyo)  
TRANSMISION: General 330 con rodamientos en el eje de entrada de la transmisión superior e inferior.

### *Ingeoservice Perforadoras Portátiles neumáticas*



Ensamblado con pistola Cleco 19. Transmisión General 330 Americana, Swivel Serie 200, Kelly Pin, Válvula de Control de 2 vías (Reversible), Sistema de Mangueras y Acoples.

MOTOR: Neumático cleco 19 Reversible  
SUJETADOR: Aro Redondo tipo Ula Ula  
SWIVEL: Serie 200  
TORQUE: 1600 Lb-In  
CAUDAL MINIMO DE TRABAJO: 125 CFM  
PESO CON TRANSMISION GENERAL: 49 Kg.  
CAPACIDAD DE PERFORACION: 17 Mts. Manual y 22 Mts. en Torre Yacro

### ***Hammerhead MK1-Honda Perforadora de aro***



Peso: 115 Lbs. Torque: 200 ft/lb. 200 RPM máximo. Motor de gasolina.  
Funciona mejor en la perforación con agua (flush drilling), pero también se puede usar en la perforación con aire. El diámetro típico del pozo es de 3 1/2" - 4". Máxima profundidad típica es de 30 metros, pero capaz de alcanzar profundidades de 50 metros. El problema principal con la perforación más profunda es el peso de la tubería.

### ***Hammerhead MK1-Hatz Diesel Perforadora de aro***



Peso: 135 Lbs. Torque: 330 ft/lb. 150 RPM máximo. Motor Diesel.  
Funciona mejor en la perforación con agua (flush drilling), pero también se puede usar en la perforación con aire. El diámetro típico del pozo es de 3 1/2" - 4". Máxima profundidad típica es de 30 metros, pero capaz de alcanzar profundidades de 50 metros. El problema principal con la perforación más profunda es el peso de la tubería.

### ***Hammerhead MK3-RA75 Perforadora de aro***



Peso: 85 Lbs. Torque: 330 ft/lb. 90 RPM máximo. Sistema neumático.  
Funciona mejor con el tipo de perforación de martillo neumático (air hammer). Diámetro típico del pozo es 3 1/2" - 4". Máxima profundidad típica es de 30 metros, pero capaz de alcanzar profundidades de 50 metros. El problema principal con la perforación más profunda es el peso de la tubería. Requiere como mínimo 90 CFM de aire a 100 psi para la rotación. Se necesita aire adicional para la perforación del pozo. Se recomienda como mínimo 200 CFM a 125 psi de aire para la perforación del pozo.

### ***Hammerhead MK3-15 Perforadora de aro***



Peso: 110 Lbs. Torque: 450 ft/lb. 110 RPM máximo. Sistema neumático.

Funciona mejor con el tipo de perforación de martillo neumático (air hammer). Diámetro típico del pozo es 3 1/2" - 4". Máxima profundidad típica es de 30 metros, pero capaz de alcanzar profundidades de 50 metros. El problema principal con la perforación más profunda es el peso de la tubería. Requiere como mínimo 130 CFM de aire a 100 psi para la rotación. Se necesita aire adicional para la perforación del pozo. Se recomienda como mínimo 375 CFM a 150 psi de aire para la perforación del pozo.

### ***Hammerhead MK-HYD Taladro de aro***



Peso: 90 Lbs. Torque: 330 ft/lb. 150 RPM máximo. Sistema hidráulico.

Requiere de la unidad hidráulica HPU-6. Apropiado para la perforación con sistemas neumáticos o hidráulicos. Diámetro típico del pozo es 3 1/2" - 4". Máxima profundidad típica es de 30 metros, pero capaz de alcanzar profundidades de 50 metros. El problema principal con la perforación más profunda es el peso de la tubería.

### ***Capitis C-90 Taladro de aro***



Taladro portátil en 2 módulos. Motor de 9 HP. Pull up manual. Operación hidráulica. Velocidad de rotación de 180 rpm, torque de 422 ft-lbs. Profundidad de hasta 35 m (Flushing). Se puede usar perforación con sistemas neumáticos e hidráulicos. Pesa 105 Kg (módulo 1: 30Kg y módulo 2: 75 Kg).

***Contacto:***

**Ingeoservice Ltda.**

Carrera 93 No 133-34  
Teléfono: 681-6681  
Atención: Andrés Parra  
Teléfono: 681-6681  
celular:313-3232208  
E-mail: [andresparra@ingeoservice.com](mailto:andresparra@ingeoservice.com)  
[www.ingeoservice.com](http://www.ingeoservice.com)

**Hammerhead Rock Tools, Inc.**

8520 Warren Road  
Houston, TX, 77040  
Teléfono: 1-(713)466-5202  
Fax: 1-(713)466-5312  
Cell: 281-217-0306  
Atención: Ken Barnum  
E-mail: [kbarnum@hammerheadrocktools.com](mailto:kbarnum@hammerheadrocktools.com)  
Web: [www.hammerheadrocktools.com](http://www.hammerheadrocktools.com)

**Capitis Exploration C.A.**

No. 56 Av. Fuerzas Armadas  
Maturin, Monagas, Venezuela  
Teléfono en Venezuela: (58) 414-766-6234  
Fax en Venezuela: (58) 291-652-6931  
VZ, E-mail: [jnewnha@attglobal.net](mailto:jnewnha@attglobal.net)  
Contacto en Canadá: Howard Jackson  
[ajholdings@shaw.ca](mailto:ajholdings@shaw.ca); [hjackson.capitis@gmail.com](mailto:hjackson.capitis@gmail.com)  
Teléfono en Canadá: (1) 403-680-9696  
Fax en Canadá: (1) 403-288-7871

## ***Mangueras***

Las mangueras deben ser de alta presión para aire comprimido de hasta 150 PSI. Para sistemas de perforación con agua, las mangueras de succión típicas son de 1 1/2" a 2".



## ***Contacto:***

US Hose Corporation.  
815 Forestwood Drive  
Romeoville, Illinois 60446, USA  
Kevin Manning  
973-479-2018  
[manningak@msn.com](mailto:manningak@msn.com)  
Phone: 1-815-886-1140  
Fax: 1-815-886-2197

Jitone Hose Co., Ltd.  
<http://www.jthose.com>

Accord International, Inc.  
4380 South Wayside; Ste. 100  
Houston, Texas, 77087, USA  
Teléfono: 713-641-2288  
Fax: 713-641-3636

Hammerhead Rock Tools, Inc.  
8520 Warren Road  
Houston, TX, 77040, USA  
Teléfono: 1-(713)466-5202  
Fax: 1-(713)466-5312  
Cell: 281-217-0306  
Atención: Ken Barnum  
E-mail: [kbarnum@hammerheadrocktools.com](mailto:kbarnum@hammerheadrocktools.com)  
Web: [www.hammerheadrocktools.com](http://www.hammerheadrocktools.com)

### *Perforadoras sobre vehículos*

#### *Ingeoservice Taladro Hidráulico Tipo Valco*



Perforador de Torre Tipo Valco ensamblado con Motor de 18 HP y Sistema hidráulico de 3 cuerpos, Torre y base en Aluminio estructural americano, desarmable para Movilización en 6 partes (Torre, Rotaria, Mandos, Tanque Hidráulico, Motor y Base)

MOTOR: Honda de 18 HP  
BOMBA HIDRAULICA: 3 cuerpos - Cassapa  
VALVULA DIRECCIONAL: 3 vías  
MOTOR HIDRAULICO: 1 para Rotación y 1 para Pull Down Mandos galtex 1/2  
TORQUE: Salida Rotaria 4800 Lb/Pulgada  
Pull Down: 2439 Lb/Pulgada  
PRESION DE TRABAJO: 1800 psi  
PROFUNDIDAD DE PERFORACION: 50 Mts  
PESO TOTAL: 250 Kgrs. (Torre, Base, Mandos, Rotaria, Tanque Hidráulico lleno y Motor).

#### *Sonic Sampling & Supply CS-T (tracto drill)*



El taladro utiliza la potencia de un tractor de 100 HP para activar el cabezal Compact Sonic en depósitos aluviales.  
Vibración sónica: 20.000 – 28.000 lbs a 150 Hz  
Rotación: 1.475 ft/lb a 205 rpm  
Sistema de alimentación: stroke de 8' 5" pies  
Pull Back: 6.700 lbs  
Potencia: Tractor PTO 100 HP diesel  
Peso: taladro: 2.722 lbs sin tractor  
Ancho: 62 pulgadas taladro solamente  
Longitud: 40 pulgadas taladro solamente  
Presión sobre la tierra: peso del tractor

### ***Sonic Sampling & Supply CS-10-C (Taladro oruga)***



El taladro CS-10-C es ideal para muestras de rocas, muestreo de agua sub-terránea, etc. Combinado con el Aqua-Lock sampler puede alcanzar profundidades de 300 pies en condiciones no consolidadas saturadas. Con diámetros de 6 pulgadas se perfora hasta 50 pies, de 4 pulgadas hasta 100 pies y de 2 pulgadas hasta 200 pies.

Vibración sónica: 20.000 lb a 150 Hz  
Rotación: 1.050 pies lb a 80 rpm  
Sistema de alimentación: stroke de 8 pies  
Pull Back: 8.000 lbs  
Potencia: John Deere 99 HP diesel  
Peso: 10.000 lbs  
Ancho: 62 pulgadas  
Longitud: 153 pulgadas  
Presión sobre la tierra: 6.3 PSI

### ***Sonic Sampling & Supply CRS-33-T (Buggy Taladro)***



Vibración sónica: 20.000 – 28.000 libras a 150 hertz  
Rotación: 1.475 pies libras a 205 rpm  
Sistema de alimentación: stroke de 12 pies  
Pull Back: 12.000 libras  
Potencia: John Deere 173 HP diesel  
Peso: 33.000 libras incluye camión, agua, herramientas  
Ancho: 84 pulgadas  
Longitud: 15 foot rig deck  
Mast Dump: 36 pulgadas  
Leveling Jacks: 36 pulgadas

### ***American Drilling Systems BPH-200 (Tracto drill)***



El tracto drill BPH-200 está diseñado para áreas ambientales sensibles y para zonas en donde el tamaño y el peso se tienen que tomar en cuenta. El motor de 78 HP acoplado con un cabezal hidráulico especial, le da la habilidad de perforar a través de muchas formaciones hasta profundidades de 200 pies.

### ***Hammerhead John Deere 3720 (Tracto Drill)***



El taladro está montado en un tractor JOHN DEERE 3720 con 4x4. Tiene 43 caballos de potencia. El mástil de perforación es de 10 pies con elevación y rotación hidráulica. Draw-works catalogado en 1250 lbs de levante. Viene con bomba de agua opcional que proporciona 40 galones a 200 psi. El taladro del tractor John Deere es apropiado tanto para la perforación con aire como con agua. El diámetro del pozo típico es de 3 1/2" - 4". La máxima profundidad es de 60 metros. El sistema hidráulico está catalogado en 1800 psi a 15 galones por minuto.

### ***Capitis Voyager 3000 (Taladro oruga)***



Este taladro es un nuevo producto para la compañía Capitis Exploration S.A. de C.V.

### ***Capitis Voyager C250V (Taladro oruga)***



Esta unidad tiene 1 m de ancho. Motor de 27 HP. Tiene una capacidad de 2360 Kg de pull up. Torque de 1000 ft-lb. Velocidad de rotación variable hasta de 160 rpm. Pesa 700 Kg. Puede perforar hasta 50 metros de profundidad. Tiene bombas hidráulicas duales. Se puede usar para perforar con sistemas neumáticos e hidráulicos.

### ***Capitis Pathfinder 300 (Tracto drill)***



El tractor mide 1.85 m de ancho y es 4x4. Motor de 43 HP. Tiene una capacidad de 5000 Kg de pull up. Torque de 2500 ft-lb. Velocidad de rotación variable hasta de 250 rpm. Puede perforar hasta 70 metros de profundidad. Tiene bombas hidráulicas duales. Se puede usar para perforar con sistemas neumáticos e hidráulicos.

### ***Contacto:***

Para Tracto drill, taladro oruga, buggy taladro de Sonic Sampling & Supplies:

Doug Kirk - Vehicle Source Products

Phone: (281) 431-7766

Fax: (281) 431-7729

Mobile: (281) 787-8865

Web: [www.vsp-inc.com](http://www.vsp-inc.com)

Email: [doug.kirk@vsp-inc.com](mailto:doug.kirk@vsp-inc.com)

Dirección Postal:

Vehicle Source Products, Inc.

4111 Chance Lane

Rosharon, TX 77583

[www.sonicsampling.com](http://www.sonicsampling.com)

Para mini tracto drill de American Drilling Systems  
2580 West County Rd. #14  
P.O.Box 1298  
Loveland, Colorado 80539  
USA  
Phone: (970)-461-0988  
Fax: (970)-663-2023  
E-Mail [Dave@americandrilling.com](mailto:Dave@americandrilling.com)  
<http://www.americandrilling.com/home.html>

Para tracto drill de Hammerhead Rock Supplies, Inc.:  
8520 Warren Road  
Houston, TX, 77040  
Teléfono: 1-(713)466-5202  
Fax: 1-(713)466-5312  
Cell: 281-217-0306  
Atención: Ken Barnum  
E-mail: [kbarnum@hammerheadrocktools.com](mailto:kbarnum@hammerheadrocktools.com)  
Web: [www.hammerheadrocktools.com](http://www.hammerheadrocktools.com)

Para tracto drill y taladros orugas de Capitis Exploration C.A.  
No. 56 Av. Fuerzas Armadas  
Maturin, Monagas, Venezuela  
Teléfono en Venezuela: (58) 414-766-6234  
Fax en Venezuela: (58) 291-652-6931  
VZ, E-mail: [jnewnha@attglobal.net](mailto:jnewnha@attglobal.net)  
Contacto en Canadá: Howard Jackson  
[ajholdings@shaw.ca](mailto:ajholdings@shaw.ca); [hjackson.capitis@gmail.com](mailto:hjackson.capitis@gmail.com)  
Teléfono en Canadá: (1) 403-680-9696  
Fax en Canadá: (1) 403-288-7871

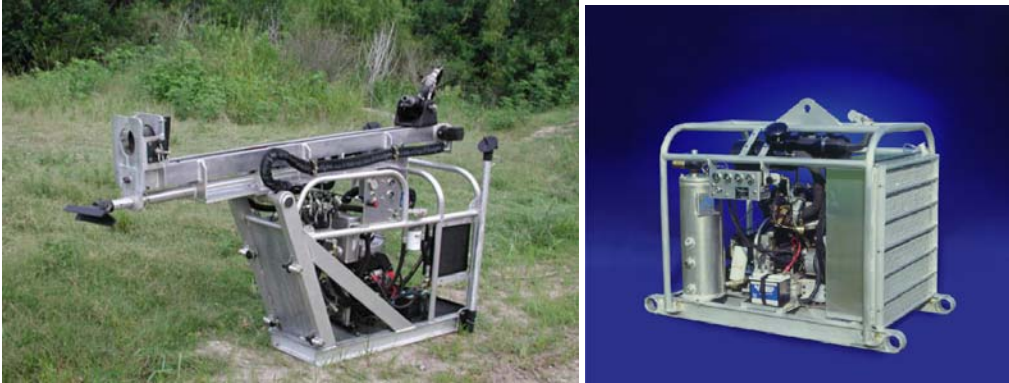
### ***Taladros Heliportables***

#### ***American Drilling Systems HPZ-200 (taladro heliportable)***



La unidad de taladro HPZ-200 es una pieza de taladro portátil por helicóptero que pesa 1300 lbs. Una canaste de soporte aparte se usa para transportar las tuberías del taladro, combustible y otros suministros. El taladro contiene un motor diesel de 60 Hp. El sistema hidráulico poderoso de 2500 psi permite perforar a profundidades de 40 metros en la mayoría de las formaciones. Cuando el taladro HPZ-200 está acoplado con el compresor XD-185, tiene la capacidad de perforar a través de roca sólida con facilidad. Esta unidad cuando está configurada adecuadamente, puede perforar con martillos, agua-aire.

### ***Hammerhead HPD Air Lite 200 (Taladro Heliportable y compresor)***



El taladro es auto-contenido. El motor Diesel es un Hatz 2G40. La máxima profundidad es de 60 metros. El sistema hidráulico está catalogado a 1800 psi a 15 galones por minuto. El taladro HPDes adecuado para la perforación con agua y con aire, pero normalmente se usa para la perforación con aire conun compresor de aire separado. El taladro HPD tiene patas ajustables tal que el mástil se pueda colocar en posición vertical fácilmente para la perforación segura y eficiente en áreas montañosas. El diámetro típico del pozo es de 3 1/2" - 4".

### ***Capitis Compresor C-1500***



Este compresor se puede montar sobre un trailer o se puede usar en operaciones heliportables (1 ó 2 módulos). Tiene un motor Diesel de 130 HP. Opera con una presión máxima de 230 PSI, un volumen de 400 CFM y 2500 RPM. Se usa para perforación neumática y puede soportar 2 cuadrillas de perforación a una distancia de hasta 2 Km con el uso de mangueras de aire de alta presión.

Pesa 832 Kg (1 modulo) ó 2 módulos a 561 Kg y 271 Kg.

Dimensiones: 0.84 m x 1.84 m x 1.25 m

### ***Contacto:***

#### **American Drilling Systems**

2580 West County Rd. #14

P.O.Box 1298

Loveland, Colorado 80539

USA

Phone: (970)-461-0988

Fax: (970)-663-2023

E-Mail [Dave@americandrilling.com](mailto:Dave@americandrilling.com)

**Hammerhead Rock Tools, Inc.**

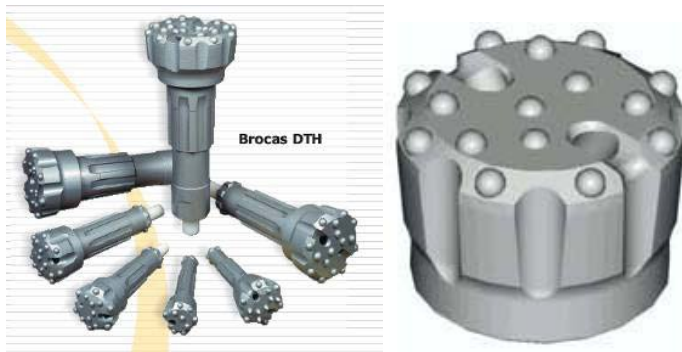
8520 Warren Road  
Houston, TX, 77040  
Teléfono: 1-(713)466-5202  
Fax: 1-(713)466-5312  
Cell: 281-217-0306  
Atención: Ken Barnum  
E-mail: [kbarnum@hammerheadrocktools.com](mailto:kbarnum@hammerheadrocktools.com)  
Web: [www.hammerheadrocktools.com](http://www.hammerheadrocktools.com)

Para compresor heliportable de **Capitis Exploration C.A.**

No. 56 Av. Fuerzas Armadas  
Maturin, Monagas, Venezuela  
Teléfono en Venezuela: (58) 414-766-6234  
Fax en Venezuela: (58) 291-652-6931  
VZ, E-mail: [jnewnha@attglobal.net](mailto:jnewnha@attglobal.net)  
Contacto en Canadá: Howard Jackson  
[ajholdings@shaw.ca](mailto:ajholdings@shaw.ca); [hjackson.capitis@gmail.com](mailto:hjackson.capitis@gmail.com)  
Teléfono en Canadá: (1) 403-680-9696  
Fax en Canadá: (1) 403-288-7871

***Accesorios para perforación suministrados por Ingeoservice Colombia***

***Brocas de Boton ( D.T.H. Button Bits ) - Cara Plana***



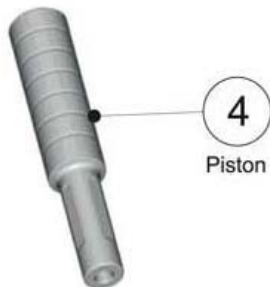
***Brocas para martillos BR2 ( 80 mm )***

**Martillos Bulroc tipo Válvula - BR2**



	Sistema Ingles	Sistema Métrico
Peso (sin broca)	28.6 libras	13 kilos
Longitud (sin broca)	33''	838 mm
Diámetro externo	2.44''	62 mm
Peso del Pistón	4.0 libras	1.8 kilos
Golpe del Pistón	4.0''	101 mm

**Pistones para martillo BR2**



<b>Especificaciones Pistón HSB2S03</b>		
	Sistema Ingles	Sistema Métrico
Peso del Pistón	4.0 libras	1.8 kilos
Golpe del Pistón	4.0''	101 mm

**Tubería de 1 metro x 1 1/2'' - SCH 40**



MATERIAL Acero al Carbón

DIMENSIONES ACOPLES

HEMBRA 4140 - 2 1/4'' x 100 mm Rosca cuadrada de 1 3/4'' X paso de 1/4

MACHO 41 40 - 2 1/4'' x 100 mm Rosca cuadrada de 1 3/4'' X paso de 1/4

SOLDADURA 7018 con cuatro (4) pines de seguridad

***Tubería de 1.50 metros x 1 ½” – SCH 40***

MATERIAL Acero al Carbón

DIMENSIONES ACOPLERES

HEMBRA 4140 – 2” x 100 mm Rosca cónica tipo tractor de 60 ° paso de ¼ - cuñas en 5 /16

MACHO 4140 – 2” x 100 mm Rosca cónica tipo tractor de 60° x paso de ¼.

SOLDADURA 7018 con cuatro (4) pines de seguridad

***Motor Honda GXV – 160 / 5.5 Hp***



MOTOR Honda GXV – 160 de Gasolina / 4 tiempos

TORQUE 10.8 Nm

POTENCIA 5.5 Hp a 3000 RPM

BUJIA CHAMPION 14RYC NGK 6030

HOLGURA O LUZ DE BUJIA 0.028 □ 0.031 in (0.7 □ 0.8 mm )

LUZ DE VALVULA ADMISION 0.15 □ 0.19 mm

LUZ DE VALVULA ESCAPE 0.20 □ 0.24 mm

PESO MOTOR 15 KILOS

ACEITE MOTOR SAE 15 W 40 Para Gasolina

FILTRO DE AIRE HONDA 17210 □ ZE7 □ 505

TIPO DE ARRANQUE Manual (Yoyo)

***Motor Honda GXV – 340 / 11 Hp***



MOTOR Honda GXV – 340 de Gasolina / 4 tiempos

TORQUE 24 Nm

POTENCIA 11 Hp a 3000 RPM

BUJIA CHAMPION 14RYC NGK 6030

HOLGURA O LUZ DE BUJIA 0.028 - 0.031 in □ 0.70 – 0.80 mm )

LUZ DE VALVULA ADMISION 0.15 □ 0.17 mm

LUZ DE VALVULA ESCAPE 0.20 □ 0.22 mm

PESO MOTOR 29 KILOS

ACEITE MOTOR SAE 15 W 40 Para Gasolina

FILTRO DE AIRE HONDA 17211□ZF5□V01  
TIPO DE ARRANQUE Manual (Yoyo)

*Brocas de tres y dos alas*



*Sellos secos para bombas GORMANN RUPP*



*Estructuras y Carpas*



### 1.3. EQUIPOS DE TOPOGRAFIA

A continuación se describirán las estaciones totales y estaciones GPS recomendadas para el uso en Colombia. Es necesario mencionar que el orden de aparición no implica ningún nivel de preferencia.

#### ***Leica Smart Station***

[http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-SmartStation\\_8276.htm](http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-SmartStation_8276.htm)

Leica es uno de los fabricantes de instrumentos de topografía más antiguos que capturan, analizan y presentan información espacial. La Smart Station combina a la estación total con estación GPS y se pueden usar por separado según se amerite. No es necesario tener puntos de control, largas poligonales ni intersecciones inversas. El GPS determina la posición y luego se replantea con la estación total.

Para la compra, mantenimiento y capacitación en Colombia se puede contactar a Franco N. Hermanos Ltda., atención de Mauricio Franco (323-0700) o a Prosis Procálculo, atención de Javier Salgado (638-7272 ext 2314).

Este equipo es lo último en tecnología de levantamientos y se puede utilizar en todo tipo de terreno sin restricciones. La Smart Station está altamente recomendada por su versatilidad y aumento de producción. Este sistema es apropiado para la ANH y Colombia.



#### ***Leica TPS1200+Series***

[http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-TPS1200\\_4547.htm](http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-TPS1200_4547.htm)

Estos instrumentos proporcionan mediciones EDM precisas sin reflector con puntos laser pequeños y mide distancias sobre los 1000 metros. Gracias al nuevo telescopio, el usuario se beneficia de las mediciones precisas a reflectores.

Para la compra, mantenimiento y capacitación en Colombia se puede contactar a Franco N. Hermanos Ltda., atención de Mauricio Franco (323-0700) o a Prosis Procálculo, atención de Javier Salgado (638-7272 ext 2314).

Este equipo se puede utilizar en todo tipo de terreno y es apropiado para la ANH y Colombia.



#### ***Nikon Nivo C***

[http://www.nikonpositioning.com/nivo\\_c.aspx](http://www.nikonpositioning.com/nivo_c.aspx)

Nikon-Trimble Co., Ltd. es un consorcio entre Nikon Corporation y Trimble para tratar los mercados de topografía global y construcción.

De tamaño compacto y liviano, este instrumento tiene una pantalla táctil, lentes ópticos de alta calidad, efectúa mediciones EDM rápidas y precisas, realiza mediciones con prisma y sin reflector, tiene baterías intercambiables, conexión Bluetooth para la transferencia de datos, etc.

Para la compra, mantenimiento y capacitación en Colombia se puede contactar a Dissman Ingeniería Ltda., atención de José Antonio Vásquez (312-8501). [www.dissmaningenieria.com](http://www.dissmaningenieria.com)

Este equipo se puede utilizar en todo tipo de terreno y es apropiado para la ANH y Colombia.



### ***Sokkia Series 50X***

<http://www.sokkia.com/Products/Detail/Series50X.aspx>

Por más de 88 años, SOKKIA ha sido un líder innovador en el desarrollo de instrumentos topográficos de alta precisión y calidad.

Estos instrumentos proporcionan un comportamiento confiable, con grandes rangos y velocidades de medición, de alta precisión, trabajan en todo tipo de tiempo, con software fácil de usar y de tamaño compacto, tiene conexión Bluetooth para la transferencia de datos, SD/SDHC slot y USB, etc.

El distribuidor en Colombia es BBB Equipos S.A. Avenida Las Americas No.36-43 (269-3617) <mailto:www.bbbequipos.com>. También se puede contactar a Gamatecnica Ingeniería, atención de Leonidas Reyes (245-2089). [www.gamatecnica.com](http://www.gamatecnica.com)

Este equipo se puede utilizar en todo tipo de terreno y es apropiado para la ANH y Colombia.



### ***Spectra Precision Focus 8***

<http://www.spectraprecision.com/focus8-page.aspx>

Los instrumentos Spectra Precision Focus 8 son confiables y duraderos; operan con el sistema operativo Windows CE. Tienen una construcción resistente a todo tipo de tiempo, y polvo con batería de larga vida. Precisión de ángulos entre 2" y 5". Tienen una tecnología de pantalla táctil. Tienen conexión Bluetooth para la transferencia de datos.

Estos equipos son construidos en 10355 Westmoor Drive, Suite #100 Westminster, CO 80021, USA (+1-720-587-4700) [sales@spectraprecision.com](mailto:sales@spectraprecision.com). En Colombia se puede contactar a Ingeotop & Cia, atención Hernando Vásquez (416-7372).

Este equipo se puede utilizar en todo tipo de terreno y es apropiado para la ANH y Colombia.



### ***Trimble S8***

<http://www.trimble.com/trimbleS8.shtml>

Por más de 30 años Trimble ha desarrollado más de 900 patentes en los diferentes equipos que construye. Este equipo versátil se puede usar cuando se busca una alta productividad o para proyectos de ingeniería de alta precisión.

Con el control de video asistido se puede ver lo que el instrumento ve. Se pueden seleccionar objetivos con un toque de la pantalla y las medidas se dibujan en la imagen de video para asegurarse de nunca perder un punto.

Para ventas, mantenimiento y capacitación se puede contactar a: BBB Equipos S.A. Avenida Las Americas No.36-43 (269-3617). Datum Ingenieria Ltda Calle 43 No.67A36 Piso 2 (222-8716). Pro cálculo Prosis, Carrera 12 90-20 (638-7272).

Este equipo se puede utilizar en todo tipo de terreno y es apropiado para la ANH y Colombia.



### ***Javad Triumph – 1 G3T***

<http://www.javad.com/jgnss/products/receivers/triumph-1.html>

GNSS, modem, antenas (GNSS, UHF, GSM, Bluetooth, y WiFi), y hasta 20 horas de batería recargable están contenidos en una caja liviana, resistente y herméticamente sellada. Las baterías se pueden cargar con cualquier fuente de alimentación de 10 a 30 voltios. Una antena externa se puede conectar para hacer un bypass a la antena GNSS interna.



En Colombia se puede contactar a Ingeotop & Cia, atención Hernando Vásquez (416-7372)

### ***ASHTECH Magellan Promark 500***

<http://ashtech.com/en/products/product.asp?PRODID=1294>

El sistema ProMark 500 rover y rover/base ofrece GPS+GLONASS+20 años de tecnología de campo en topografía y geodesia. Este sistema RTK proporciona una tecnología de punta GNSS en un diseño compacto, liviano y sin cables que proporciona movilidad y flexibilidad en el campo. Promark 500 incluye un procesamiento de datos “multi-constelación”, el uso de señales SBAS y GLONASS para fortalecer la solución GNSS, una solución RTK en caso de que la conexión se pierda.



En Colombia se puede contactar a Gamatécnica Ingeniería, atención Leonidas Reyes (245-2089).

### ***Trimble R8 GNSS***

<http://www.trimble.com/trimbler8gnss.shtml>

Este sistema integrado proporciona precisión en una unidad duradera y compacta. Cuenta con la tecnología R-Track de Trimble, seguimiento y mejor recepción de señales de satélite GNSS, una actuación superior en aplicaciones RTK retardoras, capacidad de rastrear hasta 44 satélites, etc. Un sistema flexible e integrado permite usarlo en operaciones como rover o base. Trimble trae al personal del campo y de la oficina más cerca entre sí al permitir el flujo de datos y colaboración en un ambiente seguro basado en la web.



Para ventas, mantenimiento y capacitación se puede contactar a: BBB Equipos S.A. Avenida Las Americas No.36-43 (269-3617). Datum Ingeniería Ltda Calle 43 No.67A36 Piso 2 (222-8716). Pro cálculo Prosis, Carrera 12 90-20 (638-7272). Dismán Ingeniería, atención José Vásquez (312-8501).

### ***Sokkia GNSS GRX1***

<http://www.sokkialatinamerica.com/Products/Detail/197.aspx>

El sistema GNSS GRX1 de Sokkia ofrece un nuevo nivel de versatilidad y flexibilidad para sus aplicaciones de alta precisión. El GRX1 es económico, escalable y viene con tecnologías inalámbricas triples ideal para uso tipo RTK, como un móvil de red o como un receptor estático. Combinado con una de las nuevas libretas de Sokkia, los programas Spectrum Survey Field y Office para conveniencia y versatilidad máxima cual le asegura un incremento de eficacia y productividad de trabajo desde principio a fin.



El distribuidor en Colombia es BBB Equipos S.A. Avenida Las Americas No.36-43 (269-3617) <mailto:www.bbbequipos.com>. También se puede contactar a Gamatecnica Ingeniería, atención de Leonidas Reyes (245-2089). [www.gamatecnica.com](http://www.gamatecnica.com)

### ***Leica GPS1200+***

[http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-GPS1200\\_4521.htm](http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-GPS1200_4521.htm)

La precisión GNSS de los sistemas Leica utiliza la tecnología SmartTrack+. Un procesamiento de señales mejorado y la calidad de mediciones proporcionan una gran precisión aún en condiciones difíciles. El sistema SmartCheck+ garantiza confianza en las lecturas al chequear continuamente los resultados. Puede rastrear más satélites, más señales GNSS hoy en día y está habilitada para rastrear satélites futuros. Trabaja en temperaturas extremas, mal tiempo y terrenos rugosos.

Para la compra, mantenimiento y capacitación en Colombia se puede contactar a Franco N. Hermanos Ltda., atención de Mauricio Franco (323-0700) o a Prosis Procálculo, atención de Javier Salgado (638-7272 ext 2314).

### ***Spectra Precision GPS/GNSS Epoch 35***

<http://www.spectraprecision.com/epoch35-page.aspx>

La unidad Spectra Precision Epoch utiliza tecnología GPS y GLONASS muy preciso, lo cual permite una cobertura de satélites muy grande. Esto permite observaciones en áreas en donde un solo satélite no permitiría resultados. Incluye una base, un rover, software de campo, colector de datos y modem de radio. Tiene capacidad Bluetooth integrada y una batería interna intercambiable. Proporciona resultados de alta calidad en diferentes modos incluyendo RTK, estático y PPK. El sistema opera sin línea de visión entre puntos y se puede usar en cualquier condición de tiempo.

Para levantamientos RTK, el sistema base puede incluir una opción de modems de radio que proporcionan una conexión de datos de alta o baja potencia desde la base hasta el rover. Para RTK en network simplemente se conecta a un modem celular usando un colector de datos con WAN integrado. La conexión de datos puede transmitir 19.200 BPS. Se puede operar en cualquier condición de tiempo y es a prueba de agua.

Estos equipos son construidos en 10355 Westmoor Drive, Suite #100 Westminster, CO 80021, USA (+1-720-587-4700) [sales@spectraprecision.com](mailto:sales@spectraprecision.com). En Colombia se puede contactar a Ingeotop & Cia, atención Hernando Vásquez (416-7372).

### ***Recomendaciones***

Mustagh Resources ha realizado un estudio exhaustivo de los instrumentos de topografía disponibles en el mercado en la actualidad. Sólo las últimas versiones se han considerado. Todos estos instrumentos cuentan con las especificaciones establecidas por la ANH y en teoría deben trabajar adecuadamente en todo tipo de condición de tiempo/clima. Sin embargo, queremos dejar por escrito que no le recomendamos a la ANH la adquisición de equipos Nikon pues en condiciones similares de campo tanto en Perú como en Bolivia, estos equipos requirieron de mucho más mantenimiento y reparaciones (comparados con equipos Leica y Trimble). Esta información fue proporcionada por el señor Edwin Sainea – 311-865-0272-(quien ofreció la capacitación a los militares) y quien trabaja continuamente en diferentes países de Sur América.



#### 1.4. EQUIPOS DE COMUNICACION

Para la fecha de elaboración de este reporte final, se esperaban los datos de entrada a ser proporcionados por el Ejército Nacional. Desafortunadamente, no fueron proporcionados antes de la fecha de culminación del contrato. Por lo tanto queda pendiente esta sección, la cual será completada a su debido tiempo.

Sin embargo, se recomienda hacer la solicitud al Ministerio de Comunicaciones para el otorgamiento de las frecuencias a ser usadas durante los trabajos de campo. Es necesario discernir si estas frecuencias serán diferentes dado que serán utilizadas por el personal del Ejército. También es importante determinar cuáles es la potencia máxima que se puede usar.

Para los radios portátiles (handy) y las bases se recomiendan 2 marcas: Motorola y Icom, las cuales se pueden comprar en el país.

Para una brigada 2D de tamaño normal, se necesitarán unas 20 unidades para topotrocha, 20 para perforación. Estas 40 unidades se pueden rotar y ser usadas posteriormente por el personal de registro. El campo base necesitará aproximadamente 25 radios más. En total, se estima entre 60 y 80 radios serán suficientes.



**ICOM**

##### **IC-F14 - F24**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

IC-F14: VHF, 5 Watts, 16 Canales

IC-F14S: VHF, 5 Watts, 4 Canales

IC-F24: UHF, 4 Watts, 16 Canales

IC-F24S: UHF, 4 Watts, 4 Canales



**ICOM**

##### **IC-F50 - F60**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

"IC-F50: VHF, 5 Watts, 128 Canales IC-F60: UHF,

4 Watts, 128 Canales"



 ICOM

**IC-F3021 - F4021**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

IC-F3021S / IC-F3021T

IC-F4021S / IC-F4021T

128 Canales, 5 Watts / 4 Watts

[ver más detalles](#)



 ICOM

**IC-F3061 - 4061**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

IC-F3061S: VHF, sin teclado

IC-F3061T: VHF, con teclado

IC-F4061S: UHF, sin teclado

IC-F4061T: VHF, con teclado

512 Canales, 5 Watts



 ICOM

**IC-F33GS/GT-F43GS/GT - F43TR**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

IC-F33GS/GT: VHF, 5 Watts, 256 Ch

IC-F43GS/GT: UHF, 4 Watts, 256 Ch

IC-F43TR: UHF: 4 Watts, Trunking LTR



### **A8 tm de MAG ONE**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

A8 MAG ONE: VHF, 1W-5W / UHF 1W-4W , 16  
Canales



### **PRO5150**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

PRO5150: VHF, 1W-5W / UHF, 1W-  
4W, 4 ó 16 Canales



### **PRO5150 Elite**

Tipo: Portátil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

PRO5150 Elite: VHF 1-5W / UHF 1-4W, 16  
Canales



### **EP-450 con Pantalla y sin Pantalla**

Tipo: Portátil  
Banda: Comercial

Descripción Principal:  
EP450: VHF, 5 Watts, 16 Canales / UHF, 4  
Watts, 16 Canales  
Dimensiones: 130.5mm x 62mm x 45mm  
(5.12in. x 2.44in. x 1.77in.)



### **SERIE XTN**

Tipo: Portátil  
Banda: Comercial

Descripción Principal:  
SERIE XTN: VHF, 2 Watts / UHF, 2 Watts, 6  
Canales



### **PRO2150 con Teclado Completo / con Teclado Limitado**

Tipo: Portátil  
Banda: Comercial

Descripción Principal:  
SERIE XTN: VHF, 2 Watts / UHF, 2 Watts, 6  
Canales



**PRO7150**

Tipo: Portátil  
Banda: Comercial

Descripción Principal:  
PRO7150: VHF 1-5W / UHF 1-4W, 128 Canales



**IC-F520 - F620**

Tipo: Móvil  
Banda: Comercial

Descripción Principal:  
IC-F520: VHF, 25W, 256 Ch  
IC-F521: VHF, 50W, 256 Ch  
IC-F620: UHF, 25W, 256 Ch  
IC-F621: UHF, 45W, 256 Ch



**IC-F5061 - IC-F6061**

Tipo: Móvil  
Banda: Comercial

Descripción Principal:  
IC-F5061: VHF, 50 Watts, 512 Ch  
IC-F6061: UHF, 45 Watts, 512 Ch



**PRO7100**

Tipo: Móvil

Banda: Comercial

Descripción Principal:

PRO7100: VHF 25-45W / UHF 25-40W, 128  
Canales

***Contacto:***

**Elecsu Electrónica**

Cra. 12 No. 19 - 46 Piso 4

Tel. 2811141 - 2814531 Fax: 2435756

Bogotá Colombia

e-mail: [elecsu@etb.net.co](mailto:elecsu@etb.net.co) / [gerencia@elecsuelectronica.com](mailto:gerencia@elecsuelectronica.com)

**ISEC**

Transversal 93 # 53 - 48 Int. 12

Teléfono: 276 1540

Fax: 224 6130

Bogotá Colombia

e-mail: [isec@isec.com.co](mailto:isec@isec.com.co)