



PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS:

UNA HERRAMIENTA DE LA ANH PARA IMPULSAR LA EXPLORACIÓN DE
HIDROCARBUROS EN CUENCAS FRONTERA COLOMBIANAS

Jairo Mojica Corzo & Clemencia Gómez

Geólogo, Dr. rer. nat.
Asesor ANH

Geóloga, PhD.
Asesora ANH

FUNCIONES DE LA ANH

La ANH fue creada por el Decreto 1760 de 2003 y entre sus funciones están:

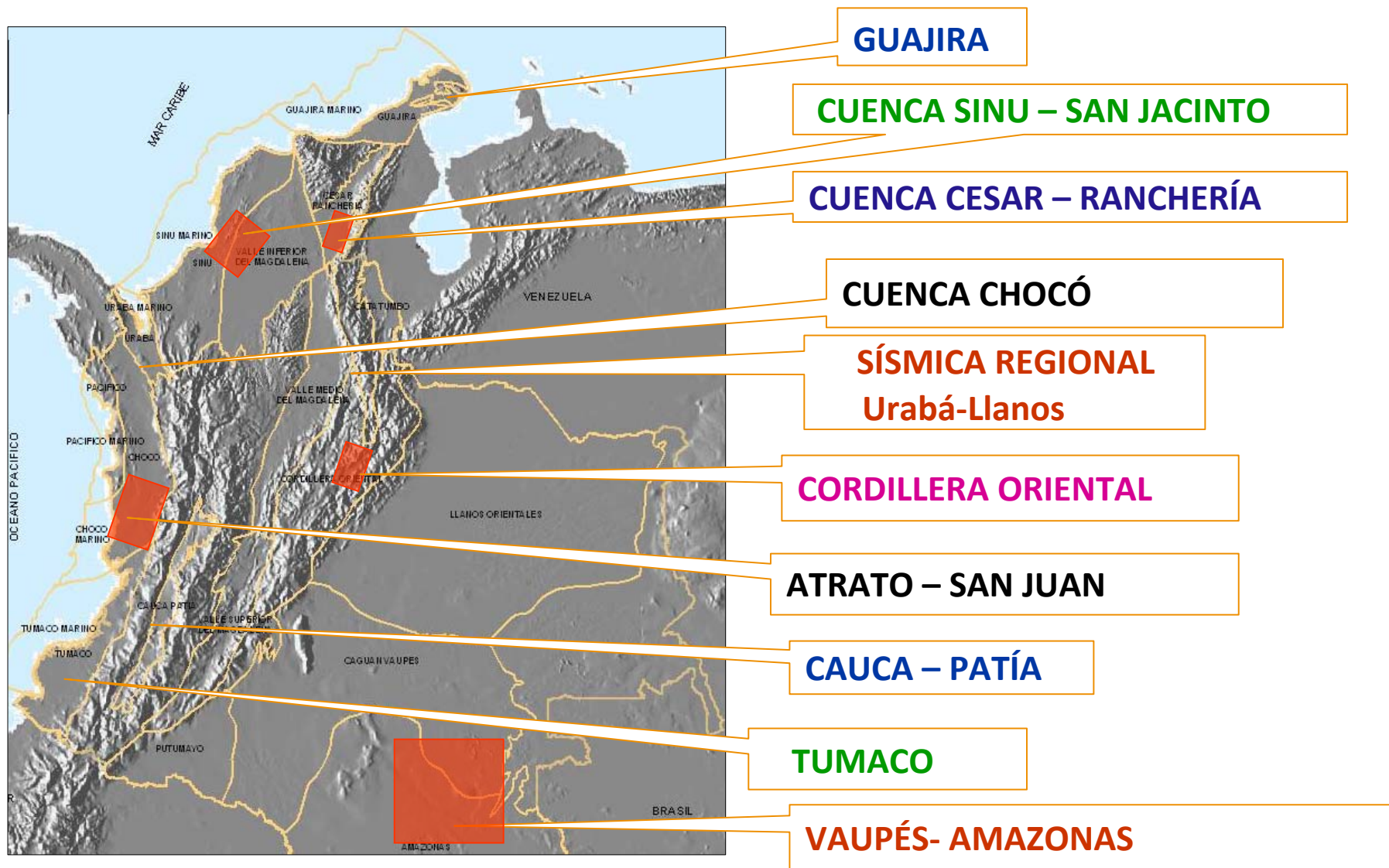
1. **Administrar las áreas hidrocarburíferas de la Nación y asignarlas para su exploración y explotación.**
2. **Evaluar el potencial hidrocarburífero del país.**
3. **Diseñar, evaluar y realizar estrategias de promoción de la exploración y explotación de hidrocarburos.**
4. **Promover el conocimiento de las cuencas sedimentarias colombianas aún en estado de sub-exploración o de notable desconocimiento (*Cuencas Frontera*).**

ANTECEDENTES EXPLORATORIOS

Acorde con lo anterior, entre 2005 y 2009, la AHN ha realizado, o está realizando, numerosos proyectos de investigación en las siguientes cuencas (*sensu* AHN 2006):

1. Sinú- San Jacinto
2. Chocó
3. Tumaco,
4. Cauca- Patía
5. Cordillera
6. Cesar- Ranchería y Guajira
7. Cordillera
8. Zonas de Costa Afuera
9. Vaupés- Amazonas

Localización de algunos proyectos exploratorios en zonas sub-exploradas y de frontera de Colombia, entre 2005 y 2009



METODOLOGÍA USADA POR LA ANH PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE EXPLORACIÓN EN LA ANH



1. SENSORES REMOTOS



Fotos aéreas

Imágenes de satélite

2. AERO-GEOFÍSICA



Mapas Gravimétricos y Magnetométricos

3. GEOLOGÍA DE SUPERFICIE



Mapas geológicos de campo

Muestras de Rocas. Análisis petrográficos

4. TOMA DE INFORMACIÓN

GEOFÍSICA DEL SUBSUELO



Sísmica 2D Magneto-telúrica

5. TOMA DE INFORMACIÓN

DIRECTA DEL SUBSUELO

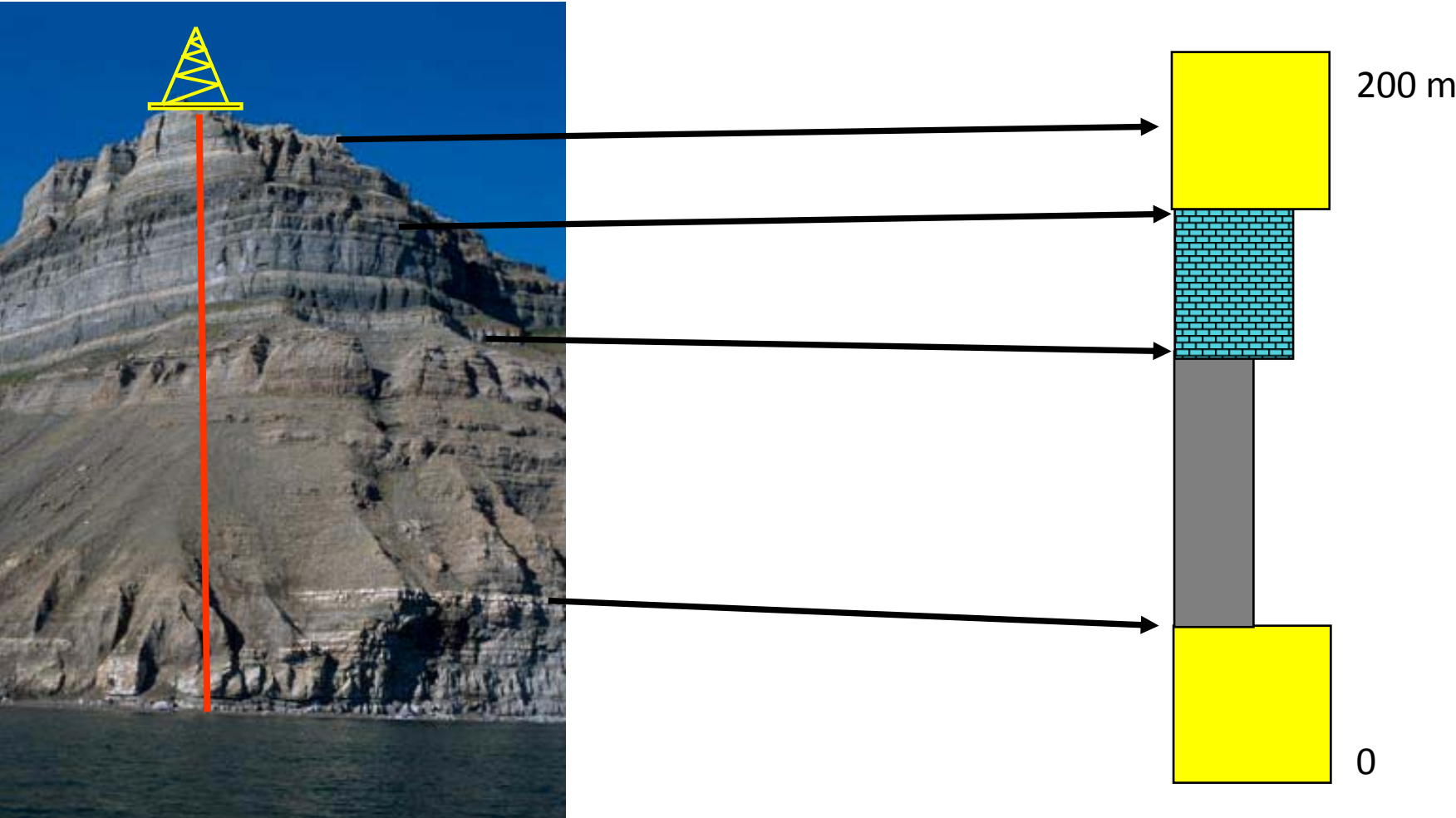
Perforación de Pozos Estratigráficos



convencionales y angostos (“*slim-holes*”)

POZO ESTRATIGRÁFICO

- Es una perforación geológica de investigación dirigida a la consecución de información específica del subsuelo, mediante la toma de registros geofísicos de pozo, toma de núcleos de roca, de fluidos y de gases.
- **Por no ser una empresa petrolera, la ANH perfora estos pozos sin la intención de encontrar campos productores de hidrocarburos.**
- **No obstante, la información adquirida en los pozos debe servir para identificar condiciones propicias para el hallazgo de prospectos para hidrocarburos, yacimientos minerales, desarrollo de obras civiles, etc.**

Afloramiento de estratos y representación del pozo estratigráfico correspondiente



 Areniscas  Calizas

http://www.npolar.no/geonet/items-picture-atlas/p_a_sv_08.html

Fotografía aérea que ilustra el medio ambiente en una zona del bajo Atrato.



Además de conocer las propiedades del subsuelo ¿qué más se busca con los pozos estratigráficos?

Otro objetivo importante de los pozos estratigráficos es comprobar la existencia de Sistemas Petrolíferos Activos, con suficiente potencial para generar hidrocarburos comerciales.

Para ello se debe establecer:

- 1. La existencia de suficientes intervalos de roca generadora de hidrocarburos.**
- 2. La ocurrencia de suficientes rocas reservorio.**
- 3. La presencia de rocas sello de buena calidad.**
- 4. Los tiempos de expulsión y entrapamiento de hidrocarburos, mediante dataciones radiométricas y paleontológicas.**

LA EXISTENCIA DE UN SISTEMA PETROLÍFERO REQUIERE:

ELEMENTOS

- Roca Madre
- Reservorio
- Roca Sello
- Trampa
- Sobrecarga suficiente



PROCESOS

- Generación
- Migración
- Formación de Trampas
- Preservación

Sincronismo
+
Balance de Masas
Positivo

TIPOS DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS PERFORADOS POR LA ANH

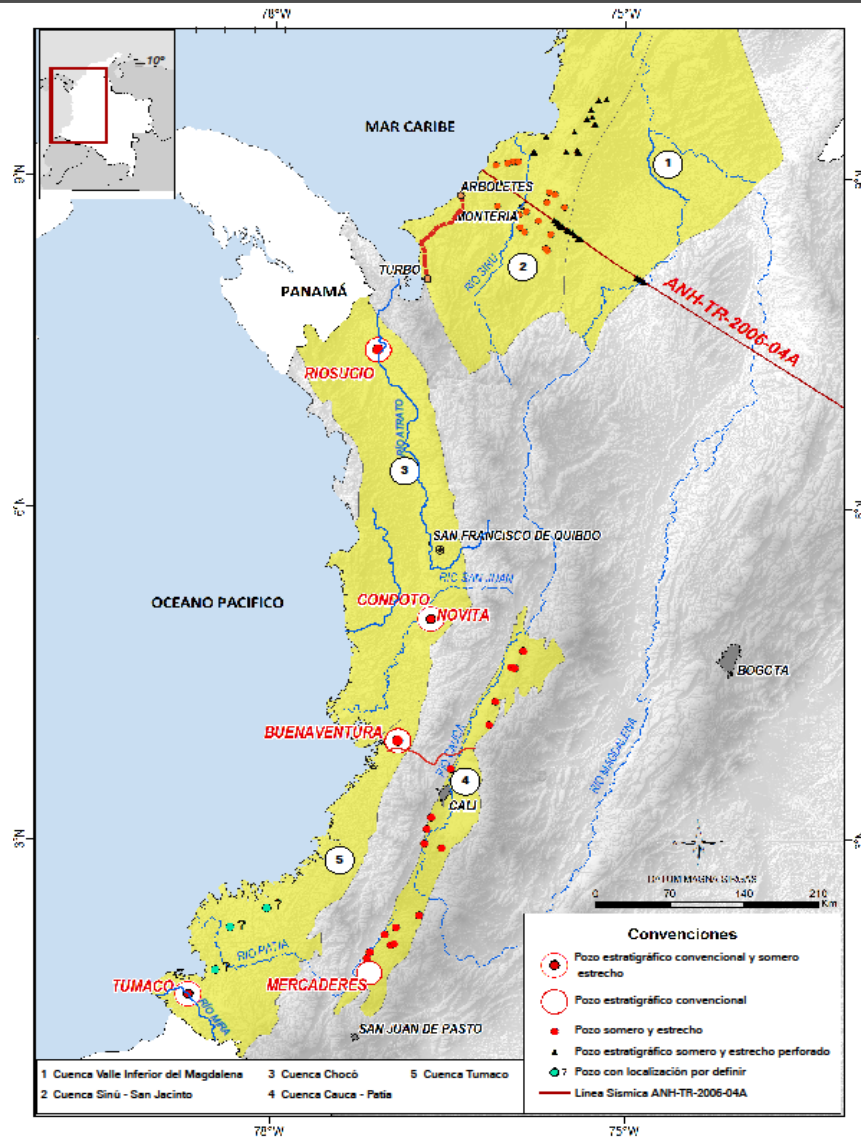
Para cumplir con la tarea de la “visualización” o reconocimiento del subsuelo, la ANH elaboró un programa consistente en la perforación de:

- 1) **Pozos estratigráficos someros y angostos**, del tipo conocido como “*Slim Holes*”;
- 2) **Pozos profundos y anchos**, de tipo “convencional”, es decir como los acostumbrados por la industria petrolera.

LOCALIZACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS

Localización de los pozos estratigráficos realizados, o proyectados por la ANH en algunas de las cuencas poco exploradas, sub-exploradas y de frontera en Colombia:

1. Valle Inferior del Magdalena
2. Sinú- San Jacinto
3. Chocó
4. Cauca- Patía
5. Tumaco



Pozos angostos y someros (slim holes)

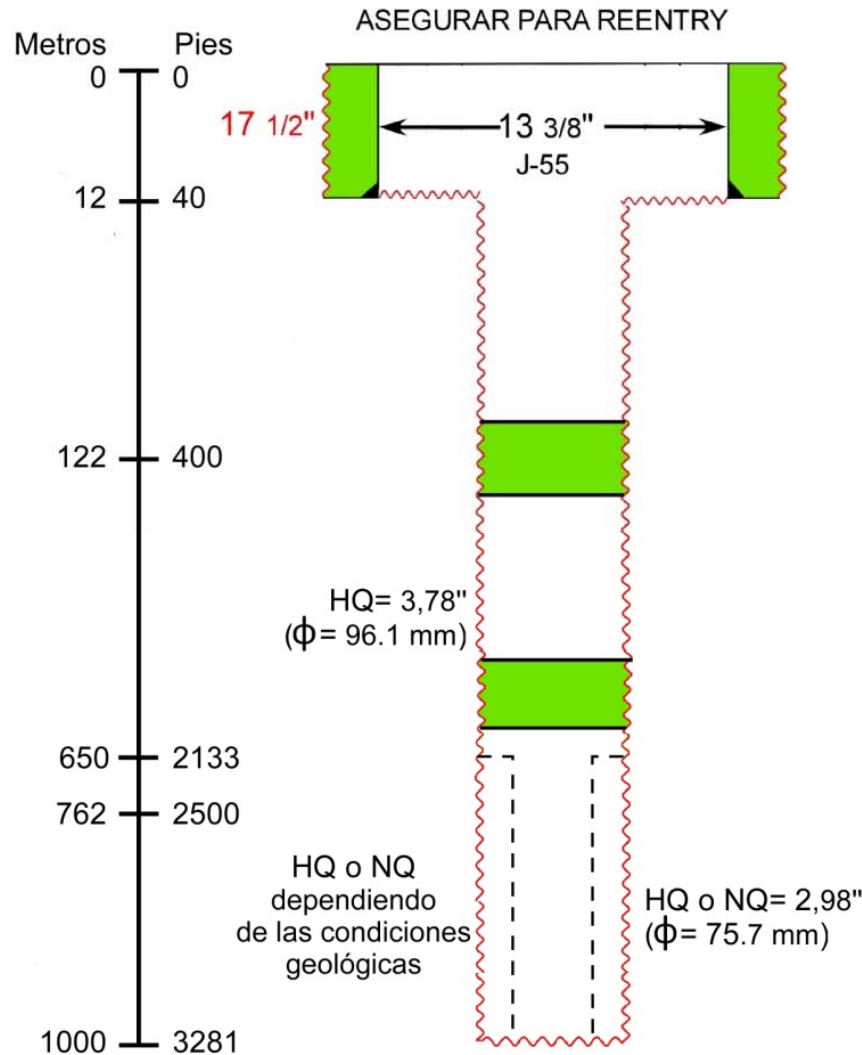
1. Perforaciones hasta cerca de 1000 m de profundidad, **totalmente corazonados**.
2. Para ello se utilizan **taladros portátiles y de bajo caballaje (160 a 400 HP)**, montados sobre un camión de doble troque.
3. Con la técnica "slim hole" se busca perforar pozos con el mínimo diámetro posible. **El diámetro de las brocas (HQ y NQ), varía entre 6 y 2,5 pulgadas**.
4. Los **pozos angostos no necesitan Licencia Ambiental, pero sí un Plan de Manejo Ambiental**, a obtener en la Corporación Autónoma Regional correspondiente.

- 1. Usan equipos pequeños y livianos, fáciles de movilizar: el taladro y en la tubería se transportan en uno o dos camiones de dos a tres ejes.**
- 2. El área de trabajo es reducida y emplean menor número de operarios.**
- 3. Disminuyen el volumen de cortes o ripios de perforación, que pueden tender a cero.**
- 4. Reducen los insumos (cemento, lodos, combustibles, brocas, tuberías, etc.), lo que significa una menor cantidad de desechos.**
- 5. Permiten tomar registros de pozo de igual calidad que la lograda en pozos convencionales.**
- 6. Los costos de un pozo estrecho pueden reducir la inversión hasta 1/6 parte de los de un pozo convencional.**
- 7. Amigables con el medio ambiente. Se perforan en aprox. 45 días**

Aspecto del área de trabajo necesaria para la perforación de un pozo angosto y somero, en este caso en un pozo en la Cuenca Sinú- San Jacinto, Colombia



Diseño mecánico de un pozo angosto y somero



Fluido base agua 8,6 - 8,9 LPG viscosidad con bentonita, densidad con solidos de formación.

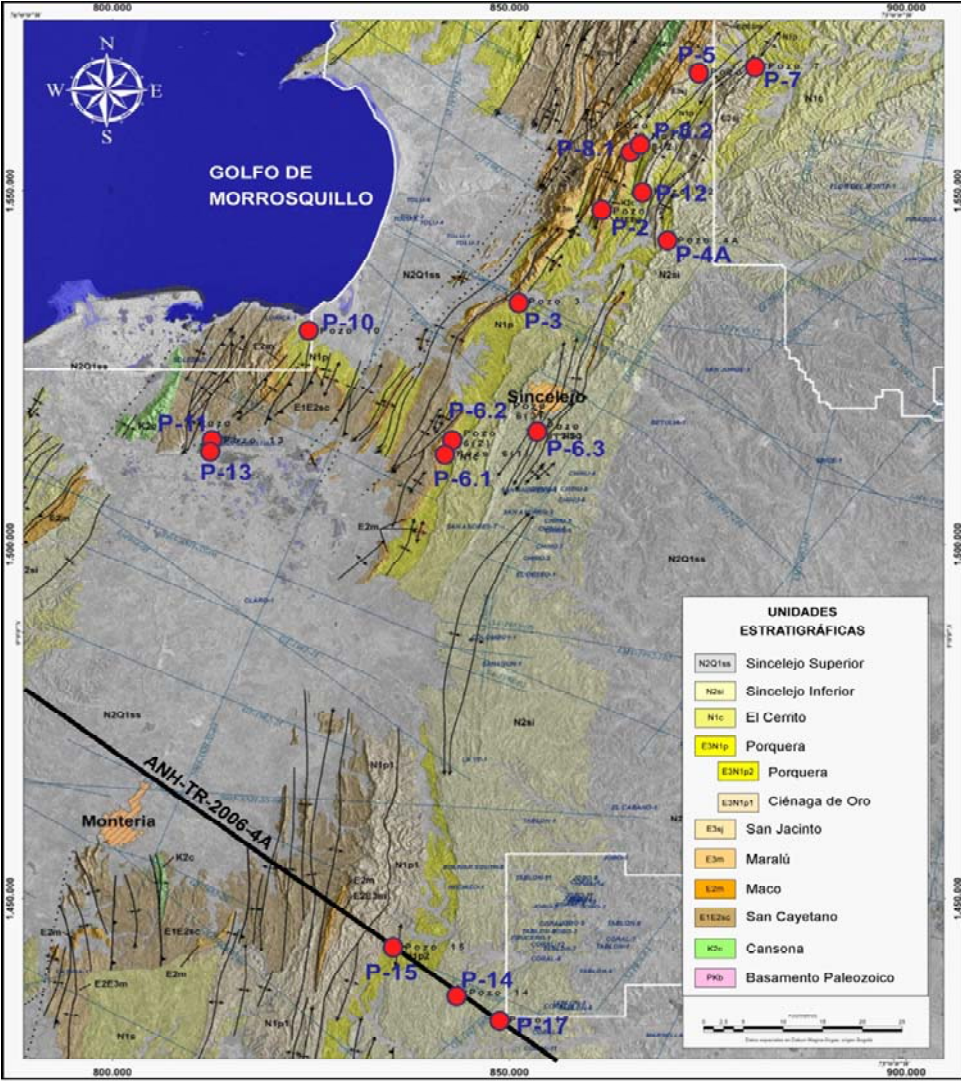
Fluido base agua polimérico, propiedades reológicas dispersas y densidad de 8,8 - 9,0 lpg densificar con carbonato de calcio convencional (baracarb). Tener contingencia barita como material densificante.

Viscosificante bentonita controlador de filtrado, alcalinizante, preventoras de embolamiento dispersante e inhibidor de arcillas.

Localización de los pozos estratigráficos angostos y someros perforados para la ANH en la Cuenca de Sinú- San Jacinto entre 2008 y 2009

Localización de los pozos

P2	Núcleo Anticlinal Chalán
P3	Flanco E Anticlinal Chalán
P4A	Flanco E Anticlinal Chalán
P5	Flanco E Anticlinal Chengue
P6 (3)	Núcleo Sinclinal Sincelejo
P7	Núcleo Anticlinal de Chalán
P10	Flanco W Anticlinal del Aserradero
P11	Sector Sur Anticlinal Aserradero
P2	Cabeceo Anticlinal del Cedro
P13	Sector Sur Sinclinal de Aserradero
P14	Línea Sísmica Regional
P15	Flanco W Anticlinal El Contento
P17	Línea Sísmica Regional

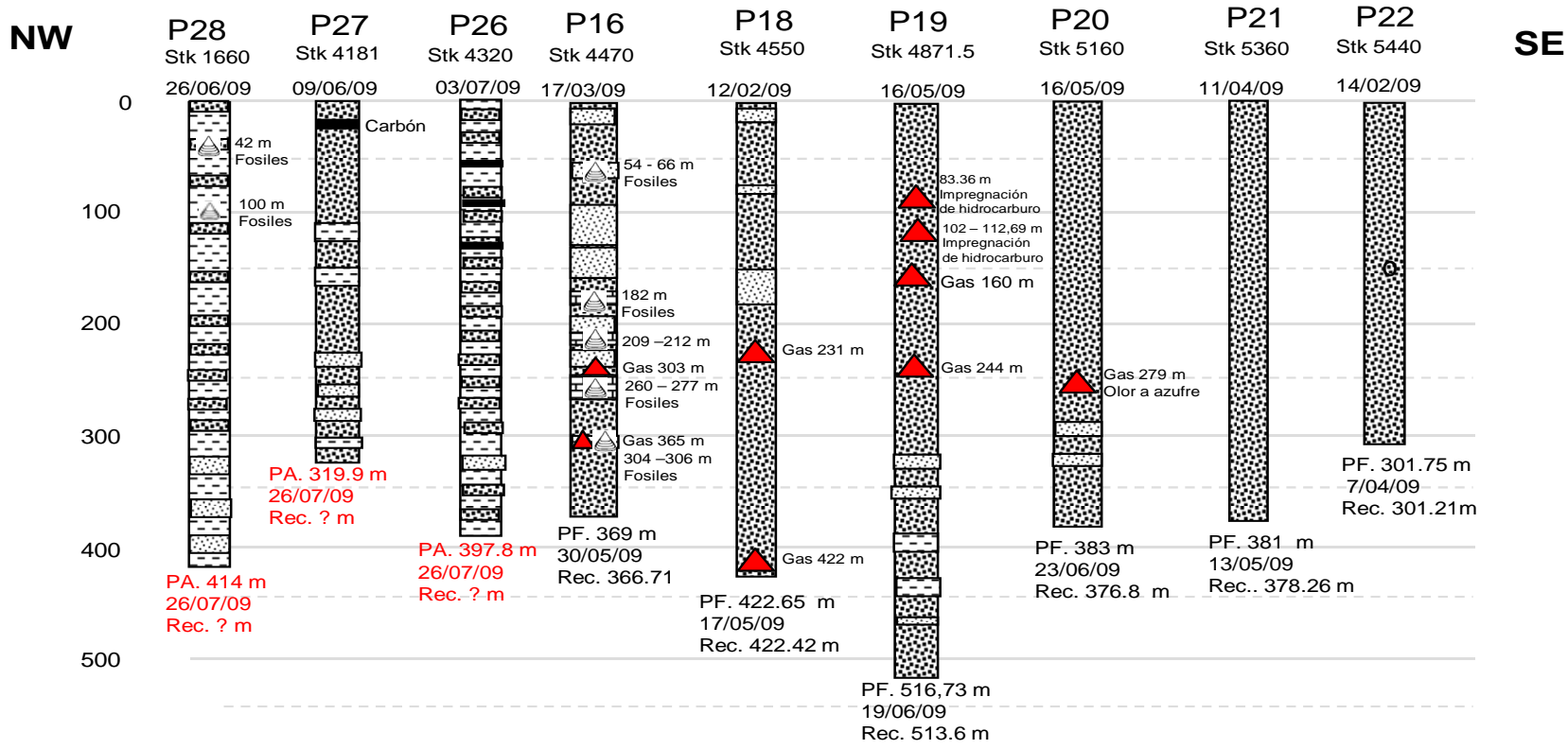


Esquemas de algunas columnas estratigráficas cortadas en algunos pozos someros perforados para la ANH en la Cuenca Sinú- San Jacinto



ESQUEMA DE PROFUNDIDAD Y LITOLÓGÍA PARA POZOS

Interventoría 2009. Inicia 15/01/2009, finaliza 15/06/2009

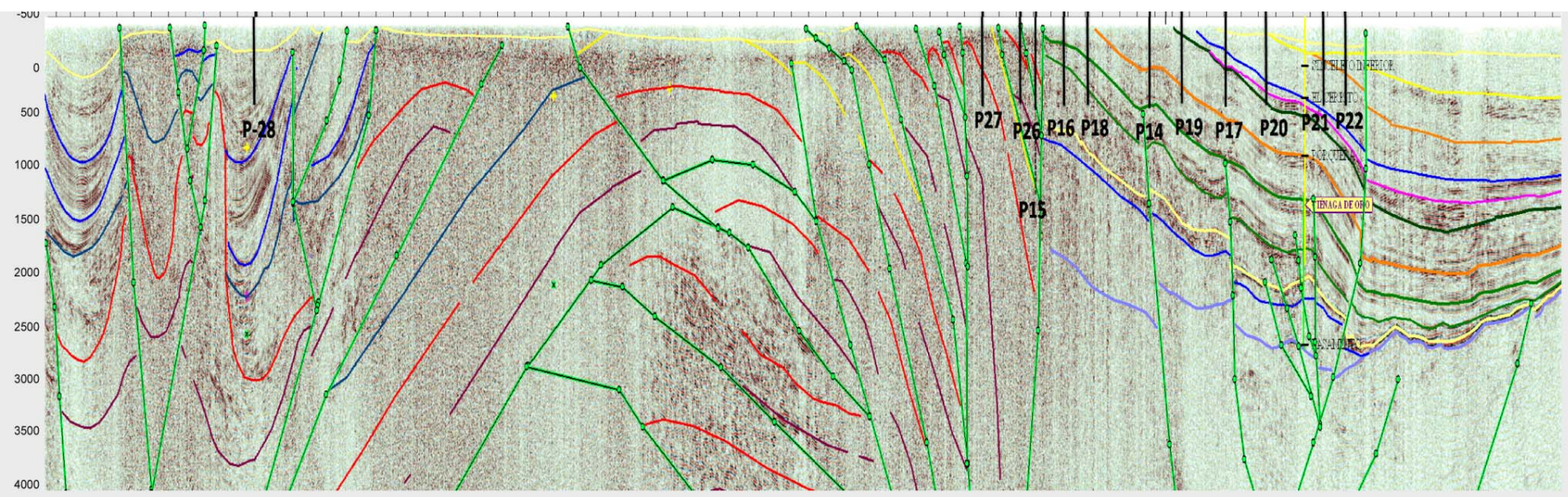


Convenciones

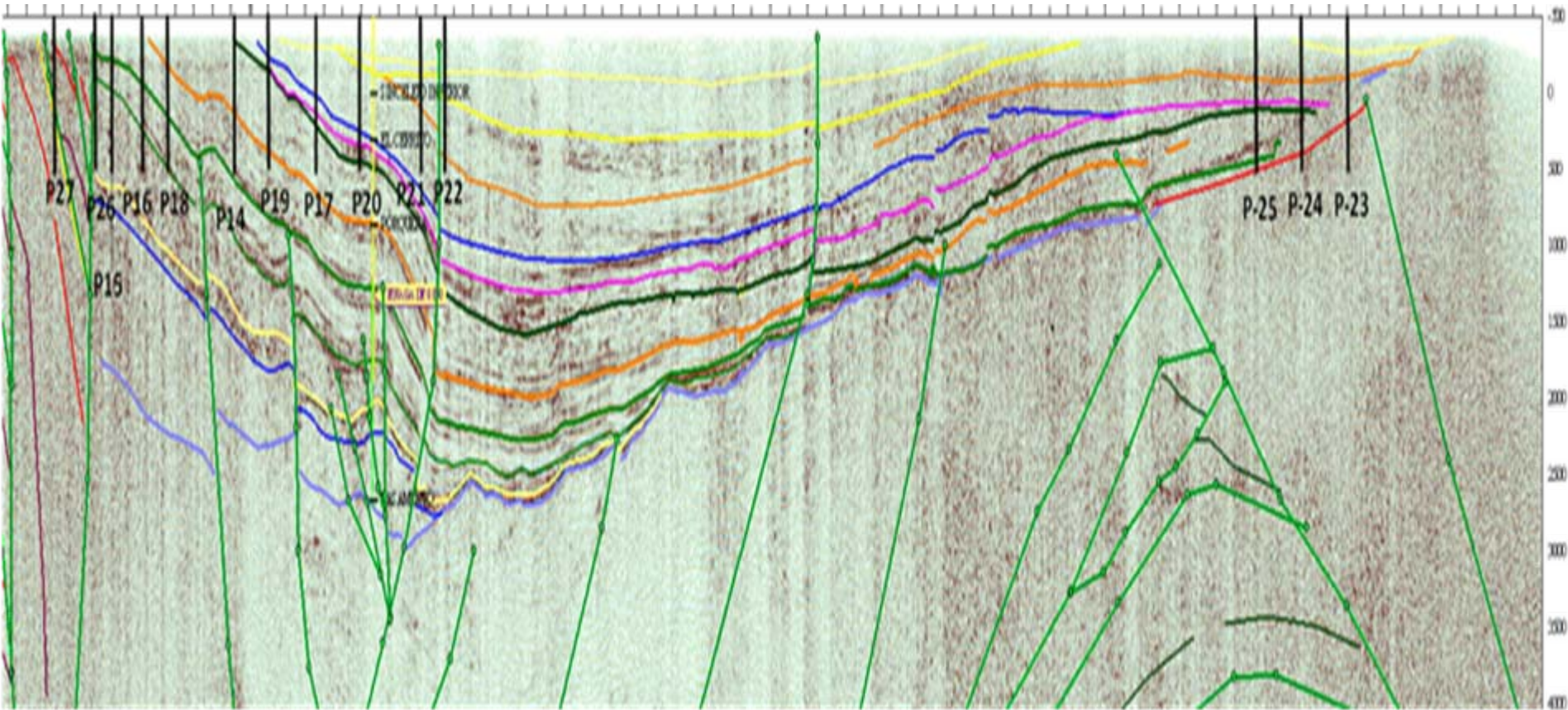
- Chert
- Grava
- Limo
- Caliza
- Fallado
- Fosiles
- Arenas
- Arcilla
- Carbón
- Presencia de gas o hidrocarburos

PF Profundidad Final
 PA Profundidad Actual
 PAb Profundidad de Abandono
 Tri Perforado con Tricono

Ubicación de los pozos angostos perforados en el sector oriental de la línea sísmica regional ANH-2006- TR - 4A



Ubicación de los pozos angostos perforados en el sector oriental de la línea sísmica regional ANH-2006- TR-4A



Pozos perforados hasta ahora a lo largo de la Línea Sísmica Regional ANH-2006-TR-4A. Los resultados relativos al identificación de las formaciones y sus edades sus preliminares.

POZO	PROF. (m)	CUENCA	FORMACIONES PERFORADAS	EDAD
28	414	Sinú	Ciénaga de Oro	En proceso
	319,9	Límite San Jacinto/ San Jorge	Ciénaga de Oro	En proceso
26	397,8	San Jorge	Ciénaga de Oro	Oligoceno Tardío a Mioceno Medio
15	448,1	San Jorge	Ciénaga de Oro	Oligoceno Tardío a Mioceno Medio
16	369	San Jorge	Ciénaga de Oro y El Floral ?	Oligoceno Tardío a Mioceno Medio
18	422,42	San Jorge	Ciénaga de Oro y El Floral ?	Oligoceno Tardío a Mioceno Medio
14	416,15	San Jorge	Sincelejo / Formación El Floral	Mioceno tardío a Plioceno? / Mioceno Temprano a Mioceno Medio
19	513,6	San Jorge	El Cerrito ?	Mioceno tardío ?
17	430,5	San Jorge	Sincelejo	Mioceno tardío a Plioceno?
20	376,8	San Jorge	Betulia ?	Plioceno tardío a Pleistoceno temprano
21	378,26	San Jorge	Betulia ?	Plioceno tardío a Pleistoceno temprano
22	301,21	San Jorge	Betulia ?	Plioceno tardío a Pleistoceno temprano

Algunos resultados del estudio de los núcleos de la Cuenca Sinú- San Jacinto (según UNICALDAS, 2009)



1. El volumen de posibles rocas almacenadoras resulta mucho más importante que lo asumido anteriormente.
2. Según la geoquímica, la materia orgánica de las facies pelíticas de las formaciones Arroyo Seco, Tolúviejo, Chengue, El Floral y Ciénaga de Oro, es suficiente para generar importantes volúmenes de aceite y gas.
3. Los resultados lito y bioestratigráficos obligan a modificar los modelos de evolución previamente postulados para la Cuenca de Sinú-San Jacinto, de un ambiente oceánico fluctuante entre profundo y somero, por uno somero con influencia deltaica y aportes de un basamento ígneo-metamórfico con afinidad continental.

Algunos resultados del estudio de los núcleos de la Cuenca Sinú- San Jacinto (según UNICALDAS, 2009)



4. Los nuevos modelos paleoambientales de las formaciones cenozoicas incrementan el potencial de hidrocarburos y el interés exploratorio en la Cuenca de Sinú-San Jacinto.
5. La Formación Arroyo Seco (Kerógeno tipo II, marino) presenta el mayor potencial para la generación de hidrocarburos. El resto de la secuencia cenozoica es más proclive a generar gas (Kerógeno tipo III, húmico terrestre).
6. Se presentaron flujos de gas en los pozos P5, P7, P8-1, P8-2, P11, P10, P13, con presencia de hidrocarburos líquidos en el pozo P11 a los 246.0 metros. El flujo de gas dificultó la perforación y fue causal de abandono de algunos pozos.
7. Las profundidades alcanzadas estuvieron entre 20 y 673 metros, teniendo un promedio de 353 metros para los 18 pozos perforados.

Pozos profundos, anchos y convencionales

1. Perforaciones de más 1000 m de profundidad, **parcialmente corazonadas**. Requieren taladros pesados, de más de 750 HP.
2. **El diámetro de las brocas es siempre mayor de 7 pulgadas**. El área para la ubicación de las instalaciones es amplia, por lo común de 70x80 m.
3. La **mayor cantidad de insumos** (principalmente lodos y agua para la perforación) y **el importante número de operarios y técnicos genera ciertos impactos sociales, ambientales y económicos**.
4. Son **perforaciones menos amigables con el medio ambiente, y con mayores impactos socio-ambientales, por cual necesitan Licencia Ambiental expedida por el MDVAT**. Requieren consultas y acuerdos con las comunidades, avalados por MIJ.

5. La obtención de la Licencia Ambiental puede llevar **entre seis y doce meses...**
6. La perforación puede tardar **entre 70, 90 días, o más.**
7. La movilización de los equipos puede convertirse en un problema costoso de resolver: ampliación de vías, construcción de desvíos, reforzamiento de puentes, pago de daños, interrupción del tráfico, etc.
8. Los costos **son cuatro o más veces mayores** que los de un pozo angosto.
9. Los riesgos de la operación se incrementan, en especial cuando se trata de zonas en las que la geología del subsuelo es apenas conocida, como en la Cuenca Chocó.

Conjunto de registros geofísicos de pozo a tomar, tanto los pozos angostos, como en los pozos angostos y convencionales de la ANH

- Potencial Espontáneo (SP)
- Rayos gamma (GR)
- Densidad - Neutrón
- Sónico
- Resistividades (Somero, intermedio y Profundo)
- Medida del Buzamiento ("Dipmeter")
- Acústicos (Sonido y VSP)
- Calibrador ("Caliper")
- De imágenes de pared

Pozo Lengupá, Cuenca Llanos, Bloque Cóndor.



Fuente:
www.crisisenergetica.org/forum/viewtopic.php?

JUSTIFICACIÓN

- Una de las regiones potencialmente petrolíferas, en estado latente de exploración en Colombia, es la “Cuenca del Chocó” (*sensu* ANH 2007), *que cubre casi 50.000 km²*.
- Hasta ahora, y durante la segunda mitad del siglo XX, en la Cuenca del Chocó se han perforado apenas 5 pozos exploratorios.
- Uno de ellos, el Pozo Buchadó-1, dio muestras de petróleo y gas en margas y shales de las formaciones Sierra y Napipí (Suárez 1988).

Estudios realizados por la ANH - Cuenca Chocó (2005 – 2009)

Sísmica 2D BGP. 2005;300 Km - G2 Seismic 2008; 330 Km

Geología de Superficie Dunia Consultores -2006 & Servigecol 2008

Aeromagnetogravimetría. Carson 2006-2008

Geoquímicos Gems (2007) Rocas y crudos HGA Ltda 2006. Gasometría

Petrográficos - Petrofísicos C & CO Ltda 2007

Levantamiento de columnas estratigráficas (Dunia-Servigecol)

Análisis Bioestratigráficos En proceso de contratación

Integración Información Geológica (EAFIT 2007-2008)

Sísmica - Costa afuera Insais 2006

Batimetría - Costa afuera DIMAR 2006-2008

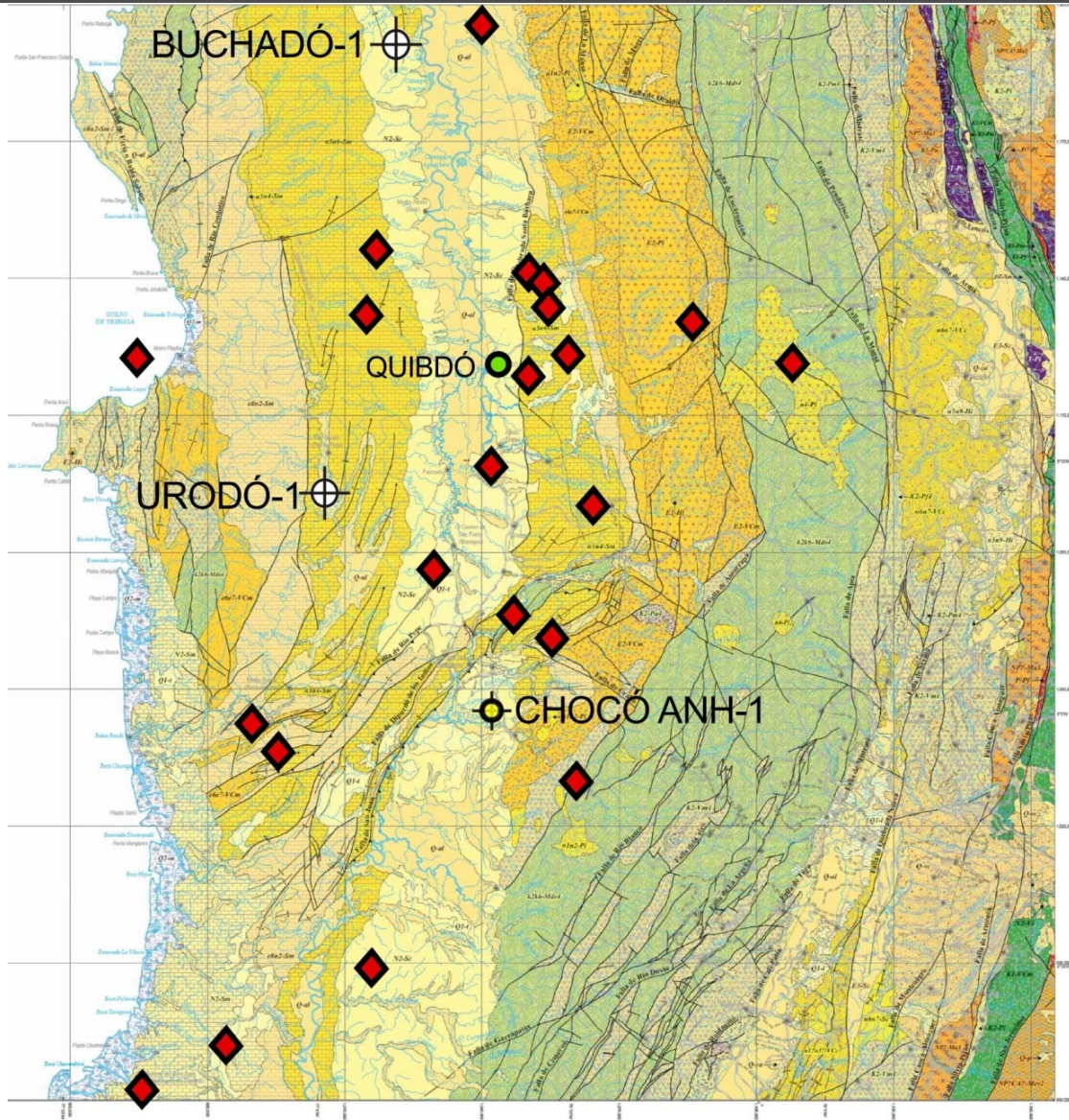
Geología de superficie para prospección de hidrocarburos

en la Subcuenca del San Juan SERVIGECOL 2008- 2009

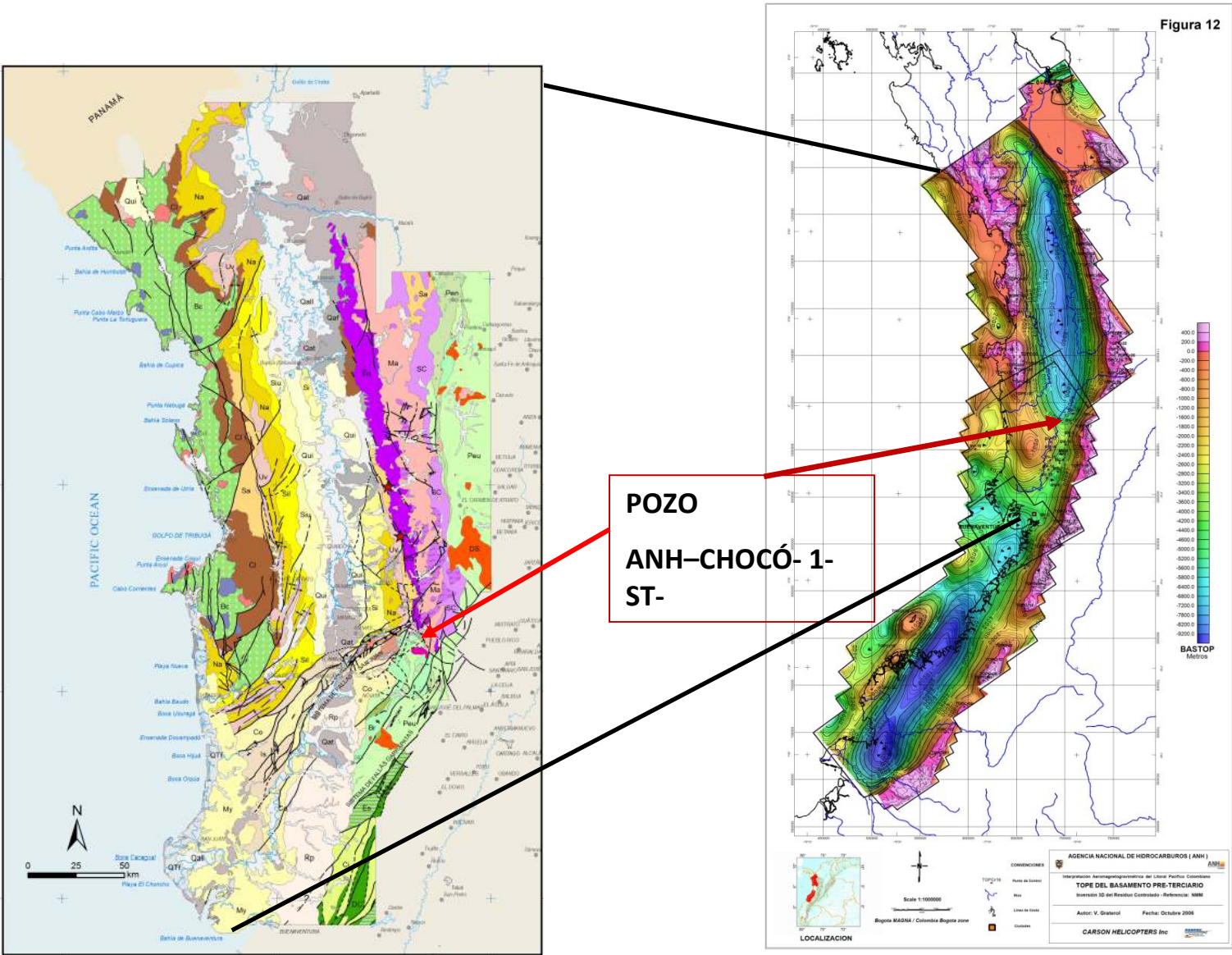
- La presencia de numerosos manaderos de aceite, lo cual indica la existencia de un sistema petrolífero activo.
- El elevado contenido de TOC en diferentes niveles de la Fm. Iró, que oscilan entre 5 y 15 %, el más alto conocido en Colombia.
- La presencia de trazas de aceite y gas, además de zonas de alta presión en algunos de los pozos petrolíferos perforados en la década de los ochenta en el alto y medio Atrato.

REZUMADEROS DE PETRÓLEO

Rezumaderos de petróleo conocidos en el sector meridional de la Cuenca Chocó, con la localización de los pozos BUCHADÓ-1, URODÓ-1 y ANH-CHOCÓ-1-ST-P



Localización regional del Pozo Estratigráfico ANH-CHOCÓ-1-ST-P en el mapa geológico compilados por EAFIT 2008 y aerogravi-magnetométrico, elaborados de Carson 2007



Potencial Generador de las Rocas Generadoras de la Formación Iró, Cretácico Terminal-Eoceno, Cuenca del Chocó

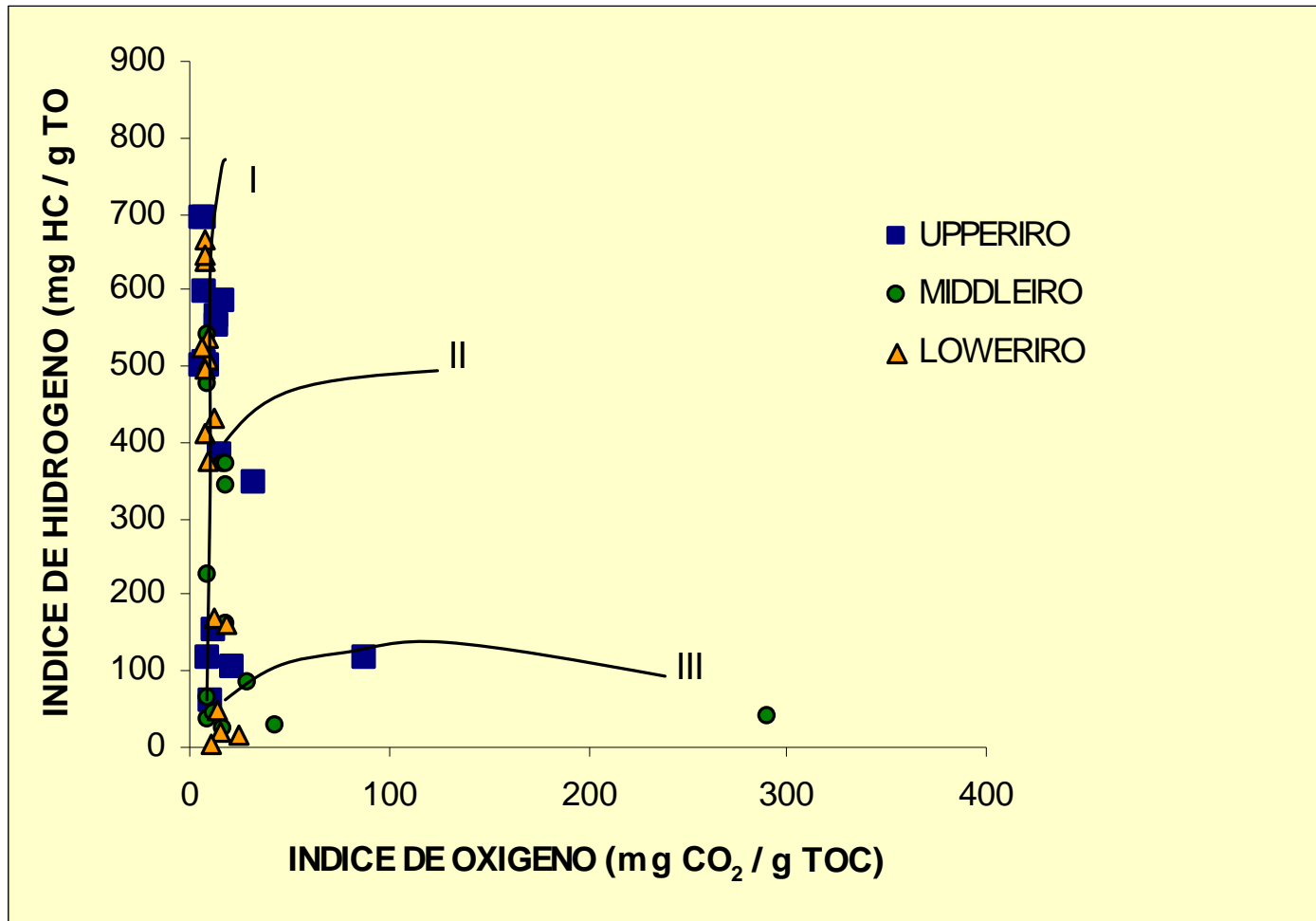


Gráfico de Índice de Oxígeno vs, Índice de Hidrógeno y tipos de Kerógeno (I, II, II).

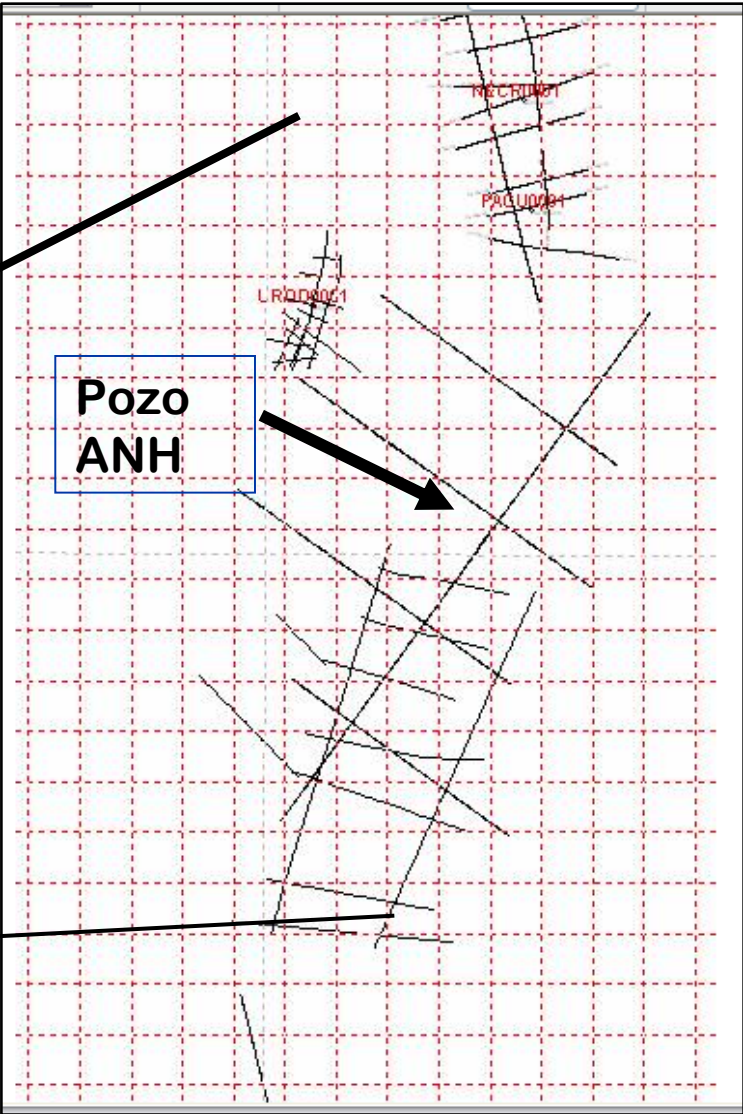
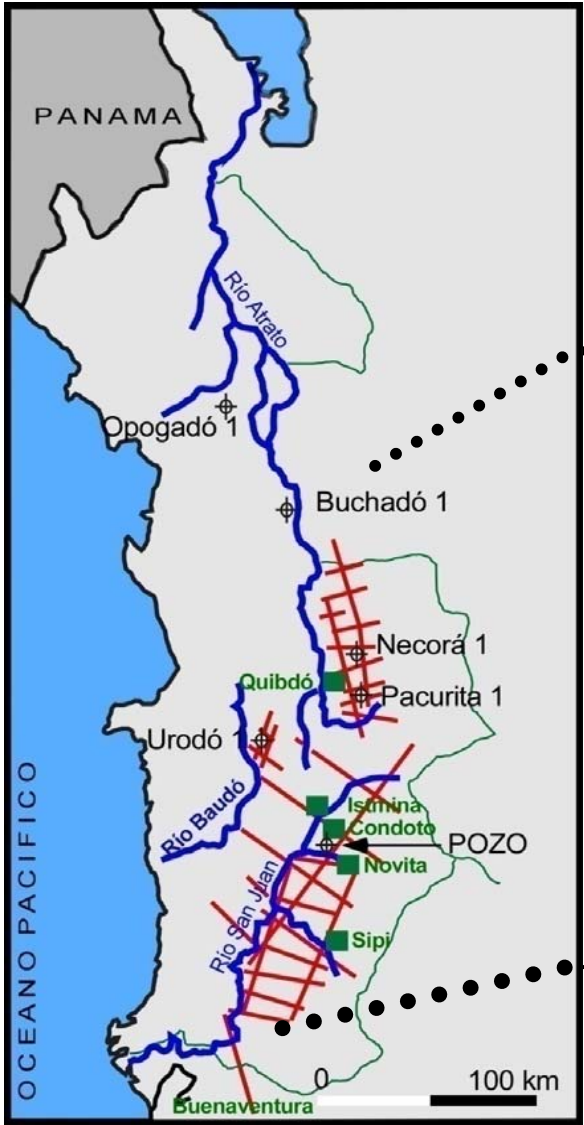
OBJETIVOS

1. Perforar un pozo estratigráfico con profundidad de 10.500 pies, que corte toda la cobertura cenozoica y que penetre el basamento económico cretácico.
2. Adquirir información estratigráfica a partir de las rocas inalteradas cortadas durante la perforación (muestras de zanja, núcleos convencionales y de pared), así como derivada de registros de imágenes, los cuales proporcionan datos acerca de las litologías inalteradas, estructuras internas, espesor, contactos, etc.

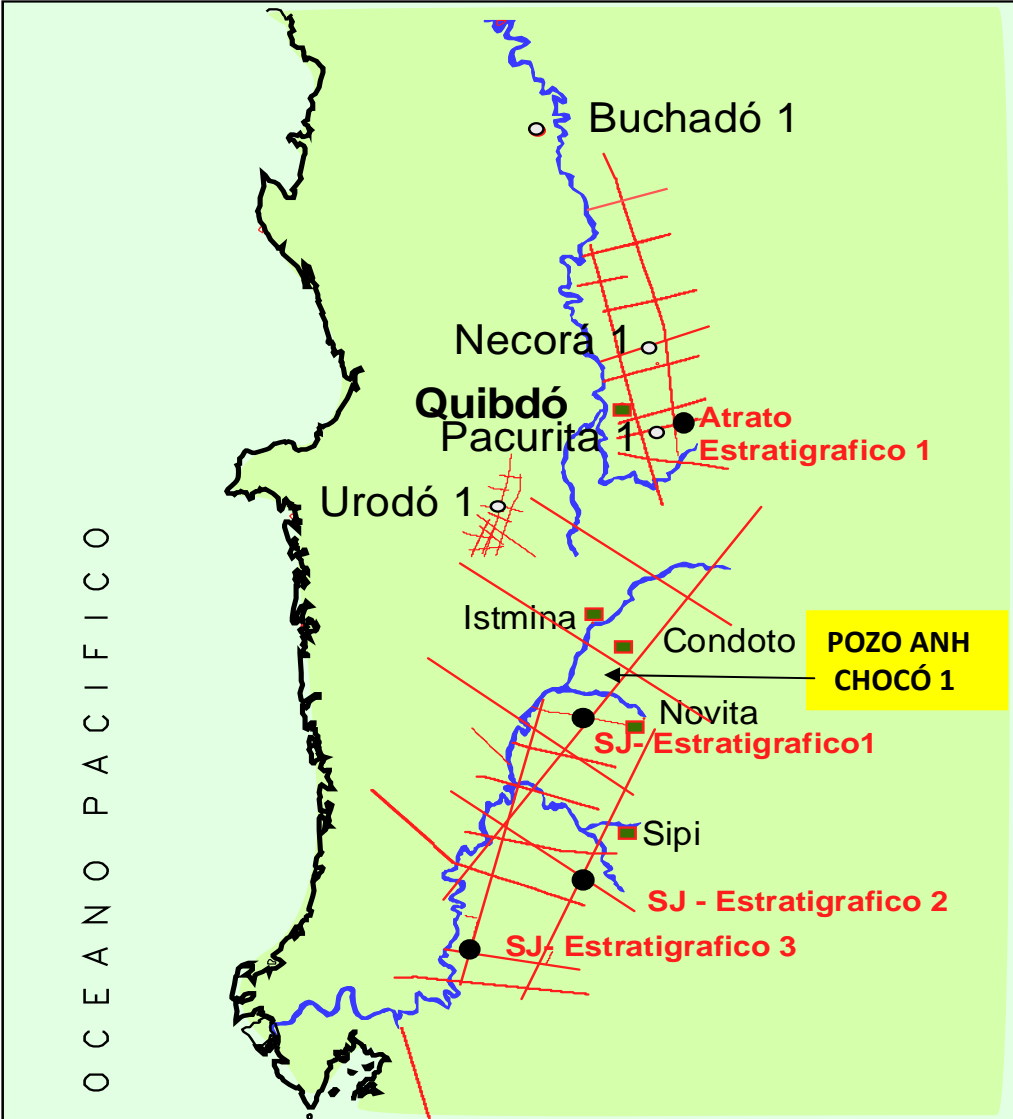
OBJETIVOS

3. Adquirir el conjunto básico de registros de pozo (eléctricos, neutrónicos, sónicos, etc.) que permitan identificar y caracterizar las diferentes secuencias litológicas (formaciones, miembros, conjuntos) lo cual facilitará el amarre con la información obtenida en futuras perforaciones exploratorias.
4. Obtener núcleos de perforación a diferentes alturas de la columna estratigráfica cortada en el pozo, con diámetro suficiente para realizar análisis petrográficos, petrofísicos, bioestratigráficos y geoquímicos.

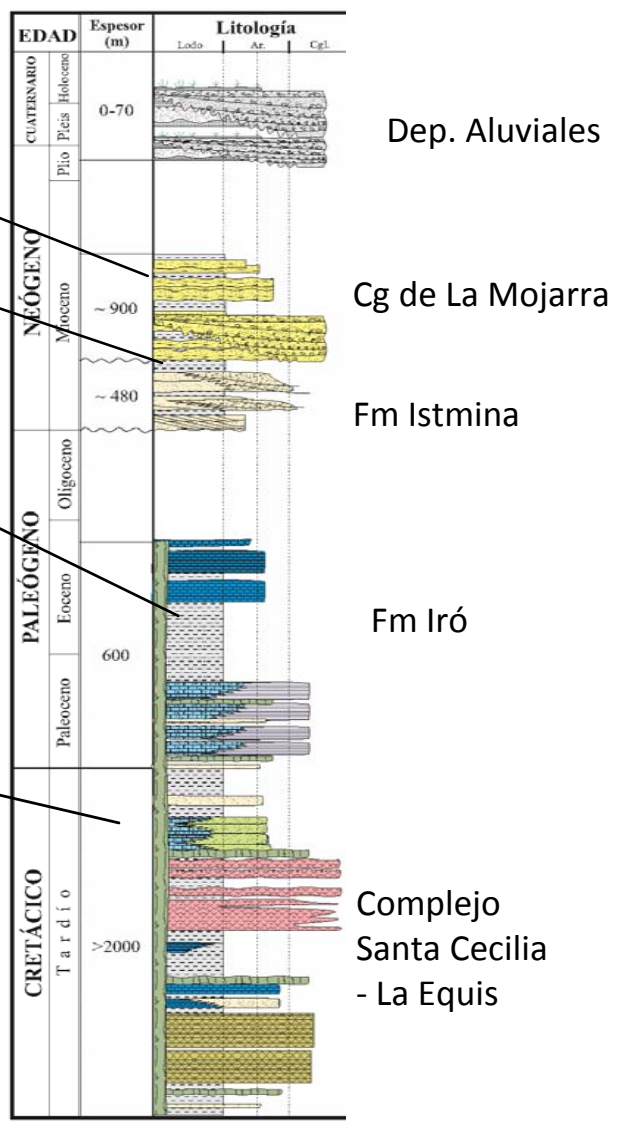
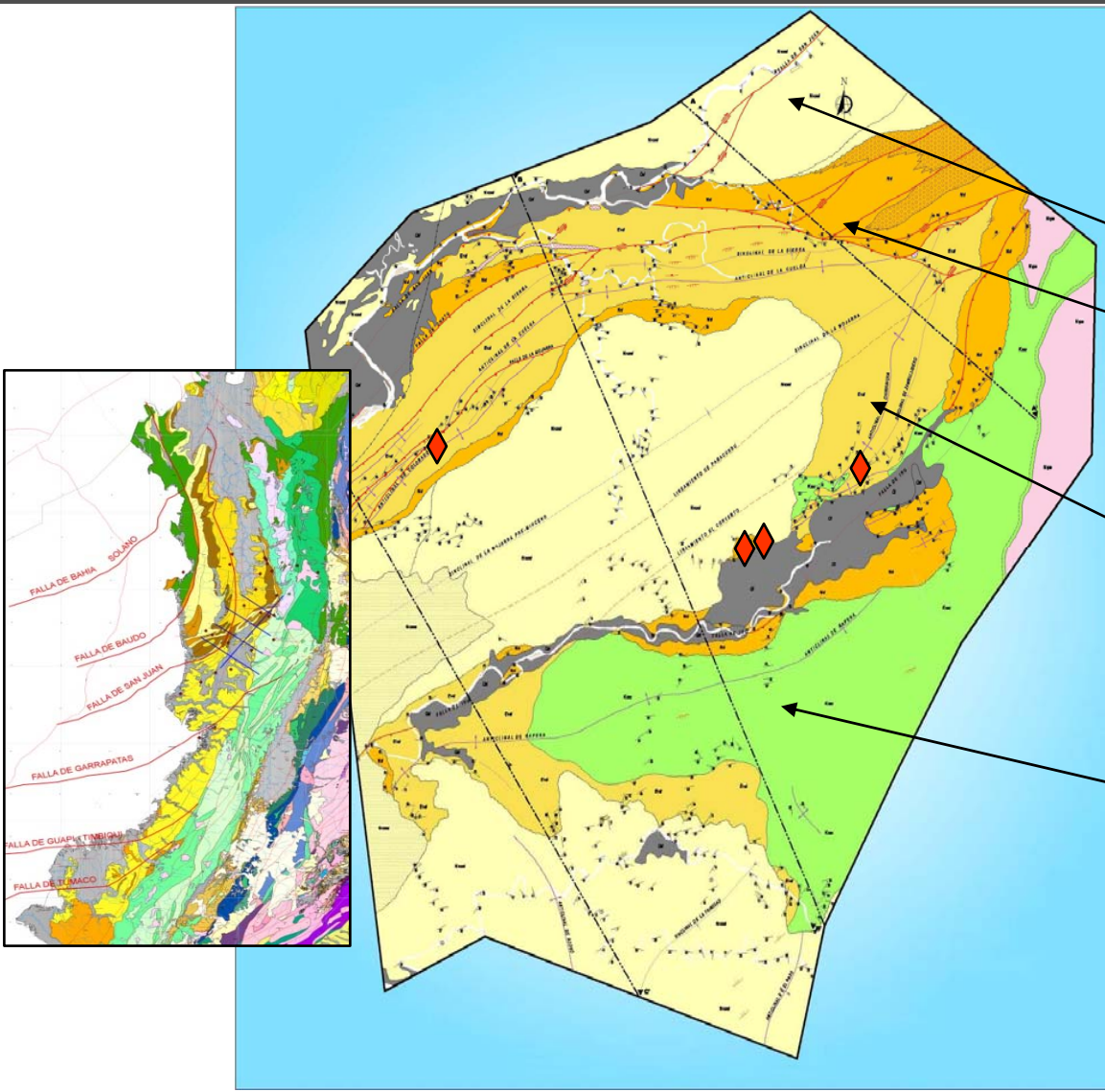
Pozos hasta ahora perforados en la Cuenca del Chocó e información sísmica existente



Alternativas para la localización del Pozo Estratigráfico propuestas por GEOCONSULT y la ANH



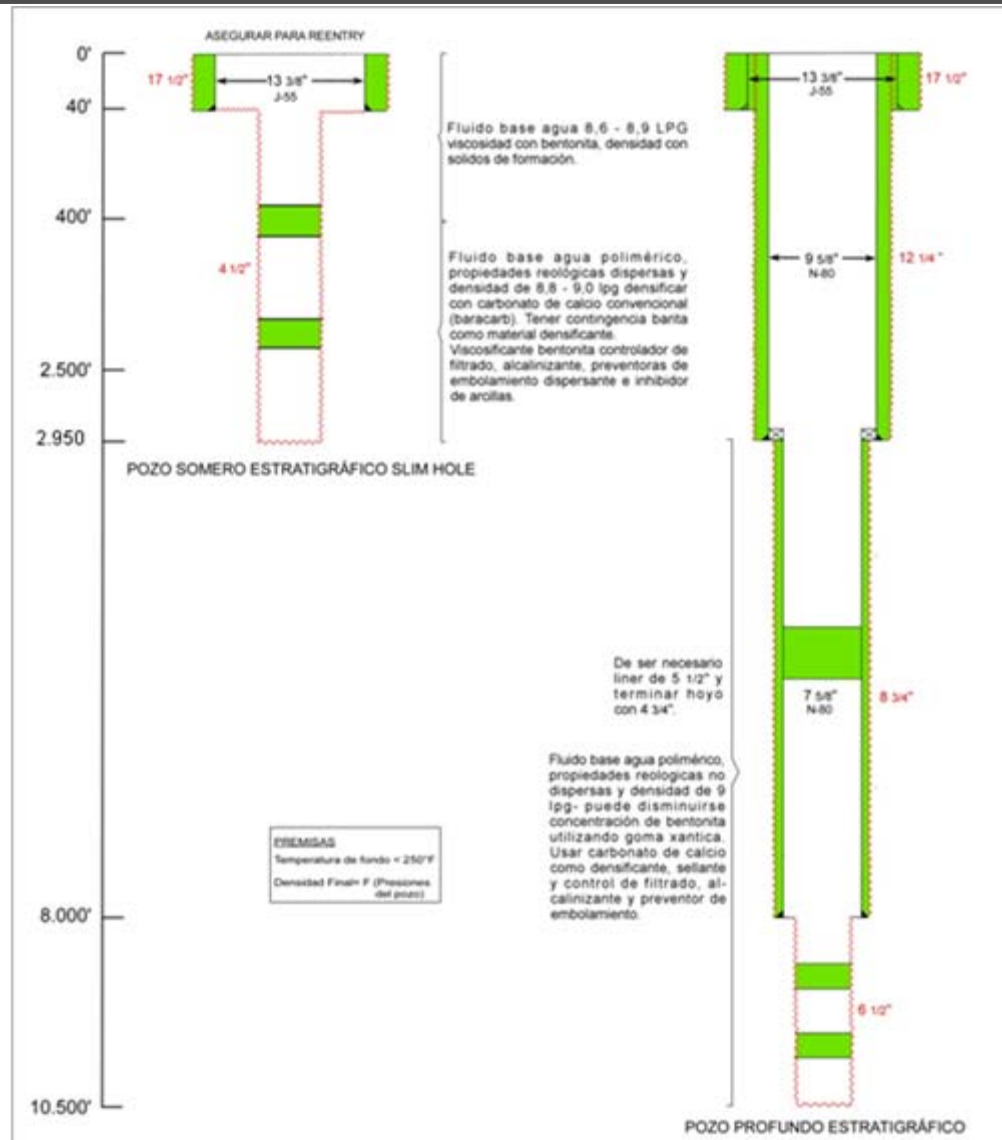
Mapa Geológico del extremo oriental del Cinturón Deformado de Itsmina



ESTADO MECÁNICO DEL POZO ANH-CHOCÓ-1-ST-P

Estado mecánico del Pozo Estratigráfico profundo ANH-CHOCÓ-1-ST-P, a la derecha.

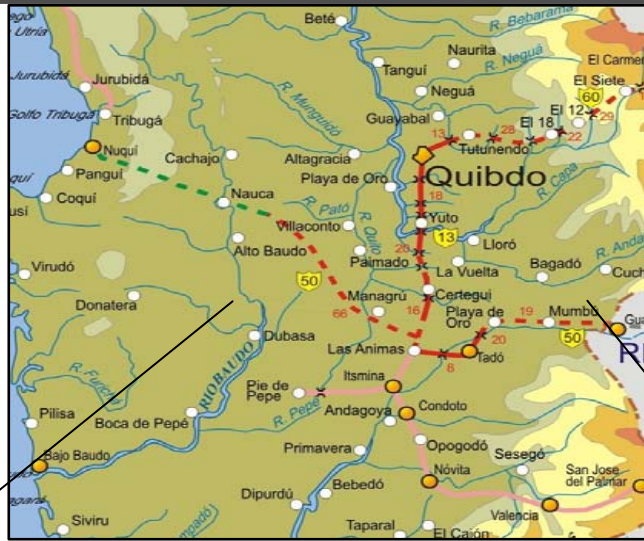
A la izquierda, y para comparación, diseño del pozo angosto ANH-CHOCÓ-1ST-S, que servirá de re-entrada para el pozo profundo.



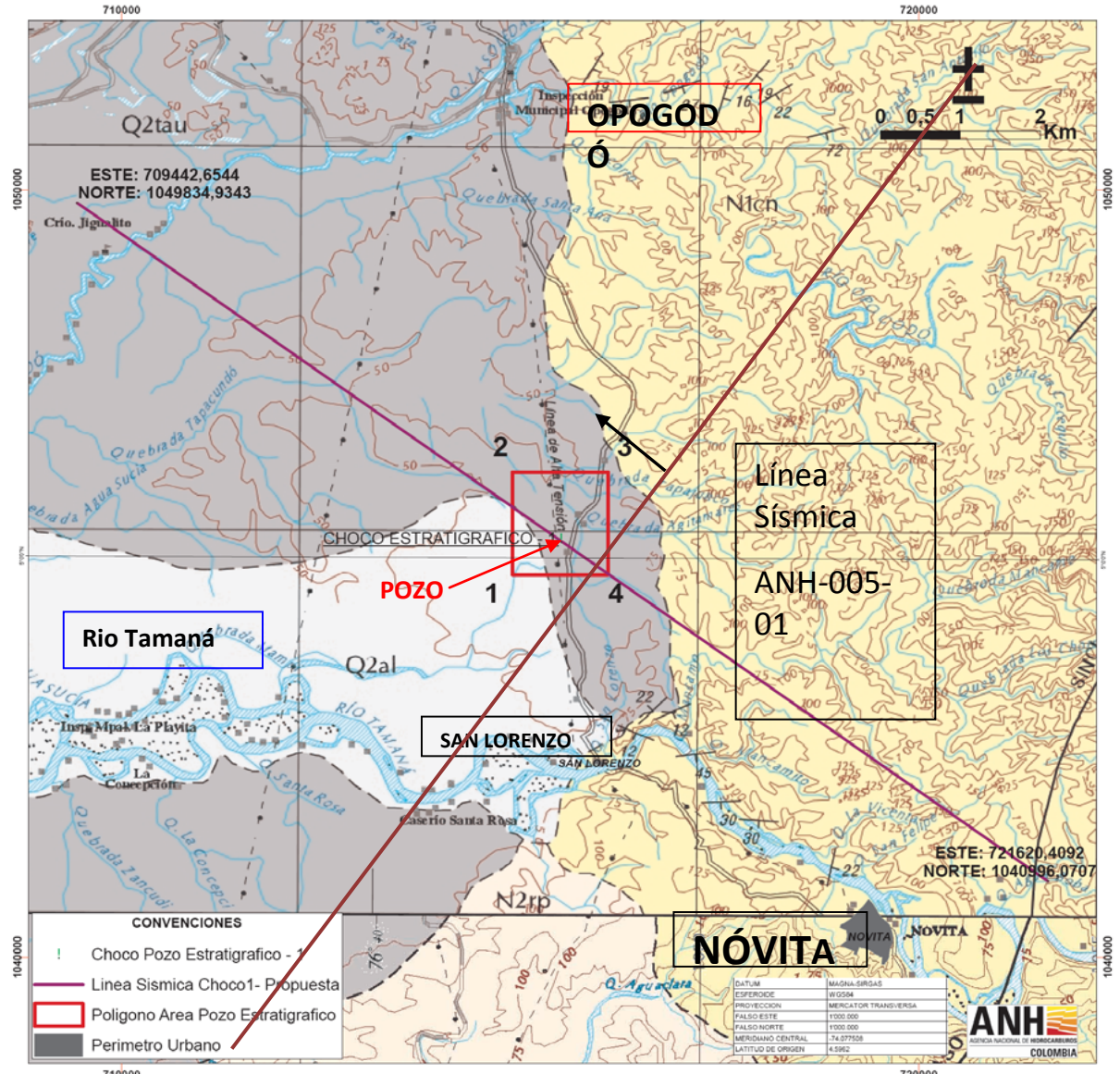
Vista aérea de la región donde se perforará el Pozo Estratigráfico ANH-Chocó-ST-P



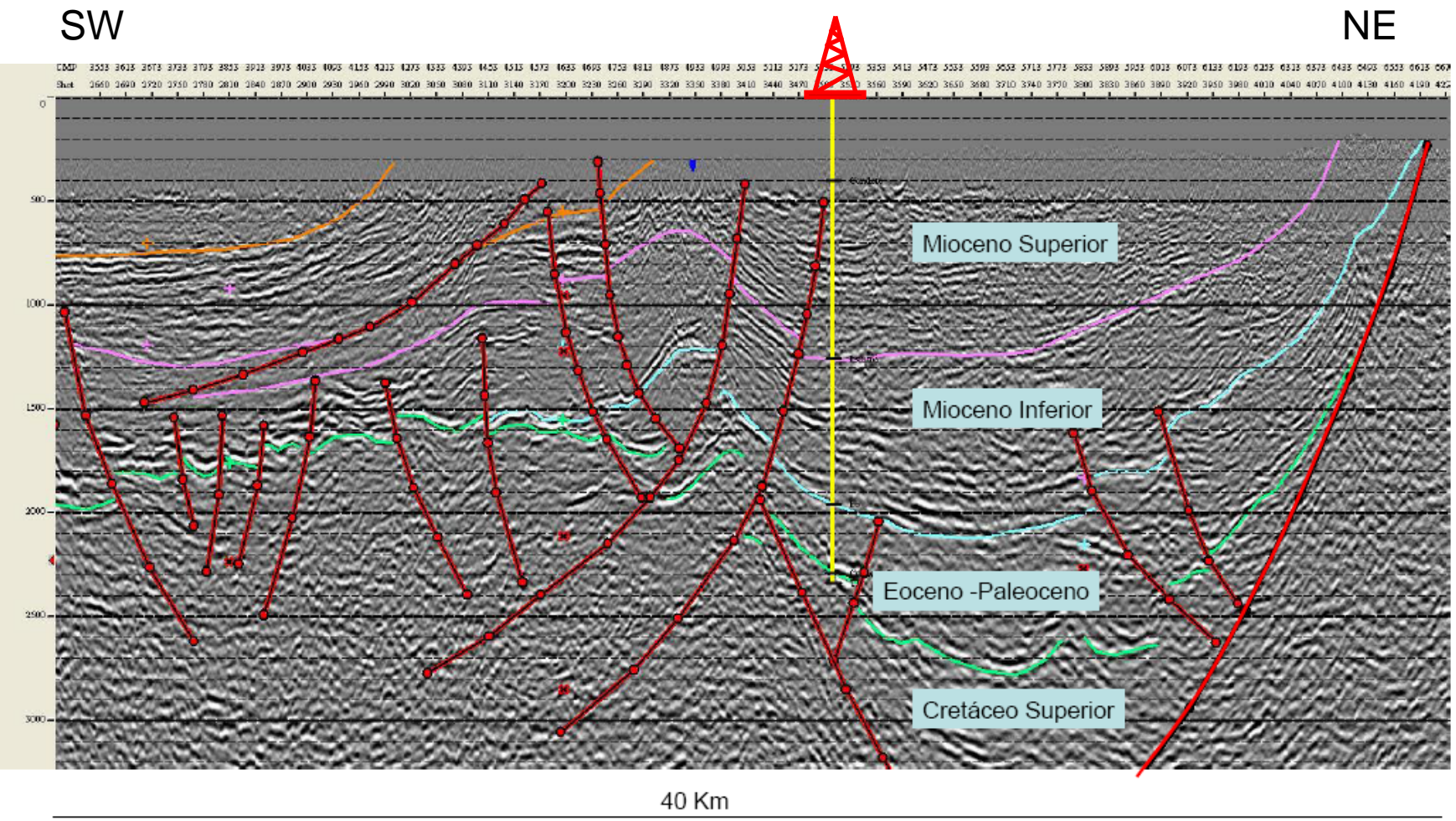
Localización regional y local del sitio para el Pozo ANH-1-ST-P, que se encuentra en el extremo nororiental del Cinturón Deformado de Itsmina y en la hoya del Río San Juan.



Localización geológica del Pozo Estratigráfico ANH-CHOCÓ-1-ST-P



Interpretación sísmica de la Línea ANH-CH-2005-01 y localización del Pozo Estratigráfico profundo ANH-CHOCÓ-1-ST-P, según GEOCONSULT 2008

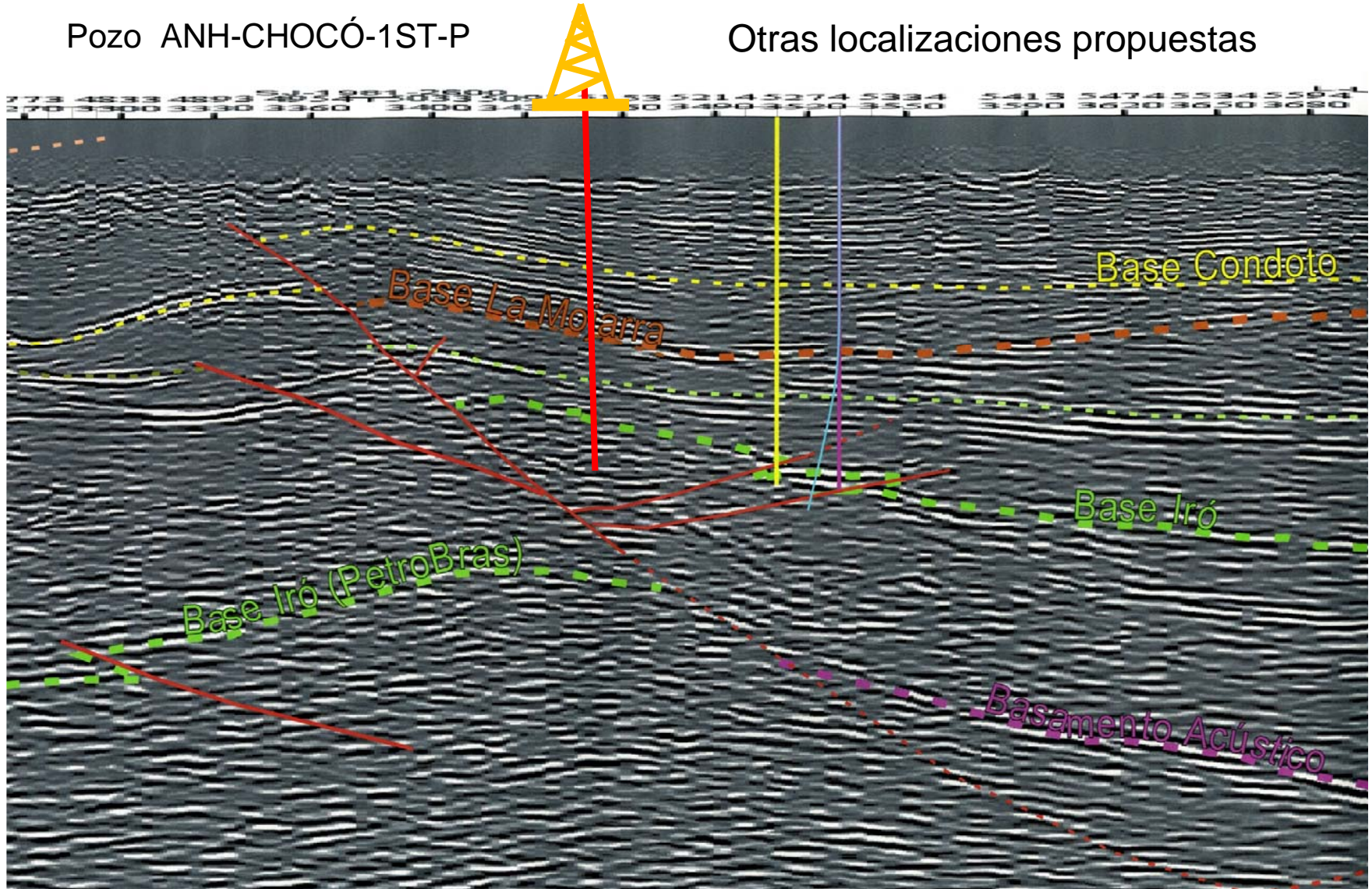


Interpretación de la Línea Sísmica ANH-2005-1, según ANH 2007

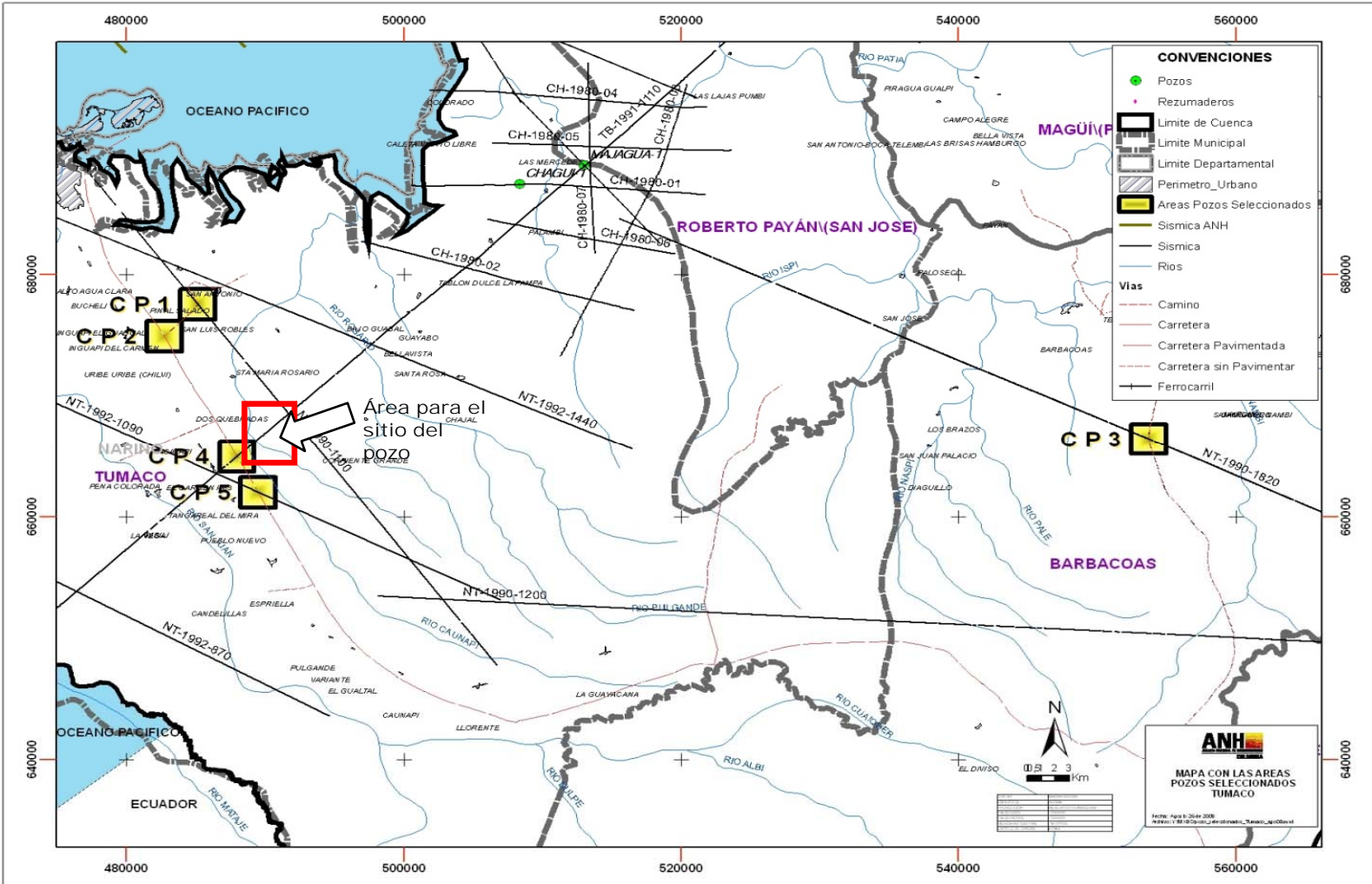


Pozo ANH-CHOCÓ-1ST-P

Otras localizaciones propuestas

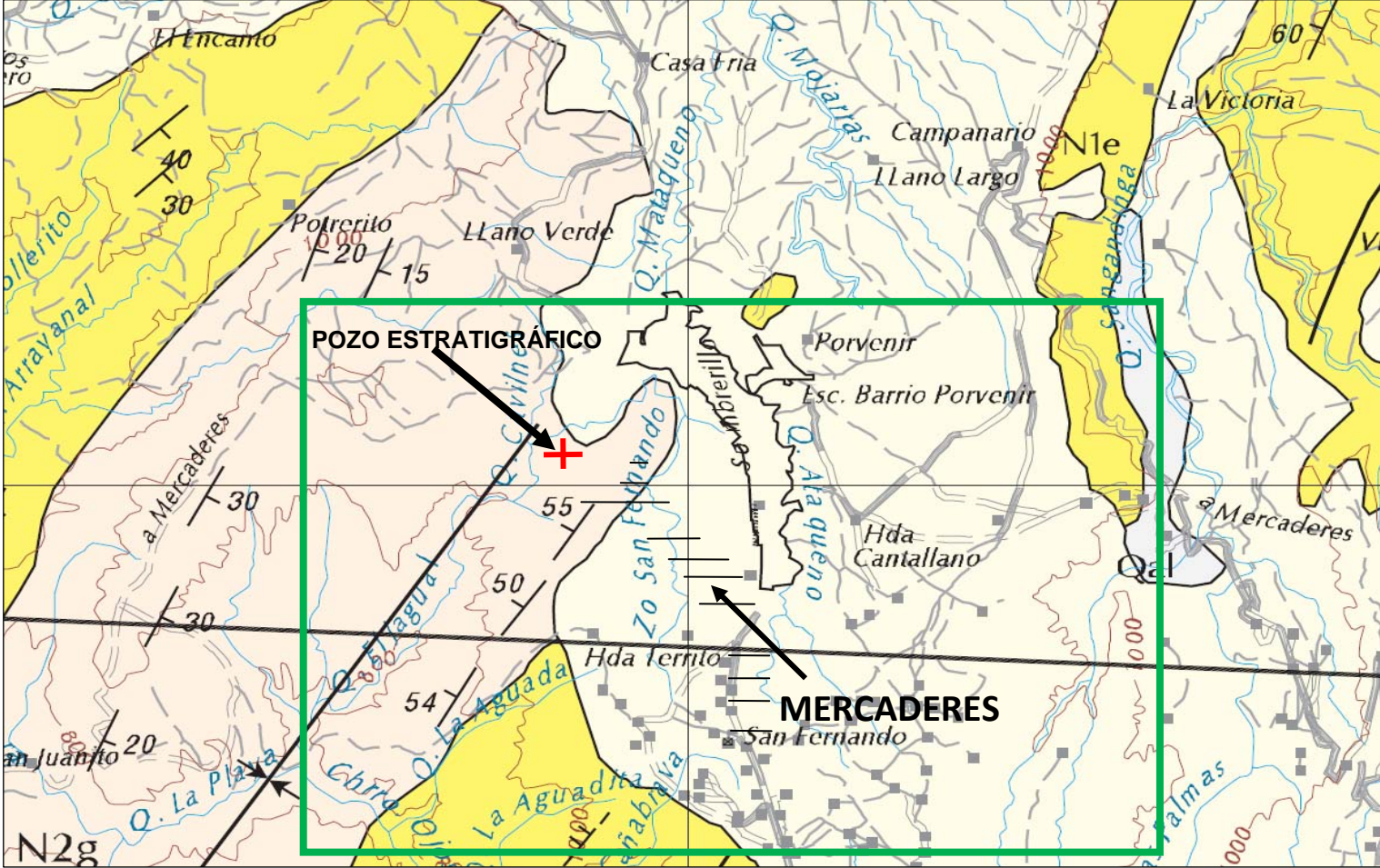


OTROS POZOS ESTRATIGRÁFICOS



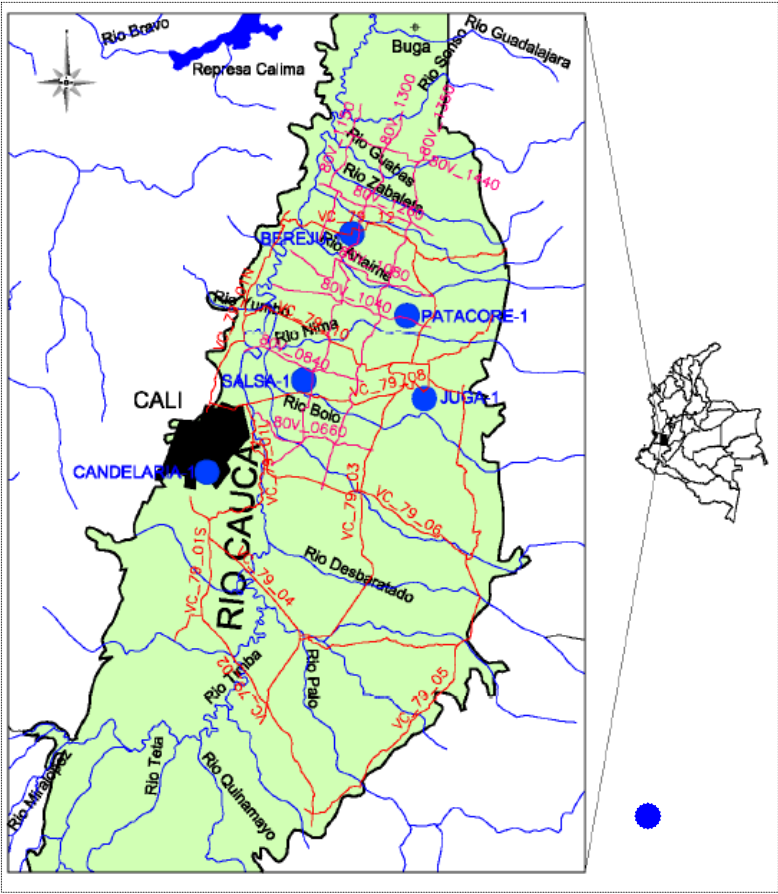
Localización aproximada del área escogida para la ubicación del Pozo Estratigráfico en jurisdicción del municipio de Tumbaco.

OTROS POZOS ESTRATIGRÁFICOS



Localización aproximada del área escogida para la ubicación del Pozo Estratigráfico en jurisdicción del municipio de Mercaderes.

OTROS POZOS ESTRATIGRÁFICOS



Pozos perforados hasta hoy en la Cuenca Cauca- Patía y mapa de basamento del sector septentrional de la cuenca.

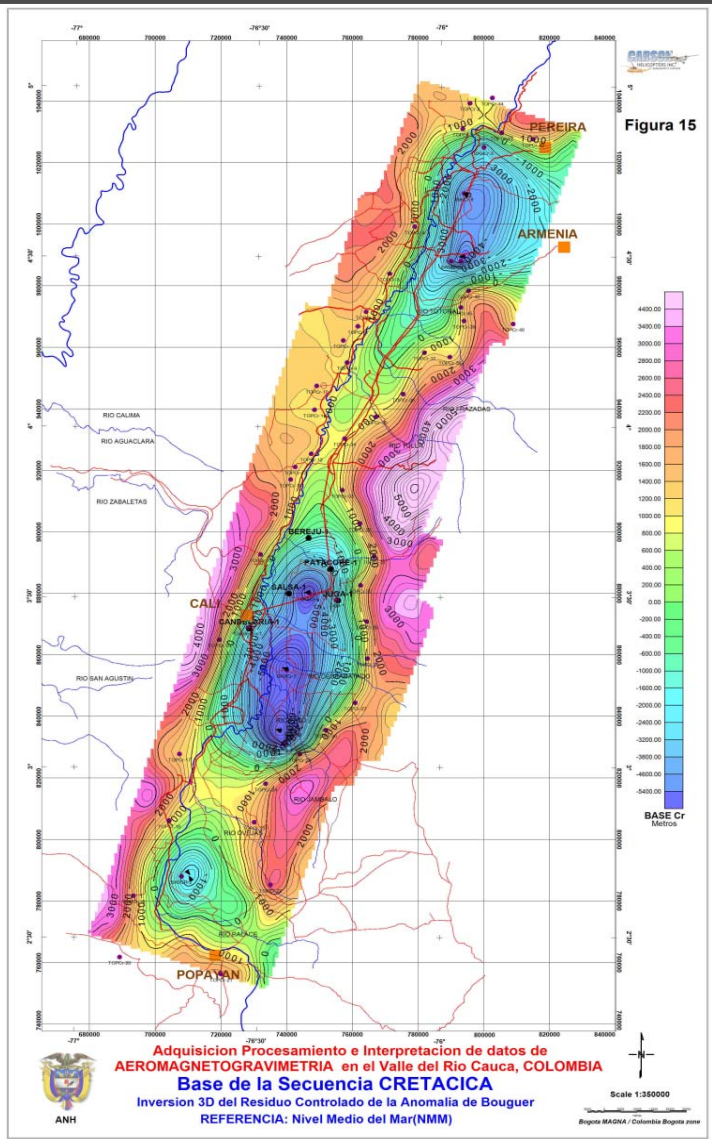
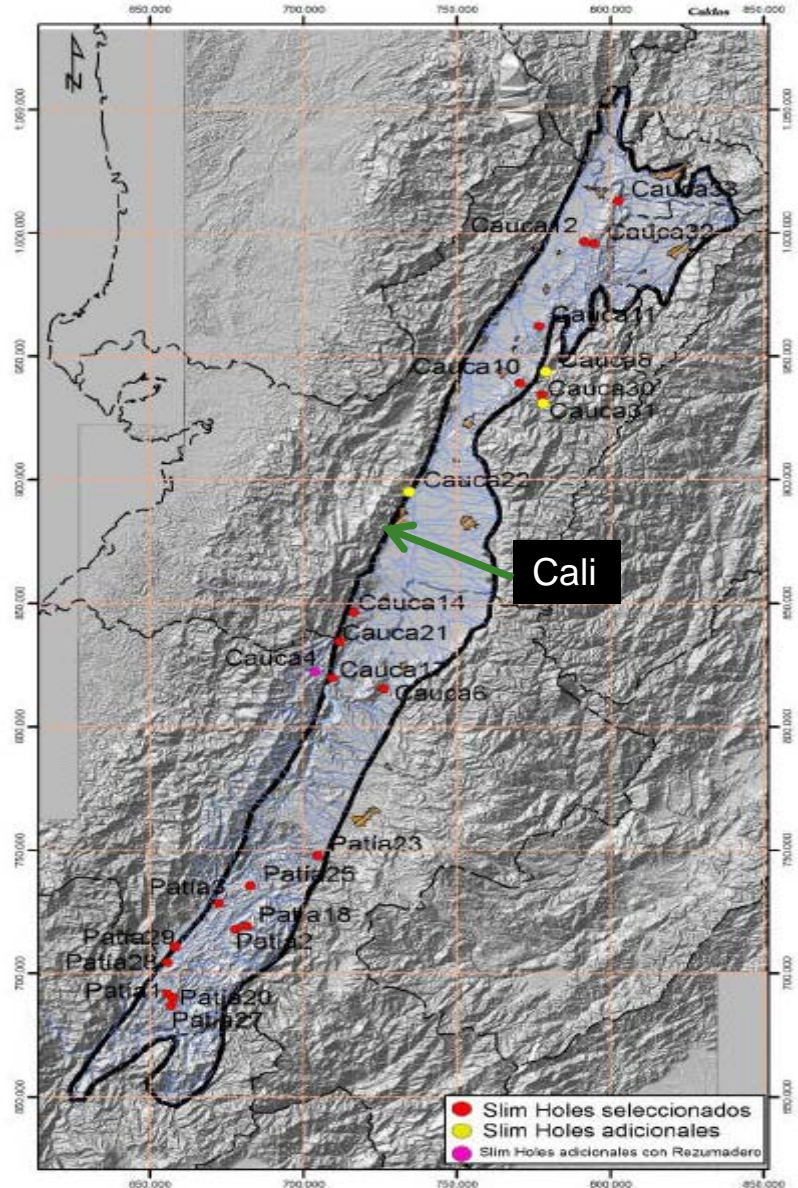


Figura 15

OTROS POZOS ESTRATIGRÁFICOS

Localización de los pozos estratigráficos proyectados por la ANH en la Cuenca Cauca- Patía.



Muchas gracias !

www.anh.gov.co

jmgeologo@anh.gov.co