
LEVANTAMIENTO AEROGRAVIMETRICO Y AEROMAGNETICO



Los Sectores Norte Y Oriental De La Cuenca
De Los Llanos Orientales, Colombia
Contract N° 034

June 20, 2008 – November 24, 2008

For



INFORME FINAL DE INTERPRETACIÓN

FEBRERO 2009

Interpretado por: Víctor Graterol

Carson Helicopters, Inc./Aerogravity Division
952 Blooming Glen Road
Perkasie, Pennsylvania 18944 USA

**AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (ANH)
LOS SECTORES NORTE Y ORIENTAL DE LA CUENCA
DE LOS LLANOS ORIENTALES, COLOMBIA**

CONTENIDO	PAGINA
Resumen Ejecutivo	1
1.0 Introducción	2
2.0 Descripción Y Localización Del Área Del Levantamiento	3
3.0 Marco Geológico Regional De La Cuenca De Los Llanos Orientales	3
4.0 Interpretación De Los Datos Gravimétricos Y Magnéticos	10
4.1 Anomalía De Bouguer E Intensidad Magnética Total	11
4.2 Separación Regional-Residual	12
4.2.1 Residuos Matemáticos	13
4.2.2 Regional Y Residual Gravimétrico Controlados	14
4.3 Mapas De Interpretación Estructural	15
4.4 Resultados De La Magnetometría	15
4.5 Modelaje Gravimétrico–Magnético	16
5.0 Conclusiones Y Recomendaciones	16
Referencias	18
Puntos De Control	20
Figuras	

**AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (ANH)
LOS SECTORES NORTE Y ORIENTAL DE LA CUENCA
DE LOS LLANOS ORIENTALES, COLOMBIA**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localización y Relieve Topográfico
Figura 2	Cubrimiento Gravimétrico (Aéreo y Terrestre)
Figura 3	Cubrimiento Magnético (Aéreo)
Figura 4	Anomalía de Bouguer
Figura 5	Intensidad Magnética Total (IMT)
Figura 6	Intensidad Magnética Total Reducida al POLO (IMTRP)
Figura 7	Residuo Gravimétrico Polinómico de Grado 3
Figura 8	Residuo Gravimétrico Cont. Campo Arriba 6 Km
Figura 9	IMTRP Filtro Pasobanda 2 km-60 km
Figura 10	IMTRP 1ra Derivada Vertical
Figura 11	Regional Gravimétrico con Control Geológico Tope del Paleozoico
Figura 12	Residual Gravimétrico con Control Geológico Tope del Paleozoico
Figura 13	Tope del Paleozoico (Inversión 3D del Residuo Controlado)
Figura 14	Interpretación Estructural Tope del Paleozoico
Figura 15	Regional Gravimétrico con Control Geológico Tope del Precámbrico
Figura 16	Residual Gravimétrico con Control Geológico Tope del Precámbrico
Figura 17	Tope del Basamento Precámbrico (Inversión 3D del Residuo Controlado)
Figura 18	Isopaco de Sedimentos Totales
Figura 19	Modelaje Grav. Y Mag. PERFIL 1
Figura 20	Modelaje Grav. Y Mag. PERFIL 2
Figura 21	Modelaje Grav. Y Mag. PERFIL 3
Figura 22	Soluciones De Euler de la IMTRP (SI = 0 Contacto Magnético)

RESUMEN EJECUTIVO

Durante los meses de Junio a Noviembre del 2008, Carson Helicopters Inc. (Aerogravity Division) realizó, para La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), la adquisición y procesamiento de un levantamiento Aerogravimétrico y Aeromagnético sobre los Sectores Norte y Oriental de la Cuenca de los Llanos Orientales en Colombia. Un avión turbo DeHavilland Twin Otter realizó la adquisición de 21,920.7 kilómetros de datos aerogravimétricos y 23,905.5 kilómetros de datos aeromagnéticos, sobre una malla de vuelo de 10 × 20 kilómetros. Los datos geofísicos se adquirieron, respectivamente, a una altura promedio de 1280 metros sobre el nivel del mar. Diariamente se analizaron y procesaron para su control de calidad y aprobación final en las instalaciones de Carson Helicopters, Inc. en Perkasié, Pensilvania, EUA.

El Dr. Víctor Graterol analizó los trabajos de procesamiento e interpretó los datos finales gravimétricos y magnéticos. La interpretación incluyó el mallado de los datos con espaciamiento de los puntos de la grilla cada 2000 metros y tuvo como principal objetivo elaborar los mapas estructurales del Basamento Precámbrico y del Tope del Paleozoico. Aunque se emplearon filtros matemáticos, la principal fase de filtrado se realizó con estricto CONTROL GEOLÓGICO aportado por la ANH (profundidades al tope de las interfases geológicas señaladas) a partir de pozos e interpretación sísmica 2D.

La interpretación combina los datos gravimétricos y magnéticos con la información de líneas sísmicas 2D y profundidades de pozos. Se define la localización y extensión en planta de los contrastes de densidad que causan las estructuras de interés petrolero. Se determinaron tendencias generadas por posibles fallas regionales, así como otros elementos de interés en la exploración de hidrocarburos. El mapa estructural del Tope del Paleozoico y la inversión gravimétrica para el tope de la Precámbrica muestra en la parte occidental del levantamiento, como por fallamiento normal el espesor de las secuencias sedimentarias desde el Pie de Monte hacia el oriente va disminuyendo hasta prácticamente aflorar en la parte central del área. Este fallamiento normal que intersecta lineamientos norte sur más antiguos relacionados con el basamento, produce altos estructurales similares al existente en el Campo Rubiales que ameritan exploración sísmica detallada subsiguiente. En la parte oriental del levantamiento se observan altos y bajos estructurales de orientación norte sur. Los altos corresponden a pilares y los bajos a semigrabenés que principalmente deben estar rellenos de sedimentos Paleozoicos. En estos grabenés Paleozoicos se detectaron espesores entre los 1000 metros a 3000 metros extendiéndose el principal dentro de Venezuela. En la esquina sur oriental del levantamiento, en el Alto La Voragine y al este del Campo Rubiales el basamento Precámbrico prácticamente aflora y no debe existir posibilidad alguna de existencia de hidrocarburos. En la parte oriental del levantamiento, separando dos semigrabenés Paleozoicos se detectó un pilar de basamento de orientación norte sur, que por su concordancia con anomalías magnéticas, constituye un basamento somero de alta densidad y susceptibilidad magnética. Este lineamiento constituye una excelente zona para exploración de metales base. Tanto el modelaje gravimétrico-magnético, como la interpretación estructural del tope del Basamento Paleozoico y la inversión gravimétrica donde se obtuvo el tope del Precámbrico, sustentan la disminución considerable del espesor de las secuencias sedimentarias existentes a medida que nos alejamos del pie de monte cordillerano. Es posible que acumulaciones de crudos que hayan migrado hacia el Escudo, se encuentren atrapados en acuñaientos o trampas estructurales estratigráficas y como producto del fallamiento normal pre-existente asociado con el basamento Precámbrico.

**AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (ANH)
LOS SECTORES NORTE Y ORIENTAL DE LA CUENCA
DE LOS LLANOS ORIENTALES, COLOMBIA**

1.0 Introduccion

En este informe se presenta la interpretación gravimétrica y magnética de los Sectores Norte y Oriental de la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia abarcada por el Contrato 034. Toda la zona ocupada por el presente levantamiento, se localiza en los Llanos Orientales al sur del límite con Venezuela, norte de los Ríos Meta y Vichada y longitudinalmente desde el Pie de Monte Llanero hasta el Rio Orinoco. Los Llanos Orientales constituyen el “foreland” de la cuenca sub-andina, constituido por sedimentitas Terciarias, Cretácicas y Paleozoicas depositadas sobre el Basamento Precámbrico del Escudo de Guayana.

El objetivo exploratorio principal se concentró en obtener los mapas estructurales de los topes donde ocurren los principales contrastes de densidad (Tope del Basamento Precámbrico y Tope del Paleozoico).

Los propósitos fundamentales de esta interpretación fueron los siguientes:

- Definir en una forma rápida (utilizando la información gravimétrica y magnética, integrada con los datos de pozos y sísmica existentes), los TOPES ESTRUCTURALES del Basamento Precámbrico y Paleozoico;
- ◆ Evaluar cualitativa y cuantitativamente los datos gravimétricos y magnéticos y presentar una explicación geológica de la distribución de las anomalías geofísicas;
- ◆ Identificar la localización, profundidad y extensión de las anomalías residuales y obtener información referente a la geometría de las estructuras presentes para definir las mejores posibilidades en la ocurrencia de hidrocarburos;
- ◆ Detectar y definir fallas locales y regionales;
- ◆ Proponer y recomendar los trabajos exploratorios subsiguientes en aquellos sitios donde esta interpretación revele áreas de interés.

La región cubierta por este levantamiento principalmente en sus partes central y occidental es objeto de intensa actividad de exploración y producción petrolera. Se han realizado trabajos terrestres de sísmica 2D (especialmente en la esquina noroccidental del levantamiento), y perforación de pozos. Existe producción de crudos livianos y pesados en áreas adyacentes y dentro de la región volada. Los contrastes de densidad en los topes de las interfases mencionadas y de susceptibilidad magnética en el tope del basamento, producen anomalías gravimétricas y magnéticas RESIDUALES. Por este

motivo el análisis cualitativo y cuantitativo de los datos potenciales integrados con la sísmica y pozos existentes constituye el paso ideal inicial para tratar de resolver el problema propuesto.

2.0 Descripción Y Localización Del Área Del Levantamiento

El área del levantamiento en referencia se encuentra limitado al norte por la República de Venezuela, oeste por el Pie de Monte Llanero de la Cordillera Oriental, este por el Río Orinoco y sur por los Ríos Meta y Vichada. Aunque posee en casi su totalidad un relieve relativamente regular, los ríos, caños y selva dificultan su acceso. Este factor justifica el empleo de métodos de exploración aerotransportados. La **Figura 1** muestra la localización de la zona de interpretación, incluyendo el relieve topográfico existente. El levantamiento yace entre las Latitudes Norte Geográficas de 03 grados 0 minutos a 07 grados 0 minutos y Longitudes Oeste Geográficas de 68 grados 2 minutos a 73 grados 10 minutos.

3.0 Marco Geológico Regional De La Cuenca De Los Llanos Orientales

Los Llanos orientales de Colombia corresponden a la región de bajo relieve al Este del Pie de Monte de la Cordillera Oriental; geográficamente se le divide en la Orinoquía al Norte y La Amazonía al Sur. La primera tiene una extensión aproximada de 266000 km² y la segunda 335000 km², lo que significa que los Llanos Orientales constituyen aproximadamente el 53% del área del país. Toda la región de los Llanos Colombianos ha sido una de las zonas en donde se han concentrado los esfuerzos exploratorios de muchas empresas de hidrocarburos. Parte de ellos han arrojado resultados favorables como **Rubiales, Apiay, Castilla, Caño Limón, Cusiana** y gran cantidad de campos pequeños que explotan hidrocarburos pesados y livianos. Sin embargo faltan estudios regionales que permitan integrar los prospectos como verdaderos sistemas petrolíferos, especialmente en la zona plana, por lo que aun es una región de gran potencial exploratorio. La **figura A**, muestra en forma general la Geología de Superficie. Goeva y Aguilera (1982), la definen como "Cuenca continental de tipo divergente con ciclos de sedimentación de relleno marginal durante el Paleozoico Inferior y de fracturamiento interior durante el Paleozoico Superior – Terciario. Y la consideran como parte de una megacuenca que se extendía desde la cordillera central y el Escudo de las Guayanas, de la cual fue separada por la Cordillera oriental durante al Orogenia Andina. La cuenca que posee una cubierta sedimentaria de gran espesor cerca de la Cordillera Oriental, se hace más delgada hacia el oriente, donde aflora el basamento granítico del escudo. Este se extiende hacia el occidente como una cuña (Saliente del Vaupés) en parte recubierta por sedimentos Paleozoicos en forma de mesetas y el cual a su vez separa la cuenca de la Orinoquía con la Amazonía. Al norte y sur de la Saliente del Vaupés, la topografía de mesetas cambia a colinas y llanuras disectadas que corresponden a formaciones Terciarias continentales de arcillas y areniscas, con cubiertas espesas de lateritas o bien de las caolinitas que las subyacen.

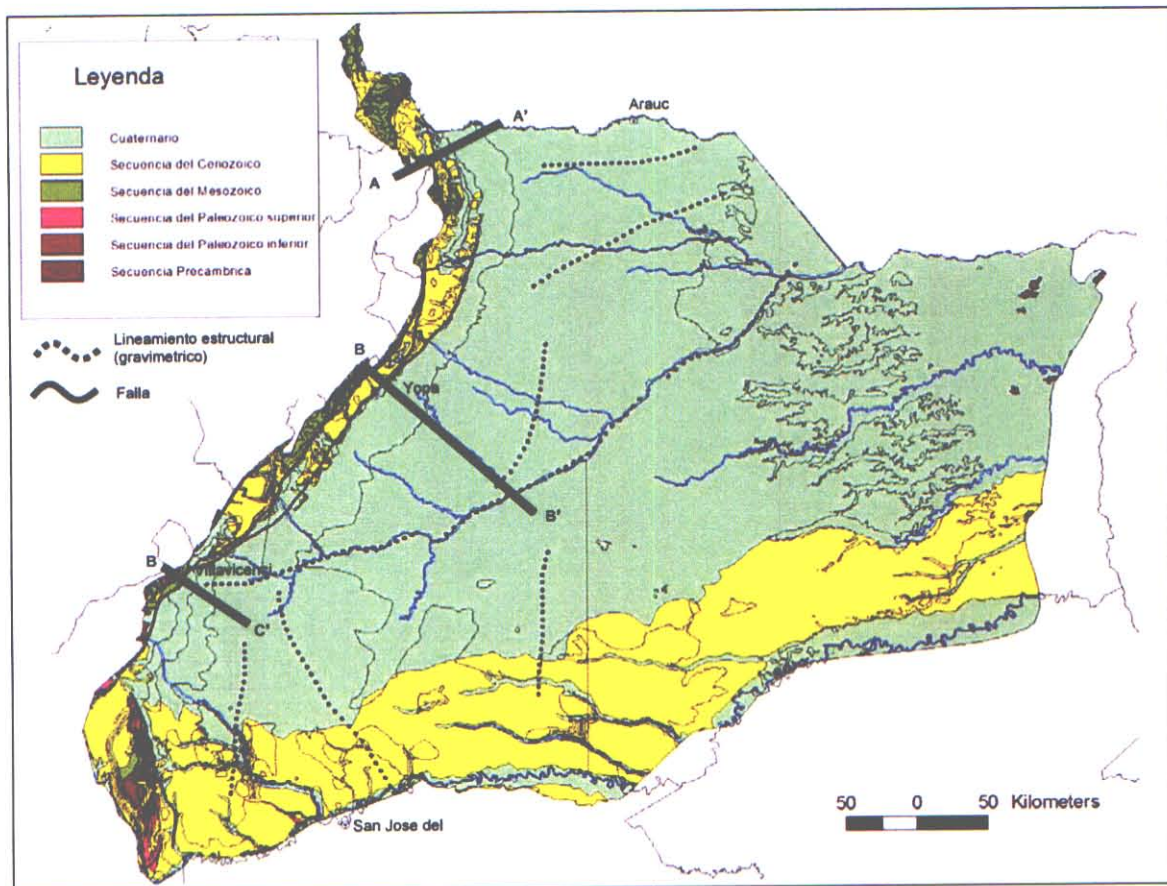


Figura A. Mapa Geológico Generalizado (Modificado de INGEOMINAS)

Desarrollo De Las Cuencas Sedimentarias (Geología Histórica): Las cuencas Subandinas yacen en el norte y oeste del continente Sur Americano, desde Venezuela hasta el extremo austral en Tierra del Fuego. Este cordón de cuencas consiste en un basamento flexurado hacia el norte en el Orinoco y al oeste desde Barinas hasta la Patagonia, que pasa seguidamente a un profundo depocentro alargado que progresivamente se halla alterado estructuralmente, hasta convertirse en un cordón plegado – fracturado, relacionado con el cordón Orogénico Andino. Generalmente las cuencas Subandinas inician con un estado de graben que es abandonado para convertirse en un modelo geosinclinal (**Figura B.**), limitado al oeste por elementos rígidos relacionados con cuerpos intrusivos que limitan el desarrollo de la cuenca; sobre este borde se halla emplazado un sistema de arco magmático activo con sedimentación piroclástica y marina alternada.

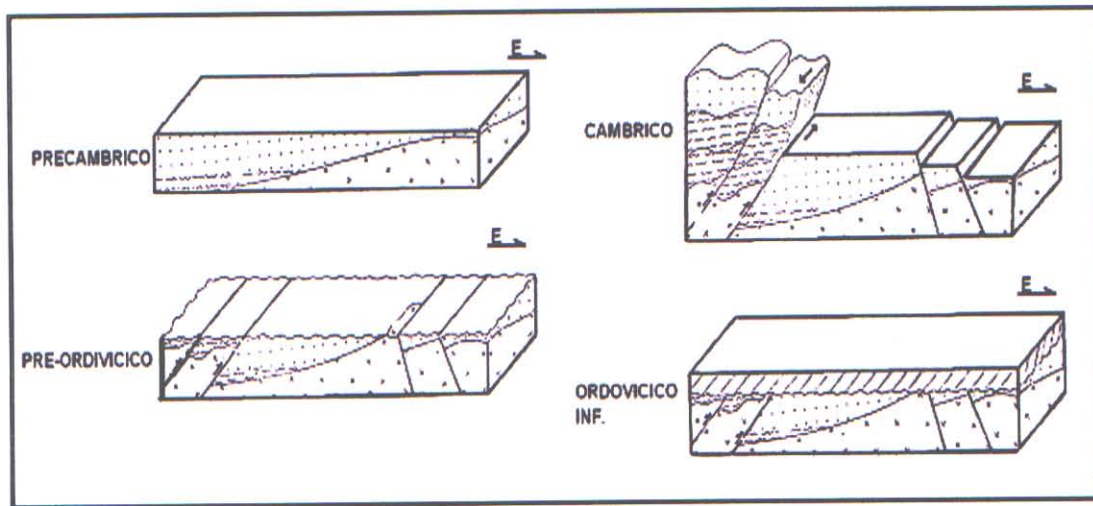


Figura B. Estado de graben que pasa a geosinclinal durante el periodo Precámbrico-Ordovícico, para las Subcuencas andinas Modificado de Mejía & Guerra 1982 Exploración petrolera de las cuencas Subandinas.

Para el sistema Colombiano de megacuenca, el Paleozoico inferior (Cambro – Ordovícico) se caracteriza por un régimen divergente de tipo continental marginal de relleno, donde la sedimentación proviene del Cratón con acumulaciones de areniscas, arcillolitas y calizas.

La orogenia Caledoniana genera una zona parcialmente emergida que actúa como un margen de aporte de sedimentos y la cual posteriormente se convertirá en la actual Cordillera Central. Por otro lado los sedimentos Cambro – Ordovícicos sufren metamorfismo, acentuado en proximidades de la zona emergida y en menor proporción en dirección este.

El Paleozoico superior (Devoniano) inicia con una trasgresión marina que sedimenta arcillolitas, areniscas y calizas sobre las rocas metamórficas e intrusivas del Precámbrico. Posteriormente los movimientos tectónicos de finales del Paleozoico levanta el área, la cual es sometida a una fuerte erosión en las zonas más altas y depositación en las zonas más bajas generando una gruesa secuencia de sedimentos continentales, subsiguientemente un periodo corto de subsidencia permite una rápida y corta trasgresión en el Triásico Superior y Jurásico.

La complejidad estructural de la zona permite que el Cretáceo Inferior se encuentre sobre diferentes conjuntos litológicos, desde Precámbricos hasta Triásico Superior – Jurásico Inferior, debido a la existencia de un periodo de fallamiento y un importante evento erosivo Pre – Cretáceo. Lo anterior significa que localmente las Formaciones Jura-triásicas fueron zonas de aporte temporal para las unidades más bajas de la trasgresión Cretácea (**Figura C**); trasgresión que durante su máximo periodo cubre totalmente la cuenca. Para el Cenozoico se presenta un nuevo levantamiento regional, ocasionando un ascenso considerable de la cordillera Central y el área al este de la misma continúa como cuenca de depositación, cambiando solo de condiciones marinas a continentales.

Durante el Eoceno Medio los movimientos distróficos dan inicio al levantamiento de la Cordillera Oriental (Orogenia Andina), y permiten que las diferentes cuencas localizadas al este de la Cordillera Central, toma su identidad y morfología.

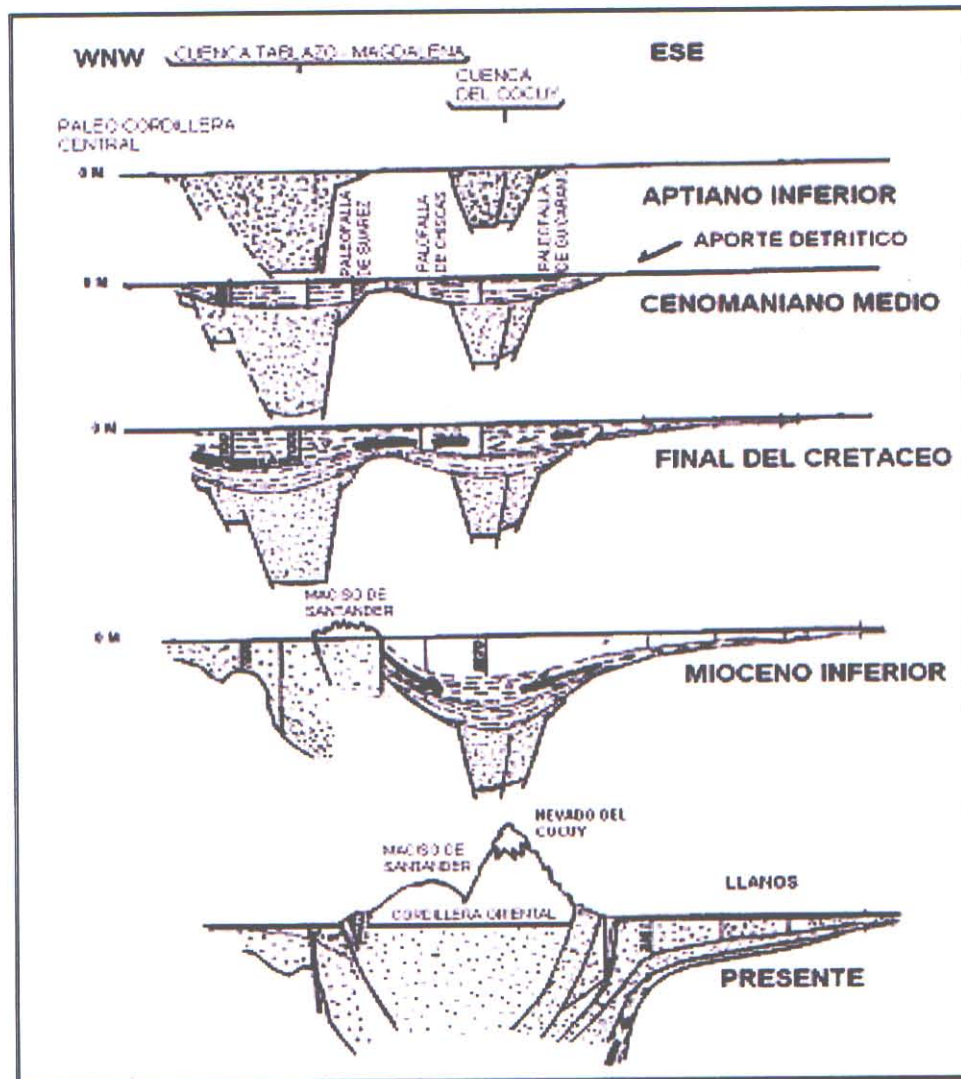


Figura C. Evolución de la Megacuenca Colombiana Durante el periodo Cretáceo Modificado de Vásquez A. Cesar 1988 Mapa estructural del Cretáceo Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia

Estratigrafía

Desde el Piedemonte hasta la región del escudo, gracias a la integración de datos cartográficos y estratigráficos de superficie, sumado a los datos de sísmica y pozos de los campos localizados en la zona de los Llanos, López, 2005 y ECOPEPETROL, 1995, establecen para la región cinco megasecuencias tectosedimentarias, formadas durante eventos tectotermales regionales que afectaron el norte de Suramérica desde el Mesoproterozoico hasta el Cenozoico.

Precámbrico: Son rocas ígneo metamórficas formadas durante el Mesoproterozoico producto de las orogenias Trans Amazónica, Pargüense, Nickeriense y Finiproterozoica. Afloran solo en los bordes de la cuenca, especialmente hacia el oriente del Río Meta y a lo largo del límite con Venezuela, especialmente desde Maroa, Santa Cruz de Atabapo, San Fernando de Atabapo, Samariapo, Puerto Ayacucho hasta Puerto Carreño (Puerto Páez).

En grandes graben quedan vestigios de secuencias sedimentarias acumuladas desde el Precámbrico hasta principios del Paleozoico, separadas por una inconformidad con la suprayacente secuencia sedimentaria acumulada a finales del Cretácico, como resultado de la máxima trasgresión del Albiano medio. La deformación progresiva hacia el oriente de la Cordillera Oriental permite su erosión y transporte de sedimentos hacia la flexión de basamento adyacente (cuenca de ante país), que es llenada durante el Paleógeno – Neógeno y cubriendo a las secuencias sedimentarias preexistentes.

Las rocas de esta secuencia en la cuenca de los Llanos son prospectivas para la exploración de hidrocarburos pesados en zonas de fracturamiento y como límite estructural fallado con las unidades del Cenozoico. Por sectores los hidrocarburos pesados que logran salir a superficie, presentan altos contenidos de vanadio (Serranía de la Macarena).

Paleozoico Inferior: Las rocas de esta secuencia solo se conocen gracias a las perforaciones realizadas en la zona de los Llanos (Pozos Heliera 1 y Negritos 1), los cuales fueron corazonados y sus recobros paleontológicos permitieron definir una fauna de edad Tremadociano (Cambro – Ordovícico hasta Ordovícico superior – Devónico? muy inferior). Una unidad se definió a partir de la información de pozos y es conocida como Formación Negritos, con un espesor promedio de 500 metros. Se encuentra rellenando parcialmente las estructuras de graben Precámbricos (posiblemente primer fracturamiento de Gondwana) y descansa en forma paraconforme sobre unidades del Precámbrico.

Las perforaciones indican la presencia de dos unidades arenosas, una inferior y otra superior. La existencia de hidrocarburos en esta secuencia está por determinar, pues la extensión, variación de espesores y la madurez termal es poco conocida, pues los datos aun son insuficientes. No hay unidades correlacionables en la zona del Piedemonte Llanero y algunas unidades coetáneas en la Cordillera Oriental presentan metamorfismo regional de medio a alto grado (Filitas y esquistos de Otenga, Grupo Quetame y Formación Silgara).

Paleozoico Superior: Se presentan buenos afloramientos en la zona del Piedemonte Llanero del Casanare, Cundinamarca y Meta. En esta zona afloran rocas que abarcan desde el Devónico medio hasta el Carbonífero inferior, constituida principalmente por limolitas y arcillolitas grises que gradan hacia el tope de la secuencia a arenitas de grano fino fosilíferas y bancos de calizas con importante bioperturbación. Su límite inferior es discordante sobre rocas del Macizo metamórfico de Quetame. Equivalentes de estas unidades en el subsuelo de la Cuenca de los Llanos Orientales no es conocida hasta hoy.

Es una unidad que por su restringida ocurrencia y escaso contenido de materia orgánica no es prospectable. Sin embargo en zonas donde el fracturamiento y los sistemas de cabalgamientos lo permitan, se constituye en un buen objetivo a prospectar.

Mesozoico: Esta secuencia está bien expuesta en la región de Piedemonte y en el subsuelo es atravesada por varios pozos cercanos al Piedemonte. En general el Borde llanero se comporta durante el Mesozoico como un borde de cuenca pericratónico. En esta zona se acumularon conglomerados que gradan hacia el tope a arenitas y limolitas rojizas bien litificadas, estas últimas

con presencia de faunas de trigonias y gasterópodos que indican una edad Berriasiano – Valanginiano (Fm. Bata, con 1000 metros aproximadamente de espesor).

En forma gradual, hacia el tope se presentan unidades areno – calcáreas, intercaladas con limolitas y lutitas de edad Valanginiano - Hauteriviano, acumuladas en paleo ambientes variables desde plataforma interna hasta talud continental superior (Grupo Caqueza, con espesores variables desde 200 metros hasta 1000 metros). Secuencias de shales oscuros que pasan abruptamente a gruesos bancos de arenitas de edad Barremiano - Aptiano cubren concordantemente las unidades inferiores (Formaciones Fômeque y Une de espesores variables entre 100 metros y 700 metros). En general estas unidades están restringidas a la parte occidental de la cuenca de los llanos y localmente es posible ver el nivel arenoso superior de la Fm Une progradando hacia el oriente (Arenitas inferiores).

Un nivel de shales ricos en materia orgánica de edad Turoniano cubre la parte occidental de la cuenca y sobre él, paquetes de arenitas muestran una gradual colmatación de la cuenca pericratónico y una progradación de sedimentos clásticos hacia el occidente durante el Coniaciano hasta el Paleoceno (Formación Chipaque y Grupo Palmichal – Grupo Guadalupe, con un espesor conjugado cercano a los 300 metros). Discordancias entre los paquetes arenosos y arcillosos del Grupo Palmichal son comunes en la región del Piedemonte.

Desde el punto de vista exploratorio, todas las unidades de la secuencia Mesozoica presentan condiciones para albergar o producir petróleo o gas, pero especialmente las acumuladas posteriores al Turoniano, pues gran parte de las unidades más ancianas han pasado ya por la ventana de generación de gas y de petróleo.

Cenozoico: Esta secuencia reposa de manera discordante a paraconforme sobre la secuencia Mesozoica. En general está constituida por unidades arcillosas y arenosas por niveles conglomeráticas, acumuladas en ámbitos sedimentarios transicionales durante el Paleoceno hasta el Oligoceno (Formaciones Arcillas de El Limbo – Los Cuervos, Areniscas de El Limbo - Mirador, San Fernando - Carbonera, Diablo - León, con espesores conjugados superiores a los 3000 metros), hasta continentales de montaña acumuladas durante el Mioceno hasta Plioceno (Formaciones Caja - Guayabo y La Corneta - Necesidad, con espesores variables entre 200 metros y 1500 metros).

Estas unidades varían lateralmente de facies principalmente hacia el oriente, donde las facies tienden a ser cada vez más fino granulares y frecuentes discordancias de bajo ángulo que muestran su control por la tectónica compresional Cenozoica. Los sedimentos del cuaternario cubren casi toda la cuenca de los llanos y muestran grados variables de deformación según su cercanía a la zona del Piedemonte.

Desde el punto de vista exploratorio, el objetivo se centra en las unidades del Eoceno y Paleoceno, en las cuales la recarga se ha dado gracias a la generación producida por los shales del Turoniano y del Paleoceno, durante el pulso de generación del Mioceno Medio.

Geología Estructural

A partir de las tres secciones cuya localización se muestra en la **Figura A** y representadas en la **Figura D**, en la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia, se pueden definir y reconocer regionalmente dos grandes sistemas estructurales de edad y génesis diferentes. Uno corresponde a un

sistema antiguo de tectónica de bloques de basamento cristalino, el otro corresponde a una tectónica de cabalgamientos desarrollados primordialmente durante el Cenozoico.

Estrada (1982), propone que los Llanos Orientales corresponde a una depresión estructural muy asimétrica, en contacto tectónico con la Cordillera Oriental, rellena con sedimentos del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, que descansan sobre un basamento Precámbrico encontrado a profundidades mayores de 20.000 pies. Reconoce tres unidades estructurales principales.

- a) Franja Plegada: corresponde al piedemonte de la Cordillera Oriental, está limitada por dos fallas inversas dentro de las cuales se desarrollan pliegues sinclinales y anticlinales.
- b) Depresión: constituye la zona de mayor espesor sedimentario
- c) Plataforma: se extiende al piedemonte andino, donde los estratos se encuentran suavemente plegado e inclinados al occidente.

Cediel (1982), define la cuenca como “back-arc-basin” desarrollada desde el Cretáceo Inferior a Medio en facies marinas, sobre un basamento pre cretáceo de rocas precámbricas y sedimentitas Paleozoicas y Jurásicas, con su límite occidental marcado por fallas inversas y cabalgamientos con planos inclinados al occidente, el límite oriental de la cuenca está formado por fallas normales de dirección NE – SW de edad Precámbrica, adicionalmente al occidente identifica un componente de fallamiento de rumbo el cual es importante porque divide la cuenca en varios bloques e influye en la formación de trampas petrolíferas.

En general, a partir de las tres secciones señaladas los dos grandes sistemas estructurales de edad y génesis diferentes son:

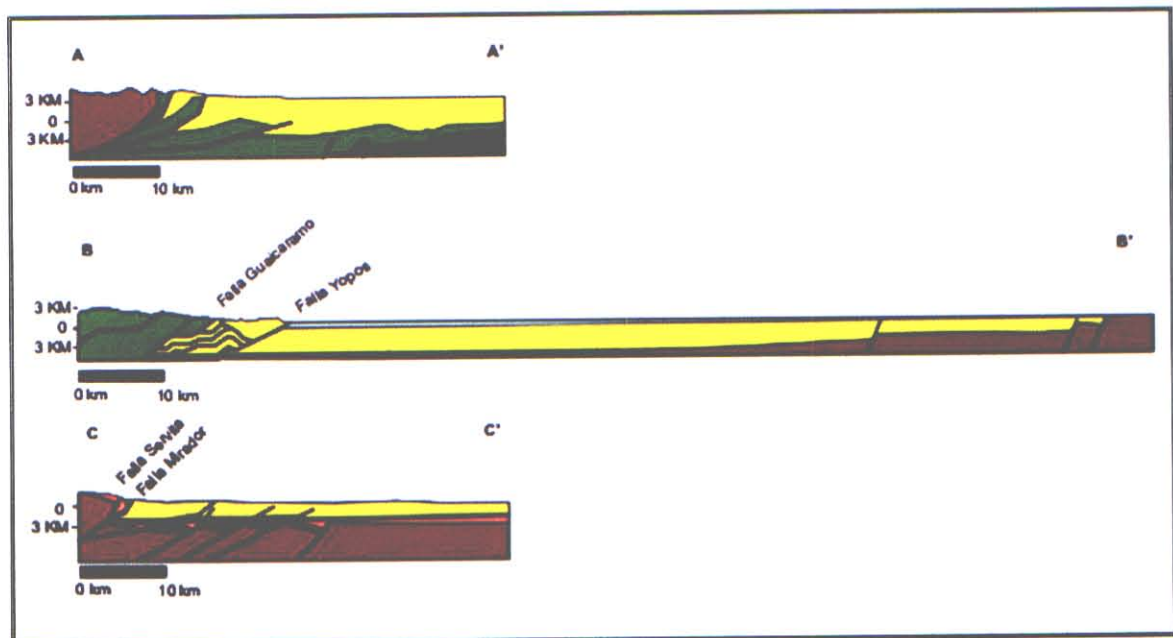


Figura D. Cortes Geológicas Esquemáticos (Fuente: Este Estudio)

Tectónica de bloques: Sistemas de grabenes y horst pueden identificarse en la cuenca de los Llanos, con períodos de reactivación desde el pre Cámbrico hasta el Ordovícico, como resultado de procesos regionales de apertura de cuencas de rift peri e intra cratónicas, algunas de las cuales muestran evidencias de inversión tectónica incipiente durante el Cenozoico. Estas estructuras aun no están regionalmente integradas y estudiadas y muestran un gran control sobre la distribución de la sedimentación y de los hidrocarburos en la zona de los Llanos.

Sistema de cabalgamientos: Este sistema es el más estudiado y conocido en el área por su expresión cartográfica en el terreno, así como en imágenes de satélite y fotos aéreas. En general es un sistema de cabalgamientos con una dirección de transporte tectónico hacia el oriente, avanzando y deformando las sedimentitas de la secuencia Cenozoica y Mesozoica superior.

De acuerdo con la información geológica disponible. Las estructuras más representativas son las fallas de Mirador, Servita, Guaicaramo, Yopos, Paz de Ariporo, las cuales regionalmente conforman un sistema de fallas con salto dextral, mostrando que el sistema compresivo del Piedemonte responde más a un sistema transpresivo. Según este concepto, es posible formar cuencas y estructuras en tiempos diferentes para toda la región, e igualmente cargar o bloquear la carga de hidrocarburos en las diferentes estructuras. Este sistema parece tener su máximo desarrollo desde el Mioceno medio.

4.0 Interpretación De Los Datos Gravimétricos Y Magnéticos

Las anomalías gravimétricas y magnéticas (después que a las observaciones de campo se le aplican las correcciones respectivas por cambios de elevación, efectos topográficos y variaciones temporales), reflejan cambios en la densidad y susceptibilidad magnética de las rocas infrayacentes. Estas propiedades de las rocas se pueden emplear para obtener un modelo geológico del subsuelo. Las anomalías gravimétricas y magnéticas son funciones de la distancia entre el detector y la fuente (cuerpo geológico que las produce). En exploración petrolera, las anomalías gravimétricas son por lo general producidas por las estructuras de las secuencias sedimentarias suprayacentes y/o discontinuidades laterales de densidad, producidas por contactos de megasecuencias en profundidad. Las anomalías magnéticas se asocian al basamento de las cuencas, formado generalmente por unidades ígneo-metamórficas. La gravimetría y magnetometría proveen un amplio espectro de fuentes y es mediante una manipulación adecuada, donde se incluyen los conocimientos geológicos existentes, que estos datos potenciales pueden emplearse en forma exitosa en la búsqueda de hidrocarburos.

La interpretación de las anomalías gravimétricas y magnéticas se basa principalmente en el reconocimiento de su **(i) distribución y (ii) forma**. La distribución o carácter de un mapa potencial es un indicador poderoso de cómo las rocas y formaciones se distribuyen en el área ocupada por el levantamiento; puede proveer indicaciones de lineamientos, texturas y discontinuidades estructurales. Este tipo de interpretación se define como la **interpretación cualitativa**. La forma de las anomalías representadas tanto en planta como en perfiles, se emplea para determinar o definir la forma, posición y la magnitud de los contrastes de densidad y/o susceptibilidad magnética. En teoría, no es posible encontrar una solución única de los métodos potenciales; pueden existir geometrías distintas que representen alguna anomalía en particular. En la práctica introduciendo al modelo información geológica u otros controles geofísicos, y haciendo que las soluciones

potenciales respeten estos controles, se consiguen soluciones más reales. Este tipo de interpretación se conoce como **interpretación cuantitativa**.

4.1 Anomalia De Bouguer E Intensidad Magnetica Total (IMT)

Las sedimentos superficiales (molasses), depositados en los Llanos Orientales de Colombia son predominantemente de densidad variable (2.1 Grs/c a 2.25 Grs/cc). Sin embargo las sedimentitas Terciarias, Cretácicas y Paleozoicas de mayor densidad (2.3 Grs/cc a 2.55 Grs/cc) suprayacen un basamento de alta densidad (2.67 Grs/cc a 2.75 Grs/c). Con base en estos valores la Densidad de Bouguer que se empleó para transformar la Anomalia de Aire Libre en Anomalia de Bouguer fué de 2.14 Grs/cc. Todos los mapas que se presentan en este informe se elaboraron con el sistema gráfico GEOSOFT y empleando mallas finales de 2000 metros. Las **Figuras 2 y 3** muestran respectivamente el cubrimiento gravimétrico y magnético existente. Las **Figuras 4 y 5** muestran la Anomalia de Bouguer y la Intensidad Magnética Total (IMT).

El mapa de Anomalia de Bouguer presenta una extrema concordancia con el conocimiento geológico-estructural descrito. Se observa claramente una división longitudinal de las anomalías: (A) En la parte occidental las anomalías poseen orientación noreste paralela a la Cordillera Oriental, donde la anomalía negativa que muestra valores desde -70 miligales hasta -100 miligales, cuyo eje sigue la línea desde Villavicencio hasta Tame pasando por Yopal es producida por la verdadera Cuenca Sub-Andina y es donde ocurre los mayores espesores de las secuencias sedimentarias, es en esta zona donde principalmente se han generado y entrampado los hidrocarburos. Sin embargo a medida que nos trasladamos hacia la traza del Rio Meta, el gradiente gravimétrico que va desde los -70 miligales a 0 miligales y también con orientación noreste, muestra como va disminuyendo el espesor de las secuencias sedimentarias Cuaternarias-Terciarias-Cretácicas. Las sinuosidades de este gradiente son producidas por fallamiento normal del basamento que afecta las secuencias suprayacentes. En muchas de estas fallas existe la posibilidad de entrampamiento de los hidrocarburos que hayan migrado al este del área de generación. (B) En la parte oriental del área volada las anomalías gravimétricas cambian radicalmente a una orientación norte sur. Las anomalías positivas ocurren en aquellas aéreas donde el basamento Precámbrico debe encontrarse muy cerca de la superficie actual del terreno. En cambio las anomalías negativas corresponden a semigrabenes que muy posiblemente estén rellenos de sedimentos Pre cretácicos predominantemente Paleozoicos. De especial interés es la anomalía negativa en el extremo nororiental que inclusive entra en territorio Venezolano. Esta compleja zona anómala que alcanza valores entre los -15 miligales a -45 miligales puede corresponder a espesores Paleozoicos que hayan podido generar hidrocarburos. En los altos de las anomalías positivas, a pesar de que ocurran espesores muy pequeños de las secuencias Terciarias receptoras, es posible el entrampamiento de hidrocarburos pesados, tal como ocurre en la anomalía positiva en el extremo occidental del Rio Vichada, donde se ubica el Campo Rubiales. Al oeste de los Ríos Atabapo y Orinoco se detecto una anomalía positiva de gran extensión norte sur pero muy estrecha longitudinalmente. Esta anomalía debe estar asociada a un cuerpo intrusivo de alta densidad en el basamento en forma de dique. En su extremo sur donde el basamento debe estar prácticamente aflorando debe efectuarse una exploración minera de metales base.

Al sur del Rio Arauca en territorio Colombiano, la anomalía negativa de orientación noreste corresponde al Graben de Arauca, donde no solo existen espesores intermedios de rocas Terciarias y posiblemente Mesozoicas, sino principalmente Paleozoicas.

El alto gravimétrico al norte del Rio Arauca en territorio Venezolano con orientación este oeste entrando en Colombia con orientación noreste, es la respuesta gravimétrica del Arco de Arauca, que separa la Cuenca de Barinas de la de los Llanos Occidentales de Colombia. Asociado a este alto de basamento se encuentran los yacimientos de Guafita y La Victoria en Venezuela y Cano Limón, Tame y Arauca en Colombia.

La zona de anomalías positivas de rumbo norte-sur en la esquina suroccidental del levantamiento corresponde al alto estructural de La Vorágine, en esta área las unidades basamentales Paleozoicas y Precámbricas deben aflorar o encontrarse muy cerca de la superficie actual del terreno. De especial interés es una zona de anomalías negativas al este de La Vorágine y sur del alto gravimétrico del Campo Rubiales que abarca un área aproximada de 3000 kilómetros cuadrados. En esta zona debe existir un espesor considerable de unidades Paleozoicas.

El mapa de la Intensidad Magnética Total Reducida al Polo (IMTRP), (**Figura 6**), aunque con un contenido de frecuencia mayor generado por la variabilidad de los contrastes laterales de susceptibilidad magnética en el basamento Precámbrico cristalino, muestra una estrecha correlación con la Anomalía de Bouguer, tanto en la orientación de las anomalías como en sus valores

4.2 Separación Regional-Residual

Todo intento de interpretar un mapa de campo potencial comienza con la determinación de qué parte del campo observado puede ser ignorada para el objetivo de un estudio en particular; (“**Anomalía Regional**”) y cual parte es significativa para el objetivo principal de la interpretación (“**Anomalía Residual**”), Nettleton (1971). Esta separación o fraccionamiento del campo total, llamada separación regional-residual, nunca podrá ser totalmente objetiva, depende en alto grado de la experiencia del intérprete, conocimiento de la geología del área, calidad de los datos potenciales y finalmente del objetivo de la interpretación en particular.

Por otra parte, por estar orientada esta interpretación a la exploración petrolera, efectos de pequeñas longitudes de onda, que normalmente poseen gran amplitud y que generalmente son producidos por concentraciones anormales (intrusiones máficas, mineralizaciones, unidades volcánicas y anomalías culturales), tienen que ser removidos. Las anomalías residuales (gravimétricas y magnéticas) se obtienen de los Mapas de Anomalía de Bouguer (AB) e Intensidad Magnética Total Reducida al Polo (IMTRP), por sustracción de la Anomalía Regional. El proceso de separación regional-residual consiste en filtrar de la señal inicial (AB e IMTRP), las señales de pequeña longitud de onda y eliminar los gradientes o valores de fondo de amplitud y longitud de onda mayor.

Este proceso se efectúa de varias formas:

1. **Suavizado a Mano**
2. **Ajuste por Polinomios**
3. **Análisis en Dominio del Espacio**
 - a. **Derivadas**
 - b. **Continuación de Campo**
4. **Análisis Espectral - FFT**
 - a. **Continuación de Campo**
 - b. **Filtros de Pasa Banda**
 - c. **Derivadas**

d. Filtros Direccionales

5. Separación con Control Geológico

Si revisamos la distribución de las observaciones gravimétricas en que se basa esta interpretación, podemos asumir que los procedimientos computarizados podrán reconocer caracteres estructurales cuya longitud de onda sea mayor de 1.0 a 4.0 kilómetros. Sin embargo en los mapas de AB e IMT se pueden observar anomalías que pueden ser producidas por estructuras y/o cuerpos, los cuales están por debajo de esta magnitud. Es posible que estas anomalías sean producidas por las rutinas de contorno del sistema gráfico empleado o por efectos culturales. Para los propósitos de este estudio, estos efectos no se consideran de importancia y pueden ser removidos por filtraje. Similarmente las anomalías de gran longitud de onda, provenientes de fuentes muy profundas también deben ser removidas para los efectos de esta interpretación.

Al analizar los Mapas de Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total y comparar sus anomalías con el conocimiento geológico-estructural que se posee, se puede inferir que las anomalías son producidas por contrastes de densidad y susceptibilidad magnética dentro de las unidades sedimentarias y contra el Basamento Cristalino Precámbrico. Cualquier residual matemático siempre mostrará contribuciones del basamento. Para poder estimar la contribución gravimétrica y magnética solamente de las secuencias Terciarias-Cretácicas y Paleozoicas, hay que efectuar **Separación Regional-Residual con Control Geológico**. En otras palabras, necesitamos obtener mapas residuales que no se encuentren afectados por efectos gravitacionales y/o magnéticos, provenientes de fuentes que se encuentren por debajo de la discontinuidad de densidad y susceptibilidad magnética señaladas).

4.2.1 Residuos Matemáticos

La malla empleada en la generación del mapa de Anomalía de Bouguer que se muestra en la **Figura 4**, fue la que se empleó en los procesos de Separación Regional-Residual que se describen a continuación.

Las **Figuras 7 y 8** muestran respectivamente los residuos gravimétricos al restarle a la Anomalía de Bouguer la superficie polinómica de grado 3 y el Bouguer suavizado al realizar Continuación de campo hacia arriba 5 kilómetros. Ambos residuos muestran resultados similares. Las anomalías positivas son producidas principalmente por altos estructurales en el basamento cristalino. De especial interés es la buena definición de los altos estructurales La Vorágine y Rubiales. Anomalías similares se observan en la parte occidental del levantamiento al sur de Yopal y suroriente de Tame. Aunque en el eje de anomalías positivas desde el Estado Apure en Venezuela hasta el Rio Guaviare en Colombia, las unidades Terciarias deben poseer poco espesor, no hay que desechar que pueda existir entrapamiento de hidrocarburos pesados en acñamientos contra el basamento Precámbrico y en las propias secuencias sedimentarias existentes.

Las **Figuras 9 y 10** muestran los residuos de la Intensidad Magnética Total Reducida al Polo (Pasobanda 2 kilómetros - 80 kilómetros y la 1ra Derivada Vertical). Estos residuos muestran muy buena correlación con los residuos gravimétricos pudiéndose definir los mismos altos y bajos estructurales descritos.

4.2.2 Regional Y Residual Gravimétricos Controlado

En este proyecto, el interés principal de la ANH se concentra en interpretar las estructuras y caracteres geológicos que existan por encima del tope del basamento Precámbrico. Por este motivo el Tope Estructural de esta unidad constituyó el objetivo primario de esta interpretación. Adicionalmente por existir un contraste de densidad en el tope del Paleozoico, también esta discontinuidad constituyo otro de los objetivos en esta interpretación. Por consiguiente, debemos obtener o aislar solamente la respuesta gravimétrica de las masas que existan, a partir de estos topos estructurales hasta la superficie actual del nivel del mar. Las superficies regionales deben construirse a partir de puntos de control donde la profundidad a estas interfases se conoce de otras fuentes (pozos, interpretación sísmica y mapas de geología de superficie).

El área que abarca este levantamiento es de gran extensión. Existe un adecuado control para los topos del Paleozoico y del Precámbrico en su parte occidental, pero en la región oriental los únicos controles lo constituye los afloramientos Precámbricos de las unidades Rapakivi de Parguaza al norte del Rio Orinoco y las rocas del Grupo Cuchivero a lo largo del Rio Atabapo. Por este motivo los afloramientos del basamento Precámbrico se emplearon para la construcción del Regional Controlado de ambos topos estructurales.

Carson Helicopters Inc. (Aerogravity Division) ha desarrollado un procedimiento computacional el cual, a partir de los puntos de control, se determina un residual aproximado, mediante la aplicación de la ecuación, que calcula la atracción gravitacional de prismas verticales. Al conocerse también el valor de la Anomalía de Bouguer en cada punto de control, es muy fácil, por simple resta, calcular el valor de la componente regional en cada localización. Con los valores de este regional controlado, se construye la superficie regional final, que al restársela a la Anomalía de Bouguer Observada nos da el Mapa de Anomalía Residual Controlado.

Las **Figuras 11 y 12** representan el REGIONAL y RESIDUAL CONTROLADO del tope del Paleozoico referido a la altura de vuelo de 1275 metros sobre el NMM. Para el cálculo del residual controlado en cada punto de control, se empleo -0.36 Grs/cc como contraste de densidad promedio entre las secuencias sedimentarias existentes contra el tope del Paleozoico. La **Figura 13** corresponde a la inversión 3D del Residuo Controlado que al restársele la altura de vuelo, representa el Tope del Paleozoico referido al NMM; y por último la **Figura 14** muestra la INTERPRETACION ESTRUCTURAL de esta discontinuidad geológica.

Por existir información adecuada del tope del basamento Precámbrico en algunos pozos de la región occidental del área del levantamiento, se procedió a obtener el tope estructural del basamento Precámbrico. Las **Figuras 15 y 16** representan el REGIONAL y RESIDUAL CONTROLADO del Tope del Precámbrico referidos a la altura de 1275 metros sobre el NMM. Para el cálculo del residual controlado en cada punto de control, se empleo -0.44 Grs/cc como contraste de densidad promedio entre las secuencias sedimentarias existentes contra el tope del Precámbrico. La **Figura 17** corresponde a la inversión 3D del Residuo Controlado que al restársele la altura de vuelo, representa el Tope del Precámbrico referido al NMM.

4.3 Mapa De Interpretación Estructural

El mapa de contornos estructurales proveniente de la inversión gravimétrica 3D del residuo con control geológico para el tope del Paleozoico, constituyo la base para realizar su Interpretación Estructural. En este mapa se observa claramente no solo donde ocurren los mayores espesores de secuencias Cuaternarias, Terciarias y Cretácicas, sino como se han interpretado las principales fallas y otros caracteres estructurales.

En la parte occidental del levantamiento se observa como por fallamiento normal el espesor de las secuencias sedimentarias desde el Pie de Monte hacia el oriente va disminuyendo hasta prácticamente aflorar en la parte central del área. Este fallamiento normal que intersecta lineamientos norte sur más antiguos relacionados con el basamento, produce altos estructurales similares al existente en el Campo Rubiales que ameritan exploración sísmica detallada subsiguiente. En la parte oriental del levantamiento se observan altos y bajos estructurales de orientación norte sur. Los altos corresponden a pilares y los bajos a semigrabenos que principalmente deben estar rellenos de sedimentos Paleozoicos, (recuérdese que se remarco anteriormente que los controles para el tope del Paleozoico en esta parte del levantamiento son los afloramientos Precámbricos a lo largo del límite Colombo-Venezolano en los Ríos Atabapo y Orinoco). En estos grabenos Paleozoicos se detectaron espesores entre los 1000 metros a 3000 metros extendiéndose el principal dentro de Venezuela. En la esquina sur oriental del levantamiento, en el Alto La Voragine y al este del Campo Rubiales el basamento Precámbrico prácticamente aflora y no debe existir posibilidad alguna de existencia de hidrocarburos. En la parte oriental del levantamiento, separando dos semigrabenos Paleozoicos se detecto un pilar de basamento de orientación norte sur, que por su concordancia con anomalías magnéticas, constituye un basamento somero de alta densidad y susceptibilidad magnética. Este lineamiento constituye una excelente zona para exploración de metales base.

La **Figura 18** muestra el ISOPACO de las sedimentitas existentes en el área del levantamiento.

4.4 Resultados De La Magnetometría

La **Figura 5** representa el mapa de Intensidad Magnética Total (IMT). La posición y forma de las anomalías magnéticas dependen no solo de las características físicas del cuerpo que las produce, sino de su orientación y posición dentro del campo geomagnético (asumiendo solamente magnetización inducida). En los polos, a altas latitudes magnéticas, las anomalías se localizan encima del cuerpo, pero a latitudes intermedias, las anomalías poseen máximo y mínimo y el cuerpo se localiza en el punto de inflexión. El campo geomagnético (I.G.R.F.) para la posición del estudio en referencia muestra una Inclinación Magnética de +32.0 grados al norte y una Declinación Magnética de -8 grados al oeste; por consiguiente, los máximos de las anomalías estarán desplazados respecto a la posición del cuerpo que las produce. Para restaurar la posición de las anomalías magnéticas en forma de que coincidan con las gravimétricas, siempre y cuando el magnetismo remanente sea despreciable, se aplica la reducción al POLO o al ECUADOR. En este caso, al estar a una inclinación magnética intermedia, se aplico la reducción al Polo y el resultado se muestra en las **Figura 6** (Intensidad Magnética Total Reducida al Polo, IMTRP).

Las estimaciones de profundidades magnéticas asumen que, en general las anomalías provienen de basamentos ígneo-metamórficos y que las secuencias sedimentarias son magnéticamente despreciables. También las profundidades dependen de los gradientes, inflexiones y picos de las

anomalías sin considerar los caracteres físicos del cuerpo que las produce. La **Figura 22A** muestra las soluciones someras (+1000 metros a -1000 metros) de la Deconvolución de Euler para el Índice Estructural 0 (Contacto Magnético). En este mapa, se observa claramente la homogeneidad de las soluciones en la parte oriental del levantamiento, sugiriendo que los sedimentos recientes Cuaternarios depositados por los ríos que provienen del Escudo han depositado arenas con un gran contenido de minerales magnéticos. Las anomalías de alta frecuencia que se observan en el mapa de IMTRP esconden la realidad que se pone al descubierto con la gravimetría. Solamente en la proximidad del Pie de Monte, las soluciones someras comienzan a orientarse en dirección noreste limitando el fallamiento interpretado de la gravimetría. La **Figura 22B** muestra las soluciones profundas del mismo índice estructural, observándose ahora las mismas tendencias interpretadas de la gravimetría con coincidencia en las profundidades.

4.5 Modelaje Gravimétrico–Magnético

Para realizar el modelaje directo cuantitativo, se extrajeron, a lo largo de transectas seleccionadas por la ANH: perfiles de los Residuos Controlado de la Anomalía de Bouguer, del tope del Basamento Precámbrico, Tope del Paleozoico y de la Intensidad Magnética Tota Reducida al Polo. También se elaboró un modelo geológico inicial, que incluyó los resultados de la inversión gravimétrica descrita anteriormente, el resumen de la geología regional y la interpretación estructural. Todos estos archivos constituyen la entrada de datos para el programa GM-SYS. La ubicación de los modelos que se presentan en este estudio se indica claramente en el mapa de interpretación estructural.

El GM-SYS utiliza básicamente el método desarrollado por M. Talwani (1964). El procedimiento consiste en comparar la atracción gravitacional y/o magnética de un grupo de láminas poligonales que simulan la sección geológica inicial con su respectiva anomalía residual. El programa posee rutinas de modelaje directo e inverso que permiten una interpretación en tiempo real, visible en monitor a color de alta resolución. Las densidades iniciales empleadas fueron 2.7 Grs/cc a 2.78 Grs/cc para el basamento Precámbrico, 2.45 Grs/cc a 2.55 Grs/cc para el Paleozoico y 2.0 Grs/cc a 2.35 Grs/cc para los sedimentos Cuaternarios, Terciarios y Cretácicos. El modelo es mejorado sucesivamente, añadiendo o modificando los elementos estructurales (fallas, contactos, etc.), y ajustando los contrastes de densidad; así como, los espesores de las capas, hasta que las anomalías observada y calculada se asemejen adecuadamente. Los modelos que se interpretaron, se presentan en las **Figuras 19, 20 y 21**.

Todos los perfiles muestran resultados similares, observándose la disminución de los espesores de las secuencias sedimentarias Cuaternarias-Terciarias-Cretácicas a medida que nos alejamos del pie de monte cordillerano. En el extremo oriental de los Perfiles, parte oriental del levantamiento, se observa como prácticamente no existe secuencia Terciaria-Mesozoica, pero en cambio aparecen los semigraben Paleozoicos.

5.0 Conclusiones Y Recomendaciones

Una vez analizados los resultados que se presentan en los capítulos anteriores, se considera que esta interpretación cumple con los objetivos propuestos, habiéndose podido definir y concretar los siguientes aspectos:

Se presenta, en los mapas de la inversión gravimétrica y principalmente en el mapa de interpretación estructural del tope del Paleozoico, los altos y bajos estructurales, fallas, tendencias y otros elementos de interés en la exploración de hidrocarburos.

Se definen las fuentes y extensiones de las estructuras que producen las anomalías gravimétricas.

Las diferencias de las mallas que representan la topografía y el tope estructural del basamento Precámbrico equivale al Isopaco de los sedimentos totales en el área del levantamiento.

El mapa de Interpretación Estructural del tope del Paleozoico muestra en la parte occidental del levantamiento, altos estructurales donde pueden estar acuñándose los horizontes arenosos Terciarios de Mirador y Barco o los Cretácicos de Guadalupe y Une. En la parte oriental del levantamiento muestra donde ocurren los mayores espesores de secuencias Paleozoicas.

Tanto el modelaje gravimétrico-magnético, como la interpretación estructural del tope del Basamento Paleozoico y la inversión gravimétrica donde se obtuvo el tope del Precámbrico, sustentan la disminución considerable del espesor de las secuencias sedimentarias existentes a medida que nos alejamos del pie de monte cordillerano. Es posible que acumulaciones de crudos que hayan migrado hacia el Escudo, se encuentren atrapados en acuñamientos o trampas estructurales estratigráficas y como producto del fallamiento normal pre-existente asociado con el basamento Precámbrico.

Recomendaciones

El cubrimiento gravimétrico-magnético del área estudiada es adecuado para este tipo de interpretación REGIONAL. Este estudio demuestra que las estructuras y los contrastes de densidad que existen en los Llanos Orientales de Colombia producen anomalías GRAVIMÉTRICAS RESIDUALES entre -1 a -50 miligales; por consiguiente, cada vez que se posean nuevos controles de espesores de secuencias y topes de basamento, esta interpretación debe repetirse para incluir actualizaciones en los modelos.

Los principales altos de basamento detectados en esta interpretación, próximos a las zonas productoras y en especial a ambos lados de La Vorágine, así como también al norte del campo Rubiales, justifican un estudio de sismica 3D o directamente una perforación exploratoria estratigráfica.

La malla de vuelo empleada de 10×20 kilómetros permite una interpretación REGIONAL, solo se interpretan las grandes estructuras. Si se quiere en el futuro poseer mejor resolución, se recomienda volar mallas de 2×6 kilómetros.

Carson Helicopters, Inc. / Aerogravity Division agradece a la ANH, la oportunidad de trabajar en el procesamiento e interpretación de los datos aerogravimétricos y aeromagnéticos de esta porción de los Llanos Orientales de Colombia. Esperamos que la ANH, aprecie que estos métodos potenciales integrados con toda la información existente de sismica 2D y datos de pozos, en una forma rápida, permite confirmar conceptos existentes y definir gran cantidad de incógnitas que ameritan ser resueltas por métodos con mayor poder de resolución.

Referencias

- Graterol, V. et al (1995) Interpretación Gravimétrica-Magnética en la Región Medina Occidental-Tierra Negra. MEM-Ecopetrol. Por Geod. Por Sat.
- Graterol, V. et al (1996) Constrained Gravity-Magnetic Interpretation. A new way of REGIONAL-RESIDUAL separation of Potential Field Data. Venezuelan examples. AAPG San Diego
- Graterol V. et al (1998) 3D Gravity Inversion with Variable Datum. Leading Edge Society of Exploration Geophysicists. Dec. 1998
- ANH Mapa Geológico de Colombia. Ariana Ltd. (2004) Diaz L. y Ramos B.
- Ecopterol y BEICIP-FRANLAB, 1995. Cuenca de los Llanos Orientales – Estudio Geológico Regional. Internal Report
- INGEOMINAS, 1996. Atlas Geológico Digital de Colombia, escala 1:500.000. Disponible en: www.ingegominas.gov.co/descargas/mapas 1:500.000
- López, E. y Barrero, D., 2003. Transectas geológicas de la corteza superior de Colombia. Memorias del VIII Simposio de Exploración de Cuencas Subandinas, Volumen 2 pp 279 - 289
- López, E., 2005. Cronostratigraphic correlation chart of Colombia. INGEOMINAS. Internal report. 46 p. 12 cronostratigraphic correlation charts (scale 1:1'000.000). Bogotá.
- Maya, M., 1992. Catálogo de dataciones isotópicas en Colombia. Boletín Geológico Ingeominas 32(1-3): 127-187.
- Ecopterol y BEICIP-FRANLAB, 1995. Cuenca de los Llanos Orientales – Estudio Geológico Regional. Internal Report
- ERC. 1994. Geology of the Cordillera Oriental Eastern Foothills between Río Cusiana – Yopal
- ESRI - ECOPETROL. 1994. Geology and Hydrocarbon Potential of the Cordillera Oriental, Colombia. V. 1, 2 y 3. Informe Geológico de Ecopetrol Nro. 3602.
- Graterol, V. et al (1995) Interpretación Gravimétrica-Magnética en la Región Medina Occidental-Tierra Negra. MEM-Ecopetrol. Por Geod. Por Sat.
- Goeva, R., Carlos. Aguilera, B., Hernando., 1985. Cuencas Sedimentarias de Colombia. II Simp. Explor. Petrol. Cuencas de Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Memorias, Tomo II, Trabajo p 58, ACGGP., Bogotá.
- INGEOMINAS, 1996. Atlas Geológico Digital de Colombia, escala 1:500.000. Disponible en: www.ingegominas.gov.co/descargas/mapas 1:500.000
- Martinez, W. Mendez, A. Conesa, J., 1994. Secuencias Deposicionales del Terciario en la Cuencas de los Llanos y del Río Catatumbo a partir de Registros de Pozo. V Simp. Explor. Petrol. Cuencas de Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Memorias, Tomo I, Trabajo p 108, ACGGP., Bogotá.

Perez, E., Numpaque, L.E., Vasquez., 1984 Geología del Cretáceo y sus implicaciones con el entrapamiento de hidrocarburos. Subcuenca Apiay – Ariari (Llanos Orientales). I Congreso Colombiano del Petróleo.

Valderrama, R., 1982. Desarrollo de facies en la cuenca de los Llanos Orientales Colombianos. Simp. Explor. Petrol. Cuencas de Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Memorias, Tomo II, Trabajo 6,51p., ACGGP., Bogotá.

Villegas, M. Ramon, J. C. Bachu, J., 1994. Análisis Integrado de Cuencas: Metodología y Modelo de Evolución de la Cuenca de los Llanos Orientales, Colombia. V Simp. Explor. Petrol. Cuencas de Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Memorias, Tomo I, Trabajo 509 p., ACGGP., Bogotá.

Vasquez, H., Cesar,A., 1988. Mapa Estructural del Tope del Cretáceo Cuenca llanos Orientales de Colombia. III Simp. Explor. Petrol. Cuencas de Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Memorias, Tomo II, Trabajo p 579, ACGGP., Bogotá.

Urien, M., Carlos. Zambrano, J., Jorge., 1985. Las Cuencas SubAndinas desde Venezuela hasta el Plateau de Malvinas (Revisión de la evolución Tectosedimentarias). II Simp. Explor. Petrol. Cuencas de Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Memorias, Tomo III, Trabajo p 402 , ACGGP., Bogotá.

Puntos De Control Tope Del Basamento Precambrico

x	y	PUNTO ALTURANASA	PcTOPE	BOUG	REGPc	RESDPc	TopePc	INFINAL
1381884.00	1119892.00	DOROTEA-1	112.17	1398.72	-21.37	27.92	-49.33	-1564.20
1487410.00	1096021.00	ST-RO-9	122.54	496.21	3.07	35.72	-32.80	-826.55
1367205.00	1171238.00	YOLI-1	119.84	1863.54	-21.39	36.47	-57.78	-1863.65
1191207.00	1006744.00	PAJARO-PINTO-1	171.01	2901.08	-44.00	32.99	-77.43	-2901.41
1724101.00	1166546.00	AFL-1	60.71	0.00	-9.96	12.43	-22.44	-187.65
1721382.00	1159644.00	AFL-2	68.80	0.00	-9.67	12.57	-22.26	-139.57
1682138.00	1103680.00	AFL-3	92.49	0.00	-6.50	15.30	-21.86	-302.47
1671543.00	1084475.00	AFL-4	80.09	0.00	-4.48	17.55	-22.00	-240.35
1671167.00	1079847.00	AFL-5	91.57	0.00	-3.96	17.86	-21.84	-217.90
1218380.00	1272024.00	A-1	332.63	10600.00	-115.32	103.61	-219.38	-10618.59
1230115.00	1275351.00	A-2	255.03	8700.00	-120.07	63.83	-186.09	-8719.62
1235357.00	1277136.00	A-3	258.86	8000.00	-121.56	49.43	-172.29	-7993.96
1234254.00	1253865.00	B-1	421.55	10500.00	-95.49	121.59	-215.12	-10488.93
1246734.00	1258447.00	B-2	203.22	9800.00	-99.77	104.41	-198.00	-9662.04
1260964.00	1263291.00	B-3	185.28	9200.00	-87.85	105.27	-189.02	-9168.94
1268705.00	1265842.00	B-4	173.53	8200.00	-81.09	93.59	-173.75	-8203.28
1212036.00	1246848.00	B-5	1124.06	0.00	-89.94	-87.16	-3.12	839.48
1198307.00	1242636.00	B-6	2974.12	0.00	-87.23	-118.55	33.92	2858.05
1240870.00	1235895.00	C-1	821.67	9600.00	-68.63	131.86	-174.03	-9129.67
1252101.00	1240217.00	C-2	282.43	9000.00	-72.20	117.23	-188.97	-9012.82
1273332.00	1246354.00	C-3	192.34	7700.00	-60.72	104.74	-160.86	-7654.64
1237125.00	1234622.00	C-4	1542.64	0.00	-68.46	-73.39	-21.98	358.60
1213411.00	1226598.00	C-5	3161.20	0.00	-69.55	-104.32	35.67	2862.92
1224452.00	1261307.00	D-1	547.93	10700.00	-109.82	110.95	-217.68	-10684.44
1228876.00	1273592.00	D-2	263.09	9500.00	-118.97	79.68	-199.04	-9483.90
1214873.00	1232985.00	D-3	2302.62	0.00	-75.63	-94.58	21.02	1859.63
1217828.00	1240631.00	D-4	2073.66	0.00	-82.25	-96.97	12.19	1684.92
1271177.00	1293671.00	NP-2	181.60	6450.00	-97.06	45.36	-142.21	-6454.53
1271387.00	1274667.00	NP-3	172.48	6000.00	-87.48	46.64	-136.77	-6022.75
1262195.00	1291820.00	NP-6	190.78	7843.00	-109.15	58.95	-166.37	-7833.91
1267782.00	1284130.00	NP-7	182.15	6234.00	-99.59	38.85	-138.79	-6232.32
1294292.00	1284424.00	NP-8	167.75	3770.00	-62.09	30.92	-93.23	-3772.00
1311419.00	1274104.00	NP-9	147.00	3424.00	-39.46	47.17	-86.58	-3423.08
1451303.00	1112240.00	ST_8	114.27	936.00	2.61	43.37	-40.44	-934.31
1451303.00	1112240.00	ST_8	114.27	936.00	2.61	43.37	-40.44	-934.31
1344512.00	1271736.00	GF6X1	140.37	2931.00	-16.37	61.17	-77.20	-2930.25
1323960.00	1271488.00	NP-10	140.96	3185.00	-27.46	54.76	-82.06	-3184.43
1732141.00	1159678.00	PC-44	68.11	0.00	-8.47	13.78	-22.26	-47.29
1709649.00	1115943.00	PC-45	59.40	0.00	-4.81	17.60	-22.37	33.37
1697153.00	1078456.00	PC-46	91.19	0.00	-0.09	21.73	-21.66	-5.95
1689656.00	1038470.00	PC-47	129.29	0.00	1.29	22.41	-21.07	39.91
1685907.00	1007232.00	PC-48	99.14	0.00	-2.14	19.54	-21.69	-66.52
1715896.00	909766.00	PC-49	106.13	0.00	-0.44	21.11	-21.55	76.61
1543457.00	856035.00	PC-52	220.66	0.00	-3.79	15.65	-19.43	162.89
1752134.00	1235901.00	PC-57	85.63	0.00	-17.89	4.04	-22.03	-28.44
1199591.00	1276905.00	TNS-1	1186.97	5400.00	-97.43	25.63	-122.84	-5505.06
1216118.00	1273760.00	TNS-2	397.76	11000.00	-114.16	112.14	-223.13	-10979.41
1223392.00	1270555.00	TNS-3	293.41	10800.00	-117.09	105.52	-222.11	-10798.78
1242207.00	1262171.00	TNS-4	230.77	9800.00	-105.89	98.29	-203.74	-9784.32
1165489.00	1291434.00	TNS-5	2220.02	0.00	-95.75	-113.17	17.61	1983.77
1179533.00	1285026.00	TNS-6	1414.08	0.00	-98.81	-101.37	1.56	1214.31
1198336.00	1277647.00	TNS-7	1536.15	6000.00	-95.81	38.31	-126.75	-5907.77
1486303.00	1186371.00	ALIX-1	96.91	1382.00	3.58	52.56	-48.71	-1380.14
1037748.00	835175.70	SA-15A	269.32	1600.00	-26.20	26.80	-52.85	-1600.33
1401827.00	971949.00	ST_O_1	143.21	633.00	3.49	38.67	-35.14	-632.99
1414365.00	940546.00	ST_O_4	196.01	550.00	-2.36	31.29	-33.73	-550.07
1255007.00	1214474.00	TAME-1	557.50	6320.00	-56.27	83.75	-137.26	-6271.54
1256932.00	1218882.00	TAME-2	334.27	6100.00	-57.47	78.50	-138.89	-6186.40
1397232.00	1293167.00	Apure-2	117.99	2290.00	-5.53	60.19	-65.68	-2366.80
1494924.00	1181328.00	MARCO-1	95.20	1175.00	3.50	48.67	-45.33	-1175.82
1191673.00	1262688.00	PRECr-1	1928.67	0.00	-89.98	-102.03	9.54	1585.52
1200373.00	1254687.00	PRECr-2	1770.96	0.00	-93.46	-102.60	7.52	1360.11
1205373.00	1249187.00	PRECr-3	2452.84	0.00	-92.15	-113.86	20.28	2181.52
1174872.00	1281688.00	PRECr-4	1622.79	0.00	-96.57	-102.98	6.88	1416.73

1178372.00	1289688.00	PRECr-5	1747.38	0.00	-102.49	-111.20	8.15	1540.38
1214374.00	1235687.00	PRECr-7	1926.80	0.00	-78.62	-90.64	14.66	1746.97
1204374.00	1288688.00	PRECr-8	1302.29	0.00	-100.13	-100.63	-5.46	1043.23
1245820.00	1261108.00	ARAUCA-1	205.21	7280.00	-103.49	54.23	-175.04	-7754.62
1248158.00	1264153.00	ARAUCA-4	190.13	7200.00	-104.75	51.50	-157.56	-7183.44
1104546.00	1014534.00	CONDOR-1	975.21	7100.00	-81.70	72.70	-154.65	-7105.82
1089400.00	983134.00	COPORO-1	533.55	7300.00	-77.94	80.15	-153.45	-7284.41
1252234.00	1249247.00	FORTUL-1	213.46	7190.00	-83.70	72.36	-159.04	-7209.60
1195373.00	1294688.00	PRECr-14	1877.66	0.00	-94.45	-105.56	10.52	1757.87
1314372.00	1095607.00	RONDON_1	136.96	3200.00	-46.25	36.25	-82.53	-3200.01
1334477.00	938116.90	ST_GU-15	139.38	1266.00	-7.98	38.87	-48.84	-1265.97
1451697.00	1122817.00	ST_RO_10	113.60	859.00	2.30	41.64	-39.39	-860.13
1436674.00	1113490.00	ST_RO_12	91.42	934.00	-2.87	37.86	-40.90	-987.45
1372869.00	1161084.00	STELLA_1	117.92	1879.00	-19.32	38.83	-57.79	-1877.51
1041221.00	948853.00	ANACONDA-1	957.47	7874.00	-81.29	87.38	-149.65	-7647.87
1111489.00	936911.30	NEGRITOS-1	186.99	4227.00	-23.11	78.32	-100.93	-4229.37
1120751.00	911236.40	VORAGINE-1	224.20	1968.00	20.57	80.36	-59.48	-1966.25
1342950.00	1183579.00	LA-HELIERA	129.82	2595.00	-39.00	32.35	-71.71	-2658.93
1435557.00	1120428.00	PICA_PICO-1	104.50	1013.00	-2.87	39.31	-42.16	-1091.88
1438663.00	1121639.00	CANO_NEGRO-1	104.50	993.00	-1.55	40.26	-41.73	-1060.86
1252244.00	1267750.00	AU-80-14(0340)	183.60	7500.00	-103.30	58.48	-161.47	-7497.39
1253798.00	1253612.00	AU-81-07(2100)	204.79	7200.00	-86.89	69.36	-156.97	-7197.93
1264295.00	1227779.00	AU-81-26(2640)	220.32	6000.00	-56.45	77.67	-134.65	-6002.14
1259604.00	1248815.00	AU-81-32(2160)	207.95	6890.00	-76.62	73.91	-150.58	-6873.06
1253417.00	1243541.00	AU-82-13(2320)	243.93	7500.00	-75.54	86.24	-168.05	-7614.40
1268223.00	1249666.00	AU-82-13(2640)	194.80	6100.00	-68.65	67.32	-138.16	-6121.52
1249166.00	1226635.00	AU-82-21(2120)	467.37	7200.00	-59.69	96.56	-153.50	-7198.70
1270070.00	1236252.00	AU-82-21(2580)	212.47	5800.00	-57.48	72.95	-130.84	-5799.87
1249694.00	1217176.00	AU-86-14(2180)	602.08	6600.00	-56.04	89.14	-136.49	-6452.64
1255352.00	1215476.00	AU-86-14(2300)	514.21	6350.00	-56.48	84.09	-138.65	-6320.93
1257228.00	1214919.00	AU-86-14(2340)	380.34	6200.00	-57.56	80.25	-139.64	-6295.38
1263738.00	1221090.00	AU-86-19(2100)	242.90	5900.00	-56.81	75.47	-133.56	-5901.21
1233103.00	1047206.00	RANCHO_HERMOSO2	168.56	3909.00	-53.76	41.81	-95.37	-3908.24
1451507.00	1271864.00	FS-1	103.13	3048.00	-11.63	68.07	-79.71	-3047.87
1492328.00	1250404.00	FS-6	93.99	2250.00	-9.36	55.63	-65.05	-2250.12
1512103.00	1284867.00	FS-7	86.95	1950.00	-9.17	50.29	-59.67	-1950.16
1531883.00	1183144.00	IN-1	100.71	1800.00	-2.11	54.58	-56.62	-1799.81
1606486.00	1255218.00	IN-2	76.01	900.00	21.84	61.94	-39.87	-943.88
1639283.00	1289753.00	IN-4	65.20	0.00	33.25	55.55	-22.37	-110.50
1672488.00	1288111.00	IN-5	58.88	0.00	35.27	57.69	-22.10	-116.80
1665734.00	1261884.00	IN-6	63.37	0.00	19.13	41.47	-22.38	-60.91
1751065.00	1184256.00	IN-9	61.84	0.00	-1.62	20.75	-22.20	-107.93
1040379.00	954685.30	Pz-4	827.33	0.00	-67.84	-59.59	-20.97	453.68
1067378.00	987685.30	Pz-6	1185.12	0.00	-70.88	-69.22	-2.24	1036.40
1063114.00	977353.10	BAS-27	1222.17	0.00	-81.45	-80.48	-1.43	1107.36
1046104.00	915704.90	CASTILLA-1	402.82	2450.00	-80.22	-11.55	-70.23	-2467.52
1325565.00	1259846.00	CANO_LIMON-1	145.85	2924.00	-23.36	54.05	-77.63	-2924.24

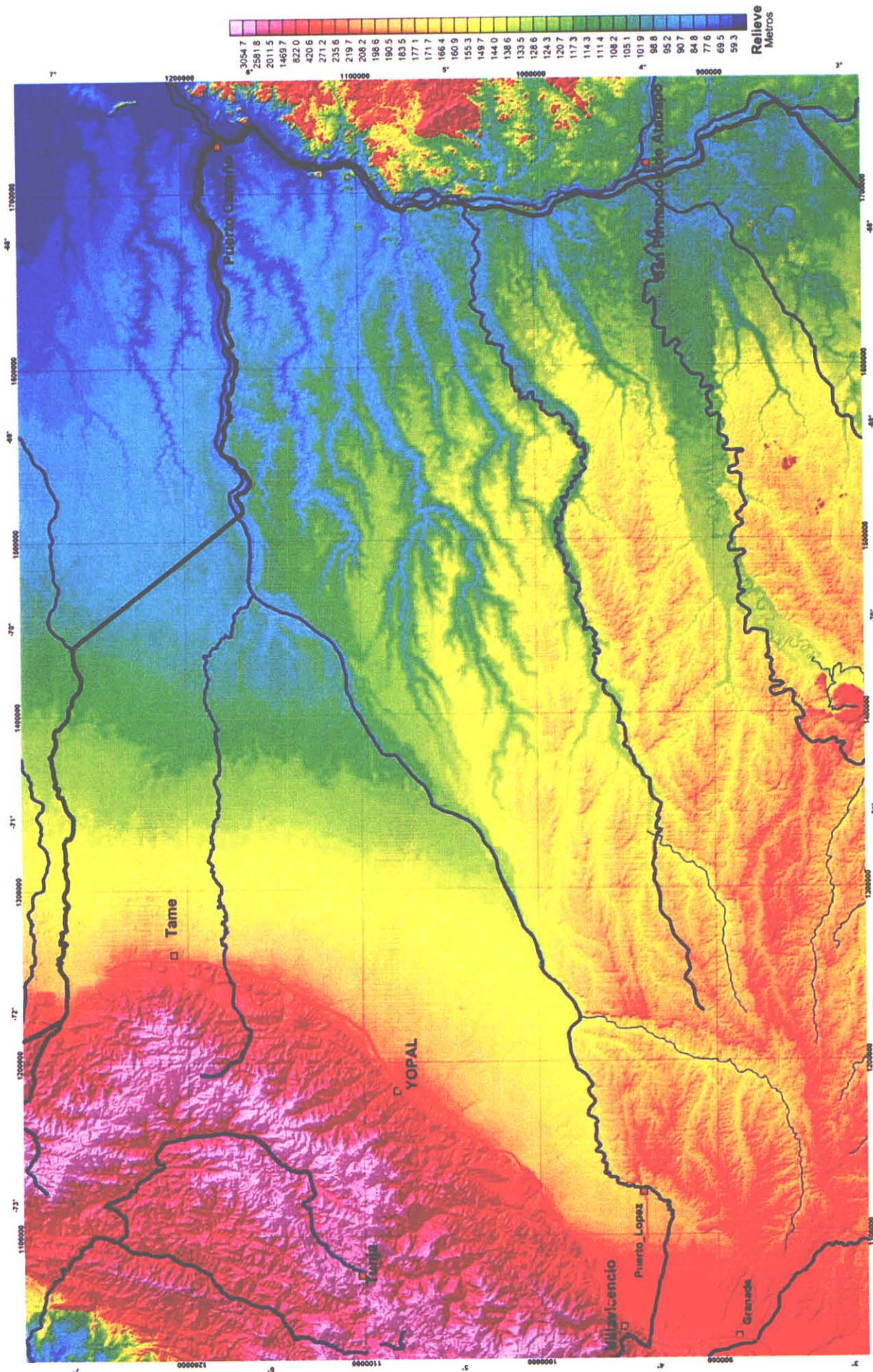
PUNTOS DE CONTROL TOPE DEL PALEOZOICO

x	y	PUNTO ALTURANASA	PzTOPE	BOUG	REGPz	RESDPz	TopePzInvFINAL	
1330987.00	1175295.00	AGUALINDA-1	133.92	2508.81	-45.61	11.46	-57.24	-2510.09
1269946.00	1015662.00	ARIMENA-1	140.98	1820.57	-33.60	13.09	-46.72	-1820.66
1298174.00	1140970.00	CAMUNGO-1	158.24	2854.76	-62.58	-0.29	-62.45	-2855.42
1217904.00	1017802.00	CASIMENA-1	165.88	2632.25	-39.67	19.27	-58.93	-2632.31
1343468.00	1086430.00	COROCORA-1	121.87	1646.53	-33.25	10.82	-44.08	-1646.54
1182444.00	1005250.00	EL.PALMAR-1	177.59	3080.61	-48.34	17.36	-65.64	-3080.17
1211129.00	1023231.00	ENTRERRIOS-1	172.35	2882.19	-44.24	18.47	-62.72	-2882.60
1314358.00	1163961.00	JOROPO-1	145.29	2837.08	-56.47	5.56	-62.01	-2836.74
1173736.00	1052840.00	LA.MARIA-1	237.48	5027.98	-84.11	10.96	-94.92	-5027.10
1221481.00	1024162.00	LA.PUNTA-1	167.39	2696.57	-42.48	17.43	-59.91	-2696.45
1156788.00	925047.00	VALDIVIA-2	201.14	1485.90	-40.86	0.79	-42.15	-1489.61
1412859.00	1251604.00	PALMA-REAL-1	113.10	1802.28	-22.46	23.96	-46.53	-1802.53
1299205.00	1117420.00	PUINAVES-1	153.79	2572.82	-57.68	0.36	-57.96	-2570.56
1233192.00	1047134.00	RANCHO-HERMOSO-2P	168.62	2894.08	-53.70	9.19	-63.00	-2894.08
1334099.00	938432.00	ST-GU-15	141.21	671.47	-8.15	21.21	-29.34	-671.59
1324184.00	913459.00	ST-GU-19	195.37	611.12	-10.26	18.19	-28.50	-611.15
1386036.00	1233748.00	El.Pato-1	117.37	1985.77	-31.39	17.80	-49.23	-1985.82
1301476.00	1112861.00	BUCARO-1	148.70	2458.01	-55.70	0.61	-56.45	-2460.99
1279549.00	995767.00	CACHAMA-1	158.23	1455.12	-25.05	16.13	-41.17	-1455.30
1350022.00	1218827.00	CHIGUIRO-1	128.20	2419.50	-44.27	11.46	-55.99	-2419.93
1274952.00	1098796.00	SANTA.MARTA-1	166.21	2857.80	-64.06	-1.72	-62.34	-2857.46
1181680.00	999730.00	POMAROSO-1	171.38	2931.17	-46.96	16.49	-63.42	-2930.75
1311892.00	1046405.00	PAJUIL-1	129.14	1647.14	-40.76	3.32	-44.23	-1647.75
1266820.00	1023515.00	MAREMARE-1	144.61	1957.12	-36.84	11.91	-48.82	-1957.64
1218385.00	1272021.00	A-1	332.57	7600.00	-115.32	18.55	-134.55	-7621.43
1230119.00	1275348.00	A-2	254.99	7700.00	-120.06	15.32	-132.96	-7593.82
1235360.00	1277133.00	A-3	258.75	7200.00	-121.56	6.28	-128.76	-7222.80
1234258.00	1253862.00	B-1	421.39	7800.00	-95.48	41.41	-135.50	-7790.75
1246737.00	1258444.00	B-2	203.22	6900.00	-99.77	23.54	-121.08	-6797.22
1260967.00	1263288.00	B-3	185.29	7000.00	-87.84	36.98	-123.82	-6996.41
1268707.00	1265839.00	B-4	173.54	6700.00	-81.08	39.21	-119.07	-6692.61
1212041.00	1246845.00	B-5	1122.84	0.00	-89.94	-87.64	-2.02	949.94
1198313.00	1242633.00	B-6	2972.48	0.00	-87.23	-112.83	26.67	2907.36
1240874.00	1235893.00	C-1	821.91	6500.00	-68.62	48.66	-102.60	-6173.99
1252105.00	1240215.00	C-2	282.44	6600.00	-72.20	46.59	-119.10	-6621.10
1273334.00	1246351.00	C-3	192.32	5200.00	-60.72	36.95	-96.39	-5180.57
1237129.00	1234619.00	C-4	1541.40	0.00	-68.45	-72.47	-11.65	695.24
1213416.00	1226595.00	C-5	3161.64	0.00	-69.55	-98.01	28.60	2920.27
1224456.00	1261305.00	D-1	547.76	6700.00	-109.82	10.47	-120.14	-6697.28
1228880.00	1273589.00	D-2	263.07	6800.00	-118.97	2.83	-127.95	-6989.30
1214878.00	1232982.00	D-3	2306.31	0.00	-75.62	-91.18	16.68	1961.28
1217832.00	1240628.00	D-4	2072.50	0.00	-82.24	-94.27	10.38	1777.02
1342162.00	998209.00	S-7	179.95	973.07	-16.03	17.88	-33.96	-973.19
1294184.00	913322.90	DW-1	172.42	660.20	-1.79	27.40	-29.26	-670.60
1492328.00	1250404.00	FS-6	93.99	2000.00	-9.36	40.04	-49.34	-1999.86
1512103.00	1284867.00	FS-7	86.95	1750.00	-9.17	36.46	-45.85	-1750.31
1531883.00	1183144.00	IN-1	100.71	1500.00	-2.11	39.75	-41.81	-1499.70
1606486.00	1255218.00	IN-2	76.01	900.00	21.84	54.65	-32.65	-899.82
1639283.00	1289753.00	IN-4	65.20	0.00	33.25	51.50	-18.29	-10.50
1672488.00	1288111.00	IN-5	58.88	0.00	35.27	53.61	-18.05	-16.80
1665734.00	1261884.00	IN-6	63.37	0.00	19.13	37.41	-18.32	39.09
1751065.00	1184256.00	IN-9	61.84	0.00	-1.62	16.68	-18.14	-7.93
1271179.00	1293668.00	NP-2	181.61	5450.00	-97.06	4.38	-100.66	-5446.61
1271390.00	1274664.00	NP-3	172.48	4800.00	-87.47	4.17	-93.75	-4823.95
1262198.00	1291817.00	NP-6	190.74	5843.00	-109.14	-1.77	-107.21	-5842.42
1267784.00	1284127.00	NP-7	182.14	5234.00	-99.59	-1.41	-98.29	-5231.18
1294294.00	1284420.00	NP-8	167.79	2770.00	-62.09	-1.08	-61.67	-2774.27
1311420.00	1274101.00	NP-9	147.00	2424.00	-39.46	16.34	-55.84	-2424.05
1040379.00	954685.30	Pz-4	827.33	0.00	-67.84	-61.09	-8.86	665.87
1067378.00	987685.30	Pz-6	1185.12	0.00	-70.88	-69.52	-1.56	1095.29
1273906.00	989752.80	S-11	158.55	1410.52	-24.47	16.04	-40.59	-1413.58
1392478.00	1112241.00	S-9A	112.26	1240.17	-19.37	18.57	-38.11	-1240.97
1206169.00	874111.40	SM-5	236.38	790.00	-10.34	20.81	-31.25	-791.15
1222870.00	818485.60	NSV-5	215.07	357.00	-0.16	24.46	-24.61	-356.92

1244624.00	862718.40	SV-6	225.22	588.00	-5.34	22.76	-27.97	-587.98
1255126.00	831419.50	SV-9	209.68	462.00	-14.78	11.42	-26.19	-461.99
1344511.00	1271733.00	GF6X1	140.38	2231.00	-16.37	36.51	-52.57	-2230.82
1388246.00	842687.00	HPZ-1	183.71	0.00	21.99	38.45	-16.47	124.20
1044000.00	954200.00	Pz-13	883.81	0.00	-71.25	-65.35	-5.37	850.08
1098500.00	1034000.00	Pz-14	780.54	0.00	-66.84	-59.38	-10.24	508.57
1284978.00	913780.10	RUB-1	196.81	732.43	4.38	34.66	-30.11	-728.59
1286069.00	911852.10	RUB-2	188.31	709.27	4.41	34.34	-29.97	-717.70
1289301.00	914214.10	RUB-3	168.58	717.19	2.72	32.77	-29.88	-715.56
1283438.00	912513.10	RUB-4	197.64	738.84	4.80	35.18	-30.28	-737.89
1292520.00	911639.10	RUB-5	186.06	677.27	-0.34	29.11	-29.32	-677.44
1300987.00	910784.10	RUB-6	182.39	648.00	-7.33	21.68	-28.83	-635.59
1288665.00	907634.10	RUB-7	186.29	680.31	3.00	32.49	-29.08	-674.91
1299440.00	917136.30	RUB-8	170.72	665.99	-6.21	23.07	-29.25	-663.35
1299246.00	904747.10	RUB-9	153.23	621.79	-7.77	20.84	-29.12	-630.01
1355981.00	1093522.00	S-10A	119.82	1530.55	-28.28	14.04	-42.30	-1530.48
1272731.00	989741.60	S-11A	162.06	1417.05	-24.58	16.03	-40.97	-1449.64
1044379.00	822284.00	SA-13	265.35	1512.00	-15.86	26.18	-42.10	-1511.56
1114390.00	868035.60	SA-14	240.10	1043.00	28.42	63.38	-34.63	-1042.91
1390025.00	1018620.00	SIS_1	126.42	812.14	-3.40	28.08	-31.40	-811.88
1321237.00	942179.80	SIS_2	154.76	779.88	-10.96	20.04	-30.92	-779.60
1330211.00	966983.70	SIS_3	153.81	871.10	-9.58	22.79	-32.29	-871.02
1287939.00	952919.00	SIS_4	183.61	938.97	-19.15	14.25	-33.49	-939.29
1244562.00	956585.70	SIS_5	209.74	1221.55	-25.81	11.85	-37.83	-1222.23
1315557.00	996707.30	SIS_6	171.32	1132.55	-16.75	19.57	-36.18	-1132.29
1364596.00	981661.00	SIS_7	134.26	758.74	-6.37	24.31	-30.68	-758.80
1408988.00	1004214.00	SIS_8	157.33	605.21	1.71	30.07	-28.40	-605.51
1356848.00	1021500.00	SIS_9	139.75	1001.27	-13.56	20.78	-34.22	-1000.73
1199596.00	1276901.00	TNS-1	1186.93	3400.00	-97.44	-26.92	-73.59	-3607.23
1216122.00	1273757.00	TNS-2	397.11	8000.00	-114.17	25.73	-137.94	-7981.10
1223396.00	1270552.00	TNS-3	293.39	8200.00	-117.09	25.83	-140.16	-8116.11
1242211.00	1262168.00	TNS-4	230.78	7800.00	-105.88	31.01	-136.60	-7795.81
1165496.00	1291431.00	TNS-5	2218.67	0.00	-95.76	-109.99	14.26	2077.04
1179539.00	1285023.00	TNS-6	1415.80	0.00	-98.81	-100.93	1.59	1289.97
1198341.00	1277644.00	TNS-7	1534.37	4600.00	-95.82	-7.20	-81.21	-4445.72
1486681.00	1186055.00	ALIX-1	97.01	916.00	3.58	36.63	-32.92	-915.44
1063114.00	977353.10	BAS-27	1222.17	0.00	-81.45	-80.65	-2.04	1188.57
1292922.00	908445.10	RUB-10	184.72	652.27	-1.37	27.70	-28.93	-649.02
1288836.00	911566.10	RUB-11	180.23	701.34	2.93	32.74	-29.69	-703.37
1296616.00	911186.10	RUB-12	178.97	649.22	-4.60	24.42	-29.14	-653.52
1294707.00	911255.10	RUB-13	183.40	662.33	-2.73	26.49	-29.19	-661.28
1296746.00	909822.10	RUB-15	183.82	648.92	-5.02	24.00	-29.08	-650.67
1293768.00	913033.10	RUB-16	175.74	683.97	-1.40	28.15	-29.27	-672.33
1299210.00	909338.10	RUB-17	185.85	636.42	-6.81	22.02	-28.96	-644.31
1285585.00	912727.10	RUB-26	184.43	728.78	4.42	34.65	-30.04	-722.25
1290723.00	910719.00	RUB-27	192.48	687.63	1.29	30.89	-29.40	-686.35
1287450.00	913790.90	RUB-28	186.15	713.23	3.77	33.76	-29.95	-715.58
1291448.00	913408.50	RUB-29	172.70	697.99	0.98	30.74	-29.61	-701.23
1297880.00	911227.80	RUB-30	189.56	649.22	-5.66	23.36	-29.11	-651.01
1284762.00	910443.10	RUB-31	200.07	719.94	4.93	35.02	-30.14	-727.68
1294645.00	910250.60	RUB-33	179.92	659.89	-2.93	26.26	-29.20	-660.86
1294540.00	907791.30	RUB-34	185.32	644.35	-3.31	25.64	-28.97	-645.13
1292979.00	914435.00	RUB-36	163.67	698.30	-0.49	29.28	-29.46	-690.42
1293187.00	910927.30	RUB-37	179.38	669.04	-1.20	28.12	-29.25	-669.58
1295566.00	911466.50	RUB-38	181.82	660.20	-3.56	25.63	-29.17	-657.30
1295851.00	911181.10	RUB-46	181.62	657.15	-3.92	25.22	-29.16	-655.50
1295117.00	909900.70	RUB-47	176.48	654.71	-3.49	25.62	-29.17	-657.35
1283429.00	908185.90	RUB-51	198.57	717.80	5.80	35.86	-29.87	-714.45
1289152.00	921156.60	RUB-53	199.26	751.03	-0.96	29.60	-30.61	-753.57
1298056.00	907267.90	RUB-79	165.21	640.21	-6.56	22.33	-28.88	-634.67
1300214.00	913478.30	RUB-80	162.90	642.43	-6.75	22.17	-28.98	-642.94
1297408.00	914848.00	RUB-81	160.15	665.01	-4.77	24.49	-29.40	-669.78
1292517.00	916849.10	RUB-82	164.09	710.12	-0.55	29.39	-29.67	-705.88
1293852.00	905564.10	RUB-83	165.33	635.40	-2.94	25.88	-28.87	-635.09
1288564.00	909673.90	RUB-85	192.36	704.55	3.08	32.94	-29.55	-702.05
1289175.00	918995.40	RUB-87	180.75	740.27	0.78	31.18	-30.29	-739.10
1037748.00	835175.70	SA-15A	269.32	1460.00	-26.20	15.05	-42.14	-1463.63
1401532.00	972833.00	ST-O-1	146.72	485.18	3.45	30.00	-26.47	-484.90
1414365.00	940546.00	ST_O_4	196.01	471.00	-2.36	23.98	-26.43	-471.12
1255010.00	1214472.00	TAME-1	557.26	5220.00	-56.27	41.70	-96.78	-5215.07
1257332.00	1218512.00	TAME-2	332.17	5000.00	-57.49	37.16	-96.63	-5055.66

1043569.00	908329.10	YALI-1	432.81	1760.22	-76.11	-30.33	-46.19	-1768.46
1397229.00	1293163.00	Apure-2	117.99	2290.00	-5.53	48.24	-53.42	-2289.66
1075832.00	893804.50	CAMOJA-1	284.20	1925.00	-41.87	6.40	-48.28	-1925.35
1502987.00	1172351.00	CLARA-1	103.36	714.00	3.22	33.22	-30.25	-715.22
1145178.00	896735.40	MELUA-1	227.86	1183.00	-4.08	33.00	-38.20	-1191.93
1306506.00	1042318.00	Ocumo-1	133.03	1704.14	-40.37	4.57	-44.90	-1702.15
1191678.00	1262685.00	PRECr-1	1925.95	0.00	-89.99	-99.81	8.55	1699.37
1200379.00	1254685.00	PRECr-2	1772.26	0.00	-93.46	-100.96	7.17	1479.42
1205378.00	1249185.00	PRECr-3	2452.60	0.00	-92.15	-109.91	16.28	2270.00
1174879.00	1281685.00	PRECr-4	1620.61	0.00	-96.56	-101.77	5.41	1515.82
1178379.00	1289685.00	PRECr-5	1745.53	0.00	-102.48	-109.58	6.40	1638.07
1214379.00	1235685.00	PRECr-7	1924.17	0.00	-78.61	-88.40	11.62	1778.11
1204379.00	1288685.00	PRECr-8	1302.97	0.00	-100.13	-100.55	-3.08	1145.79
1283307.00	929916.20	QUIFA-1	177.54	831.49	-7.35	24.42	-31.61	-828.73
1302405.00	930357.00	QUIFA-2	171.58	728.78	-12.03	18.20	-30.28	-727.66
1278545.00	905871.60	QUIFA-3	186.68	540.11	8.33	35.71	-27.29	-538.66
1292832.00	926343.90	QUIFA-4	195.50	583.39	-6.72	21.31	-28.51	-588.70
1272772.00	989769.00	Simon-1	161.87	1498.52	-24.58	17.26	-40.96	-1448.94
1466391.00	1143693.00	ST_CN-8	97.56	746.00	2.79	33.27	-30.50	-746.08
1070580.00	937753.90	SURIA-1	301.77	3079.25	-78.40	-12.72	-65.69	-3079.15
1076969.00	942812.30	APIAY-4P	288.12	3179.00	-76.11	-8.93	-67.40	-3180.89
1246211.00	1260793.00	ARAUCA-1	201.54	6000.00	-102.86	6.88	-114.24	-6115.99
1248162.00	1264150.00	ARAUCA-4	190.10	6200.00	-104.75	8.00	-112.99	-6188.80
1043382.00	880409.50	ARIARI-1	320.06	1970.00	-67.41	-18.46	-48.75	-1968.54
1104546.00	1014534.00	CONDOR-1	975.21	6700.00	-81.70	38.59	-118.38	-6693.53
1089400.00	983134.00	COPORO-1	533.55	6600.00	-77.94	40.85	-115.24	-6584.02
1252237.00	1249244.00	FORTUL-1	213.51	6190.00	-83.70	28.90	-114.03	-8217.54
1137448.00	963499.30	METICA-1	169.64	2760.00	-53.75	7.11	-61.85	-2766.66
1272909.00	934346.10	PIRIRI-1	185.11	919.00	-12.63	20.46	-33.23	-919.94
1314431.00	957231.90	PLANAS-1	182.05	840.00	-13.15	18.75	-31.88	-838.93
1313425.00	956858.00	Planas-1X	187.11	849.48	-13.57	18.48	-32.08	-851.27
1195379.00	1294685.00	PRECr-14	1879.52	0.00	-94.45	-103.57	8.68	1829.68
1314372.00	1095607.00	RONDON_1	136.96	2439.00	-46.25	9.77	-55.82	-2438.21
1436674.00	1113490.00	ST_RO_12	91.42	934.00	-2.87	30.45	-33.40	-934.56
1373248.00	1160768.00	STELLA-1	117.02	1756.00	-19.21	26.51	-45.53	-1756.23
1058278.00	929485.40	YACARE-1	362.49	2543.49	-83.14	-25.54	-58.12	-2549.93
1157910.00	923051.30	ALMAGRO-1	199.72	1413.00	-39.52	1.03	-41.38	-1441.40
1205375.00	958742.10	CHAVIVA-1	197.16	1852.00	-28.24	18.93	-46.93	-1851.57
1382262.00	1119576.00	DOROTEA-1	112.07	1399.00	-21.30	19.03	-41.18	-1458.53
1055091.00	912032.10	GALERON-1	337.01	2457.19	-75.77	-19.47	-55.63	-2454.21
1180255.00	897211.40	GARIBAY-1	200.67	1093.00	-25.39	10.33	-36.03	-1093.39
1032767.00	918090.80	HUMADEA-1	578.46	2229.61	-83.72	-30.86	-52.89	-2230.21
1251071.00	1068161.00	LaFlora-2	169.36	2866.03	-60.25	2.21	-62.51	-2866.07
1273066.00	1237960.00	RIO_ELE-1	198.48	4246.00	-56.39	26.89	-84.22	-4257.61
1041856.00	948589.90	ANACONDA-1	1072.51	3900.00	-82.58	-4.52	-72.33	-3854.70
1046104.00	915704.90	CASTILLA-1	402.82	1819.66	-80.22	-33.54	-46.97	-1819.39
1038957.00	908328.30	CORONADO-1	471.84	1920.03	-75.53	-27.34	-47.45	-1906.96
1226425.00	911261.30	CUMARITO-1	204.00	989.00	-16.33	17.82	-34.12	-988.98
1264950.00	958020.00	GUARROJO-1	195.79	1217.00	-24.12	13.47	-37.59	-1216.63
1316377.00	1118961.00	Jagüeyes-1	141.73	2257.35	-46.57	6.71	-53.21	-2257.44
1412862.00	1212707.00	LA_CORAL-1	109.33	1613.00	-19.24	24.32	-43.49	-1612.83
1064449.00	918511.40	LUNAROA-1	306.69	2694.44	-70.74	-10.86	-59.47	-2691.01
1281958.00	1026614.00	Mercedes-1	141.16	1770.28	-35.43	10.51	-45.95	-1770.70
1111489.00	936911.30	NEGRITOS-1	186.99	3030.00	-23.11	41.83	-64.47	-3030.59
1291312.00	1054233.00	Paravare-1	143.21	2020.52	-44.89	4.82	-49.69	-2020.63
1253170.00	1015936.00	SURIMENA-1	146.77	2020.00	-34.55	15.15	-49.73	-2020.16
1256867.00	1099259.00	TRINIDAD-1	177.18	3290.00	-71.26	-2.40	-68.96	-3290.56
1157801.00	923890.30	VALDIVIA-1	200.86	1464.00	-40.18	1.14	-41.25	-1433.24
1120751.00	911236.40	VORAGINE-1	224.20	1738.00	20.57	66.02	-44.46	-1734.71
1037145.00	857324.00	CANAGUARO-1	339.29	1984.00	-46.69	2.47	-48.68	-1984.62
1299350.00	1038942.00	CANO_DUYA-1	136.37	1716.00	-39.44	5.68	-45.26	-1718.84
1110169.00	820373.00	CHAFURRAY-2	224.98	623.00	11.61	40.24	-28.55	-623.92
1103485.00	822469.90	CHAFURRAY-3	219.38	693.00	2.46	32.15	-30.08	-696.79
1108390.00	822735.00	CHAFURRAY-4	237.20	702.00	8.76	38.58	-29.73	-697.65
1115854.00	828220.00	CHAFURRAY-5	241.14	672.00	24.36	53.73	-29.01	-670.96
1164474.00	849680.60	EL_VIENTO-1	199.91	620.00	28.53	57.11	-28.39	-619.98
1303354.00	1043478.00	Guarapito-1	134.68	1718.61	-40.71	4.45	-45.18	-1718.06
1276317.00	1032630.00	Guarilque-1	144.25	1932.58	-38.07	10.31	-48.30	-1931.91
1435557.00	1120428.00	PICA_PICO-1	104.50	1013.00	-2.87	31.64	-34.48	-1013.02
1333272.00	1062794.00	REMACHE_N-1	126.36	1525.00	-34.19	8.05	-42.27	-1522.77
1325319.00	1054657.00	REMACHE_S-1	125.49	1957.00	-37.14	11.61	-47.32	-1893.06

1213627.00	1055153.00	RIO_VERDE-1	190.18	3587.00	-65.67	7.67	-73.55	-3587.78
1055034.00	909174.40	CANDILEJAS-1	335.45	2483.82	-74.90	-18.20	-55.82	-2472.23
1170576.00	949142.20	CANO_BRAVO-1	215.55	1930.00	-47.30	1.04	-48.23	-1927.93
1276759.00	1110608.00	CANO_GARZA-1	165.21	2982.00	-67.26	-3.05	-64.30	-2982.62
1325565.00	1259846.00	CANO_LIMON-1	145.85	2224.00	-23.36	29.42	-52.52	-2223.16
1438663.00	1121639.00	CANO_NEGRO-1	104.50	993.00	-1.55	32.66	-34.10	-991.90
1043940.00	926518.90	CHICHIMENE-1	482.02	2369.55	-88.47	-33.50	-55.45	-2376.32
1236503.00	1070480.00	CRAVO_ESTE-1	179.76	3274.00	-65.71	2.91	-68.65	-3273.77
1342950.00	1183579.00	La.Heliera-1	129.82	2597.00	-39.00	19.41	-58.14	-2595.27
1452062.00	1233423.00	LA_TORTUGA-1	99.78	1366.00	-14.42	25.42	-39.94	-1366.21
1107519.00	826651.00	LAS.BRUJAS-1	242.77	814.00	7.31	38.82	-31.66	-814.68
1381309.00	1119822.00	LAS_GUAMAS-1	113.11	1527.00	-21.50	20.77	-41.30	-1466.89
1211120.00	875780.40	MANACACIAS-1	238.72	809.00	-8.86	22.58	-30.97	-802.51
1313457.00	1186738.00	CANO_CUMARE-1	148.94	2991.00	-62.60	1.75	-64.98	-2992.90
1325982.00	1064543.00	CANO_GANDUL-1	130.26	1640.00	-37.83	6.14	-44.07	-1639.21
1302282.00	1235793.00	CANO_RONDON-1	158.59	3082.00	-45.70	20.02	-65.84	-3080.90
1051780.00	877326.00	FUENTE-1821-X	307.51	2195.00	-61.03	-8.69	-52.29	-2196.09
1097156.00	816485.00	PUERTO.RICO-1	215.10	731.00	-0.99	29.27	-30.12	-730.89
1324941.00	1054972.00	Remache_Sur-1	124.36	1826.36	-37.35	9.43	-47.12	-1866.20
1295530.00	1037017.00	San_Joaquin-1	137.59	1728.03	-38.13	7.17	-45.23	-1725.88
1252248.00	1267746.00	AU-80-14(0340)	183.59	6500.00	-103.29	13.99	-116.86	-6493.89
1253801.00	1253610.00	AU-81-07(2100)	204.80	6200.00	-86.88	25.87	-112.89	-6197.04
1264297.00	1227776.00	AU-81-26(2640)	220.31	5000.00	-56.45	38.20	-94.96	-5003.01
1259606.00	1248813.00	AU-81-32(2160)	207.93	5890.00	-76.62	31.46	-107.85	-5876.15
1253420.00	1243539.00	AU-82-13(2320)	243.95	6500.00	-75.54	41.74	-117.27	-6494.55
1268225.00	1249664.00	AU-82-13(2640)	194.82	5100.00	-68.65	27.51	-96.97	-5109.62
1249169.00	1226633.00	AU-82-21(2120)	467.26	6200.00	-59.69	53.06	-109.62	-6182.00
1270072.00	1236249.00	AU-82-21(2580)	212.45	4800.00	-57.48	34.16	-91.16	-4790.42
1249697.00	1217174.00	AU-86-14(2180)	601.93	5600.00	-56.04	47.66	-97.96	-5485.93
1255355.00	1215474.00	AU-86-14(2300)	514.12	5350.00	-56.48	43.45	-98.13	-5305.13
1257231.00	1214917.00	AU-86-14(2340)	380.24	5200.00	-57.56	40.11	-98.28	-5243.92
1263740.00	1221088.00	AU-86-19(2100)	242.92	4900.00	-56.81	36.33	-93.98	-4903.34
1282111.00	983556.90	CANO_BARULIA-1	180.79	1288.00	-22.51	16.15	-38.63	-1287.63
1040032.00	923109.70	CHICHIMENESW-1	494.93	2249.11	-83.88	-30.72	-52.85	-2243.14
1332894.00	1063109.00	Remache_Norte-1	126.73	1524.00	-34.39	7.83	-42.35	-1526.46
1208314.00	1041442.00	CENTAURO_NORTE-1	182.36	3406.00	-57.62	12.99	-70.65	-3406.06
1175093.00	996966.10	LOS_TROMPILLOS-1	170.94	2980.00	-49.58	14.60	-64.30	-2981.22
1241779.00	971110.90	Rancho_Quemado-1	188.13	1490.32	-26.52	15.19	-41.59	-1489.19
1732141.00	1159678.00	PC-44	68.11	0.00	-8.47	9.73	-18.25	47.04
1709649.00	1115943.00	PC-45	59.40	0.00	-4.81	13.53	-18.34	55.92
1697153.00	1078456.00	PC-46	91.19	0.00	-0.09	17.77	-17.81	53.19
1689656.00	1038470.00	PC-47	129.29	0.00	1.29	18.57	-17.24	77.53
1685907.00	1007232.00	PC-48	99.14	0.00	-2.14	15.60	-17.76	33.48
1715896.00	909766.00	PC-49	106.13	0.00	-0.44	17.19	-17.63	93.15
1543457.00	856035.00	PC-52	220.66	0.00	-3.79	12.11	-15.90	190.79
1752134.00	1235901.00	PC-57	85.63	0.00	-17.89	0.05	-18.02	71.56



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos



Localizacion y Relieve Topografico

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre de 2008

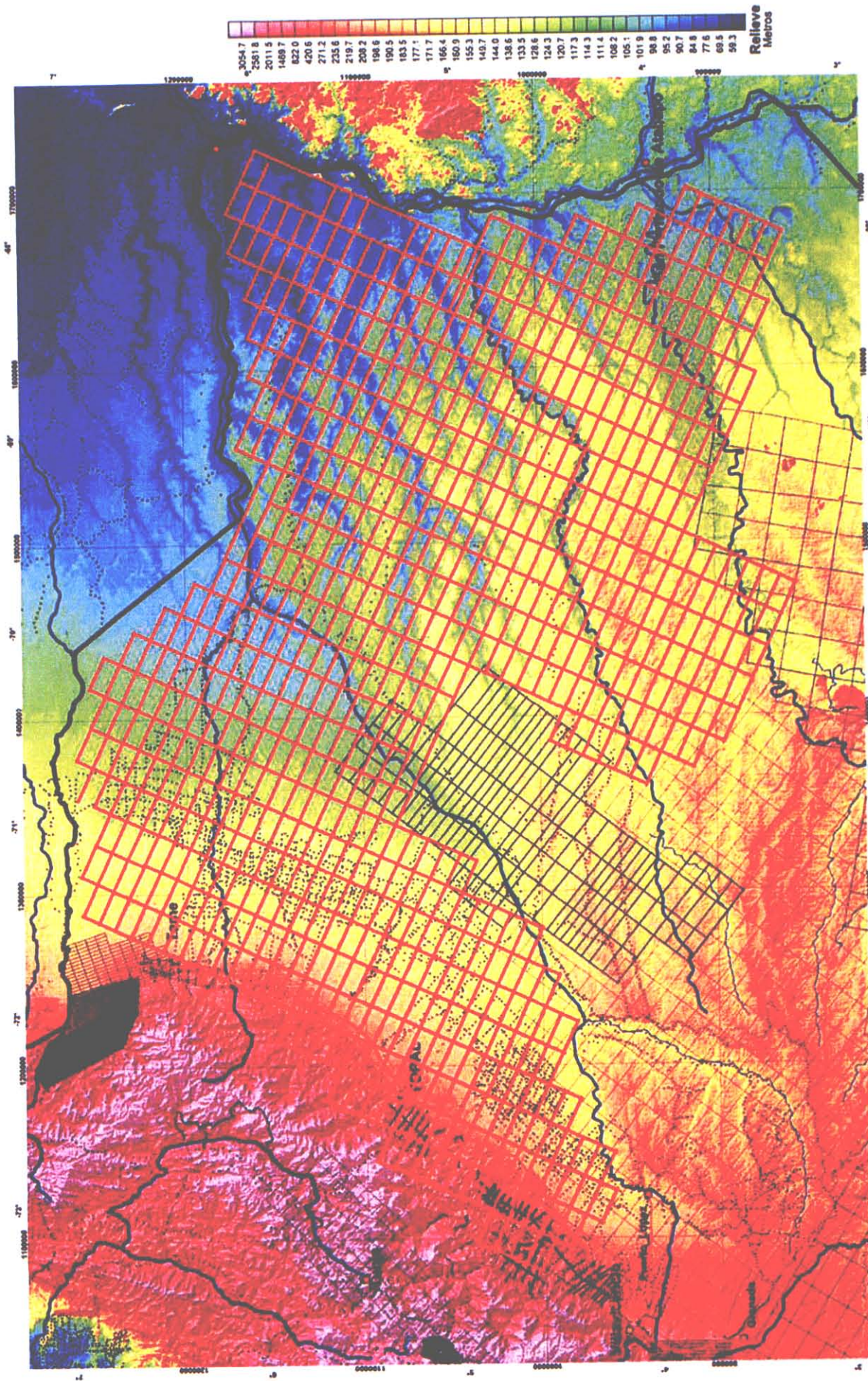
CARSON AEROGRAVITY Inc.

Scale 1:750000

Bogota MAGMA / Colombia Bogota zone



Figura 1



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos

Cubrimiento Gravimétrico (AEREO y TERRESTRE)

Autor: V. Graterol

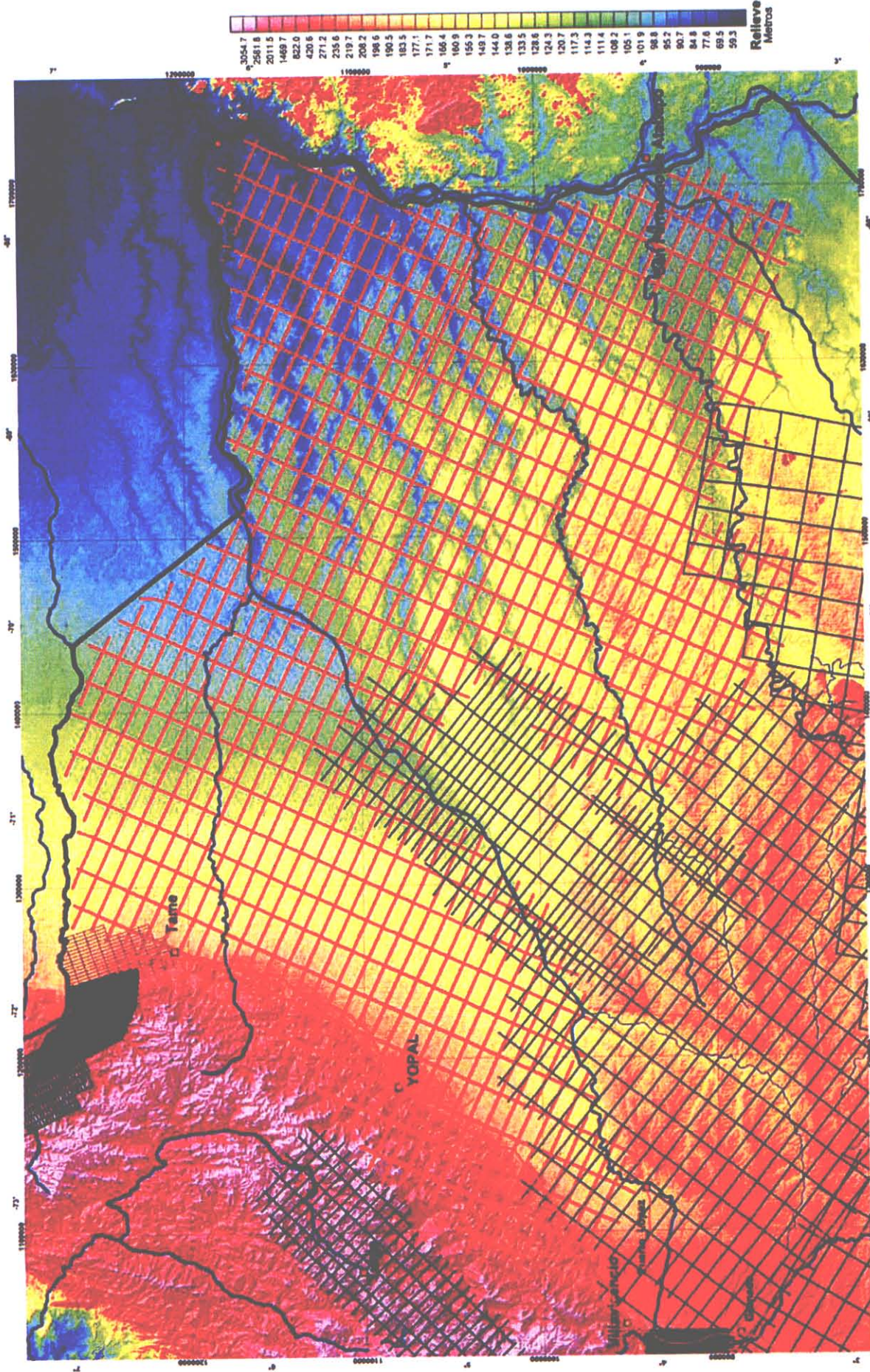
Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.



Scale 1:750000
Región MAGNA / Colombia Bogota zone

Figura 2



Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH

Cubrimiento Magnético (AEREO)

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

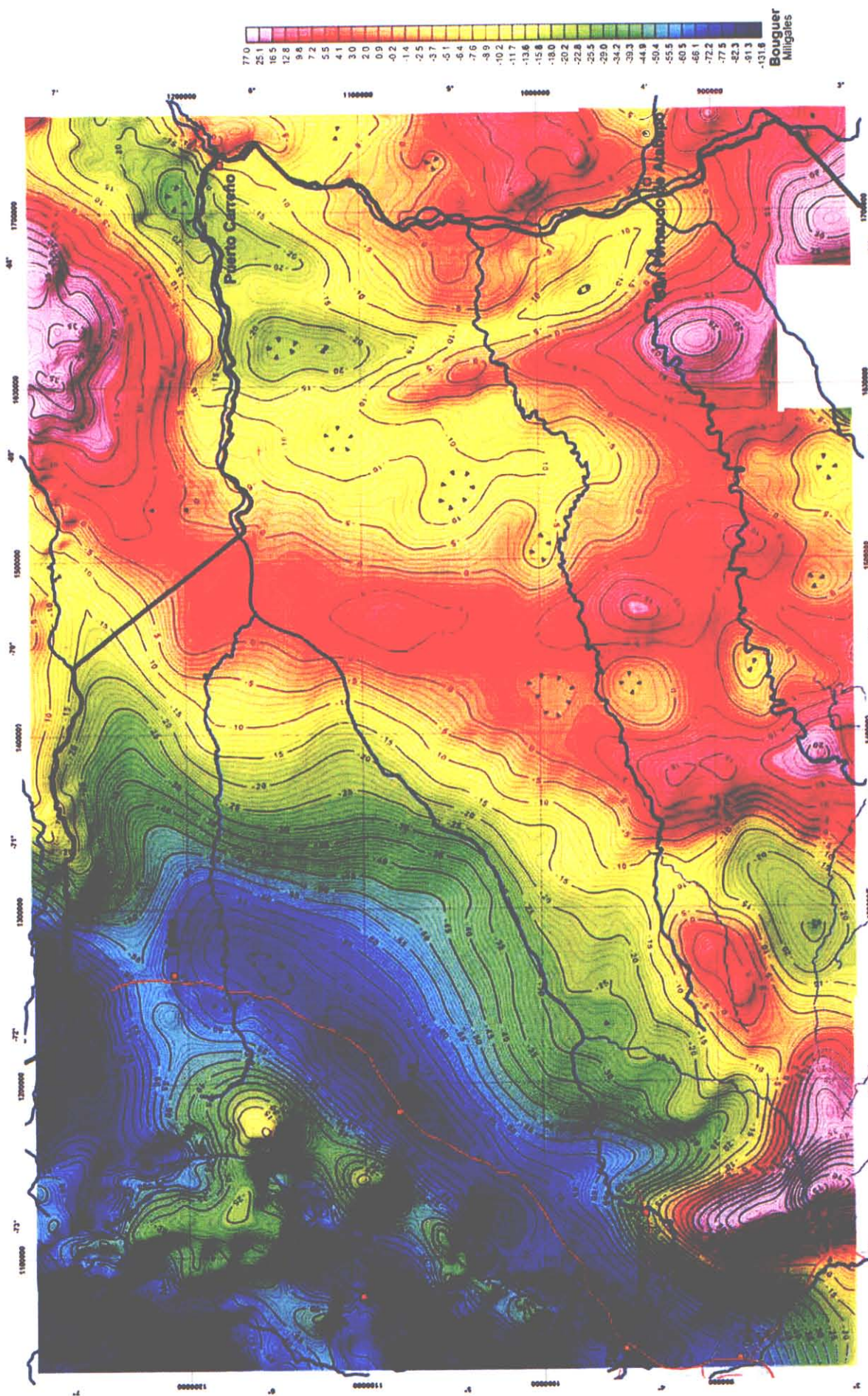
CARSON AEROGRAVITY Inc.

Llanos Orientales de Colombia

Figura 3



Scale 1:750000
 Bogotá MAGNA / Colombia Bogota zone



Llanos Orientales de Colombia



Agencia Nacional de Hidrocarburos

ANOMALIA DE BOUGUER (p=2.14g/cc)

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Scale 1:750000

Bogotá MAGNA / Colombia Bogotá zone

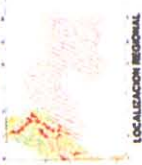
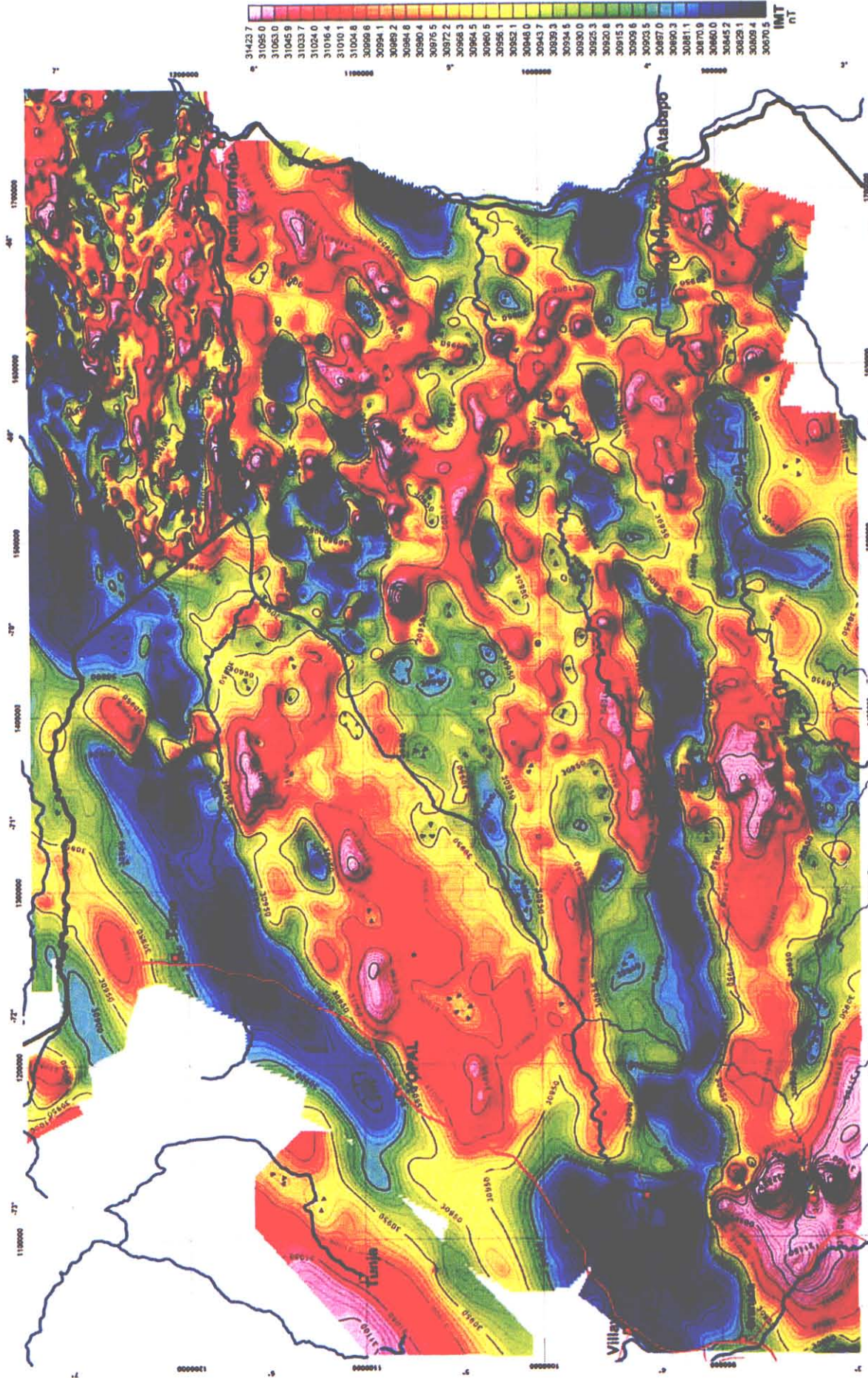


Figura 4



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos



Intensidad Magnética Total (IMT)

Scale 1:750000

Bogotá MAGNA / Colombia Bogotá zone



LOCALIZACIÓN REGIONAL



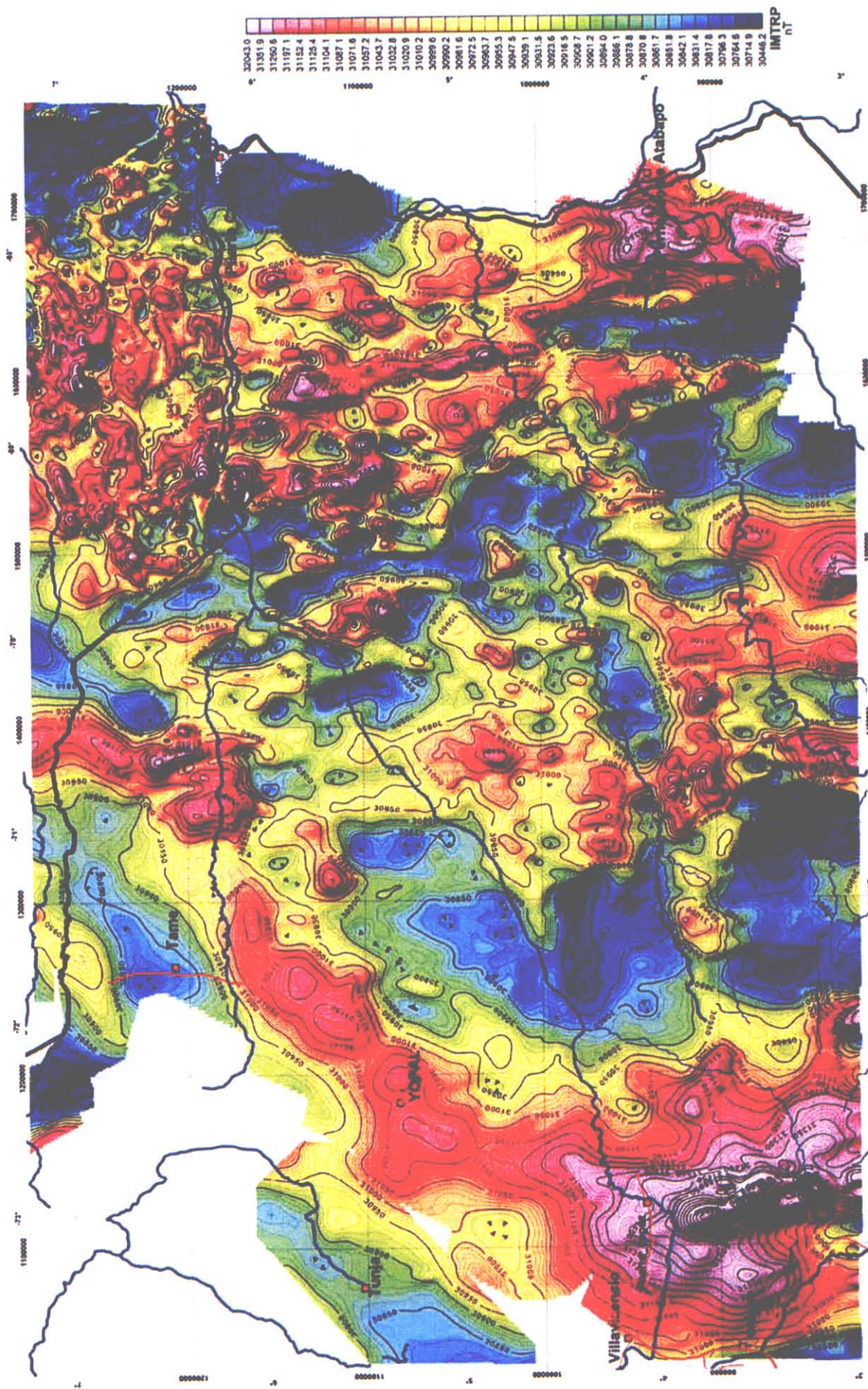
Figura 5

Autor: V. Graterol

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Fecha: Diciembre del 2008





Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH

Intensidad Magnética Total REDUCIDA AL POLO (IMTRP)

Autor: V. Graterol

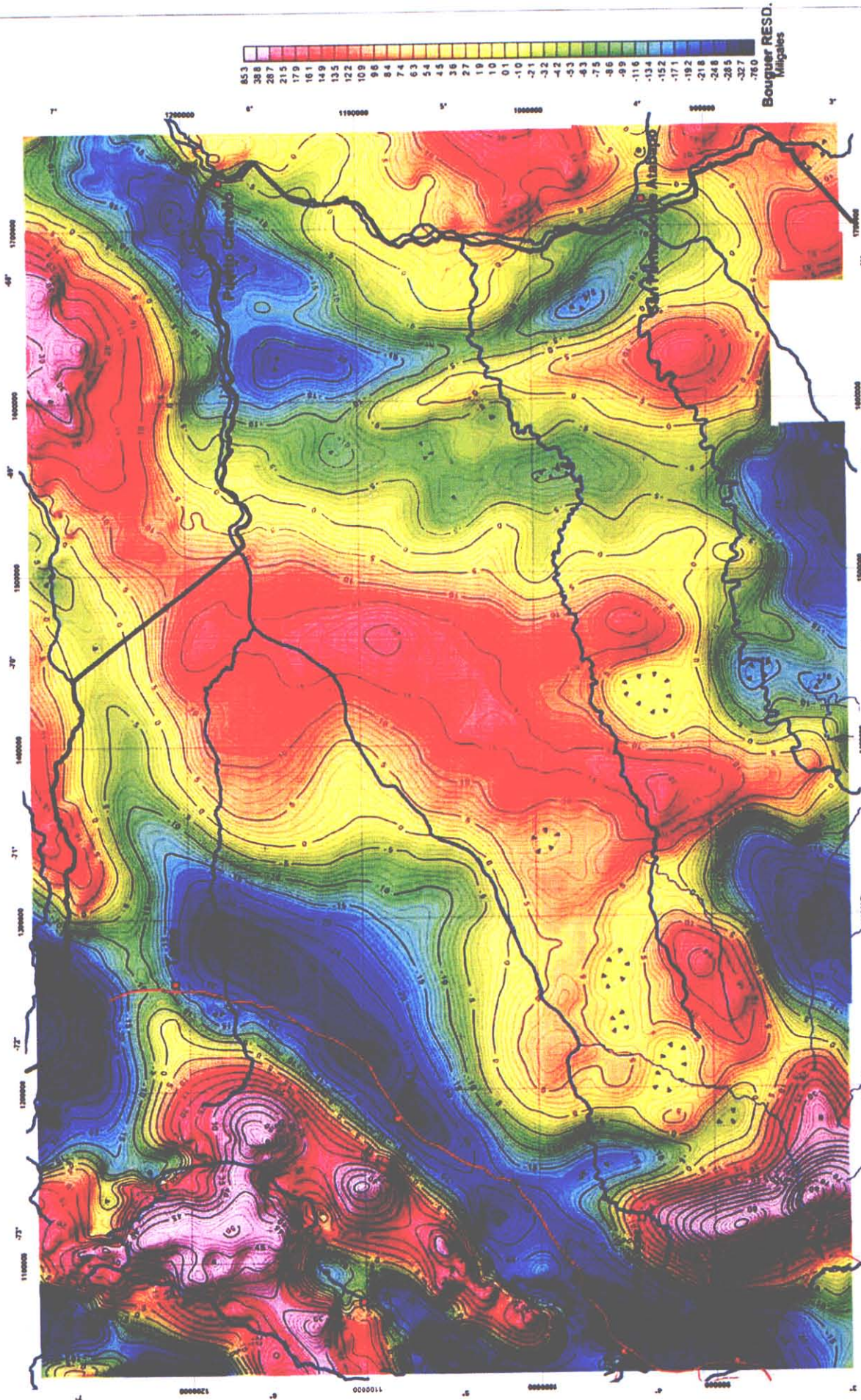
CARSON AEROGRAVITY Inc.

Fecha: Diciembre del 2008



Scale 1:750000
 Bogota MAGNA / Colombia Bogota zone

Figura 6



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos

ANOMALIA DE BOUGUER RESIDUO POLINOMICO DE GRADO 3

Autor: V. Graterol

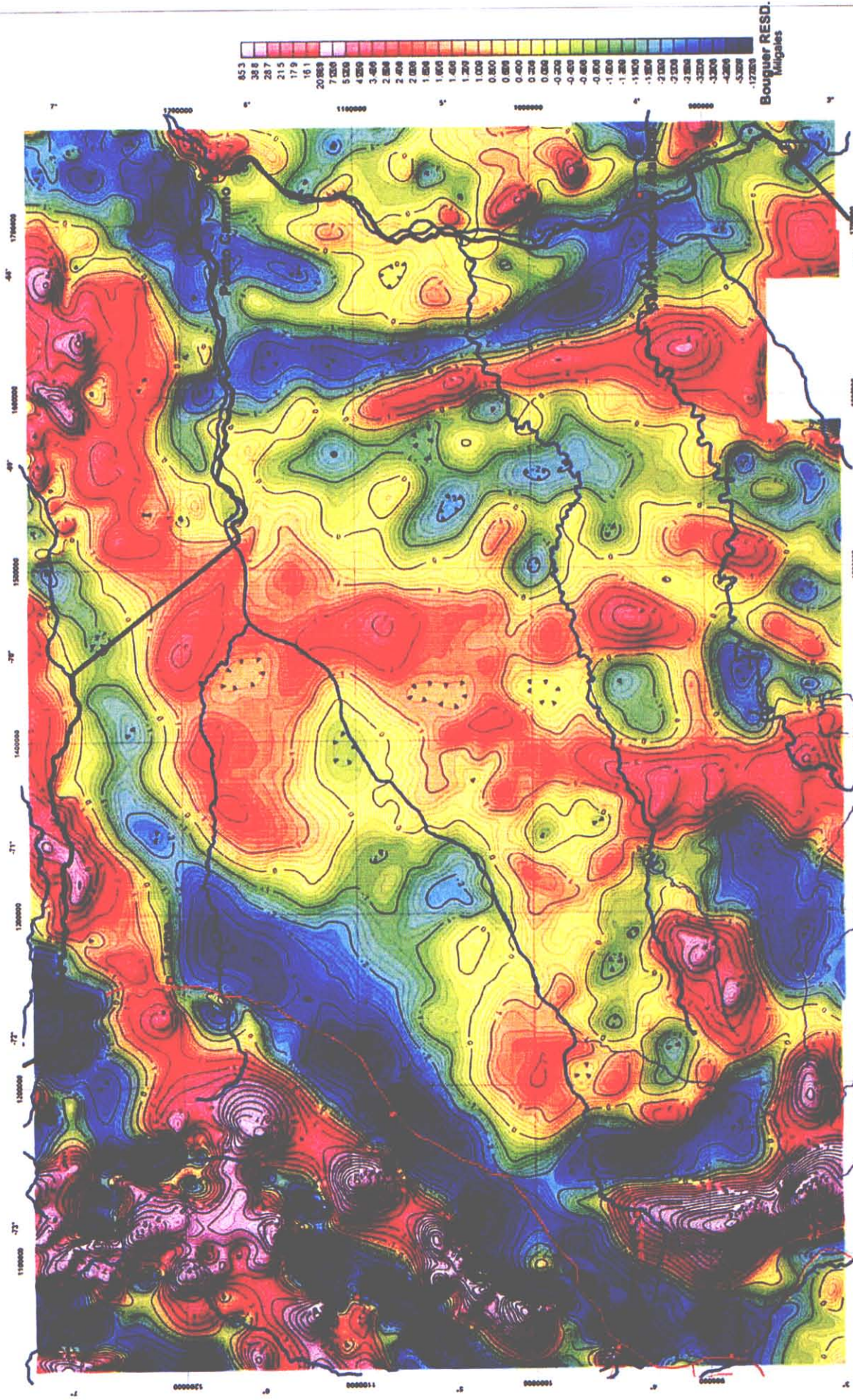
Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.



Scale 1:750000
Bogota MAGNA / Colombia Bogota zone

Figura 7



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos



BOUGUER RESIDUO Continuación de Campo Arriba 5Km

Autor: V. Graterol

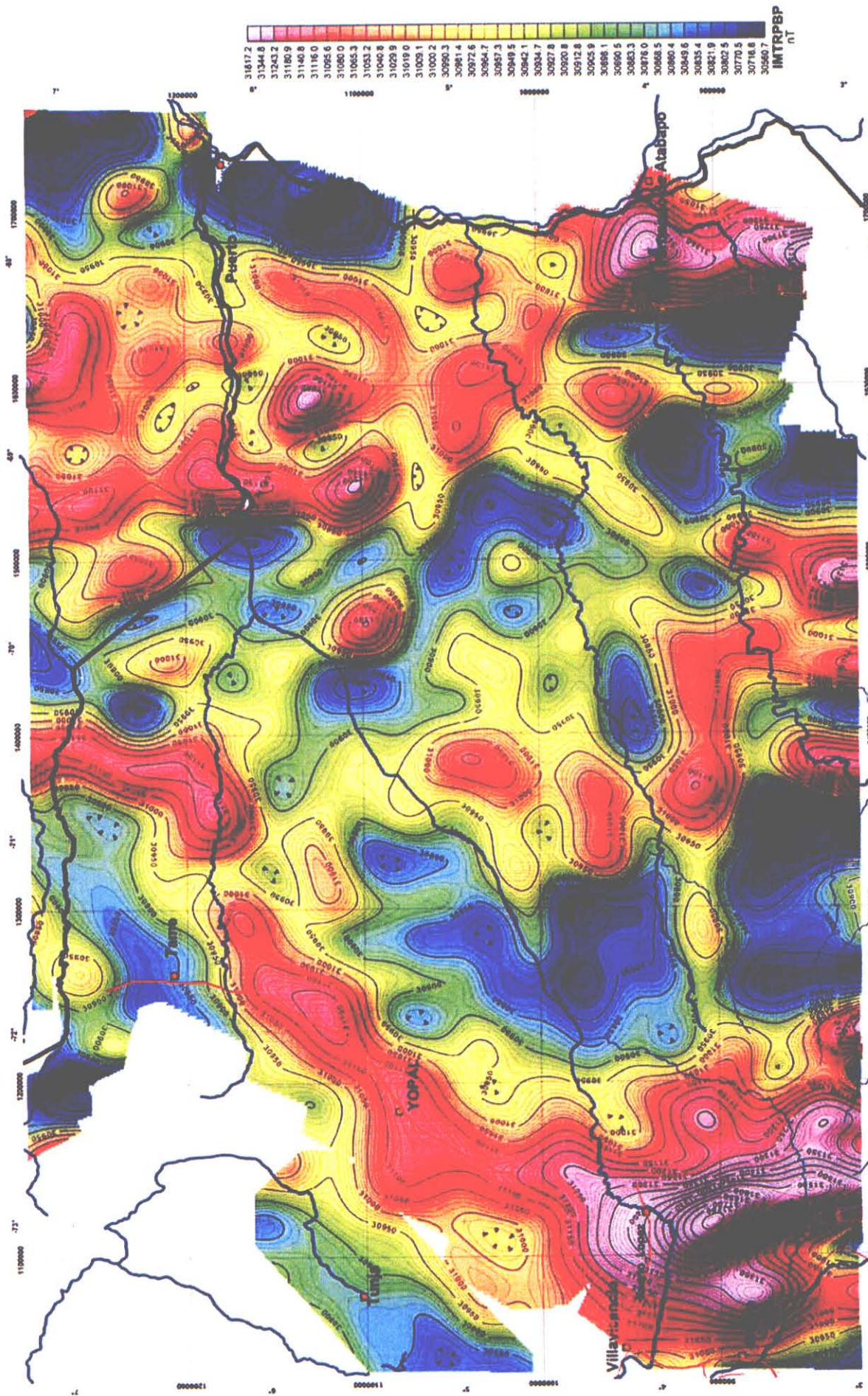
Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.



Scale 1:750000
 Bogota MAGNA / Colombia Bogota zone

Figura 8



Llanos Orientales de Colombia



Agencia Nacional de Hidrocarburos

IMTRP Filtro Pasobanda 2Km-80Km

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

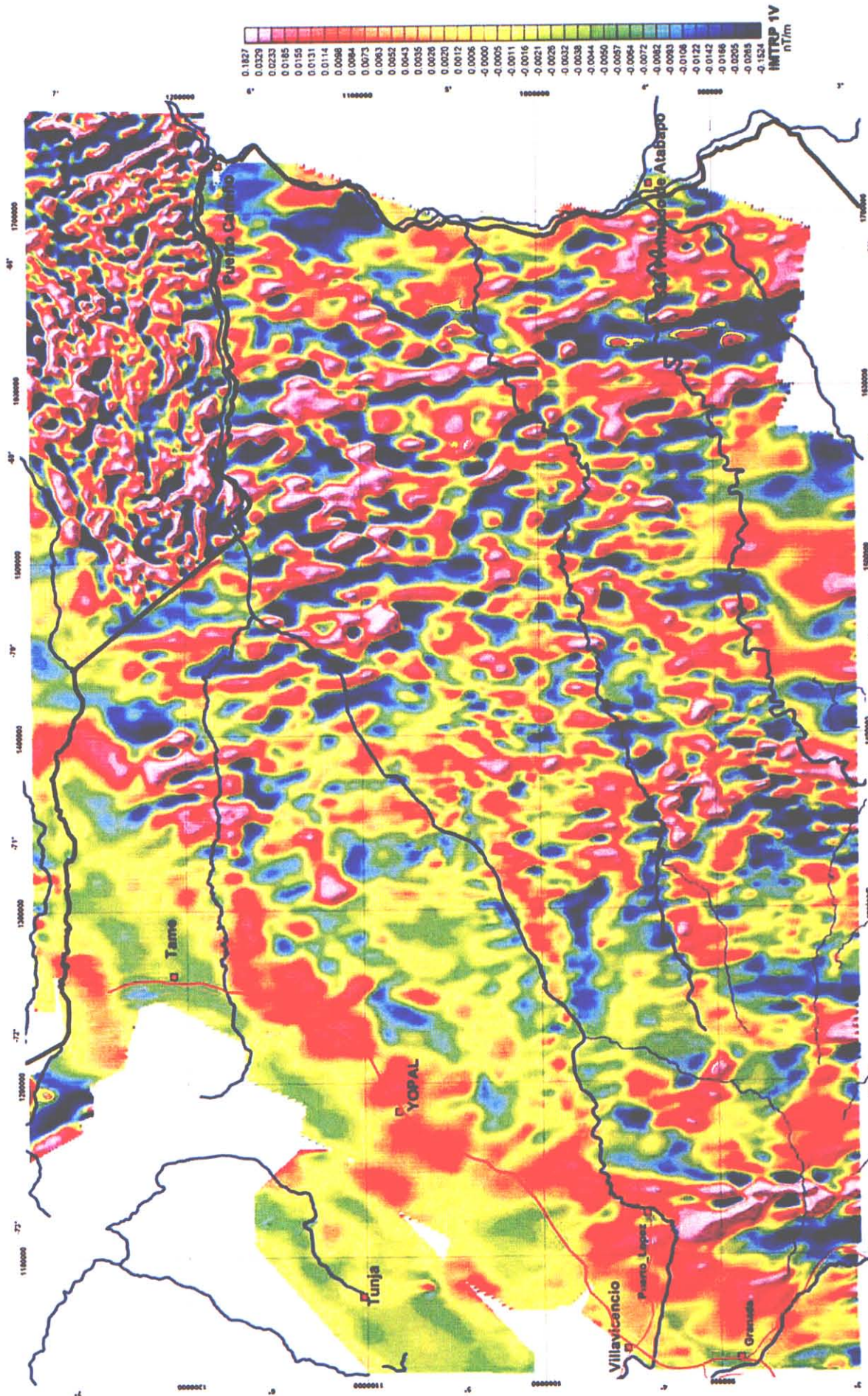
CARSON AEROGRAVITY Inc.



Scale 1:750000

Bogotá MAGNA / Colombia Bogota zone

Figura 9



Llanos Orientales de Colombia



Agencia Nacional de Hidrocarburos

IMTRP 1ra Derivada Vertical

Autor: V. Graterol

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Fecha: Diciembre del 2008

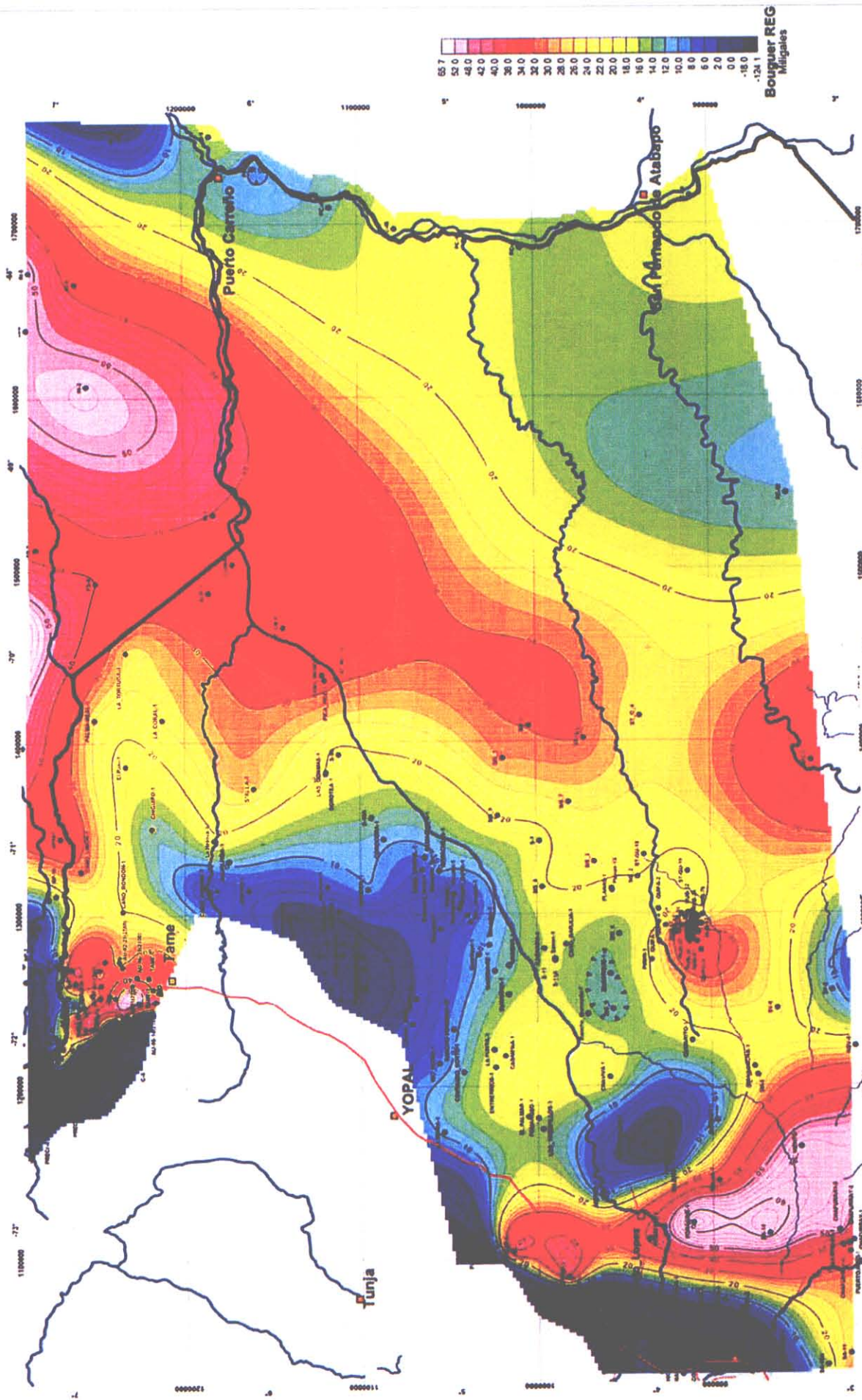


LOCALIZACION REGIONAL



Scale 1:750000
 Bogota MAGNA / Colombia Bogota zone

Figura 10



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos
Regional Controlado Tope del Paleozoico
Referencia: 1275m Arriba del NMM

ANH
AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS

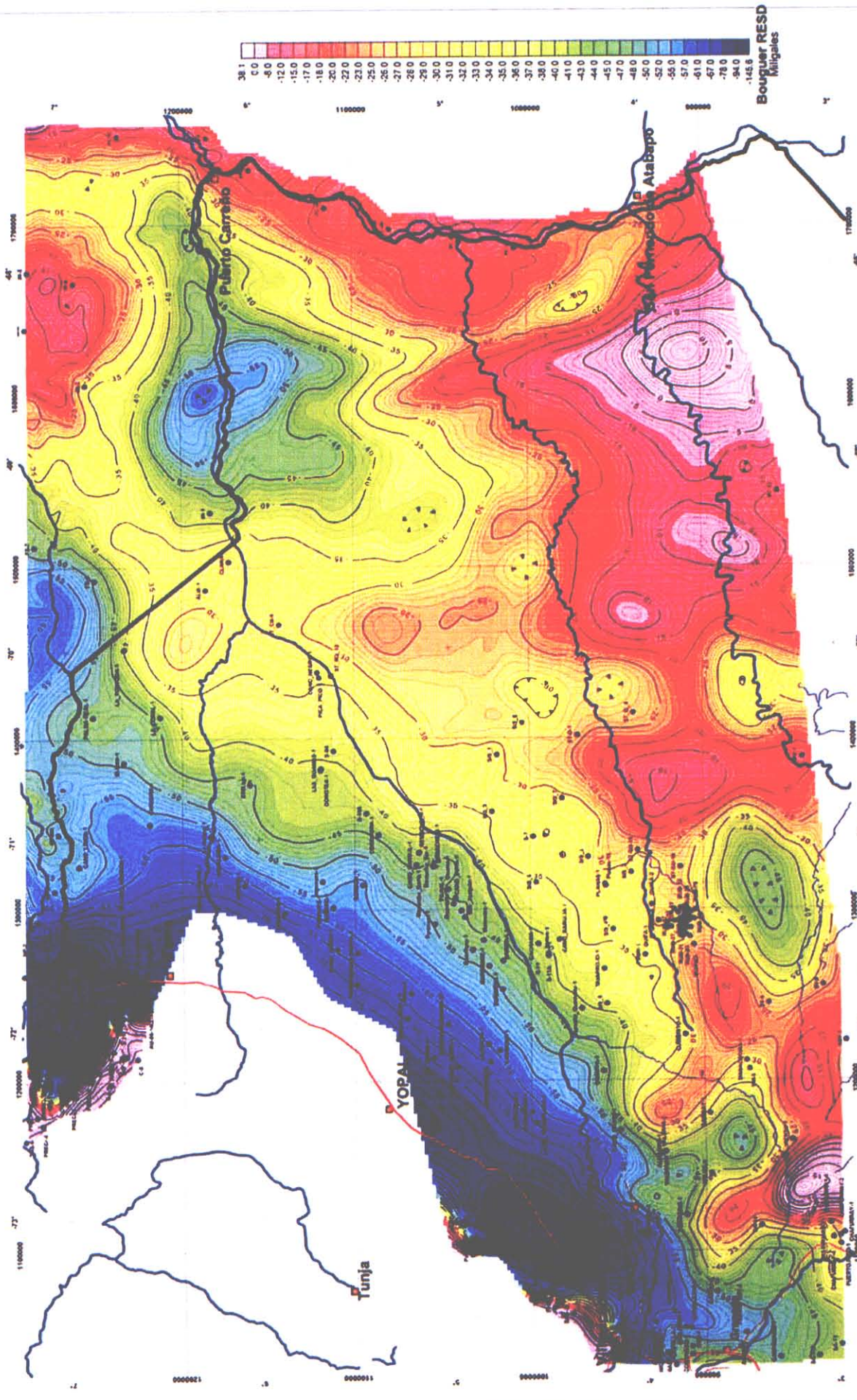
Fecha: Diciembre del 2008

Autor: V. Graterol

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Figura 11

Scale 1:750000
 Bogotá MAGNA / Colombia Bogotá zone



Llanos Orientales de Colombia



Agencia Nacional de Hidrocarburos

Residual Controlado Topo del Paleozoico
 Referencia: 1275m Arriba del NMM

Autor: V. Graterol

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Fecha: Diciembre del 2008

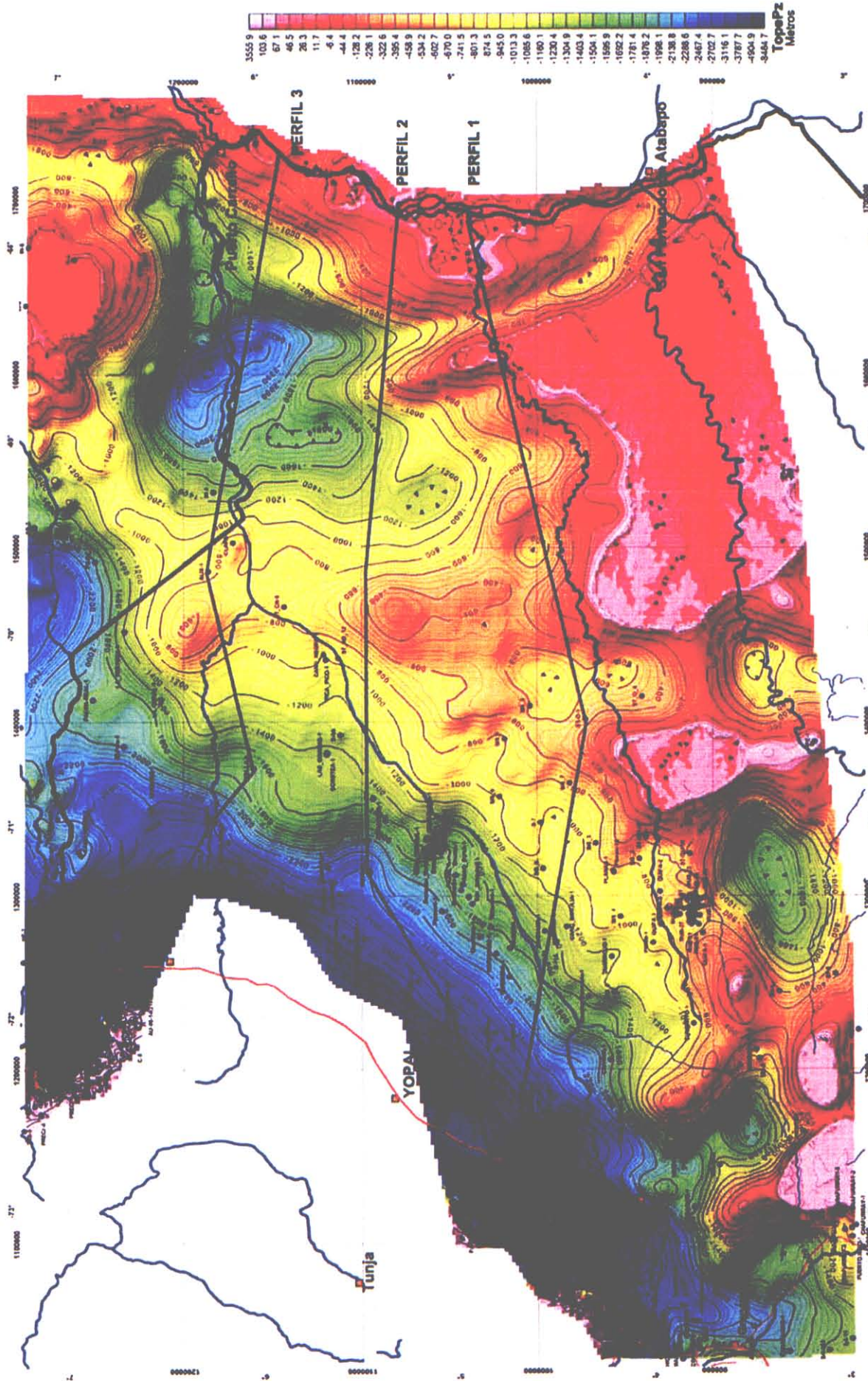
Scale 1:750000

Bogotá M/DMA / Colombia Bogotá zone



LOCALIZACIÓN REGIONAL

Figura 12



Llanos Orientales de Colombia



Agencia Nacional de Hidrocarburos

Topo del Paleozoico

Inversión 3D del Residuo Controlado ... Referencia: NMM

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Scale 1:750000

Bogado MAGMA / Colombia Bogoté zone



LOCALIZACION REGIONAL



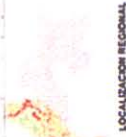
Figura 13



Llanos Orientales de Colombia

Scale 1:750000

Bogotá MAGNA / Colombia Bogotá zone



LOCALIZACIÓN REGIONAL



Agencia Nacional de Hidrocarburos

Interpretación Estructural Tope del Paleozoico

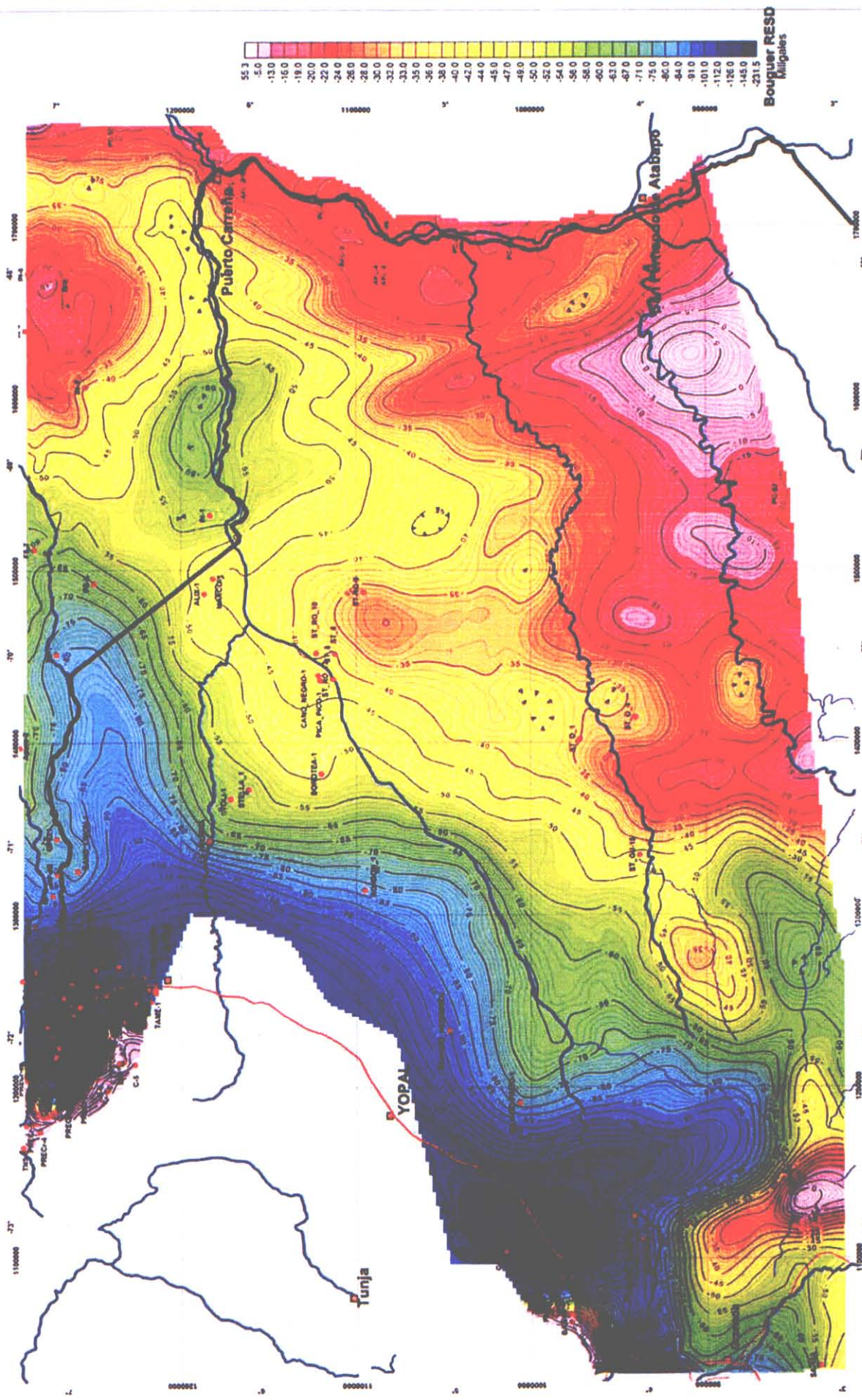
Referencia: NMM

Autor: V. Graterol

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Fecha: Diciembre del 2008

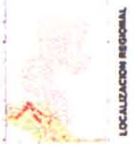
Figura 14



Llanos Orientales de Colombia

Scale 1:750000

Bogotá MAGMA / Colombia Bogota zone



ANH
AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS

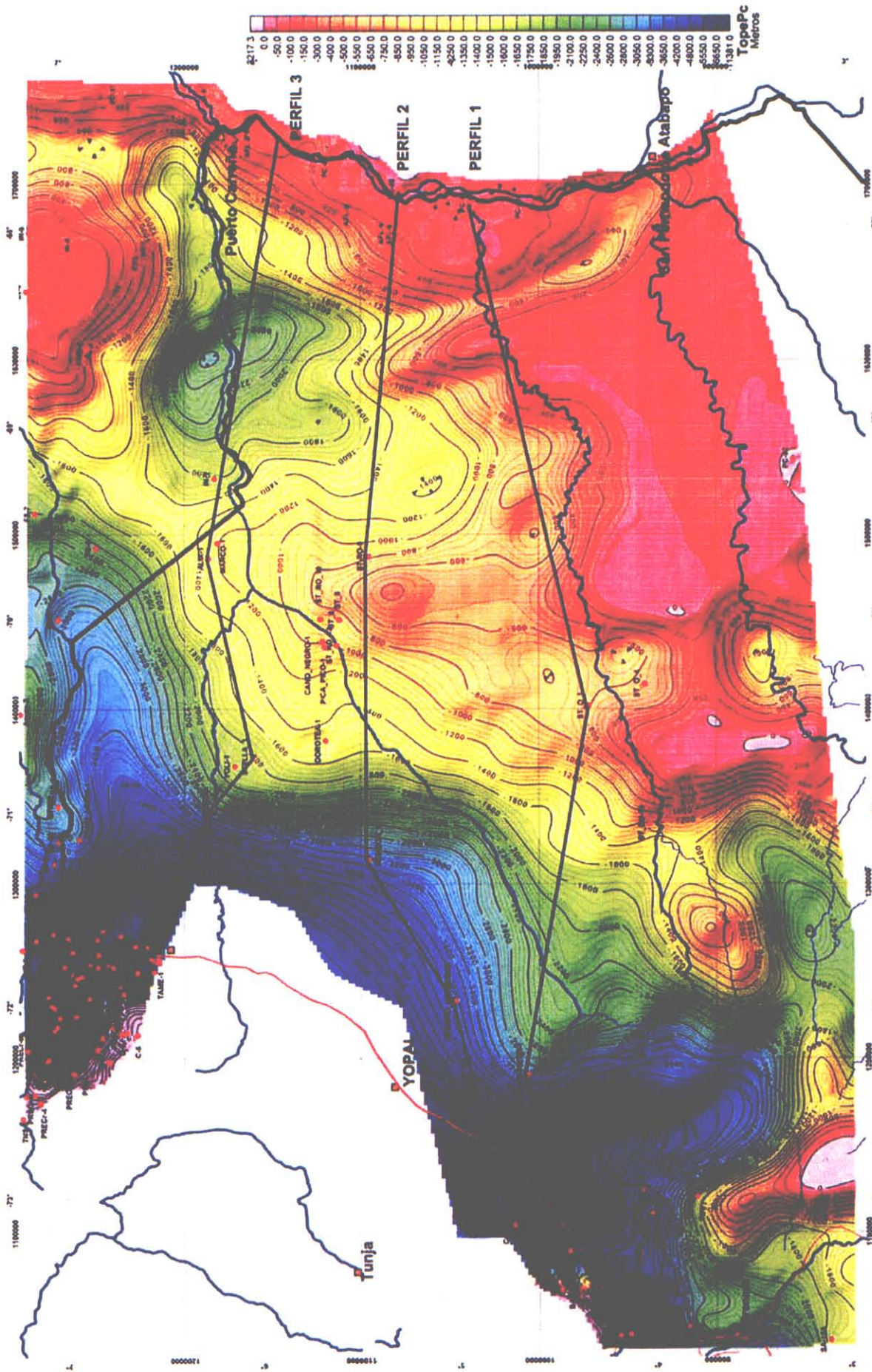
Agencia Nacional de Hidrocarburos
Residual Controlado Tope del Basamento Precámbrico
Referencia: 1275m Arriba del NIHM

Fecha: Diciembre del 2008

Autor: V. Graterol

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Figura 16



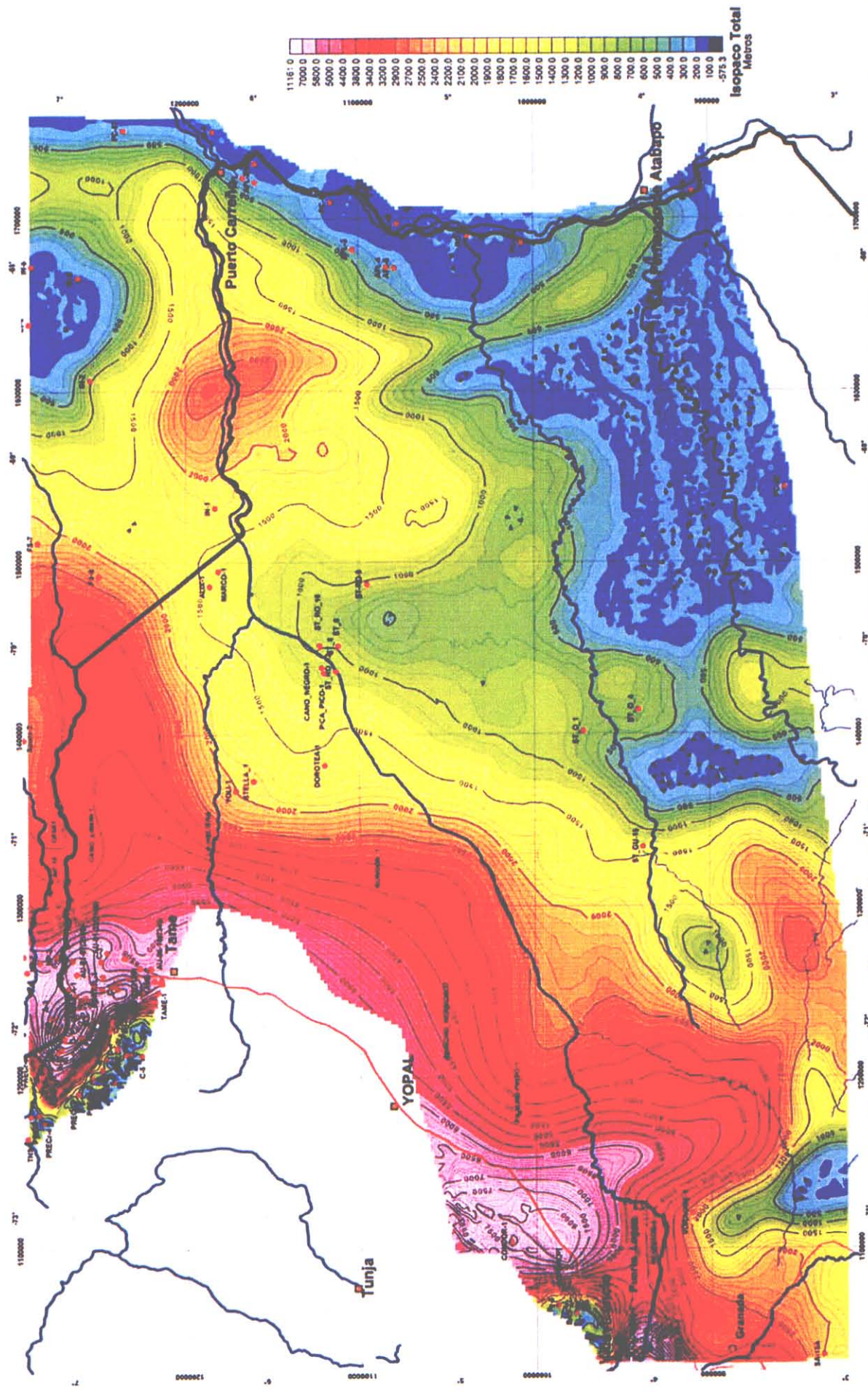
Llanos Orientales de Colombia

Scale 1:750000
Bogota MAGMA / Colombia Bogota zone



 Agencia Nacional de Hidrocarburos
Topo del Basamento Precámbrico <i>Inversi-on 3D del Residuo Controlado ... Referencia: NMM</i>
Autor: V. Graterol
Fecha: Diciembre del 2008
 CARSON AEROGRAVITY Inc.

Figura 17



Llanos Orientales de Colombia

Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH

Isopaco de Sedimentos Totales(Q+TR+Cr+Pz)

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Figura 18

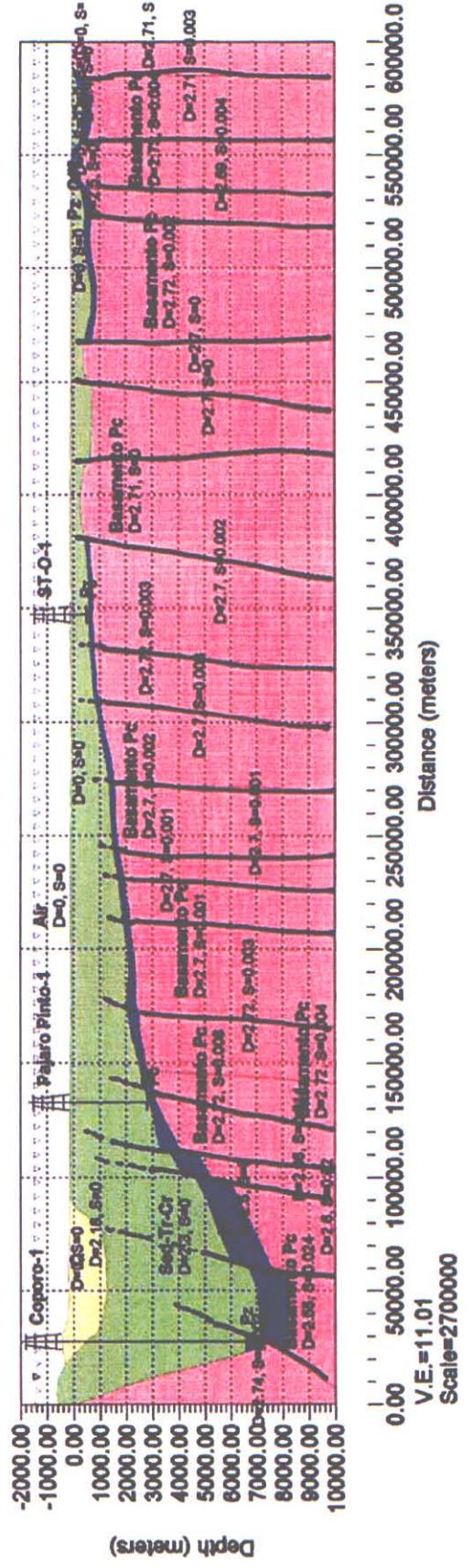
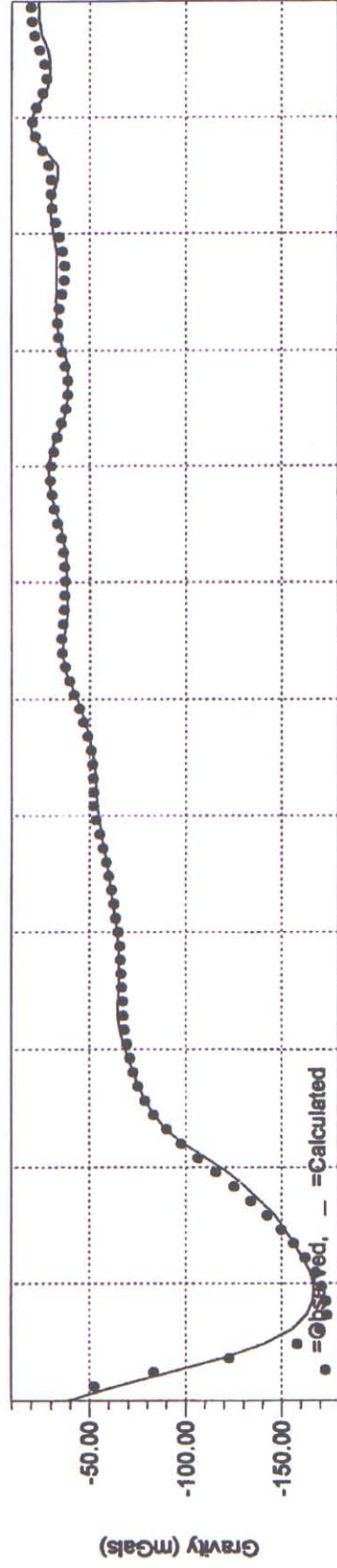
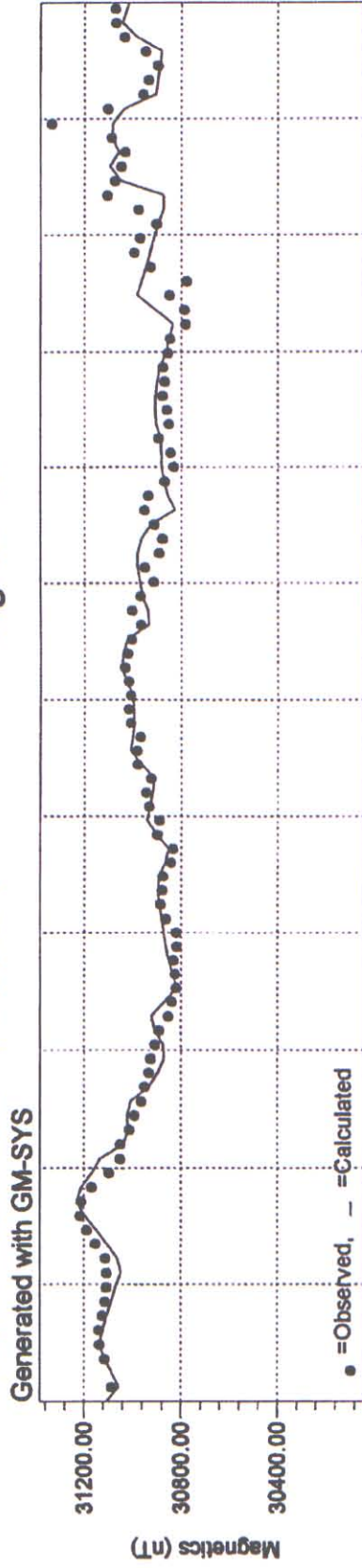


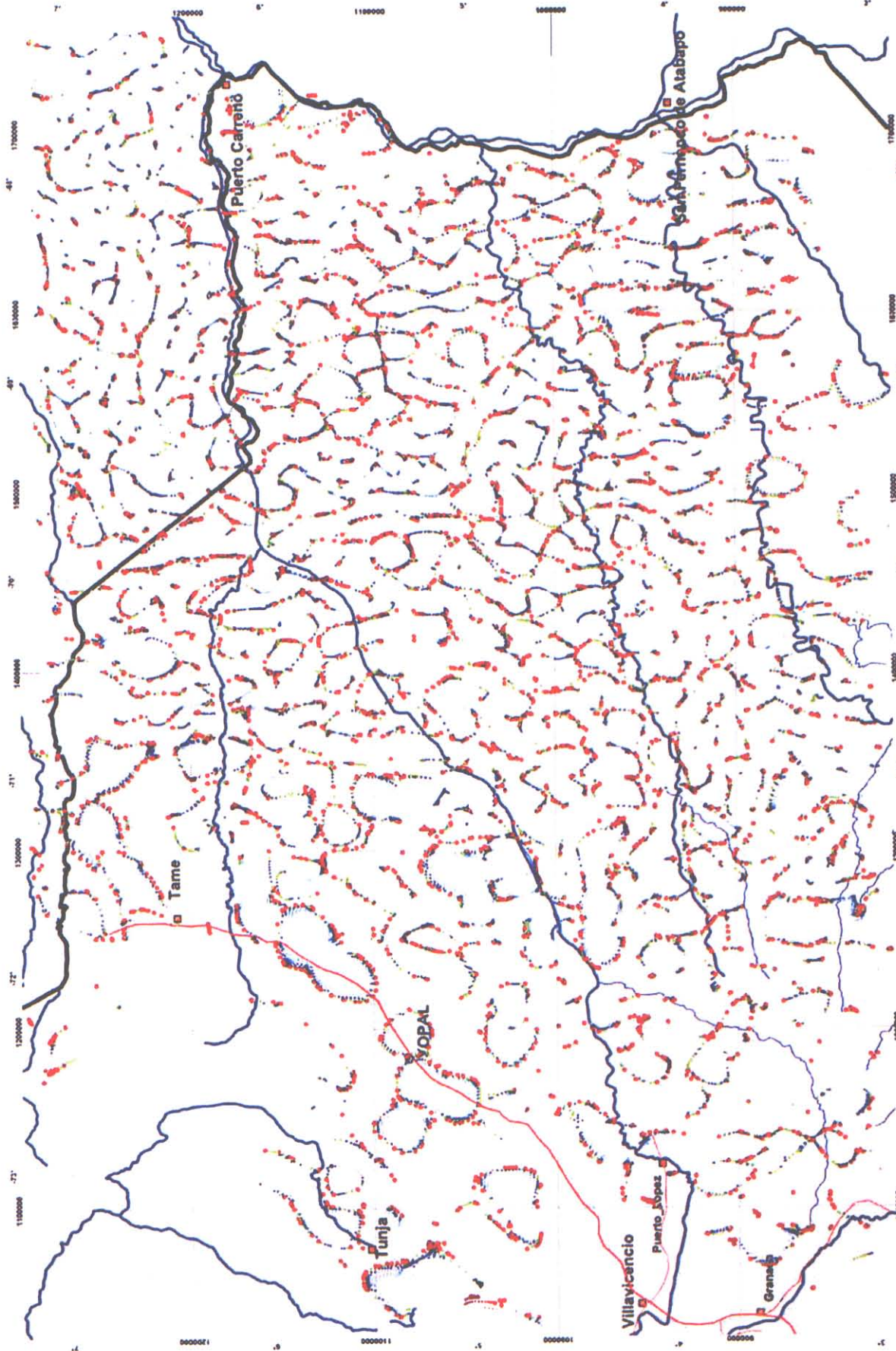
Scale 1:750000
 Bogotá MAGNA / Colombia Bogotá zone

Llanos Orientales - PERFIL 1

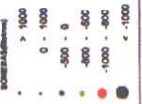
Generated with GM-SYS

Figura 19





Llanos Orientales de Colombia
Soluciones Magnéticas



Scale 1:750000
Datum: MGRM / Colombia Bogota zone

Agencia Nacional de Hidrocarburos



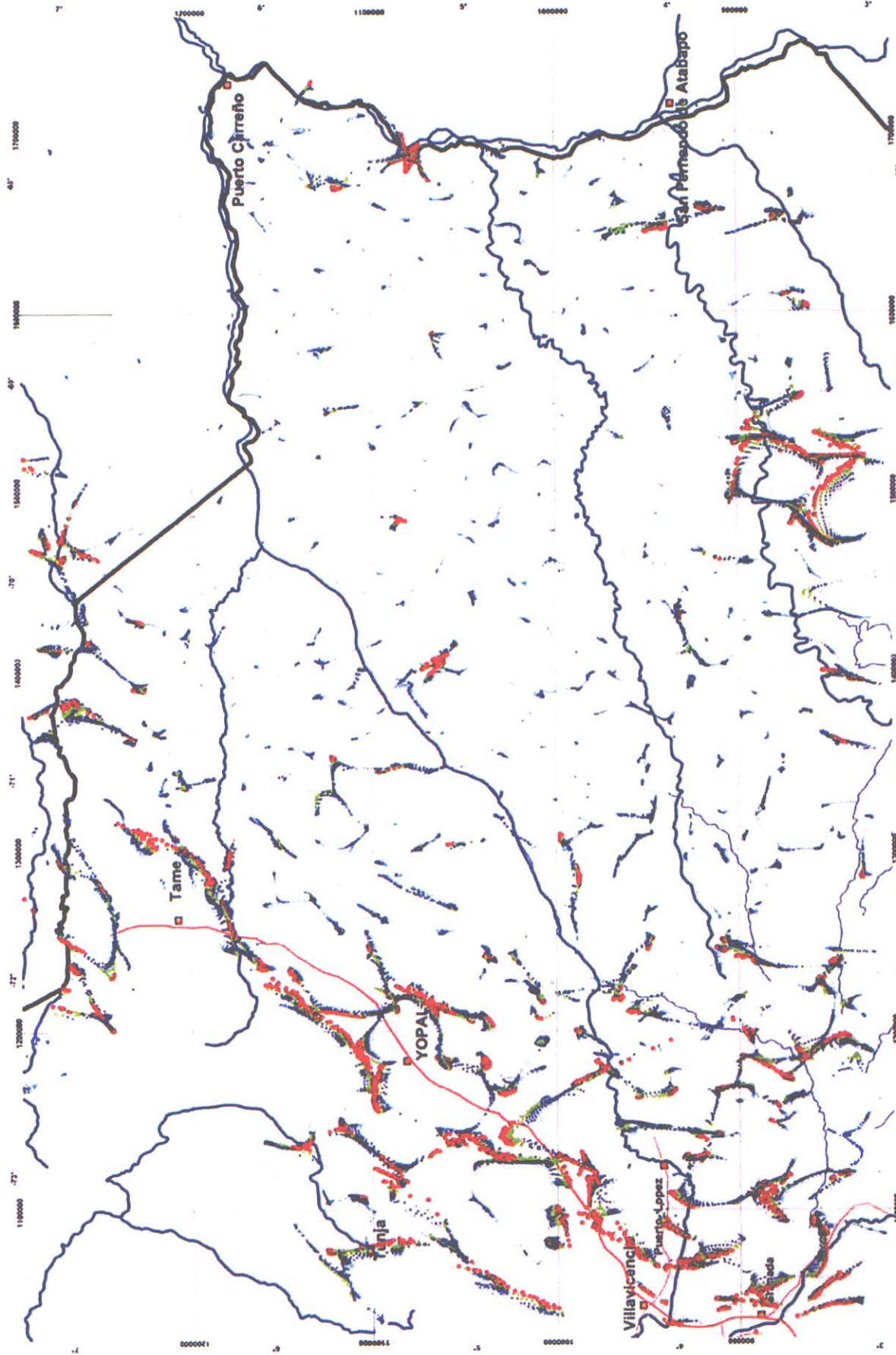
IMTRP Soluciones de EULER (SOMERAS)

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Figura 22A



Llanos Orientales de Colombia
SOLUCIONES MAGNETICAS

Scale 1:750000
Bogotá MAGNA / Colombia Bogotá zone



Agencia Nacional de Hidrocarburos
IMTRP Soluciones de EULER (PROFUNDAS)

Autor: V. Graterol

Fecha: Diciembre del 2008

CARSON AEROGRAVITY Inc.

Figura 22B