
Correlación estratigráfica a través de pozos verticales, direccionales y horizontales, de las formaciones geológicas del cantón La Joya de los Sachas, Orellana - Ecuador



Stratigraphic correlation through vertical, directional and horizontal wells, of the geological formations of the canton La Joya de los Sachas, Orellana - Ecuador

Cuenca Gualán David Isaac.¹, Cuesta Andrade Gregory Guillermo.², Camacho López Christian Orlando.³, Granja Carrera Jenny Priscila.⁴

Recibido: 22-06-2020 / Aceptado: 20-07-2020 / Publicado: 07-08-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1369>

This investigative work mainly comprises 3 phases. The first one is based on the analysis of Drilling Reports and Mud Loggin of oil wells of the vertical, directional and horizontal types, which were drilled in the canton of La Joya de los Sachas located in the province of Orellana - Ecuador. In the second instance, a stratigraphic correlation of the main subsoil formations of this canton has been developed. Which is based on a manual analysis of the history of the wells, classifying them in stratigraphic units prior to entering the information into the GMS® software to build three-dimensional cross sections between holes. Finally, the minerals are identified and characterized with some of their properties from the identified formations. Therefore, there are anhydrite facies that correspond to the base material for the generation of oil, sandstone, claystone and limonite packages, corresponding to the Tiyuyacu formation, being interbedded by siliceous conglomerate strata, belonging to the Orteguaza Formation. In addition to this, it is observed that the anhydrite face forms an anticline fold whose crest is close to minus -160msnm, in turn, below the sandstone, claystone and limonite packages, a coal face is shown forming a synclinal fold from -350msnm.

Keywords: Stratigraphy, Drilling, Oil, Oriente Basin, Tiyuyacu Formation, Orteguaza Formation, Stratigraphic Correlation.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo Investigativo de Recursos Mineros e Ingeniería,, david.cuencag@epoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo Investigativo de Recursos Mineros e Ingeniería,, gregory.cuesta@epoch.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo Investigativo de Recursos Mineros e Ingeniería,, christian.camacho@epoch.edu.ec

⁴ Investigadora Independiente, jenypriscil@hotmail.com

Resumen

Este trabajo investigativo comprende principalmente de 3 fases. La primera en la que se basa en el análisis de Reportes de Perforación y Mud Loggin de pozos petroleros de los tipos verticales, direccionales y horizontales, que se perforaron en el cantón la joya de los Sachas ubicado en la provincia de Orellana - Ecuador. En segunda instancia, se ha elaborado una correlación estratigráfica de las principales formaciones del subsuelo de este cantón. La que se basa en un análisis manual del historial de los pozos, clasificándolos en unidades estratigráficas previo el ingreso de la información al software GMS® para construir secciones transversales tridimensionales entre perforaciones. Finalmente, se identifica y caracteriza los minerales con algunas de sus propiedades de las formaciones identificadas. Por lo que se encuentran facies de anhidrita que corresponden al material base para la generación de petróleo, paquetes de arenisca, arcillolita y limonita, correspondientes a la formación Tiyuyacu, siendo intercalada por estratos de conglomerado silíceo, pertenecientes a la Formación Orteguaza. Adicional a esto se observa que la facie de anhidrita forma un pliegue anticlinal cuya cresta es cercana a los menos -160msnm, a su vez, por debajo de los paquetes de arenisca, arcillolita y limonita se muestra una facie de carbón formando un pliegue sinclinal desde los -350msnm.

Palabras Claves: Estratigrafía, Perforaciones, Petróleo, Cuenca Oriente, Formación Tiyuyacu, Formación Orteguaza, Correlación Estratigráfica.

Introducción

GMS es un sistema de software avanzado que permite realizar modelados hidráulicos, hidrológicos y de aguas subterráneas, a través de diferentes simuladores como MODFLOW, MODFLOW-USG, PEST, MODPATH, MT3DMS analizando datos de pozos y datos SIG. Además, GMS permita generar modelados del subsuelo mediante objetos con georreferencia y proyección, mapas topográficos, datos de elevación, datos de perforación, así como estratigrafía y datos geofísicos; por ello su implementación en el análisis de distintos sondeos presentados en esta investigación.

El oriente ecuatoriano comprende la región occidental del país, posee una extensión de 120000 km², y ha sido muy estudiado por poseer formaciones relacionadas a la producción de kerógenos, la misma que es material precursor de hidrocarburo, y más allá de tener la capacidad de generar estos componentes, la geología del lugar se presenta como una zona tipo trampa que contiene y conserva el hidrocarburo para su posterior explotación (Dávila, 2005).

El año 1968 es de suma importancia en la historia de recursos naturales del Ecuador, ya que se produce el descubrimiento de hidrocarburos en la Región Amazónica (Delgado, 2009), con esto se reactiva el interés de compañías extranjeras con posibilidades de explotación del recurso, el Estado por su parte otorga más de 4 millones de hectáreas a siete compañías para la exploración y explotación de petróleo en la zona, iniciando el auge petrolero en el oriente ecuatoriano. La calidad del petróleo producido en esta zona se encuentra relacionada

directamente a los subambientes sedimentarios producidos en el sector, considerando que existen formaciones que van desde canales aluviales hasta depósitos de plataforma (Martínez, 2008). Pues, debido al comportamiento transgresivo de los reservorios Hollín, la mejor calidad de hidrocarburo se encuentra en la base de los estratos implicados, cumpliendo una degradación que va en la mayoría de los casos hacia el techo (Arche, 2010)

Así, luego de la primera etapa de estructuración producida en el paleoceno inferior, los pliegues geológicos se encuentran en capacidad de acumular hidrocarburos (Paladines & Soto, 2010), los cuales se relacionan con las formaciones de Sacha e indirectamente con la formación Napo pues la migración se produciría en el Eoceno Tardío, sin descartar posteriores migraciones (Rivadeneira & Baby, 2004)

Por tal motivo, la importancia del análisis de los ambientes sedimentarios de depositación, su secuencia estratigráfica y sus espesores para interactuar con estratos que actúan como reservorios de hidrocarburo (Ortuño Arzate, 2010), radica en la existencia de procesos de cementación y formación de material sedimentario (arcilla y limo) que pueden llegar a afectar las propiedades petrofísicas de los reservorios de petróleo (Panchi, 2013)

El campo Sacha, ubicado en el cantón "La Joya de los Sachas" de la provincia de Orellana, es parte de un grupo denominado grandes campos maduros del Ecuador, entre ellos: Lago Agrio, Shushufindi, Auca, Libertador y Cuyabeno. Destacado por tener una producción diaria aproximada de 70 000 barriles de petróleo (Bustelo, 2008), pero con reservas estimadas de más de 300 millones. Reservas que han sido objeto de interés para el Ecuador desde hace más de 40 años, en los que se han realizado todo tipo de operaciones desde exploratorias hasta perforación y producción (Pernía, 1987)

Es necesario considerar que dentro de la geomorfología de la Cuenca Oriente se tiene relieves relativamente importantes, ya que se presenta como una cuenca ante-país (Mediavilla, 2012). Entre las elevaciones más destacadas se encuentra el Levantamiento Napo que se proyecta al noroeste de la cuenca y también se puede denotar el mega cono de origen aluvial del Río Pastaza. Además, dentro de la geología del lugar resaltan las formaciones: Tiyuyacu, Orteguaza, Tena, Napo y Hollín.

Además, los ambientes fluviales en los que se realizó la depositación para la formación Tiyuyacu son de ríos que desembocan en grandes abanicos aluviales. Y la formación Orteguaza corresponde a un ambiente marino debido a su litología. Finalmente, desde el punto de vista estratigráfico se describe la composición de la formación Tiyuyacu que comprende de areniscas, arcillolitas y conglomerados, mientras que, la formación Orteguaza posee una litología basada en conglomerados, lutitas y areniscas con alteraciones verdosas.

Metodología

Perforación y toma de muestras

Para el análisis estratigráfico de la zona geográfica se realizaron muestreos de rípidos obtenidos mediante la perforación de tres diferentes pozos petroleros en el campo Sacha; entre ellos: un pozo vertical, uno direccional y uno horizontal. Las perforaciones realizadas son perforaciones

rotativas debido a las profundidades que varían entre los 2700-4600 m (9000 - 15000 pies) de profundidad. El muestreo fue realizado utilizando los cortes recopilados en los equipos de control de sólidos del taladro, principalmente los obtenidos desde las zarandas.

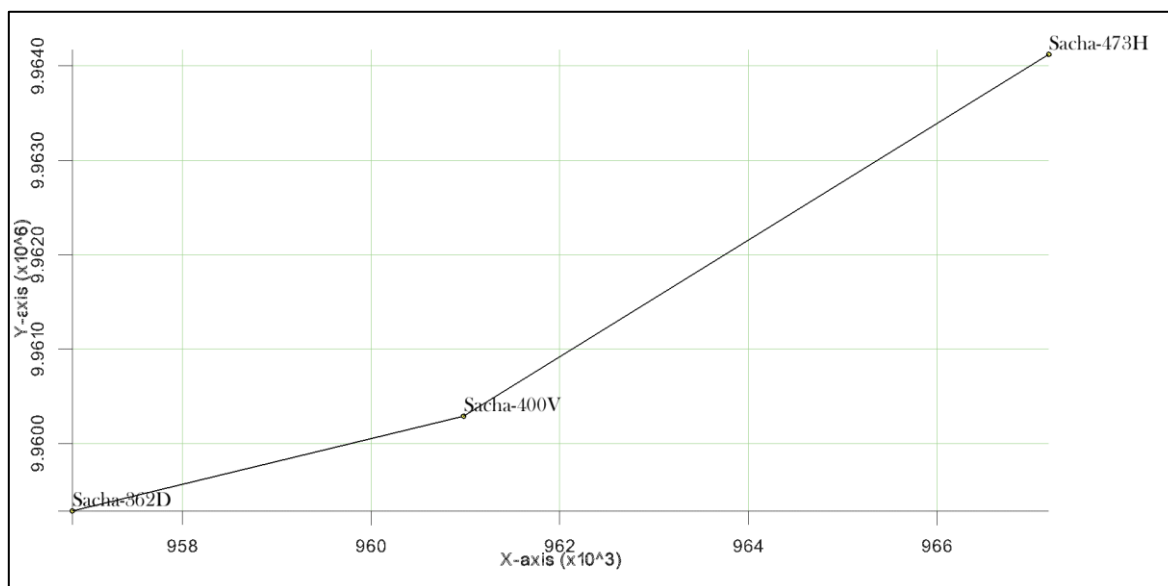
Modelamiento de la estratigrafía de la zona de estudio.

Los registros de perforación obtenidos en campo fueron analizados de manera manual, clasificándolos en unidades estratigráficas que posteriormente se ingresaron al software GMS® para construir secciones transversales tridimensionales entre perforaciones utilizando el módulo “borehole module”, así la estratigrafía del suelo entre los pozos de análisis se obtuvo mediante interpolación de los materiales presentes en cada perforación.

Resultados

Las ubicaciones de las perforaciones de estudio permiten obtener un análisis tridimensional de la estratigrafía del lugar considerando una extensión de estudio de 12km de longitud y 4km de latitud como se visualiza en la figura 1.

Figura 1. Vista planta de la ubicación de las perforaciones de estudio

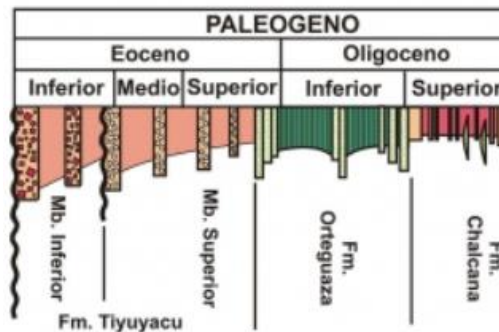


Fuente: *Elaboración propia*

El área de análisis presenta mayoritariamente paquetes de arenisca, arcillolita y limonita, correspondientes a la Formación Tiyuyacu, siendo intercalada por estratos de conglomerado silíceo, pertenecientes a la Formación Orteguzza, así como finas facies de anhidrita y una facie de carbón como se explica en la figura 2.

Esta litología es característica de ambientes evaporíticos, que indica nuevamente las regresiones marinas que se produjeron en la cuenca oriente.

Figura 2. Columna estratigráfica sintética del Paleogeno de la Cuenca Oriente

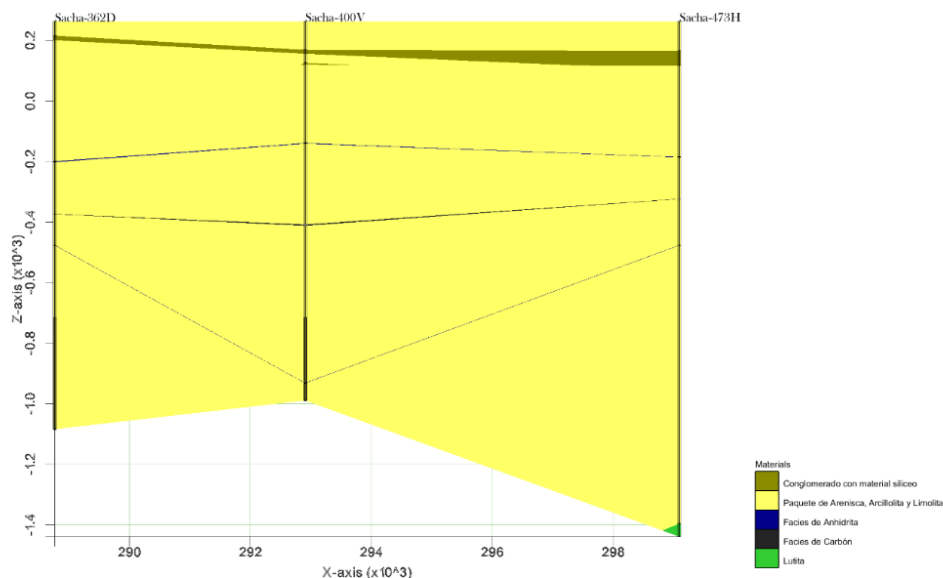


Fuente: Baby et al., 1999; Christophoul, 1999; Bès de Berc, 2003

Los estratos superficiales muestran gran presencia de arenisca, arcillolita y limolita, con una capa media de conglomerado silíceo cercano a los 200 msnm que se agranda en sentido suroeste-noreste, esta conformación a su vez se presenta en menor magnitud a los 100 msnm formando una discontinuidad de los paquetes de arenisca, arcillolita y limonita, como se evidencia en la figura 3.

El conglomerado silíceo corresponde a la formación Orteguaza de edad oligocénica inferior (Paladines & Soto, 2010), que se encuentra constituida por depósitos de origen marino, y se proyecta hacia el este de la Cuenca analizada.

Figura 3. Vista frontal de la estratigrafía del suelo con respecto a la longitud entre los pozos

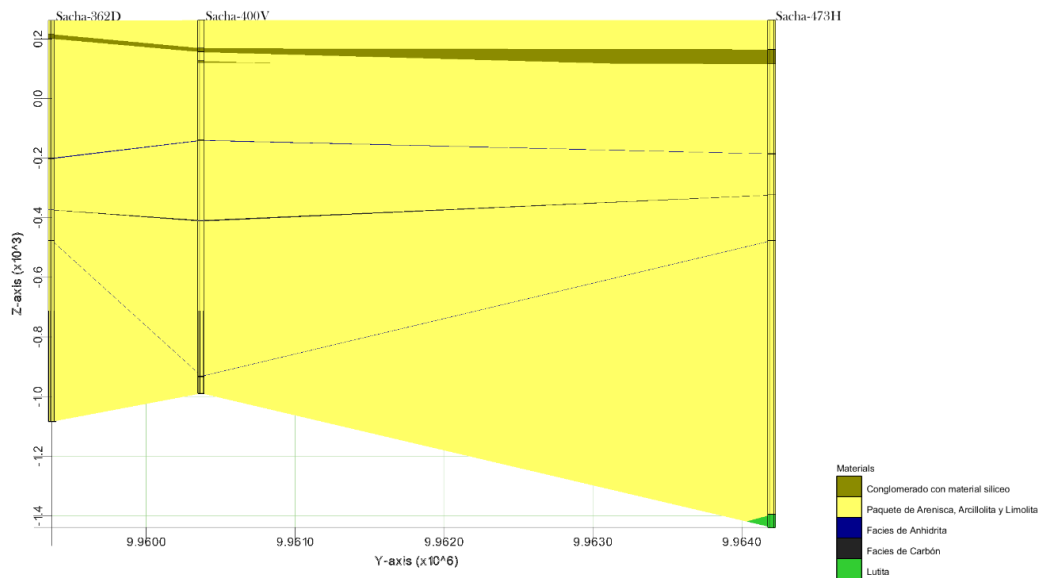


Fuente: Elaboración propia

La facie de anhidrita forma un pliegue anticlinal cuya cresta es cercana a los menos -160msnm junto a la perforación Sacha-400V, a su vez, por debajo de los paquetes de arenisca, arcillolita y limonita se muestra una facie de carbón formando un pliegue sinclinal desde los -350msnm.

Desde los -400msnm se muestra un pliegue sinclinal pronunciado compuesto por anhidrita que posterior a los paquetes de arenisca, arcillolita y limonita, continuaría con un estrato de lutita como se evidencia en la figura 4.

Figura 4. Vista lateral de la estratigrafía del suelo con respecto a la latitud entre los pozos.



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones.

- Durante el desarrollo de las operaciones se pudo identificar que los pozos horizontales requieren no solo de gran capacidad técnica, sino que se necesita de hasta 3 veces más inversión económica comparado a un pozo convencional. Esta investigación confirma la tendencia a la verticalidad de la permeabilidad de las formaciones almacén de petróleo, principalmente areniscas, ya que pozos como el 473H no se realizan sin un análisis geológico especial previo a partir de núcleos, donde confirmen el sentido vectorial vertical de la permeabilidad para obtener una mayor y efectiva convergencia o drenaje de petróleo hacia el pozo horizontal, con el que se justifica la inversión de estos tipos de pozos.
- Se difiere que las regresiones marinas se reflejan a través de las facies de anhidrita que corresponden al material base para la generación de petróleo, que es generalizado en la región oriental del Ecuador, puesto que el anhídrido carbónico junto al agua y varias sustancias inorgánicas del medio ambiente evaporítico, actuaron como catalizadores por acción del calor y altas presiones para dar origen a hidrocarburos, que posteriormente emigraron a formaciones reservorio.

- Además, se identificaron facies de anhidrita que se encuentran a diferentes profundidades 460, 740 y 1347 metros con espesores promedios de 1 a 3 metros, diferenciando distintos ambientes de depositación y regresión marina.
- La formación Tiyuyacu, debido a su espesor y su capacidad de impermeabilidad es una formación que atrapa el hidrocarburo relacionado a formaciones como la Napo u Hollín, fungiendo como formación trampa de plegamiento debido a la disposición de estratos.
- Finalmente se sugiere realizar análisis geológicos a los rípidos del tipo físico, químico y cristalográfico para una completa caracterización, así obtener información de mayor representatividad en la interpretación mineral de la zona La Joya de los Sachas.

Referencias Bibliografía

- Arche Miralles, A. (2010). Sedimentología: del proceso físico a la cuenca sedimentaria. Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/41591>
- Bustelo, P. (2008). El petróleo y el gas en la geoestrategia mundial. Ediciones Akal.
<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/49561>
- Dávila, F. M. (2005). Estratigrafía de la formación del Crestón, sierra de Famatina, Argentina: sedimentación paleógena en el antepaís andino. Scielo Argentina.
<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/167>
- Delgado, H. P. (2009). La Responsabilidad Ambiental de las empresas mineras conforme a la legislación del Ecuador. (Postgrado con con especialidad en derecho empresarial), UTPL, Cuenca.
- Martínez Alfaro, P. E. (2008). Fundamentos de hidrogeología. Mundi-Prensa.
<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/35837>
- Mediavilla López, R. M. (2012). Las tablas de Daimiel: agua y sedimentos. Instituto Geológico y Minero de España. <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/52606>
- Ortuño Arzate, S. (2010). El mundo del petróleo: origen, usos y escenarios. FCE - Fondo de Cultura Económica. <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/37620>
- Panchi, O. C. O. (2013). Sismotectónica y peligrosidad sísmica en Ecuador. (Máster en Geología Ambiental y Recursos Geológicos), Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Paladines, A., & Soto, J. (2010). Geología y Yacimientos Minerales del Ecuador. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.

Pernía Llera, J. M. (1987). Manual de perforación y voladura de rocas. Instituto Geológico y Minero de España. <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/101798>

Rivadeneira, M., & Baby, P. 2004. Características geológicas generales de los principales campos petroleros de petroproducción. In Baby, P., Rivadeneira, M., & Barragán, R. (Eds.), La Cuenca Oriente: Geología y petróleo. Institut français d'études andines. doi:10.4000/books.ifea.3020

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Cuenca Gualán , D. I., Cuesta Andrade , G. G., Camacho López , C. O., & Granja Carrera , J. P. (2020). Correlación estratigráfica a través de pozos verticales, direccionales y horizontales, de las formaciones geológicas del cantón La Joya de los Sachas, Orellana - Ecuador . *ConcienciaDigital*, 3(3.1), 95-103. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1369>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

