

## **Utilización del geoprocésamiento para la definición de estructuras hidrocarburíferas en la cuenca del Sur-Oriente Ecuatoriano**

**Gonzalo Bolívar Flores Naranjo**

### **PETROECUADOR-UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO**

Av. SEIS DE DICIEMBRE Y PAUL RIVET  
EDIFICIO EL PINAR – SÉPTIMO PISO  
Quito - Ecuador  
E-mail: bflores@petroecuador.com.ec

**Estracto.** El estudio Análisis Morfoestructural de subsuelo, constituye un modelo concreto, sustentado básicamente en la interpretación: morfológica, topográfica, pendientes del terreno, geológica, estructuras geológicas de superficie (discontinuidades estructurales: fallas, fracturas, fisuras, inconformidades y discontinuidades), hidrogeológica, paisaje natural, suelos, unidades de alteración intempérica, donde se estudiarán las unidades de paisaje natural (elementos de textura del relieve y drenaje, tonalidades de grises, etc.) sobre imágenes satelitales, y soportados con datos de información sísmica y de perforación de pozos aledaños, agilizando la creación de un sustento técnico conceptual y práctico. La tecnología de Percepción Remota Orbital facilita la adquisición, el procesamiento, conjugación de información previa de diferente tipo. Para el propósito de este proyecto, se utilizará el Sistema de Información Geográfica, SPRING y el programa SPACEYES-3D, para la simulación o generación de un modelo interactivo 3D de superficie, como una alternativa justificable, efectiva, práctica y compatible con otros Sistemas de información existentes en el mercado.

**Abstract.** The study underground Análisis Morfoestructural, a concrete model constitutes, sustained basically in the interpretation: morfológica, topographical, slopes of the land, geologic, you structure geologic of surface (structural discontinuities: you fail, fractures, fissures, dissents and discontinuities, hidrogeológica, natural landscape, floors, units of alteration intempérica, where the units of natural landscape will be studied (elements of texture of the relief and drainage, tonalities of gray, etc.) it has more than enough images satelitales, and supported with data of seismic information and of perforation of wells bordering, speeding up the creation of a conceptual and practical technical sustenance. The technology of Orbital Remote Perception facilitates the acquisition, the prosecution, conjugation of previous information of different type. For the purpose of this project, it will be used the System of Geographical Information, SPRING and the program SPACEYES-3D, for the simulation or generation of an interactive model 3D of surface, like a justifiable, effective alternative, practice and compatible with other existent Systems of information in the market.

## I. Introducción

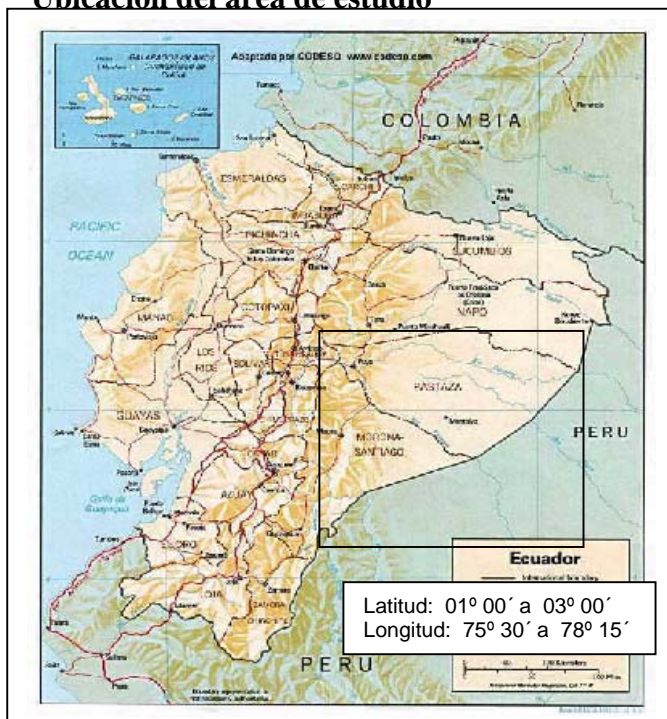
En función de las diversas necesidades del Sistema PETROECUADOR tales como continuar con la búsqueda de nuevas reservas de hidrocarburos es de mucha relevancia y prioridad emprender con masivos programas tecnológico-científicos empleando los últimos adelantos de la tecnología aplicada ampliamente en otras regiones y países tales como los EU, Sudamérica, Europa y Asia, tendientes a reducir costos de las operaciones petroleras tradicionales, la protección del medio ambiente y la maximización de los beneficios sociales.

En este sentido, se debe impulsar políticas institucionales de investigación y ejecución de nuevos proyectos, concretos, económicamente rentables y que ofrezcan resultados tangibles a corto plazo.

## II. Objetivo general

- El presente proyecto de investigación, tiene como objetivo general efectuar interpretaciones morfoestructurales del sub-suelo, en función del relieve y del drenaje, para llegar a definir y establecer probables nuevas estructuras hidrocarburíferas, a partir del medio físico visible, que proporcione beneficios técnicos suficientes en nuevas campañas de exploración sísmica y/o perforación de pozos exploratorios.
- Impulsar investigaciones a través de Percepción Remota aplicada a la industria petrolera en PETROECUADOR, iniciando en una primera etapa con la Filial PETROPRODUCCIÓN, mediante la ejecución de proyectos de investigación e innovación tecnológica que a corto plazo brinden beneficios técnico-económicos al Sistema PETROECUADOR.

## III. Ubicación del área de estudio



#### **IV. Resultados esperados**

- R1.** Identificar áreas prospectivas que permitan realizar nuevos programas de exploración, mediante Sísmica de Reflexión, que posteriormente conduzcan a perforar, pozos exploratorios y/o redefinición de nuevos campos petroleros;
- R2.** Demostrar objetivamente la utilidad, con un importante ahorro económico y de tiempo, que ofrece el empleo de la Percepción Remota aplicada a la Búsqueda y Prospección hidrocarburífera en áreas del Sistema Petroecuador (PETROPRODUCCIÓN);
- R3.** Confeccionar un modelo numérico 3D de superficie con diversas aplicaciones interactivas.
- R4.** Demostrar la ayuda que ofrece el estudio, procesamiento e interpretación de las Morfoestructuras de superficie a través de la extracción de los drenajes, discontinuidades estructurales y tipo de rocas aflorantes en superficie, como medios indicadores de probables estructuras de Subsuelo, sujetas a comprobación y/o remodelamiento con información sísmica y de pozos exploratorios.

#### **V. Metodología de la investigación**

El proceso metodológico implica la realización de las siguientes fases:

- ✓ Recopilación, sistematización y análisis de la información en el ámbito nacional e internacional, sobre la temática en cuestión;
- ✓ Obtención de la información satelital, necesaria para el desarrollo del proyecto;
- ✓ Elaboración de una base de datos documental y cartográfica, con programas y sistemas de información geográfica a través del GIS SPRING (versión 4.3);
- ✓ Verificación de campo;
- ✓ Pre-procesamiento de la información satelital;
- ✓ Procesamiento de la información satelital;
- ✓ Estudio y extracción sistemática de la red hidrográfica del área de estudio;
- ✓ Diseño e interpretación morfoestructural de sub-suelo;
- ✓ Estudio, ubicación y definición de las morfoestructuras de sub-suelo como probables zonas de acumulación de hidrocarburo en el área de estudio previamente establecida;
- ✓ Conjugamiento de la interpretación de la imagen multiespectral TM / Landsat con las litologías, estructuras geológicas, anomalías morfoestructurales, fisiografía, tectónica, geomorfología, con información de: Geofísica (Sísmica de Refracción existente en

zonas aledañas) y de Perforación de pozos (columnas estratigráficas y Secciones transversales) realizadas y facilitadas por PETROPRODUCCIÓN;

- ✓ Elaboración de un Modelo Numérico del Terreno (MNT)-3D de Superficie mediante la aplicación del GIS SPRING 4.2 y del programa de simulación Spacyes-3D;
- ✓ Identificación de perfiles, programas y futuros proyectos prioritarios de investigación en áreas estratégicas encontradas, para realizar campañas sísmicas y de perforación de pozos exploratorios.

## VI. Dinámica de los procesos



## VII. Procesamiento digital

El análisis digital de datos satelitales, está en función directa del tipo de Sensor Orbital, que en los últimos 25 años ha tenido mucho adelanto tecnológico. Al conjunto de técnicas se les ha denominado **“Procesamiento digital de la imagen”** o manipulación de una imagen por una computadora para poder extraer toda su información implícita. En la disciplina de reconocimiento de modelo la entrada es una imagen por comparación, mientras el rendimiento consiste en una clasificación o una descripción de esta imagen. Por otro lado, el área de gráficos de la computadora consiste en la generación de imágenes que empiezan de una descripción de ellos.

**El objetivo de usar imágenes digitales procesadas es reforzar el aspecto visual de ciertos rasgos estructurales en la imagen para el análisis técnico y para proporcionar otros subsidios a su interpretación, y para la generación de productos (resultados).**

La imagen digital que procesa área ha atraído muchos interés en las últimas dos décadas. La evolución de la tecnología de la informática digital así como el desarrollo de nuevos algoritmos para el tratamiento de signos del bidimensional está creando un número creciente de aplicaciones.

El uso de imágenes multiespectrales obtenidas por satélites como: Landsat, MANCHE, ERS1, NOAA, y otros, ha demostrado ser una técnica poderosa para muchas aplicaciones en la investigación de recursos naturales. La adquisición de información espectral obtenida por los sistemas en las partes diferentes del espectro electromagnético, apuntadas a la identificación y discriminación de blancos, depende básicamente de la calidad de la representación de los datos contenida en las imágenes.

Las técnicas del Procesamiento digital de una imagen, además de permitir el análisis de una escena en varias regiones del espectro electromagnético, también permita la integración de muchos datos diferentes, debidamente registrado.

Las imágenes procesadas pueden ser divididas en tres pasos diferentes: pre-proceso y/o pre-procesamiento, perfeccionamiento, y clasificación. **El pre-proceso se refiere al proceso inicial de los datos crudos para la calibración radiométrica de la imagen, la corrección de distorsiones geométricas y la eliminación de ruido.** Las técnicas del perfeccionamiento más comunes son: **contraste, filtraje, funcionamientos de la aritmética, IHS y transformación de los componentes principales.** Acerca de las técnicas de la clasificación existe: clasificación dirigida o supervisada (por pixel), y clasificación no-supervisada (por regiones).

Las técnicas del Procesamiento Digital son las siguientes:

1. Contraste de la imagen;
2. Lectura de Píxel;
3. Filtraje espacial;
4. Funciones aritméticas;
5. Transformación IHS-RGB;
6. Componentes principales;
7. Modelo de la mezcla;
8. Segmentación de la imagen;

9. Clasificación de la imagen;
10. Estadísticas de la imagen;
11. Restauración de Imagen de satélite;
12. Eliminación del ruido;
13. Corrección de Modelo de antena;
14. Conversión de Rango de inclinación-tierra

**FUENTE:** SIG SPRING Versión 4.3 - Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.

### VIII. Ejemplarización interactiva



**IMAGEN LANDSAT -7;**

B4-B5-B7;

FECHA DE ADQUISICIÓN: Diciembre del 2005

LUGAR: Cotopaxi – ECUADOR

FUENTE: ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE S/A –BRASIL



**SIMULACIÓN MATEMÁTICA 3D DE LA IMAGEN MULTIESPECTRAL LANDSAT -7;**

B4-B5-B7;

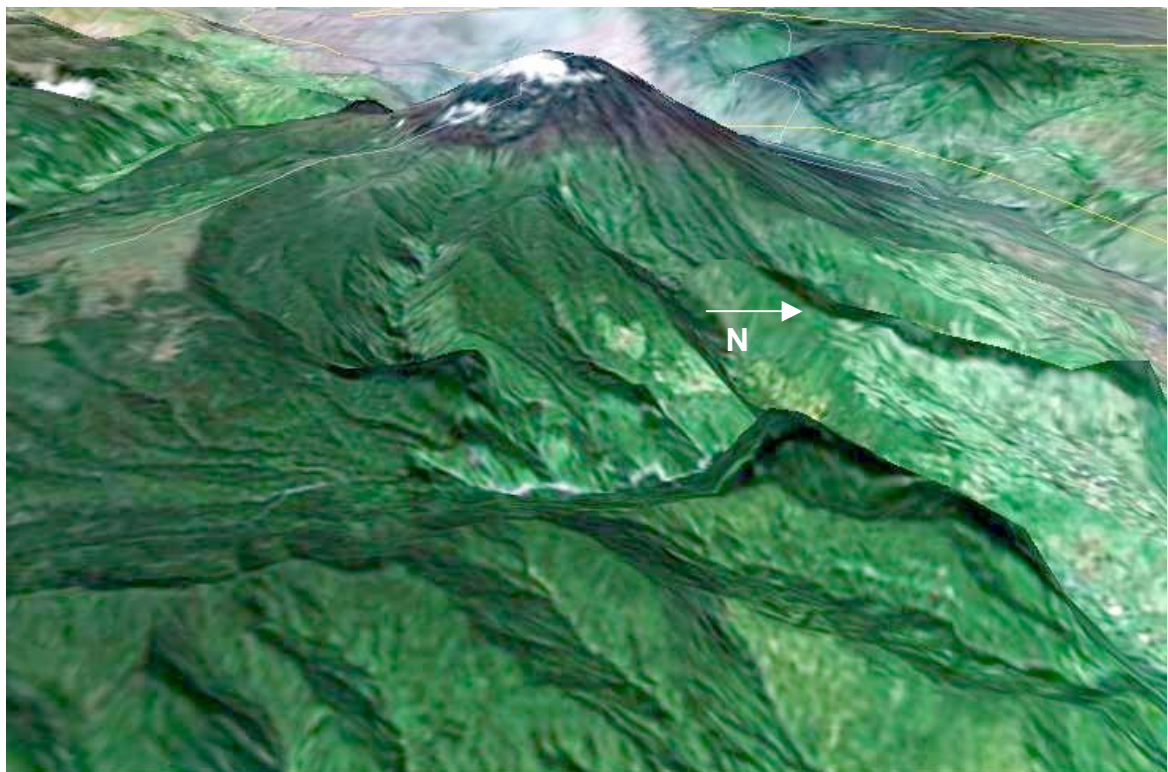
FECHA DE ADQUISICIÓN: Diciembre del 2005

LUGAR: Cotopaxi – ECUADOR

FUENTE: ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE S/A –BRASIL



**IMAGEN LANDSAT -7;**  
B4-B5-B7;  
FECHA DE ADQUISICIÓN: Junio del 2006  
LUGAR: Volcán Tungurahua – ECUADOR  
FUENTE: ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE S/A –BRASIL



**SIMULACIÓN MATEMÁTICA 3D DE LA IMAGEN MULTIESPECTRAL LANDSAT -7;**  
B4-B5-B7;  
FECHA DE ADQUISICIÓN: Junio del 2006  
LUGAR: Volcán Tungurahua – ECUADOR  
FUENTE: ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE S/A –BRASIL



## IX. FUENTES Y MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

- AB'SABER, A. N. & BERNARDES, N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Arredores de São Paulo. Rio de Janeiro, In: Congreso Internacional de Geografia, 303 p., 1958
- ALMEIDA, F.F.M. de Vale do Paraíba. In: RELATÓRIO ANUAL DO DIRECTOR. Rio de Janeiro, DNPM/Div. Geol. Min., boletim 139, 1952
- ALMEIDA, F.F.M. de A. A estrutura e o relevo. In: Azevedo, A. *Brasil, a terra e homen*. São Paulo, 2º. ed., p. 55-250, 1964
- ALMEIDA, F.F.M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo*, p. 169-203, 1964
- ALVES, M.G. *Utilização de técnicas de sensoriamento remoto em trabalho geológico de semidetalhe na região do quadrilátero ferrífero MG*. São José dos Campos, INPE, 83 p., 1986 (Inpe-4151-TDL/268).
- CEEIVAP, São Paulo. Projeto Gerencial CEEIVAP 0003-EX/80-A. Macrozoneamento da Bacia do Paraíba do Sul. São Paulo, 56 p., 1980.
- CROSTA, A.P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: IG/UNICAMP, 170 p., 1993
- DRURY, S.A. *Image Interpretation in Geology*. London. Allen & Unwin, 243 p., 1987
- ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE S/A –BRASIL (Varias pasadas)
- FERREIRA, F.J.F.; MORAES, R.A.V.; FERRARI, M.P.; VI-ANNA, R.B. Contribuição ao estudo do alinhamento estrutural de Guapiara. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba, 1981. *Atas*. São Paulo, SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, V.1, p. 226-240, 1981
- FLORES, G.B.N.; Geozoneamento ambiental do meio físico da região de São José dos Campos e Jacarei. Região Sul-Occidental do Vale do Paraíba (SP)-BRASIL, 1997.
- INPE/CODIVAP. Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do estado de São Paulo. São José dos Campos (SP), Instituto Nacional de Pesquisas Norte (CODIVAP), 176 p., 1992
- IMÁGENES SATÉLITE LANDSAT/TM 7., Proporcionadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.
- MATTOS, J.T. de; BALIEIRO, M.G.; SOARES, P.C.; BARCELLOS, P.E.; MENESAS, P.R.; CSORDAS, S.M. Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS-Landsat e Radar para pesquisa de hidrôcarbonetos no estado de São Paulo. São José dos Campos

- (SP), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 3 volumes. V. 1, 211 p. Jun., 1982 (INPE-2445-RTR/015).
- MATTOS, J.T. *Caraterização do comportamento geológico-estrutural na região da represa de furnas (MG) com dados de sensoriamento remoto*. São Paulo, Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Geociências, 168 p., 1986 (Inpe, M436C)
- OHARA, T. Zoneamento geoambiental da região do alto - médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto. Rio Claro, UNESP, IGCE, 235 p. (Tese de Doutorado), 1995
- OHARA, T. Abordagem metodológica no estudo do zoneamento geoambiental da região do alto - médio Paraíba do Sul, com produtos de sensoriamento remoto orbital. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39. Salvador, SBA, setembro de 1996. Anais. Salvador, SBG, v. 7, p. 90-93, 1996
- PAULIPETRO (Consórcio CESP-IPT). Análise morfoestrutural integrada em imagens de RADAR e LANDSAT na Bacia do Paraná. Convênio Paulipetro - Consórcio Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São Paulo, 91 p., 1981 (Relatório RT-041/81)
- SIEGAL, B.S.; ABRAMS, M.J. Geologic mapping using LANDSAT data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 42(3): p. 325-337, 1976
- SOFTWARE SPACEYES 3D BUILDERF, FRANCA, 2006
- VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. *A metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia*. São José dos Campos, INPE, (INPE-2227-MD/014), 61 p., 1982