



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**MAESTRÍA EN PETRÓLEOS**

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA  
LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA SBT SEGMENTED  
BOND TOOL EN EL ECUADOR**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN  
PETRÓLEOS MENCIÓN EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN E  
INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS**

**MARIA FERNANDA ROBALINO LOVATO**

**DIRECTOR: Ing. Victor Fernando Pinto Toscano, Mgt**

**Quito, mayo del 2020**

© Universidad UTE. 2020

Reservados todos los derechos de reproducción.

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1719378380
<b>APELLIDO Y NOMBRES:</b>	ROBALINO LOVATO MARIA FERNANDA
<b>DIRECCIÓN:</b>	Shyris y Portugal edificio Cosmopolitan
<b>EMAIL:</b>	fernanda.rl89@live.com
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	02-3330373
<b>TELÉFONO MOVIL:</b>	0986429999

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA SBT SEGMENTED BOND TOOL EN EL ECUADOR
<b>AUTOR O AUTORES:</b>	MARÍA FERNANDA ROBALINO LOVATO
<b>FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:</b>	Mayo del 2020
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:</b>	Ing. Victor Fernando Pinto Toscano
<b>PROGRAMA</b>	<b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	MAGISTER EN PETRÓLEOS MENCIÓN EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS
<b>RESUMEN: Mínimo 250 palabras</b>	<p>Después de que cada sección del pozo se perfora, antes de bajar el revestimiento y cuando se ha alcanzado la profundidad total de un pozo, se toman una serie de registros eléctricos su función principal es obtener información de evaluación de la formación y el reservorio para la condición del hueco.</p> <p>La tecnología en registros eléctricos como: Gamma Ray-CCL-CBL, son herramientas que no logran detectar las características básicas o integridad de la cementación, la intervención de estos registros no genera información en sus lecturas si hay que hacer una cementación remedial o squeeze su objetivo es eliminar la intrusión de agua y/o gas al intervalo productor, como resultado se puede dañar el pozo y la producción puede ser baja, los costos de esta oscilan en 1 000 000 USD. Por lo antes indicado se</p>

	<p>vio la necesidad de introducir nuevas tecnologías y la herramienta de registros como Segmented Bond Tool SBT para reducir la incertidumbre en la evaluación de la integridad de cementación, utilizando almohadillas, es básicamente independiente, es una herramienta exocéntrica, de tecnología avanzada, altamente tolerante a varios sistemas de lodo, llega a las formaciones de bajo tiempo de tránsito. El registro SBT indica el historial del pozo facilitando como información clave para saber si hay o no petróleo por lo cual esta herramienta es muy importante ya que ahorra tiempo, dinero y genera seguridad de los intervalos de interés a disparar. El objetivo principal de este trabajo fue describir la corrida de armado con la herramienta Segmented Bond Tool SBT en los pozos YRC A-013 del campo Yuralpa - OSO-151 del campo Oso. Exposición de cada una de las herramientas de registros eléctricos convencionales como: GAMMA RAY-CCL-VDL-CBL. Definición de la herramienta Segmented Bond Tool SBT de la tecnología avanzada sus beneficios en operación. Factores que afectan los registros con cable. Tiempos operacionales de la herramientas. Análisis e interpretación de las curvas corridas MIN DELTA - MAX DELTA – SPEED – ATMN – ATAV – AMAV – AMP AMAV, para establecer la calidad de la cementación. Análisis económico y factibilidad económica con los ingresos y costos operativos, para determinar la rentabilidad del servicio de los registros de evaluación de cemento. Se analiza el ahorro en base a tiempo y operación de forma porcentual. La herramienta Segmented Bond Toll SBT al ser una tecnología sofisticada el éxito de su corrida o empleo radica en el uso apropiado o interpretación.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Registros eléctricos, Segmented Bond Tool SBT, herramientas exocéntricas, tiempo de tránsito.</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>After each section of the well is drilled, before the casing is lowered, and when the full depth of a well has been reached, a series of electrical logs are taken. Their primary function is to obtain formation and reservoir evaluation information for the gap condition. The technology in electrical records such as: Gamma Ray-CCL-CBL, are tools that fail to detect the basic characteristics or integrity of the cementation, the intervention of these registers does not generate information in their readings if a remedial cementation or</p>



	<p>squeeze their The objective is to eliminate the intrusion of water and / or gas into the producer interval, as a result the well may be damaged and production may be low, its costs range from USD 1,000,000. Due to the aforementioned, there was a need to introduce new technologies and the registration tool such as Segmented Bond Tool SBT to reduce uncertainty in the evaluation of cementing integrity, using pads, it is basically independent, it is an exocentric tool, with advanced technology. Highly tolerant to various mud systems, it reaches low transit time formations. The SBT record indicates the history of the well, providing as key information to know whether or not there is oil, so this tool is very important since it saves time, money and generates security of the interest intervals to shoot. The main objective of this work was to describe the assembly run with the Segmented Bond Tool SBT in wells YRCA-013 in the Yuralpa field - OSO-151 in the Oso field. Exposure of each of the conventional electrical recording tools such as: GAMMA RAY-CCL-VDL-CBL. Definition of the Segmented Bond Tool SBT of advanced technology its benefits in operation. Factors that affect wired records. Tool operating times. Analysis and interpretation of running curves MIN DELTA - MAX DELTA - SPEED - ATMN - ATAV - AMAV - AMP AMAV, to establish the quality of cementation. Economic analysis and economic feasibility with income and operating costs, to determine the profitability of the service of cement evaluation records. Savings are analyzed based on time and operation as a percentage. The Segmented Bond Toll SBT tool being a sustained technology the success of your run or employment lies in the proper use or interpretation.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p>	<p>Electric logs, Segmented Bond Toll SBT, exocentric tools, transit time.</p>

Se autoriza la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio digital de la institución.

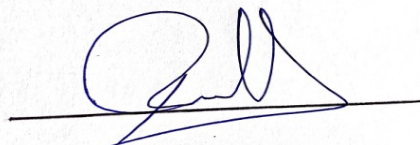


ROBALINO LOVATO MARIA FERNANDA  
1719378380

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo **ROBALINO LOVATO MARIA FERNANDA**, CC. **1719378380** autora del trabajo de titulación **Análisis de Factibilidad Técnica y Económica para la Implementación de Tecnología SBT Segmented Bond Tool en el Ecuador** previo a la obtención del grado de **Magister en Petróleos Mención en Procesos de Producción e Industrialización de Hidrocarburos** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

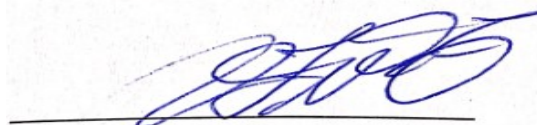


ROBALINO LOVATO MARIA FERNANDA

C.I. 171937838-0

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título: **Análisis de Factibilidad Técnica y Económica para la Implementación de Tecnología SBT Segmented Bond Tool en el Ecuador**”, para aspirar al grado de **MAGISTER EN PETRÓLEOS MENCIÓN EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS**, fue desarrollado por **ROBALINO LOVATO MARIA FERNANDA**, bajo mi dirección y supervisión, en la Maestría en Petróleos de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



**Ing. Víctor Fernando Pinto Toscano**

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

**C.I. 1713106936**



Oficio Nro. SLN-GOWIRELINE-2020- 886425-OFI  
Quito, D.M., 20 de mayo de 2020

**Señor Ingeniero  
Fausto Rene Ramos Aguirre  
Universidad UTE**

De mi consideración:

Por medio de la presente, me dirijo a usted con el fin de certificar que el trabajo de titulación denominado "ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA SBT SEGMENTED BOND TOOL EN EL ECUADOR". Fue realizado en el Campo Yuralpa y Campo Oso, por la Señorita Ingeniera María Fernanda Robalino Lovato con C.C 1719378380, previo a la obtención del título de Maestría en Petróleos Mención en Procesos de Producción e Industrialización de Hidrocarburos de la Universidad UTE.

Para la empresa Sólidos y Lodos Nacionales S.A, es importante reconocer que el análisis de implementación de la tecnología de la herramienta Segmented Bond Tool es de gran interés para las operadoras, técnicos, estudiantes que pueden tener acceso a este proyecto de trabajo de titulación.

De antemano agradezco la atención prestada.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Freddy Robalino', written over a horizontal line.

Ing. Freddy Fernando Robalino  
PRESIDENTE  
SOLIDOS Y LODOS NACIONALES S.A  
Cc: 1801607571  
Email: [frobalino@sln-ec.com](mailto:frobalino@sln-ec.com)

## **DEDICATORIA**

Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis Padres Freddy y Cecilia que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez y a mi estrella que desde el cielo me ilumina y guía mi vida le dedico esta tesis.

También quiero agradecer a la Universidad UTE, directivos y profesores por la organización del programa de Maestría EN PETRÓLEOS MENCIÓN EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS

## **AGRADECIMIENTOS**

“Lo que separa a los emprendedores exitosos de los no exitosos es pura perseverancia.”

Al finalizar este trabajo de titulación me invade una gran satisfacción personal en mi vida es para mí un motivo de orgullo poder expresar mi gratitud a quienes estuvieron presentes y fueron pilares fundamentales para alcanzar este objetivo.

**Agradezco a Dios**, por darme la vida, por otorgarme todas las personas que tengo a mi alrededor .

**A mis Padres, Freddy y Cecilia**, por haberme guiado con su ejemplo y valores en el transcurso de mi vida, por su amor, su comprensión y su apoyo incondicional. Gracias por ser los mejores padres.

**A la Universidad UTE**, por ser parte del gran grupo de estudiantes, por su aporte individual no solamente en el desarrollo de mi tesis sino en la formación profesional y como persona.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 REGISTROS DE TEMPERATURA PARA CEMENTO	3
1.2 REGISTROS DE BONOS CEMENTADO (CBL) –REGISTRO DE DENSIDAD VARIABLE	4
1.3 HERRAMIENTAS DE MAPEO DE CEMENTO REGISTRO DE MAPEO DE CEMENTO ULTRASÓNICO (CET) - REGISTRO DE MAPEO DE CEMENTO (CMT)- HERRAMIENTA DE ECO PULSO (PET)	4
1.4 REGISTROS DE IMÁGENES ULTRA SONICAS LA HERRAMIENTAS DE IMAGEN ULTRASÓNICAS (USI) Y LA HERRAMIENTAS DE AGUJERO ULTRASÓNICO DE IMÁGENES DEL POZO (UBI).	5
1.5 DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE 7, CAMPO OSO	6
1.6 DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE 21, CAMPO YURALPA	7
1.7 OBJETIVOS	8
1.7.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.7.2OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>9</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO- ARMADO DE LA CORRIDA DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL SBT	10
2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE REGISTROS ELECTRICOS CONVENCIONALES (GAMMA RAY-CCL-VDL-CBL)	10
2.2.1 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO GAMMA RAY	10

2.2.2 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO LOCALIZADOR DE LOS COLLARES DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CCL)	10
2.2.1.1 Atenuación	10
2.2.1.2 Normalización	11
2.2.3 INTERPRETACIÓN DE HERRAMIENTA DEL REGISTRO DE DENSIDAD VARIABLE (VDL)	11
2.3.1.1 Casing Libre	11
2.3.1.2 Buena Adherencia	11
2.2.4 INTERPRETACIÓN DE HERRAMIENTA DE REGISTRO DE ADHERENCIA DE CEMENTO O CBL (CEMENT BOND LOG)	11
2.2.5 INTERPRETACIÓN DE HERRAMIENTA CENTRALIZADORES	12
2.3 APLICACIÓN DEL SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL- SBT-VDL-CBL) EN LOS POZOS DE INTERES	12
2.3.1 CORRIDA DE LAS HERRAMIENTAS (GR-CCL- SBT-VDL-CBL) EN EL POZO YRCA-013 CAMPO YURALPA	12
2.3.2 CORRIDA DE LAS HERRAMIENTAS (GR-CCL- SBT-VDL-CBL) EN EL POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO	12
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA AVANZADA SUS BENEFICIOS EN OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL SBT.	12
2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS DEL CAMPO YURALPA Y CAMPO OSO	13
2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA	13
2.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO.	13
2.6 CORRIDA DE REGISTROS ELECTRICOS PARA LA EVALUACIÓN DE CEMENTO DE LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA y OSOA-151 DEL CAMPO OSO	15
2.6.1 POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA	15
2.6.2 POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO	15



	<b>PÁGINA</b>
2.7 PETROFÍSICA DEL POZO DE LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA Y OSO A-151 DEL CAMPO OSO	15
2.7.1 POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA	15
2.7.2 POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO	16
2.8 INTERVALOS DE INTERES LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA y OSOA-151 DEL CAMPO OSO	16
2.8.1 YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA	16
2.8.2 OSOA-151 DEL CAMPO OSO	17
2.9 FACTORES QUE AFECTAN LOS REGISTROS CON CABLE	17
2.9.1 GEMOCOS	17
2.9.2 MICROANILLOS	17
2.10 TIEMPOS OPERACIONALES DE LAS HERRAMIENTAS	17
2.11 CURVAS CORRIDAS (PARA ESTABLECER LA CALIDAD DE LA CEMENTACIÓN)	18
2.12 ANÁLISIS ECONÓMICO	17
2.12.1 RENTABILIDAD DEL PROYECTO	18
2.12.1.1 Flujo Neto de Caja	18
2.12.1.2 Valor Actual Neto (VAN)	19
2.12.1.3 Tasa Interna de Retorno TIR	19
2.12.1.4 Relación Costo – Beneficio	20
2.12.1.5 Tiempo de Recuperación de la Inversión	20
2.12.2 ARBOL DE DECISIONES	20
2.12.3 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	20
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
3.1 DISEÑO DE LA SARTA SBT STRING DEL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA Y EL POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO	21
3.2 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y APLICACIÓN DEL SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-VDL-CBL- CENTRALIZADORES)	24
3.2.1 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA GAMMA RAY (gr)	24

3.2.2 INTERPRETACIÓN HERRAMIENTA LOCALIZADOR DE LOS COLLARES DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CCL)	24
3.2.2.1 Atenuación Amplitud CBL	25
3.2.2.2 Normalización	25
3.2.3 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DENSIDAD VARIABLE (VDL)	26
3.2.3.1 Casing Libre	26
3.2.3.2 Buena Adherencia	26
3.2.4 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO DE ADHERENCIA DE CEMENTO O CBL (CEMENT BOND LOG)	27
3.2.5 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA CENTRALIZADORES	27
3.3 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y APLICACIÓN DEL SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN LOS INTERVALOS DE INTERES	28
3.3.1 APLICACIÓN SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN EL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA	28
3.3.2 APLICACIÓN SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN EL POZO POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO	29
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA AVANZADA SUS BENEFICIOS EN OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL SBT.	30
3.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL (SBT)	311
3.4.1.1 Highcut	322
3.4.1.2 Lowcut	322
3.4.2 VENTAJAS DEL REGISTRO SEGMENTED BOND TOLL SBT	322
3.4.3 INTERPRETACIÓN DEL SEGMENTED BOND TOLL SBT	322
3.4.4 CURVAS DEL REGISTRO SEGMENTED BOND TOLL SBT	333
3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS DEL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA	33
3.5.1 ZONA 1: INTERVALOS DISPARADOS DE 7 650 pies A 7 734 pies DEL POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA	333
3.5.2 ZONA 2: INTERVALOS DISPARADOS DE 7 920 pies A 8 050 pies DEL POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA	34
3.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS DEL POZO OSO A-151 CAMPO OSO	36

	<b>PÁGINA</b>
3.6.1 ZONA 1: INTERVALO DE 9 500 pies A 9 602 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	366
3.6.2 ZONA 2 : INTERVALOS DE 9 800 pies a 9 850 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	377
3.6.3 ZONA 3: INTERVALOS DE 9 850 pies a 9 930 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	38
3.6.4 ZONA 4: INTERVALOS DE 9 930 pies a 10 000 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	39
3.7 CORRIDA DE REGISTROS ELECTRICOS PARA LA EVALUACION DE CEMENTO	40
3.7.1 EVALUACIÓN DE CEMENTO POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA	40
3.7.2 EVALUACIÓN DE CEMENTO POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO	40
3.8 PETROFISICA DE LAS ZONAS DE INTERÉS	41
3.8.1 PETROFISICA DEL POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA	41
3.8.2 PETROFÍSICA DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	42
3.9 INTERVALOS DE INTERES DEL POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA	43
3.9.1 ZONA 1: INTERVALO DE 7 734 pies a 7 840 pies CAMPO YURALPA	43
3.9.2 ZONA 2: INTERVALO DE 7 900 pies a 8 060 pies INTERVALOS DE INTERES: 7 937 pies – 7 944 pies (7 pies); 7 952 pies-7 991 pies (39 pies); 7 995 pies- 8 013 pies (18 pies)	44
3.10 INTERVALOS DE INTERES DEL POZO OSO A-151	45
3.10.1 ZONA 1: INTERVALO DE 9 570 pies A 9 650 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	45
3.10.2 ZONA 2: INTERVALO DE 9 650 pies A 9 770 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO	45
3.10.3 ZONA 3: INTERVALO DE 7 900 pies a 8 060 pies INTERVALOS DE INTERES: 7 937 pies – 7 944 pies (7 pies); 7 952 pies – 7 991 pies (39 pies); 7 995 pies – 8 013 pies (18 pies)	46
3.11 FACTORES QUE AFECTAN LAS MEDICIONES DE LOS REGISTROS CON CABLE	47
3.11.1 LOS GEMOCOS	47

	<b>PÁGINA</b>
3.11.2 MICROANILLOS	48
3.11.2.1 Como evitar el efecto de Microanillos	48
3.12 TIEMPOS OPERACIONALES DE LAS HERRAMIENTAS	48
3.12.1 RIG UP	48
3.12.2 RIG DOWN	49
3.13 INTERPRETACIÓN DE LA CURVAS CORRIDAS (MINDELTA-MAXDELTA-SPEED-ATMN- ATAV-AMAV-AMP AMAV)	49
3.13.1 INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS MIN DELTA DTMN(lb/pie)	49
3.13.2 INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS MAX DELTA(lb/pie)	50
3.13.2.1 Tiempo de Transito	50
3.13.3 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA SPEED (pie/min)	51
3.13.4 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA ATMN (dB/pie)	51
3.13.5 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA ATAV (dB/pie)	51
3.13.6 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA AMAV (mV)	51
3.13.7 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA -AMP AMAV (mV)	52
3.14 ANÁLISIS ECONÓMICO	52
3.14.1 RENTABILIDAD DEL PROYECTO	52
3.14.1.1 Evaluación del pozo YRCA-13 DEL Campo Yuralpa	52
3.14.1.2 Evaluación del pozo OSO A-151 del Campo Oso	54
3.14.2 ARBOL DE DESICIONES	55
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
4.1 CONCLUSIONES	56
4.2 RECOMENDACIONES	57
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
<b>Tabla 1.</b>	Descripción del pozo YRC A-013 del campo Yuralpa	13
<b>Tabla 2.</b>	Descripción del pozo OSO A-151 campo Oso	13
<b>Tabla 3.</b>	Calidad del cemento.	14
<b>Tabla 4.</b>	Especificación casing API tubería con medida de 9 5/8 pulgadas	14
<b>Tabla 5.</b>	Especificación casing API tubería con medida de 7 pulgadas	15
<b>Tabla 6.</b>	Características de la herramienta Segmented Bond Tool	31
<b>Tabla 7.</b>	Flujo de caja del proyecto Resultados del pozo YRC A-013 del campo Yuralpa.	54
<b>Tabla 8.</b>	Indicadores financieros-económicos del pozo YRC A-13 del campo Yuralpa	53
<b>Tabla 9.</b>	Flujo de caja del proyecto Resultados del pozo Oso A-151 del campo Oso	54
<b>Tabla 10.</b>	Indicadores financieros-económicos del pozo YRC A-13 del campo Yuralpa	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del Bloque 7.	6
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica del Bloque 21.	7
<b>Figura 3.</b> Metodología de ingeniería concurrente	9
<b>Figura 4.</b> Interpretación del (SBT), ESPESOR = en el eje de las x, y la ATENUACIÓN=en el eje de las y.	15
<b>Figura 5.</b> Armado o string del armado de las herramientas (GR-CCL-CBL-VDL-SBT-TRANSDUCTORES).	23
<b>Figura 6.</b> Herramienta Localizador de los collares de la tubería de revestimiento (CCL).	25
<b>Figura 7.</b> Herramienta de densidad variable VDL.	26
<b>Figura 8.</b> Herramienta registro de Adherencia de cemento CBL	28
<b>Figura 9.</b> Aplicación set de herramientas (GR-CCL-SBT-VDL-CBL), intervalos de 7 937 pies-8 060 pies	27
<b>Figura 10.</b> Aplicación set de herramientas (GR-CCL-SBT-VDL-CBL), intervalos de 9 816 pies-9 861 pies	29
<b>Figura 11.</b> Herramienta Segmented Bond Tool.	30
<b>Figura 12.</b> Zona 1 de: 7 650 pies – 7 734 Pies del campo Yuralpa.	33
<b>Figura 13.</b> Zona 1: Interpretación del (SBT), ESPESOR = 0.362, ATENUACIÓN= 10 del campo Yuralpa	34
<b>Figura 14.</b> Zona 2: de 7920 pies – 8 050 pies del campo Yuralpa.	34

<b>Figura 15.</b>	Zona 2: Interpretación del (SBT), ESPESOR = 0.362, ATENUACIÓN= 10 del campo Yuralpa.	35
<b>Figura 16.</b>	Zona 1 de: 9 500 pies – 9 602 pies del campo Oso.	36
<b>Figura 17.</b>	Zona 1 Interpretación del (SBT), ESPESOR = 0.472, ATENUACIÓN= 7 del campo Oso.	36
<b>Figura 18.</b>	Zona 2 de: 9 800 pies – 9 850 pies del campo Oso.	37
<b>Figura 19.</b>	Zona 2: Interpretación del (SBT). ESPESOR = 0.362, ATENUACIÓN= 14 del campo Oso.	37
<b>Figura 20.</b>	Zona 3 de: 9 850 pies – 9 930 pies del campo Oso.	38
<b>Figura 21.</b>	Zona 3 Interpretación del (SBT). ESPESOR = 0.362, ATENUACIÓN= 14 del campo Oso.	38
<b>Figura 22.</b>	Zona 4 de: 9 930 pies – 10 000 pies	39
<b>Figura 23.</b>	Zona 4. Interpretación del (SBT), ESPESOR = 0.362, ATENUACIÓN= 5 del campo Oso.	39
<b>Figura 24.</b>	Petrofísica del pozo YRC A-013 en el campo Yuralpa.	41
<b>Figura 25.</b>	Petrofísica del pozo Oso A-151 en el campo Oso.	42
<b>Figura 26.</b>	Zona 1 Intervalo de 7 734 pies a 7 840 pies del campo Yuralpa	43
<b>Figura 27.</b>	Zona 2 Intervalo de 7 900 pies a 8 060 pies del campo Yuralpa	44
<b>Figura 28.</b>	Zona 1: Intervalos de : 9 570 pies a 9 650 pies del pozo del Campo Oso	45
<b>Figura 29.</b>	Zona 2 Intervalos de: 9 570 pies a 9 650 pies del campo Oso	45
<b>Figura 30.</b>	Zona 3: Intervalos de: 7 900 pies a 806 pies	46
<b>Figura 31.</b>	Gemocos	47

<b>Figura 32.</b>	Interpretación la curva MAX DELTA DTMX.	50
<b>Figura 33.</b>	Árbol de decisiones pozo YRCA-013 del campo Yuralpa	55
<b>Figura 34.</b>	Árbol de decisiones pozo OSO A-151 del campo Oso	55



## RESUMEN

Después de que cada sección del pozo se perfora, antes de bajar el revestimiento y cuando se ha alcanzado la profundidad total de un pozo, se toman una serie de registros eléctricos su función principal es obtener información de evaluación de la formación y el reservorio para la condición del hueco.

La tecnología en registros eléctricos como: Gamma Ray-CCL-CBL, son herramientas que no logran detectar las características básicas o integridad de la cementación, la intervención de estos registros no genera información en sus lecturas si hay que hacer una cementación remedial o squeeze su objetivo es eliminar la intrusión de agua y/o gas al intervalo productor, como resultado se puede dañar el pozo y la producción puede ser baja, los costos de esta oscilan en 1 000 000 USD. Por lo antes indicado se vio la necesidad de introducir nuevas tecnologías y la herramienta de registros como Segmented Bond Tool SBT para reducir la incertidumbre en la evaluación de la integridad de cementación, utilizando almohadillas, es básicamente independiente, es una herramienta exocéntrica, de tecnología avanzada, altamente tolerante a varios sistemas de lodo, llega a las formaciones de bajo tiempo de tránsito. El registro SBT indica el historial del pozo facilitando como información clave para saber si hay o no petróleo por lo cual esta herramienta es muy importante ya que ahorra tiempo, dinero y genera seguridad de los intervalos de interés a disparar. El objetivo principal de este trabajo fue describir la corrida de armado con la herramienta Segmented Bond Tool SBT en los pozos YRC A-013 del campo Yuralpa - OSO-151 del campo Oso. Exposición de cada una de las herramientas de registros eléctricos convencionales como: GAMMA RAY-CCL-VDL-CBL. Definición de la herramienta Segmented Bond Tool SBT de la tecnología avanzada sus beneficios en operación. Factores que afectan los registros con cable. Tiempos operacionales de la herramientas. Análisis e interpretación de las curvas corridas MIN DELTA - MAX DELTA – SPEED – ATMN – ATAV – AMAV – AMP AMAV, para establecer la calidad de la cementación. Análisis económico y factibilidad económica con los ingresos y costos operativos, para determinar la rentabilidad del servicio de los registros de evaluación de cemento. Se analiza el ahorro en base a tiempo y operación de forma porcentual. La herramienta Segmented Bond Toll SBT al ser una tecnología sofisticada el éxito de su corrida o empleo radica en el uso apropiado o interpretación.

**Palabras clave:** Registros eléctricos, Segmented Bond Tool SBT, herramientas exocéntrica, tiempo de tránsito.

## ABSTRACT

After each section of the well is drilled, before the casing is lowered, and when the full depth of a well has been reached, a series of electrical logs are taken. Their primary function is to obtain formation and reservoir evaluation information for the gap condition.

The technology in electrical records such as: Gamma Ray-CCL-CBL, are tools that fail to detect the basic characteristics or integrity of the cementation, the intervention of these registers does not generate information in their readings if a remedial cementation or squeeze their. The objective is to eliminate the intrusion of water and / or gas into the producer interval, as a result the well may be damaged and production may be low, its costs range from USD 1,000,000. Due to the aforementioned, there was a need to introduce new technologies and the registration tool such as Segmented Bond Tool SBT to reduce uncertainty in the evaluation of cementing integrity, using pads, it is basically independent, it is an exocentric tool, with advanced technology. Highly tolerant to various mud systems, it reaches low transit time formations. The SBT record indicates the history of the well, providing as key information to know whether or not there is oil, so this tool is very important since it saves time, money and generates security of the interest intervals to shoot. The main objective of this work was to describe the assembly run with the Segmented Bond Tool SBT in wells YRCA-013 in the Yuralpa field - OSO-151 in the Oso field. Exposure of each of the conventional electrical recording tools such as: GAMMA RAY-CCL-VDL-CBL. Definition of the Segmented Bond Tool SBT of advanced technology its benefits in operation. Factors that affect wired records. Tool operating times. Analysis and interpretation of running curves MIN DELTA - MAX DELTA - SPEED - ATMN - ATAV - AMAV - AMP AMAV, to establish the quality of cementation. Economic analysis and economic feasibility with income and operating costs, to determine the profitability of the service of cement evaluation records. Savings are analyzed based on time and operation as a percentage. The Segmented Bond Toll SBT tool being a sustained technology the success of your run or employment lies in the proper use or interpretation.

**Keywords:** Electrical records, Segmented Bond Tool SBT, exocentric tools, transit time.

## **INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

Los registros de integridad de cemento se ejecutan para determinar la calidad de la unión de cemento con la carcasa de producción para poder evaluar el relleno de cemento, una mala unión de cemento puede permitir que fluidos no deseados ingresen al pozo. Los registros de integridad de cemento hoy en día vienen en cuatro áreas :

- Registros de unión de cemento (CBL).
- Registro de mapeo de cemento (CMT).
- Registro de mapeo de cemento ultrasónico (CET).
- Registro de imágenes ultrasónicas (USI-RBT).

Los registros de temperatura se usaban para ubicar la parte superior del cemento, el exceso de porosidad en el registro del pozo entubado podría indicar un relleno deficiente (canales) o contaminación de lodo. Los primeros registros sónicos aparecieron alrededor de 1958 y su uso para la integridad de cemento se cuantificó en 1962. En la década de 1970 apareció la herramienta de enlace segmentado utiliza ocho o más receptores acústicos alrededor de la circunferencia de la herramienta de registro para obtener la amplitud de la señal en segmentos direccionales, la amplitud de la señal promedio todavía proporciona el índice de enlace y la resistencia a la comprensión, las amplitudes individuales se muestran como un mapa de cemento para determinar la ubicación de los canales, la contaminación y la falta de cemento. Existe una versión ultrasónica de la herramienta de mapeo de cemento esta utiliza un transductor acústico giratorio para obtener imágenes para el mapeo de cemento en pozo abierto, la señal se procesa para obtener la impedancia acústica de la cubierta de cemento y se mapea para mostrar el cemento, la herramienta indica la presencia de canales con más fidelidad que la herramienta de unión segmentada y permite el análisis de espuma y cementos extendidos. Los reflejos acústicos individuales de la pared interior y exterior de la tubería proporcionan un registro del espesor de la tubería, útil para localizar corrosión, perforaciones y fugas en la carcasa.

## 1.1 REGISTROS DE TEMPERATURA PARA CEMENTO

Dado que el cemento emite calor a medida que se cura, el registro de temperatura se utilizó para proporcionar evidencia de que el pozo estaba cementado a un nivel que cumplía con las expectativas requeridas.

## **1.2 REGISTROS DE BONOS CEMENTADO (CBL) – REGISTRO DE DENSIDAD VARIABLE**

Todavía se ejecutan hoy en día porque son relativamente económicos, determinan la amplitud de la señal, la atenuación de pulsos acústicos de 20-30 kHz que se propagan axialmente a lo largo de la carcasa entre un solo transmisor y un solo receptor, el índice de unión y la resistencia a la comprensión del cemento.

El registro de densidad variable (VDL), indica las formas de las ondas acústicas, proporciona una indicación visual de la tubería libre o unida, muestra los efectos de formaciones rápidas, tuberías descentralizadas. La pantalla se crea transformando la forma de la onda sónica en cada nivel de profundidad en serie de tonos en colores.

Blanco-gris-negro representa la amplitud de cada pico y valle en la forma de la onda.

- Gris representa que la amplitud de la onda es cero.
- Blanca representa que la amplitud de la onda es negativa.
- Negra representa que la amplitud de la onda es positiva.

Los registros eran analógicos, los registros modernos transmiten y registran formas de ondas digitalizadas que se pueden procesar o volver a mostrar para poder mejorar su apariencia.

## **1.3 HERRAMIENTAS DE MAPEO DE CEMENTO REGISTRO DE MAPEO DE CEMENTO ULTRASÓNICO (CET) - REGISTRO DE MAPEO DE CEMENTO (CMT)- HERRAMIENTA DE ECO PULSO (PET)**

El registro de mapeo de cemento ultrasónico (CET) - Registro de mapeo de cemento (CMT), continúan utilizando muchas de las características de los registros de unión de cemento (CBL), una nueva característica es que proporcionan una imagen circunferencial que representa la calidad del cemento o falta de ella. La herramienta ultrasónica (USI), una rama de registro de imagen acústica de pozo abierto. El Registro de mapeo de cemento ultrasónico (CET), utiliza principios de registro sónico convencionales con mediciones paralelas al eje de la herramienta.

La herramientas de registro de mapeo de cemento (CMT), usan un sistema de eco pulso ultrasónico que mide radialmente, con seis a ocho transductores radialmente espaciados.

Hay tres tipos de herramientas de mapeo de cemento.

- El (CMT) funciona con los mismos principios acústicos que el (CBL), pero utiliza receptores acústicos orientados para recuperar datos de amplitud de 6-8 o diez direcciones radiales, la curva de amplitud promedio se usa de la misma manera que un (CBL) para obtener la atenuación, índice de unión y resistencia a la compresión del cemento.
- El Registro de mapeo de cemento ultrasónico (CET), utiliza pulsos acústicos ultrasónicos y mide radialmente en lugar de axialmente, utiliza ocho transductores ultrasónicos que funcionan como transmisores y receptores se colocan radialmente alrededor de la sonda CET a 45 grados de separación, cada transductor emite un haz de energía ultrasónica en una banda de 300 a 600 kHz, que cubre el rango de frecuencia resonante de la mayoría de los receptores de la carcasa de los campos petroleros.
- Registro de unión de cemento giratoria (RBT) o el registro de imágenes ultrasónicas (USI).

Las herramientas tipo USI utilizan un concepto de eco pulso y cabezal giratorio. Se hace un mapa de cemento a partir de la amplitud de los receptores individuales para ubicar canales y vacíos en el cemento.

#### **1.4 REGISTROS DE IMÁGENES ULTRASÓNICAS LA HERRAMIENTAS DE IMAGEN ULTRASÓNICAS (USI) Y LA HERRAMIENTAS DE AGUJERO ULTRASÓNICO DE IMÁGENES DEL POZO (UBI)**

El USI es una herramienta de mapeo de unión de cemento de pozo entubado con un rendimiento similar al registro de mapeo de cemento ultrasónico (CET), pero con una cobertura más completa del pozo.

Las herramientas de agujero ultrasónico de imágenes del pozo (UBI), es una herramienta de agujero abierto para la formación de imágenes, son físicamente similares entre sí pero usan diferentes transductores.

Este tipo de herramienta a veces se denomina herramienta de unión de giratoria (RBT), son el estado actual de la técnica para el mapeo de integridad del cemento y revestimiento, el cabezal giratorio es el estado actual de la técnica para el mapeo de integridad del cemento y revestimiento, el cabezal giratorio ofrece una resolución circunferencial mayor que la clase de herramientas segmentadas como: Registro de mapeo de cemento (CMT)

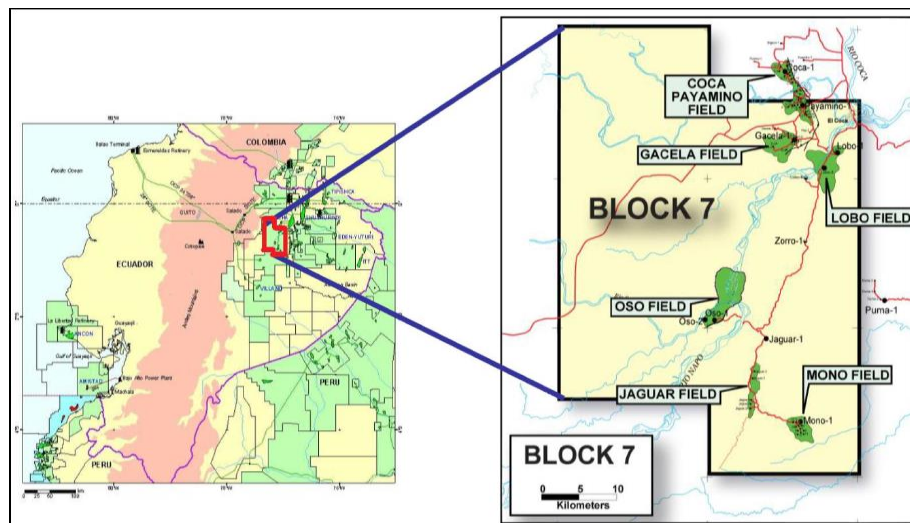
## REGISTRO DE MAPEO DE CEMENTO ULTRASÓNICO (CET)

Las mediciones acústicas miden de manera precisa las dimensiones internas de la carcasa y su grosor proporciona una presentación similar a un mapa del estado de la carcasa, incluido el daño interno y externo o la deformación.

### 1.5 UBICACIÓN DEL BLOQUE 7, CAMPO OSO

El campo Oso ubicado en la provincia de Orellana, en el centro occidente de la Cuenta Oriente, se encuentra ubicado en el Bloque 7 a una distancia de cincuenta kilómetros al sur de la ciudad de Francisco de Orellana (Coca).

En la figura 1 se presenta la ubicación geográfica del bloque 7, con una extensión de 2 300 hectáreas donde están ubicados los campos Mono, Jaguar, Lobo, Gacela, Coca Payamino y Oso, encontrándose éste último en constante perforación de pozos petroleros. (Petoamazonas, 2019)



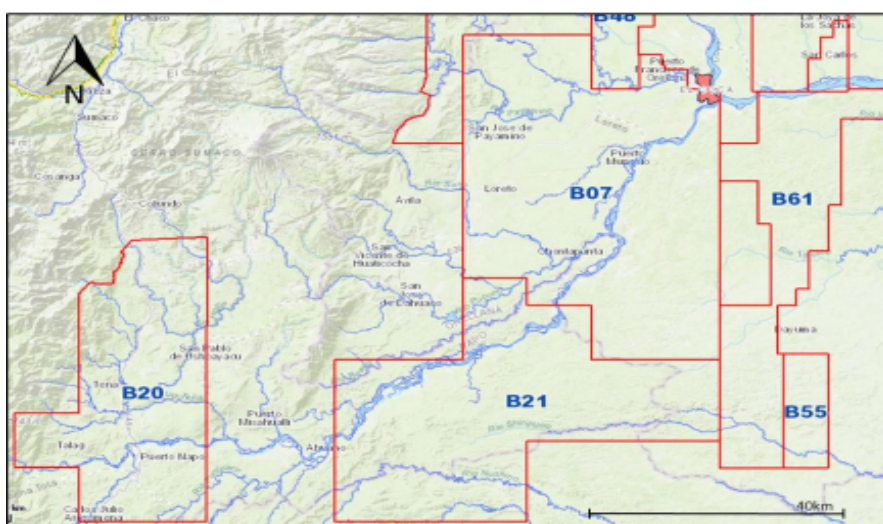
**Figura 1.** Ubicación geográfica del Bloque 7, Campo Oso en la provincia de Orellana.

(Petoamazonas, 2019)

## 1.6 DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE 21, CAMPO YURALPA

En la figura 2 se presenta la ubicación del Campo Yuralpa del bloque 21, está ubicado al este del Dominio Occidental o Sistema Sub Andino de la Cuenca Oriente, aproximadamente a 40 km al Sur Este del campo Jaguar cerca de la transición entre la planicie selvática de la Amazonia y la zona Subandina, cubriendo 200 000 Ha, a 15 km de las estribaciones orientales de Los Andes con presencia de fallas y levantamientos tectónicos en la provincia Napo, cantón Tena, parroquias Santa Rosa de Otas, Sunimón, Chontapunta.

El campo Yuralpa tiene 51 pozos perforados distribuidos en 7 PADS, presenta una producción actual (octubre del 2018) de: 1 887 496 bls de fluido, 147 799 bls de petróleo y un BSW de 92 % de 40 pozos productivos del reservorio Hollín. (Petroamazonas, 2019)



**Figura 2.** Mapa de la ubicación del bloque 21, Tena-Napo.

(Petroamazonas, 2019)



## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 GENERAL**

Determinar la importancia y aplicación que tienen los registros de evaluación de cemento para garantizar una producción óptima, y evaluar la factibilidad técnica y económica de la herramienta SEGMENTED BOND TOOL (SBT) y su aplicación en el ECUADOR.

### **1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

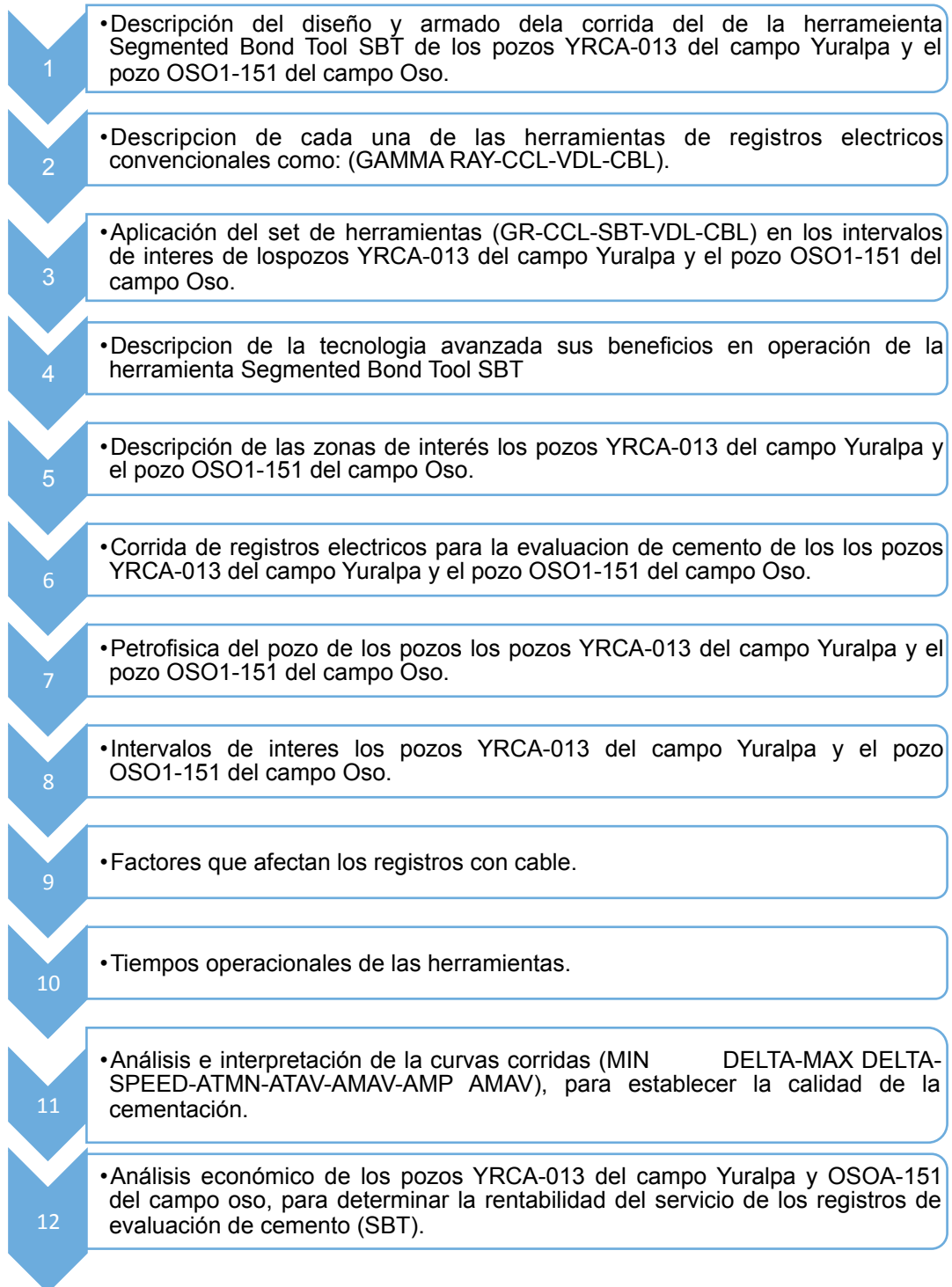
- Analizar el funcionamiento y la aplicación del set de herramientas (GR-CCL-SBT-VDL-CBL), y los factores que afectan las mediciones de los registros con cable, reducción de los riesgos operacionales y tiempos operacionales.
- Análisis e interpretación de las curvas corridas (MIN DELTA-MAX DELTA-SPEED-ATMN-ATAV-AMAV-AMP AMAV), para establecer la calidad de la cementación. de los pozos YRC A-013 del campo Yuralpa y OSOA-151 del campo Oso.
- Realizar un estudio de factibilidad económica con los ingresos y costos operativos de los pozos YRCA-013 del campo Yuralpa y OSOA-151 del campo Oso, para determinar la incertidumbre del servicio de la herramienta Segmented Bond Tool que nos indica la integridad del cemento de manera mas precisa a de diferencia de las herramientas comunes GR-CCL-CVL, para así poder acertar a los intervalos de interés precisos.

## **METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

Un conjunto de procedimientos utilizados para alcanzar objetivos planteados.

Para este desarrollo se observa la figura 3 utiliza una metodología con ingeniería concurrente o simultánea.



**Figura 3.** Metodología de ingeniería concurrente.

## **2.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO- ARMADO DE LA CORRIDA DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL SBT**

La herramienta Segmented Bond Tool tiene tecnología de alto nivel posee diferentes conexiones, está constituido por varias secciones que tienen una secuencia física lógica donde el armado del diseño o string tiene que ir en forma gradual.

El armado del String va en esta secuencia: (CCL-GAMMA RAY-TELEMETRIA-CENTRALIZADORES-SEGMENTED BOND TOOL- SBT-VDL- CENTRALIZADOR).

## **2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE REGISTROS ELECTRICOS CONVENCIONALES (GAMMA RAY-CCL-VDL-CBL)**

### **2.2.1 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO GAMMA RAY**

El registro Gamma Ray puede identificar el material radioactivo por cada pie o punto que se registra en el pozo así poder conocer o identificar la radiación, así podemos saber si las arenas tienen o no radioactividad. Este registro se baja toda la profundidad del pozo un ejemplo 10 000 pies. (Jarrin, 2015)

### **2.2.2 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO LOCALIZADOR DE LOS COLLARES DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CCL)**

La herramienta Localizador de los collares de la tubería de revestimiento (CCL), sirve para identificar los collares del casing funciona con un campo electromagnético se amplía o disminuye, es una herramienta robusta para perforaciones confiables en ambientes difíciles, el costo es reducido asociado con un mantenimiento más rápido. (Corrales, 2017)

#### **2.2.2.1 Atenuación**

La atenuación es la reducción de la energía acústica de una onda sonora, en una distancia dada, se mide en decibeles por pies (dB/pie). La atenuación es cuando la amplitud de la onda que envía la herramienta sónica empieza a decaer, eso sucede cuando hay buen cemento es decir la onda se propaga y no regresa, se atenúa.

### **2.2.2.2 Normalización**

La normalización es la calibración de la herramienta para que pueda leer las condiciones conocidas, los factores de normalización varían de acuerdo al diámetro y peso de la tubería.

### **2.2.3 INTERPRETACIÓN DE HERRAMIENTA DEL REGISTRO DE DENSIDAD VARIABLE (VDL)**

El registro de Densidad Variable VDL emite señales del emisor al transmisor primero se ubica en el string el CBL luego el VDL. El registro de Densidad Variable VDL vamos tener el histograma o también conocido como sismograma se puede apreciar líneas blancas y oscuras se tiene que ver que tan fuerte es la amplitud sónica. El registro de Densidad Variable VDL nuestra la imagen de señales de revestimiento, cemento, formación, y fluido de pozo.

#### **2.2.3.1 Casing Libre**

Casing libre significa que el cemento no hizo buena adherencia o no hay presencia de cemento se puede verificar con una herramienta sónica o con la herramienta Segmented Bond Tool. Las herramientas se calibran para leer un valor determinado cuando hay tubería libre, se tiene que saber que tipo y tamaño de casing se tiene, se debe calibrar la herramienta para este tipo de condición.

#### **2.2.3.2 Buena Adherencia**

Buena adherencia significa que hay una buena calidad del cemento y se puede apreciar en la interpretación de los registros eléctricos dependiendo del tamaño y peso del casing.

### **2.2.4 INTERPRETACIÓN DE HERRAMIENTA DE REGISTRO DE ADHERENCIA DE CEMENTO O CBL (CEMENT BOND LOG)**

El CBL tiene una escala que es variable 0 - 50 y 0 - 100 mV. Se asemeja al principio de repicar de una campana cuando hay fluido detrás del revestidor (no cemento) la tubería es libre de vibrar generando un sonido fuerte, un ejemplo de 25 mV es una mala cementación es una amplitud grande la lectura del CBL es alta. Cuando la amplitud baja es una buena cementación.

El revestidor está adherido cemento, y sus vibraciones son atenuadas, lo que quiere decir Amplitud grande = Pobre cementación.

## **2.2.5 INTERPRETACIÓN DE HERRAMIENTA CENTRALIZADORES**

La herramienta Centralizador como su nombre lo dice centraliza las lecturas del SBT-VDL así estas herramientas no se recuesten o inclinen, para poder obtener una adecuada lectura y no de resultados erróneos.

Los centralizadores son herramientas que su objetivo es que la data adquirida sea optima, tiene unos resortes que se comprimen anclados a misma, la herramienta entra al casing se comprime hace las herramientas se centralicen. Los centralizadores tienen como acción principal rigidez a las distintas herramientas como: (CCL-VDL-CBL-SBT).

## **2.3 APLICACIÓN DEL SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) DE LOS POZOS DE INTERÉS**

### **2.3.1 CORRIDA DE LAS HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN EL POZO YRCA-013 CAMPO YURALPA**

De acuerdo a la lectura de las curvas CBL en el fondo a 8 060 pies hasta

7 920 pies se observa buena adherencia de cemento-casing y el VDL muestra señal de formación demostrando adherencia cemento-formación.

### **2.3.2 CORRIDA DE LAS HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN EL POZO POZO OSA-151 DEL CAMPO OSO**

De acuerdo a la lectura de las curvas el VDL muestra señales de formación – buena adherencia cemento–formación en los intervalos 9 806 pies – 9 820 pies.

## **2.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA AVANZADA SUS BENEFICIOS EN OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL SBT**

Todos los componentes del SBT están diseñados para soportar una temperatura máxima de 350°F, con una presión 20 000 psi. El diámetro herramienta es de 3.38 pulg, el peso de la herramienta es de 240 lbs.

La herramienta Segmented Bond Tool mide la integridad del cemento en seis segmentos de 60 grados alrededor de la tubería, es un instrumento acústico de alta frecuencia que utiliza seis patines, cada uno tiene transmisor y un receptor, para medir la atenuación de cada uno de los seis segmentos.

La frecuencia operativa de cada uno de los patines es de 100 KHz, el punto de medición de la atenuación está ubicado a la mitad de camino entre los dos receptores que utilizan para cada segmento.

Con la herramienta Segmented Bond Tool se estudiara:

- Presentación de la herramienta de Segmented Bond Tool SBT.
- Ventajas del registro Segmented Bond Tool SBT.
- Interpretación del Segmented Bond Tool SBT.
- Curvas del registro Segmented Bond Tool SBT.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS DEL CAMPO YURALPA Y CAMPO OSO

### 2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA

En la tabla 1 se observa la descripción del pozo YRCA-013 del campo Yuralpa. Con tres intervalos de interés.

**Tabla 1.** Descripción del pozo YRCA-013 del campo Yuralpa.

<b>DESCRIPCIÓN DEL POZO</b>	YRCA-013 campo Yuralpa
<b>ZONAS DE INTERÉS</b>	7 937pies -7 944pies(7pies) 7 952pies -7 991 pies (39pies) 7 995pies -8 013pies (18 pies)
<b>TOTAL DE PIES DE ZONAS DE INTERÉS</b>	64 pies
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN</b>	7 h
<b>PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO</b>	900 bppd

(WIRELINE G. , 2019)

- **Zona 1 de interés:** Intervalos disparados de 7 650 pies a 7 734 pies.
- **Zona 2 de interés:** Intervalos disparados de 7 920 pies a 8 050 pies.

### 2.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS POZO OSOA- 151 DEL CAMPO OSO.

En la tabla 2 se observa la descripción del pozo OSOA-151 campo Oso.

**Tabla 2.** Descripción del pozo OSOA-151 campo Oso.

<b>DESCRIPCIÓN DEL POZO</b>	OSO A-151 campo Oso
<b>NÚMERO DE INTERVALOS</b>	4
<b>ZONAS DE INTERÉS</b>	9 816 pies - 9 823 pies (7 pies) 9 827 pies - 9 831 pies (4 pies) 9 836 pies - 9 845 pies (9 pies) 9 853 pies - 9 861 pies (8 pies)
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN</b>	8,5 h
<b>TOTAL DE PIES DE ZONAS DE INTERÉS</b>	28 pies
<b>PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO</b>	300 bppd

(WIRELINE G. , 2019)

- **Zona 1 de interés:** Intervalos disparados de 9 500 pies a 9 602 pies.
- **Zona 2 de interés:** Intervalos disparados de 9 800 pies a 9 850 pies.
- **Zona 3 de interés:** Intervalos disparados de 9 850 pies a 9 930 pies.
- **Zona 4 de interés:** Intervalos disparados de 9 930 pies a 10 000 pies.

Se tiene dos tipos de casing como :

Casing es de 9 5/8 pulg, el peso de la tubería 47 lb/pie.

Casing es de 7 pulg, el peso de la tubería 26 lb/pie.

En la tabla 3 se presenta la calidad del cemento, la amplitud es el CBL que mide la amplitud.

**Tabla 3.** Calidad del cemento.

(mV)	CALIDAD DEL CEMENTO
0 (mV) – 5 (mV)	Bueno
5 (mV) -10 (mV)	Aceptable
<b>10 (mV) -20 (mV)</b>	<b>Regular</b>
<20 (mV)	Malo
62 (mV)	Cero

(M.Hirschfeldt, 2015)

Se observa la Tabla 4 la especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 9 5/8 pulg, con el diámetro interno ID.

**Tabla 4. Especificación** casing API, tubería con medida de 9 5/8 pulg.

TAMAÑO		PESO	DIÁMETRO INTERNO (ID)		CURVATURA		CAPACIDAD
Pulgadas	(mm)	lb/pie	Pulgadas	(mm)	Pulgadas	(mm)	bl/pie
9 5/8	244.48	47	8.7	221	9	217	7

(M.Hirschfeldt, 2015)

Se observa la Tabla 5 la especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 7 pulg, con el diámetro interno ID



**Tabla 5.** Especificación casing, API tubería con medida de 7 pulg.

TAMAÑO		PESO	DIÁMETRO INTERNO (ID)		CURVATURA		CAPACIDAD
Pulgadas	(mm)	lb/pie	Pulgadas	(mm)	Pulgadas	(mm)	bl/pie
7	178	26	6	160	6	156	4

(M.Hirschfeldt, 2015)

A continuación en la ecuación 1, se calculó el espesor.

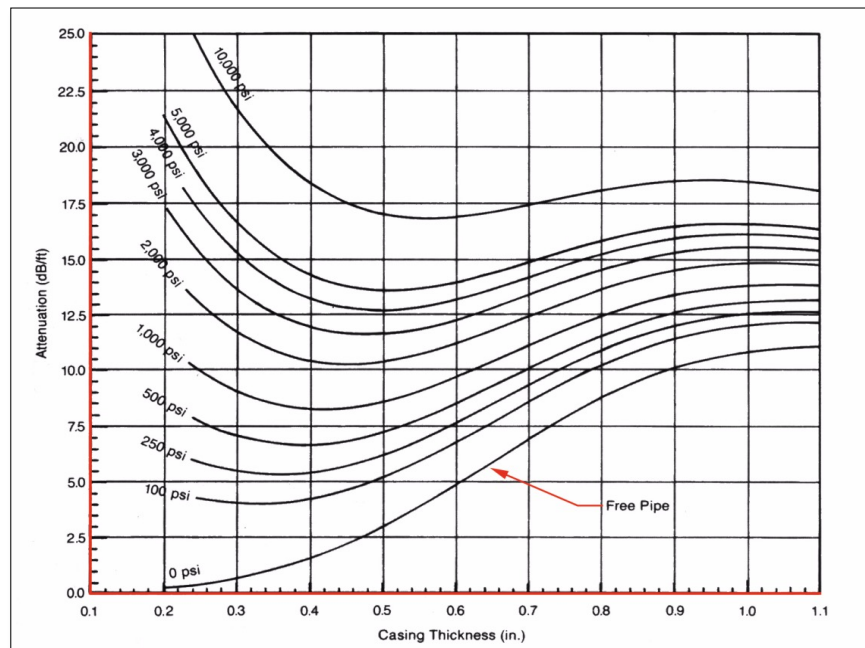
$$THICKNESS = \frac{DIÁMETRO EXTERNO - DIÁMETRO INTERNO}{2} \quad [1]$$

Dónde:

CAISING OD: diámetro de la tubería.

CAISING ID: diámetro interno de la tubería.

En la figura 4 se observa la grafica de BAKER para la interpretacion del (SBT), se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR en el eje de las x, y la ATENUACIÓN en el eje de las y, nos da como resultado = en PSI.



**Figura 4.** Interpretación del (SBT), se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR = en el eje de las x, y la ATENUACIÓN=en el eje de las y.

## **2.6 CORRIDA DE REGISTROS ELECTRICOS PARA LA EVALUACIÓN DE CEMENTO DE LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA Y OSO A-151 DEL CAMPO OSO**

### **2.6.1 POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA**

Con cable eléctrico correr registro de cemento (SBT-VDL-CCL-GR) en liner de 7 pulg y casing de 9 5/8 pulg, desde el fondo del pozo (correlacionar con el GR del registro a hueco abierto, +/- 2 000 pies de registro).

### **2.6.2 POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO**

Registrar a hoyo entubado con: (SBT-CBL-VDL-GR-CCL), en el pozo OSOA - 151, 2 000 pies por encima del fondo encontrado.

## **2.7 PETROFÍSICA DEL POZO DE LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA y OSO A-151 DEL CAMPO OSO**

### **2.7.1 YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA**

Se realiza la petrofísica de los intervalos preliminares de: (7 933 pies -7 940 pies (7 pies); (7 948 pies -7 987 pies (39 pies); (7 991 pies - 8 009 pies (18 pies), del pozo YRCA-013 del campo Yuralpa.

### **2.7.2 OSO A-151 DEL CAMPO OSO**

Se realiza la petrofísica de los intervalos preliminares de: (9 809 pies – 9 816 pies) (7 pies); (9 820 pies – 9 824 pies (4 pies); (9 829 pies – 9 838 pies (9 pies), la evaluación de la calidad del cemento en casing 7 pulg, de 26 lb/pie.

## **2.8 INTERVALOS DE INTERES LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA y OSOA-151 DEL CAMPO OSO**

### **2.8.1 YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA**

- Intervalo de 7 734 pies a 7 840 pies.
- Intervalo de 7 900 pies a 8 060 pies.
- Intervalos de interés: 7 937 pies -7 944 pies (7 pies); 7 952 pies -7 991 pies (39 pies); 7 995 pies – 8 013 pies (18 pies).

## 2.8.2 OSOA-151 DEL CAMPO OSO

- Intervalo de 9 570 pies a 9 650 pies.
- Intervalo de 9 650 pies a 9 770 pies.
- Intervalo de 7 900 pies a 8 060 pies.
- Intervalos de interés: 7 937 pies -7 944 pies (7 pies); 7 952 pies -7 991 pies (39 pies); 7 995 pies – 8 013 pies (18 pies).

## 2.9 FACTORES QUE AFECTAN LOS REGISTROS CON CABLE.

Previo a las operaciones se encuentran diversos factores que influyen a la interpretación del registro, los factores que afectan los registros con cable el objetivo de identificar que no esté bien cementado el pozo ya sean factores externos o internos.

### 2.9.1 LOS GEMOCOS

Los Gemocos son herramientas considerados como un plan b de la centralización, cuando la centralización no funciona por la inclinación del pozo, los patines.

### 2.9.2 MICROANILLOS

Con la ecuación 2 se calculó un ejemplo hipotético para comprender el efecto de microanillos en una botella de plástico es el pozo, luego de bombear el cemento se desplaza con lodo de perforación, entonces fuera de la botella tendrás cemento y dentro lodo. Supongamos que la presión hidrostática en el fondo de la botella aumenta en un pozo de 10 000 pies, con un lodo de 13 ppg, la presión en fondo es:

$$PH = 0,052 \times P \times h \quad [2]$$

Donde:

Peso del lodo: 13 ppg  
h: 10 000 pies  
Constante: 0.052

## 2.10 TIEMPOS OPERACIONALES DE LAS HERRAMIENTAS

Para la operación de las herramientas Segmented Bond Tool existe un trabajo previo que se llama RIG UP y RIG DOWN.

## **2.11 CURVAS CORRIDAS (PARA ESTABLECER LA CALIDAD DE LA CEMENTACIÓN)**

- Curva MIN DELTA DTMN (lb/pie)
- Curvas Max Delta (lb/pie)
- Curva SPEED (pie/min)
- Curva ATMN (dB/pie)
- Curva ATAV (dB/pie)
- Curva AMAV (mV)
- Curva AMP AMAV (mV)

## **2.12 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Con la finalidad de comprobar la rentabilidad del proyecto, se procedió a realizar el análisis económico en los pozos YRCA-013 del pozo Yuralpa y OSOA-151 del campo Oso , con el fin de verificar si el proyecto es económicamente viable, mediante la utilización de los indicadores económicos: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y período de retorno de la inversión (PRI).

A continuación, se plantea el análisis económico, cuyo objetivo es determinar la viabilidad del proyecto; además de si es viable determinar el beneficio económico que genera para la empresa Sólidos Y Lodos Nacionales - GOWIRELINE, para determinar la rentabilidad del servicio de los registros de evaluación de cemento SBT.

### **2.12.1 RENTABILIDAD DEL PROYECTO**

Para un mejor entendimiento del análisis económico e interpretación de la rentabilidad de la herramienta Segmented Bond Toll SBT.

Para cada escenario con el fin de determinar los indicadores financieros-económicos tales como:

- Flujo neto de caja
- Valor actual neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (T.I.R)
- Relación Costo – Beneficio

### 2.12.1.1 Flujo Neto de Caja

El Flujo Neto de Caja es la suma de todos los ingresos previstos menos el monto previsto de los egresos correspondientes a un tiempo establecido, lo que nos da como resultado una inversión. A continuación la ecuación 3, se calculó el flujo neto de caja correspondiente al año k.

$$FNC_k = I_k - E_k \quad [3]$$

Donde:

FNC<sub>k</sub>: flujo neto de caja, del periodo k, dólares.

I<sub>k</sub>: ingresos previstos del proyecto correspondientes al año k.

E<sub>k</sub>: egresos previstos del proyecto correspondientes al año k.

### 2.12.1.2 Valor Actual Neto (VAN)

A continuación la ecuación 4 conocido como actualizado neto, es un indicador económico utilizado en la evaluación de proyectos, el cual consiste en la suma de los valores actualizados al presente de los flujos de caja de un proyecto o inversión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} \quad [4]$$

Donde:

VAN : valor actual neto, dólares.

t: periodo de evaluación

k: tasa de actualización.

I<sub>0</sub>: inversión inicial del proyecto.

Ft: flujo de caja en el periodo t.

### 2.12.1.3 Tasa Interna de Retorno TIR

A continuación la ecuación 5 es la tasa de rentabilidad que posee un proyecto. Indica la máxima rentabilidad que se puede obtener en un proyecto o inversión.

El TIR se obtiene igualando el valor actual neto (VAN) a cero.

$$VAN = 0 = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} \quad [5]$$

Donde:

VAN : valor actual neto, dólares.

Ft: flujo de caja en el periodo t.

t: periodo de evaluación

TIR: tasa interna de retorno.

k: tasa de actualización.

I<sub>0</sub>: inversión inicial del proyecto.

#### 2.12.1.4 Relación Costo – Beneficio

A continuación con la ecuación 6, se calculó la razón costo–beneficio se calcula dividiendo, el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos.

$$\text{RBC} = \frac{\text{VALOR ACTUAL NETO}}{\text{TOTAL EGRESOS}} \quad [6]$$

#### 2.12.1.5 Tiempo de Recuperación de la Inversión

A continuación con la ecuación 7, se calculó. El período de recuperación de la inversión (PRI) para un proyecto es el período de tiempo necesario para recuperar el capital inicial de la inversión.

$$\text{PRI} = \frac{I_0}{F_t} \quad [7]$$

Donde:

PRI: período de recuperación de la inversión.

$I_0$ : inversión inicial del proyecto.

$F_t$ : flujo de caja en el periodo t.

#### 2.12.2 Árbol de decisiones

Se realizaron seis escenarios para colocar los resultados en el árbol de decisiones, demostrando así que por aplicar las herramientas el beneficio e impacto económico se obtiene al reducir la incertidumbre.

El valor de la información aplicado la herramienta representa reducir la incertidumbre al realizar los disparos. Es una técnica que permite analizar decisiones secuenciales basada el uso de resultados y probabilidades asociadas.

#### 2.12.3 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

- En el pozo YRC A-013 del pozo Yuralpa en el segundo año se recupera la inversión de los 5 024 000 00 USD en adelante ya se convierte en ganancia pura.
- En el pozo OSO A-151 del pozo Oso en el noveno año se recupera la inversión de los 3 024 000 USD en adelante ya se convierte en ganancia pura.
- Inversión privada de USD 727 millones de dólares para los campos Cuyabeno Sansahuari; **OSO, YURALPA** y Blanca/Vinita, ubicados en las provincias de Orellana, Sucumbíos y Napo. Con ello se

estima una producción adicional de 77,29 millones de barriles de petróleo durante 10 años.

- Campo Oso, ubicado en Orellana. Su producción incremental promedio diaria será de 2.204 barriles durante los 10 años de ejecución del contrato.
- Campo Yuralpa, ubicado en Napo. Su producción incremental promedio diaria será de 4.886 barriles, durante los 10 años de ejecución del contrato.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 DISEÑO DE LA SARTA SBT STRING DEL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA Y EL POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO

La secuencia y armado del string tiene que ir en forma gradual que nos indica el manual tanto por compatibilidad y por las conexiones entre si. En la figura 5 se observa el armado la herramienta Gamma Ray y CCL no necesitan telemetría, son conectores en línea, herramientas de pulsos, comunican sensores entre ellas. Las herramientas con telemetría son el SBT y VDL, son herramientas que reciben los datos e información de las que tienen sensores. Los centralizadores son herramientas pasantes, con son herramientas pasantes, con una inclinación mayor más centralizadora.

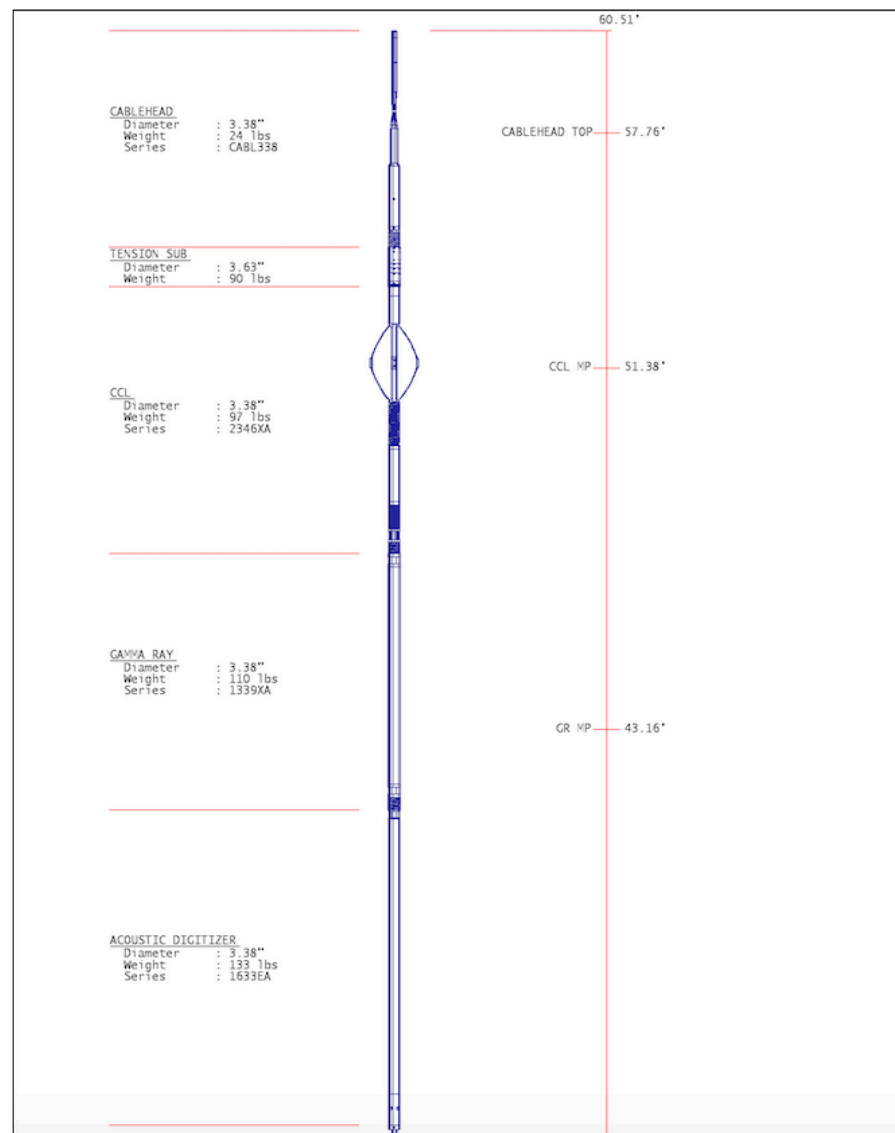
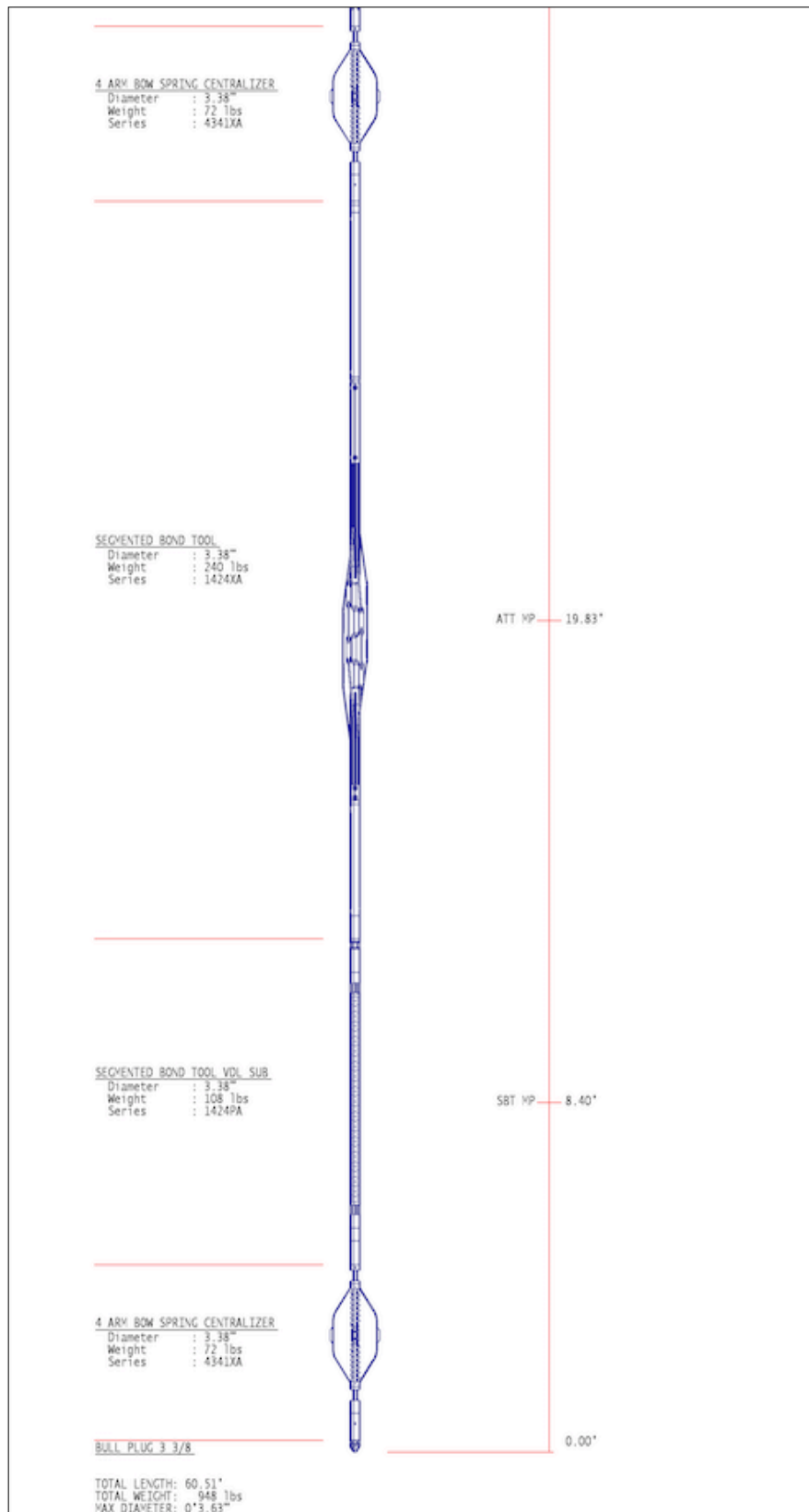


Figura 5. Armado o string del armado de las herramientas (GR-CCL-CBL-VDL-SBT-TRANSDUCTORES).



**Figura 5.** Armado o string del armado de las herramientas (GR-CCL-CBL-VDL-SBT-TRANSDUCTORES).

(WIRELINE S. , 2019)

## **3.2 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y APLICACIÓN DEL SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-VDL-CBL-CENTRALIZADORES)**

### **3.2.1 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA GAMMA RAY (GR)**

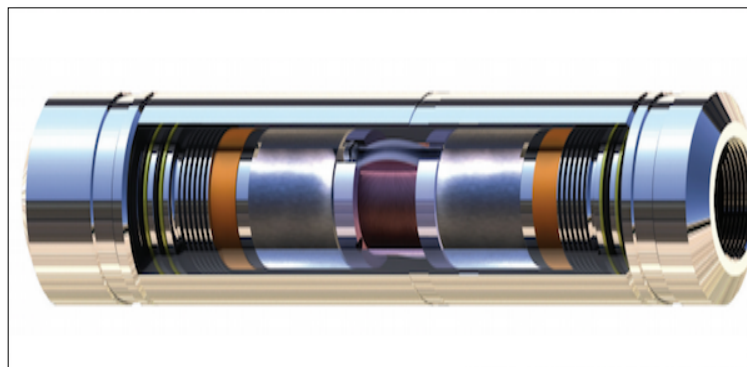
La herramienta Gamma Ray GR la temperatura de la herramienta 350°F, con una presión 20 000 psi. El diámetro herramienta es de 3,38 pulg, peso de la herramienta 110 lbs. En la figura 8 se observa el modelo de la curva de Gamma Ray, es un registro radioactivo nos permite constatar la zonas de las arenas o lutitas que estamos atravesando es un registro litológico, la línea se identifica con el color verde, los valores oscilan entre (0-150 API); las tendencias de las líneas hacia la izquierda se identifican como rocas de baja radiactividad y hacia la derechas con rocas de alta radiactividad.

El registro Gamma Ray tiene el fin de conocer las series radioactivas presentes en la formación a partir de los registros obtenidos y el nivel encontrado se puede determinar el tipo de suelo presente en la zona lo cual es de vital importancia a la hora de tomar la decisión del lugar para perforar. Se procede a mirar los niveles que se obtienen de los registros, dependiendo de esto a partir de esto se puede determinar el tipo de suelo presente.

### **3.2.2 INTERPRETACIÓN HERRAMIENTA LOCALIZADOR DE LOS COLLARES DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CCL)**

En la figura 6 se observa la herramienta Localizador de los collares de la tubería de revestimiento (CCL), es un dispositivo de registro para fines de correlación de profundidad. La temperatura de la herramienta 350°F, con una presión 20 000 psi. El diámetro herramienta es de 3,38 pulg, peso de la herramienta 97 lbs. Operado magnéticamente para producir un registro que muestra la ubicación de cada collar de revestimiento o acoplamiento en un pozo, proporciona de manera precisa el cómo se mide la profundidad en un pozo, esta herramienta no requiere voltaje para funcionar, tienen diodos de bloqueo para operaciones de disparo.

El mantenimiento de la herramienta localizador de los collares de la tubería de revestimiento (CCL), debe inspeccionarse periódicamente como parte del programa de mantenimiento, los imanes deben ser revisados se pueden ocasionar grietas, las juntas deben ser reemplazadas a intervalos programados como parte del programa de mantenimiento, se debe verificar que se realice el reemplazo de diodo, los imanes CCL de disparo también deben recargarse regularmente. El resto de las medidas CCL y GR son mediciones auxiliares que sirven para poner en profundidad el registro y por lo que no es tan importante que lleguen hasta el fondo Del Pozo. El registro (CCL), es un dispositivo magnético que corresponde a cambios de masa metálica tales como: collares, perforaciones, uniones, empaquetaduras y centralizadores



**Figura 6.** Herramienta Localizador de los collares de la tubería de revestimiento (CCL).

### **3.2.2.1 Atenuación Amplitud CBL**

La atenuación respecto de un segmento se obtiene mediante la utilización e dos transmisores y dos receptores, se realizan mediciones de amplitud en ambos receptores correspondientes al disparo de cada transmisor, estas mediciones se combinan algebraicamente para obtener la atenuación.

### **3.2.2.2 Normalización**

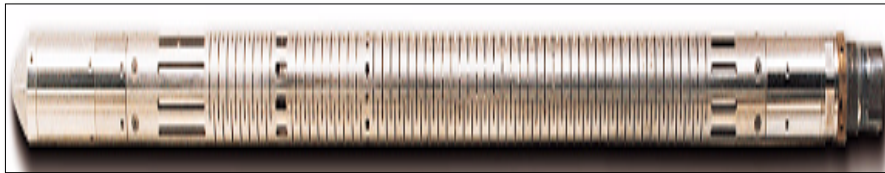
La normalización se logra registrando una sección del pozo por lo menos 400 pies en tubería libre o en una a rea cementada del pozo, debe brindar lecturas promedio similares para los seis segmentos, se computan los factores de normalización para cada una de las mediciones de atenuación, corresponde a la cantidad de la atenuación que necesita cada curva para ser corregida y concordar con el promedio de las seis curvas en el intervalo.

### 3.2.3 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DENSIDAD VARIABLE (VDL)

La temperatura de la herramienta 350°F, con una presión 20 000 psi. El diámetro herramienta es de: 3,38 pulg, peso de la herramienta 108 lbs.

Esta configuración obedece a que las medidas más importantes son las del Mandril (Patines) y el VDL que son los que ven la calidad del cemento por lo que son las que deben llegar lo más cercano al fondo del pozo.

En la figura 7 se observa la herramienta de densidad variable VDL donde se presenta un VDL de 5 pies de intervalo para determinar la adherencia entre el cemento y la formación. Al igual que en el caso del CBL, la ondícula de VDL es la única indicación de adherencia del cemento a la formación.



**Figura 7.** Herramienta de densidad variable VDL.

#### 3.2.3.1 Casing Libre

Casing libre se puede observar altas lecturas de CBL, más de 20 mV, se distingue las líneas negras rectas en el VDL (se llaman arribos de tubería).

#### 3.2.3.2 Buena Adherencia

Buena adherencia se produce cuando la lectura del CBL será bajo menos de 5mV, y una alta atenuación del SBT. Y el VDL no mostrará líneas negras rectas sino arriba de tubería la imagen es como dispersa.

### 3.2.4 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO DE ADHERENCIA DE CEMENTO O CBL (CEMENT BOND LOG)

En la figura 8 se observa el registro de Adherencia de cemento CBL evalúa la adhesión de cemento tanto a la tubería como a la formación.

Mapa de baja resoluciones un registro de pozo de la amplitud de la onda acústica que indica el grado de adhesión del cemento a la cubierta y a las formaciones. La temperatura de la herramienta 350°F, con una presión 20 000 psi.

También llamado registro de amplitud, el tren de onda también se puede mostrar, así como el registro de caracteres, 3D, micro sismograma, VDL, o el registro de la firma acústica.

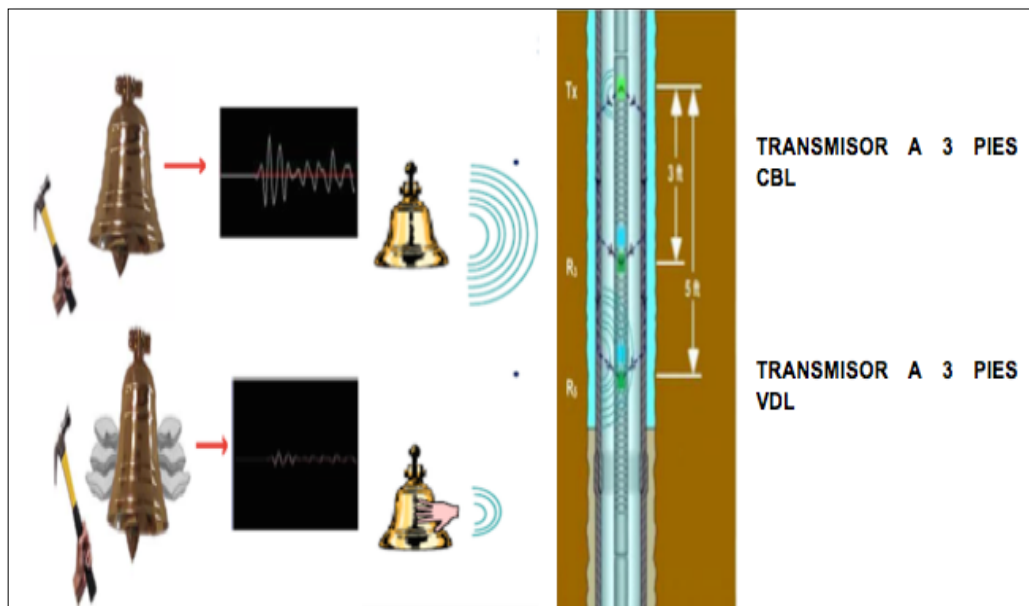


Figura 8. Herramienta de adherencia CBL

### 3.2.5 INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA CENTRALIZADORES

Los Centralizadores (4 341) pueden llegar hasta 16 pulg de OD pero los brazos se colapsan hasta llegar a la medida nominal de la herramienta de 3 - 3/8 pulg de OD. La rigidez de estos es ajustable por hardware y debe ser verificada Antes de bajar al pozo.

Los centralizadores inline son ajustables y se usan hasta diámetro de 12.5 generalmente. Los centralizadores tiene como respuesta dar soporte y centralizar para que los pads se peguen bien al casing y se abren a la misma distancia en todos los ejes.

### 3.3 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y APLICACIÓN DEL SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN LOS INTERVALOS DE INTERES

#### 3.3.1 APLICACIÓN SET DE HERRAMIENTAS (GR-CCL-SBT-VDL-CBL) EN EL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA

La figura 9 muestra los intervalos de interés del pozo YRCA-013: (7 937 pies – 7 944 pies (7 pies)); (7 952 pies – 7 991 pies (39 pies)); (7 995 pies – 8 013 pies (18 pies)); (7 920 pies – 8 060 pies (140 pies)).

La curva CBL muestra un valor de 2mV en promedio lo que indica una buena adherencia de cemento-casing. El VDL no muestra canalizaciones.

El registro muestra que se encuentra correlacionado con el GR del registro ahueco abierto LWD a profundidad con control primario.

Presenta un sello de cemento bajo el último intervalo de interés 7 991 pies -8 009 pies que va desde 8 009 pies hasta 8 060 pies, el cual permite controlar la zona de transición de agua desde el fondo del pozo. Se recomienda continuar con las operaciones de cañoneo en las zonas definidas con la petrofísica.

- 7 937 pies – 7 944 pies (7 pies)
- 7 952 pies – 7 991 pies (39 pies)
- 7 995 pies – 8 013 pies (18 pies)
- 7 920 pies – 8 060 pies (140 pies)

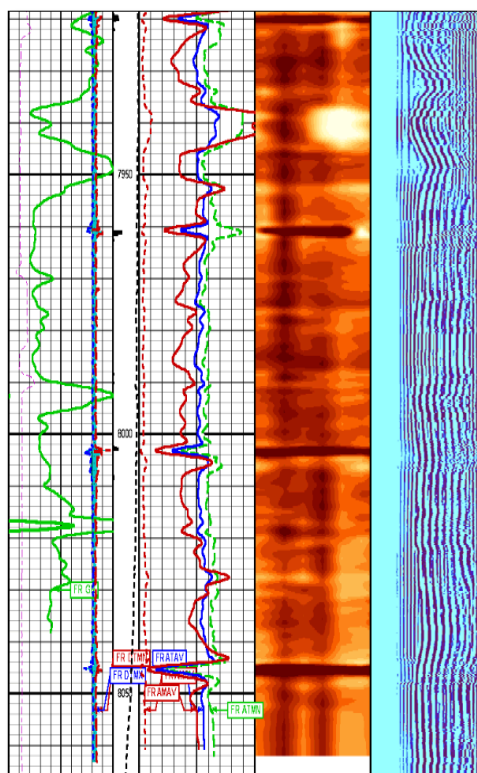


Figura 9. Aplicación set de herramientas (GR-CCL-SBT-VDL-CBL), intervalos de 7 937 pies-8 060 pies.

(WIRELINE S. , 2019)

### 3.3.2 APLICACIÓN SET DE HERRAMIENTAS (GRCCCL-SBT- VDL-CBL) EN EL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO.

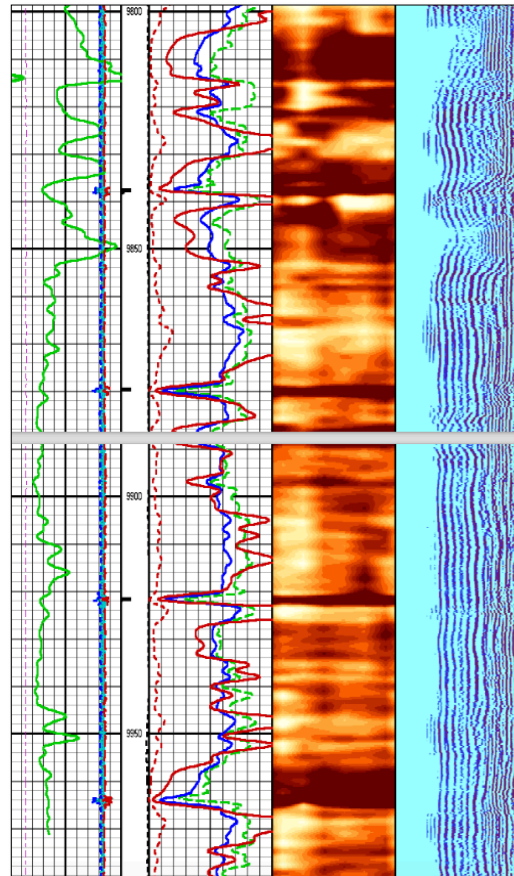
- En la figura 10 muestra los intervalos de interés de (9 816 pies – 9 823 pies (7 pies); (9 827 pies – 9 831 pies (4 pies); (9 836 pies – 9 845 pies (9 pies) 9 853 pies – 9 861 pies (8 pies), del pozo OSOA-151 del campo Oso.
- Señales de tubería esporádicas muestran posible canal en los intervalos 9 824 pies – 9 874 pies.
- Mapa muestra deficiencia en compresibilidad de cemento o pobre adherencia al casing en los intervalos 9 880 pies – 9 890 pies.
- Zona inferior de la formación a +/- 9 880 pies CAP presenta cemento, pero la compresibilidad es menor de 1 300 PSI.
- Herramienta calibrada y lecturas son coherentes entre CBL- VDL.
- Posible canal o micro anillo se recomienda aplicar presión.
- Zona superior alcanza la compresibilidad esperada pero la inferior requiere mayor tiempo de fragüe.

9 816 pies – 9 823 pies MD (7 pies)

9 827 pies – 9 831 pies MD (4 pies)

9 836 pies -9 845 pies MD (9 pies)

9 853 pies – 9 861 pies MD (8pies)



**Figura 10.** Aplicación set de herramientas (GR-CCL-SBT-VDL-CBL), intervalos de 9 816 pies-9 861pies

(WIRELINE S. , 2019)



### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA AVANZADA SUS BENEFICIOS EN OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL SBT

En la figura 11 se presenta la herramienta Segmented Bond Tool SBT en cuanto a la tecnología, como introducción se tiene tres tipos de tecnología CVL, VDL tradicional, ECO PULSO. En otras compañías se lo ofrecen al ECO PULSO como USIT, URS de Wetherford , El VDL como el CAST DE Halliburton.

herramientas tradicionales miden la amplitud de la onda y nosotros vemos el primer pico para lo que es el CBL, la onda completa para lo que sería el VDL.

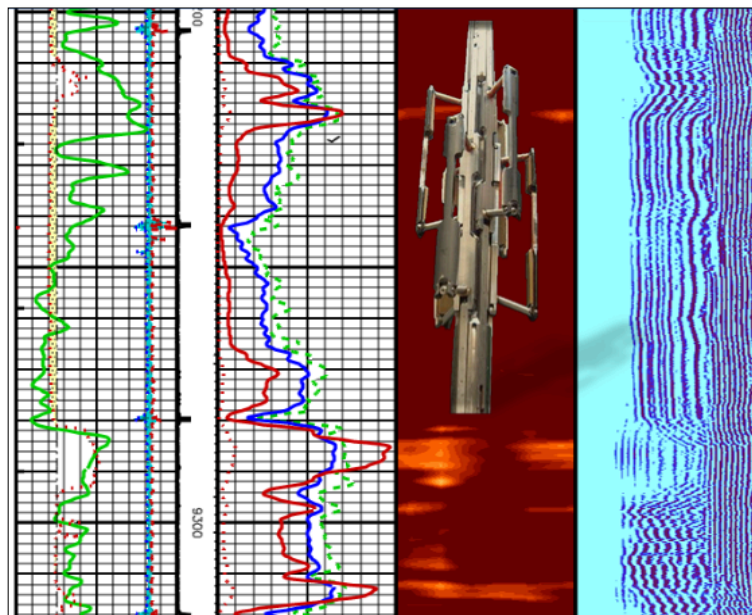


Figura 11. Herramienta Segmented Bond Tool.

Las desventajas de estas tecnologías tradicionales como (CBL, VDL, CCL), que son muy sensibles a las descentralización, sí que tenemos un pozo muy desviado ya las medidas no son tan confiables, se necesita calibrar en tubería libre, hay veces que no se cuenta con tubería libre al calibrarse puede generarse una medida errónea, normalmente no se puede correr en una sola bajada tenemos que bajar una configuración para liner de 7 pulg y otra luego para 9 5/8 pulg, es una lectura promedio de todo lo que se tiene alrededor, no es una herramienta que proporcione una lectura que nos diga con exactitud el estado del cemento en todos los 360 grados.

La ventaja de la herramienta SBT es que los patines son retractiles se puede correr en la misma corrida va correr 9 5/8 pulg y 7 pulg desde 4.5 pulg a 16 pulg en la misma corrida no necesitamos sacar ni cambiar la

configuración. Se tiene sectores de 60 grados me dan como resultado un mapa completo, al ser una herramienta que va pegada a las paredes no se ve afectada por la centralización y también no se ve afectado por el tema de lodos pesados o formaciones rápidas que también son consideraciones que se puede generar.

Con la interpretación de la lectura del SBT se da la lectura del VDL es una herramienta que va debajo del SBT es lo tradicional, nos sirve para medir la onda completa nos entrega este tipo señales cuando se tiene tubería libre o cuando se tiene buen cemento, se debe contar con un soporte de geo ciencias son quienes realizan la interpretación es parte del plus es un punto necesario en este tipo de trabajos y tiene su software que va orientado a la parte del área de cañoneo, vale mencionarlo ya que es muy importante al recolectar la data y tener un experto en el tema que pueda explicar la lectura de la corrida.

### 3.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA SEGMENTED BOND TOOL (SBT)

En la tabla 6 se presenta las características de la herramienta Segmented Bond Tool posee cinco sombreados: negro, blanco, y tres tonos de gris.

**Tabla 6.**Características de la herramienta Segmented Bond Tool

<b>TEMPERATURA MÁXIMA DEL SBT</b>	350 °F- 177°C
<b>PESO DEL SBT</b>	481 lb – 218 Kg
<b>PRESIÓN MÁXIMA DEL SBT</b>	20 000 psi 137 MPa
<b>LONGITUD DEL SBT</b>	32.1 pies – 9.78 m
<b>DIÁMETRO INTERNO MÍNIMO DEL CAISING</b>	4.0 pulg
<b>DIÁMETRO INTERNO MÁXIMO DEL CAISING</b>	15.5 pulg estándar 19 pulg estándar
<b>DIÁMETRO DE LA HERRAMIENTA SBT</b>	3.38 pulg- 85.7 mm
<b>MÍNIMO TAMAÑO DE LA CARCASA</b>	4.5 – 114 mm
<b>MÁXIMO TAMAÑO DE LA CARCASA</b>	16.0 - 406 mm
<b>PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN</b>	2 pulg
<b>VELOCIDAD MÁXIMA DE REGISTRO DE LA HERRAMIENTA SBT</b>	35 pies/min
<b>RANGO DE MEDICIÓN</b>	0-25 dB/pies
<b>RADIAL RESOLUCIÓN</b>	360° de cobertura
<b>VERTICAL RESOLUCIÓN</b>	6 pulg – 152 mm
<b>FUERZA DEL PATÍN</b>	50 lbs
<b>LONGITUD DE LA HERRAMIENTA</b>	60 pies

(WIRELINE S. , 2019)

### **3.4.1.1 Highcut**

Conocido como: (corta altos), determina el valor de atenuación del sombreado negro (el valor predeterminado es menor >80% de adherencia).

### **3.4.1.2 Lowcut**

Conocido como: (corta bajos), determina el valor de atenuación del sombreado blanco (el valor predeterminado es mayor <20% de adherencia).

## **3.4.2 VENTAJAS DEL REGISTRO SEGMENTED BOND TOLL SBT**

- Es insensible a la descentralización, se puede tener un pozo muy desviado de igual forma se puede bajar la herramienta SBT, no se ve afectado por formaciones rápidas o por lodos pesados.
- En una misma carrera se puede correr la herramienta bajamos corremos con 9 5/8 pulg y 7 pulg se realiza en una sola corrida.
- Esta tecnología y trabajo con la herramienta SBT no existe en el mercado de Ecuador.
- No genera dudas la herramienta, geo ciencias indica el estado real del pozo.
- Menor tiempo operativo en la utilización de la herramienta SBT.
- No es un servicio costoso en relación al servicio convencional. Resultados de la corrida se entrega de forma inmediata a la empresa contratista.

## **3.4.3 INTERPRETACIÓN DEL SEGMENTED BOND TOLL SBT**

Se considera que tiene un buen cemento cuando la resolución de la imagen es oscura, atenuaciones altas, no muestra que hay señal de carcasa en VDL, bajo mV en la curva del CBL. Se considera que tiene un buen cemento cuando las atenuaciones son bajas, muestra una fuerte señal de casing en VDL, alto mV en la curva del CBL.

La herramienta Segmented Bond Toll interpreta señales de canalización determina cuando hay fuertes señales de formación con señales de carcasa de moderadas a ligeras en la imagen que muestra el VDL.

La herramienta Segmented Bond Toll interpreta signos de micro anillos muestra fuertes señales de formación con señales de carcasa moderadas en la imagen del VDL. La herramienta Segmented Bond Toll interpreta resistencia al cemento, cuando hay dudas sobre la resistencia real del cemento en el fondo del pozo, la imagen del cemento se ve afectada, esto

se corrige mediante el uso de la resistencia del cemento apropiada de la tabla de interpretación SBT.

### 3.4.4 CURVAS DEL REGISTRO SEGMENTED BOND TOLL SBT

EL SBT comprende de 6 curvas de atenuación una para cada segmento.

- ATMN – ATENUACIÓN MÍNIMA.
- ATMX – ATENUACIÓN MÁXIMA.
- ATAV – ATENUACIÓN PROMEDIO.
- AMAV – AMPLITUD PROMEDIO COMPUTADA.

Para la interpretación del SBT, se utilizó la gráfica de BAKER en el eje de las x está el Espesor del casing en pies, se toma las medidas del CBL; en el eje de las y esta la Atenuación SBT dB/m.

## 3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA

### 3.5.1 ZONA 1: INTERVALOS DISPARADOS DE 7650 pies a 7734 pies DEL POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA

El casing es de 9 5/8 pulg, el peso de la tubería 47 lb/pie, lectura del CBL=20, como resultado es un cemento regular. en la tabla 8 se presenta la tabla de calidad del cemento, la amplitud es el CBL que mide la amplitud.

La lectura de la atenuación nos indica 6. En la figura 12 se observa el intervalo de la zona 1 de: 7 650 pies – 7 734 pies.

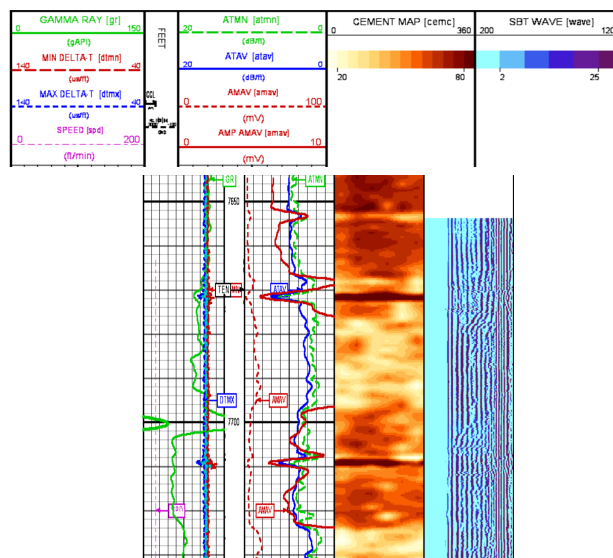


Figura 12. Zona 1 de: 7 734 pies del campo Yuralpa.

(WIRELINE S. , 2019)

La especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 9 5/8 pulg, con el diámetro interno ID=8.681 pulg.

En la figura 13 se observa la grafica de BAKER para la interpretacion del (SBT), se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR = 0.472 pulg en el eje de las x, y la ATENUACIÓN= 5 en el eje de las y, nos da como resultado = 200 psi.

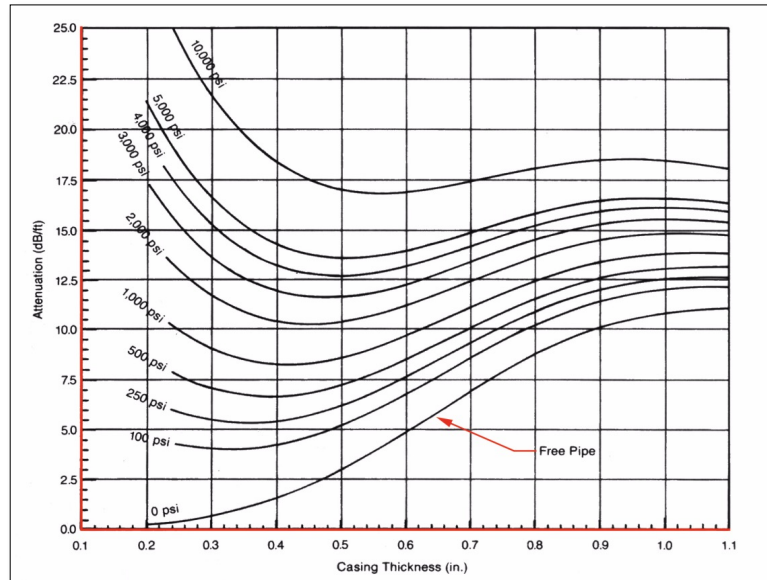


Figura 13. Zona 1: Interpretación del (SBT), ESPESOR = 0,362, ATENUACIÓN= 10 del campo Yuralpa

### 3.5.2 ZONA 2: INTERVALOS DISPARADOS DE 7 920 pies A 8 050 pies DEL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA

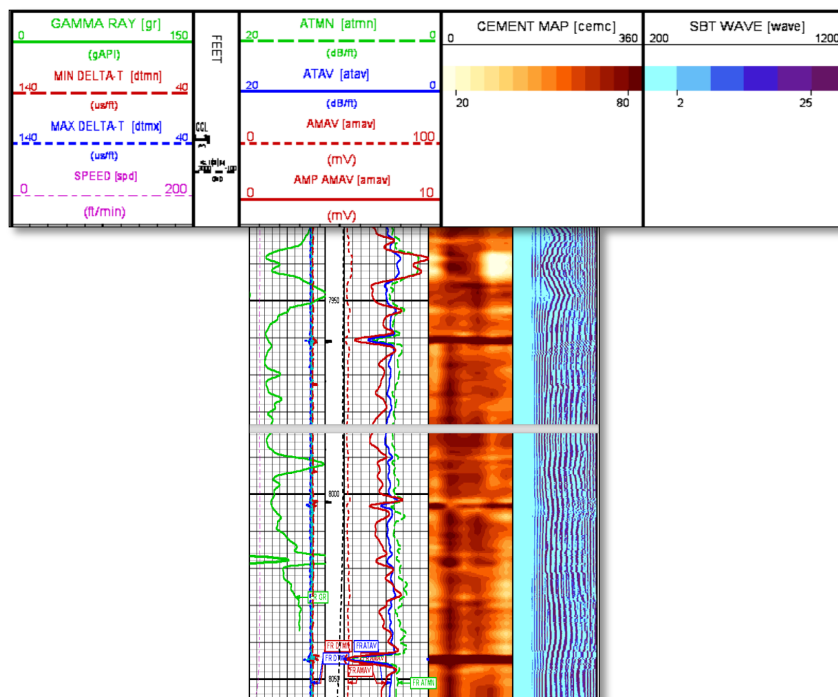
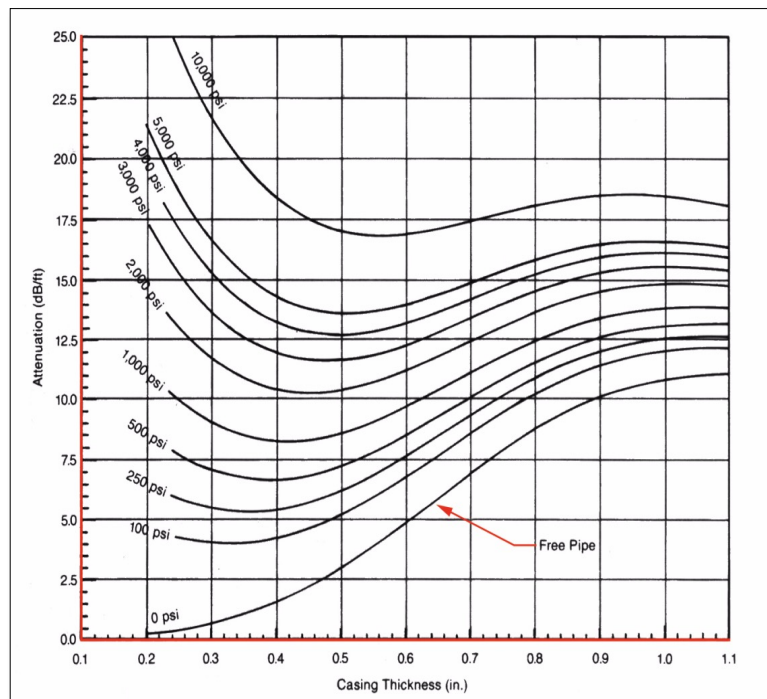


Figura 14. Zona 2 de 7920 pies – 8 050 pies.

El casing es de 16 pulg, el peso de la tubería 26 lb/pie, lectura del CBL=5, como resultado es un cemento aceptable, el CBL mide la amplitud, la atenuación= 10. En la figura 14 se observa el intervalo de la zona 2 de 7 920 pies – 8 050 pies.

La especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 7 pulg, con el diámetro interno ID=6 276 pulg.

En la figura 15 se observa la gráfica para la interpretación del (SBT), se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR = 0,362 pulg en el eje de las x, y la ATENUACIÓN= 10 en el eje de las y. Se utiliza la gráfica para la interpretación del (SBT) nos da como resultado = 1 800 psi.



**Figura 15.** Zona 2: Interpretación del (SBT), ESPESOR = 0,362 , ATENUACIÓN= 10 del campo Yuralpa.

### 3.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS LOS POZO OSOA-151 CAMPO OSO

#### 3.6.1 ZONA 1: INTERVALO DE 9 500 pies A 9 602 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO

El casing es de 9 5/8 pulg, el peso de la tubería 47 lb/pie, lectura del CBL=8, como resultado es un cemento aceptable, el CBL mide la amplitud, la atenuación= 7. En la figura 16 se observa el intervalo de la zona 1 de: 9 500 pies – 9 602 pies.

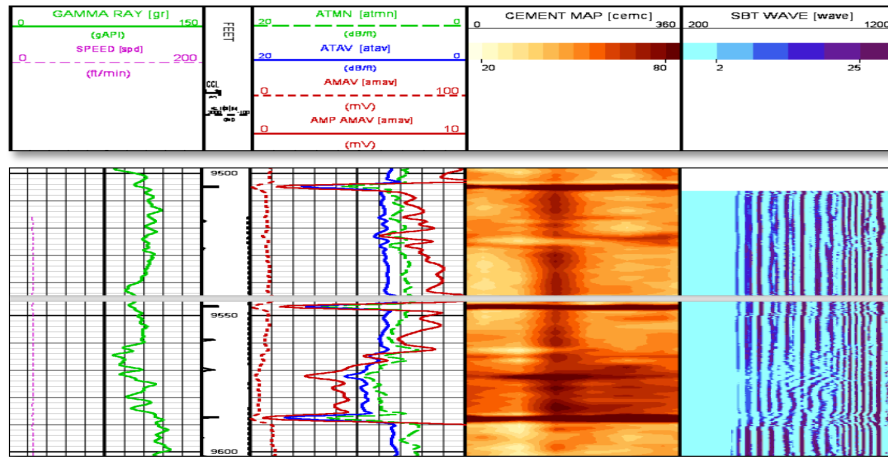


Figura 16. Zona 1 de: 9 500 pies – 9 602 pies del campo Oso.

La especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 9 5/8 pulg, con el diámetro interno ID= 8,681. En la figura 17 se observa la gráfica para la interpretación del SBT, se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR = 0,472 pulg en el eje de las x, y la ATENUACIÓN= 7 en el eje de las y, nos da como resultado de la grafica =600 (psi).

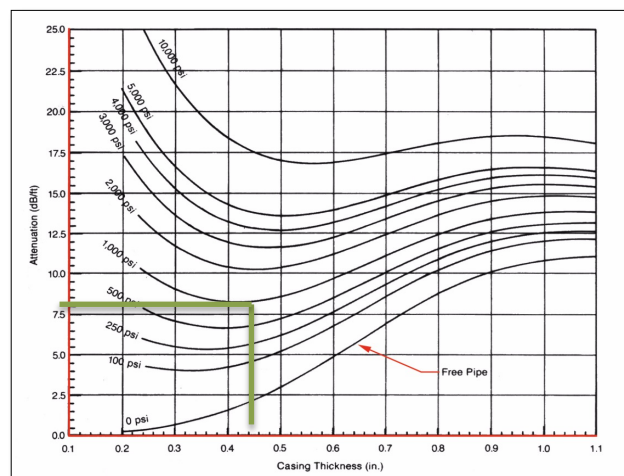


Figura 17. Zona 1 Interpretación del SBT. ESPESOR = 0,472 pulg x, ATENUACIÓN= 7 del campo Oso.



### 3.6.2 ZONA 2 DE INTERÉS: INTERVALOS DISPARADOS DE 9800 pies a 9850 pies POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO

El casing es de 7 pulg, el peso de la tubería 26 lb/pie, lectura del CBL=5, como resultado es un cemento regular, el CBL mide la amplitud, atenuación=14. En la figura 18 se observa el intervalo de la zona 2 de: 9800 pies – 9850 pies.

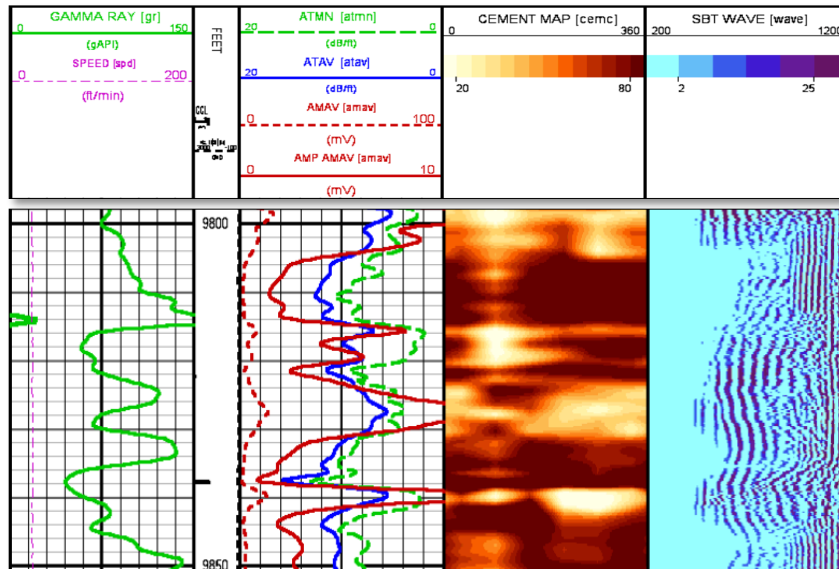


Figura 18. Zona 2 de: 9800 pies a 9850 pies del pozo OSOA-151 del campo Oso.

La especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 7 pulg, con el diámetro interno ID=6,276. En la figura 19 se observa la gráfica para la interpretación del SBT, se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR = 0,362 pulg en el eje de las x, y la ATENUACIÓN =14 en el eje de las y, nos da como resultado de la gráfica= 4200 (psi).

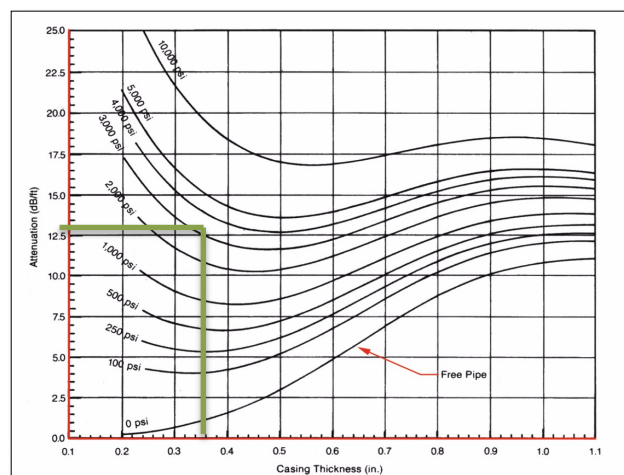


Figura 19. Zona 2 Interpretación del SBT. ESPESOR = 0,362 pulg, ATENUACIÓN =14 del campo Oso.



### 3.6.3 ZONA 3: INTERVALOS DISPARADOS DE 9 850 pies A 9 930 pies POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO

El casing es de 7 pulg, el peso de la tubería 26 lb/pie, la lectura del CBL=10, como resultado es un cemento aceptable, el CBL mide la amplitud, atenuación=6. En la figura 20 se observa el intervalo de la zona 3 de: 9 850 pies – 9 930 pies.

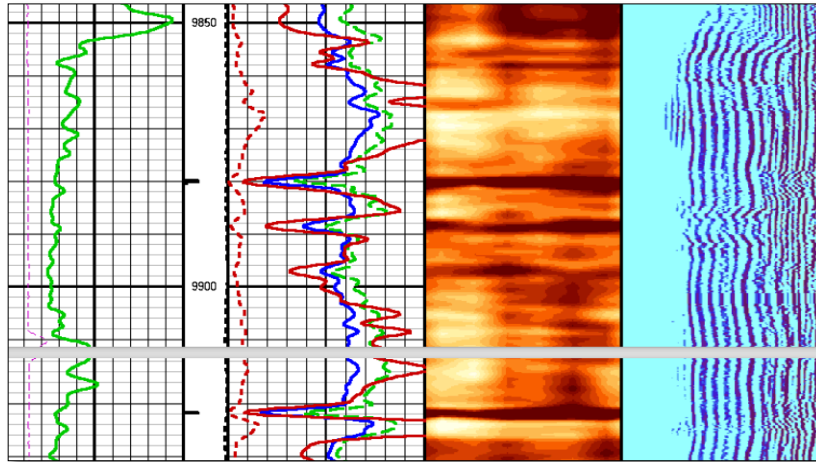


Figura 20. Zona 3 de: 9 850 pies – 9 930 pies del campo Oso.

La especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 7 pulg , con el diámetro interno ID= 6276 pulg. En la figura 21 se observa la gráfica para la interpretación del (SBT), se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR =0.362 pulg en el eje de las x, la ATENUACIÓN=6 en el eje de las y, nos da como resultado de la gráfica = 310 (psi).

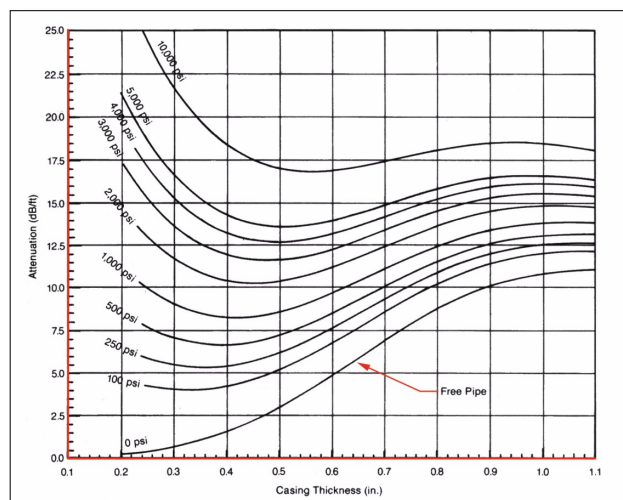


Figura 21.Zona 3 Interpretación del SBT. ESPESOR =0,362 pulg, la ATENUACION=6 del campo Oso

### 3.6.4 ZONA 4: INTERVALOS DISPARADOS DE 9 930 pies A 10 000 pies POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO

El casing es de 7 pulg, el peso de la tubería 26 lb/pie, la lectura del CBL=10 como resultado es un cemento regular, el CBL mide la amplitud, atenuación=6. En la figura 22 se observa el intervalo de la zona 4 de: 9 850 pies – 9 930 pies.

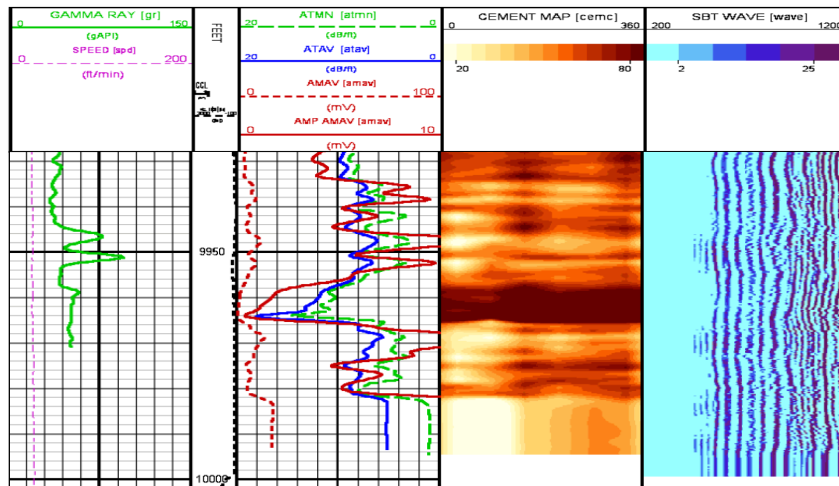


Figura 22. Zona 4 de: 9 850 pies – 9 930 pies del campo Oso.

La especificación casing API con referencia de la tubería con medida de 7 pulg, con el diámetro interno ID= 6 276 pulg. En la figura 23 se observa la grafica para la interpretación del (SBT), se toma el resultado del espesor del casing ESPESOR = 0,362 pulg en el eje de las x, y la ATENUACIÓN =6 en el eje de las y, nos da como resultado de la grafica =420 psi.

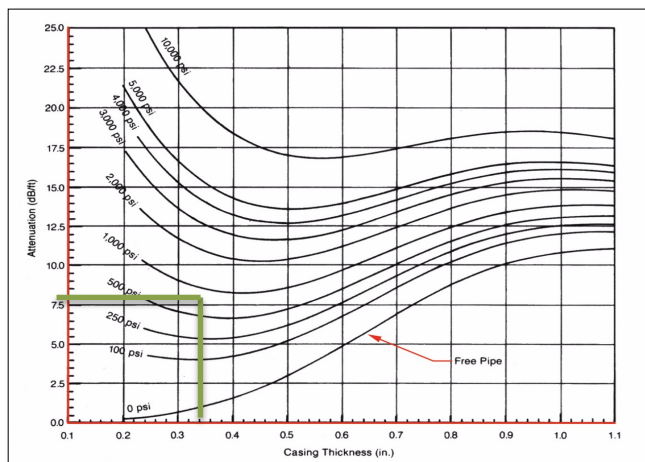


Figura 23. Zona 4: Interpretación del (SBT), ESPESOR =0,362, ATENUACIÓN= 5 del campo Oso.

### **3.7 CORRIDA DE REGISTROS ELECTRICOS PARA LA EVALUACIÓN DE CEMENTO**

#### **3.7.1 EVALUACIÓN DE CEMENTO POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA**

- Correr los registros con y sin presión. Aplicar 600 psi en cabeza, utilizar shooting nipple y stuffing box.
- Remitir los resultados del registro vía email a oficinas de Quito (Departamentos de competición e Ingeniería).
- De ser necesario un programa alterno de cementación remedial será ejecutado.

#### **3.7.2 EVALUACIÓN DE CEMENTO POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO**

Antes de iniciar el trabajo y luego de haber revisado nuestro sistema operativo se realizará:

- Reunión de seguridad (AST y Permiso de trabajo)
- Hacer Rig Up de poleas, cadenas y equipo de presión
- Hacer Rig Up de las herramientas de registro de acuerdo a la carrera establecida.
- Armar y calibrar herramienta: (SBT-CBL-VDL-GR-CCL). En orden de obtener un mapa de cemento orientado con el lado bajo del pozo, habrá de efectuarse la calibración de la herramienta en superficie y en posición horizontal con los brazos de los patines abiertos.
- El SBT es calibrado dentro del pozo por variaciones en cada segmento para obtener unos factores de normalización, para lo cual se registran al menos 400 pies aproximadamente a 1 000 pies.
- La pasada de normalización se debe efectuar en un intervalo donde sea conocido que este bien cementado o sea tubería libre.
- La velocidad normal de registro es de 9 m/min (30 pies/ min),
- Realizará una sección repetida (300 pies), preferentemente en el área de interés del cliente.
- Realizará una sección principal (2 000 pies). En caso de requerir y previo solicitud del cliente realizar la pasada con (500 - 600 psi), de presión, para descartar efectos de micro-anillo.
- Retorno a superficie y desarmar herramienta: (SBT-CBL-VDL-GR-CCL).
- Hacer Rig Down de poleas, cadenas y equipo de presión.
- Entregas LAS e imágenes en medio magnético.

## 3.8 PETROFÍSICA DE LAS ZONAS DE INTERÉS

### 3.8.1 PETROFÍSICA DEL POZO YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA

En la figura 24 se observa la petrofísica en los intervalos preliminares de: (7 933 pies – 7 940 pies (7 pies)); (7 948 pies – 7 987pies (39 pies)); (7 991 pies – 8 009 pies (18 pies), del pozo YRCA-013 del campo Yuralpa. La evaluación de la calidad del cemento en casing 7 pulg de 26 lb/pie, P-110, con herramienta ultrasónica SBT. Se corrió la sarta de registro de cementación con 6 patines motorizados, medición en segmentos (interacción de 4 patines) de 60 grados que son usados para optimizar lecturas ya que proveen centralización.

El registro de evaluación de cemento fue correlacionado con el GR de registro a hueco abierto en LWD, para aplicación de control de profundidad. Este es un pozo desviado según el estado mecánico proporcionado por el cliente. Máxima desviación 26.9 grados, tope de liner de 7 pulg a 7 729 pies MD, presencia de doble casing a 7 910 pies y landing collar a 8 087 pies MD.

Datos de coordenadas de pozo, nivel de terreno y altura de mesa rotaria de acuerdo al registro de correlación.

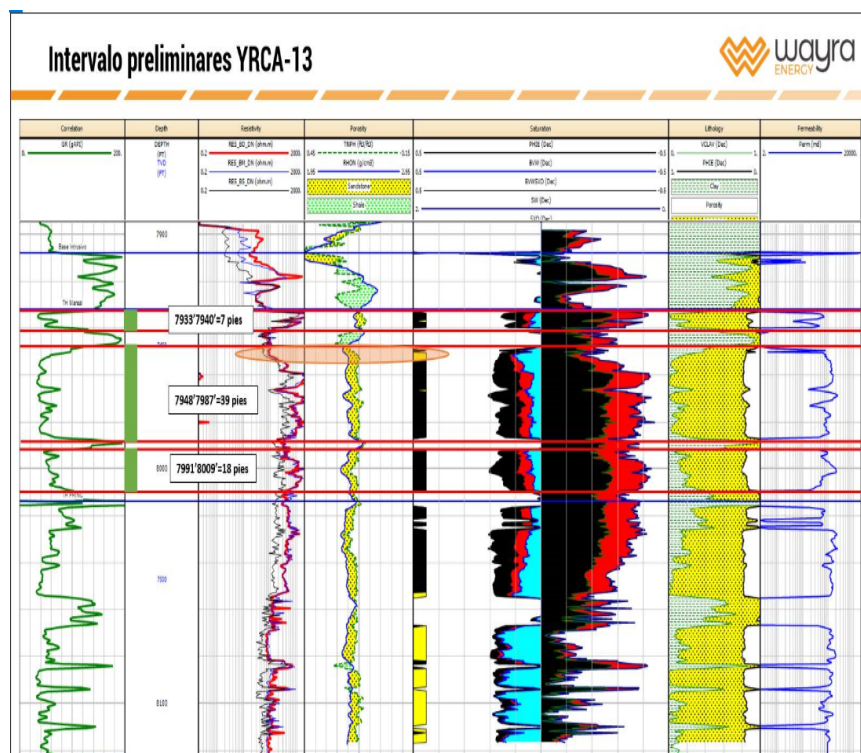


Figura 24. Petrofísica del pozo YRCA-013 en el campo Yuralpa.

(WIRELINE S. , 2019)

### 3.8.2 PETROFÍSICA DEL POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO

En la figura 25 se observa la petrofísica en los intervalos preliminares de: (9 809 pies – 9 816 pies (7 pies); (9 820 pies – 9 824 pies (4 pies); (9 829 pies -9 838 pies (9 pies), la evaluación de la calidad del cemento en casing 7 pulg de 26 lb/pie, P-110, con herramienta ultrasónica SBT, se corrió la sarta de registro de cementación con 6 patines motorizados, medición en segmentos (interacción de 4 patines) de 60 grados que son usados para optimizar lecturas ya que proveen centralización.

El registro de evaluación de cemento fue correlacionado con registro (CNL-GR-CCL) realizado por Cia. SLB el 12 de junio del 2019. Este es un pozo desviado según el estado mecánico proporcionado por el cliente. Máxima desviación 31.23 grados, tope de liner de 7 pulg a 9 608 pies MD, presencia de doble casing desde 9 608 pies hasta 9 795 pies MD y landing collar a 10 003 pies MD. Datos de coordenadas de pozo, nivel de terreno y altura de mesa rotaria de acuerdo al registro de correlación.

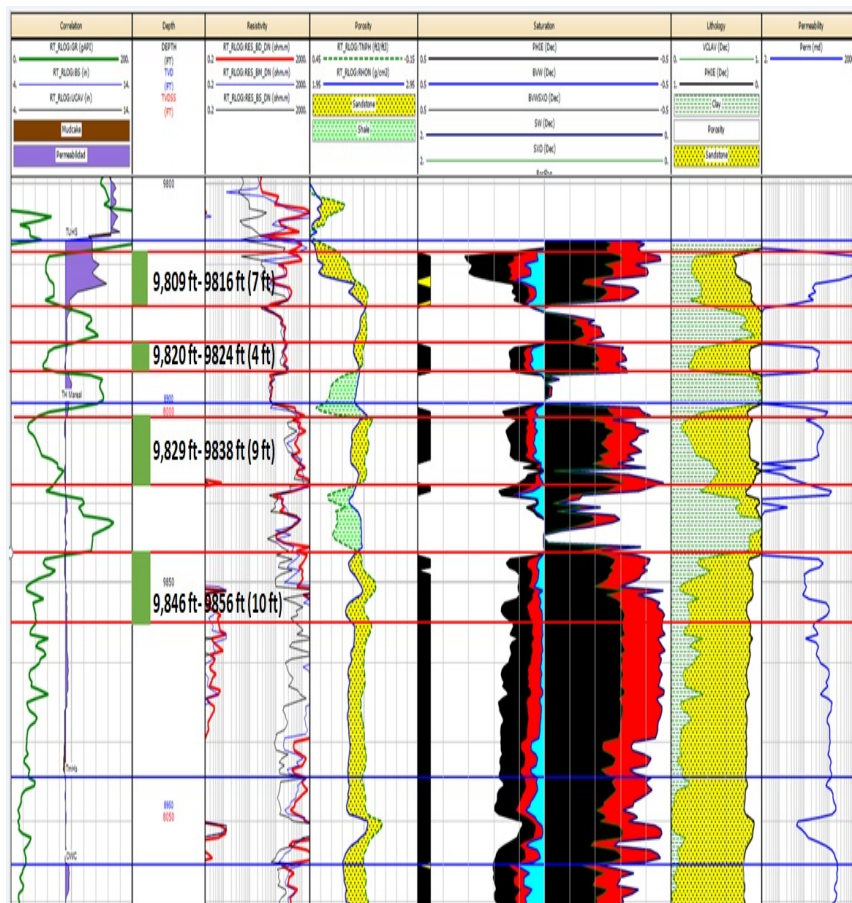


Figura 25. Petrofísica del pozo Oso A-151 en el campo Oso.

(WIRELINE S. , 2019)



### 3.9 INTERVALOS DE INTERES LOS POZOS YRCA-013 DEL CAMPO YURALPA

#### 3.9.1 ZONA 1: INTERVALO DE 7 734 pies a 7 840 pies DEL POZO YRC A-013 DEL CAMPO YURALPA

En la figura 26 se observa el intervalo de: 7 734 pies a 7 840 pies, presenta un buen sello en este intervalo de 7 734 pies -7 840 pies. Tanto en las curvas de CBL, VDL y mapa de cemento.

Tope de liner 7 pulg a 7 729 pies con presencia de doble casing hasta zapato de 9 5/8 pulg a 7 910 pies.

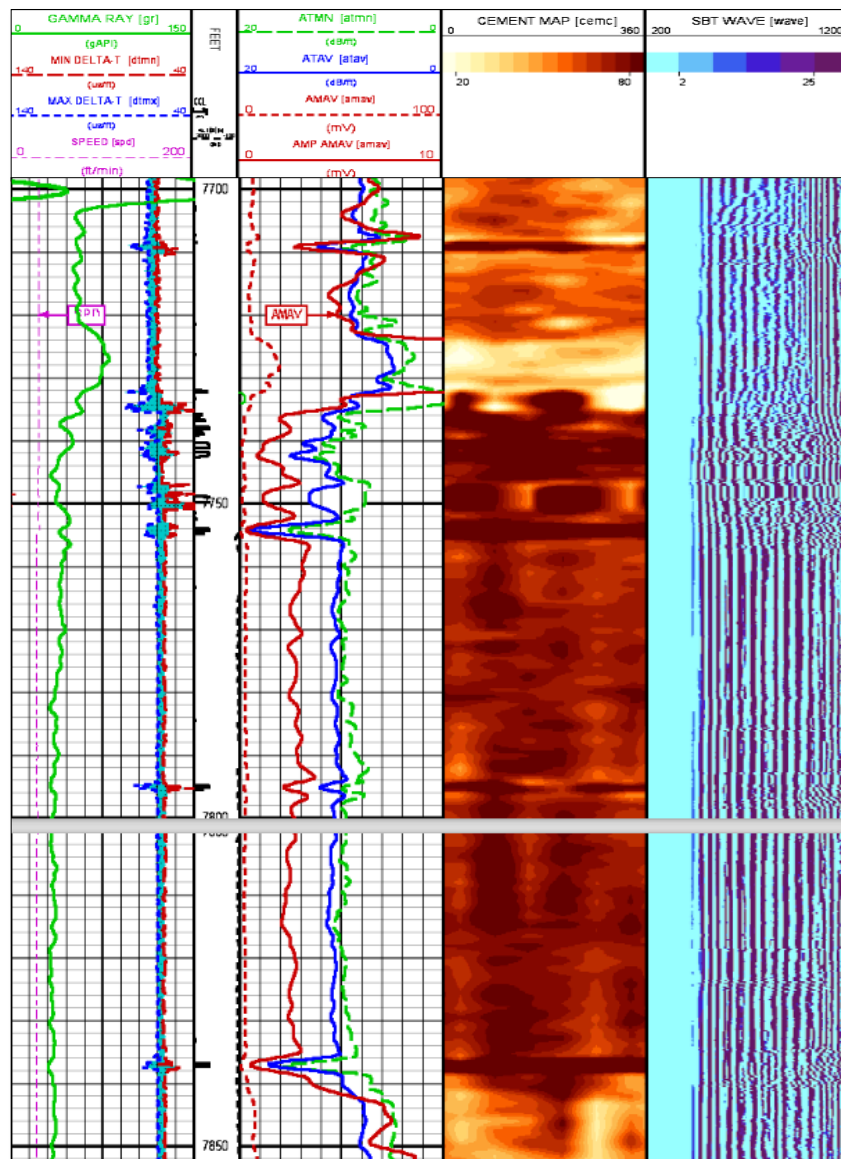


Figura 26. Zona 1 Intervalo de 7734 pies a 7840 pies del campo Yuralpa

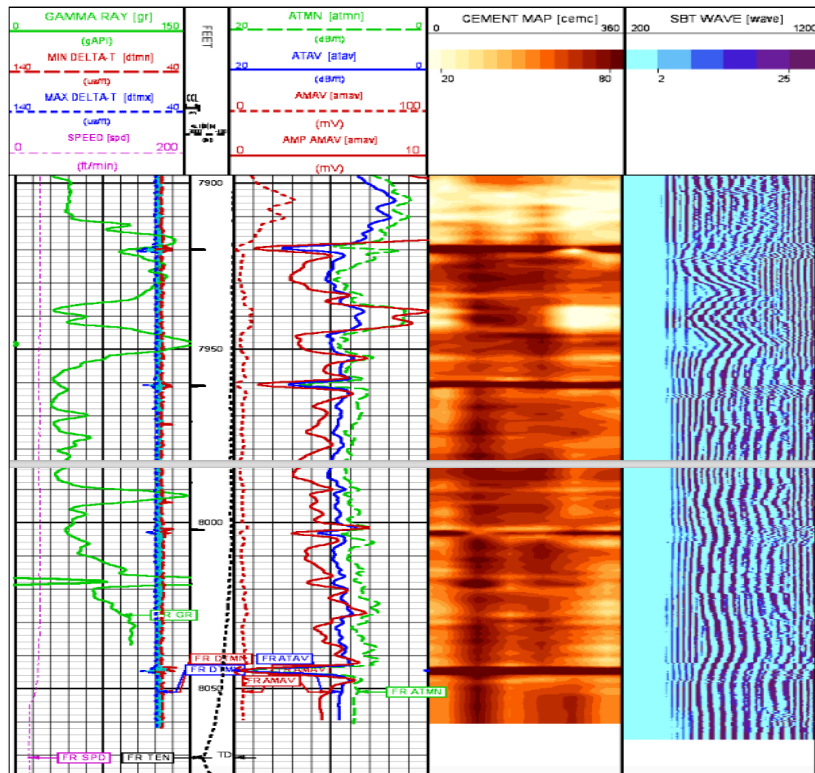
**3.9.2 ZONA 2: INTERVALO DE 7 900 pies A 8 060 pies:  
INTERVALOS DE INTERES: 7 937 pies – 7 944 pies (7 pies); 7  
952 pies-7 991 pies (39 pies); 7 995 pies- 8 013 pies (18 pies)**

En la figura 27 se observa el intervalo de: 7 900 pies a 8 060 pies, de acuerdo a la lectura de las curvas CBL en el fondo a 8 060 pies hasta 7 920 pies se observa buena adherencia de cemento-casing y el VDL muestra señal de formación demostrando adherencia cemento-formación.

La curva CBL muestra un valor de 2mV en promedio lo que indica una buena adherencia de cemento-casing. El VDL no muestra canalizaciones.

El registro muestra que se encuentra correlacionado con el GR del registro ahueco abierto LWD a profundidad con control primario.

Presenta un sello de cemento bajo el último intervalo de interés 7 991 pies -8 009 pies que va desde 8 009 pies hasta 8 060 pies, el cual permite controlar la zona de transición de agua desde el fondo del pozo. Se recomienda continuar con las operaciones de cañoneo en las zonas definidas con la petrofísica.



**Figura 27.** Zona 2 Intervalo de 7900 pies a 8060 pies del campo Yuralpa

### 3.10 INTERVALOS DE INTERES DEL POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO

#### 3.10.1 ZONA 1: INTERVALO DE 9570 pies A 9650 pies DEL POZO OSO A-151 DEL CAMPO OSO

En la figura 28 se observa los intervalos de: 9 570 pies a 9 650 pies el tope de liner 7 pulg a 9 608 pies con presencia de doble casing hasta el zapato de 9 5/8 pulg . Las curvas de CBL, VDL y mapa de cemento muestran un buen sello en este intervalo.

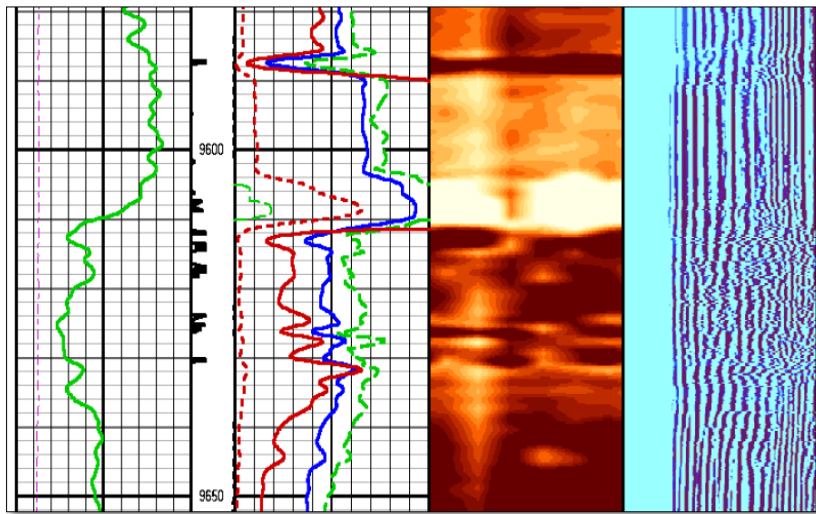


Figura 28. Zona 1: Intervalos de : 9 570 pies a 9 650 pies del pozo del Campo Oso

#### 3.10.2 ZONA 2: INTERVALO DE 9 650 pies A 9 770 pies DEL POZO OSOA-151 DEL CAMPO OSO

En la figura 29 se observa los intervalos de: 9 650 pies a 9 770 pies la presencia de doble casing hasta zapato de 9 5/8 pulg. Las curvas de CBL, VDL y mapa de cemento muestran un buen sello en este intervalo con pequeñas zonas de cemento contaminado.

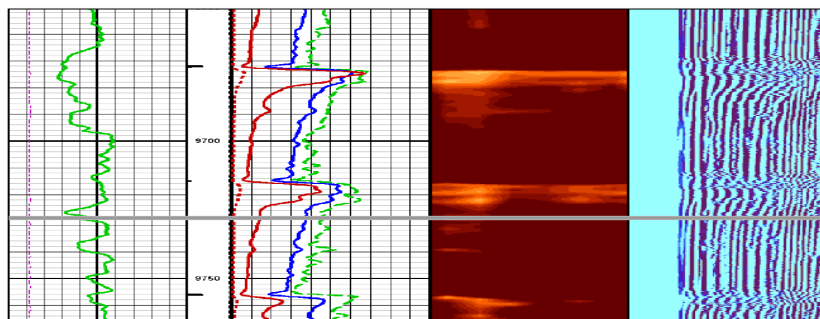


Figura 29. Zona 2 Intervalos de: 9570 pies a 9650 pies del campo Oso



### 3.10.3 ZONA 3: INTERVALO DE 7 900 pies A 8 060 pies: INTERVALOS DE INTERES: 7 937 pies – 7 944 pies (7 pies); 7 952 pies – 7 991 pies (39 pies); 7 995 pies – 8 013 pies (18 pies)

En la figura 30 se observa los intervalos de: 7 900 pies a 8 060 pies, intervalos de interés: (7 937 pies -7 944 pies (7 pies)); (7 952 pies – 7 991 pies (39 pies)); (7 995 pies – 8 013 pies (18 pies), de acuerdo a la lectura de las curvas CBL en el fondo a 8 060 pies hasta 7 920 pies se observa buena adherencia de cemento-casing y el VDL muestra señal de formación demostrando adherencia cemento-formación. La curva CBL muestra un valor de 2mV en promedio lo que indica una buena adherencia de cemento-casing. El VDL no muestra canalizaciones.

El registro muestra que se encuentra correlacionado con el GR del registro ahueco abierto LWD a profundidad con control primario.

Presenta un sello de cemento bajo el último intervalo de interés 7 991 pies – 8 009 pies que va desde 8 009 pies hasta 8 060 pies, el cual permite controlar la zona de transición de agua desde el fondo del pozo. Se recomienda continuar con las operaciones de cañoneo en las zonas definidas con la petrofísica.

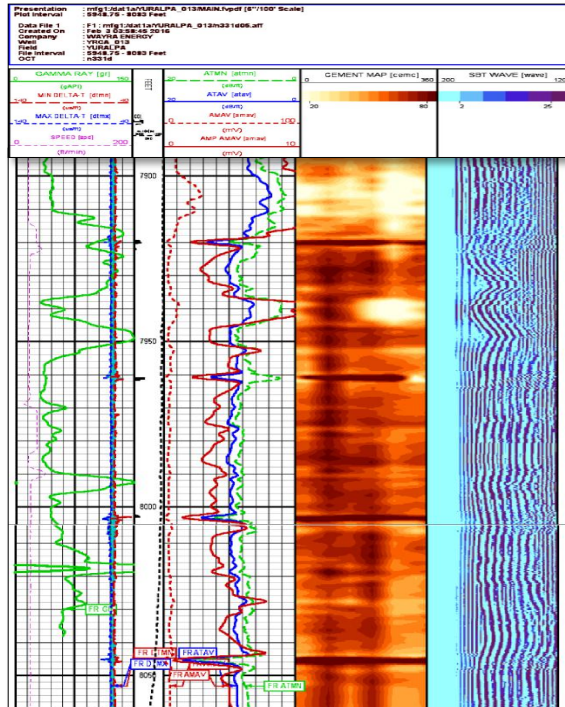


Figura 30. Zona 3: Intervalos de: 7900 pies a 806 pies

### 3.11 FACTORES QUE AFECTAN LAS MEDICIONES DE LOS REGISTROS CON CABLE

- Se producen problemas normalmente cuándo el casing no se limpia bien.
- Cuándo los pads no tienen buen contacto.
- Se usan GEMOCOS con el fin, un centralizador de diámetro exterior que coincida con el diámetro interior de la carcasa debe estar siempre colocado en la herramienta CBL (3,12,14,16).
- Otro problema es el uso de la herramienta en cementos livianos o tipo espuma.
- La herramienta Segmented Bond Toll está diseñada para cementos pesados, no lee bien en lechadas de baja densidad, no identifica el tipo de líquido detrás de cemento, si es gas o agua o cemento contaminado.
- Otro problema es el alcance de WIRELINE en pozos de alto ángulo normalmente llega hasta 65 grados de inclinación, después de eso ya necesitas registro con tubería.
- Problemas durante la cementación no esté bien cementado.

#### 3.11.1 LOS GEMOCOS

En la figura 31 se observa los GEMOCOS son usados para pozos desviados, son rígidos y vienen en distintos tamaños de acuerdo al casing, estos se colocan en la sarta generalmente en 3 sitios, uno sobre los patines, otro por debajo de los patines y otro en el centro del VDL. Son centralizadores metálicos más rígidos, fijos para un diámetro de herramienta y hoyo y/o tubería definida, que son utilizados en herramientas de hoyo revestido como DSL, USIT.



Figura 31. Gemocos.

### **3.11.2 MICROANILLOS**

En el ejemplo de poner cemento en la botella y lo desplazas al anular con lodo de 13 ppg, dentro de la botella (en el fondo) habrían 6 760 psi, ahí dejas que se seque el cemento que esta fuera de la botella.

Luego limpias la botella y cambias el fluido con agua de peso 8.4 ppg, se produce que la botella al tener menos presión se contrae, dejando un espacio muy pequeño entre casing y cemento se entiende como expansión. Ahora calcula la presión del agua de 8.4 ppg, a 10 000 pies de profundidad como resultado 4 368 psi.

Antes se tenía en la botella 6 760 con pérdida de presión por expansión. El casing estaba expandido con el lodo luego cambias a agua y se contrae ,entonces sería una contracción por reducción de presión.

#### **3.11.2.1 Como evitar el efecto de Microanillos**

Es necesario ponerle presión al casing para evitar ese efecto. Lo que se debería aplicar en superficie para evitar un efecto de anillo es 6 700-4 300 durante el registro aplicas esa presión al pozo a 2 400 psi. Lo ideal sería mantener el mismo lodo para el registro, pero normalmente lo cambian durante el scraper, por fluido de competición agua con sal.

### **3.12 TIEMPOS OPERACIONALES DE LAS HERRAMIENTAS**

El tiempo operativo es de 2 horas tiempo de Rig up incluida prueba de presión se corre en pozos a 200 pies/min ya dependerá de la profundidad el registro a 30 pies/min en resolución normal, 60 pies/min en baja resolución, depende el intervalo, saliendo del pozo igual a unos 200 pies/min y Rig down 2 horas. Para los diferentes métodos en la toma de los registros eléctricos el tiempo varía de acuerdo a la profundidad del pozo, intervalos a registrar, herramientas a utilizar, posibles restricciones durante la bajada.

#### **3.12.1 RIG UP**

Es un proceso de sacar las herramientas de la unidad el camión de wireline, subir a la planchada o la mesa de perforación, instalar las poleas superior e inferior con sus cadenas de sujeción, armar el string en la planchada, tiempo operación 60 min a 90 min en promedio, se arma de todo el equipo engranaje.

Previo a las operaciones de trabajo se trae a las locaciones herramientas de back up así poder reponer inmediatamente y no tener NPT, en el laboratorio se realiza la calibración de las herramientas, normalización lea bien y tenga una interpretación exacta, este a punto se mide el CCL.

El Gamma Ray se mide con una fuente este marcando la radioactividad de la formación, VDL este prendido y envié las ondas de sonido, el software eclipse este operativo. Se iza el string completo, se baja al fondo la herramienta prendida toco fondo abro los pads y registro los 2 000 pies, depende de la cantidad de intervalos que se registre la velocidad indicada velocidad del registro 60ft/min, se cierra los pads saco a superficie la herramienta, el tiempo de ejecución de corrida del trabajo es aproximadamente de 4 horas armar bajar registrar, con el guinche de la unidad se iza el string completo y se baja al pozo, se procede a realizar la corrida e interpretación de calidad del cemento con la herramienta Segmented Bond Tool SBT.

Se registra 2 000 pies de la zona de interés, pasa al departamento de geo ciencias queda a consideración del cliente, se registra aproximadamente de 8 000 pies a 10 000 pies. Al bajar la herramienta Segmented Bond Tool SBT a los 10 000 pies abro los pads son sensores y comienza a registrar. Se prende la herramienta con anterioridad en superficie para evitar NPT y seguridad de funcionamiento operativo.

### **3.12.2 RIG DOWN**

Similar al Rig up el tiempo que se limpia el cable, se desarma todo el equipo, se bajan las poleas, se desarma las cadenas.

## **3.13 INTERPRETACIÓN DE LA CURVAS CORRIDAS (MIN DELTA-MAX DELTA-SPEED-ATMN-ATAV-AMAV-AMP AMAV).**

### **3.13.1 INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS MIN DELTA DTMN (lb/pie)**

La curva MIN DELTA DTMN presenta el valor delta T mínimo de los sub-ciclos 1 al 12, dividido por la distancia entre el receptor más lejano y el más cercano. La curva MINDELTA mide la señal más lenta.

Determina el control de calidad. Es el delta tiempo la diferencia entre el tiempo de disparo y arribo de la onda del sónico.

### 3.13.2 INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS MAX DELTA (lb/pie)

En la figura 32 se observa la curva MAX DELTA DTMX valor delta T máximo de los sub-ciclos 1 al 12. Determina el control de calidad, consta de 6 patines, dividido por la distancia entre el receptor más lejano y el más cercano. y la curva MAXDELTA mide la señal más rápida.

- Permite interpretar el control de calidad del cemento.
- Las curvas MIN DELTA – MAX DELTA constan de: 12 transmisores y 6 receptores esto se transforma en 12 subciclos.
- Las curvas MIN DELTA – MAX DELTA van juntas.
- se separan cuando hay presencia de cuellos.
- Con la curva MIN DELTA – MAX DELTA nos da la lectura si la herramienta está leyendo bien o mal.
- Nos indican el tiempo de transito de la onda.
- Deben ser cercanos (entre 5-8  $\mu$ sec )

En el caising en la tubería, los patines van pegados, depende del tipo del caising de 7 pulg - 26 lb/pie, es 57 micro seg/pie. En un control en caso negativo 59.9 de limite. Si la herramienta tiene un periodo de tiempo en uso alto, disminuye la precisión de tiempo de transito

#### 3.13.2.1 Tiempo de Transito

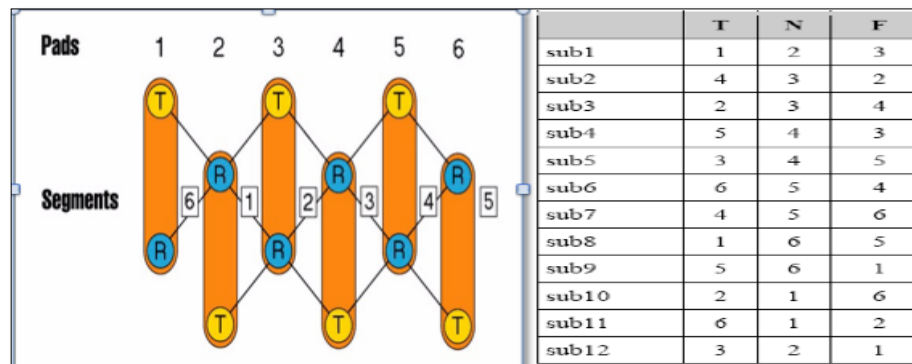


Figura 32. Interpretación la curva MAX DELTA DTMX.

El tiempo de tránsito (TT), es utilizado para el control de calidad del registro, es el tiempo que se emplea para detectar el primer arribo al receptor a través de una barrera flotante. Si la herramienta está centralizada en el pozo en tubería libre el (TT) debería proporcionar valores razonablemente precisos. Debido a que el (TT) es constante, siempre y cuando se tenga tubería de las mismas características en la zona a registrarse se obtendrá una línea constante.

Cuándo en zonas cementadas hay variaciones del (TT) esto puede deberse a factores que incrementan el (TT); estos son los collares, salto de ciclo, descentralización de la herramienta y las señales de formación rápidas.

### **3.13.3 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA SPEED (pie/min)**

Con la curva SPEED puede determinar la velocidad del cable o sarta con la que se viene registrando, los manuales indican 30 pies/min, hasta los 35 pies/min. Determina la velocidad de registro y control de calidad de la cementación.

### **3.13.4 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA ATMN (dB/pie)**

Con la curva de atenuación mínima ATMN podemos determinar el valor que indica la calidad del cemento, la compresibilidad del cemento, valores cuantitativos, mientras más alta sea la curva de mejor calidad es el cemento y si es baja la curva el cemento es de mala calidad del cemento, indica la atenuación mínima en cada profundidad, cada punto de lectura mínima. La curva ATMN sirve para poder identificar canales. Las curvas ATMN - ATAV van juntas. Un valor muy bajo de atenuación en ambas lecturas sería indicador de tubería libre. Es el tiempo de tránsito mínimo entre que el emisor dispara y el receptor capta la onda una vez que ha pasado por el fluido, casing, formación.

### **3.13.5 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA ATAV (dB/pie)**

La curva de atenuación promedio ATAV indica la atenuación average en promedio %. La curva ATAV sirve para poder identificar canales. Las curvas ATMN - ATAV cuándo se abren o se separan una de la otra detectan la presencia de canalizaciones. Un valor muy alto en ambas lecturas indicaría buena adherencia de cemento alrededor de toda la tubería. Una separación entre las curvas indicaría un posible canal.

Es el tiempo de tránsito, es decir el tiempo entre que el emisor dispara y el receptor capta la onda una vez que ha pasado por el fluido, casing, formación.

### **3.13.6 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA AMAV (mV)**

- Convierte la atenuación a mV, es el registro de Adhesión de Cemento (CBL), en mV, como los clientes están acostumbrados a leer.

- Determina la lectura de la herramienta CBL, indica la amplitud en mV.
- Convierte la atenuación a mV, es el registro de Adhesión de Cemento (CBL), como los clientes están acostumbrados a leer.
- Es la amplitud de la onda del sónico, determina más amplitud menos cemento o más adherencia.
- Determina la lectura de la herramienta CBL, indica la amplitud en mV.

### **3.13.7 INTERPRETACIÓN DE LA CURVA -AMP AMAV (mV)**

Convierte la atenuación a mV, es el registro de Adhesión de Cemento (CBL), en mV, como los clientes están acostumbrados a leer. Es la amplitud de la onda del sónico, determina más amplitud menos cemento o más adherencia.lb/pie

## **3.14 ANÁLISIS ECONÓMICO**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis comparativo de costos, se pudo determinar que se puede obtener un ahorro significativo al implementar la tecnología de la herramienta Segmented Bond Tool SBT

### **3.14.1 RENTABILIDAD DEL PROYECTO**

De acuerdo con los indicadores económicos, se pudo determinar que el proyecto es completamente rentable, el valor actual neto en todas las etapas del proyecto es positivo, y el tiempo de recuperación de la inversión es bastante corto. Se puede observar que la mayor rentabilidad del proyecto.

#### **3.14.1.1 Evaluación pozo YRCA-013 del Campo Yuralpa**

En la tabla 7 se describe los beneficios de la intervención de la herramienta Segmented Bond Tool pozo YRCA-13 del campo Yuralpa se determina es un proyecto rentable.

**Tabla 7.** Flujo de caja del pozo YRCA-13 del campo Yuralpa

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
<b>PRODUCCIÓN ANUAL (bb/año)</b>		299 243	244 587	199 913	163 399	133 555	92 461
<b>TARIFA (USD/bb)</b>		21	21	21	21	21	21
<b>INGRESO ANNUAL</b>		6 272 136 USD	5 126 543 USD	4 190 190 USD	3 424 860 USD	2 799 316 USD	1 938 002 USD
<b>APORTE LABORAL</b>		940 820 USD	768 981 USD	628 528 USD	513 729 USD	419 897 USD	290 700 USD
<b>IMPUESTO A LA RENTA</b>		1 379 870 USD	1 127 839 USD	921 841 USD	753 469 USD	615 849 USD	426 360 USD
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>		2 320 690 USD	1 896 821 USD	1 550 370 USD	1 267 198 USD	1 035 747 USD	717 061 USD
<b>FLUJO DE CAJA DESPUES DE IMP.</b>	5 024 000 USD	3 951 446 USD	3 229 722 USD	2 639 820 USD	2 157 662 USD	1 763 569 USD	1 220 941 USD
<b>ACUMULADO</b>		1 072 553 USD	2 157 168 USD	4 796 988 USD	6 954 650 USD	8 718 220 USD	9 939 162 USD
<b>VALOR PRESENTE</b>	5 024 000 USD	3 528 076 USD	2 574 714 USD	1 878 971 USD	1 371 233 USD	1 000 696 USD	618 567 USD
<b>TOTAL</b>	5 948 260 USD						

En la tabla 8 se describe los indicadores financieros-económicos del pozo YRCA-13 del campo Yuralpa el resultado aplicando en la utilización de la herramienta Segmented Bond Tool SBT desde el punto de vista como la operadora Wayra Energy S.A donde se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 8.** Indicadores financieros-económicos del pozo YRCA-13 del campo Yuralpa

<b>COSTO SBT</b>	24 000 00 USD
<b>COSTO DE PERFORACION</b>	5 000 000 USD
<b>TOTAL EGRESOS</b>	5 024 000 USD
<b>VAN</b>	5 310 947 USD
<b>TIR</b>	59%
<b>RELACION COSTO BENEFICIO</b>	1,06 USD
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>	9 939 162 USD
<b>TASA DE INTERÉS</b>	% 12
<b>TARIFA FIJA POR BARRIL</b>	20 96 USD



### 3.14.1.2 Evaluación pozo OSOA-051 del Campo OSO

En la tabla 9 se describe los beneficios de la intervención de la herramienta Segmented Bond Tool pozo OSOA-151 campo Oso se determina es un proyecto rentable.

**Tabla 9.** Flujo de caja del pozo OSOA-151 del campo OSO

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
<b>PRODUCCIÓN ANUAL (bb)/año</b>		99 747	81 529	66 637	54.466	44.518	30.820
<b>TARIFA (USD/bbl)</b>		21	21	21	21	21	21
<b>INGRESO ANNUAL</b>		2 090 712 USD	1 708 847 USD	1 396 730 USD	1 141 620 USD	933 105 USD	646 000 USD
<b>APORTE LABORAL</b>		313 606 USD	256 327 USD	209 509 USD	171 243 USD	139 965 USD	96 900 USD
<b>IMPUESTO A LA RENTA</b>		459 956 USD	375 946 USD	307 280 USD	251 156 USD	205 283 USD	142 120 USD
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>		773.563 USD	632 273 USD	516 790 USD	422 399 USD	345.249 USD	239 020 USD
<b>FLUJO DE CAJA DESPUES DE IMP.</b>	3 024 000 USD	1 317 148 USD	1 076 574 USD	879 940 USD	719 220 USD	587 856 USD	406 980 USD
<b>ACUMULADO</b>		1 706 851 USD	630 277 USD	249 662 USD	968 883 USD	1 556 740 USD	1 963 720 USD
<b>VALOR PRESENTE</b>	3 024 000 USD	1 176 025 USD	858 238 USD	626 323 USD	457 077 USD	333 565 USD	206 189 USD
<b>TOTAL</b>	633 420 USD						

En la tabla 10 se describe los indicadores financieros-económicos del pozo OSOA-151 del campo Oso el resultado aplicando en la utilización de la herramienta Segmented Bond Tool SBT desde el punto de vista como la operadora Wayra Energy S.A donde se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 10.** Indicadores financieros- económicos del pozo OSOA-151 del campo Oso

<b>COSTO SBT</b>	24 000 00 USD
<b>COSTO DE PERFORACION</b>	3 000 000 USD
<b>TOTAL EGRESOS</b>	3 024 000 USD
<b>VAN</b>	565 553 81 USD
<b>TIR</b>	21%
<b>RELACION COSTO BENEFICIO</b>	0,19 USD
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>	1 963 720 USD
<b>TASA DE INTERÉS</b>	% 12
<b>TARIFA FIJA POR BARRIL</b>	20 96 USD

(WIRELINE S. , 2019)

### 3.14.2 ARBOL DE DESICIONES

Se observa en la figura 33 el árbol de decisiones pozo YRCA-013 del campo Yuralpa y en la figura 34 el árbol de decisiones pozo OSOA-151 del campo Oso. El nombre se deriva de la apariencia del modelo parecido a un árbol y su uso es amplio en el ámbito de la toma de decisiones bajo incertidumbre facilita la interpretación de la decisión adoptada en este caso de estudio en ver la rentabilidad de la herramienta Segmented Bond Tool especialmente cuando existen riesgos, costos, beneficios y múltiples opciones.

Se utilizó una herramienta de árbol de decisiones. Se analiza los requerimientos por cada pozo en probabilidad alta media y baja. Si es conveniente aplica la corrida de la herramienta Segmented Bond Tool para determinar la integridad del cemento si es o no candidato el pozo.

Con el sistema de árbol de decisiones se demuestra el valor de adquisición de información con baja inversión económica.

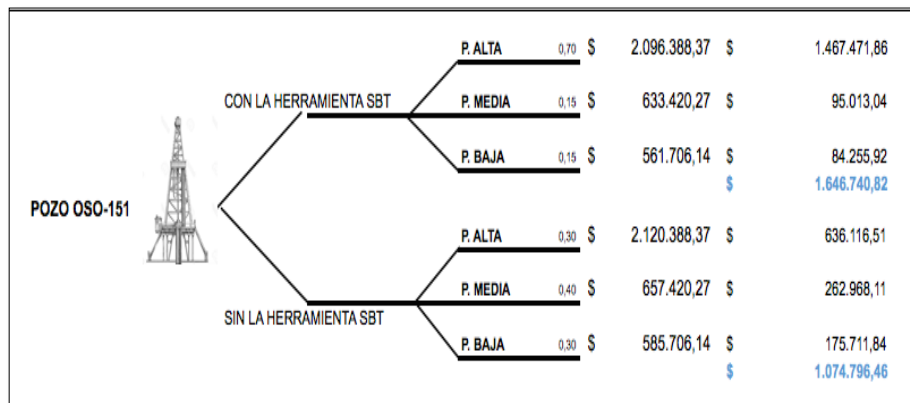


Figura 34. Árbol de decisiones pozo OSOA-151 del campo Oso.

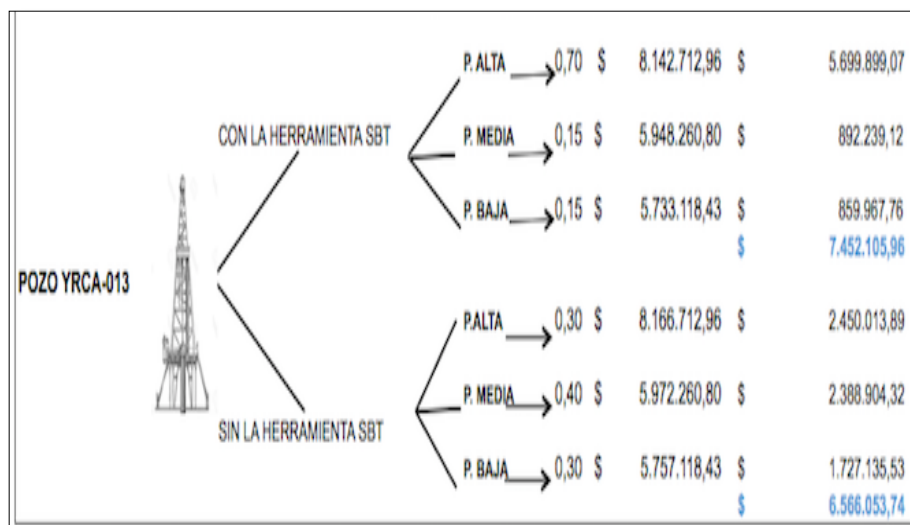


Figura 33. Árbol de decisiones pozo YRCA del campo Yuralpa.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- La herramienta Segmented Bond Tool ofrece una importantes ventajas sobre las otras herramientas convencionales debido a su insensibilidad a los fluidos pesados o fluidos cortados con gas, formaciones rápidas, variaciones de temperatura y presión, los datos que arroja la herramienta son adquiridos, procesados y graficados en tiempo real. La herramienta Segmented Bond Tool (SBT), muestra canalizaciones y microanillos no reconocidas por un CBL convencional. La interpretación de Segmend Bond Tool (SBT), siempre debe de ir acompañado en las presentaciones con un VDL.
- Para la idónea interpretación de un registro de evaluación de cemento es necesario conocer el escenario completo como: informe de la ejecución, fluidos involucrados, condiciones de pozos previas como programas, las características del trabajo de cementación etc. A su vez es necesario saber la historia del pozo desde fragüe de cemento hasta que se corre el registro de cemento.
- Cuando los Perfiles de Adherencia del Cemento se manejan e interpretan en forma adecuada, brindan respuestas consistentes y confiables.
- Para la idónea interpretación de un registro de evaluación de cemento es necesario conocer el escenario completo como: informe de la ejecución, fluidos involucrados, condiciones de pozos previas como programas, las características del trabajo de cementación etc. A su vez es necesario saber la historia del pozo desde fragüe de cemento hasta que se corre el registro de cemento.
- Se realizaron dos escenarios principales uno aplicando la herramienta SBT y otro sin aplicar la herramienta SBT, cada escenario principal tiene tres aspectos que son de producción en rango alto, medio, bajo. Se concluye que si se aplica la herramienta SBT la incertidumbre se reduce por lo que hay mayor probabilidad de tener mas certeza en los disparos y obtener mayor producción, si no se aplica la herramienta SBT, existe la posibilidad con baja probabilidad de tener alta producción.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la Herramienta Segmented Bond Tool ya que evita trabajos de comprensión innecesarios, identifica intervalos de unión uniforme y detectar canales o hueco de cemento, ya que reduce el riesgo con la detección de canalización y mala unión del cemento, la lectura es fácil de interpretar.
- Durante la configuración de las herramientas corridas (GR-CCL-SBT-VDL-CBL), se recomienda chequear toda la sarta antes de realizar la corrida de registros para asegurar que hay comunicación precisa entre ellas y verificar que están entregando información al sistema. En especial cuando se trata de registros asistidos en modo memoria, se debe dar primordial importancia a la memoria en si, dado que, ésta es una herramienta frágil la misma que podría sufrir daños con algún golpe y así detener una lectura errónea en la interpretación durante la corrida de los registros.
- El registro de Adherencia de cemento (CBL), por su bajo costo operativo y excelentes resultados puede seguirse usando en campos maduros siempre y cuando se apliquen los criterios de control de calidad y un buen análisis de la interpretación.
- Se recomienda correr la herramienta Segmented Bond Toll (SBT), en pozos inyectados con lodos a base de gas.
- La herramienta Segmented Bond Tool (SBT), es una tecnología desarrollada de perfiles de adherencia de cemento y puede usarse en proyectos grandes y que requieran mayor precisión, donde los costos de trabajos de cementación y reparación sean elevados. En caso de pozos horizontales o donde las condiciones de centralización de herramienta sea crítica, se recomienda perfilar con la herramienta (SBT).
- La sarta de herramientas (SBT), es larga y pesada y debe enroscarse verticalmente en el pozo o de lo contrario puede dañarse el instrumento y/o alguien puede resultar lesionado.
- Se recomienda la aplicación de la herramienta SBT ya que reduce la incertidumbre y tendríamos mayor probabilidad de sacarle provecho a obtener mayor producción, la aplicación de la herramienta equivale a tener mayor información del yacimiento y ser mas certeros al disparar en las zonas de interés.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Atlas, B. (2018). Interpretation Segmented Bond Tool. Obtenido de <http://www.energy-oil-gas.com/2008/02/28/baker-atlas/>.
- Bigelow, E.L. (2018). New technology for cement evaluation. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/6998543>.
- Corrales, D. A. (15 de Agosto de 2017). Análisis técnico detallado e interpretación de los registros de cementación CBL (Cement Bod Log) y VDL (Variable Density Log) . Obtenido [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6059/1/50404\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6059/1/50404_1.pdf).
- EP, P. (2018). Campos oil and gas, campo Yuralpa. Obtenido de <https://www.petroamazonas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/CAMPOYURALPA.pdf>.
- Freddie, S. A. (2019). Registros de adherencia (CBL – VDL). Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/expo-registros-cbl-vdl.html>.
- IBARRA, S. A. (2017). Analisis técnico e interpretación de registros de cemento. Atlas, W. (2015). Introducción al perfilaje de pozos.
- Jarrin, N. V. (2015). Una vision a la SPE. Obtenido de [https://issuu.com/aihecuador/docs/pge\\_septiembre\\_baja](https://issuu.com/aihecuador/docs/pge_septiembre_baja)  
M.Hirschfeldt. (s.f.). API CAISING TABLE SPECIFICATION. Obtenido de oilproduction.net.
- Tyndall, J. (2015). Segemented Bond Tool- A new generation Cement bond logging. Obtenido de <https://www.onepetro.org/conference-paper/PETSOC-90-115>.
- Vazques, R. M. (2018). Procedimiento para la evaluacion integral de cementaciones de pozos mediante herramientas acussticas. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3626/Tesis.pdf?sequence=1>.
- WIRELINE, G. (2019). Interpretacion de registros de cemento en el pozo OSOA-151. Obtenido de <https://www.dropbox.com/hgowireline>.