

**METODOLOGÍA PARA EL MANEJO Y USO DE LA INFORMACIÓN DEL
CAMPO CAÑO LIMÓN (CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES- COLOMBIA)**

PRESENTADO POR:

NATHALY RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA
2009**

**METODOLOGÍA PARA EL MANEJO Y USO DE LA INFORMACIÓN DEL
CAMPO CAÑO LIMÓN (CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES- COLOMBIA**

PRESENTADO POR:

NATHALY RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

Proyecto de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Geóloga

DIRECTOR:

RICARDO MIER UMAÑA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA
2009**

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me ha dado tantas oportunidades y ha estado conmigo siempre dándome la fuerza, la paciencia y la confianza para alcanzar todos mis objetivos.

A mi mamá quien ha sido el apoyo más grande en mi vida, mi mayor motivación, la persona por quien hago cada cosa lo mejor que puedo, de verdad muchas gracias por todos tus esfuerzos, amor, comprensión y el apoyo incondicional que me has brindado siempre, con el que he podido cumplir y alcanzar cada una de las metas que me he propuesto. A mi hermano por acompañarme siempre y a toda mi familia porque nunca ha dejado de creer en mi.

A mis amigos y compañeros Lau, Aleja, Yudy, Pao, Leidy Rozo, David y Luis Fernando, por compartir conmigo tantas alegrías, tristezas, buenos y malos momentos durante todos estos años, porque se convirtieron en una apoyo más para lograr mis sueños.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	15
2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	17
3. GEOLOGÍA REGIONAL	18
4. ESTRATIGRAFÍA	20
4.1. Cretácico	20
4.2. Unidad K3	20
4.3. Unidad K2	20
4.4. Unidad K1	21
4.5. Terciario	21
4.5.1. Formación Carbonera Inferior	21
4.5.2. Formación Carbonera Superior	22
4.5.3. Formación León	22
4.5.4 Formación Guayabo	22
4.6. Cuaternario	22
5. METODOLOGÍA	24
6. LLEGADA DE REGISTROS PRELIMINARES	26
6.1. Revisar topes preliminares en prognosis	26
6.2. Marcar topes de Geographix en los Registros de correlación	27
6.3. Preparar los Registros para correlación	28
7. LLEGADA DE REGISTROS OFICIALES	29
7.1. Solicitar el Archivo Direccional y revisar coordenadas con Prognosis	36
7.2. Solicitar los topes finales	37
7.3. Realizar Informe Preliminar de Geología y enviarlos al Ing. de Perforación	37
7.4. Realizar el control de calidad a los Registros	40
7.5. Llegada de Registros en medio físico	42

7.5.1. Preparar paquetes de Registros correspondientes una vez se reciben impresos	42
7.5.1.1. Paquete Archivador (Todo 1:200 MD y TVD)	43
7.5.1.2. Paquete para el Petrofísico (Todo 1:200 MD y TVD)	43
7.5.2. Entregar los Registros que quedan a la Asistente del Departamento de Operaciones	44
7.5.3. Preparar CD de ECOPELROL	44
8. CARGAR INFORMACIÓN EN GEOGRAPHIX (GGX)	45
8.1. Crear el pozo en Geographix (GGX)	45
8.2. Cargar el Archivo Direccional (Direccional Survey) en Geographix (GGX)	47
8.3. Cargar topes finales en Geographix (GGX)	50
8.4. Cargar curvas PETCOM en Geographix (GGX)	52
9. GRAFICO COMPUESTO	55
9.1. Diligenciar el formato MACRO_LITHOLOGY	56
9.2. Diligenciar el formato COM LOG FORMAT	57
9.2.1. Ejecutar la hoja de cálculo EDIT	57
9.2.2. Ejecutar la hoja de cálculo SYMBOLS	58
9.2.3. Ejecutar la hoja de cálculo LITHOLOGY	58
9.2.4. Ejecutar la hoja de cálculo TEXT	58
9.2.5. Ejecutar la hoja de cálculo TOPS	59
9.2.6. Ejecutar la hoja de cálculo TOPSLINE	59
9.3. Crear archivos (*.txt)	59
9.4. Creación de archivos en Log Plot	60
9.5. Creación del Gráfico Compuesto	64
9.6. Impresión final del Gráfico Compuesto	65
9.7. Impresión final del Film	66
9.8. Creación del archivo .PDF	66
10. INFORME FINAL	67
10.1. Cargar profundidades finales, espesores y diferencias (Prognosis)	68

10.2. Cargar Net Pay's y completamientos/Workover en Geographix (GGX)	70
10.3. Cargar fechas en cuadro de generalidades	72
10.4. Cargar datos de producción	73
10.5. Cargar Registros CBL y análisis de arenas y arcillas	74
10.6. Hacer Cross Section (Open Works o Geographix) y maquillaje en Power Point	75
10.7. Revisión de la Cross Section por el Geólogo encargado del pozo	78
10.8. Revisión del Informe Final de Geología por el Geólogo encargado del pozo	79
10.9. Enviar Informe Final de Geología (*.doc) y la Cross Section a la asistente del Departamento de Operaciones y a los Ingenieros de Perforación	80
11. CONCLUSIONES	80
12. BIBLIOGRAFÍA	81

LISTA DE TABLAS

• Tabla 1. Cuadro de topes y espesores	68
• Tabla 2. Cuadro de topes y espesores final	69
• Tabla 3. Cuadro de Espesores Netos petrolíferos	71
• Tabla 4. Cuadro completamientos	72
• Tabla 5. Cuadro de Generalidades	72
• Tabla 6. Inventario de los Registros de pozo	75

LISTA DE FIGURAS

- **Figura 1. Mapa de Ubicación Cuenca de los Llanos Orientales. 17**
 - **Figura 2. Mapa de Ubicación del área de estudio. 17**
 - **Figura 3. Configuración estructural cuenca de los Llanos Orientales (ECOPETROL Inédito). 18**
 - **Figura 4. Columna estratigráfica del área de Cravo norte. Tomada de Alarik (2003). 23**
 - **Figura 5. Visualización de la información correspondiente al pozo seleccionado. 28**
 - **Figura 6. Comportamiento de la Curva del Gamma Ray dependiendo del tipo de roca. 30**
 - **Figura 7. Comportamiento de la Curva del SP dependiendo de la permeabilidad de las rocas. 31**
 - **Figura 8. Comportamiento de las Curvas de Resistividad frente al tipo de roca y la saturación de algún fluido en las mismas. 32**
 - **Figura 9. Comportamiento de la Curva del Porosidad-Neutron dependiendo del tipo de roca. 33**
 - **Figura 10. Comportamiento de la Curva De Densidad dependiendo del tipo de roca. 34**
 - **Figura 11. Comportamiento de la Curva del registro sísmico dependiendo del tipo de roca. 35**
 - **Figura 12. Visualización de la información a tener en cuenta en la conversión de coordenadas. 38**
 - **Figura 13. Conversión de coordenadas. 38**
 - **Figura 14. Visualización en GGX al cargar el Direccional Survey (Archivo Direccional). 49**
 - **Figura 15. Opciones a seleccionar en GGX para cargar el Direccional Survey. 49**
 - **Figura 16. Topes Finales cargados en GGX. 52**
-

-
- **Figura 17. Selección del pozo al cual se le va a cargar el PETCOM. 54**
 - **Figura 18. Curvas a importar para cargar el PETCOM. 54**
 - **Figura 19. Visualización de en Log Plot una vez se ha cargado el archivo *.txt EDIT-TEXT. 63**
 - **Figura 20. Información en GGX correspondiente al completamiento/workover realizado al pozo. 71**
 - **Figura 21. Visualización de la región a seleccionar para trabajar en Open Works. 76**
 - **Figura 22. Visualización de la información a seleccionar para generar la Cross Section. 77**
 - **Figura 23. Cross Section final. 78**
-

TITULO: Metodología para el manejo y uso de la información del Campo Caño Limón (Cuenca de los Llanos Orientales – Colombia).

AUTOR: Nathaly Rodríguez González.

PALABRAS CLAVE: Registros eléctricos, prognosis, archivo direccional, gráfico compuesto, sección estructural, completamiento, petcom, correlación.

RESUMEN

Durante el proceso de exploración, explotación y desarrollo de un campo petrolero es necesario un trabajo integrado que involucre las áreas de Ingeniería y Geociencias, lo que permite que el manejo del yacimiento y la caracterización de este sea la más apropiada con el fin de obtener el mejor resultado y eficiencia en la extracción del hidrocarburo y la optimización del mismo. Es así, que debido a la cantidad de información que se debe manejar durante el desarrollo del Campo Caño Limón en la Compañía Occidental de Colombia se ha designado un estudiante en práctica en el área de Operaciones y Desarrollo, al que se le asignan diferentes actividades concernientes a la información técnica de cada pozo y del Campo en general, lo que resulta de gran importancia puesto que de el manejo que se le de a esta va a depender la disponibilidad, coherencia y uso confiable que se le pueda dar cuando es necesario tomar decisiones, analizar proyectos a desarrollar y su uso practico. Se plantea a continuación la metodología usada para el manejo y uso de la información del Campo Caño Limón en área de Geociencias por parte del estudiante en práctica, con el fin de establecer parámetros enfocados en optimizar el manejo de información de un pozo en sus diferentes etapas.

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas.

Escuela de Geología.

Autor: Nathaly Rodríguez González.

Director: Ricardo Mier Umaña.

TITLE: Methodology for management and use of information about the Caño Limón Field (Llanos Orientales Basin – Colombia)

AUTHOR: Nathaly Rodríguez González.

KEYWORDS: Electric logs, prognosis, direccional survey, compound grafic, cross section, completion, petcom, correlation.

ABSTRACT

During the process of exploration and development of an oil field, is necessary to make an integral work that involve the Engineering and Geoscience areas to allow that the management and characterization of the reservoir be the more appropriated to obtain the best results and efficiency in the extraction and optimization processes. Due to the amount of information that should be handled during the development of the Caño Limon field in the Occidental Company it has been assigned a student in the Operations and development area, which will realize different activities about the technique performed in every well and the field, which have a great importance because depending of the handle and care that information takes will be determined the availability, consistency and a reliable use for the decisions taken and the analyze of projects and develop a practical use. Then it is established a methodology for the management and use of information in the Caño Limon field in Geoscience area by the student, to establish parameters focused on optimizing the management of information of the wells in its different stages.

Faculty of Engineering physicochemical.
School of Geology.
Author: Nathaly Rodríguez González.
Manager: Ricardo Mier Umaña

1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de exploración y explotación de un campo petrolero, existen diferentes etapas las cuales requieren del desarrollo de diversas competencias según las tareas a realizar y las características del campo. Es así como después de la evaluación de un prospecto exitoso, se dispone al desarrollo de éste, lo cual requiere un trabajo integrado entre diferentes equipos de la compañía, que involucran las áreas de Ingeniería y Geociencias. En la Compañía Occidental de Colombia, estos equipos trabajan en conjunto en el departamento de Operaciones y Desarrollo haciendo que el trabajo sobre el yacimiento, y la caracterización de éste, sea la más apropiada para obtener el mejor resultado y eficiencia en la extracción del hidrocarburo y la optimización del yacimiento.

Debido a la gran cantidad de información que se debe manejar durante el desarrollo del campo Caño Limón, en la compañía Occidental de Colombia se ha designado un estudiante en práctica, al que se le asignan diferentes actividades que requieren de un criterio geológico para su desarrollo, así como de conocimientos en temas relacionados con registros eléctricos, sedimentología, sísmica, y geología estructural, entre otros, que le permiten conocer, aprender y utilizar todas las herramientas necesarias para la óptima explotación del yacimiento.

Se describe a continuación la metodología utilizada al realizar dichas tareas y procedimientos asignados al estudiante en práctica del área de Operaciones y Desarrollo, en la Compañía Occidental de Colombia INC. Todo con miras a definir el manejo y uso apropiado de la información correspondiente a la Operación y Desarrollo del Campo Caño Limón.

De acuerdo a esto se establecen parámetros enfocados en optimizar el manejo de la información de un pozo, en sus diferentes etapas de perforación desde la información preliminar durante el proceso de perforación, hasta la información final

una vez el pozo ha sido probado y se halla exitoso o fallido. Gracias a estos parámetros se logra mejorar cada día el entendimiento del campo mediante la incorporación de nueva información a la base de datos registrada en los campos del contrato Cravo Norte .

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca de los Llanos Orientales está limitada al Norte por el río Arauca, al oriente por el escudo de la Guyana, al occidente por las fallas de la Cordillera Oriental y al sur por la Serranía de la Macarena. **(Figura 1.)**; al norte de esta cuenca en el Departamento de Arauca se encuentra el área comercial del contrato Cravo Norte, entre la población de Arauquita y el caserío de La Yuca, está ubicada 0.5 Km. al sur del río Arauca y a 50 Km. de la ciudad de Arauca, este contrato incluye los campos de La Yuca, Caño Limón, Matanegra, Redondo, Caño Verde, y Caño Yarumal. **(Figura 2.)**.



Figura 1. Mapa de Ubicación Cuenca de los Llanos Orientales.

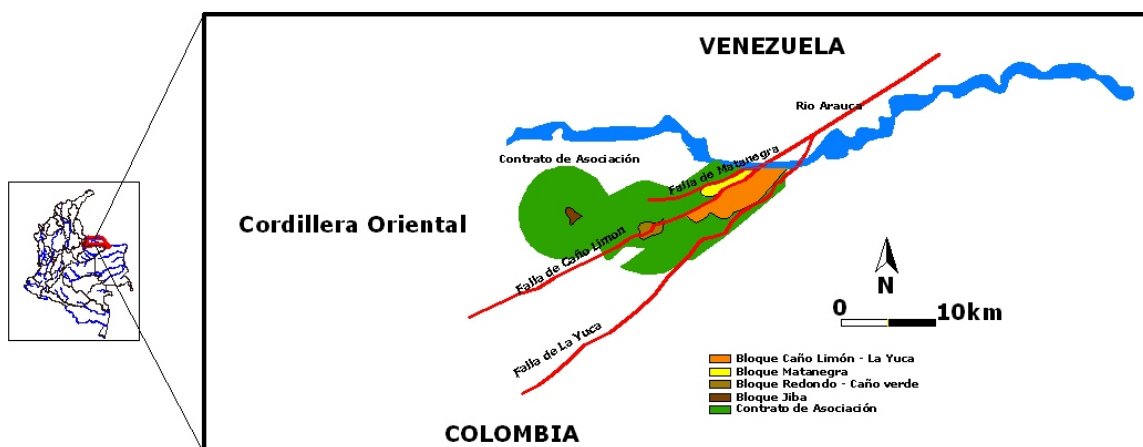


Figura 2. Mapa de Ubicación del área de estudio

3. GEOLOGÍA REGIONAL

El yacimiento del Contrato Cravo Norte presenta un sistema petrolífero completo, y cuenta con rangos estructurales necesarios para el entrapamiento de petróleo generado por la secuencia cretácica (Fm. Gachetá); las rocas reservorio están comprendidas por arenas con edades del Cretácico al Oligoceno, depositadas en ambientes de sistemas regresivos gradando a marinos someros (Cretácico), hasta llegar a ambientes deltaicos y fluviales de depositación (Fm. Carbonera). La zona pertenece a la cuenca de los Llanos Orientales caracterizada como una cuenca de antepaís asimétrica donde la secuencia sedimentaria se acuña hacia el oriente (**Figura 3**). Las estructuras del área de Cravo Norte se encuentran influenciadas por el arco de Arauca, y están divididas en bloques separados por varias fallas normales con componente de rumbo dextral las cuales dividen éstos como diferentes campos. Las estructuras están controladas por tres fallas normales principales que presentan componentes de rumbo dextrales, las fallas de Caño Limón, Matanegra y La Yuca. La falla de Caño Limón es la falla principal con un desplazamiento máximo vertical de 450 pies, está separa el bloque de La Yuca - Caño Limón, (bloque caído) del bloque Matanegra (bloque levantado). La falla de La Yuca tiene un desplazamiento máximo vertical de 400 pies, mientras que la falla de Matanegra tiene un desplazamiento máximo aproximado de 50 pies. Las fallas de Matanegra y Caño Limón son de carácter sellante en la mayoría de su extensión (Villa 2001). (**Figura 2**).

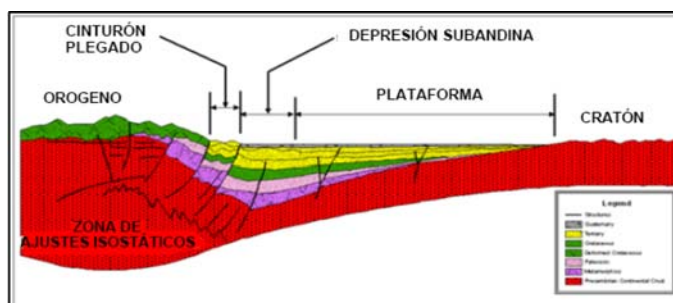


Figura 3. Configuración estructural cuenca de los Llanos Orientales(ECOPETROL Inédito)

Se reconocen tres discordancias regionales a partir de información sísmica y de información de pozos, que corresponden al límite Cretácico Inferior-Superior, el Cretácico Superior – parte inferior de la Formación Carbonera y los límites Inferior y Superior de la Formación Carbonera.

4. ESTRATIGRAFÍA

La cuenca de antepais de los llanos Orientales está limitada por el sistema de fallas de Yopal-Borde Llanero al oeste y el cratón al este. Las rocas del Cretácico superior y terciario reposan en contacto discordante sobre las rocas del paleozoico. Esta secuencia tiene una forma de cuña adelgazándose hacia el cratón, siendo mas evidente en la secuencia del Mioceno-reciente que registra el levantamiento más fuerte de la Cordillera Oriental de Colombia (Gabela, 1985). Las formaciones perforadas se extienden desde el Pre-Cretácico hasta el reciente y comprende 9200 pies de columna sedimentaria.

4.1. Cretácico

Está determinado por unidades de flujo para manejo dentro de la compañía, por esta razón las unidades no son correlacionables con otras definidas en la cuenca.

4.2. Unidad K3

Corresponde a la base de la secuencia y se encuentra depositada inconformemente sobre rocas pre-cretáceas o del basamento como se muestra en la **(Figura 4)**. Consiste de areniscas macizas de facies fluviales intercaladas con algunas capas de lutitas y limolitas carbonosas. Es equivalente con las formaciones Caballos, Aguardiente, Une y Ubaque (Gabela, 1985). Su espesor varía entre 150'y 300'.

4.3. Unidad K2

Está dividida en diferentes niveles operacionales (Serrano & Urrego, 1996) separados, según sus características en K2A, K2B y K2C. Estas unidades son caracterizadas por presentar paquetes arenosos, divididos por capas de lodolitas. La unidad K2A se caracteriza por poseer arenas depositadas en frente de playa en

la base, y con acción mareal hacia el tope. La unidad K2B está constituida por cuerpos más pequeños intercalados con bioesparitas arenosas definidas claramente por su respuesta en los registros microresistivos.

La unidad K2C se compone de capas de areniscas lateralmente continuas, con algunas apariciones de arcillolitas rojizas y calizas lateralmente discontinuas. Se asume un ambiente deposicional de frente de playa inferior. Su espesor varía 73' a 147'. Muestra un patrón progradacional. El tope de la unidad se caracteriza por bioturbación, lo que evidencia baja tasa de aporte.

4.4. Unidad K1

Está constituida por lutitas intercaladas con arenas de grano fino a muy fino y tiene un espesor aproximado de 250 pies (Serrano & Urrego, 1996). En esta unidad se determinaron asociaciones faciales correspondientes a depósitos de plataforma marina. La parte superior de esta unidad constituye parasecuencias de carácter agradacional. (Bogota, 1988). Está unidad es correlacionable con el grupo Guadalupe, presente al occidente de la cuenca de los llanos. (Molina, 1991).

4.5. Terciario

En el área de Cravo Norte se reconocen cuatro unidades depositadas durante el terciario, las cuales son descritas brevemente así.

4.5.1. Formación Carbonera inferior (Eoceno Tardío - Oligoceno_?): Dividido en cuatro niveles separados por un shale de carácter regional denominado: Guafita Shale y que constituye una barrera de flujo vertical. Este paquete se ha interpretado como una secuencia de depósitos deltaicos dominados por ríos (Molina, 1991) que abarca subambientes de canales distributarios hasta llanuras de inundación (Serrano & Urrego, 1996). Las areniscas presentan tamaños de arena media hasta conglomerático y constituyen las dos terceras partes de la unidad. Su espesor aproximado es de 260 pies.

4.5.2. Formación Carbonera Superior (Oligoceno Temprano – Mioceno medio):

A esta formación se le relaciona un ambiente de sedimentación deltaico inferior a superior, con cuerpos arenosos aislados, de poca conectividad (Molina, 1991). Esta formación se ha dividido en cinco intervalos que son continuos a lo ancho de la cuenca, pero las arenas de canales se presentan como discontinuas. El espesor promedio de este paquete es de 1500 pies.

4.5.3. Formación León (Mioceno Medio) Esta formación consiste de una secuencia arcillosa, con pequeñas interestratificaciones arenosas y carbonosas, color gris verdoso y café ocasionalmente micáceo. Se depositó en un ambiente marino transicional. (Robertson Research, 1985).

4.5.4. Formación Guayabo (Mioceno Superior – Plioceno) Se define como una secuencia de areniscas, lodolitas y arcillolitas interestratificadas. Las lodolitas son de colores gris, café, crema y rojo. Las areniscas son macizas y friables (Robertson Research, 1985), el ambiente de depositación de esta formación es fluvial continental. Posee un espesor aproximado de 5.000 pies.

4.6. Cuaternario

Está representado por sedimentos aluviales y terrazas bien desarrolladas, con predominancia de gravas no consolidadas con espesores variables. (Robertson Research, 1985)

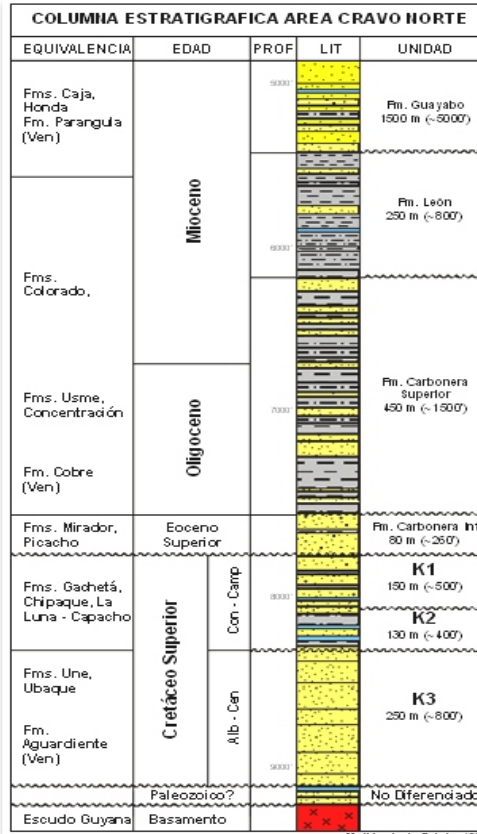


Fig. 4. Columna estratigráfica del área de Cravo norte. Tomada de Alarik (2003).

5. METODOLOGÍA

El proceso de manejo y uso de la información correspondiente al desarrollo de los campos del contrato Cravo Norte (Cuenca de los Llanos Orientales – Colombia) tiene inicio cuando se ha hecho el respectivo análisis de una zona prospectiva que se encuentra ubicada dentro de alguno de los bloques que hacen parte del contrato de asociación. Este estudio es realizado por parte del equipo de Geología e Ingeniería de Yacimientos que hace parte del Departamento de Operaciones y Desarrollo de la compañía; es así como un pozo es propuesto y posteriormente aprobado de acuerdo a la viabilidad económica del mismo.

A continuación el Departamento de Perforación es el encargado de realizar el estudio correspondiente para establecer los parámetros y las pautas bajo las cuales se procederá a realizar la perforación (desviación, lodos, facilidades, taladro, etc.....)

Una vez se ha dado inicio a la perforación de un pozo y se alcanza la profundidad total pronosticada para éste, se procede a realizar la operación de toma de registros por parte de la compañía encargada de prestar los servicios a la compañía operadora (en este caso Compañía Operadora: Occidental de Colombia INC.). Dependiendo de la herramienta que se va a utilizar, se realiza un programa de registros a tomar en el pozo. Para los registros convencionales (Gamma Ray, Resistivo, Sónico, Neutrón, Densidad, y Caliper) la herramienta de registros es integrada, es decir, que en una misma corrida se pueden tomar todos al mismo tiempo. Esta herramienta es bajada a fondo y se procede a ejecutar la operación de registros de abajo hacia arriba. Una vez los primeros dos mil (2000) pies (extensión que cubre toda la secuencia de formaciones de interés presentes en el Campo) han sido registrados, esta información debe ser enviada en escala 1:200 inmediatamente a Bogotá, donde los Ingenieros y Geólogos encargados del pozo la analizan, se realiza la interpretación petrofísica y se determinan las condiciones estructurales presentes en el pozo. En este punto se establece la presencia de

hidrocarburos en las formaciones y se define si la acumulación es viable económicamente. En ciertas ocasiones cuando se encuentra una formación que no se ha puesto a producir, zonas altamente falladas, se tiene incertidumbre de la continuidad de las unidades, etc, se considera la posibilidad de realizar mediciones de presión de formación por medio de otra herramienta (MFT). Finalmente tras la interpretación de los registros eléctricos se seleccionan los intervalos a completar (que se pondrán a producir) en el pozo.

Para la llegada de estos registros es necesario preparar con anterioridad en el Departamento de Operaciones y Desarrollo los registros eléctricos correspondientes a los pozos más cercanos al nuevo pozo, con el propósito de realizar una correlación preliminar (estos pozos serán definidos por el geólogo encargado del pozo, quien solicitará éstos vía correo electrónico) en el momento en que llegue la información desde el campo; éstos deben estar en escala 1:200 y MD (profundidad real medida). A su vez los registros deben tener marcados los topes finales definidos con anterioridad para los pozos ya que se deben extender sobre una mesa de luz dejando indicado un intervalo representativo que se considera un marcador de tiempo en el área, este intervalo es definido por el equipo de la compañía como el más confiable (Datum).

De la misma manera si se considera conveniente, se revisan también los archivos de interpretación petrofísica de los pozos cercanos (PETCOM) que, junto con la correlación preliminar, representan información de gran importancia para definir qué procedimiento se debe llevar a cabo con el pozo; éstos se encuentran archivados en papel, así como también cargados en la base de datos del modulo Prizm en Geographix y Stratworks en OpenWorks.

Por otra parte es necesario tener en cuenta si el pozo que está siendo perforado corresponde a un pozo exploratorio (es decir que va a permitir obtener información de un área poco conocida y que posteriormente permitirá o no el desarrollo de un campo en ésta), o un pozo Appraisal o de avanzada (corresponde a un pozo que se perfora con el fin de extender los límites del yacimiento ya conocido), puesto a que estos dos tipos de pozos se les tomarán registros de Mud Logging; por lo

tanto es también necesario preparar los registros de lodo correspondientes a los pozos más cercanos definidos previamente por el geólogo encargado, a los que se les haya tomado este tipo de registros, con el fin de realizar una correlación preliminar, lo que de igual manera permitirá complementar la información obtenida tras la correlación realizada con los registros eléctricos.



6. LLEGADA DE REGISTROS PRELIMINARES

6.1. Revisar topes preliminares en prognosis

Para cada pozo que se va a perforar se realiza un documento donde se encuentra toda la información de Geología (coordenadas, objetivos primarios y secundarios, altura de la mesa rotaria (RTE), altura de la mesa rotaria con respecto al suelo (GL), profundidad total medida (MD) y profundidad vertical real (TVD), topes preliminares, intervalos prospectivos, secciones estructurales y mapas de ubicación) e Ingeniería (datos de perforación, parámetros petrofísicos como presiones y porosidades) pronosticada para el mismo que recibe el nombre de **Prognosis**. Este documento es entregado al estudiante en práctica por la asistente del área en medio físico quien lo recibe en medio digital por parte del geólogo encargado del pozo; una vez es recibido el documento, el estudiante debe verificar que las coordenadas que se encuentran en la prognosis ya estén evaluadas o revisada por el geólogo encargado del pozo, así como los datos de GL, profundidad en MD, profundidad en TVD y RTE, los cuales se pueden observar en las primeras hojas de la prognosis (**1. Geology**), usualmente cuando algún dato se corrige está escrito en rojo. Una vez esta corrección es realizada, la prognosis debe ser archivada ya que al realizar algunos procedimientos necesita ser consultada por parte de los geólogos y del estudiante en práctica del área de Geología.

6.2. Marcar topes de Geographix en los Registros de correlación

Recibir los registros eléctricos de cada pozo hace parte de las asignaciones del estudiante en práctica del área de Geología, los cuales son enviados de manera inicial en medio digital (vía correo electrónico) para que les sea realizado un respectivo control de calidad y de manera posterior sean enviados en medio físico, una vez la compañía que presta los servicios realice las respectivas correcciones. Una vez éstos son recibidos el estudiante en práctica debe marcar sobre los registros de resistividad escala 1:200 los topes finales que se encuentran cargados en la base de datos de Geographix (GGX) en profundidad MD y TVDSS. Para tener acceso a éstos es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Ingresar a Geographix:
 - Doble clic sobre el icono de  GGX que se encuentra en el escritorio del computador.
 - Una vez se abre este programa se busca el proyecto oficial que maneja la compañía haciendo clic en **My Network Places** hasta encontrar el nombre del proyecto.
 - Posteriormente se activa el proyecto dando clic derecho sobre el mismo y seleccionando la opción **Activate**.
 - A continuación se abre el módulo  **Well Base** que se encuentra ubicado en la barra de herramientas al costado izquierdo, dando doble clic sobre esta opción.
 - Ya en **Well Base** se procede a desplegar la lista de todos los pozos que se encuentran cargados en esta base de datos (asignación del estudiante en práctica) y se procede a escoger el pozo de interés dando clic sobre el nombre de éste, entonces quedará señalado.

- Cuando ya se ha escogido el pozo es posible tener acceso a toda la información referente a éste (**Figura 5**).

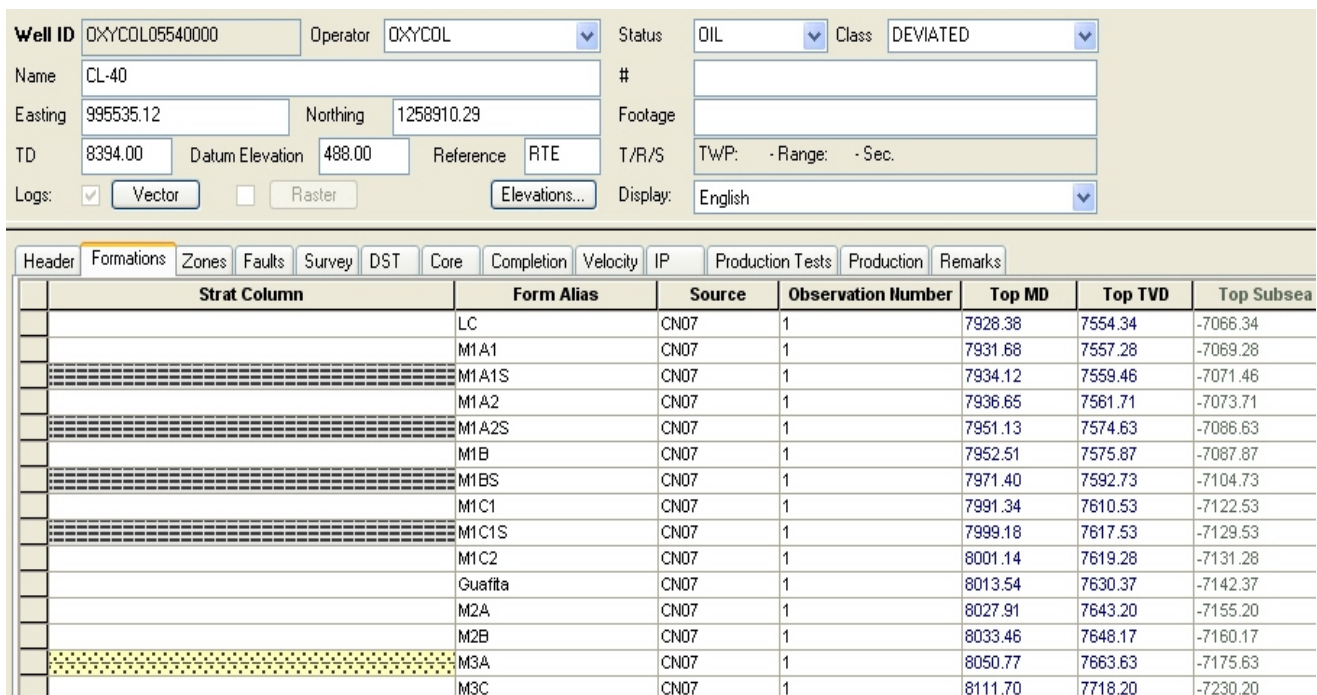


Figura 5. Visualización de la información correspondiente al pozo seleccionado.

- Ahora es necesario hacer un clic sobre la pestaña **Formations** ubicada en un menú que se encuentra debajo de la lista de pozos.
- Una vez la opción es seleccionada, aparecerán los topes finales que fueron definidos por el geólogo para el pozo.
- Finalmente son éstos los topes que se marcarán sobre los registros, teniendo en cuenta que se deben tomar las profundidades en MD (profundidad medida) y TVSS (profundidad medida bajo el nivel del mar).

6.3. Preparar los Registros para correlación

Una vez los registros que fueron seleccionados para realizar la correlación preliminar tienen los topes marcados son extendidos sobre la mesa de luz, dejando siempre indicado el horizonte guía, considerado por los geólogos e ingenieros, un marcador de tiempo en el área; esto junto con lápiz borrador,

prognosis con las coordenadas y datos de GL y RTE corregidos, registros de mud logging y calculadora.

7. LLEGADA DE REGISTROS OFICIALES

Los registros oficiales corresponden a los registros eléctricos tomados a todo el pozo (a partir de la profundidad total del mismo hacia arriba), se reciben entonces en medio digital los siguientes:

- Registro resistivo en escala: 1:200, 1:500 y 1:1000 en medición MD y TVD, éste se encuentra compuesto por un registro de curva del Gamma Ray que mide las emisiones naturales de radiación de las formaciones y es un buen indicador de arcillas, entonces valores altos de GR indican altos contenidos de arcilla (**Figura 6**). Caliper, el cual mide mediante un brazo la amplitud del hoyo de perforación y permite ver la integridad del hueco. SP (Spontaneous Potential) que mide la diferencia de potencial que emite la roca a través de la aplicación de una diferencia de voltaje (**Figura 7**). Microresistivo, resistivo somero y profundo que realizan la medición de resistividades de la roca a diferentes profundidades y escalas (**Figura 8**); gracias a éstos podemos conocer la resistividad de la zona invadida por el lodo, la zona virgen (o no invadida), la formación, y sus variaciones, como por ejemplo las calizas presentes en las formaciones, las cuales presentan picos de resistividad que son diferenciados por la herramienta microresistiva.

CURVA GAMMA RAY

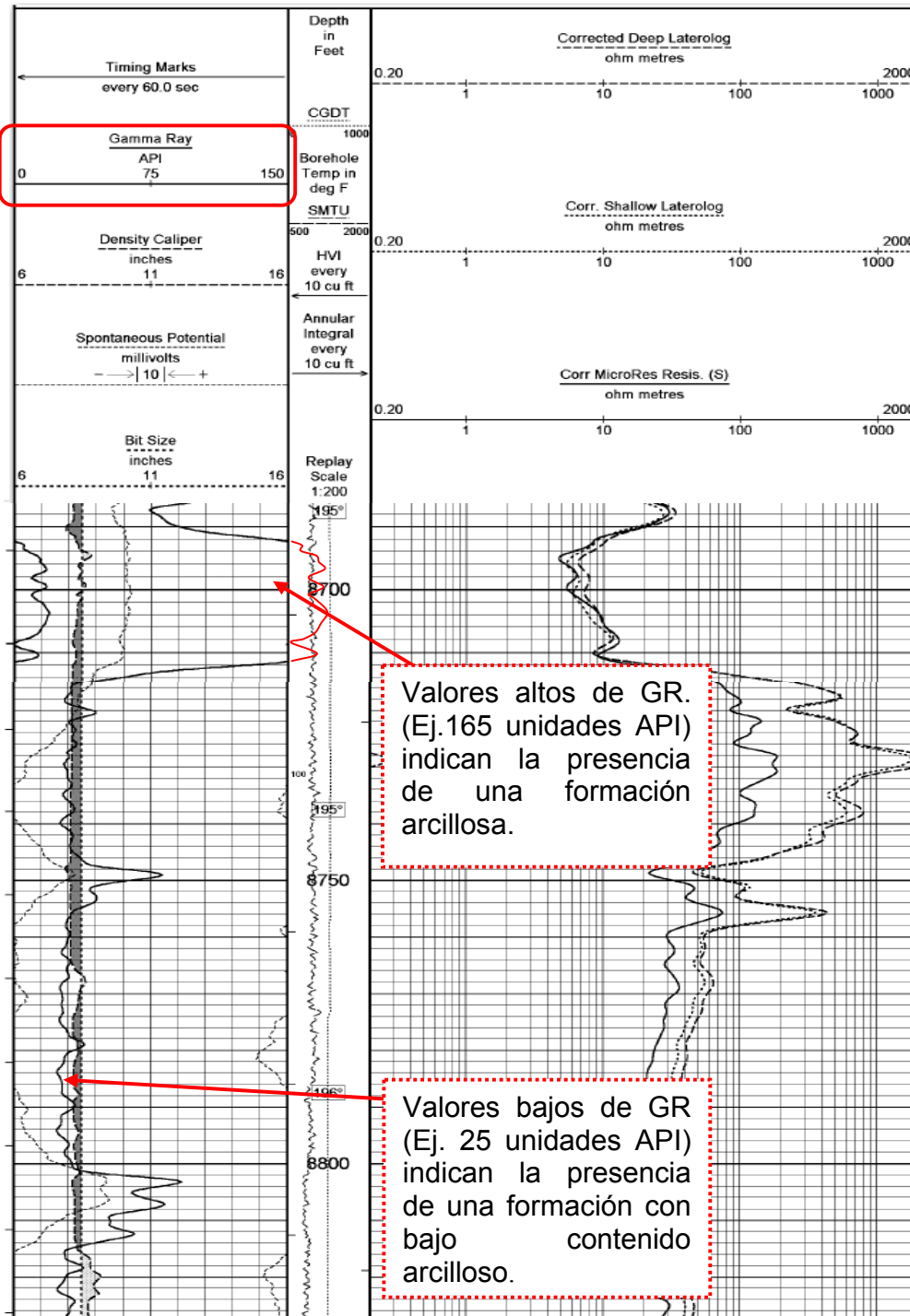


Figura 6. Comportamiento de la Curva del Gamma Ray dependiendo del tipo de roca.

CURVA SP (Potencial Espontáneo)

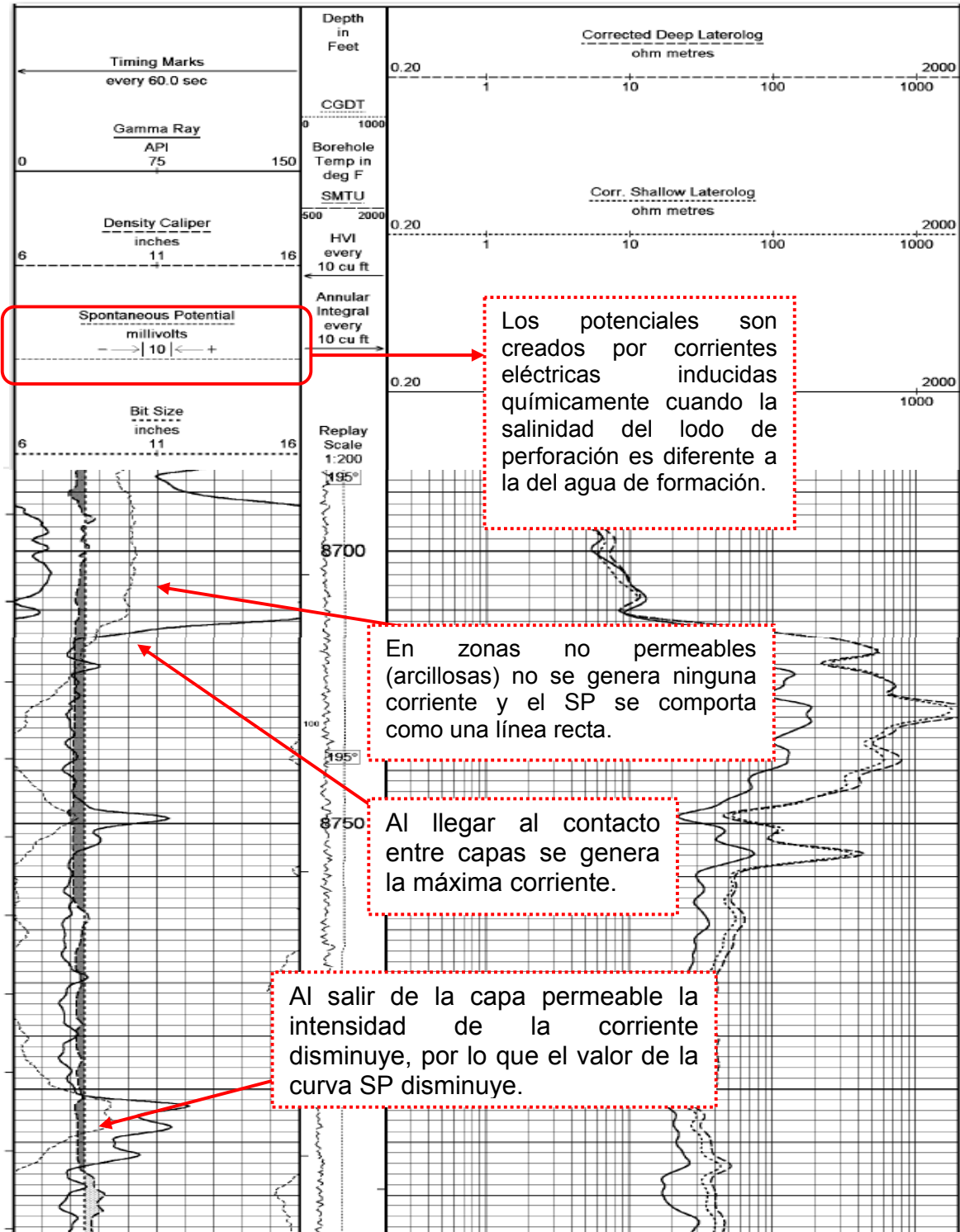
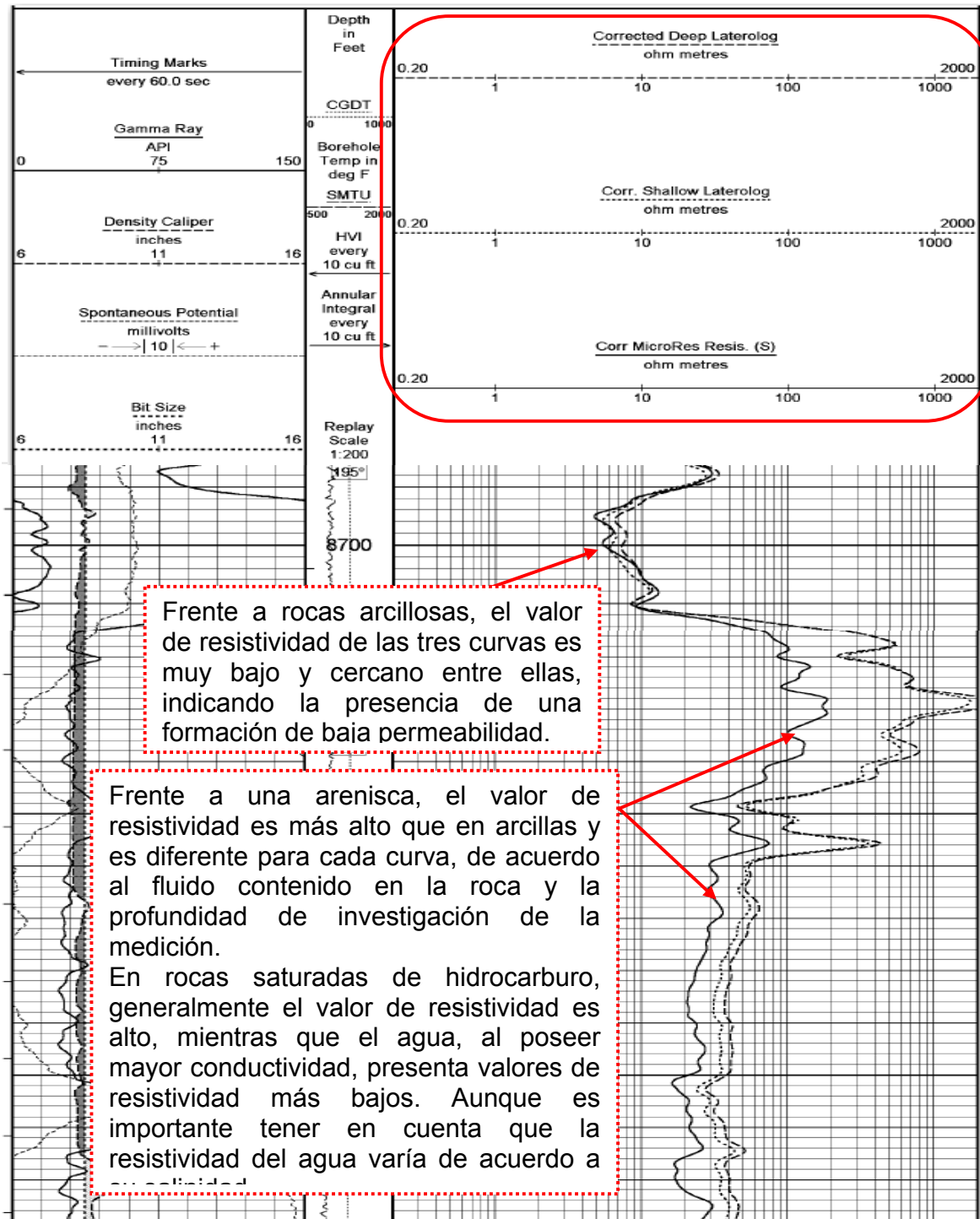


Figura 7. Comportamiento de la Curva del SP dependiendo de la permeabilidad de las rocas.

CURVAS DE RESISTIVIDAD



Frente a rocas arcillosas, el valor de resistividad de las tres curvas es muy bajo y cercano entre ellas, indicando la presencia de una formación de baja permeabilidad.

Frente a una arenisca, el valor de resistividad es más alto que en arcillas y es diferente para cada curva, de acuerdo al fluido contenido en la roca y la profundidad de investigación de la medición.
 En rocas saturadas de hidrocarburo, generalmente el valor de resistividad es alto, mientras que el agua, al poseer mayor conductividad, presenta valores de resistividad más bajos. Aunque es importante tener en cuenta que la resistividad del agua varía de acuerdo a su salinidad.

Figura 8. Comportamiento de las Curvas de Resistividad frente al tipo de roca y la saturación de algún fluido en las mismas

- Nuclear en escala: 1:200, 1:500 y 1:1000 en medición MD y TVD. En éste se encuentran las curvas de Neutrón; esta herramienta mide la cantidades de átomos de Hidrogeno presentes en el entorno (**Figura 9**), y es un buen diferenciador en casos donde hay gas junto con la herramienta de densidad, la cual mide las radiaciones emitidas por los electrones de los elementos constituyentes de la formación (**Figura 10**). Este registro siempre viene acompañado de la curva de Gamma Ray para una mejor calibración y de la herramienta de Caliper, la que nos indicará el estado del hueco.

CURVA POROSIDAD - NEUTRON

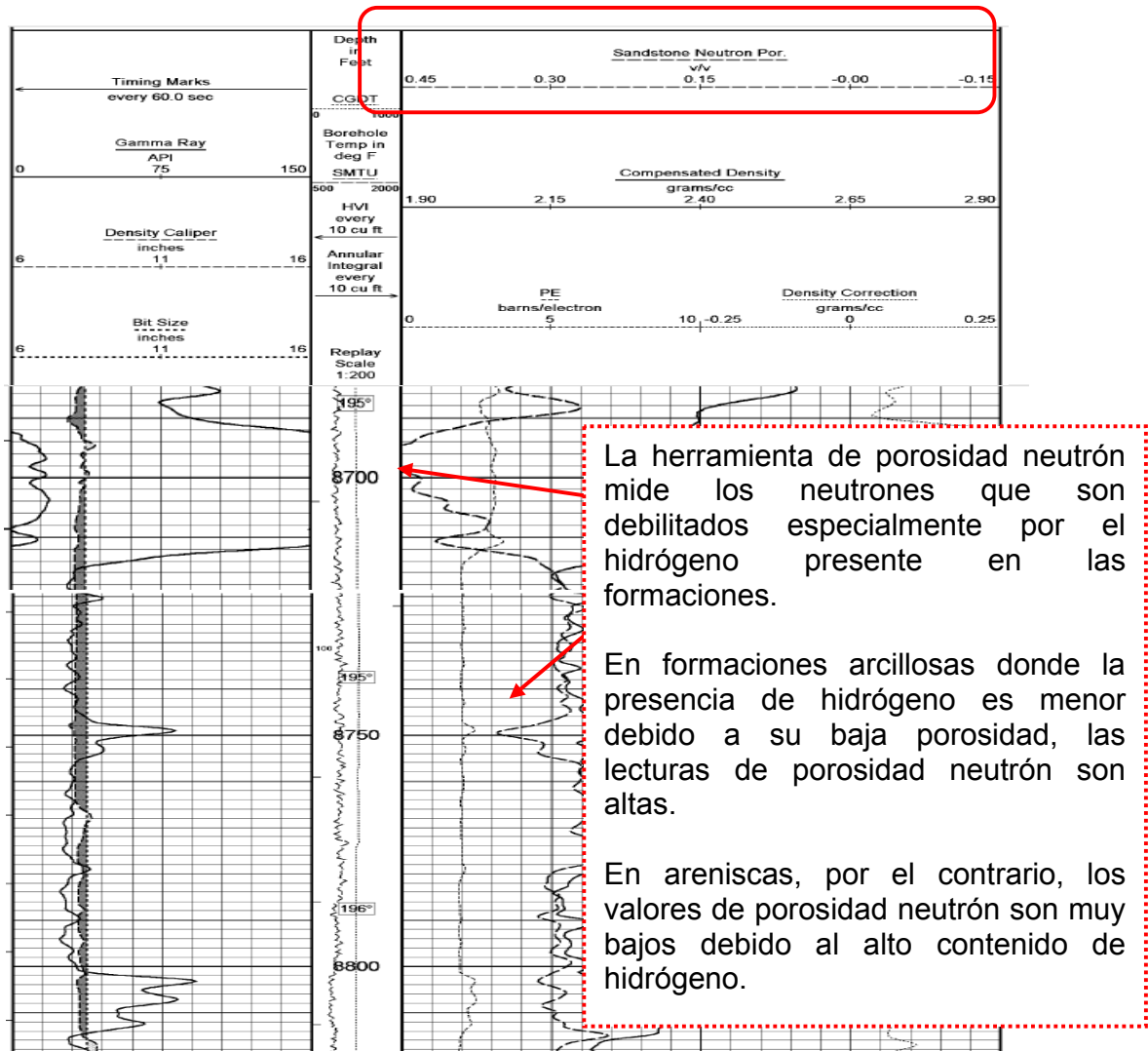


Figura 9. Comportamiento de la Curva del SP dependiendo del tipo de roca

CURVA DE DENSIDAD

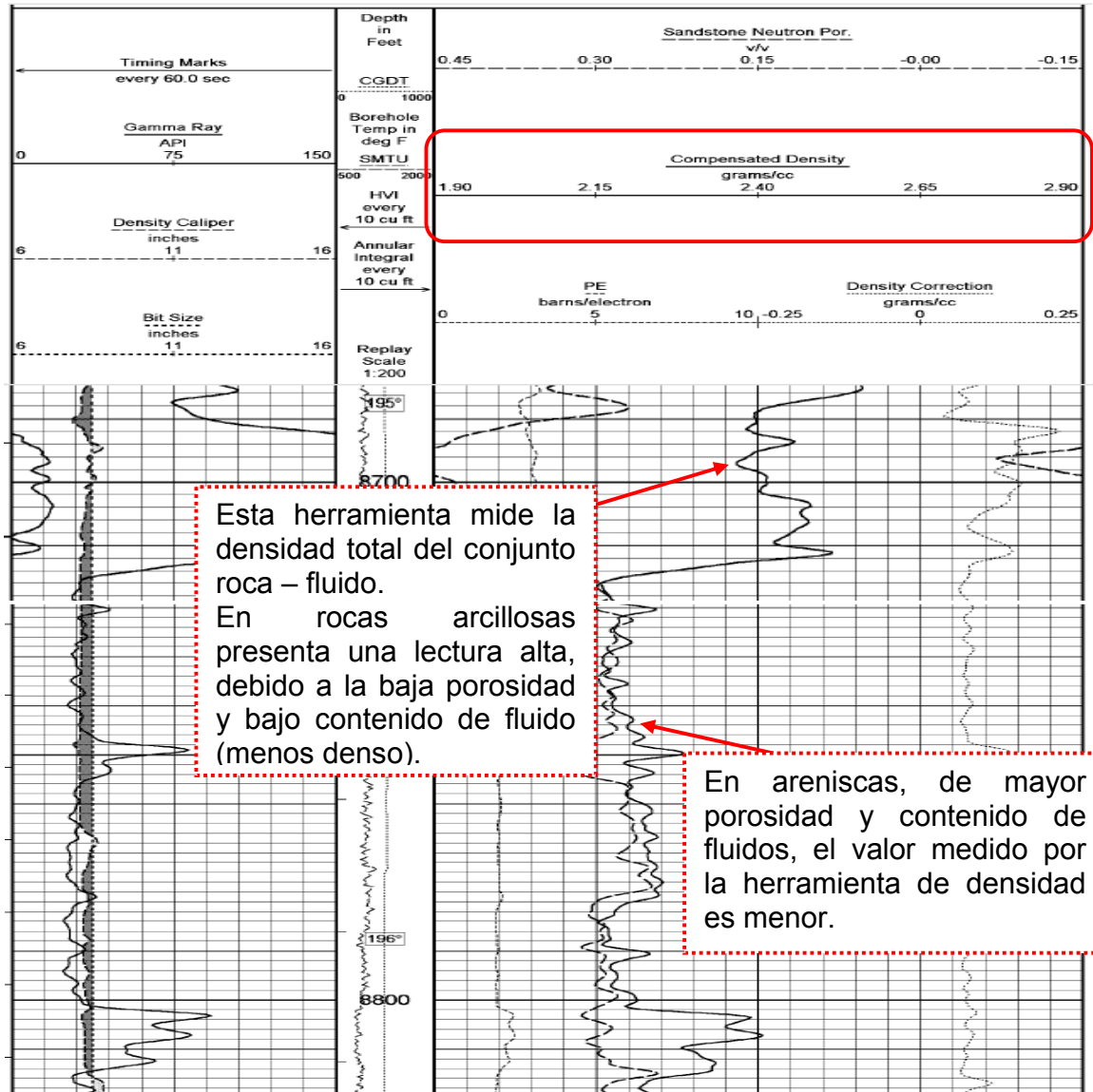


Figura 10. Comportamiento de la Curva de Densidad dependiendo del tipo de roca

- Sónico en escala: 1:200, 1:500 y 1:1000 en MD y TVD en éste se encuentran las curvas de la herramienta Sónico (**Figura 11**), la cual posee dos dispositivos que emiten ondas de alcance profundo y somero, a su vez posee receptores que se encargan de medir el tiempo de transito en la formación, lo que será una buena indicación de los espacios dentro de la formación, por ello es la mejor herramienta para interpretar porosidad.

CURVA REGISTRO SÓNICO

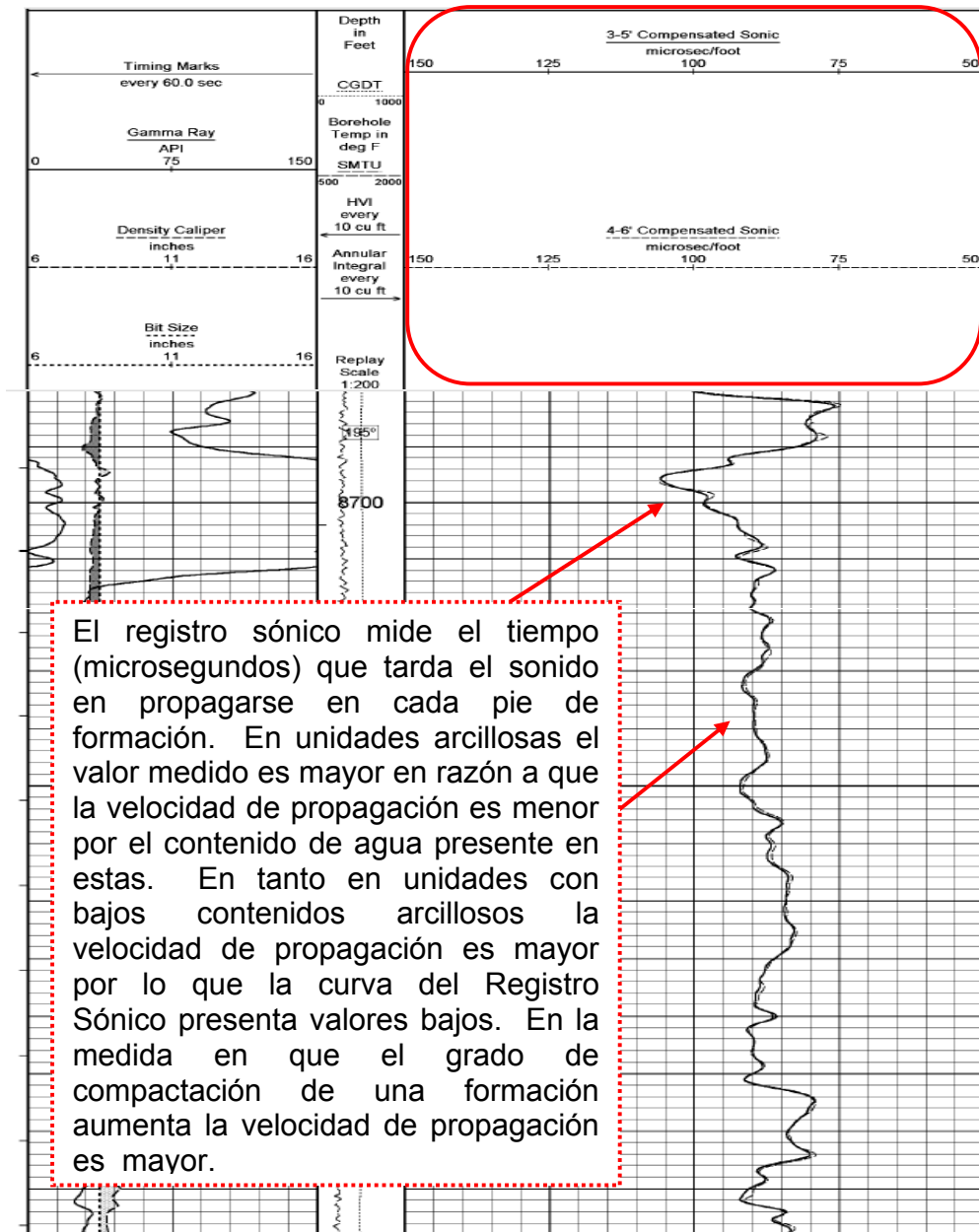


Figura 11. Comportamiento de la Curva del registro sónico dependiendo del tipo de roca

- MFT en escala 1:60.: Esta herramienta, aplica un diferencial de presión a la formación, haciendo que la formación reaccione a este estímulo hasta estabilizarse de nuevo. Es así como se toman puntos y se realizan los cálculos de presión de los diferentes puntos de las zonas de interés, que fueron establecidas tras realizar la correlación preliminar.

Toda esta información se recibe en formato .LAS, el cual es un formato universal establecido para este tipo de información. Allí también se pueden encontrar los header (encabezados) de cada registro, los cuales poseen información sobre datos del pozo, los acontecimientos ocurridos durante la operación de toma de registros que podrían generar alguna modificación en los datos y finalmente los valores tomados por la herramienta y el intervalo de toma de estos valores. Los archivos se reciben **_RAW** (sin haber calibrado las herramientas a las condiciones ambientales del pozo) y **_CORR** (Con las calibraciones y por lo tanto las correcciones ambientales correspondientes al pozo).

7.1. Solicitar el Archivo Direccional y revisar coordenadas con prognosis

Una vez se ha finalizado la perforación del pozo la compañía encargada de prestar el servicio de direccionar el pozo, generara un archivo llamado Direccional Survey (Archivo Direccional) en el que se encuentran los datos finales sobre las condiciones bajo las cuales se perforo el pozo como: coordenadas de superficie, del objetivo y del fondo del pozo, datos de RTE y GL, inclinación y azimuth del pozo en los diferentes intervalos, profundidad en MD y TVD, etc. Por lo tanto serán estos datos los utilizados para cargar en las diferentes bases datos la información correspondiente al pozo, así como también para verificar las correcciones que el geólogo realizó en la prognosis.

Este archivo es enviado al ingeniero de Perforación en medio digital, por lo tanto es necesario solicitarlo por medio de un correo electrónico; cuando es recibido, el estudiante en práctica debe guardarlo en la carpeta donde son archivados, creando en esta misma una carpeta con el nombre pozo.

7.2. Solicitar los topes finales

A continuación es necesario solicitar los topes finales generados por el geólogo encargado para el pozo, los cuales deben ser cargados en GGX por el estudiante en práctica (procedimiento descrito más adelante) y archivados en la carpeta correspondiente, creando a su vez en esta misma una carpeta con el nombre del pozo.

7.3. Realizar Informe Preliminar de Geología y enviarlos al Ingeniero de Perforación

Para preparar este informe es necesario ingresar a la carpeta **Informes Finales/ Informes Preliminares**, en la cual ya existen ejemplos de pozos anteriores. En ésta se encuentran dos archivos de Word, uno es el informe final y el otro es el preliminar, es éste el documento que debe ser enviado al ingeniero de Perforación y debe contener la siguiente información:


- Clasificación del pozo, es decir si es un pozo vertical o direccional, de desarrollo o inyector, esta información se obtiene del Direccional Survey (Archivo Direccional).

- Localización: Estructura en la que fue perforado el pozo, Campo, Contrato de Asociación, Departamento y nombre de la Cuenca, esta información ya está establecida para cada campo por lo tanto puede tomarse de un informa anterior.

- Coordenadas Gaussianas en Superficie teniendo en cuenta tanto el Datum 3 Grados Este como el Datum de Origen Bogotá. Las coordenadas para los 3 grados este son tomadas del Direccional Survey y estas mismas deben ser convertidas a Origen Bogotá, por medio del siguiente procedimiento:

- Ingresar a Geographix.

- Una vez allí escoger el proyecto oficial que maneja la compañía.

- A continuación se abre el modulo  **Coordinate System Manager** que se encuentra ubicado en una barra de herramientas sobre el costado izquierdo, dando doble clic sobre esta opción.
- Ya en este módulo se procede a seleccionar la opción **Tools** ubicada en la barra de herramientas y se realiza el siguiente proceso:

- Tools
- Transform Points (doble clic), se despliega una ventana en la cual se seleccionan los siguientes datos:
 - Región: - Suramérica
 - Colombia
 - System: Gauss Krugger East Central Zone.
 - Datum: Bogotá Observatory.
 - Format: DD,DDD.
- Next, se despliega nuevamente una ventana, en la que se deben seleccionar los siguientes datos:
 - Región: Colombia.
 - System: Bogotá Zone.
 - Datum: Bogotá Observatory.
 - Format: DD,DDD (**Figura 12**).

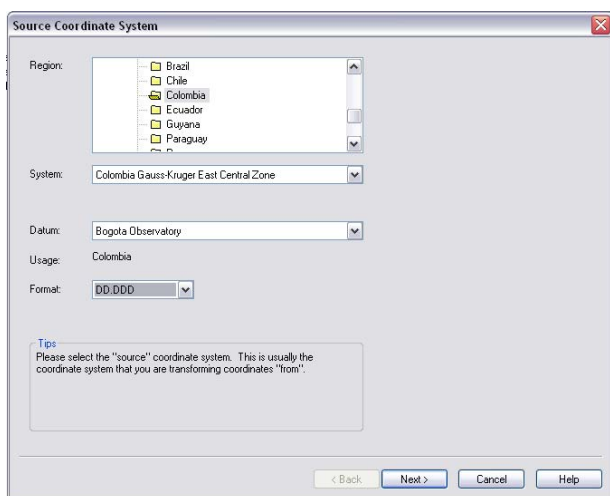


Figura 12. Visualización de la información a tener en cuenta en la conversión de coordenadas

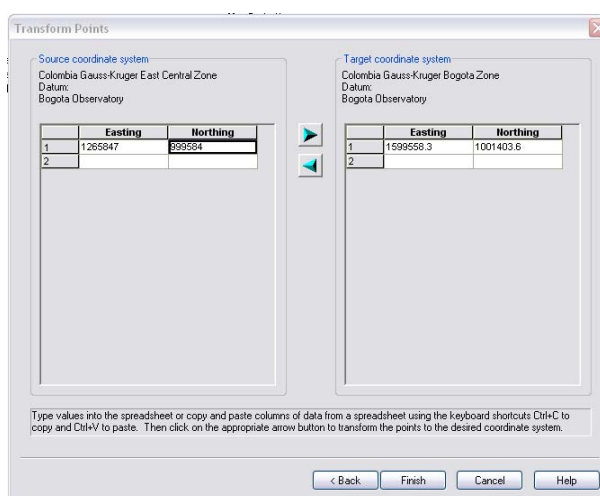


Figura 13. Conversión de coordenadas

→ Next

→ Se despliega entonces una tabla, donde es necesario introducir los datos de coordenadas en Datum 3 Grados, en la parte izquierda.

→ A continuación clic sobre el icono ► y de manera inmediata aparecen los datos en Datum Origen Bogotá, en la parte derecha (**Figura 13**).

→ Finish (clic)

- Continuando con la Información que debe ser anexada en el Informe Preliminar: profundidad Total en MD, TVD, datos que deben ser tomados del Direccional Survey y en TVDSS dato que debe ser tomado de GGX, este dato se genera cuando los topes finales son cargados (procedimiento que se describe más adelante).

- Elevaciones: GLE y RTE, información que se obtiene del Direccional Survey.

- Objetivos Primarios y Secundarios: Formaciones a producir que se encuentran en la Prognosis.

Posteriormente en la segunda hoja de este documento se encuentra el **INVENTARIO DE LOS REGISTROS DE POZO**, información distribuida de la siguiente manera:

- REGISTROS TOMADOS PARA EL POZO SIN REVESTIMIENTO:

Aquí se encuentran los Registros Resistivos, Nuclear, Sónico y MFT; de éstos se debe mencionar la compañía por la cual fueron tomados, el número de corrida a la que corresponde cada uno, la fecha en que fueron tomados, las herramientas que se utilizaron y los intervalos en los cuales fueron corridas las mismas.

- **REGISTROS TOMADOS PARA EL POZO CON REVESTIMIENTO:**

Se hace referencia a un pozo con revestimiento cuando éste ya ha sido recubierto por tubería de producción y en algunos casos ya cementado, se corren entonces los siguientes registros:

* **TDL:** Es un tipo de registros diseñado para correr dentro del casing (tubería de producción), al cual se le realizan correcciones con el fin de que la información obtenida represente lo mejor posible la características de la formación.

* **CBL:** Se corre una vez se ha bajado el casing (tubería de producción) y las paredes del pozo se han cementado, con el fin de establecer si la cementación realizada es apropiada o necesita ser optimizada.

- **GRÁFICO COMPUESTO Y ANÁLISIS DE ARENAS Y ARCILLAS**

Se deben mencionar aquí los datos de fechas, profundidades y escalas para estos dos tipos de análisis (Se describen más adelante).

Debido a que el pozo hasta ahora fue perforado en los ítems: Registros tomados para el pozo con revestimiento y Grafico Compuesto y Análisis de Arenas y Arcillas no deben haber datos de fechas, ni profundidades, se dejan entonces los espacios en blanco y se envía el informe preliminar al ingeniero de Perforación.

7.4. Realizar el control de calidad a los Registros

La compañía encargada de la operación de toma de registros eléctricos, envía éstos inicialmente en medio digital al geólogo encargado del pozo. Éste a su vez los envía al estudiante en práctica con el fin de que se les realice el control de calidad respectivo.

Los archivos deben ser guardados en la carpeta llamada **Llegada de Registros**, allí mismo se encuentra almacenado un archivo de Excel de nombre **Control de**

Calidad de Registros en Digital, en el cual se deben poner a manera de inventario los registros que llegaron, la cantidad, las escalas, los tipo de medida y los respectivos comentarios; se debe entonces seguir el siguiente procedimiento:

- Comparar que en el Header (encabezado) de estos registros los datos de coordenadas, RTE, GLE, TD, Pride (nombre del taladro) correspondan con la información que se encuentra en el archivo Direccional Survey o la Prognosis (ya revisada).

 - Remarks: Aquí se encuentran especificadas las resistividades a las temperaturas de superficie y fondo de pozo, las cuales deben corresponder a las que se encuentran en el Header. Así mismo aparecen aquí todas las eventualidades ocurridas en el pozo durante la perforación las cuales se deben tener en cuenta más adelante.

 - Tools (herramientas): Verificar las herramientas que se utilizaron durante la operación de toma de registros, es decir cerciorarse si las herramientas que aparecen mencionadas en el header de los registros se encuentran en el registro como tal a manera de curva.

 - Well Schematic: en los registros eléctricos debe aparecer un diagrama esquemático de las herramientas que tomaron los datos y su ubicación en la sarta de registros.

 - Curvas: Para cada herramienta (curva) es necesario verificar que los datos de FR (First Reading) y LR (Last Reading) correspondan gráficamente con los datos numéricos que aparecen en la tabla que se encuentra debajo del header.

 - Buena impresión de los registros.
-

- Match entre curvas: Es necesario verificar que el ajuste de las curvas sea el apropiado al igual que el registro no se encuentre interrumpido, de ser así deben aparecer las especificaciones de por qué ocurre esto y en qué intervalos. Esta información se menciona en los Remarks.

Después de haber realizado el control de calidad de los registros en digital y hacer los respectivos comentarios, se debe enviar este archivo de Excel al geólogo encargado. La finalidad es que el geólogo autorice a la Compañía encargada de la operación de registros para la impresión de éstos y si es el caso corregir los errores antes de imprimirlos.

7.5. Llegada de los Registros en medio físico

7.5.1. Preparar paquetes de Registros correspondientes una vez se reciben impresos

Cuando los registros llegan a la compañía en medio físico, el estudiante debe verificar que se hayan realizado las correcciones correspondientes y que se reciba completa la siguiente cantidad de información:

- En papel:

3 Resistivos en escala 1:200 y 1:1000 (MD)y (TVD)

4 Resistivos en escala 1:500 (MD) y (TVD)

3 Nucleares en escala 1:200, 1:500 y 1:1000 (MD) y (TVD)

3 Sónicos en escala 1:200 y 1:500 (1:1000 no viene) (MD) y (TVD)

3 MFT en escala 1:60s. (si es el caso)

- En Films

1 Resistivo en escala 1:200, 1:500 y 1:1000 (MD) y (TVD)

1 Nuclear en escala 1:200, 1:500 y 1:1000 (MD) y (TVD)

1 Sónico en escala 1:200, 1:500 (1:1000 no viene) (MD) y (TVD)

1 MFT en escala 1: 60s (si es el caso)

3 CD's con la información de archivos en formato .LAS y las imágenes correspondientes a los registros.

Si los registros mencionados corresponden a un pozo vertical, solo se recibirán en una medida MD, debido a que los registros en medida TVD serán iguales al no tener desviación el pozo.

7.5.1.1. Paquete archivador (Todo 1:200 MD y TVD)

Ya estando los registros en papel se debe preparar un paquete para archivar, puesto que los ingenieros, geólogos y el estudiante práctica necesitan tener acceso a los mismos; éstos se marcan utilizando una pestaña de pasta dura donde debe colocarse los datos del registro y el nombre del pozo, de la siguiente manera:

- Para un pozo vertical con prueba de MFT se sigue:

Registros MD 1:200 (Resistivo (1/4), Nuclear (P 2/4), Sónico (3/4), MFT (4/4), respectivamente y nombre del pozo).

-Para un pozo vertical sin prueba de MFT se sigue:

Registros MD 1:200 (Resistivo (1/3), Nuclear (2/3), Sónico (3/3), respectivamente y nombre del pozo)

- Para un pozo direccional con prueba MFT se sigue:

Registros MD 1:200 (Resistivo (1/7), Nuclear (2/7), Sónico (3/7), respectivamente y nombre del pozo).

Registros TVD 1:200 (Resistivo (4/7), Nuclear (5/7), Sónico (6/7), respectivamente y nombre del pozo).

Registro MFT 1:60 (7/7) y nombre del pozo.

- Para un pozo direccional sin prueba MFT, se sigue:

Registros MD 1:200 (Resistivo (1/6), Nuclear (2/6), Sónico (3/6), respectivamente y nombre del pozo).

Registros TVD 1:200 (Resistivo (4/6), Nuclear (5/6), Sónico (6/6), respectivamente y nombre del pozo).

- Finalmente es necesario archivar un CD, el cual debe ser etiquetado con el nombre del pozo y almacenado en el lugar correspondiente.

7.5.1.2. Paquete para el Petrofísico (Todo 1:200 MD y TVD)

Dependiendo del tipo de pozo que fue perforado (vertical o desviado) se prepara un paquete igual al que fue archivado y además un CD, para entregarle al petrofísico, quien procederá a realizar la correspondiente interpretación de los mismos y generara el archivo PETCOM (descrito más adelante) y hará llegar esta información al estudiante en práctica, quien debe encargarse de cargarla en la base de datos de GGX.

7.5.2. Entregar los Registros que quedan a la Asistente del Departamento de Operaciones.

De igual manera después de haber sacado un paquete de registros para archivar y otro para el petrofísico, los registros que queden deben ser entregados a la asistente de piso, persona encargada de distribuirlos hacia el archivo central donde debe ser almacenada toda la información correspondiente a cada pozo perforado.

7.5.3. Preparar CD de ECOPETROL

Finalmente se debe hacer una copia en digital del CD donde se encuentra toda la información correspondiente a los registros que fueron tomados para el pozo, que debe ser entregado a la asistente del área de Operaciones, de la siguiente manera:

Se debe crear dentro de la carpeta llamada **CD-ECOPETROL** que se encuentra en el disco local donde se almacena toda la información de los pozos, una carpeta


con el nombre del respectivo pozo en la cual se debe guardar la siguiente información:


- En una carpeta con el nombre de **REGISTROS**, se debe copiar la información contenida en el CD.
- En una carpeta con el nombre de **DIRECCIONAL**, se debe copiar la información del archivo Direccional Survey del pozo, tanto el archivo que se recibe en **PDF** con el de **Excel**.
- Un archivo de Word donde se coloca la información correspondiente a las coordenadas del pozo, GL, RTE, profundidad en MD, TVD y TVDSS.
 - Finalmente es necesario quemar en el CD que debe ser entregado a la asistente del área de Operaciones, la carpeta llamada **DIRECCIONAL** y el archivo de WORD, este debe ir con el nombre CD-ECOPETROL marcado con una etiqueta.

8. CARGAR INFORMACIÓN EN GEOGRAPHIX (GGX)

8.1. Crear el pozo en Geographix (GGX)

Cuando llega la información correspondiente al archivo Direccional Survey del pozo que fue perforado, se procede con estos datos a crear el pozo en GeoGraphix. Se debe seguir entonces el siguiente procedimiento:

- Se abre el programa 
- Posteriormente se busca el proyecto oficial con el cual trabaja la Compañía. Sobre este se da clic derecho y se selecciona la opción **Activate**.

- A continuación se abre el modulo **Well Base**  que se encuentra en ubicado en una barra de herramientas al costado izquierdo, dando doble clic sobre esta opción.

- Ya en **Well Base**, se busca en la barra de herramientas la opción **Wells**:


→ **Wells**

→ **Add Wells**

- Al seleccionar estas opciones se desplegara una ventana, en la cual se debe llenar la siguiente información:

- **Well ID** (nomenclatura utilizada internacionalmente por la compañía para mencionar cada pozo, que está compuesto por las abreviaturas del nombre de la compañía, cuatro dígitos y cuatro ceros), esta información debe ser extraída de Open Works con siguiente procedimiento:

- Ingresar a Linux.

- Una vez allí ingresar a Open Works  (doble clic sobre el icono del mismo nombre que se encuentra ubicado en el escritorio) y seleccionar la siguiente información:

Campo en el que se va a trabajar.

- Escoger el proyecto y el intérprete asignado de acuerdo al usuario.

- Seleccionar una lista de pozos si se conoce.

- A continuación se desplegará un Menú en el cual se deben escoger las siguientes opciones hasta encontrar el **Well ID** correspondiente:

→ **Data**

→ **Data Management**

→ **Well Data Manager**


→ **Seleccionar el pozo de interés**

→ **A continuación escoger la opción Well Header**

→ **Se desplegara entonces una ventana con los datos del pozo, entre los cuales se encuentra el Well ID.**

- Nombre de la Compañía
- Nombre del pozo
- Coordenadas del pozo (pueden ser tomadas del Direccional Survey o la Prognosis ya corregida).
- Clic en Save.

El nuevo pozo está ahora creado.




- Éste se busca haciendo clic en la opción  **Well List** que se encuentra en la barra de herramientas.
- Se procede entonces a seleccionarlo y aparece un Header con los datos del mismo.
- Allí se debe introducir la información que hace falta como: **Total Depth, Datum Elevation y Reference (RTE)**.

8.2. Cargar el Archivo Direccional (Direccional Survey) en Geographix (GGX)

Una vez el estudiante en práctica recibe por parte del geólogo encargado del pozo el Direccional Survey (en formato PDF y en Excel), debe guardarlo dentro de la carpeta **Directional Survey**, ubicada en el disco local en el cual se encuentra almacenada toda la información correspondiente a cada pozo perforado; allí mismo está guardado un documento llamado **PARA CARGAR EN GGX**, en el cual se debe diligenciar con la información del archivo en Excel. Al abrir este documento sale lo siguiente:

- **Nombre del pozo:** se debe colocar el nombre del pozo como se mencionó en el **WELL ID**.
- **# :** se debe llenar la secuencia desde 1 hasta el número de datos que se tengan para el pozo.
- **Prof. en MD, Prof. En TVD, Inclinación del pozo, datos de azimuth, coordenadas Norte y Este:** Información que se extrae del archivo en Excel y que corresponde a diferentes intervalos de profundidad.

Una vez se ha diligenciado este documento se debe continuar con el siguiente procedimiento:

- Ingresar a GGX 
- Escoger el proyecto oficial con el cual trabaja la Compañía.
- Activarlo (clic derecho sobre el nombre del proyecto y a continuación seleccionar la opción **Activate**).
- Ingresar al modulo  **Well Base**, seleccionando el icono ubicado en la barra de herramientas que se encuentra al costado izquierdo
- Ir a la opción  **Well List** ubicada en barra de herramientas, buscar el pozo y seleccionarlo.
- Seleccionar ahora la pestaña **Survey**, que se encuentra ubicada inmediatamente debajo del header del pozo tal como se muestra en la **Figura 14**.
- A continuación buscar la opción **File** ubicada en la barra de herramientas y seleccionar allí las siguientes opciones:
 - **File**
 - **Import**
 - **Spreadsheet**: Esta opción permite buscar el directorio en el cual se encuentra el documento llamado **PARA CARGAR EN GGX**. Una vez la ruta es encontrada se procede a seleccionar este archivo.
 - **Open**

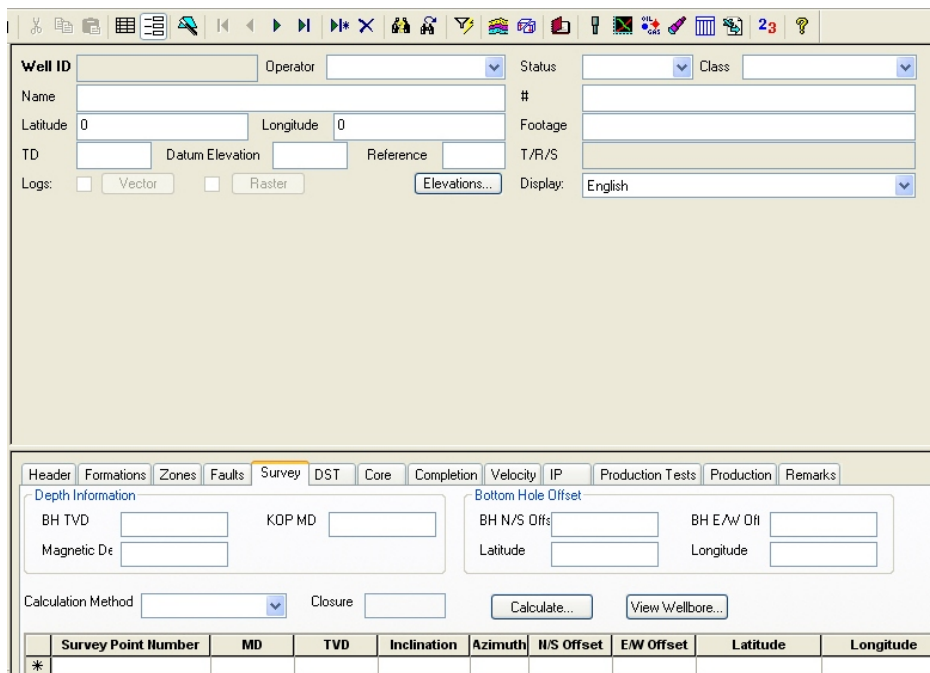


Figura 14. Visualización en GGX al cargar el Direccional Survey (Archivo Direccional)

Se observa ahora que se retorna a la hoja de Excel, pero ésta ahora tiene un icono adicional en la parte superior sobre el cual se debe dar clic.

Se despliega entonces una ventana en la cual se seleccionan las siguientes opciones:

- **Survey**
- **Allow Updates of Existing Wells**
- **Ok. (Figura 15.)**

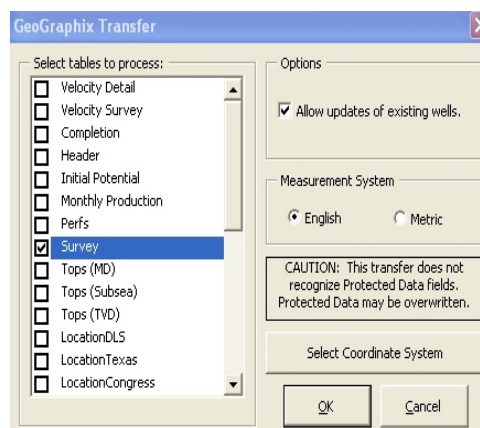


Figura 15. Opciones a seleccionar en GGX para cargar el Direccional Survey

- Posteriormente se retorna a **Well Base** y nuevamente se busca el pozo y se selecciona.
- Así mismo se selecciona nuevamente la pestaña Survey.
- Aparecerá entonces cargada en una tabla la información del documento que se importó, sin embargo, las casillas de nombre Easting y Northing aparecen sin datos.
- Se procede a realizar el siguiente procedimiento:
 - **Doble clic sobre la opción Calculation Method** (que aparece en la parte superior de la tabla de datos)
 - **Escoger la opción Minimun Curvature**
 - **Clic sobre la casilla Easting.**
 - **Clic en el icono Calculate** (ubicado a continuación de la opción **Minimun Curvature**), se despliega una ventana.
 - Seleccionar en esta ventana la opción: **Replace position log with calculated surveys y el interprete oficial que utiliza el campo.**
 - **Ok.**

Ahora el archivo Directional Survey se encuentra cargado en la base de datos de GGX.

8.3. Cargar topes finales en Geographix (GGX)

El estudiante en práctica recibirá por parte del geólogo encargado del pozo los topes finales que fueron definidos para el pozo tras obtener toda la información de los registros eléctricos. Estos deben ser guardados en la carpeta **Topes Finales** ubicada en el disco local en el cual se encuentra almacenada toda la información correspondiente a cada pozo perforado.




Ahora el estudiante debe abrir el archivo enviado por el geólogo y notar que en éste se encuentra la siguiente información:



- Nombre de cada intervalo encontrado
- Profundidades en MD, TVD y TVDSS para cada intervalo.

A este archivo deben agregar las siguientes columnas:

- Intérprete: donde debe colocar para cada intervalo el intérprete oficial utilizado por la Compañía para el Campo.
- Observación: para cada intervalo el número de observaciones realizadas es uno (1).

Una vez esto se ha realizado el documento está listo para ser cargado en GGX y se debe efectuar lo siguiente:

- Ingresar a GGX 
- Escoger el proyecto oficial con el cual trabaja la Compañía.
- Activarlo (clic derecho sobre el nombre del proyecto y a continuación seleccionar la opción **Activate**).
- Ingresar al modulo  **Well Base**, seleccionando el icono ubicado en la barra de herramientas que se encuentra al costado izquierdo.
- Una vez allí seleccionar la opción  **Well List** ubicada en barra de herramientas, buscar el pozo y seleccionarlo.
- Seleccionar ahora la pestaña **Formations**, que se encuentra ubicada inmediatamente debajo del header del pozo.
- Se desplegará entonces un cuadro que tiene exactamente las mismas columnas que el archivo que fue enviado por el geólogo y modificado por el estudiante.
- De este archivo se cortan y pegan todas las columnas (menos la columna en la que se encuentra la información de profundidad TVDSS para cada intervalo) en GGX.
- Ahora en GGX, clic en la opción **Save** ubicada en una barra hacia el costado derecho de **Well Base**.

- Ingresar a GGX 
 - Escoger el proyecto oficial con el cual trabaja la Compañía.
 - Activarlo (clic derecho sobre el nombre del proyecto y a continuación seleccionar la opción **Activate**).
 - Ingresar al módulo  **Prizm**, seleccionando el icono del mismo ubicado en la barra de herramientas que se encuentra al costado izquierdo.
- A continuación sale un mensaje e inmediatamente se presiona la opción **NO**. Una vez allí se procede a realizar el siguiente proceso:

- **File** (seleccionar esta opción ubicada en la barra de herramientas)
- **Import**
- **LAS/LBS Import**. Allí se busca el archivo .LAS del pozo
- **Open**

Se despliega ahora una tabla, en ésta se busca el pozo, se selecciona y se presiona la opción **Add Well**.

- **Ok. (Figura 17)**.

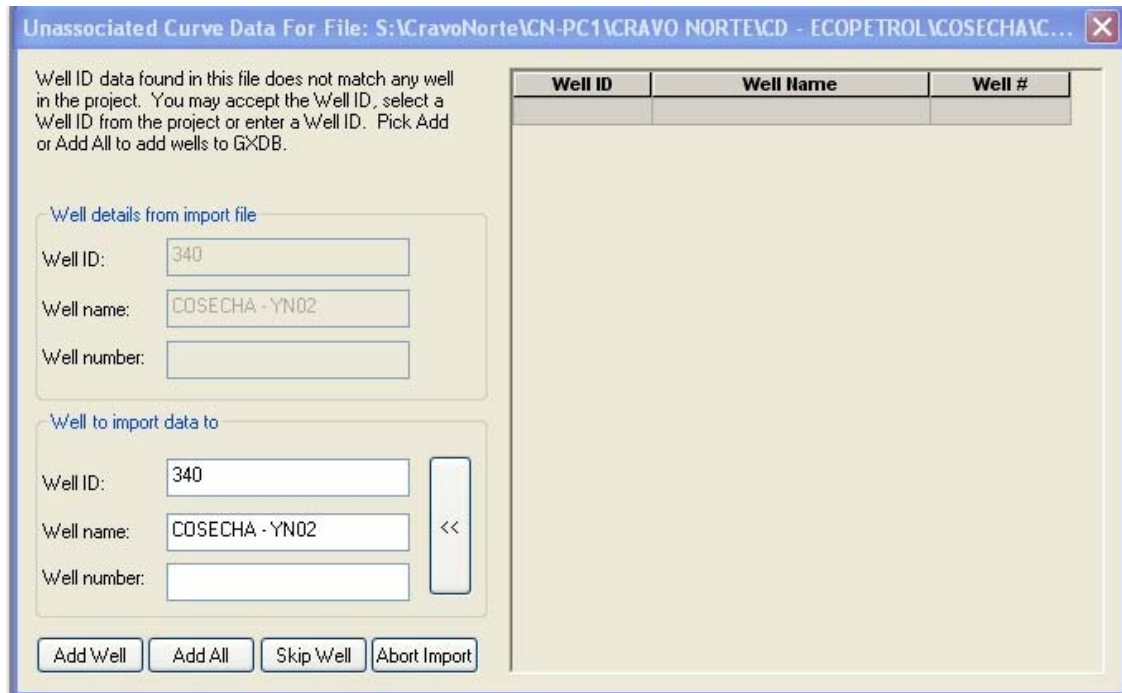


Figura 17. Selección del pozo al cual se le va a cargar el PETCOM.

Después se abrirá otra ventana en la cual se debe escoger la opción: **New Import Curve Set.**

→ **Ok. (Figura 18).**

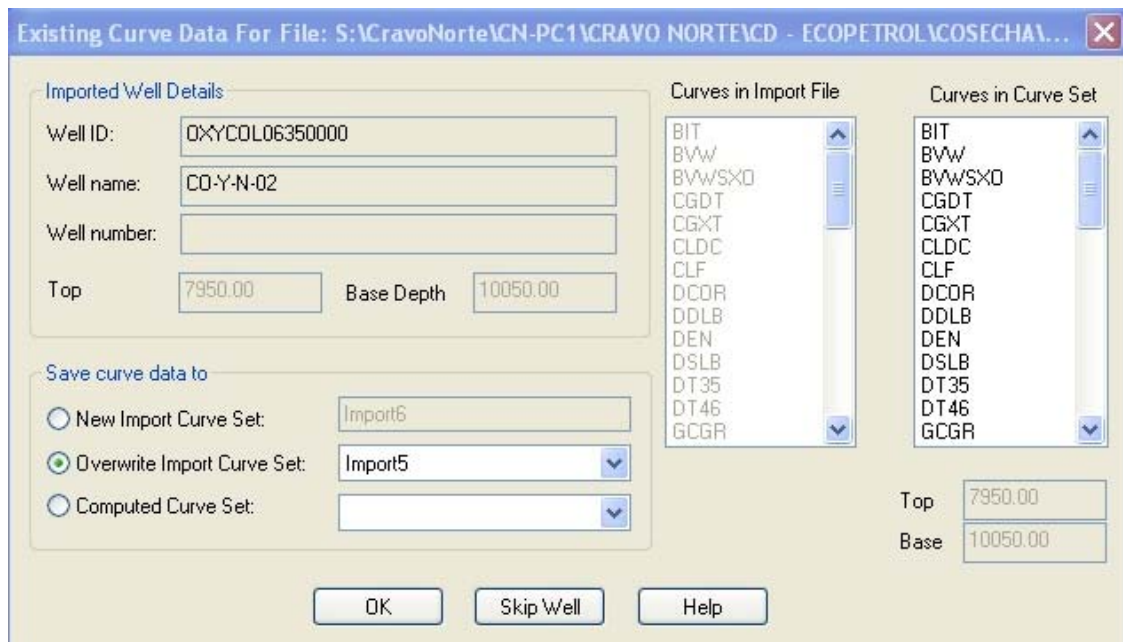


Figura 18. Curvas a importar para cargar el PETCOM

Ahora se realiza el siguiente procedimiento:

- **File**
- **Open Well**
- Entonces se debe buscar el pozo en la lista que se despliega.
- **Open.**
- **Curves** (opción ubicada en la barra de herramientas y que debe ser seleccionada).
- **View/Edit Curve Data**

Tras seleccionar estas opciones se abrirá una ventana en la cual aparecen los nombres de las curvas que deben ser cargadas, las unidades usadas para cada una y una pequeña descripción de las mismas.

Los nombres que aparecen aquí deben ser modificados y por otros que reciben el nombre de Nemónicos (nombres manejados internamente por la compañía cuando cada curva ha sido interpretada por el petrofísico de acuerdo a los parámetros designados para cada formación)

→ **Ok.**

Después de haber realizado todo el procedimiento descrito anteriormente las curvas correspondientes al PETCOM se encuentran cargadas en la base de datos de GGX.

Toda la información cargada en GGX es de uso general para los ingenieros y geólogos (que tienen acceso a esta base de datos) pues requieren de su uso continuo.

9. GRÁFICO COMPUESTO.

El Gráfico Compuesto corresponde a un registro en el cual se encuentran toda la información (datos de pozo e información gráfica) acerca de todas las

herramientas (curvas), corridas durante la operación de toma de Registros para el pozo.

9.1. Diligenciar el formato **MACRO_LITHOLOGY**

- Ir a la carpeta **Gráfico Compuesto** (ubicada en el disco local en el cual se encuentra almacenada toda la información correspondiente a cada pozo perforado).
- Una vez allí buscar el archivo en Excel **MACRO_LITHOLOGY** y abrirlo.
- Éste contiene varias hojas de cálculo que deben ser diligenciadas una a una de acuerdo a la información contenida en los archivos .LAS que son enviados en medio digital por la Compañía encargada de la operación de toma de registros

* Hoja de Cálculo Número uno (1) **INTERPRETACIÓN.**: Esta hoja de cálculo está compuesta por siete (7) columnas, de las cuales seis (6) deben ser diligenciadas con los datos de profundidad y los datos correspondientes a cada curva para cada uno de estos intervalos, tomando esta información de los archivos .LAS en MD corregidos (.LAS_CORR), que envía la compañía encargada de la operación de registros, pues en éstos se encuentran las curvas que la MACRO exige; es necesario tener en cuenta que algunas curvas vienen con otro nombre, por lo tanto se debe consultar la lista donde se encuentran los posibles nombres para cada curva.

Una vez se hayan cargado en esta macro las curvas, se debe hacer clic sobre un icono que aparece a la parte derecha de esta tabla, llamado **LITHOLOGY**, entonces la macro procederá a calcular las litologías correspondientes a cada intervalo de acuerdo al valor de las curvas, éstas aparecerán en la columna siete (7).

* Hoja de Cálculo Número dos (2) **COMP_LOG.**: En ésta solo es necesario dar clic sobre el icono ubicado hacia la parte derecha (**ARRANGE**) de las columnas que se encuentran vacías, e inmediatamente la MACRO procederá a realizar los

cálculos respectivos de las litologías de acuerdo a los datos de las curvas cargados anteriormente. Los resultados obtenidos aparecerán en las columnas que anteriormente se encontraban vacías.

* Hoja de Cálculo Número tres (3) **OK.:** Aquí se debe realizar el mismo procedimiento hecho para la hoja de cálculo anterior, entonces se debe dar clic en el icono que se encuentra en la parte derecha (**READY**) de las columnas e inmediatamente la MACRO procederá a realizar nuevamente los cálculos de las diferentes litologías de acuerdo con el comportamiento de las curvas en cada intervalo.

* Hoja de Cálculo Número Cuatro (4) **READY.:** En esta hoja de cálculo aparecen los datos reales de las litologías que corresponden a cada intervalo que se atravesó durante la operación de perforación del pozo. Estos datos deben ser utilizados más adelante al continuar realizando el Gráfico Compuesto.

9.2. Diligenciar el formato **COMP LOG FORMAT**

Una vez se ha calculado en la MACRO, se procede a diligenciar el formato **COMP LOG FORMAT.xls**, que también se encuentra ubicado en la carpeta **Grafico Compuesto**. Este contiene una primera hoja de cálculo llamada **Instructions-Edit Text** en el cual se encuentran las instrucciones para llenar las demás hojas de cálculo (6) que contiene este formato, las cuales se deben llenar de manera independiente de la siguiente manera:

9.2.1. Ejecutar la hoja de cálculo **EDIT** (Hoja de Cálculo Número dos)

En esta hoja de cálculo se debe completar con la información que se encuentra en los registros eléctricos, así como también haciendo uso de un archivo que es enviado por el ingeniero de Perforación.

- En cuanto a los registros eléctricos se debe tomar de esta información como: GL, RTE, intervalos en los cuales se tomaron los diferentes registros (Resistivo, Nuclear y Sónico), profundidad hasta la cual se utilizó casing (tubería de producción), tipo de lodo usado durante la perforación, densidad y viscosidad del mismo, resistividades del lodo a temperatura de superficie y a temperatura de fondo de pozo y los tamaños de las brocas usadas.

- Por otra parte, del archivo enviado por el ingeniero de Perforación se toma la información correspondiente a las fechas en que se inició la perforación, cuando terminó, cuando se entregó la torre, momento en el que alcanzó la profundidad total, así como también los tamaños de casing usados (tubería de producción), tipo y bultos de cemento.

9.2.2. Ejecutar la hoja de cálculo SYMBOLS (Hoja de Cálculo Número tres)

Para diligenciar esta hoja de cálculo la compañía cuenta con una lista donde aparecen los códigos (que representan un símbolo gráfico, una vez se ha generado el Gráfico Compuesto) correspondientes al tope y la base del intervalo en el cual se usó casing, tapones de cemento, mallas, intervalos fracturados, pruebas de producción realizadas e intervalos que fueron completados. Entonces dependiendo del procedimiento realizado al pozo y teniendo en cuenta las profundidades (información entregada por el ingeniero de Perforación), se proceden a llenar las siguientes columnas: **Depth, Symbol y Size (siempre 0.2)**.

9.2.3. Ejecutar la hoja de cálculo LITHOLOGY (Hoja de Cálculo Número cuatro)

Aquí debe ser cargada la hoja de cálculo final (**READY**) que se generó al diligenciar el formato **MACRO_LITHOLOGY.xls**; solo debe copiarse de allí la información y pegarse en ésta.

9.2.4. Ejecutar la hoja de cálculo TEXT (Hoja de Cálculo Número cinco)

Se deben cargar aquí los datos de las columnas que se encuentran en blanco: Profundidad en MD, INCLINACIÓN (en los diferentes intervalos de profundidad, de

acuerdo a la profundidad en MD) y AZIMUTH (Igualmente en las diferentes profundidades). Estos datos deben ser tomados del Archivo Directional Survey (formato Excel) que envió anteriormente el ingeniero de Perforación.

9.2.5. Ejecutar la hoja de cálculo TOPS (Hoja de Cálculo Número Seis)

Aquí se carga la información correspondiente a los topes finales definidos por el geólogo encargado del pozo para el mismo, como nombre de los intervalos encontrados, profundidad para cada uno de estos en MD y TVDSS. Esta información puede extraerse del archivo que es recibido por parte del geólogo y que se encuentra guardado en la carpeta **Topes Finales** al igual que de la base de datos de GGX donde se cargó anteriormente esta misma información, solo es necesario cortar y pegar los datos.

9.2.6. Ejecutar la hoja de cálculo TOPSLINE (Hoja de Cálculo Número Siete)

En esta hoja de cálculo aparecen por defecto debido a los datos cargados anteriormente dos columnas en las cuales se encuentra la información correspondiente a la profundidad en MD del pozo de acuerdo con los intervalos que fueron encontrados.

9.3. Crear archivos (*.txt)

Ya diligenciados los formatos anteriores es necesario crear un archivo *.txt para cada una de la hojas de cálculo que hacen parte del formato **COM LOG FORMAT.xls.**; esto se realiza tomando la información que se encuentra cargada en cada una de las hojas de cálculo, ésta se copia y se pega en un Blog de Notas y se guarda con el nombre correspondiente a la hoja de cálculo, este proceso se realiza para cada una de ellas y estos archivos se guarda en la carpeta **Gráfico Compuesto.**

9.4. Creación de Archivos en Log Plot

Log Plot es el programa que permite generar los Gráficos Compuestos, para ingresar a este se debe hacer doble clic sobre el icono del mismo que se encuentra en escritorio del computador.

Posteriormente se procede a cargar los archivos .txt creados anteriormente. Siguiendo el siguiente procedimiento:



- Ingresar a **Log Plot**
- Inmediatamente se carga una ventana llamada **LogPlot Data Editor- Untitled**. Aquí es donde se comienzan a cargar los archivos .txt, en el siguiente orden:

- **Data**
- **New Data Item**
- **Edit-Text**. Aquí se despliega una miniventana donde se debe poner el mismo nombre tal y como se encuentra en la hoja de cálculo. En este caso, aquí se coloca **EDIT-TEXT**.
- **Ok. (Figura 19)**.

- **File**
- **Import**
- **Text (ASCCI)**
- A continuación se busca el archivo **EDIT-TEXT.txt**
- **Ok**.

Ahora se carga el archivo **Symbols**.

- **Data**
- **New Data Item**
- **Symbols**. Aquí se despliega una miniventana donde se debe poner el mismo nombre tal y como se encuentra en la hoja de cálculo. En este caso aquí se

escribe **SYMBOL** (Sin la “s” como si aparece en la macro). Con este mismo nombre debe quedar guardado el archivo .txt.

- **Ok.**
- **File**
- **Import**
- **Text (ASCCI)**
- A continuación se busca el archivo **SYMBOL.txt**
- **Ok.**

Ahora se carga el archivo **Lithology**.

- **Data**
- **New Data Item**
- **Lithology**. Aquí se despliega una miniventana donde se debe poner el mismo nombre tal y como se encuentra en la hoja de cálculo. En este caso aquí se escribe **LITHOLOGY**.
- **Ok.**
- **File**
- **Import**
- **Text (ASCCI)**
- A continuación se busca el archivo **LITHOLOGY.txt**
- **Ok.**

Ahora se carga el archivo **Text**.

- **Data**
 - **New Data Item**
 - **Text**. Aquí se despliega una miniventana donde se debe poner el mismo nombre tal y como se encuentra en la hoja de cálculo. En este caso aquí se escribe **TEXT**.
 - **Ok.**
 - **File**
 - **Import**
-

→ **Text (ASCCI)**

→ A continuación se busca el archivo **TEXT.txt**

→ **Ok.**

Ahora se carga el archivo **Tops**.

→ **Data**

→ **New Data Item**

→ **Tops**. Aquí se despliega una miniventana donde se debe poner el mismo nombre tal y como se encuentra en la hoja de cálculo. En este caso aquí se escribe **TOPS**.

→ **Ok.**

→ **File**

→ **Import**

→ **Text (ASCCI)**

→ A continuación se busca el archivo **TOPS.txt**

→ **Ok.**

Ahora se carga el archivo **TopsLine**.

→ **Data**

→ **New Data Item**

→ **Horizontal Line**. Aquí se despliega una miniventana donde se debe poner el mismo nombre tal y como se encuentra en la hoja de cálculo. En este caso aquí se escribe **TOPSLINE**.

→ **Ok.**

→ **File**

→ **Import**

→ **Text (ASCCI)**

→ A continuación se busca el archivo **TOPSLINE.txt**

→ **Ok.**

Ahora se carga las curvas (.LAS), que se fueron enviadas por parte de la compañía encargada de la operación de toma de registros eléctricos y que se encuentran guardadas en la carpeta **Llegada de Registros**.

→ **File**

→ **Import**

→ **LAS**. Se despliega entonces una ventana desde la cual se busca el archivo .LAS que se debe cargar.

→ **Next**.

→ Ahora se despliega otra ventana, en la cual aparecen los nombres de todas las curvas y que a su vez se deben modificar de acuerdo a los nemónicos (nombres de las curvas manejados por la Compañía) que se encuentran establecidos.

→ El cambio de nombre se hace dando doble clic en la curva y seleccionando la casilla que se encuentra ubicada en la parte izquierda la misma.

→ **Next**

→ **Finish**.

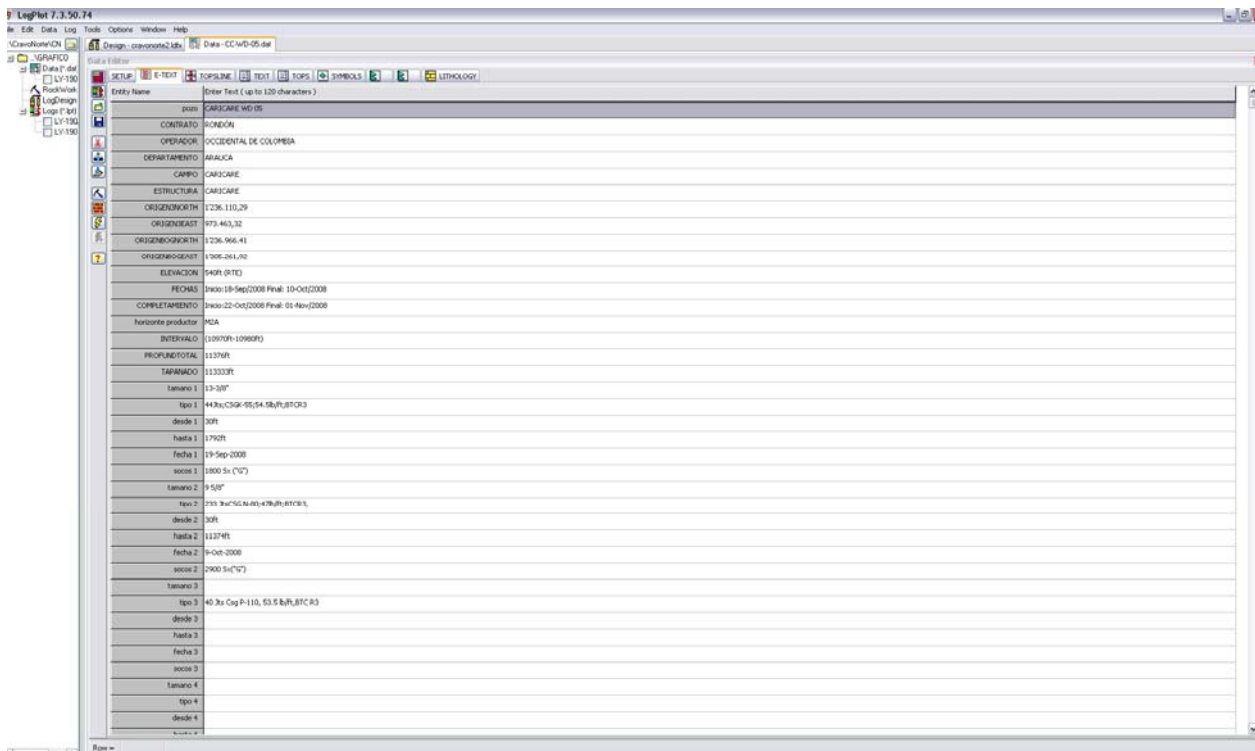


Figura 19. Visualización de en Log Plot una vez se ha cargado el archivo *.txt EDIT-TEXT

9.5. Creación del Gráfico Compuesto

Una vez se tiene todo cargado en Log Plot el archivo debe ser guardado.

→ **File**

→ **Save**

→ **Nombre del pozo.dat**

A continuación se debe ver como quedará la impresión del Gráfico Compuesto. Se presiona entonces el icono de creación ubicado en la barra de herramientas. Inicialmente se genera el Header (encabezado).

Se desplegará una miniventana en la cual se deben introducir los datos del intervalo en que se generará el Gráfico, como se está generando el Header, éstos se dejan en cero (0). Ahora se procede a buscar el template (plantilla) indicado:

Cravonorte1.ldf

→ **Ok.**

Deberá salir entonces una preview del encabezado del Gráfico Compuesto. Allí se debe observar que todo se encuentre bien, que salgan los intervalos, el nombre del pozo, las coordenadas, los símbolos, etc.

De esta misma forma se deberá cargar el resto del Gráfico, es decir las curvas. Para ello se sigue el mismo procedimiento mencionado anteriormente. En el tope del intervalo se debe poner cero (0) y en la base del intervalo se coloca la profundidad final del pozo (se debe dejar unos 10 pies de tolerancia para mostrar los símbolos de TD (Total Depth). A continuación se busca el template (plantilla) correspondiente: **Cravonorte2.ldf**.

→ **Ok.**

Nuevamente se observara una preview pero esta vez de las curvas. Se debe revisar entonces que los símbolos del revestimiento se encuentren, así como los topes de los intervalos, las profundidades, las curvas t los datos del Registro como el Nombre, Fecha, primera lectura, ultima lectura, pies registrados, etc.

A continuación se debe volver al preview del encabezado y realizar el siguiente procedimiento, para crear un archivo **HTML**:

- **File**
- **Import**
- **Export**
- **HTML Table**
- Ahora es necesario colocarle un nombre al archivo:
- **Filename** (debe colocarse el nombre del pozo más la letra "A")

De la misma forma se hace con el resto del Gráfico Compuesto, solo que acá el nombre del archivo debe ser el nombre del pozo más la letra "B".

9.6. Impresión final del Gráfico Compuesto

Para la impresión final se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Se deben tener abiertas las ventanas tanto del encabezado como el Gráfico con las curvas.

Estas ventanas tienen los siguientes nombres: **RockWare Log View** (Header) – **Untitled0** y **Rock Ware Log View** (Curvas) – **Untitled1**.

Se procede a seleccionar la primera ventana y se realiza lo siguiente:

- **File**
- **Print**
- Se selecciona la impresora correspondiente
- En **Print Range**: Pages From 1 to 1.
- **Ok**.

- Se abre ahora una segunda ventana y se sigue el mismo procedimiento pero aquí las páginas se dejan tal y como salgan

→ **Ok.**

Se deben imprimir cuatro (4) veces y entregar a la asistente del área de Operaciones.

9.7. Impresión final del Film

De la misma forma como se imprime en papel, se debe imprimir en film. Pero en esta situación se debe seleccionar una impresora diferente y se hace necesario cerciorarse de que el papel esté puesto de la manera adecuada.

9.8. Creación del archivo . PDF

Finalmente, se deberá crear un archivo .PDF para enviar a la asistente del área de Operaciones. Para ello se debe hacer lo siguiente:

- Abrir el archivo HTML A y B pero como un Block de Notas (Clic derecho sobre el **HTML** → **Open With** → **Block de Notas**).

- Ahora se debe copiar lo que aparece en el HTML A y se debe pegar en el HTML B. Posteriormente se salva y se guarda con otro nombre.

- Entonces ya se tiene en un solo archivo HTML tanto con el encabezado como con las curvas.

- Este archivo HTML se abre y se realiza el siguiente proceso:

→ **File**

→ **Print**

→ **Acrobat PDFWriter**

→ Y se guarda con el mismo nombre del HTML

- Tanto el PDF como los HTML's se deben guardar en la carpeta **Gráfico Compuesto** y allí mismo se abre otra carpeta con el nombre de registros en que se guardan los archivos .LAS usados para generar el Gráfico.

10. INFORME FINAL

En este ítem se comienza a dar punto final a todo el procedimiento realizado anteriormente.

De manera inicial cuando se procede a preparar el informe final de un pozo es necesario tener en cuenta que se va a complementar la información contenida en el informe preliminar con toda la que corresponde al pozo. Para esto entonces es necesario ingresar a la carpeta **Informes Finales** y allí nuevamente a otra con el mismo nombre (Informes Finales) , en la cual se encuentran almacenados ejemplos de pozos anteriores que pueden ser modificados de acuerdo con la información final del que se tiene para el mismo. Se debe entonces tomar un documento en Word de otro pozo que tiene el nombre de informe final así como también un archivo en Excel llamado cuadro de topes y espesores, que deben ser guardados en una carpeta creada para el nuevo pozo.

El informe final debe contener la siguiente información:

10.1. Cargar profundidades finales, espesores y diferencias (Prognosis).

Para realizar este procedimiento se utiliza un documento de Excel en el cual se van a cargar las profundidades y espesores finales correspondientes al pozo así como también las diferencias de estos datos con respecto a los pronosticados (Tabla 1).

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
1	WELL:	LY-205																			
2	VERT / DEV:																				
3	RTE:	474																			
4																					
5																					
6	FORMATION	MD	TVD		TVD SS			THICKNESS	FORMATION	MEDIDO	PVNM			DIFERENCIA							
7	LEON	5208	5206	-	4732.0			550.0	LEON	4996	4524			SS ECONT VS. SS PRONOST							
8	C1	5762	5756	-	5282.0			455.0	C1	5559	5187										
9	C2	6222	6211	-	5737.0			-6211.0	C2	6230	5750										
10	C3			-	-474.0			6626.0	C3	6476	5990										
11	C4	6643	6626	-	6152.0			398.0	C4	6638	6149										
12	C5	7048	7024	-	6550.0			259.0	C5												
13	LC	7310	7283	-	6809.0			7.0	LC	7322	6818										
14	M1A1	7317	7290	-	6816.0			5.0	M1A1	7327	6823										
15	M1A2	7322	7295	-	6821.0			23.0	M1A2	7336	6832										
16	M1B	7345	7318	-	6844.0			26.0	M1B	7358	6853										
17	M1C1	7372	7344	-	6870.0			8.0	M1C1	7363	6878										
18	M1C2	7380	7352	-	6878.0			18.0	M1C2	7391	6885										
19	Guafita	7398	7370	-	6896.0			16.0	Guafita	7398	6892										
20	M2A	7415	7386	-	6912.0			14.0	M2A	7414	6908										
21	M2B	7429	7400	-	6926.0			10.0	M2B	7428	6922										
22	M3A	7439	7410	-	6936.0			17.0	M3A	7438	6931										
23	M3B	7456	7427	-	6953.0			20.0	M3B	7461	6954										
24	M3C	7476	7447	-	6973.0			29.0	M3C	7475	6968										
25	M4A	7505	7476	-	7002.0			43.0	M4A	7508	7000										
26	M4B	7549	7519	-	7045.0			14.0	M4B	7550	7041										
27	M4C	7563	7533	-	7059.0			0.0	M4C	7569	7060										
28	CRET	7563	7533	-	7059.0			2.0	CRET	7569	7060										
29	K1A1	7565	7535	-	7061.0			16.0	K1A1	7572	7062										
30	K1A2	7581	7551	-	7077.0			22.0	K1A2	7588	7078										
31	K1B1	7603	7573	-	7099.0			12.0	K1B1	7607	7097										
32	K1B2	7615	7585	-	7111.0			53.0	K1B2	7621	7110										
33	K1C1	7669	7638	-	7164.0			45.0	K1C1	7672	7160										
34	K1C2	7715	7683	-	7209.0			59.0	K1C2	7719	7206										
35	K1D1	7774	7742	-	7268.0			58.0	K1D1	7783	7269										
36	K1D2	7833	7800	-	7326.0			17.0	K1D2	7836	7321										
37	K1E	7850	7817	-	7343.0			11.0	K1E	7856	7339										

Tabla 1. Cuadro de topes y espesores

- Aquí se debe colocar la altura de la Mesa Rotaria (RTE).
- Aquí se deben colocar los siguientes datos: del nombre de cada formación así como también las profundidades en MD (profundidad medida) y TVD (profundidad vertical real) finales que fueron definidos por el Geólogo encargado del pozo.

- c. Esta columna se hace automáticamente al cargar las profundidades en **TVD** y el dato de **RTE**.
- d. De la misma forma esta columna se calcula inmediatamente y corresponde a la diferencia entre **TVDSS** (Profundidad vertical real con respecto al nivel del mar) y el dato de **RTE**.
- e. Aquí se deben colocar tanto las profundidades medidas (profundidades en **MD**) como el dato de las profundidades medidas con respecto al nivel del mar, que se encuentran en la Prognosis (**TVDSS o PVNM**). Teniendo en cuenta que si una formación fue pronosticada pero no se encontró igualmente se copia y si es lo contrario, es decir, no se pronosticó pero si fue encontrada, entonces en esta celda no irán datos de profundidad medida (**MD**) ni profundidad vertical real con respecto al nivel del mar (**TVDSS o PVNM**).
- f. De la misma forma esta columna se calcula inmediatamente. Es la diferencia de profundidades **TVDSS** entre una formación y la otra.

Una vez se ha diligenciado la información de este cuadro, hacia la parte inferior del archivo está el producto final, aquel que se debe cargar en el Informe Final, tal como se observa en la **Tabla 2**.

60	ENCONTRADO			ESPESOR	PRONOSTICADO	DIF
	FORMATION	MD	PVNM			
61						
62						
63	LEON	5208'	-4732'	550'	4996' / -4524'	208' más profundo
64	C1	5762'	-5282'	455'	5659' / -5187'	95' más profundo
65	C2	6222'	-5737'	-6211'	6230' / -5750'	13' más somero
66	C3		--474'	6626'	6476' / -5990'	6464' más somero
67	C4	6643'	-6152'	398'	6638' / -6149'	3' más profundo
68	C5	7048'	-6550'	259'	' / -'	6550' más profundo
69	LC	7310'	-6809'	7'	7322' / -6818'	9' más somero
70	M1A1	7317'	-6816'	5'	7327' / -6823'	7' más somero
71	M1A2	7322'	-6821'	23'	7336' / -6832'	11' más somero
72	M1B	7345'	-6844'	26'	7358' / -6853'	9' más somero
73	M1C1	7372'	-6870'	8'	7383' / -6878'	8' más somero
74	M1C2	7380'	-6878'	18'	7391' / -6885'	7' más somero
75	Guafita	7398'	-6896'	16'	7398' / -6892'	4' más profundo
76	M2A	7415'	-6912'	14'	7414' / -6908'	4' más profundo
77	M2B	7429'	-6926'	10'	7428' / -6922'	4' más profundo
78	M3A	7439'	-6936'	17'	7438' / -6931'	5' más profundo
79	M3B	7456'	-6953'	20'	7461' / -6954'	1' más somero
80	M3C	7476'	-6973'	29'	7475' / -6968'	5' más profundo
81	M4A	7505'	-7002'	43'	7508' / -7000'	2' más profundo
82	M4B	7549'	-7045'	14'	7550' / -7041'	4' más profundo
83	M4C	7563'	-7059'	0'	7569' / -7060'	1' más somero
84	CRET	7563'	-7059'	2'	7569' / -7060'	1' más somero
85	K1A1	7565'	-7061'	16'	7572' / -7062'	1' más somero
86	K1A2	7581'	-7077'	22'	7588' / -7078'	1' más somero
87	K1B1	7603'	-7099'	12'	7607' / -7097'	2' más profundo
88	K1B2	7615'	-7111'	53'	7621' / -7110'	1' más profundo
89	K1C1	7669'	-7164'	45'	7672' / -7160'	4' más profundo
90	K1C2	7715'	-7209'	59'	7719' / -7206'	3' más profundo
91	K1D1	7774'	-7268'	58'	7783' / -7269'	1' más somero
92	K1D2	7833'	-7326'	17'	7836' / -7321'	5' más profundo
93	K1E	7850'	-7343'	11'	7855' / -7339'	4' más profundo



Tabla 2.
topes y

Cuadro de
espesores

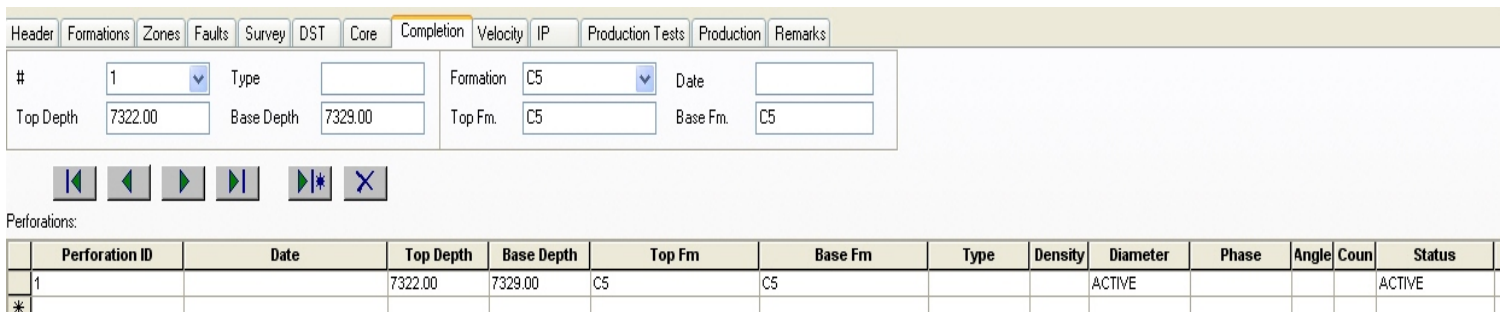
final.

10.2. Cargar Net Pay;'s y completamientos/workovers en Geographix (GGX)

Para realizar este procedimiento es necesario cargar los datos de los completamientos o workovers correspondientes al pozo en GGX. Esta información es suministrada por el estudiante el práctica del área de yacimientos y debe ser cargada de la siguiente manera:

- Ingresar a Geographix:
 - Doble click sobre el icono de  GGX que se encuentra en el escritorio del computador.
 - Una vez se abre este programa se busca el proyecto oficial que maneja la compañía haciendo click en **My Network Places** hasta encontrar el nombre del proyecto.
 - Posteriormente se activa el proyecto dando click derecho sobre el mismo y seleccionando la opción **Activate**.
 - A continuación se abre el módulo  **Well Base** que se encuentra ubicado en la barra de herramientas al costado izquierdo, dando doble click sobre esta opción.
 - Ya en **Well Base** se procede a desplegar la lista de todos los pozos que se encuentran cargados en esta base de datos (asignación del estudiante en práctica) y se procede a escoger el pozo de interés dando click sobre el nombre de este, entonces quedará señalado.
 - Cuando ya se ha escogido el pozo es posible tener acceso a toda la información concerniente a este.
 - Ahora es necesario hacer un click sobre la pestaña **Completion** ubicada en un menú que se encuentra debajo de la lista de pozos.
 - Una vez esta opción es seleccionada aparecerán los datos sobre el completamiento inicial realizado al pozo o en su defecto los datos de los workovers realizados al mismo. El estudiante debe entonces diligenciar la siguiente información (**Figura 20**).
 - * Profundidad del tope y la base del intervalo que fue completado.
 - * Nombre de la formación que fue completada.

- * Fecha en que se realizó el completamiento.
- * Número del completamiento o workover (es decir si es el primer completamiento realizado o el segundo).
- * Estado del intervalo completado (es decir si actualmente produce o no: Activo o Inactivo)



Perforation ID	Date	Top Depth	Base Depth	Top Fm	Base Fm	Type	Density	Diameter	Phase	Angle	Coun	Status
1		7322.00	7329.00	C5	C5			ACTIVE				ACTIVE

Figura 20. Información en GGX correspondiente al completamiento/workover realizado al pozo.

Una vez esta información ha sido cargada en GGX se proceden a diligenciar los cuadro de Espesores Netos Petrolíferos y completamiento que hacen parte del Informe Final (**Tablas 3 y 4**). Aquí se carga el net pay (pies de arena con hidrocarburo) pronosticado y encontrado, así como la diferencia entre estos. El dato de net pay pronosticado se obtiene de la prognosis y el encontrado se obtiene del memorándum que envía el Petrofísico. Por otra parte los datos correspondientes al intervalo completado se obtienen de GGX, base de datos en la que fueron cargados con anterioridad.

ESPESORES NETOS PETROLÍFEROS Y COMPLETAMIENTO

ESPESOR NETO DE ARENAS PRODUCTORAS (Pies)			
FORMACIÓN	PRONOSTICADO	ENCONTRADO	DIFERENCIA
C5c	19	32.5	+13.5
M3B	0	1.5	+1.5
M3C	0	3	+3

M4A	0	12.5	+12.5
K1B2	0	1	+1
K1C1	0	0.5	+0.5
K1C2	0	1.5	+1.5
TOTAL	19	52.5	33.5

Tabla 3. Cuadro de Espesores Netos petrolíferos

INTERVALO COMPLETADO (PM)		
UNIDAD	INTERVALO (Pies)	ESPESOR
M3B	7674' – 7681'	7'
TOTAL		7'

Tabla 4. Cuadro completamientos

10.3. Cargar fechas en cuadro de generalidades

A continuación se presenta el esquema de generalidades y la forma como debe quedar diligenciado este cuadro (**Tabla 5**).

GENERALIDADES

CLASIFICACIÓN	Pozo direccional de desarrollo
LOCALIZACIÓN	Estructura La Yuca. Campo Caño Limón. Contrato de Asociación Cravo Norte. Departamento de Arauca. Cuenca de los Llanos, Colombia.
COORDENADAS GAUSSIANAS Superficie	N: 1'260.484,02 m E: 999.927,78 m 3 Grados Este N: 1'261.535,662 m E: 1'331.606,604 m Origen Bogotá
PROFUNDIDAD TOTAL	TD: 8045' TVD: 7982.5' (-7500.72') VSS
ELEVACIONES	GLE: 461' RTE: 482.5'
OBJETIVOS	M2B PRIMARY TARGET M1A Secondary Target
FECHA DE INICIO DE LA PERFORACIÓN	16 – Agosto/2008

FECHA DE ALCANCE DE PROFUNDIDAD TOTAL	20 – Agosto/2008												
COMPLETAMIENTO	05 – Sept/2008												
ENTREGA DE LA TORRE	26 – Agosto/2008												
REVESTIMIENTOS	9-5/8” @ 593.1 ft 7” @ 8040.0 ft												
PRODUCCIÓN INICIAL	<table border="1"> <thead> <tr> <th><u>FECHA</u></th> <th><u>BFPD</u></th> <th><u>BPPD</u></th> <th><u>WC(%)</u></th> <th><u>API</u></th> <th><u>CHOKE</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oct-05/08</td> <td>3531</td> <td>307</td> <td>91.3</td> <td>29</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	<u>FECHA</u>	<u>BFPD</u>	<u>BPPD</u>	<u>WC(%)</u>	<u>API</u>	<u>CHOKE</u>	Oct-05/08	3531	307	91.3	29	0
<u>FECHA</u>	<u>BFPD</u>	<u>BPPD</u>	<u>WC(%)</u>	<u>API</u>	<u>CHOKE</u>								
Oct-05/08	3531	307	91.3	29	0								

Tabla 5. Cuadro de Generalidades

- El dato correspondiente a la clasificación del pozo se obtiene de la prognosis, se tiene en cuenta entonces si es un pozo de desarrollo, inyector de agua o appraisal o de avanzada, así como también si este es vertical o desviado.
- La localización del pozo va a depender de la estructura en la cual se encuentra el nuevo pozo, información como el campo y la ubicación de este ya se encuentran definidos con anterioridad para cada campo.
- Los datos de las coordenadas, profundidades, RTE, GL y objetivos pueden obtenerse del informe preliminar en el cual ya fueron diligenciados.
- A continuación las fechas sobre la perforación, el completamiento del pozo, la entrega de la torre y los revestimientos (tubería) utilizados, son enviados por parte del estudiante en práctica de perforación.

10.4. Cargar datos de producción

Este ítem se basa en colocar los datos referentes a la producción del pozo una vez ha completado un mes de producción, se deben diligenciar en el cuadro de generalidades (**PRODUCCIÓN INICIAL**) y son suministrados por el estudiante de yacimientos.

10.5. Cargar Registros CBL y análisis de arenas y arcillas

Ya habiendo cargado los datos de las curvas sin revestimiento es decir cuando el pozo aún no ha sido cementado (Resistivo, Nuclear, Sónico y MFT) en el informe preliminar. Ahora se deben cargar los datos correspondientes al pozo con revestimiento (ya cementado). En los que se encuentra el CBL-VDL-GR-CCL (**Tabla 6**), esta información es proporcionada por el técnico del área de operaciones quien es el encargado de manejar y cargar esta información en la base de datos de Open Works .

Por otra parte también necesario cargar la información correspondiente al Grafico Compuesto generado anteriormente en el informe final, de este se pondrá la fecha del día en que ser realizo la impresión y la escala en que este se encuentra (**Tabla 6**).

Finalmente se debe cargar la información del Análisis de Arenas y Arcillas que se obtiene del memorándum generado por el petrofísico una vez ha realizado el correspondiente estudio de los registros eléctricos que se le tomaron al pozo. Aquí se coloca la fecha en que se genero el memorándum y las profundidades de la base ubicada en la ultima zona analizada y la del tope que corresponde a la primera zona (**Tabla 6**).

INVENTARIO DE LOS REGISTROS DE POZO


COMPANIA	REGISTROS	CORRIDA	FECHA	INTERVALO	ESCALAS
SIN REVESTIMIENTO					
Weatherford	MDL-MMR-CAL-SP-GR Como sigue: <ul style="list-style-type: none"> ▪ DDLB ▪ DSLB ▪ GRGC ▪ CLDC ▪ SPDL ▪ MRSB 	1	22-Agost/08	7931.17' – 590'	1:200 1:500 1:1000
	NUCLEAR MPD-MDN-CAL-GR Como sigue: <ul style="list-style-type: none"> ▪ NPRS ▪ DEN ▪ DCOR ▪ PDPE ▪ GRGC ▪ CLDC 	1	22-Agost/08	7931.87' – 5900'	1:200 1:500 1:1000
	MSS-CAL-GR Como sigue: <ul style="list-style-type: none"> ▪ DTLN ▪ DTLF ▪ GRGC ▪ CLDC 	1	22-Agost/08	7957.59' – 5900'	1:200 1:500
	MFT	1	22-Agost/08	7709.58' - 7130.40'	1:60
CON REVESTIMIENTO					
Weatherford	CBL-VDL-GR-CCL	1	20-Agost/08	7985' - 5875'	1:200
OTROS					
OXY	Gráfico compuesto	1	10-Oct/08	0 – 8045'	1:500
OXY	Análisis de arenas y arcillas	1	01/Sep/08	7982.5 - 6400	

Tabla 6. Inventario de los Registros de pozo.

10.6. Hacer Cross Section (Open works o GGX) y maquillaje en Power Point

La tarea en este ítem es elaborar una Cross Section (Sección estructural) entre tres pozos cercanos dentro de los cuales se encuentra el nuevo pozo (o lo que solicite el Geólogo). Actualmente para todos los campos las X-Sections deben ser elaboradas en Open Works y maquilladas en power point de la siguiente manera:

Ingresar a Open Works:

- Doble click sobre el icono de Open Works  que se encuentra en el escritorio del computador.
- Una vez se ha ingresado a Open Works se abre una miniventana en la cual debe seleccionarse la región en la cual se va a trabajar, en este caso los Llanos, tal como se observa en la **Figura 21**.

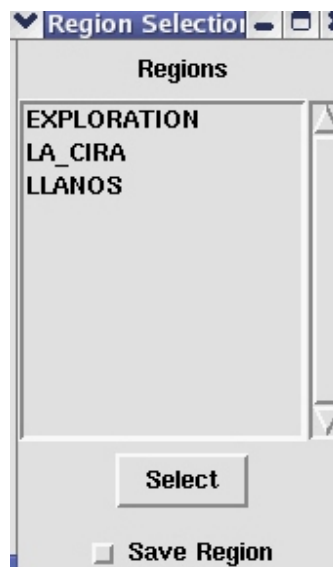


Figura 21. Visualización de la región a seleccionar para trabajar en Open Works.

- Posteriormente se desplegara un menú en el cual se debe seleccionar la opción **Aplications**.
- Se desplegara entonces otro menú en el cual se debe seleccionar la opción **Stratworks**.
- A su vez se desplegara nuevamente un menú en el cual se deben seleccionar las opciones **Interpret** y posteriormente **Correlation**.
- Cuando ya se han seleccionado estas opciones se desplegara una ventana sobre todo el escritorio de Open Works en la cual se visualizaran los pozos de la X-Section.
- Ya en esta ventana se deben seleccionar la siguientes opciones **File** y posteriormente **Setup**. Una vez han sido seleccionadas se desplegara una

ventana (**Figura 22**) en la que es posible escoger los pozos que se visualizaran en la Cross Section, la escala de la misma, los intervalos entre los cuales se realizara, la persona que interpreto los topes, la lista de topes a usar y el template (plantilla utilizada para visualizar las curvas de los registros tomados a cada pozo), la demás información que aparece en esta ventana se deja como aparece por defecto.

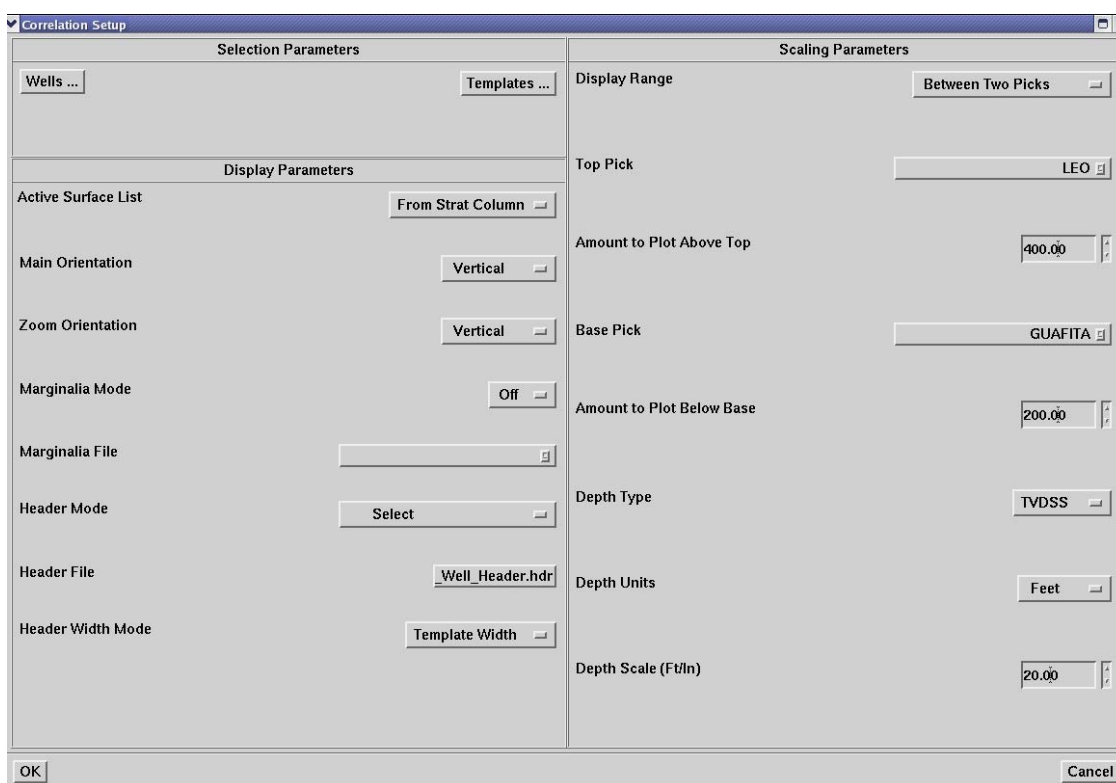


Figura 22. Visualización de la información a seleccionar para generar la Cross Section.

- OK
- Ahora es posible visualizar la Cross Section.
- Finalmente es necesario guardar la Cross Section como una imagen y abrirla en Power Point, donde esta será maquillada con el fin de mejorar la visualización de los topes, los objetivos, la escala, la orientación, los intervalos completados y la distancia entre pozos.
- Una vez se ha maquillado este debe ser el resultado (**Figura 23**):

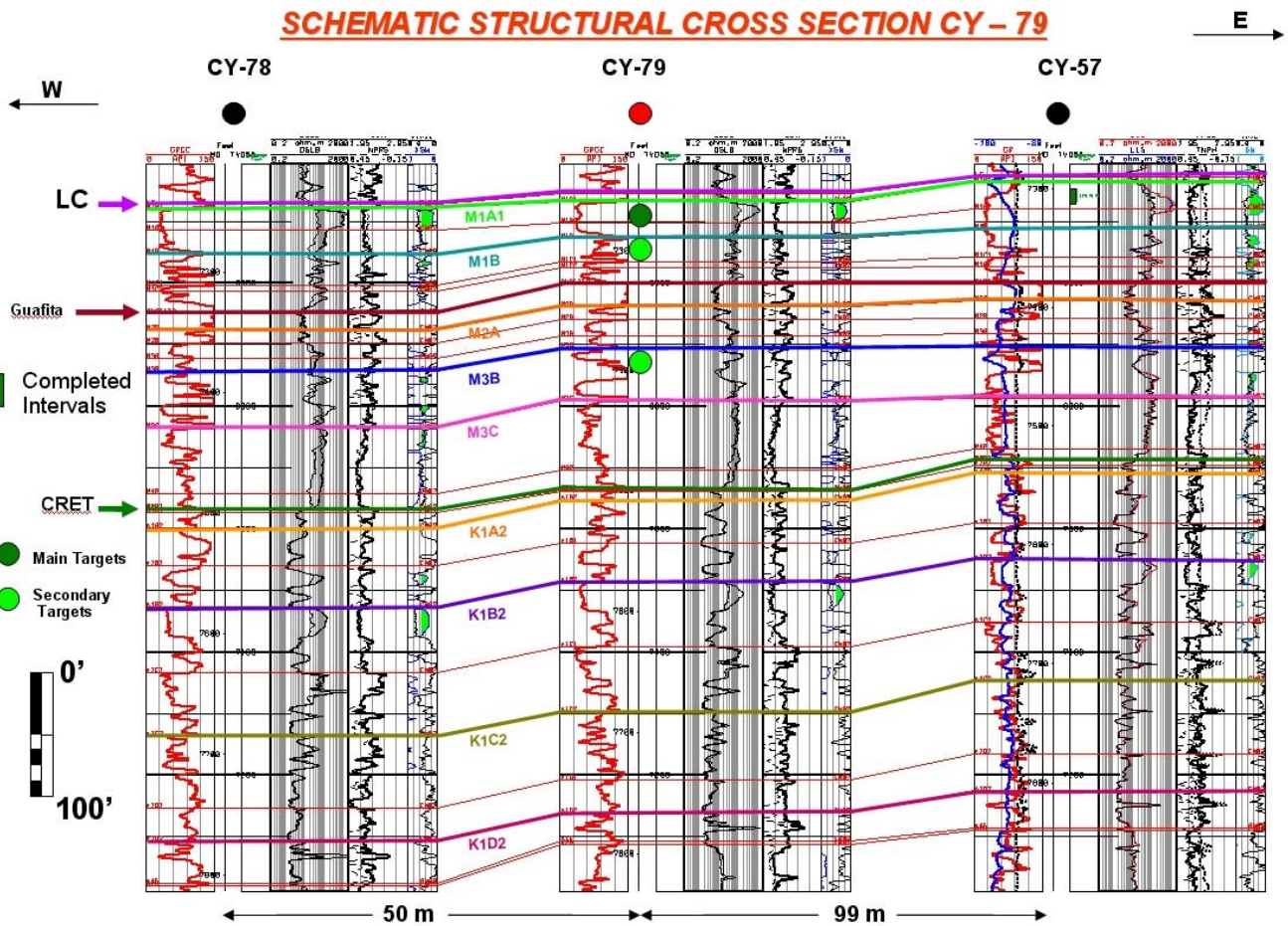


Figura 23. Cross Section final.

10.7. Revisión de la Cross Section por el Geólogo encargado del pozo

Al finalizar la Cross Section, el estudiante debe enviarla en formato Power Point al Geólogo encargado del pozo para su posterior revisión.

10.8. Revisión del Informe Final de Geología por parte del Geólogo encargado del pozo.

Una vez se ha cargado toda la información correspondiente al Informe Final, se deberá enviar al Geólogo encargado del pozo para su posterior revisión y corrección (si existe).

10.9. Enviar Informe Final de Geología (*.doc) y la Cross Section a la asistente del Departamento de Operaciones y a los Ingenieros de Perforación.

Una vez la Cross Section y el Informe Final han sido revisados, se han realizado las correcciones correspondientes (si existen) y ha sido firmado por el Geólogo encargado del pozo esto debe ser enviado a la Asistente del Departamento de Operaciones y a los Ingenieros de Perforación, quienes son los encargados de enviarlos al Ministerio de Minas y a las compañías socias.

11. CONCLUSIONES

- El rol de la persona que esta a cargo del manejo de la información técnica del Departamento de Operaciones de Occidental de Colombia resulta de vital importancia para el optimo desarrollo de las labores de la Compañía, no solamente de tipo administrativo si no también Operativo, puesto que del buen manejo que se le de a esta va a depender la disponibilidad y coherencia de la misma que será de gran importancia en el momento en que es necesario tomar decisiones tanto preliminares como finales con respecto a un pozo.
 - Realizar el respectivo control de calidad a la información preliminar y final (Ej. Coordenadas, Registros Eléctricos) permite el uso confiable de esta en la toma de decisiones y análisis de los proyectos a desarrollar.
 - La actualización continua y correcta de la información cargada en las bases de datos facilita su utilización por parte de todo el equipo del Departamento de Operaciones de manera oportuna y unificada.
 - La recopilación de todos los datos correspondientes a un pozo, en Gráficos Compuestos e Informes Finales, constituye el análisis de toda la información recibida a partir de la perforación del pozo y el comportamiento del mismo durante su producción, puesto que esta compila los resultados obtenidos desde el punto de vista geológico y constituye un formato que asocia la información de registros eléctricos, geológica y dinámica de una manera practica y funcional.
-

12. BIBLIOGRAFÍA

- Gabela, V.H., 1985 Campo Caño Limón Llanos Orientales Colombia, II Simposio Bolivariano de exploración petrolera en cuencas subandinas, Memorias, Tomo 1.
 - Villa M., Estudio estructural del sistema de fallas de Caño Limón en el área de Cravo norte, Tesis de pregrado, Universidad de Caldas, 2000.
 - ARCO-ECOPETROL., Joint study petroleum systems of the Northern Llanos Basin Colombia., 1999.
 - Chermak Andy, notas de trabajo, inédito, Occidental de Colombia INC.
-

