
LEVANTAMIENTO AEROGRAVIMETRICO y AEROMAGNETICO



**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION
de datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el VALLE DEL RIO
CAUCA – Contrato No. : 074**

Para

Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)

INFORME FINAL DE INTERPRETACIÓN

MAYO 2006

Interpretado por: Víctor Graterol

**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION
de datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el VALLE DEL RIO
CAUCA – Contrato No. : 074**

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

1.0 INTRODUCCIÓN

**2.0 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL
LEVANTAMIENTO**

**3.0 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS GRAVIMÉTRICOS y
MAGNETICOS**

3.1 Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total

3.2 Separación Regional-Residual

3.2.1 Residuos Gravimétricos Matemáticos

3.2.2 Residuos Magnéticos Matemáticos

3.2.3 Regional y Residual Controlados

3.3 Mapa de Interpretación Estructural

3.4 Resultados de la Magnetometría

3.5 Modelaje Gravimétrico-Magnético

4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXO “A” (Puntos de Control)

**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION
de datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el VALLE DEL RIO
CAUCA – Contrato No. : 074**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localización del Area de Interpretación
Figura A	Columna Estratigráfica
Figura B	Mapa Geológico Regional
Figura 2	Anomalía de Bouguer (Datos Aéreos)
Figura 3	Intensidad Magnética Total (IMT)
Figura 4	Int. Mag. Total Reducida al POLO (IMTRP)
Figura 5	Residuo Gravimétrico Polinómico de GRADO 3
Figura 6	Residuo Gravimétrico Polinómico de GRADO 7
Figura 7	Residuo Gravimétrico Pasobanda (2Km-30Km)
Figura 8	Residuo Gravimétrico 1ra Derivada Vertical
Figura 9	Residuo de la IMTRP 1ra Derivada Vertical
Figura 10	Residuo de la IMTRP Pasobanda (2KM-30Km)
Figura 11	Regional Gravimétrico con Control Geológico
Figura 12	Residual Gravimétrico con Control Geológico
Figura 13	Tope del Basamento Cr (Inversión 3D del Residuo Controlado)
Figura 14	MAPA DE INTERPRETACION ESTRUCTURAL Tope del Basamento Cr.
Figura 15	Modelaje Grav. Y Mag. PERFIL 1
Figura 16	Modelaje Grav. Y Mag. PERFIL 2
Figura 17	Basamento Magnético Dec. Euler (Contacto Magnético)

RESUMEN EJECUTIVO

Durante los meses de Marzo y Abril del 2006 Carson Helicopters Inc. (Aerogravity Division) realizó la adquisición y procesamiento de un levantamiento Aerogravimétrico y Aeromagnético sobre el Valle del Río Cauca para La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). Un avión turbo DeHavilland Twin Otter realizó la adquisición de aproximadamente 4795 Kilómetros de datos aerogravimétricos y aeromagnéticos respectivamente, sobre una malla de vuelo de 10Kmx5Km. Los datos geofísicos se adquirieron, respectivamente, a una altura promedio de 4750 Metros sobre el nivel del mar. Diariamente se analizaron y procesaron para su control de calidad y aprobación final en las instalaciones de CARSON en Perkasié – PA. – USA.

Durante el mes de Mayo, 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 1000 Metros y tuvo como principal objetivo elaborar el mapa del tope estructural del Basamento Cretácico. Aunque se emplearon filtros matemáticos, la principal fase de filtrado se realizó con estricto CONTROL GEOLÓGICO aportado por la ANH (profundidades al tope del basamento provenientes de mapas geológicos de superficie, pozos e interpretación sísmica 2D).

La interpretación combina los datos gravimétricos y magnéticos con la información de líneas sísmicas 2D, mapas geológicos de superficie 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, fallas regionales y locales, así como otros elementos de interés en la exploración de hidrocarburos. El mapa de Interpretación Estructural muestra la complejidad estructural del tope del basamento Cretácico. Se muestra claramente como este, aflora a ambos lados y a todo lo largo del Valle del Río Cauca, así como también en la parte central del área volada al norte y noreste de los Pozos Juda-1, Patacore-1 y Bereju-1. Los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias ocurren al sur del Pozo Candelaria-1 y al suroeste de la Población de Armenia, donde se interpretaron valores, desde el Nivel Medio del Mar hasta el Tope del Basamento Cretácico, de 3000m y 1500m respectivamente. Aunque en esta interpretación se concluye que no existen espesores de secuencias Terciarias suficientes para generación de hidrocarburos; si ha ocurrido migración de otras fuentes generadoras hacia el Valle del Río Cauca, las mejores posibilidades están asociadas con acuñamientos estructurales contra los afloramientos del Basamento Cretácico señalado. Tanto el modelaje gravimétrico-magnético, como la interpretación estructural del tope del Basamento Cretácico, sustentan que la estructuración existente de orientación predominante nor-noreste en la Cuenca del Valle del Río Cauca aparenta una estrecha relación con las cordilleras que la limitan. Los principales altos de basamento y áreas donde se detectaron los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias, ameritan un estudio geoquímico de superficie.

**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION
de datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el VALLE DEL RIO
CAUCA – Contrato No. : 074**

1.0 INTRODUCCION.

En este informe se presenta la interpretación gravimétrica y magnética de la Cuenca del Valle del Río Cauca. Toda la zona ocupada por el levantamiento aerogravimétrico-aeromagnético, se encuentra limitada al occidente por la Cordillera Occidental y al este por la Cordillera Central. La cuenca ha sido rellenada por sedimentos Cuaternarios y Terciarios depositados sobre un Basamento de composición muy compleja ígneo-metamórfico de edad Cretácica.

El objetivo exploratorio principal se concentro en la localización de espesores sedimentarios Terciarios que pudiesen originar generación y entrapamiento de hidrocarburos.

En este informe se presenta la interpretación aerogravimétrica y aeromagnética del levantamiento realizado por CARSON HELICOPTERS Inc. sobre la cuenca señalada. La interpretación se concentró en la definición del tope del basamento Cretácico, en forma de definir tanto la localización de las áreas donde pudiesen existir los mayores espesores de las secuencias Terciarias, así como también altos estructurales del mismo que pudiesen entrapar hidrocarburos en las facies arenosas y calcáreas de las formaciones existentes y sus acuíferos estructurales a medida que el basamento se hace somero hacia los pie de monte de las cordilleras señaladas.

Los propósitos fundamentales de esta interpretación fueron los siguientes:

- Definir en una forma rápida y económica, (utilizando la información gravimétrica y magnética, integrada con los datos de pozos y sísmica existentes), el **TOPE ESTRUCTURAL** del Basamento Cretácico;
- Elaborar el Mapa Estructural del Basamento Cretácico donde se representen los principales altos, bajos, lineaciones y otros elementos geológicos de interés en la exploración de hidrocarburos;
- Evaluar cualitativa y cuantitativamente los datos gravimétricos 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.

En la región cubierta por este levantamiento se ha efectuado muy poca exploración petrolera. Se han realizado trabajos terrestres puntualizados de sísmica 2D, y perforación de pozos principalmente con objetivos estratigráficos. Los contrastes de densidad y susceptibilidad magnética en la interfase Terciaria-Cretácica, 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 DESCRIPCION y LOCALIZACION DEL AREA DEL LEVANTAMIENTO

La Cuenca del Valle del Río Cauca se encuentra limitada a lo largo de sus bordes occidental y oriental por las Cordilleras Occidental y Central de Colombia respectivamente.

Aunque su relieve a lo largo de la parte central es relativamente plano y regular, por incluir los pie de monte de las cordilleras señaladas, su acceso es a veces complicado y con graves problemas socio-económicos. Estos factores justifican plenamente el uso de métodos de exploración aerotransportados. La **Figura 1** muestra la localización de la zona de interpretación, incluyendo el relieve topográfico existente. La Cuenca del Valle del Río Cauca yace entre las Latitudes Norte Geográficas de 02 grados 20 minutos a 05 grados 10 minutos y Longitudes Oeste Geográficas de 75 grados 20 minutos a 77 grados 20 minutos.

3.0 INTERPRETACION DE LOS DATOS GRAVIMETRICOS y MAGNETICOS

Anomalías y/o cambios en la aceleración de gravedad e intensidad magnética total (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 como 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 arriva a soluciones más reales. Este tipo de interpretación se conoce como **interpretación cuantitativa**.

La Cuenca del Valle del Río Cauca está rellena principalmente de sedimentos Terciarios-Cuaternarios. Las **Figuras A y B** muestran respectivamente la Columna Geológica y el Mapa Geológico de Superficie. Tal como se muestra en la Columna Estratigráfica, los sedimentos depositados en la Cuenca son predominantemente clásticos de baja densidad (2.1 Grs/c a 2.4Grs/cc). Estos sedimentos suprayacen un basamento ígneo-metamórfico Cretácico de alta densidad (2.6Grs/cc a 2.75Grs/c). En base a estos valores la Densidad de Bouguer que se empleó para transformar la Anomalía de Aire Libre en Anomalía de Bouguer fue de 2.30 Grs/cc. Todos los mapas que se presentan en este informe se elaboraron con el sistema gráfico GEOSOFT y empleando mallas finales de 1000 metros.

3.1 Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total (IMT)

El levantamiento aerotransportado se efectuó a una altura promedio de 4750m sobre el nivel del mar. Dado el hecho de que las anomalías gravimétricas son producidas por contrastes de densidad muy alejados del sitio de medición de la aceleración de gravedad, su atenuación por lo elevado de la altura de vuelo es prácticamente despreciable. En cambio no es así con la Intensidad Magnética Total. Estas anomalías son producidas por el basamento ígneo-metamórfico Pre-Cretácico existente, que aflora en gran parte del Pie de Monte de ambas

cordilleras e inclusive en el propio valle. La **Figura 2** muestra el Mapa de Anomalía de Bouguer para una densidad de Bouguer de 2.30 Grs/cc.

La Anomalía de Bouguer deja ver claramente su estrecha relación con el contraste de densidad que existe entre las secuencias Terciarias con el Basamento Cretácico. Este contraste de valor aproximado -0.25 Grs/cc domina ampliamente el mapa de Bouguer. El Valle del Río Cauca muestra anomalías negativas de Bouguer en los extremos norte y sur del área investigada. Estas anomalías negativas indican donde ocurren los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias. La anomalía positiva en el centro del valle, de valores entre -5 Miligales a +40 Miligales, La anomalía positiva de gran extensión longitudinal a lo largo del borde occidental del levantamiento, corresponde al Basamento Cretácico. En el extremo sur-oriental del levantamiento, se observa una anomalía negativa que alcanza valores inferiores a los -120 Miligales; esta anomalía se relaciona con la Raíz de la Cordillera Central y no es indicativa de cuenca sedimentaria alguna.

Las **Figura 3** muestra la Intensidad Magnética Total. 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 aproximadamente en el punto de inflexión. El campo geomagnético (I.G.R.F.) para la posición del estudio en referencia muestra una Inclinación Magnética de +28.0 grados al norte y una Declinación Magnética de -5 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 aplicó la reducción al Polo y el resultado se muestra en las **Figura 4** (Intensidad Magnética Total Reducida al Polo, IMTRP).

El mapa de la IMTRP muestra una estrecha correlación con la Anomalía de Bouguer, pero con un contenido de frecuencia muy superior, las anomalías positivas corresponden a las unidades ígneo-metamórficas de las rocas basamentales Cretácicas.

3.2 SEPARACION 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; ("**Regional**") y cual parte es significativa para el objetivo principal de la interpretación ("**Residual**"). Es perfectamente aceptado en interpretación gravimétrica y/o magnética que el regional es "**is what you take out of the data to make what is left look like structure**", Nettleton (1971). La 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 Mapa de Anomalía de Bouguer (AB) e Intensidad Magnética Total Reducida al Polo (IMTRP), por sustracción de las tendencias regionales. 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:

Suavizado a Mano.

Ajuste por Polinomios.

Análisis en Dominio del Espacio.

. Derivadas

. **Continuación de campo**

Análisis Espectral - FFT

. **Continuación de Campo**

. **Filtros de Pasa Banda**

. **Derivadas**

. **Filtros Direccionales**

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 2.0 a 4.0 Km. Sin embargo en los mapas de AB e IMTRP 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 Reducida al Polo y comparar sus anomalías con el conocimiento geológico-estructural que se posee, se puede inferir que existe un componente de contrastes de densidad y susceptibilidad magnética entre las unidades sedimentarias Terciarias y Cuaternarias contra un Basamento de composición muy compleja de edad Cretácica. Cualquier residual matemático siempre mostrará contribuciones del basamento. Para poder estimar la contribución gravimétrica y magnética solamente de las secuencias Terciarias y Cuaternarias, 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 señalada (Tope del Basamento).

3.2.1 Residuos Gravimétricos Matemáticos. La malla empleada en la generación del mapa de Anomalía de Bouguer que se muestra en la **Figura 2**, fue la que se empleó en los procesos de Separación Regional-Residual que se describen a continuación. Las **Figuras 5,6,7 y 8** muestran respectivamente los residuos gravimétricos polinómicos de las superficies de tendencia regional de grados 3 y 7, un residuo del filtro Pasobanda 2Km-30Km y la 1ra Derivada Vertical. Todos los residuos matemáticos señalados, en general muestran resultados similares correlacionándose adecuadamente con los caracteres geológico-estructurales descritos. La similitud de estos residuos con la Anomalía de Bouguer original, implica que el Bouguer representa principalmente el fuerte contraste de densidad existente entre las secuencias sedimentarias Terciarias y Cuaternarias contra el basamento cristalino Cretácico. Sin embargo hay que hacer notar que las anomalías residuales negativas a lo largo del valle, es donde ocurren los mayores espesores de las secuencias Terciarias.

3.2.2 Residuos Magnéticos Matemáticos. La malla empleada en la generación del mapa de Intensidad Magnética Reducida al Polo(IMTRP), se empleó para generar los residuos magnéticos de la 1ra Derivada Vertical y del filtro Pasobanda 2Km-30Km(**Figuras 9 y 10**). Las altas frecuencias de la IMTRP detallan mucho mejor la presencia de las unidades ígneo-metamórficas del basamento Cretácico.

3.2.3 Regional y Residual 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 Cretácico. Por este motivo el Tope Estructural de esta unidad constituyó el objetivo primario de esta interpretación. Por consiguiente, debemos obtener o aislar solamente la respuesta gravimétrica de las masas que existan, a partir de este tope estructural hasta la superficie actual del nivel del mar. La superficie regional debe construirse a partir de puntos de control donde la profundidad a esta interfase se conoce de otras fuentes (pozos, interpretación sísmica y mapas de geología de superficie).

CARSON Helicopters Inc. (Aerogravity Division) ha desarrollado un procedimiento computacional el cual, a partir de los puntos de control, calcula un residual aproximado, mediante la aplicación de la ecuación de 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, estimar 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 basamento Cretácico referidos a la altura de 4750m sobre el NMM. La **Figura 13** corresponde a la inversión 3D del Residuo Controlado que al restársele la altura de vuelo, representa el Tope del Basamento Cretácico referido al NMM; y por último la **Figura 14** muestra la INTERPRETACION ESTRUCTURAL del Basamento Cretácico que se obtiene de la **Figura 13**.

3.3 MAPA DE INTERPRETACION ESTRUCTURAL

El mapa de contornos estructurales provenientes de la inversión gravimétrica 3D del residuo con control geológico, constituyó la base para realizar la Interpretación Estructural del Basamento Cretácico. En este mapa se observa claramente no solo donde ocurren los mayores espesores de secuencias Terciarias y Cuaternarias, sino la interpretación de las principales fallas y otros caracteres estructurales.

El mapa muestra la complejidad estructural del tope del basamento Cretácico y como este, aflora a ambos lados y a todo lo largo del Valle del Río Cauca, así como también en la parte central del área volada al norte y noreste de los Pozos Juda-1, Patacore-1 y Bereju-1. Los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias ocurren al sur del Pozo Candelaria-1 y al suroeste de la Población de Armenia, donde se interpretaron valores, desde el Nivel Medio del Mar hasta el Tope del Basamento Cretácico, de 3000m y 1500m

respectivamente. Aunque en esta interpretación se concluye que no existen espesores de secuencias Terciarias suficientes para generación de hidrocarburos; si ha ocurrido migración de otras fuentes generadoras hacia el valle , las mejores posibilidades están asociadas con acuñaientos estructurales contra los afloramientos del Basamento .

3.4 RESULTADOS DE LA MAGNETOMETRIA

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 17** muestra las soluciones de la Deconvolución de Euler para el Índice Estructural 0 (Contacto Magnético). En este mapa, se observa claramente la tendencia de soluciones someras a lo largo de los bordes del área investigada. Las mayores profundidades se concentran al sur del Pozo Candelaria-1, coincidiendo con los resultados de la inversión gravimétrica.

3.5 MODELAJE GRAVIMETRICO–MAGNETICO

Para realizar el modelaje directo cuantitativo, se extrajeron, a lo largo de transectas seleccionadas por la ANH, perfiles del Residuo Controlado de la Anomalía de Bouguer, del tope del Basamento Cretácico y de la Intensidad Magnética Total 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 2.7Grs/cc y 2.20 Grs/cc para el basamento y las secuencias sedimentarias Cretácicas-Terciarias-Cuaternarias respectivamente. 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 15 y 16**.

4.0 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 el mapa de interpretación estructural, el tope del Basamento Cretácico, donde se muestran 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.

Se determinó el isópaco para los sedimentos Cuaternarios-Terciarios que existen por encima del Basamento Cretácico.

El mapa de Interpretación Estructural muestra la complejidad estructural del tope del basamento Cretácico y como este, aflora a ambos lados y a todo lo largo del Valle del Río Cauca, así como también en la parte central del área volada al norte y noreste de los Pozos Juda-1, Patacore-1 y Bereju-1. Los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias ocurren al sur del Pozo Candelaria-1 y al suroeste de la Población de Armenia, donde se interpretaron valores, desde el Nivel Medio del Mar hasta el Tope del Basamento Cretácico, de 3000m y 1500m respectivamente. Aunque en esta interpretación se concluye que no existen espesores de

secuencias Terciarias suficientes para generación de hidrocarburos; si ha ocurrido migración de otras fuentes generadoras hacia el valle, las mejores posibilidades están asociadas con acuñaientos estructurales contra los afloramientos del Basamento.

Tanto el modelaje gravimétrico-magnético, como la interpretación estructural del tope del Basamento Cretácico, sustentan que la estructuración existente de orientación predominante nor-noreste en el Valle del Río Cauca aparenta una estrecha relación con el emplazamiento de las Cordilleras Occidental y Central de Colombia

RECOMENDACIONES

El cubrimiento gravimétrico-magnético del área estudiada es adecuado para este tipo de interpretación REGIONAL. Este estudio demuestra que las estructuras y el contraste de densidad y susceptibilidad magnética que existen en el Valle del Río Cauca produce anomalías GRAVIMETRICAS y MAGNETICAS RESIDUALES entre -1 a -20 Miligales; y -20 a 100 nT.; 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 y áreas donde se detectaron los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias, ameritan un estudio geoquímico de superficie. 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 la Cuenca del Valle del Río Cauca. Esperamos que la ANH, aprecie que estos métodos potenciales integrados con toda la información existente de sísmica 2D y datos de pozos, **en una forma rápida y económica**, permite confirmar conceptos existentes y definir gran cantidad de incógnitas que ameritan ser resueltas por métodos con mayor poder de resolución.

REFERENCIAS

ANH Registros de Pozos e Información Regional de la Cuenca del Río Cauca. Base de Datos de la ANH.

ANH Mapa Geológico de Colombia. Ariana Ltd. (2004) Diaz L. y Ramos B.

Bhaskara Rao; D. et al (1991) A Fortran77 computer program for three dimensional analysis of gravity anomalies with variable density contrast. *Comp. And Geosciences* Vol. 17 No. 5

Barker, R. D. (1975) Elementary approximations in aeromagnetic interpretation for application in low latitudes; *Geophysics*, vol. 40, p. 686.

Broome, J. (1986) MAGRAV2: An interactive magnetic and gravity modeling program for IBM-compatible microcomputers. CGS -open file No.1534.

Broome, J. (1987) Geophysical imaging software for IBM compatible microcomputers. Canadian Geological Survey -Open file No. 1581.

Graterol, V. (1988) Venezuela - Gravimetra 87 - Mapa de Anomalia de Bouguer. Lab. Geofisica, Universidad Simon Bolivar, Venezuela.

Graterol, V. (1987) Interpretacion de datos Gravimetricos en la Region Oriental Venezolana. INDENE - Lab. Geofisica, Universidad Simon Bolivar, Venezuela.

Graterol, V. et al (1988) The horizontal directional derivative in frequency domain. Lab. Geofisica, Universidad Simon Bolivar, Venezuela.

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

Hartman, R., et. al (1971) A system of rapid digital aeromagnetic interpretation: Geophysics, vol. 31, no. 4.

Hildenbrand, T. (1983) FFTFIL: a filtering program based on two dimensional Fourier analysis: U.S.G.S. - open file no. 83-237.

Kratochwill, J. (1990) An inversion gravity method for computing the depth to the main density contrast in a sedimentary basin: Internal report, Carson Services, Inc./ Aerogravity Division.

Nabighian, M. N. (1972) The analytical signal of two-dimensional bodies with polygonal cross section: its properties and use for automated anomaly interpretation: Geophysics, vol. 37, p. 507.

Nettleton, L. L. (1971) Elementary gravity and magnetics for the geologist and seismologists: Society of Exploration Geophysicists, monograph 1.

Peters, L. J. (1949) The direct approach to magnetic interpretation and its practical applications: Geophysics, vol. 14, p. 290.

PEMEX – Cardenas J. Et al (2001) Base de datos de Salina del Istmo. Puntos de Control. Sísmica 2D y 3D

Radian Corporation (1990) CPS-3 User's manual, version 1.6, Austin, Texas.

Reid A. et al (1990) Magnetic interpretation in three dimensions using the Euler Deconvolution. Geophy. Vol 55.

Reyes A. et al (1995) Evaluación Regional de la Cuenca Yari-Caguán. Instituto Colombiano del Petroleo – ECOPETROL. Informe Interno

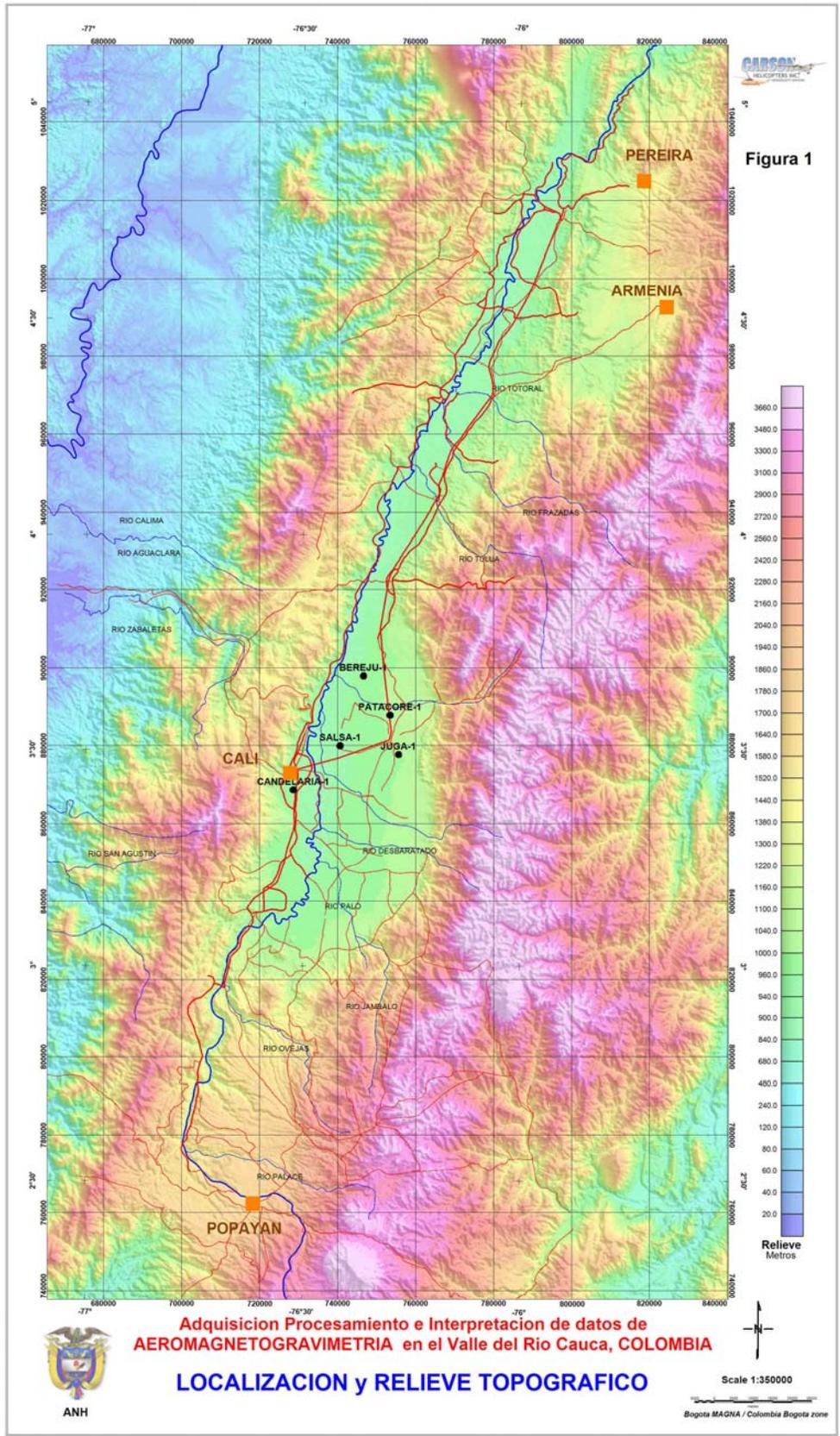
Stanley, J. M. (1977) (a) Simplified gravity interpretation by gradients- the geologic contact: Geophysics, vol. 51, p. 369.

Stanley, J. M. (1977) (b) Simplified magnetic interpretation of the geologic contact and thin dike: Geophysics, vol. 42, p. 1236.

Thompson D. T. (1982) EULDPH. A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. Geophy. Vol.47

Talwani, M. Heirtzler J. (1964) Computation of magnetic anomalies caused by two-dimensional structures of arbitrary shape: Computers in Mineral Industries, Stanford University Press.

Werner, S. (1953) Interpretation of magnetic anomalies at sheet like bodies: Sveriges Geologiska Undersokning, ser. c, no. 508.



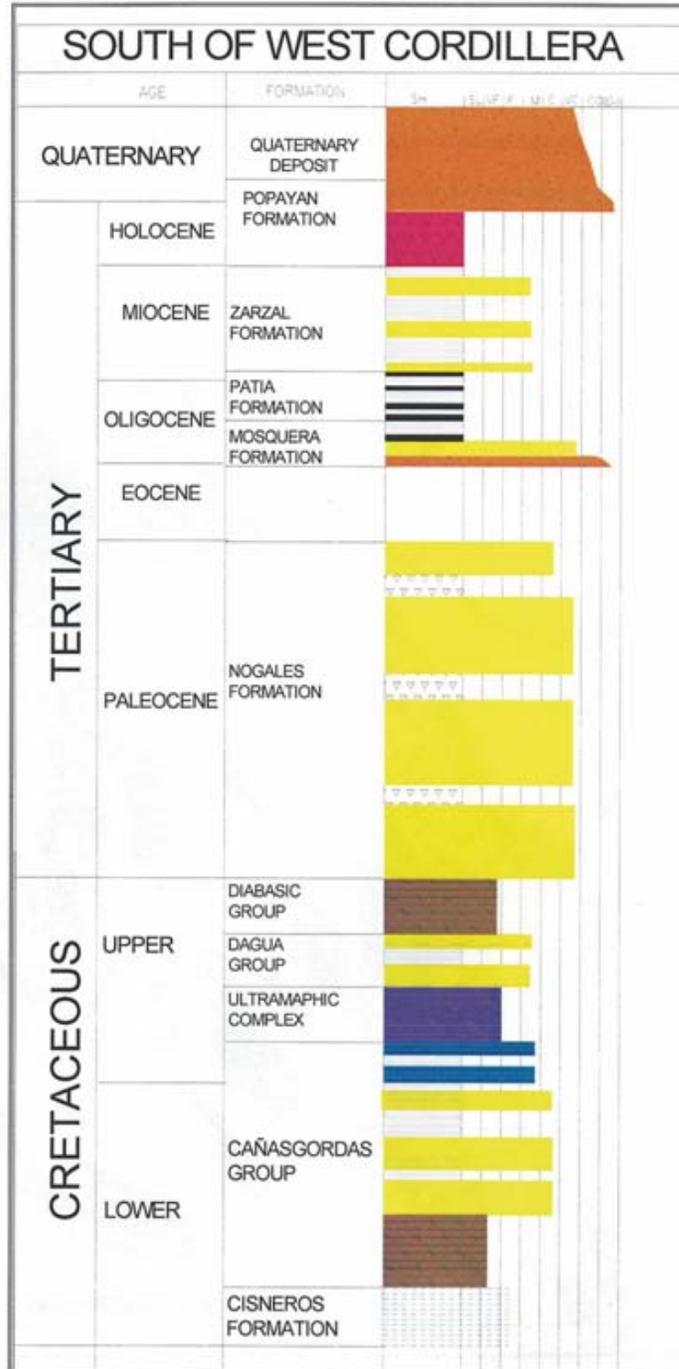


Figura "A", Columna Estratigráfica

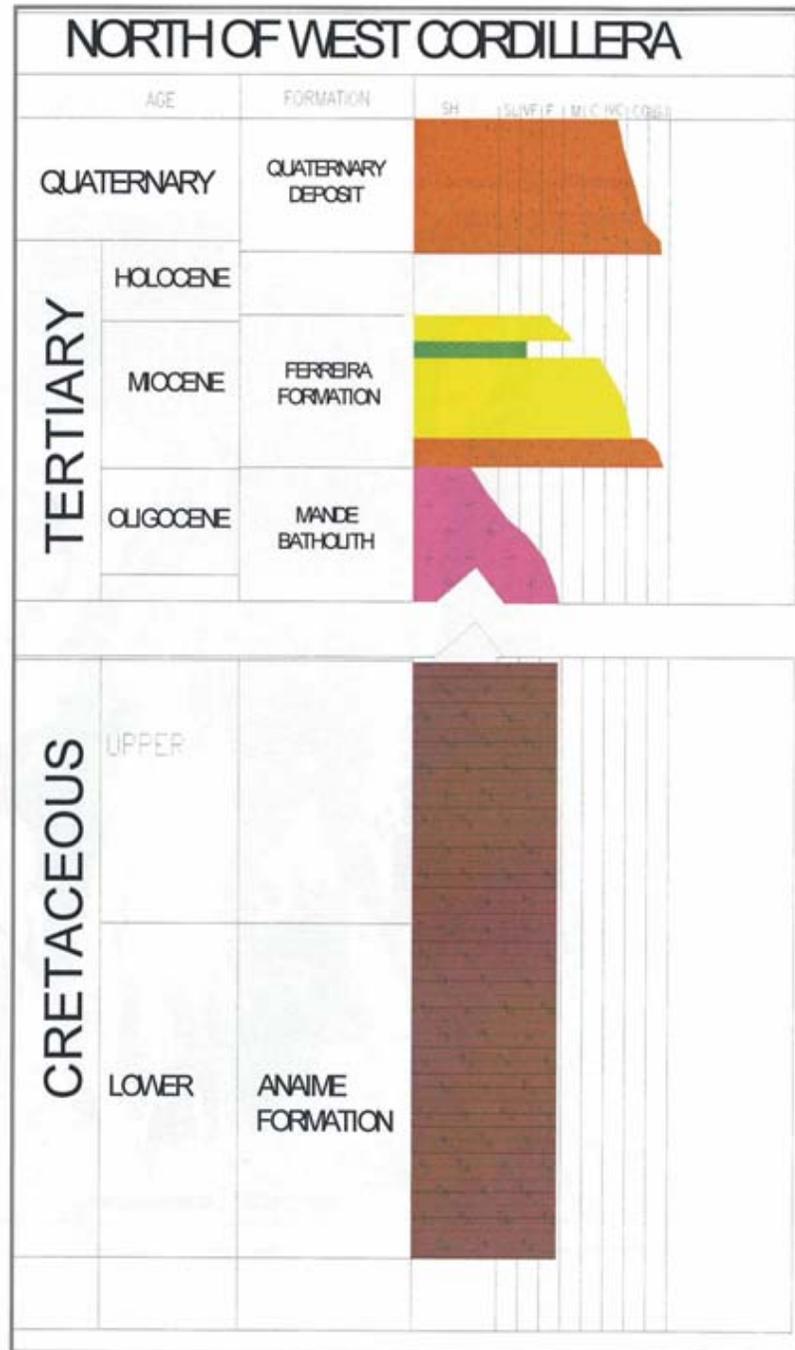


Figura "A", Columna Estratigráfica

Mapa Geológico del Valle del Cauca y alrededores

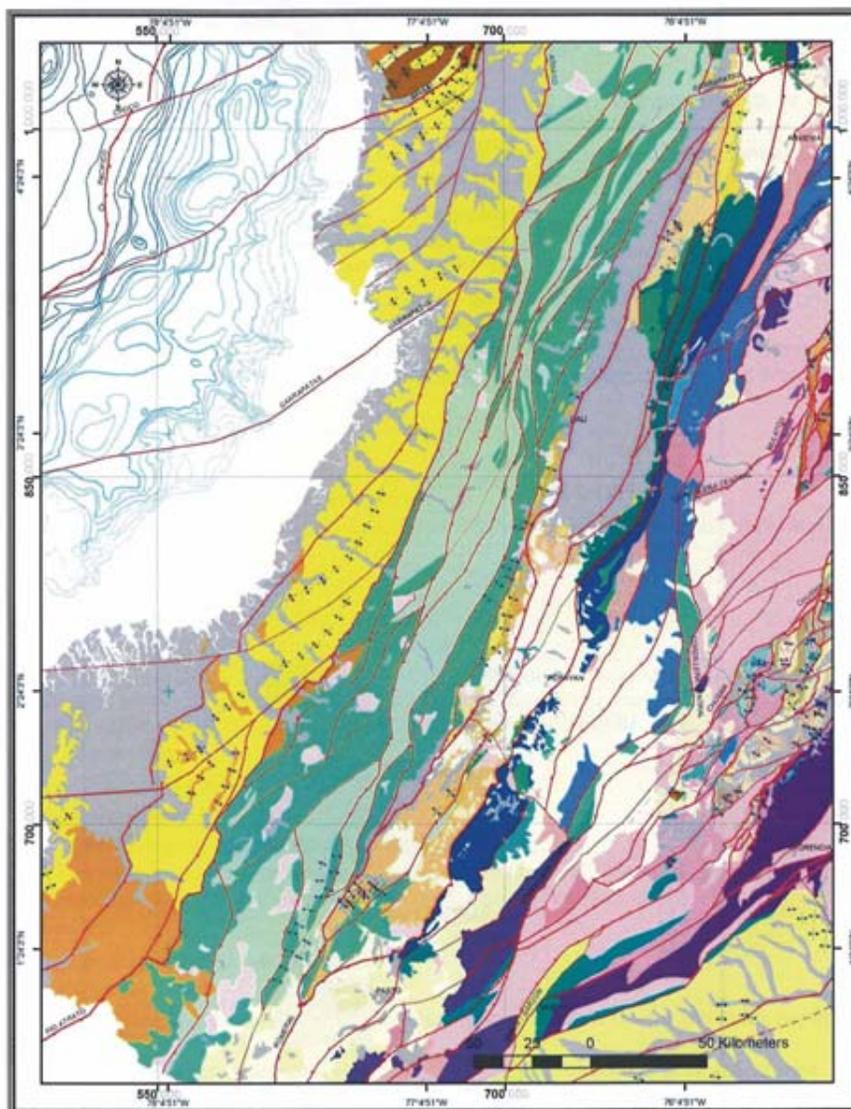
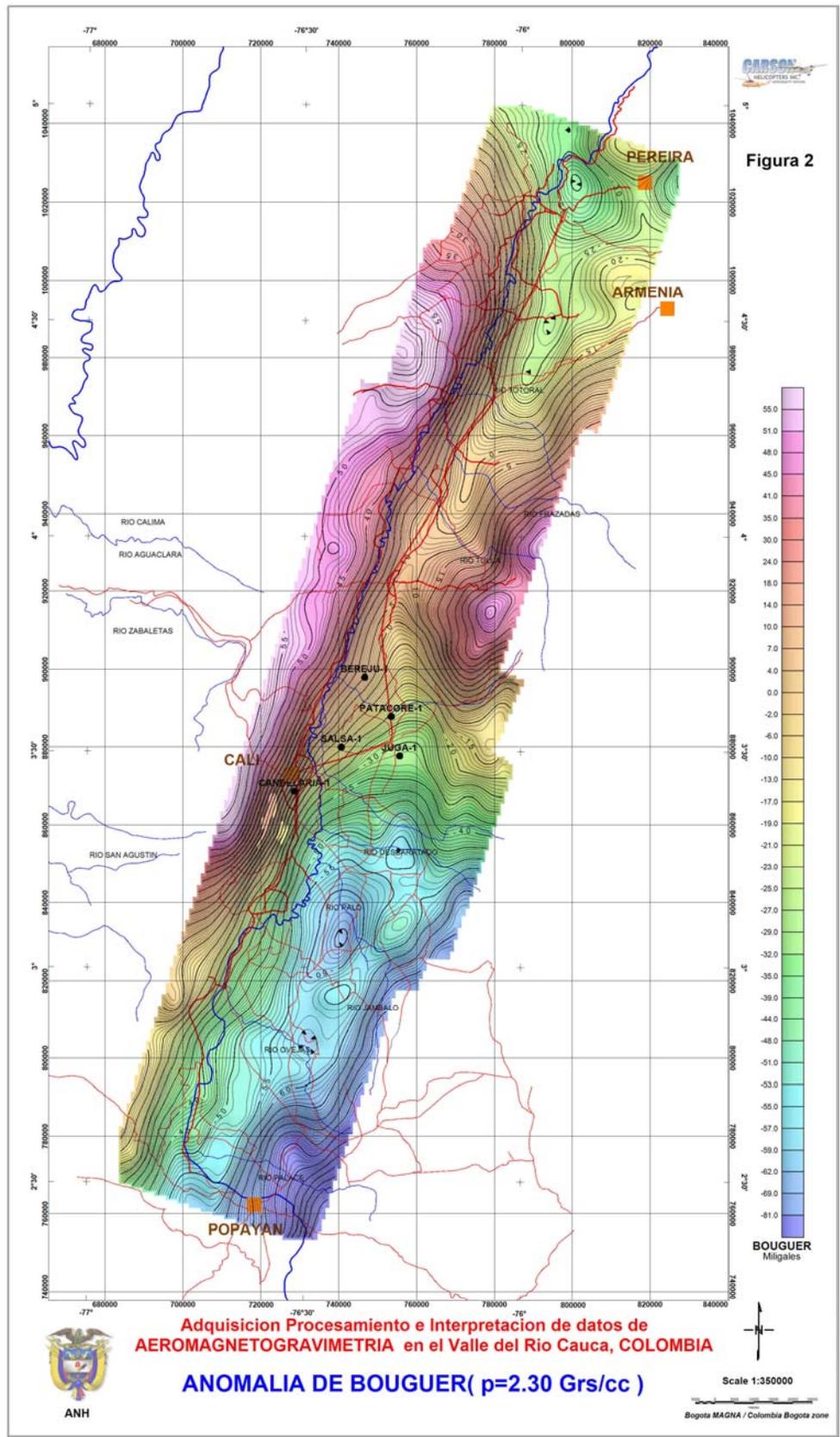
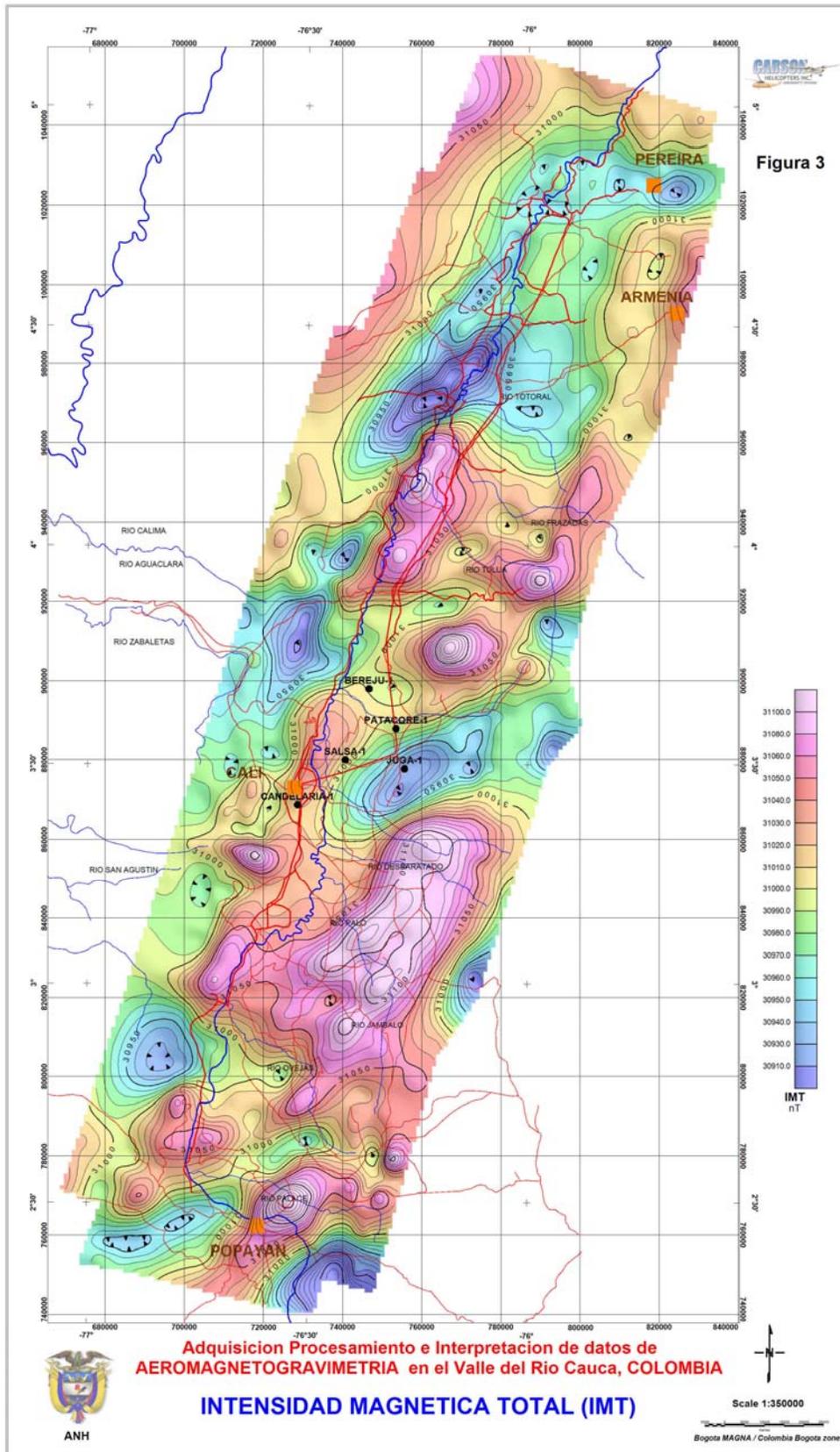
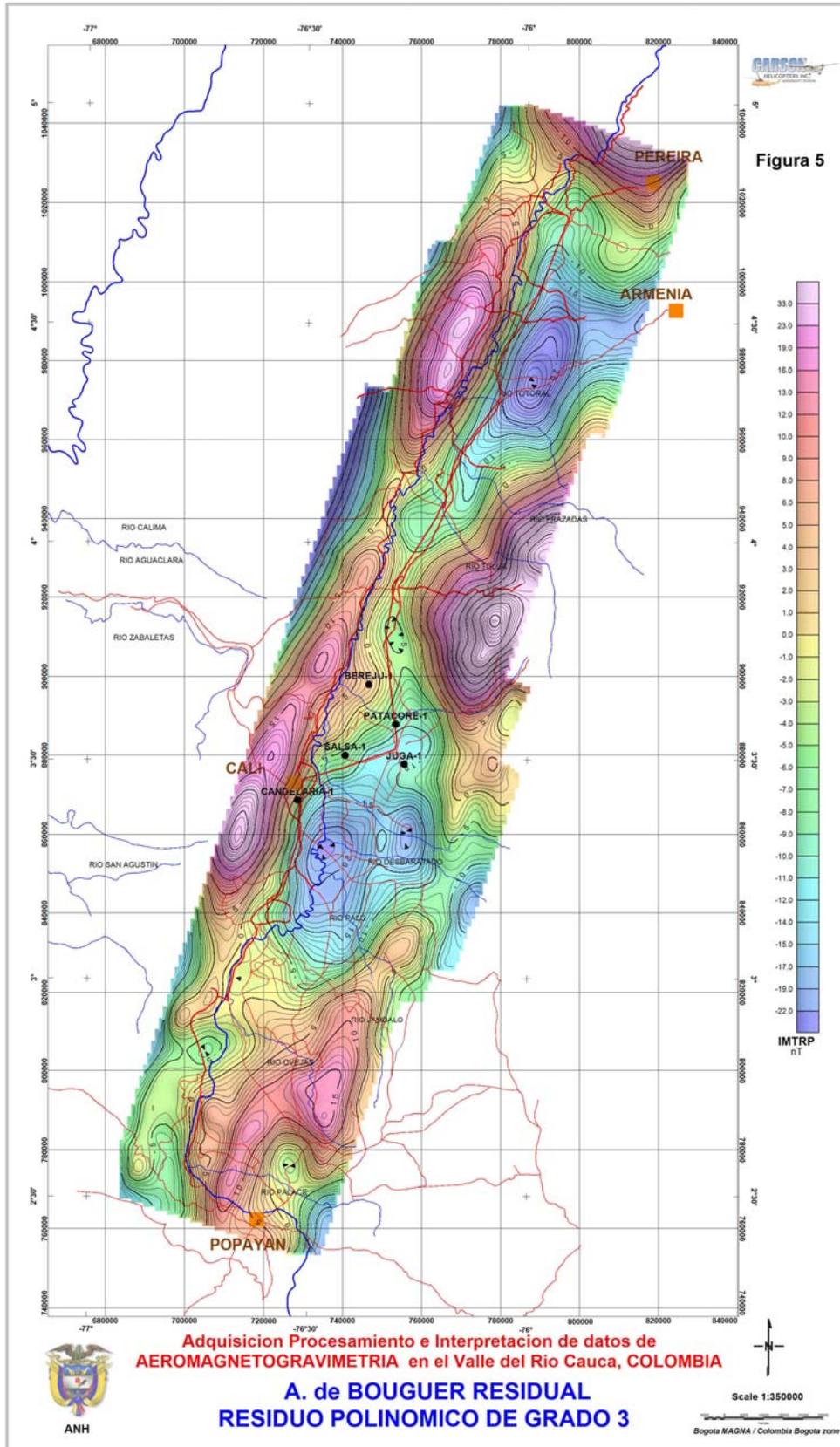
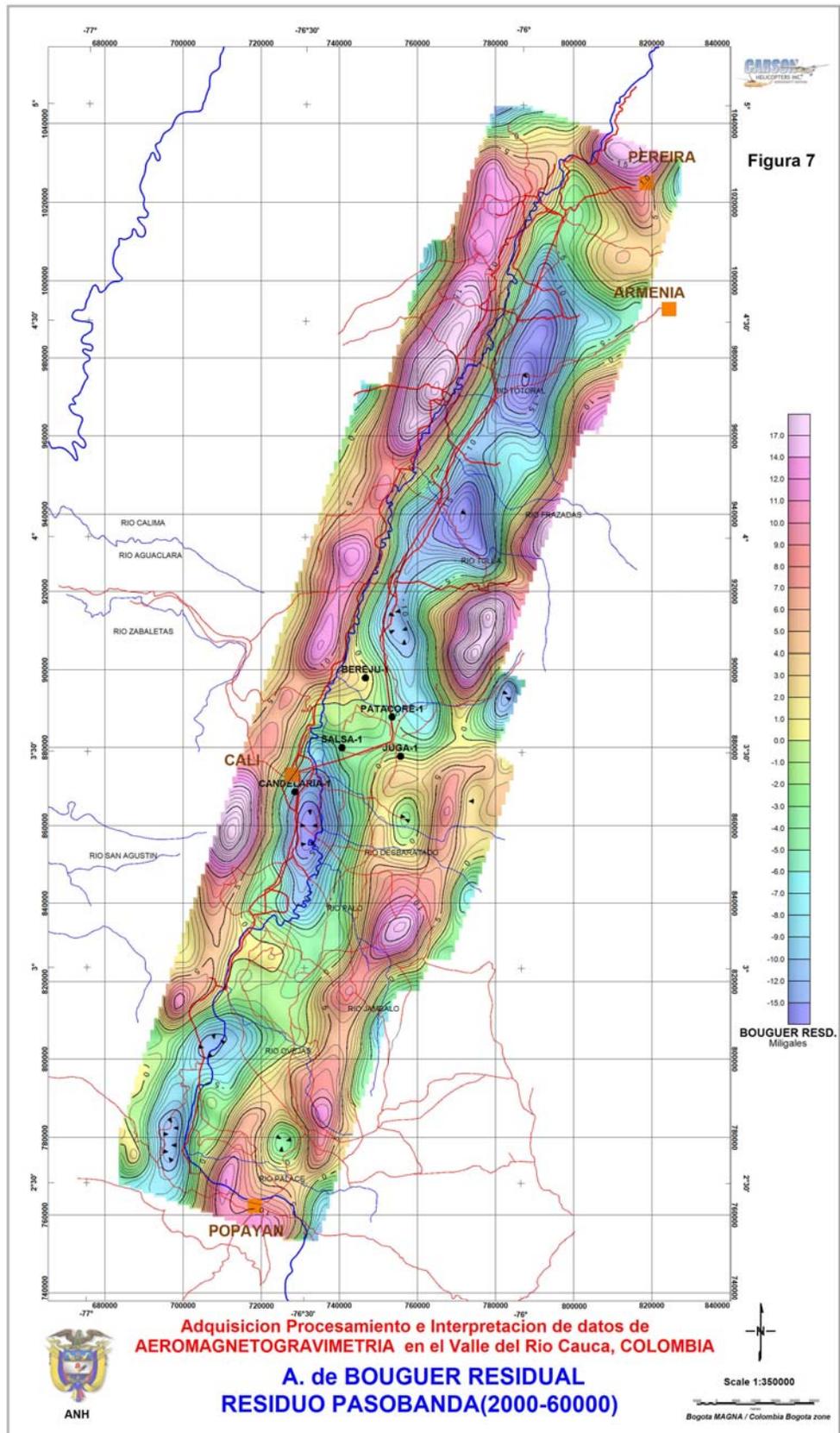


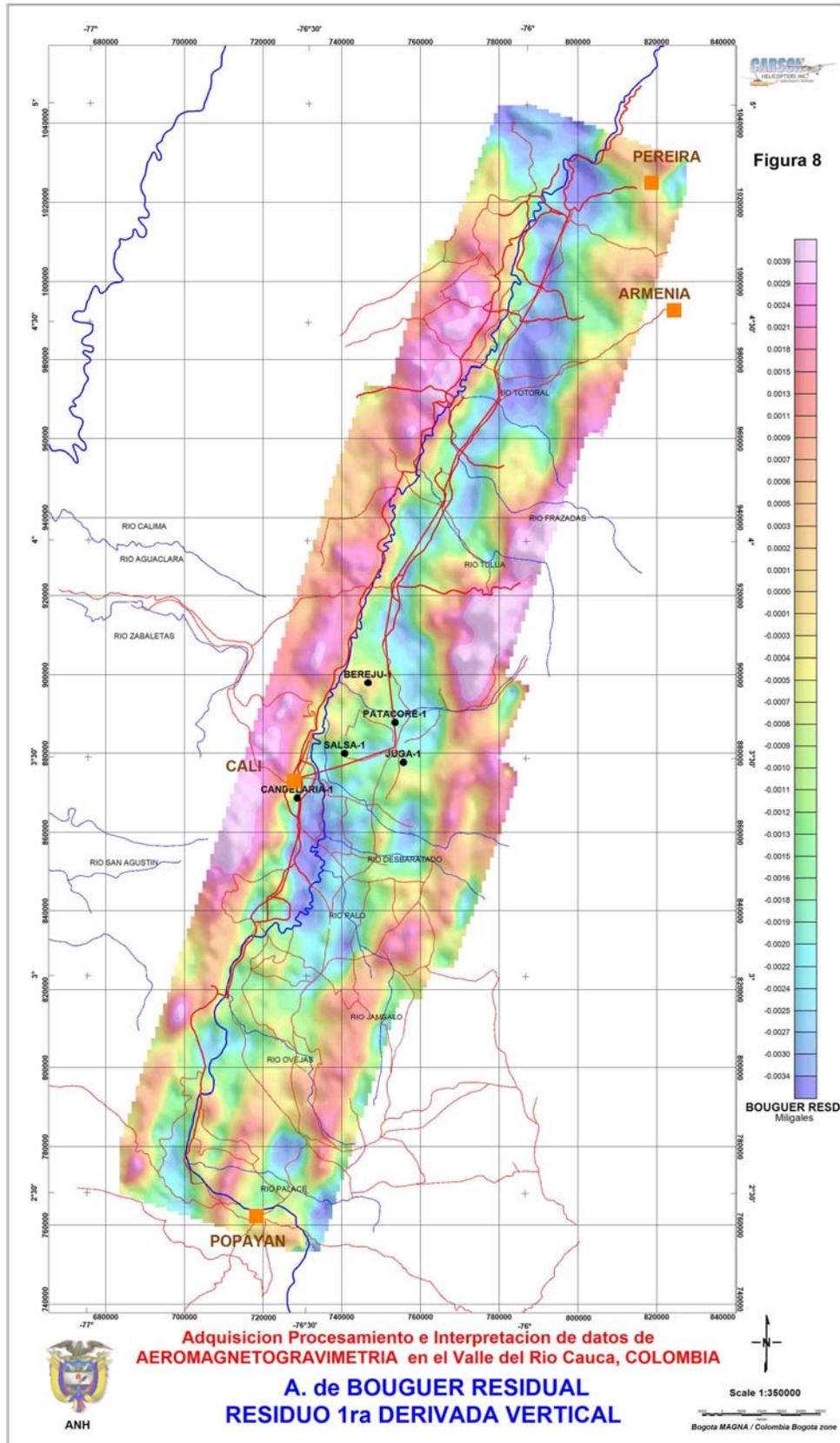
Figura "B"

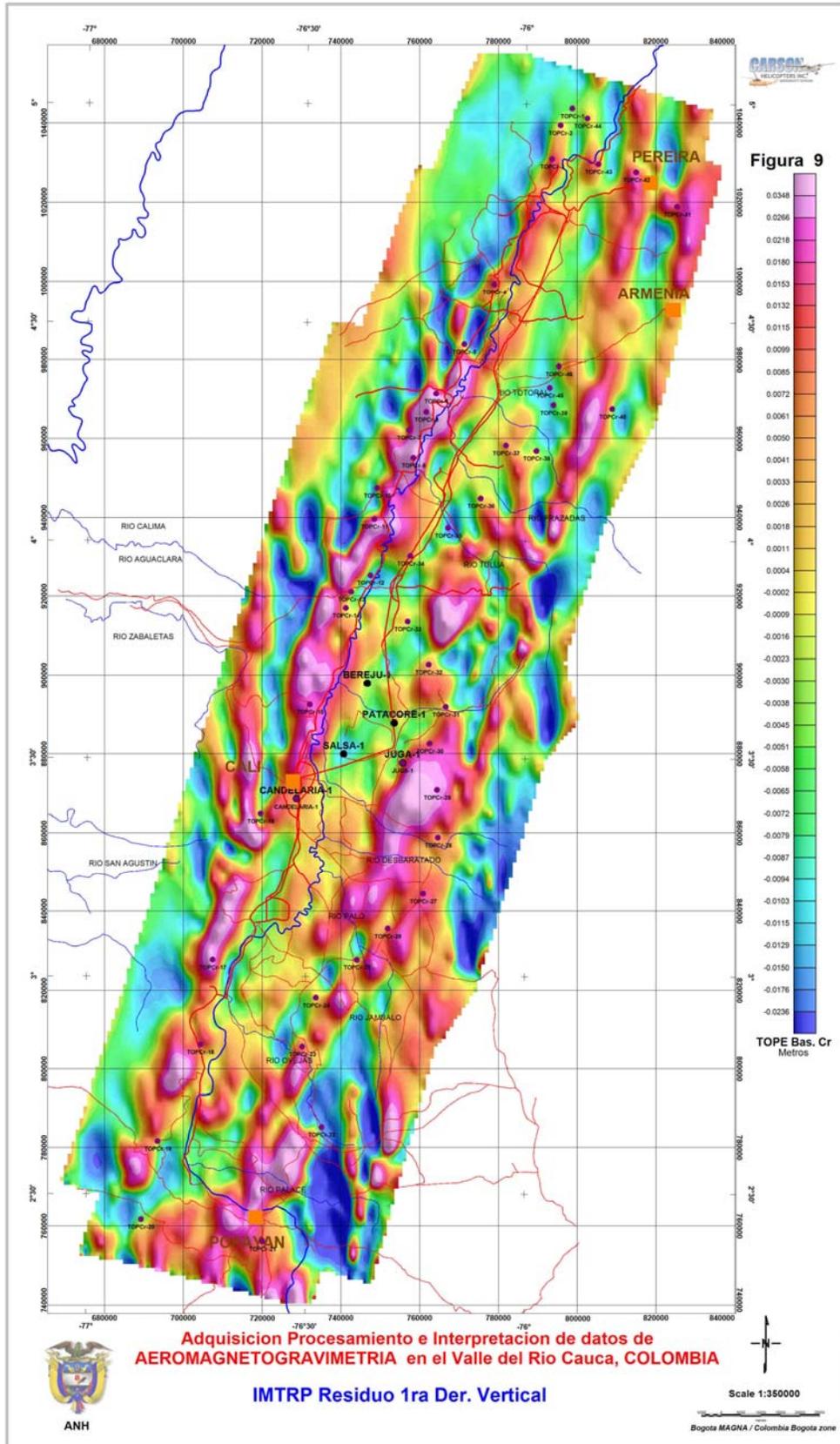


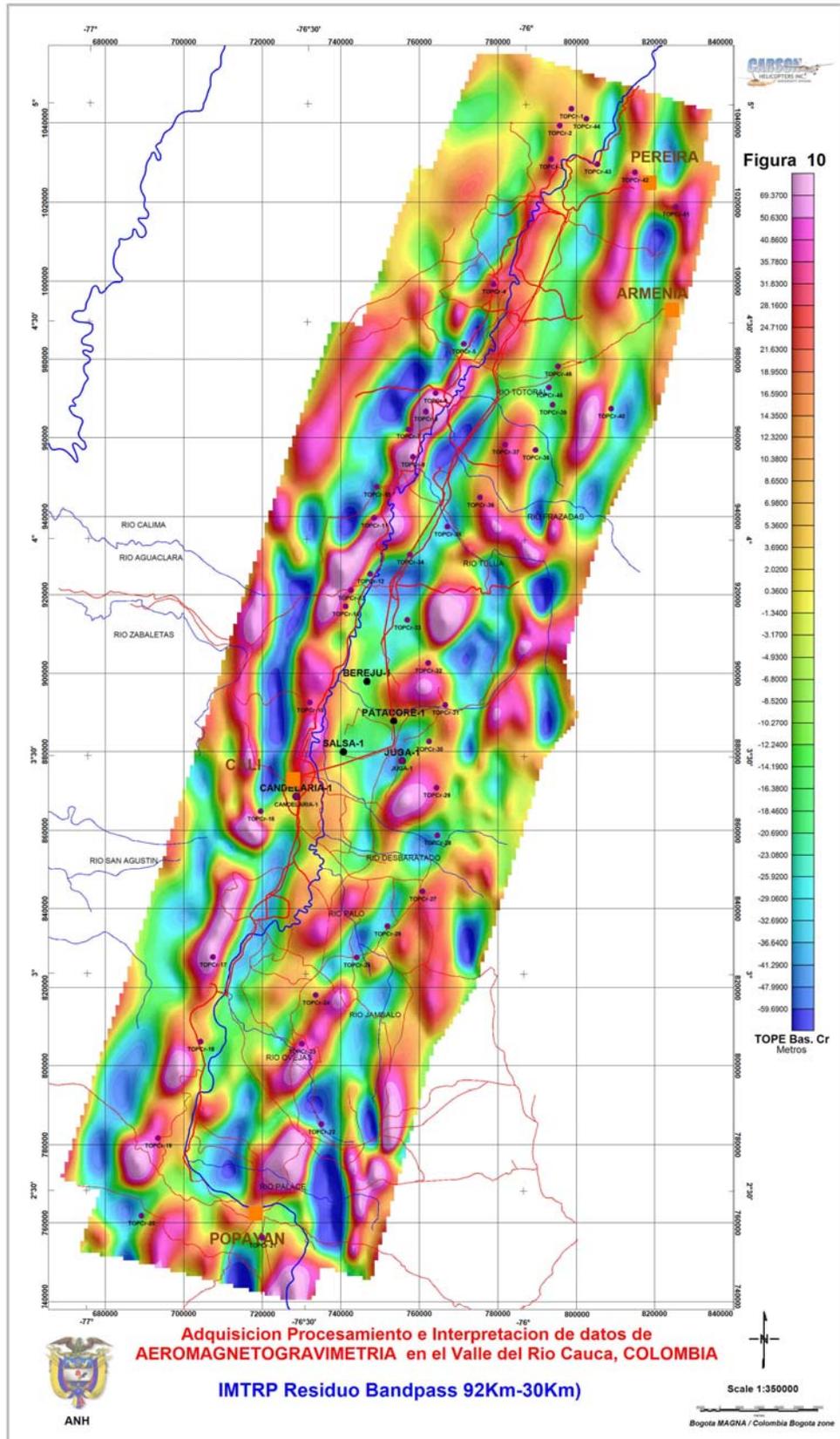


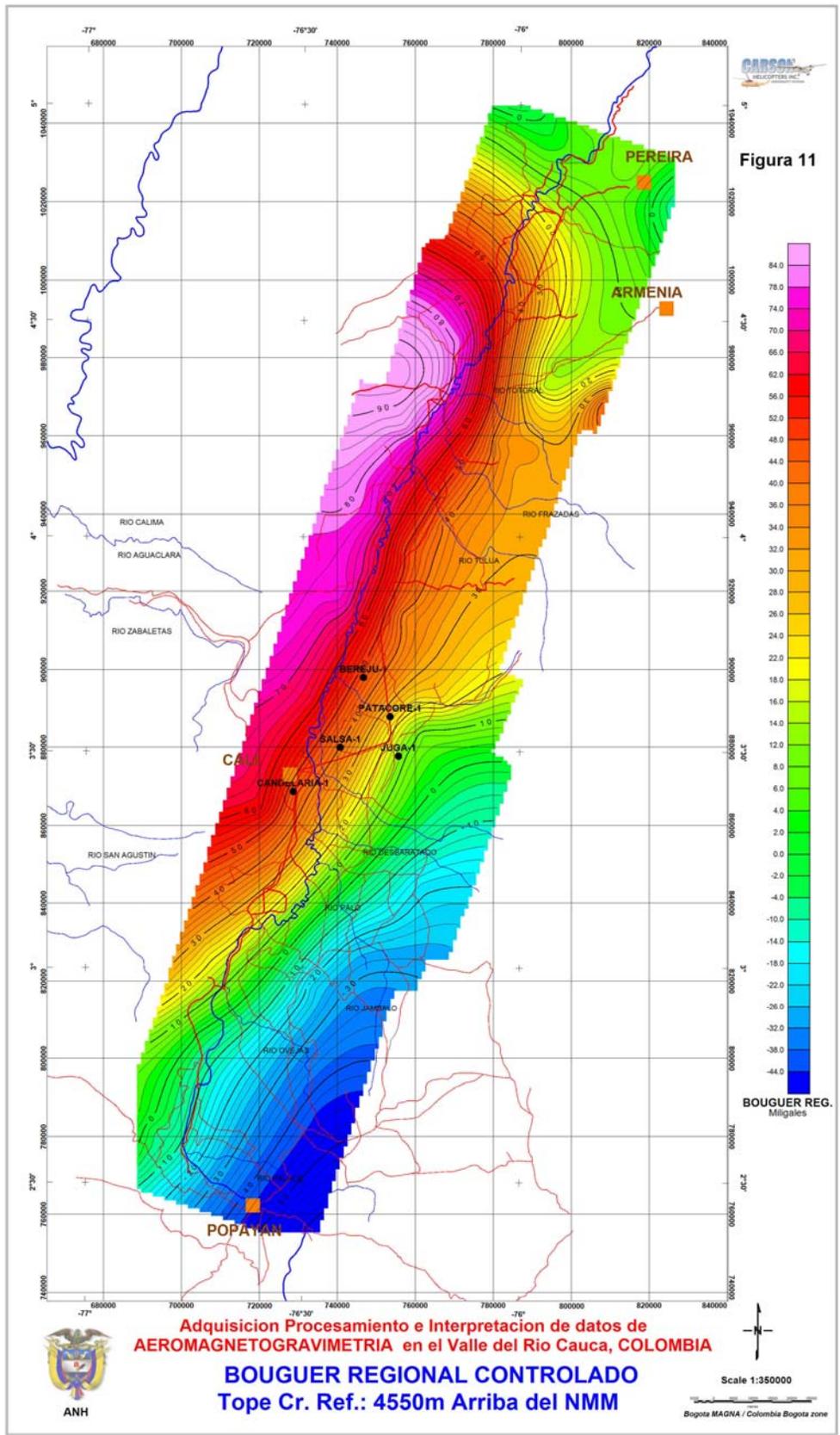


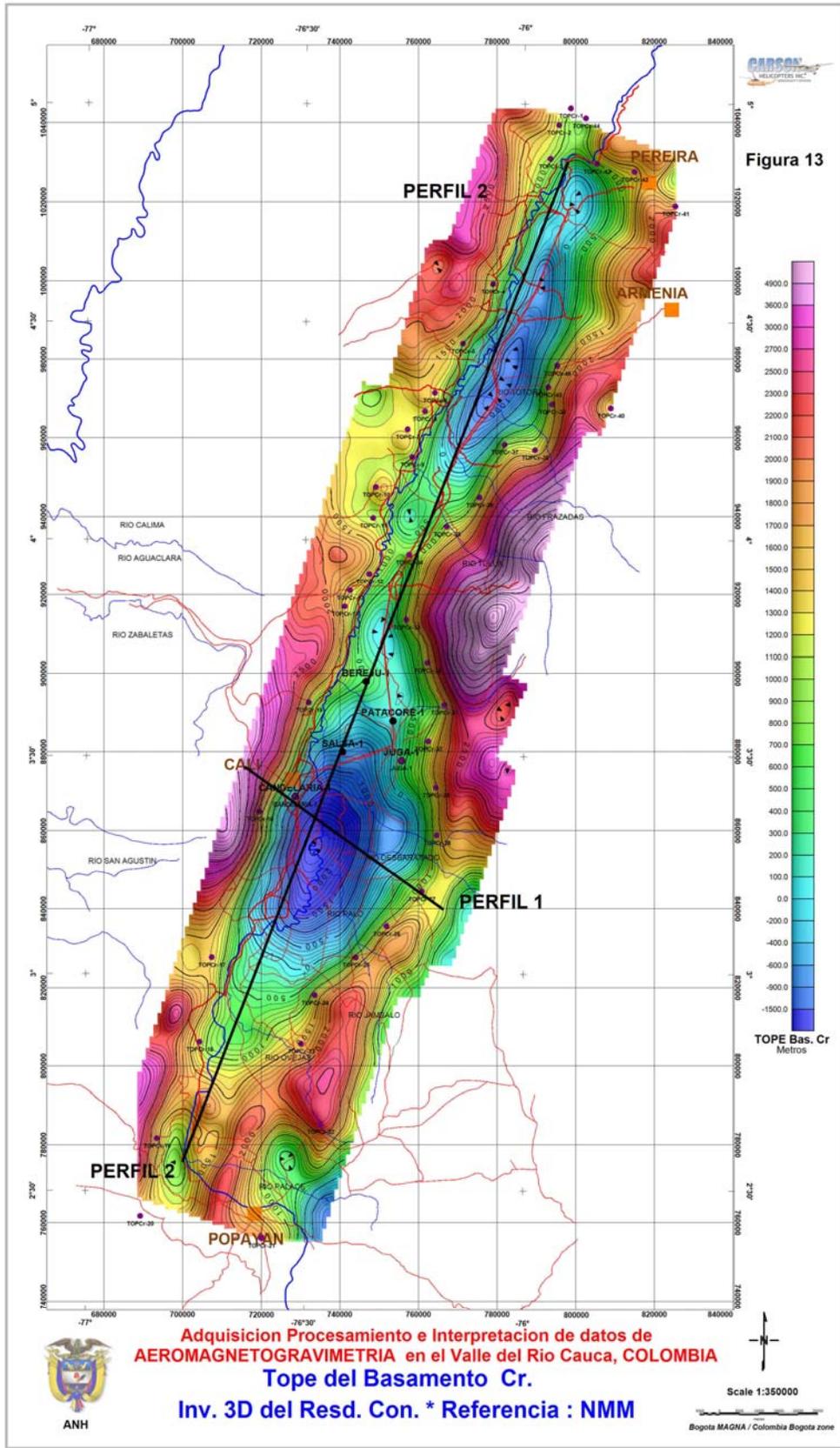


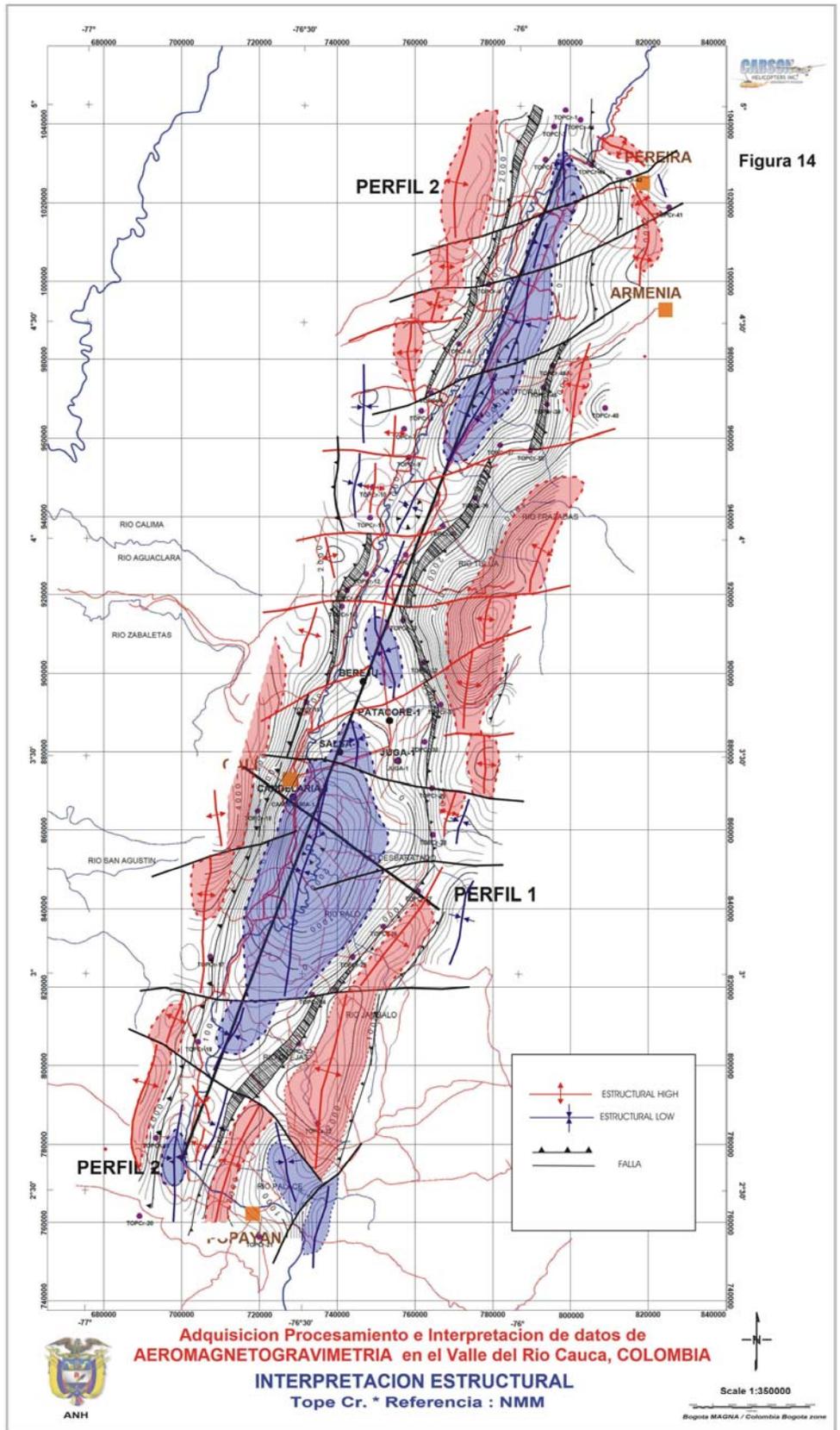


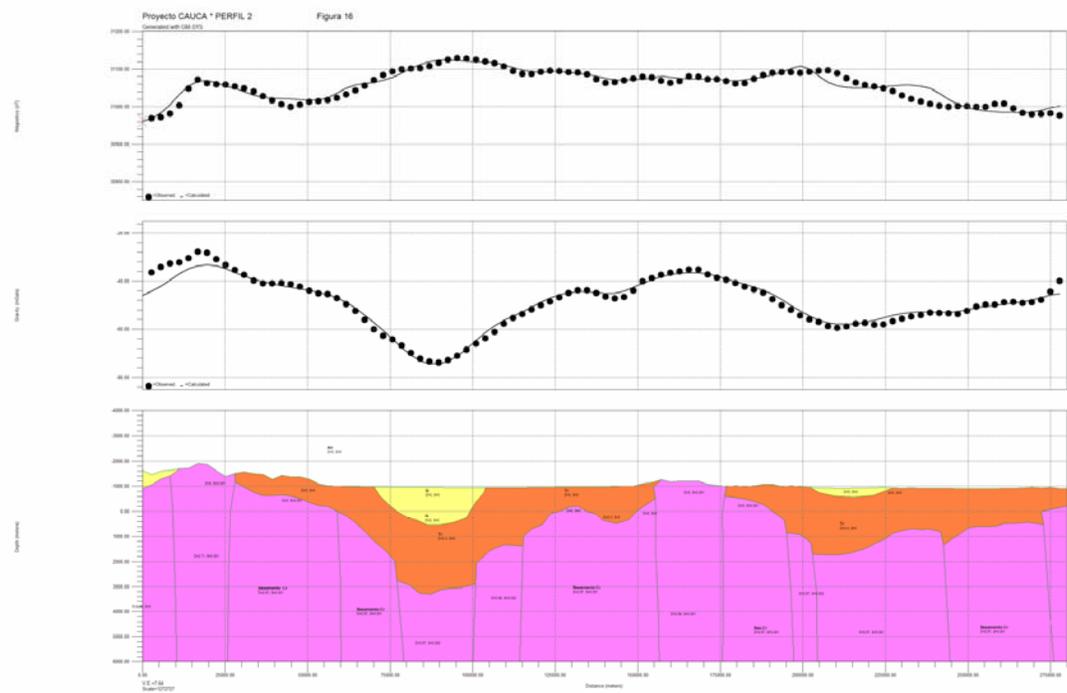
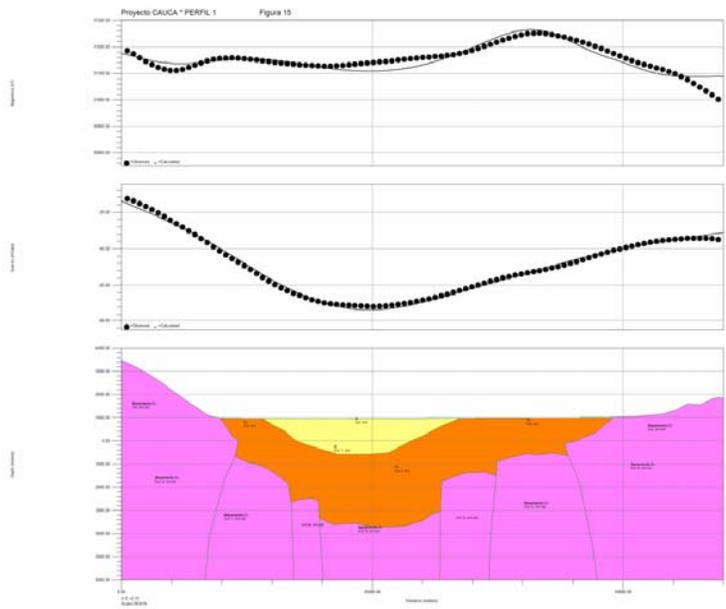












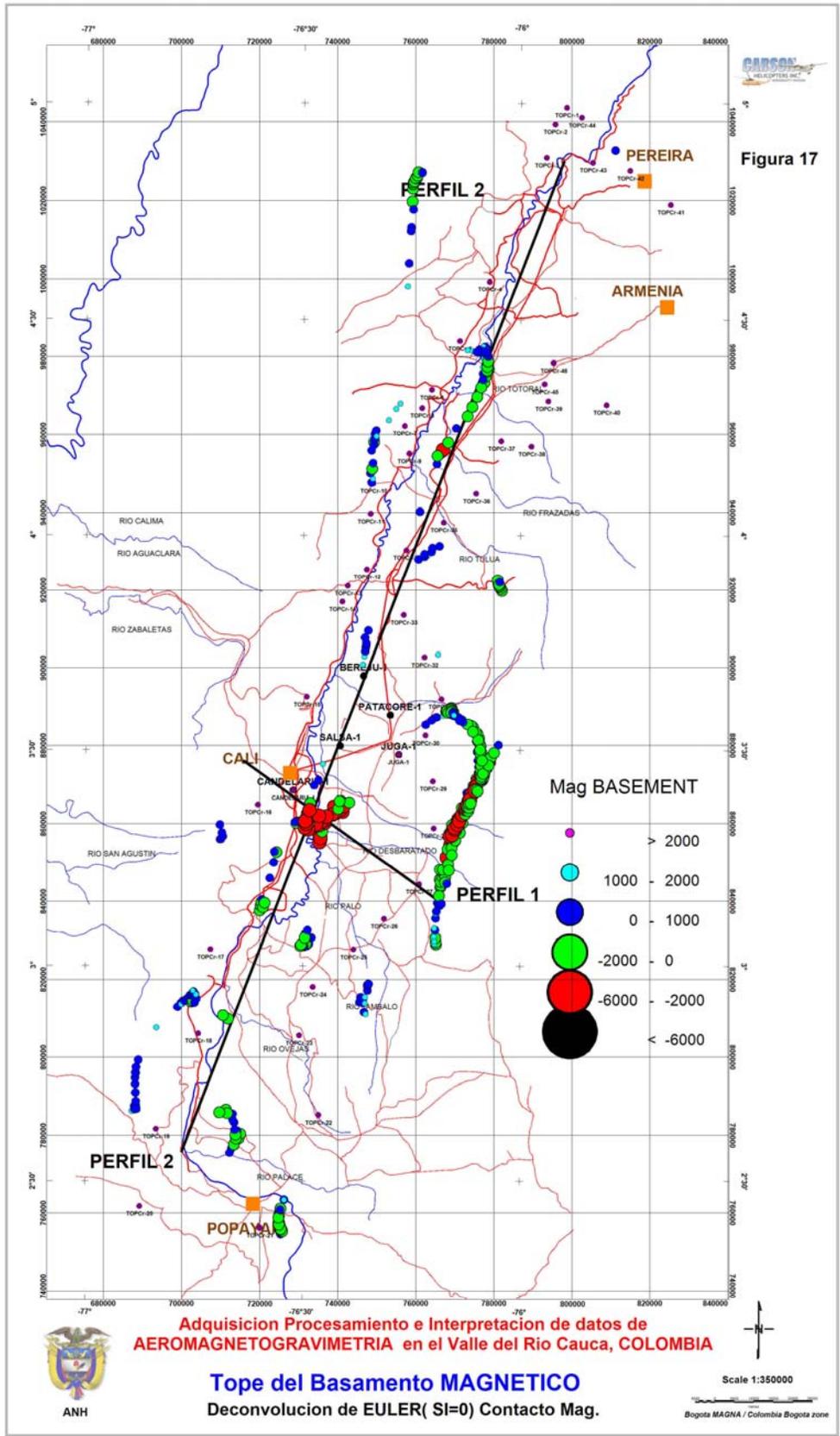


Figura 17

