

Herramientas de Pozo Abierto Evaluación de Formación

- Resistividad
 - Herramientas de inducción
 - Dual Lateral Log
 - Resistivity Horizontal y Vertical
 - Micro-Spherical
- Nuclear
 - Neutrón Compensado
 - Lithodensidad Compensado
 - Gamma Ray Espectral
 - Nuclear Magnetic Resonance
- Sonic
 - Cross Multipole Array
 - High Definition Sonic

Registro de Inspección de tubería Integridad de Pozos

- Multi-Finger Caliper
- Herramienta de Alta Resolución Magnética
- Detector de Espesor Magnético
- Detector mejorado de Espesor Magnético
- Herramienta Ultrasónica
- Cement Bond Log

Production Logging (PLT)

- CCL/GR
- Temperature y Pressure
- High Resolution Quartz Pressure
- Water Holdup
- Inline Flow Meter
- Fullbore Flow Meter
- Fluid Density Tool
- MAPS

Herramientas de Registros Eléctricos

Herramientas de imagen Evaluación Geológica

- Dipmeter y Registro de imagen de resistividad
- Herramienta Ultrasónica
- Herramienta Sísmica

Pruebas de Formación y Muestreo Evaluación de Reservorio

- Formation Pressure Tester
- Rotary Sidewall Coring

Herramientas de Evaluación de Formación en Pozo Entubado

- Resistividad de la formación a través del casing.
- Herramienta Ultrasónica .
- Herramienta Pulsante de Neutrones (Sigma & CO)

INTRODUCCION



El costo global de la corrosion \approx 2.5 trillion USD
 \approx 3.4% de lo global GDP

Ref.  **NACE**[®] **IMPACT**
INTERNATIONAL



“Lo que no se mide no se puede controlar y lo que no se puede controlar no se puede prevenir”

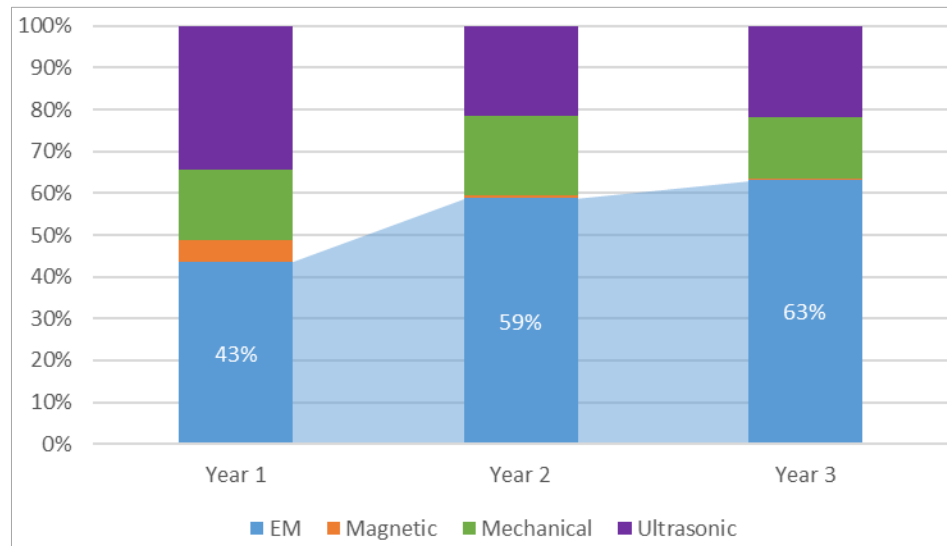
Clasificación de tecnologías para la evaluación de la integridad del pozo



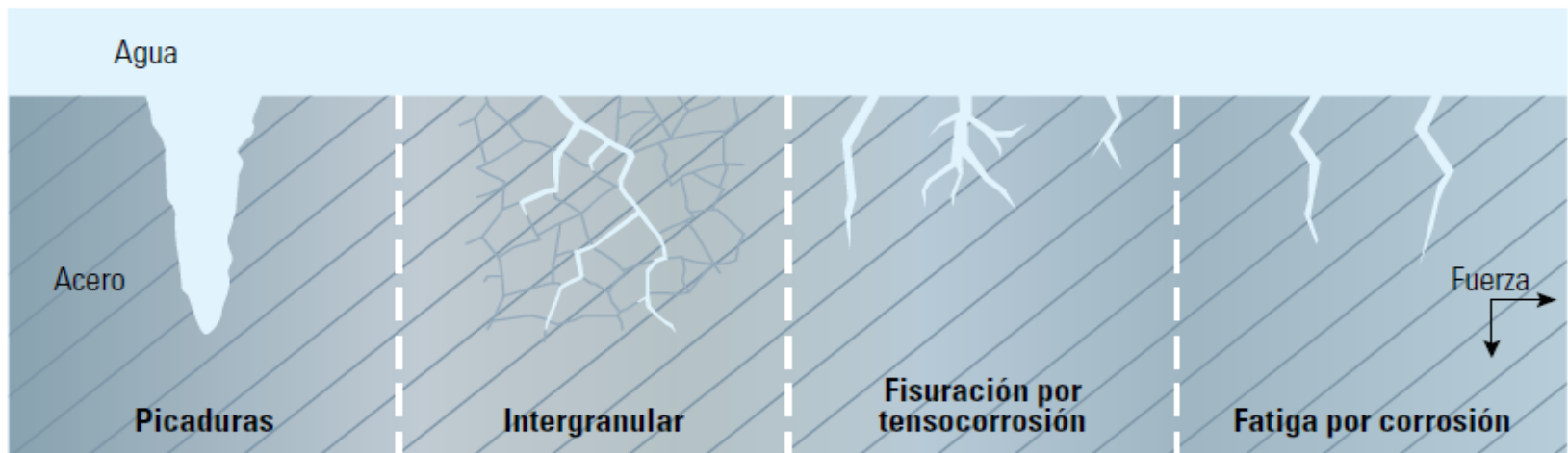
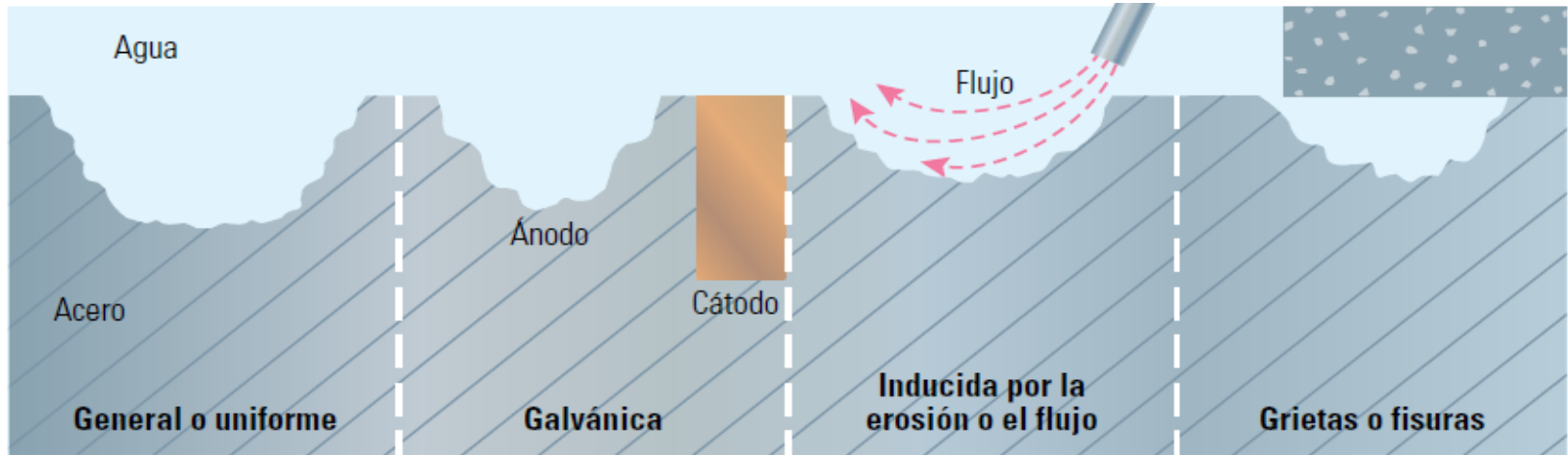
Evolución del Mercado de Tecnologías para Registros de Integridad de pozos



Evolución del registro de corrosión por tecnología de sensores durante los últimos tres años



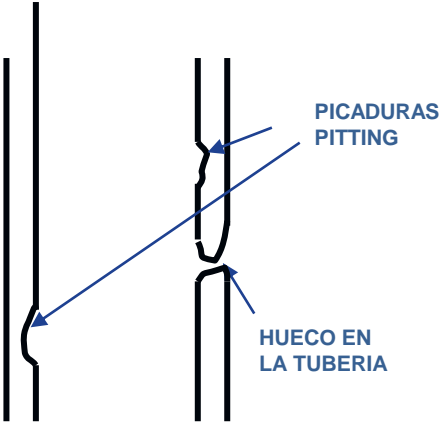
Clases generalizadas de corrosión



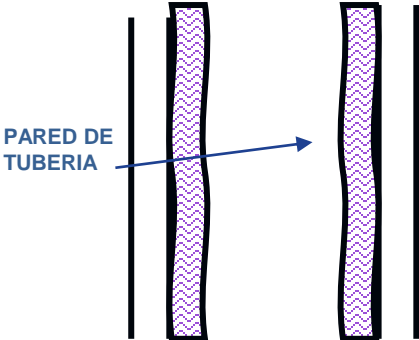
Defectos Mecánicos mas comunes



EFFECTOS POR CORROSION



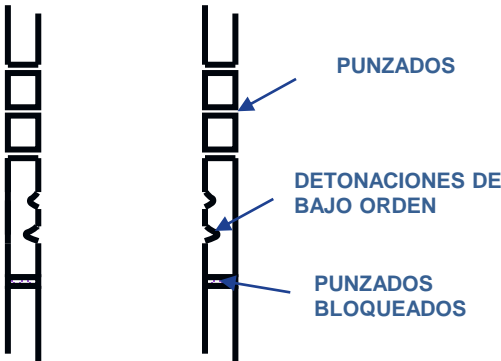
REVOQUE DE ESCAMAS



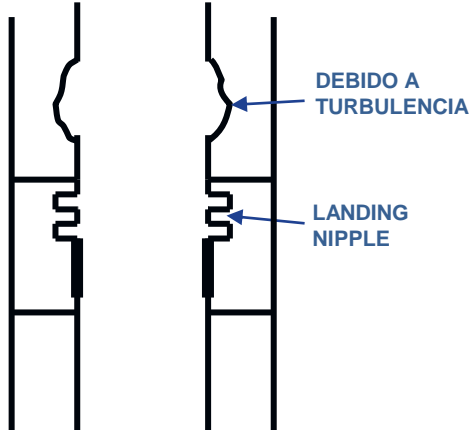
MOLIENDA / DAÑO POR PERFORACION



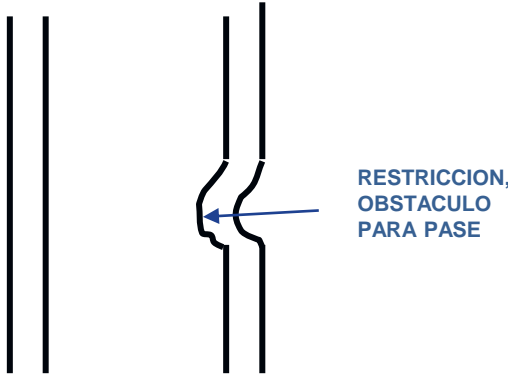
MAPA DE PUNZADOS



CONEXION - LOCALIZACION DAÑADA



TUBERIA APLASTADA-COLAPSO

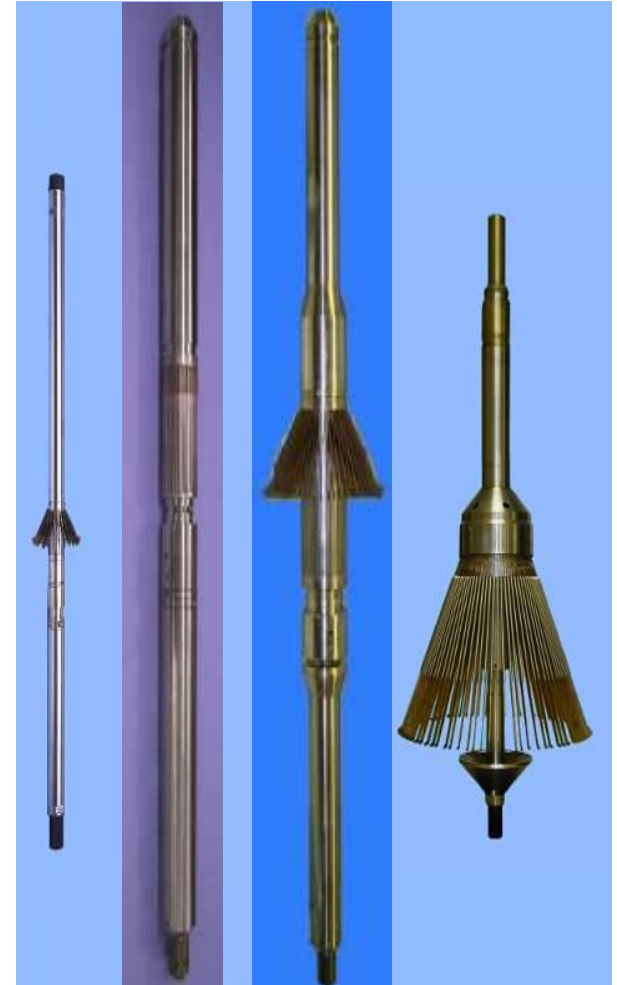


MULTIFINGER CALIPER

Generalidades



- Registra un perfil cuantitativo detallado del interior de tuberías. Mide los radios internos con una resolución vertical de 0.12”
- Identifica, picaduras, agujeros, rotura y anomalías internas.
- Cuantifica la corrosión o desgaste interno de la tubería, y la acumulación de escamas o scale.
- Mapeo de los punzados.
- Registros para comparación en el transcurso del tiempo, con la finalidad de evaluar el proceso de desgaste de la tubería.
- Es combinable con otras herramientas magnéticas y de evaluación de cemento.

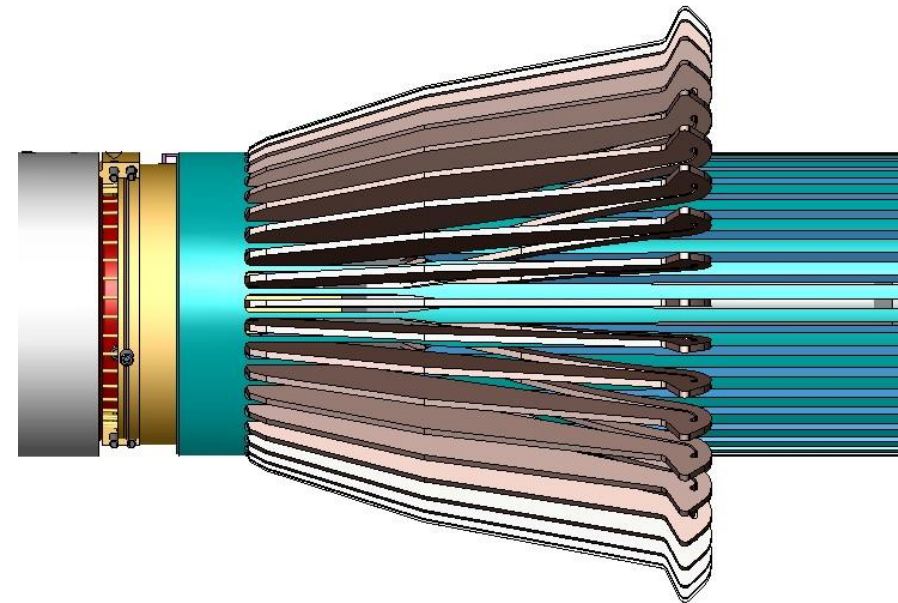
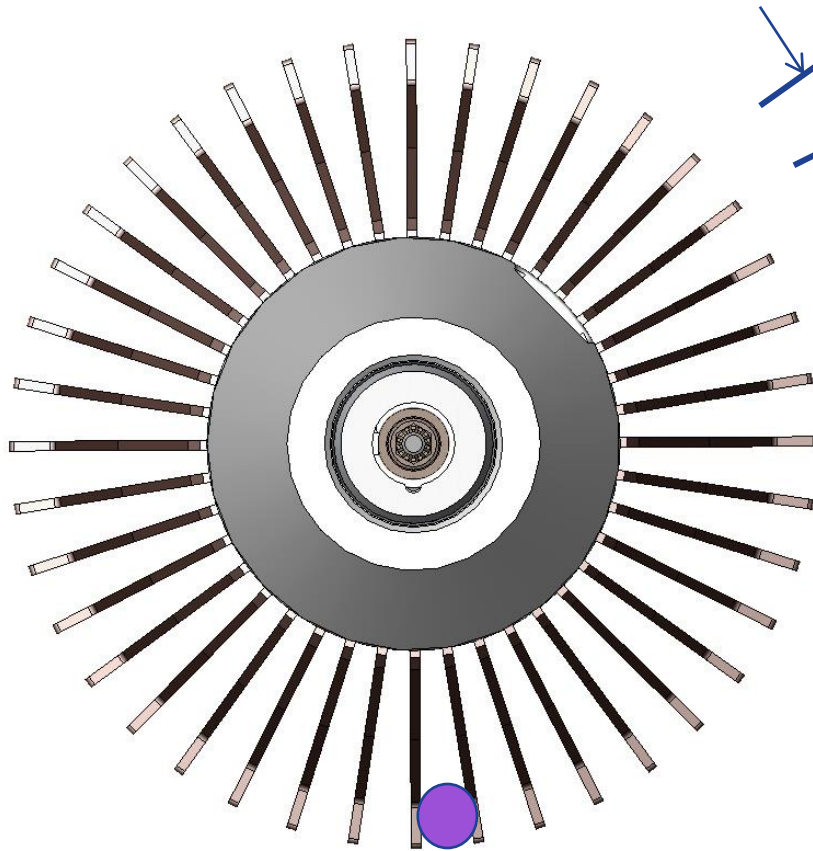


Especificaciones Técnicas



- ❑ Presión 20,000 psi,
- ❑ Temperatura 350°F
- ❑ Resolución Radial: 0.002” (24F y 40F), 0.003” (60 F) y 0.014 (80F)
- ❑ Resolución vertical: 0.12”
- ❑ Exactitud Radial : 0.020” (24F & 40F) , 0.025” (60F) , 0.05” (80F)
- ❑ Espesor de la punta del finger: 0.064”
- ❑ Radio de la punta del finger: 0.05” to 0.06”
- ❑ Inclinometro: Rotación, desviación y lado alto (+/- 5 grados)

Tool size OD	# Fingers	Rango tuberia (ID)	Espaciamiento entre Fingers Resolucion Circunferencial
1 11/16”	24 finger	1.75” to 4.5” Extendido a 7”	0.229” to 0.589” 0.916”
2 3/4”	40 finger	3.0” to 7.5” Extendido a 10”	0.236” to 0.589” 0.785”
4”	60 finger	4.5” to 9 5/8” Extendido a 14”	0.236” to 0.504” 0.733”
8”	80 finger	8.5” to 16” Extendido a 20”	0.334” to 0.628” 0.785”



Utilizar la herramienta de mayor cantidad de finger para lograr el menor espacio entre ellos y reducir el riesgo de perder un detalle.

i.e.: Para un casing de 7"

40 fingers => 0.50" spacing

60 fingers => 0.33 spacing

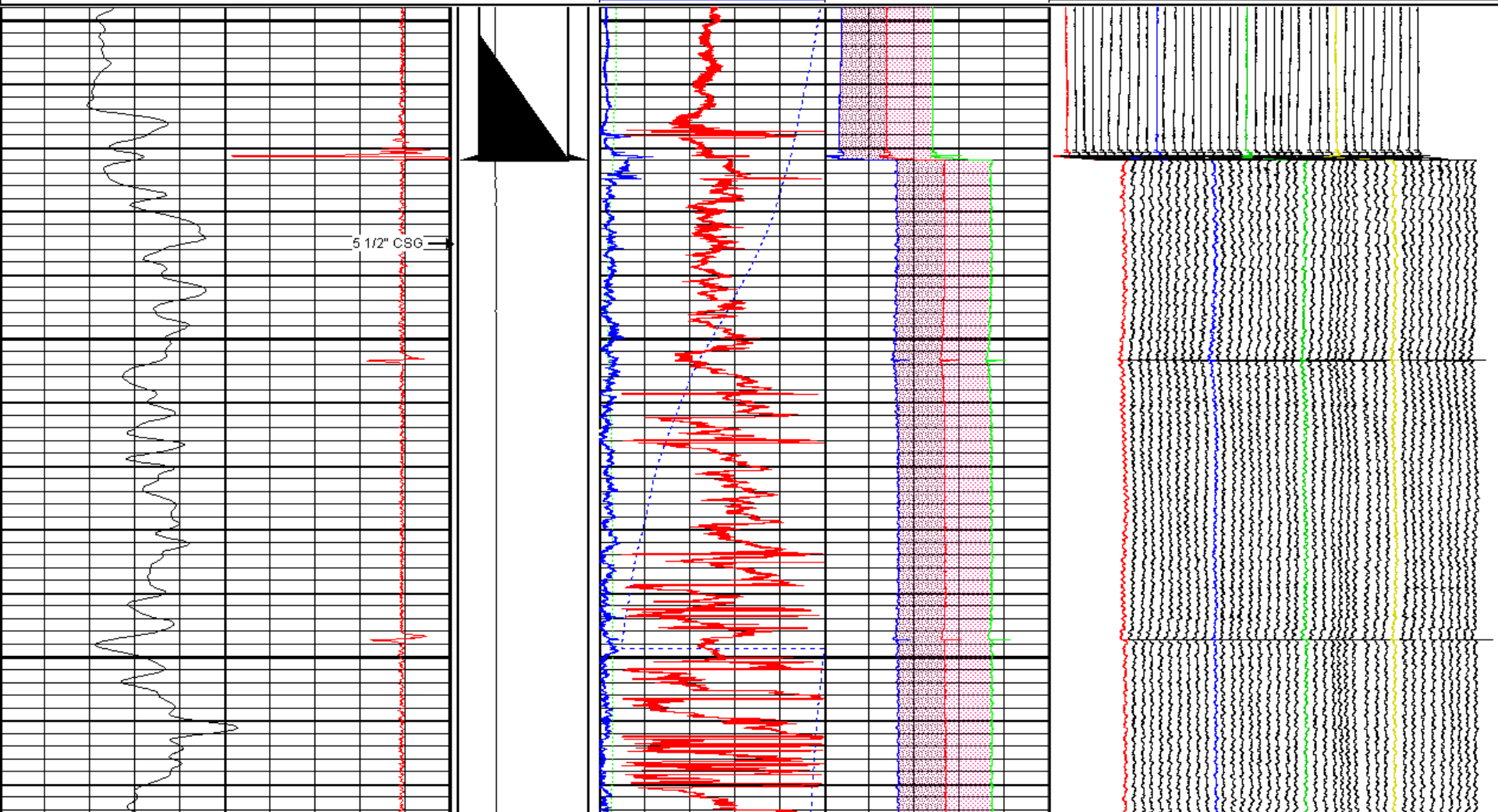
- En función a la transmisión de datos y con relación a una velocidad de registro de 30 ft/min puede alcanzar una resolución vertical de 0.12”
- En función a la geometría, el agujero más pequeño que puede registrar es el grosor de la punta del finger, 0.064 ”.
- Esto se vuelve importante si está buscando grietas o pequeños hoyos.



Registro de campo



13900	CCL	18800	0	LTEN (lb)	2000	0	MITDEV (°)	50	2	AVEDIA (in)	7	1.5	FING01 (in)	6.5	
0	GR (GAPI)	200					-40	MITROT (°)	360	3	MINDIA (in)	8	1.4	FING02 (in)	6.4
							-40	CENTANG (°)	360	1	MAXDIA (in)	6	-2.3	FING39 (in)	2.7
							0	CENTOFF (in)	1			-2.4	FING40 (in)	2.6	



Caso 1:

Falla después de un frac – se registra MFC en un tubo de 4.5”

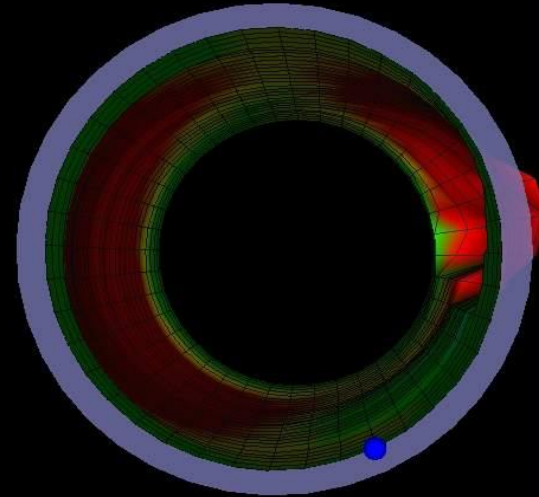
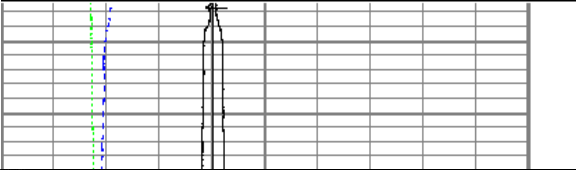


Depth: 1013.38 ft
Length: 1.50 ft
Line Spd: 49.00 ft/min
Rotation: 35.24 deg

Nom ID: 4.00 in
Nom OD: 4.50 in

Max Dia: 4.05 in
Min Dia: 3.98 in
Avg Dia: 4.01 in

0	MAXRAD (in)	5
0	MINRAD (in)	5
0	AVERAD (in)	5
0	MITDEV (°)	50
-40	MITROT (°)	360
0	LSPD (ft/min)	100



SPLIT PIPE

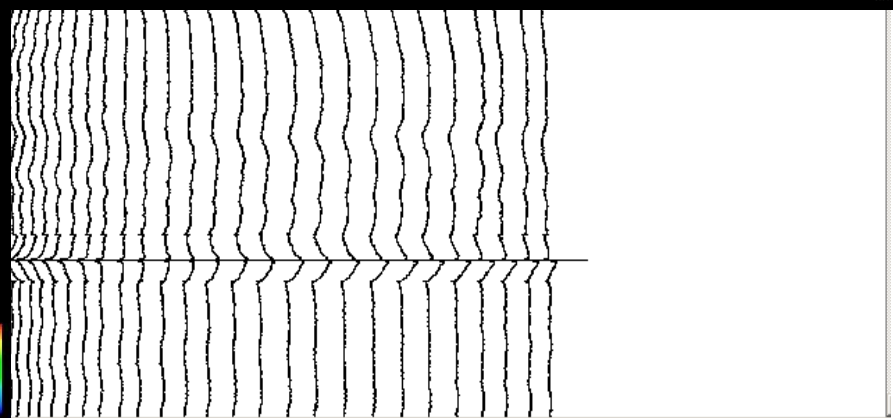
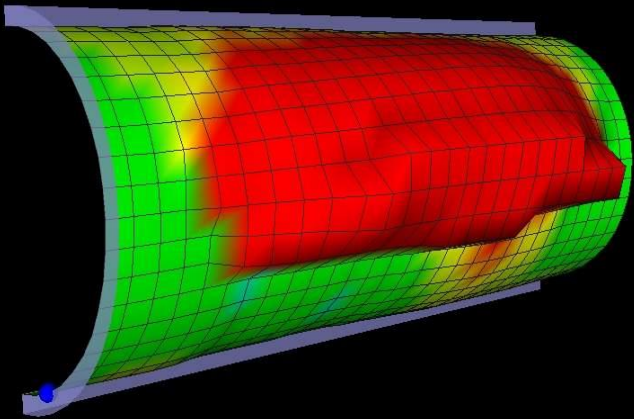
SPLIT PIPE



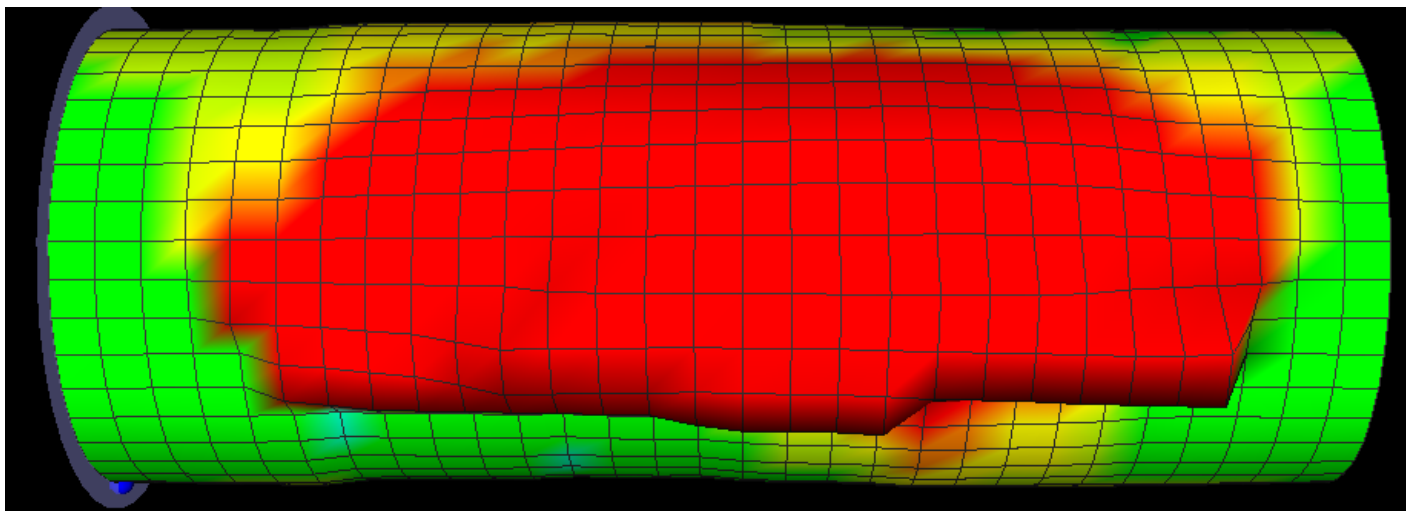
Depth: 1013.38 ft
Length: 1.50 ft
Line Spd: 49.00 ft/min
Rotation: 35.24 deg

Nom ID: 4.00 in
Nom OD: 4.50 in

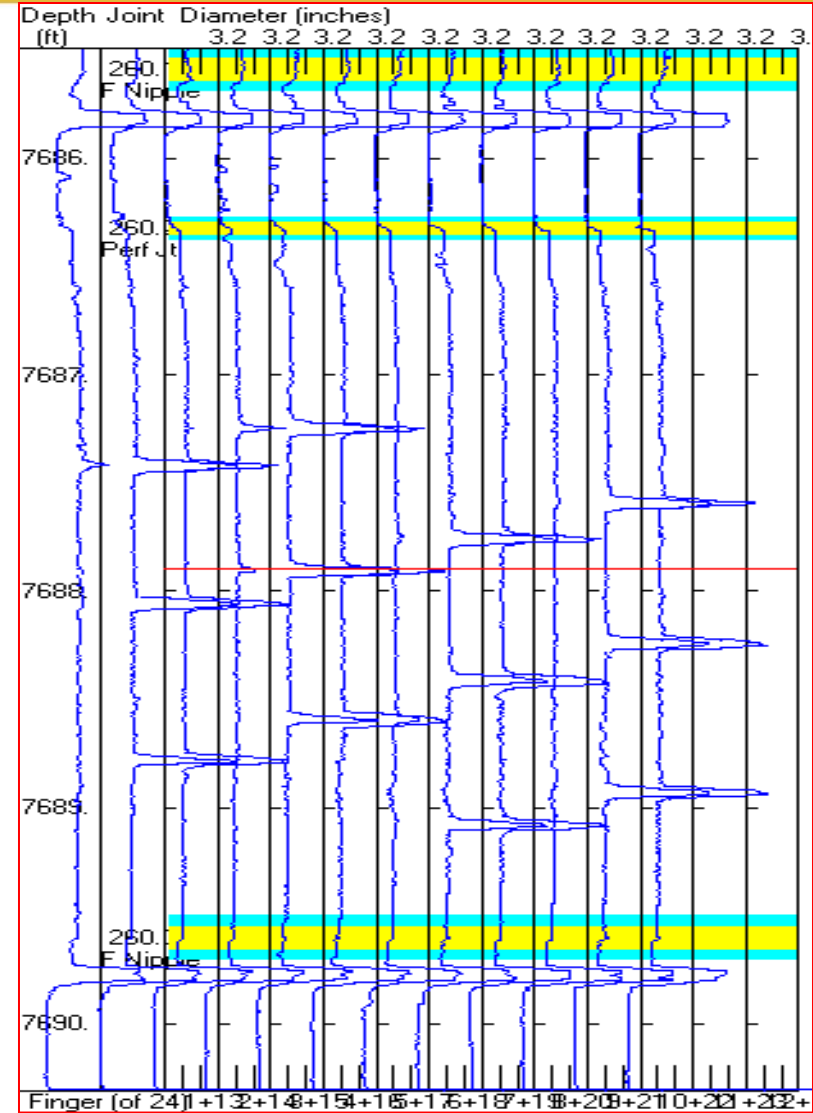
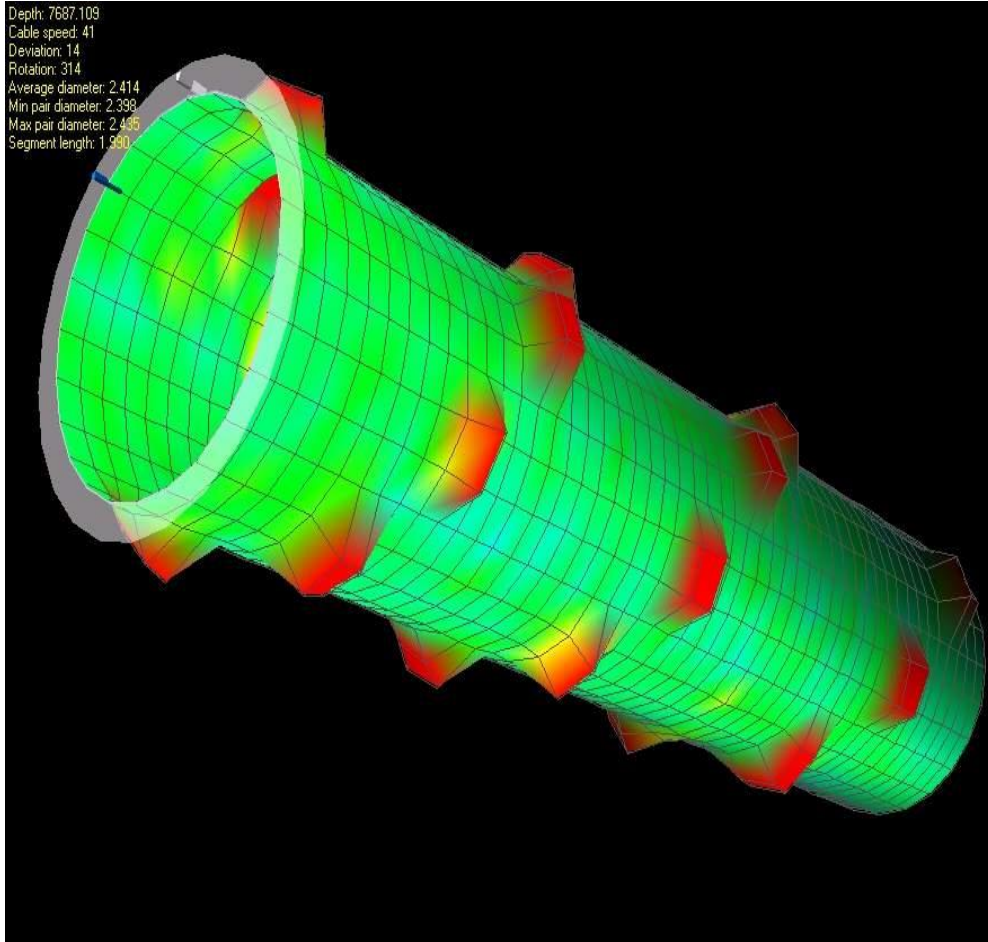
Max Dia: 4.05 in
Min Dia: 3.98 in
Avg Dia: 4.01 in



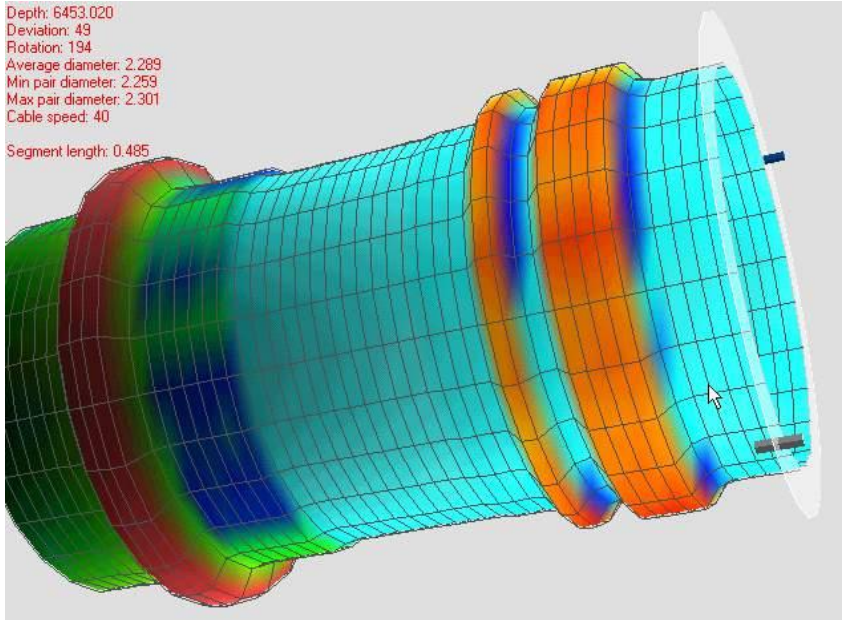
Comparación de resultados



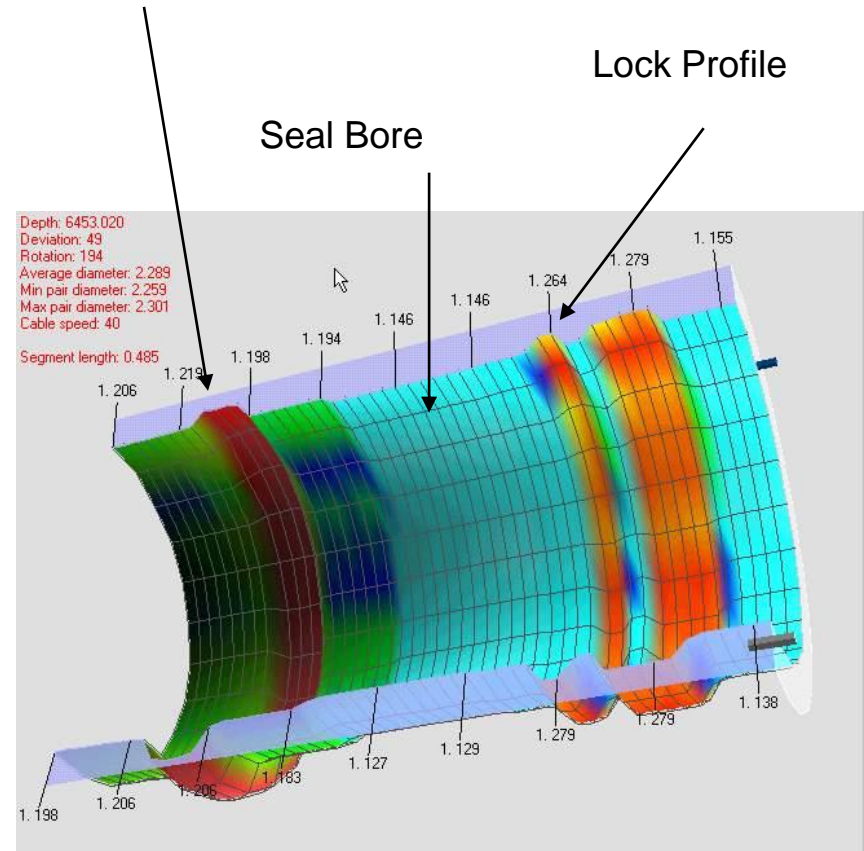
Caso 2 : Mapa de punzados en la tubería Imagen 3D & datos de campo



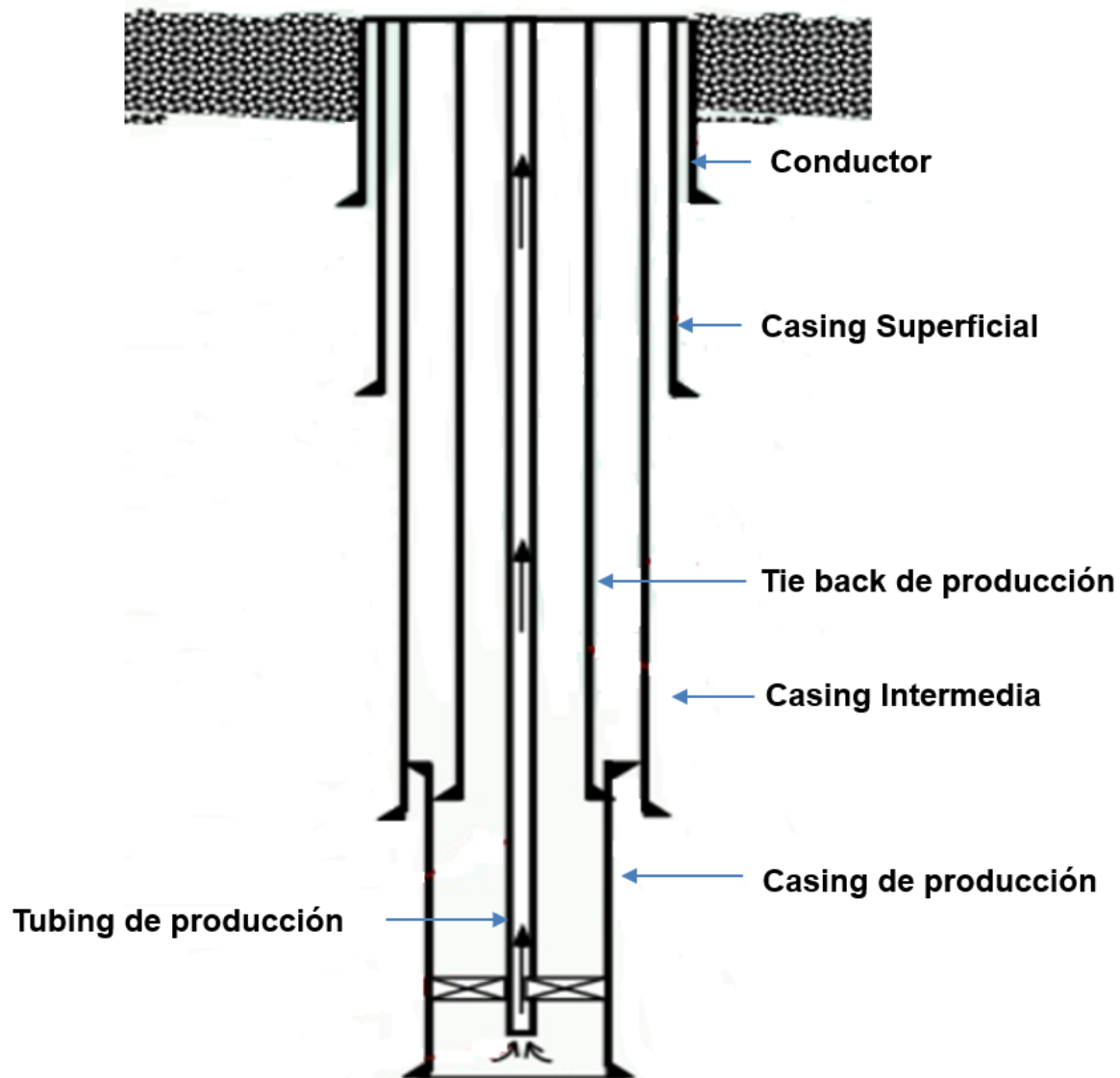
Caso 3: Inspección de Niple tipo "X" Imagen 3D



EUE Coupling

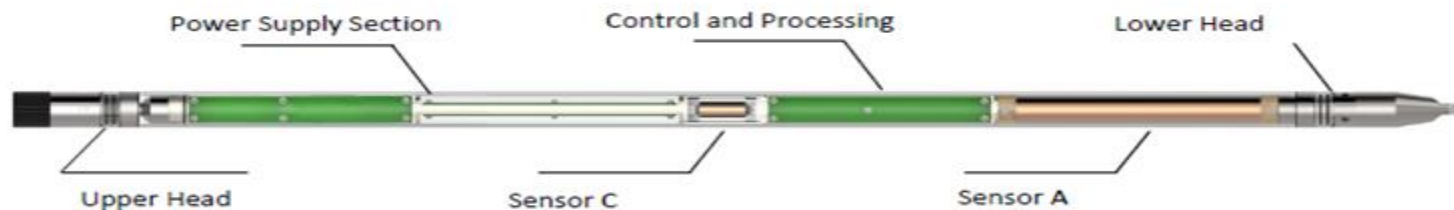


Evaluación en Tuberías concéntricas



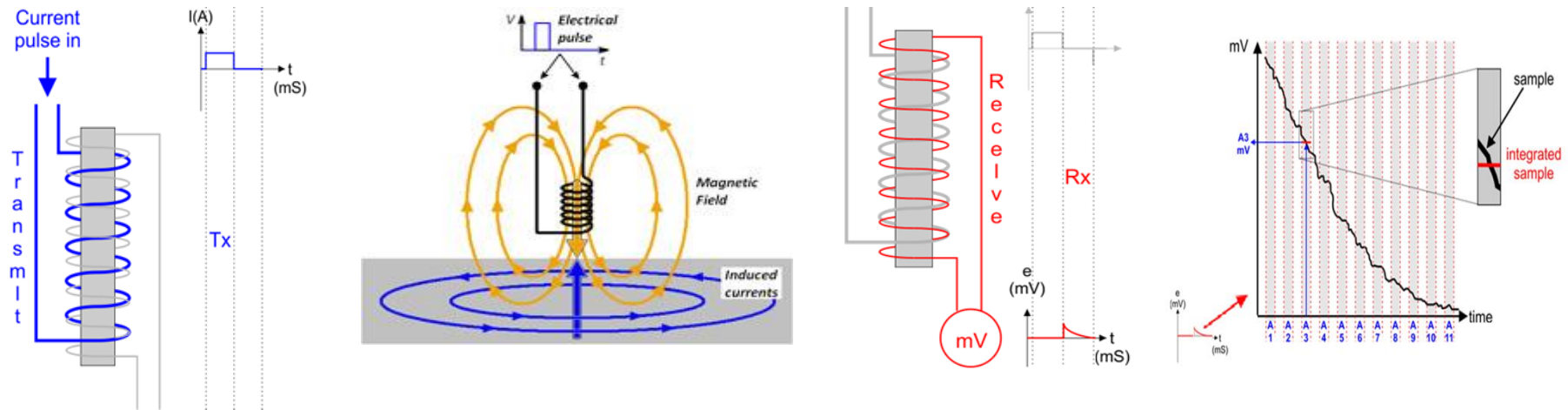
Detector de Espesor Magnético

- Evalúe medidas cuantitativas de espesor de hasta tres tuberías concéntricas individualmente, en la misma corrida de registro sin necesidad de retirar la tubería de producción.
- Espesor total de lectura de 1.75" y mínima altura detectable 0.5"
- Registra agujeros, grietas y casing partidos, collares, corrosión, acumulación de escamas.
- Permite monitorear el progreso de la corrosión a lo largo de la vida útil del pozo por tiempo transcurrido.
- Combinable con el MFC, rayos gamma, y herramienta de evaluación del cemento, facilitando una evaluación integral del pozo.



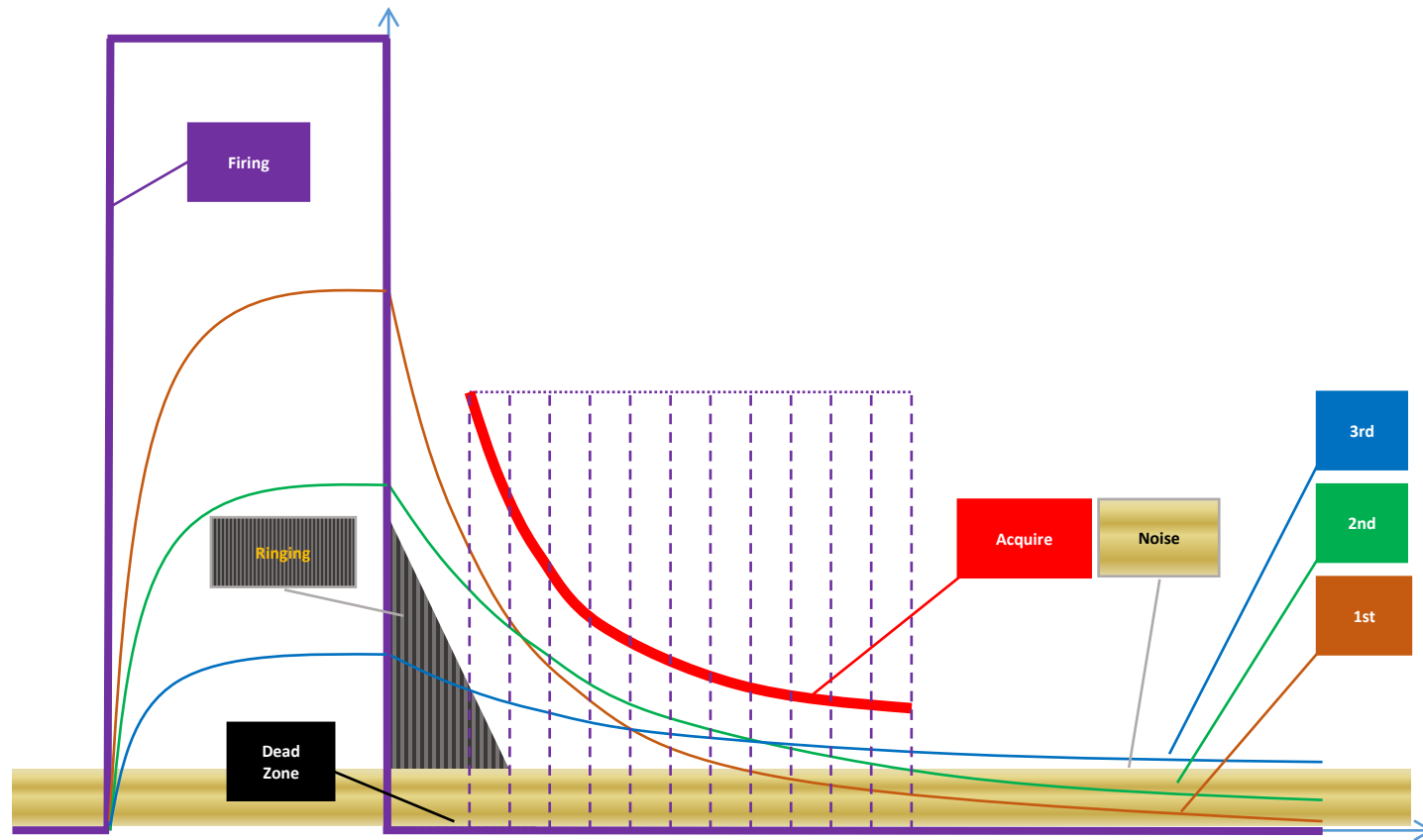
Principio de medición

- Pulso de corriente es enviado a la bobina de transmisión que emite pulso electromagnético de banda ancha (espectro de frecuencias).
- Completada la transmisión la bobina cambia al modo de recepción para medir el campo magnético afectado en un periodo de tiempo.



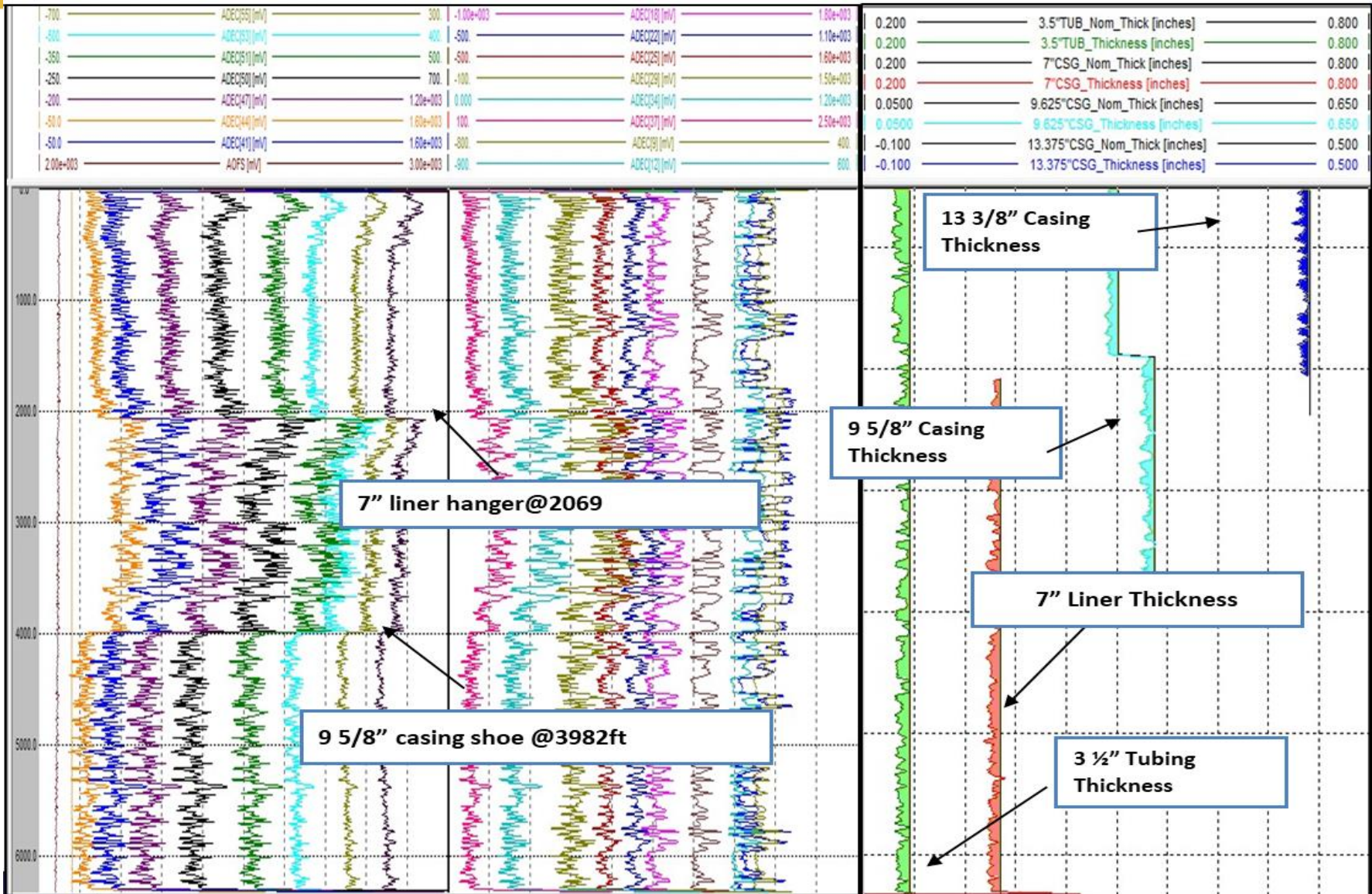
- La tasa de decaimiento de la señal está relacionada con el espesor del casing .
- Cuanto mayor sea el espesor del metal, más lenta será el decaimiento de la señal.

Tiempo de decaimiento de la señal



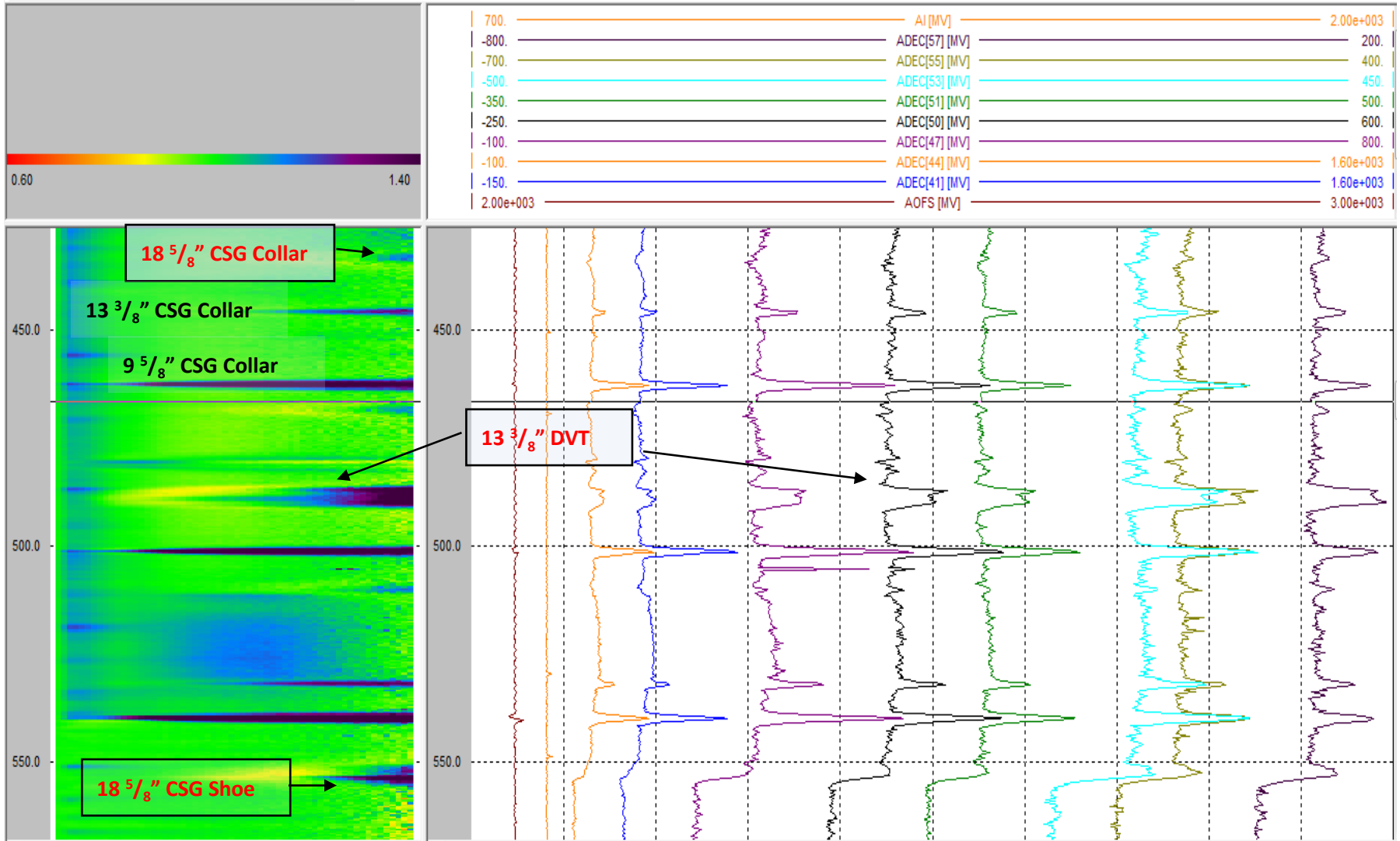
Registro de campo

Tres tuberías concéntricas



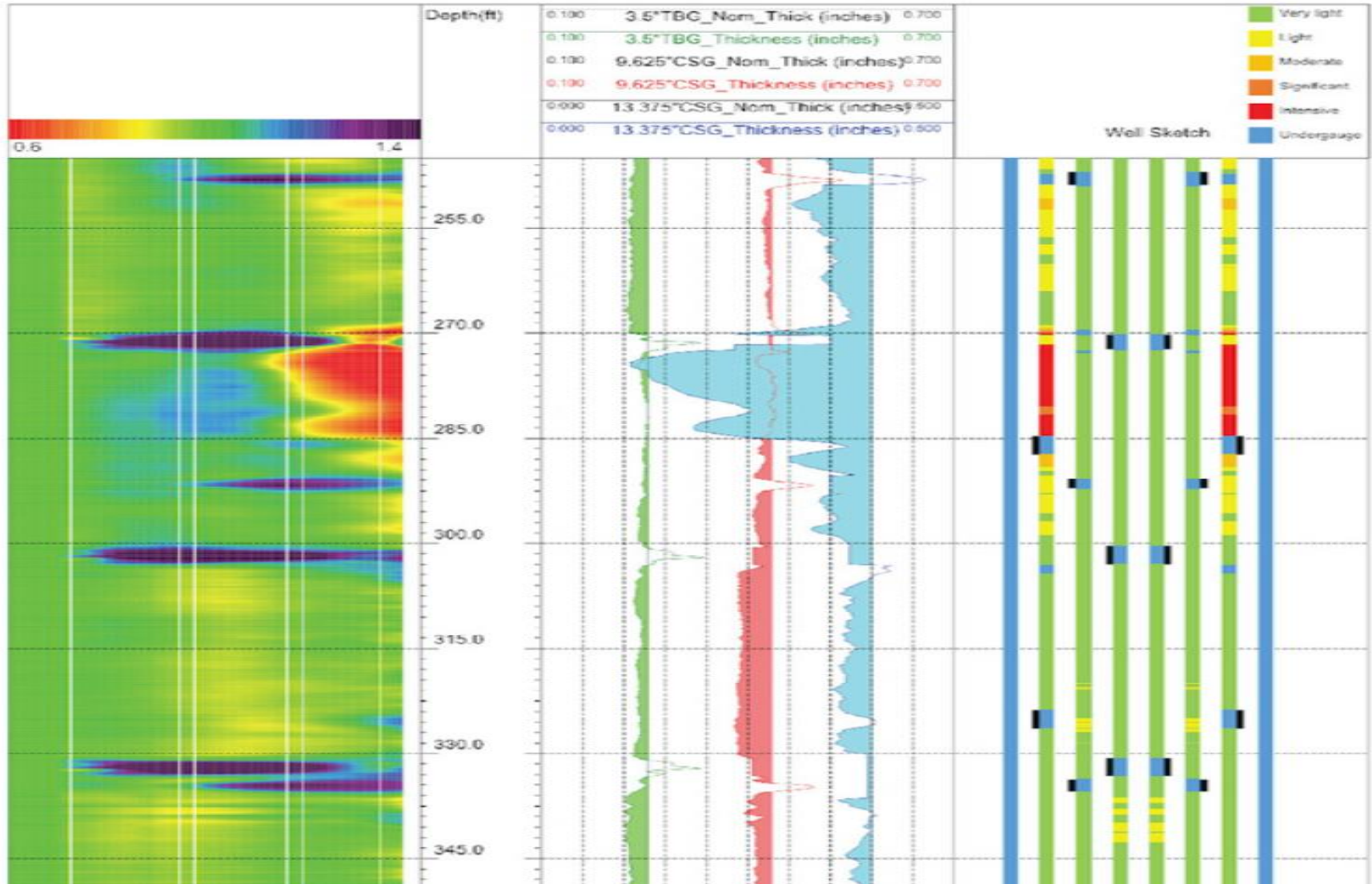
Caso 1: Tres tuberías concéntricas

9 5/8" , 13 3/8" , 18 5/8" csg.



Caso 2: Tres tuberías concéntricas (data procesada)

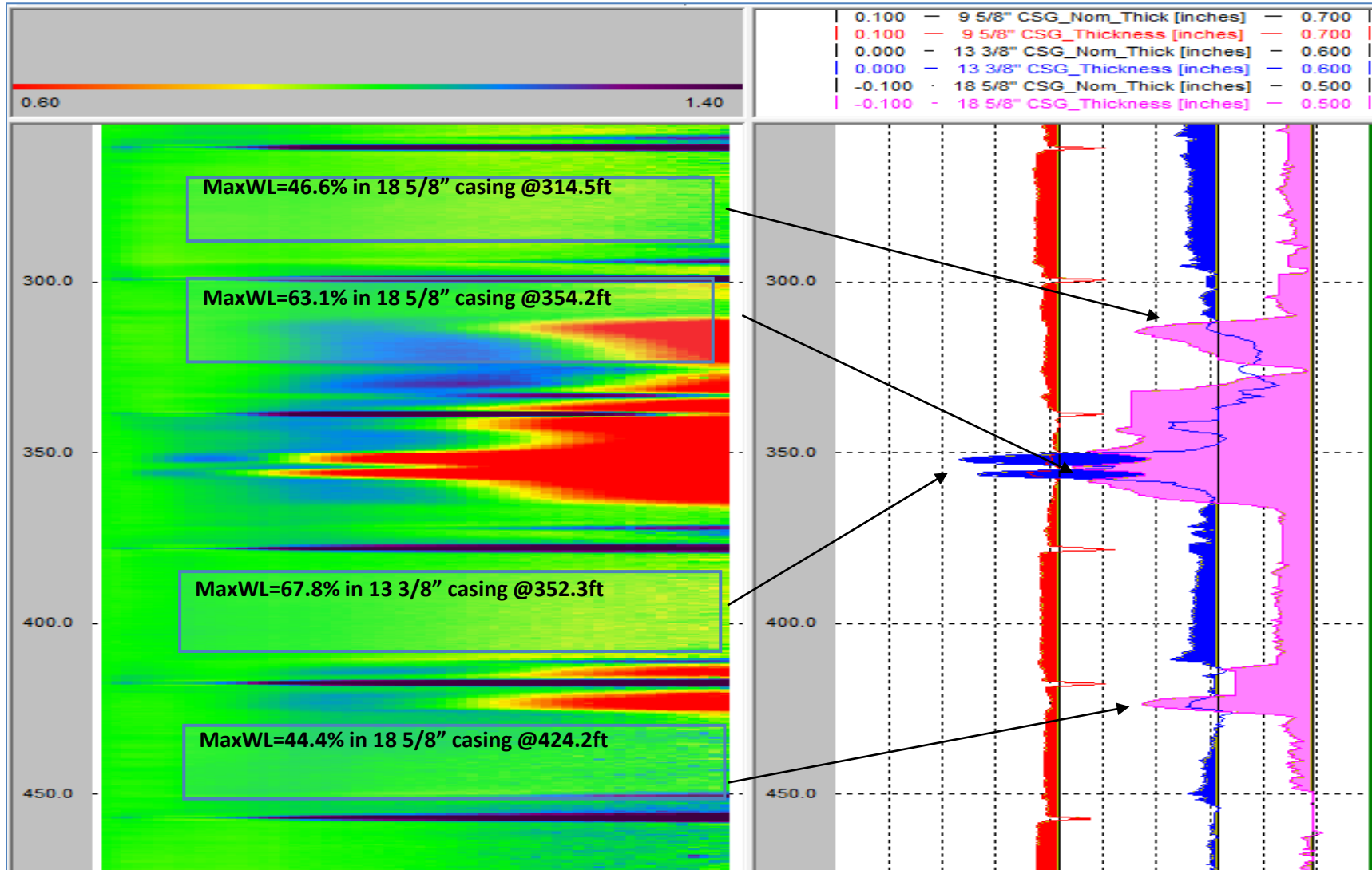
3.5" tbg, 9 5/8" y 13 3/8" csg



Caso 3: Tres tuberías concéntricas 9 5/8", 13 3/8" y 18 5/8" csg.



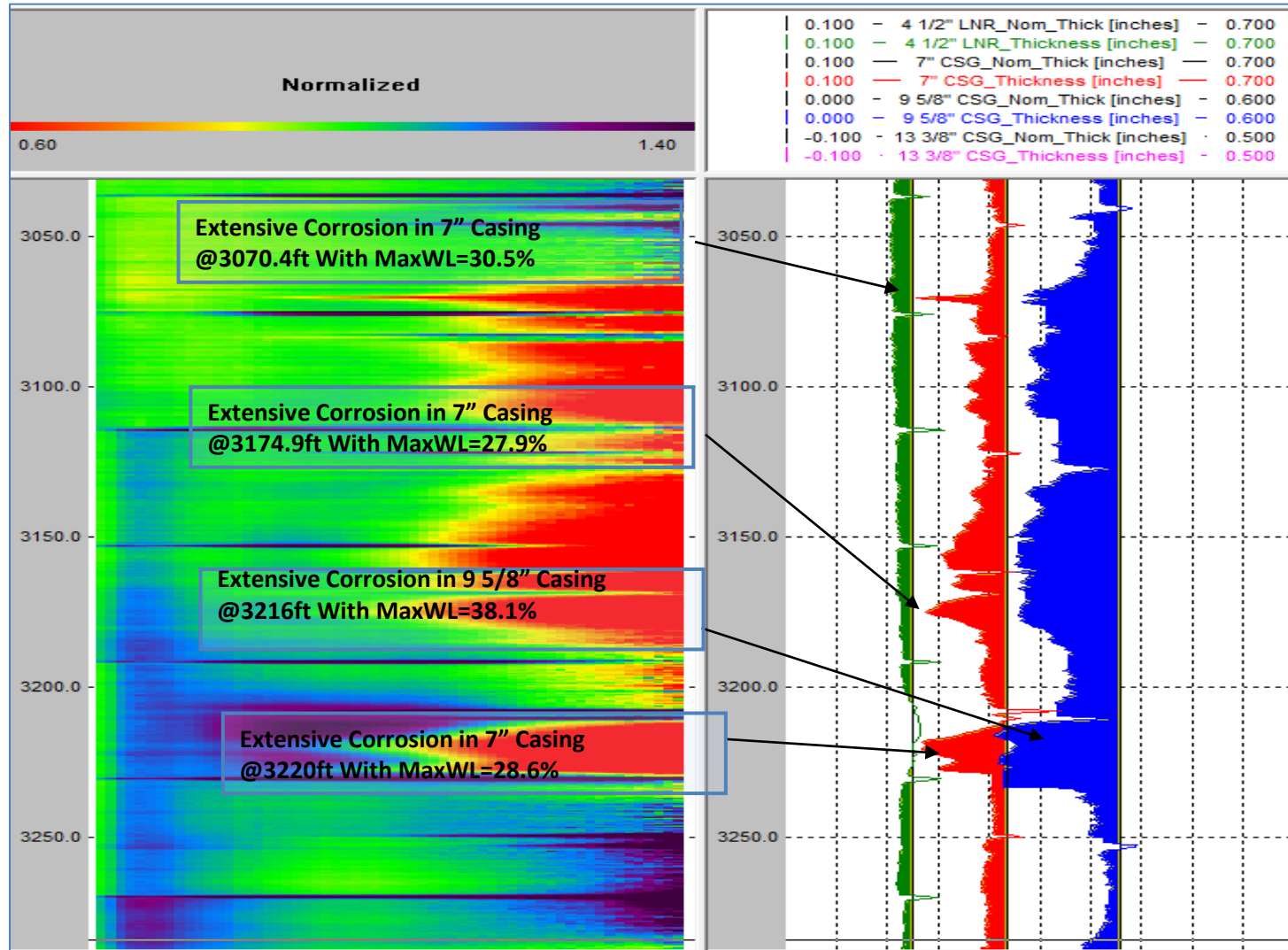
Daño debido a acuífero en 13 3/8" y 18 5/8" csg.



Caso 4: Tres tuberías concéntricas 4 1/2", 7" y 9 5/8"

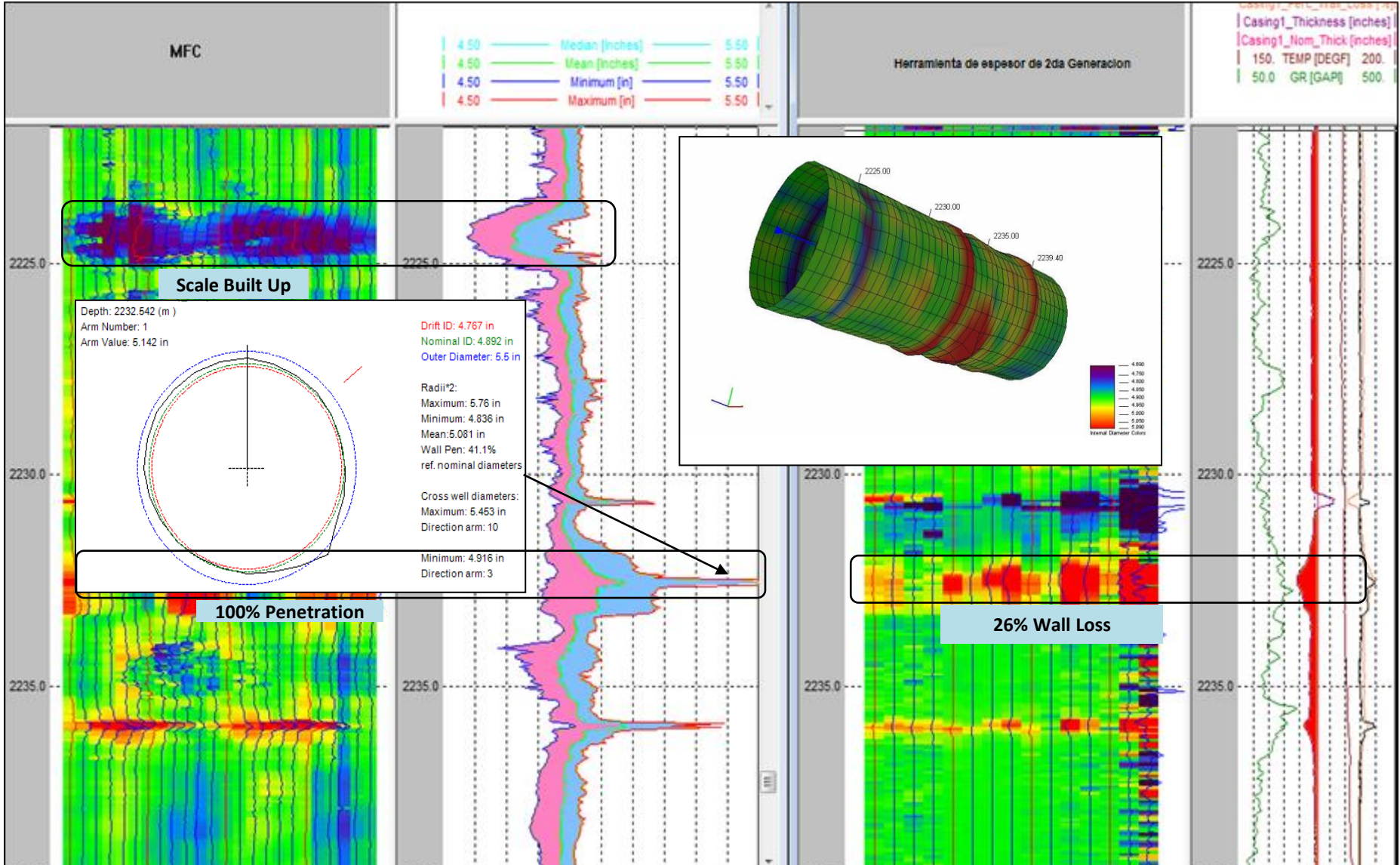


Corrosión en 7", 9-5/8" csg



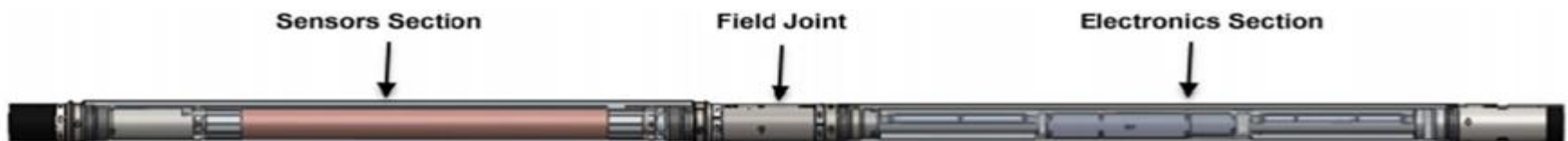
Combinación de registro

MFC y Herramienta Electromagnética de 2da Generación



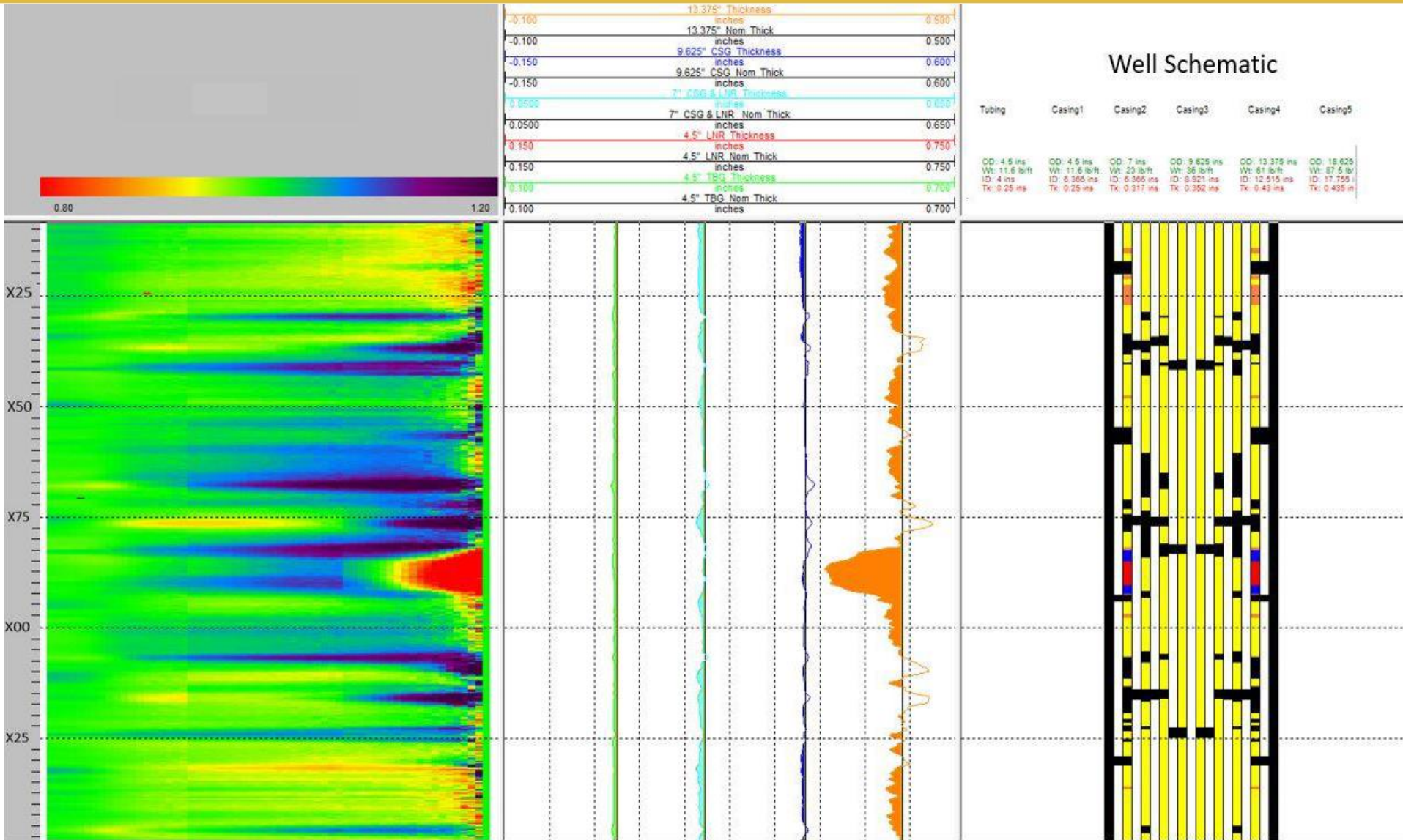
Herramienta Mejorada de Detección de Tuberías.

- La herramienta mejorada electromagnética de detección de tuberías basada en corriente inducida pulsante (PEC) hace mediciones cuantitativas de espesores de hasta cinco tubos concéntricos.
- Máximo espesor total de lectura es 3.6" y mínimo detección de defecto 0.5"
- El instrumento incluye conjunto de bobinas de transmisión fractal que mejora el rendimiento señal vs ruido y bobinas receptoras cubren un amplio rango dinámico de señal.
- Permite la evaluación de tubulares con un diámetro exterior de 2 7/8" a 26".
- Tiene un diámetro de 2" y soporta 350 F y 20,000 psi.
- Además, la velocidad de registro se puede aumentar significativamente en comparación con las herramientas de la generación anterior.



Caso 1: Cuatro tuberías concéntricas

4.5" tbg , 7", 9 5/8", 13-3/8" csg

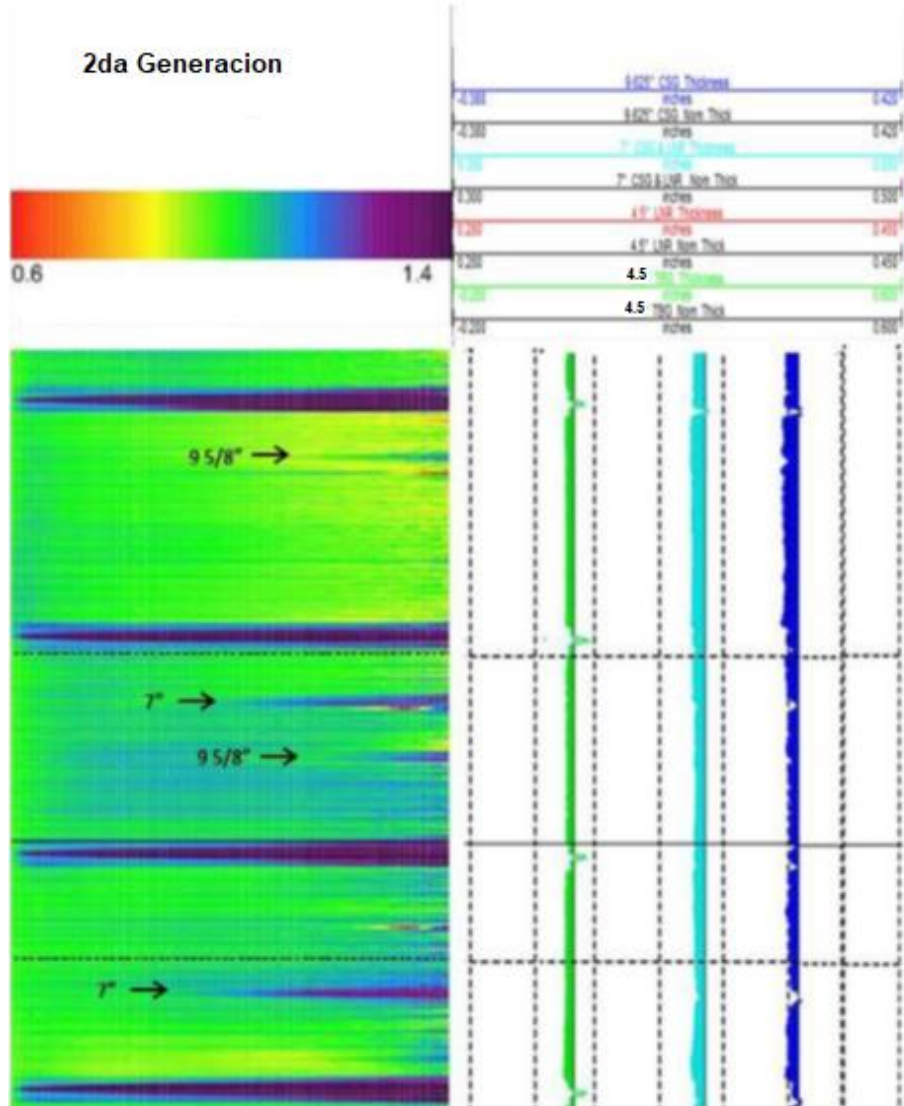


Caso 2: Comparación entre herramientas de 2da y 3ra generación

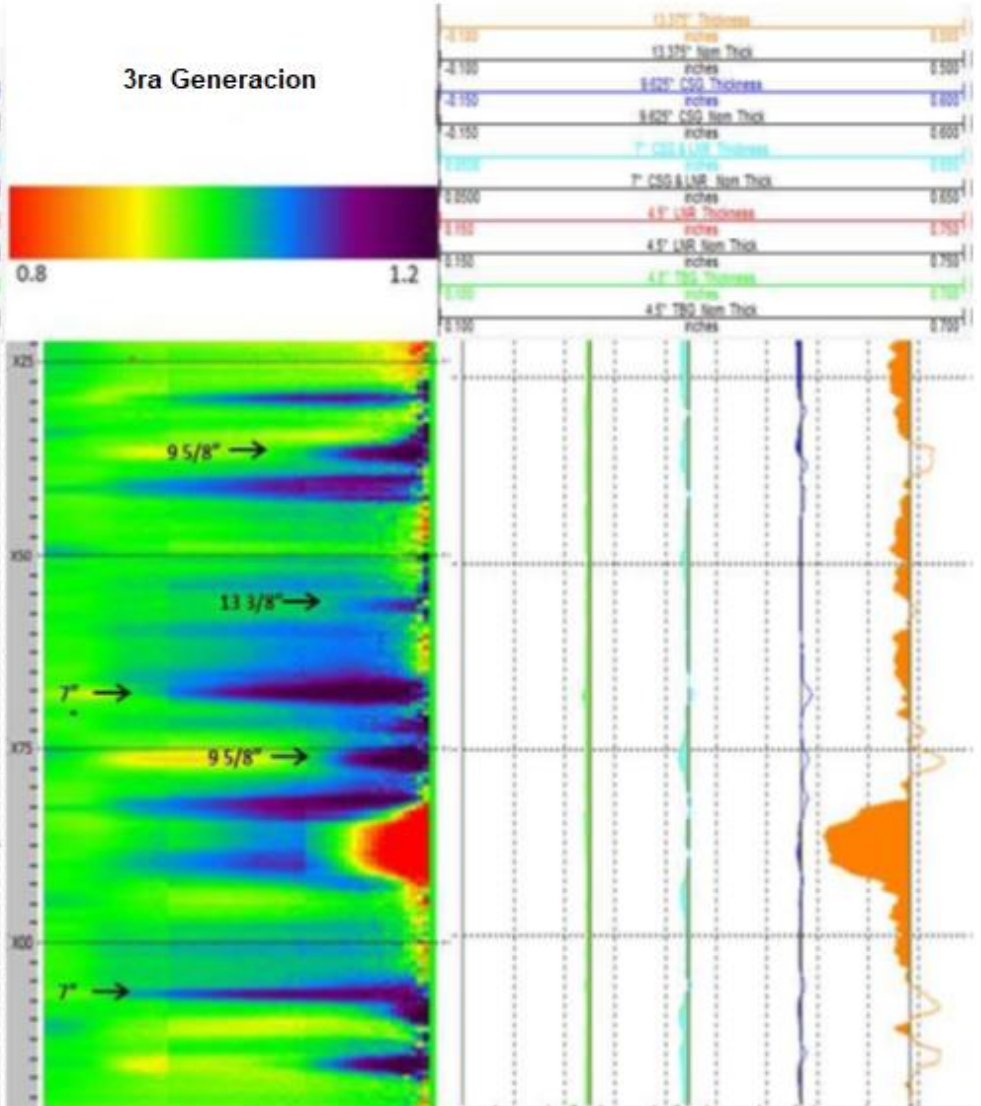


Tubos concéntricos 4.5" tbg , 7", 9 5/8", 13-3/8" csg

2da Generacion



3ra Generacion



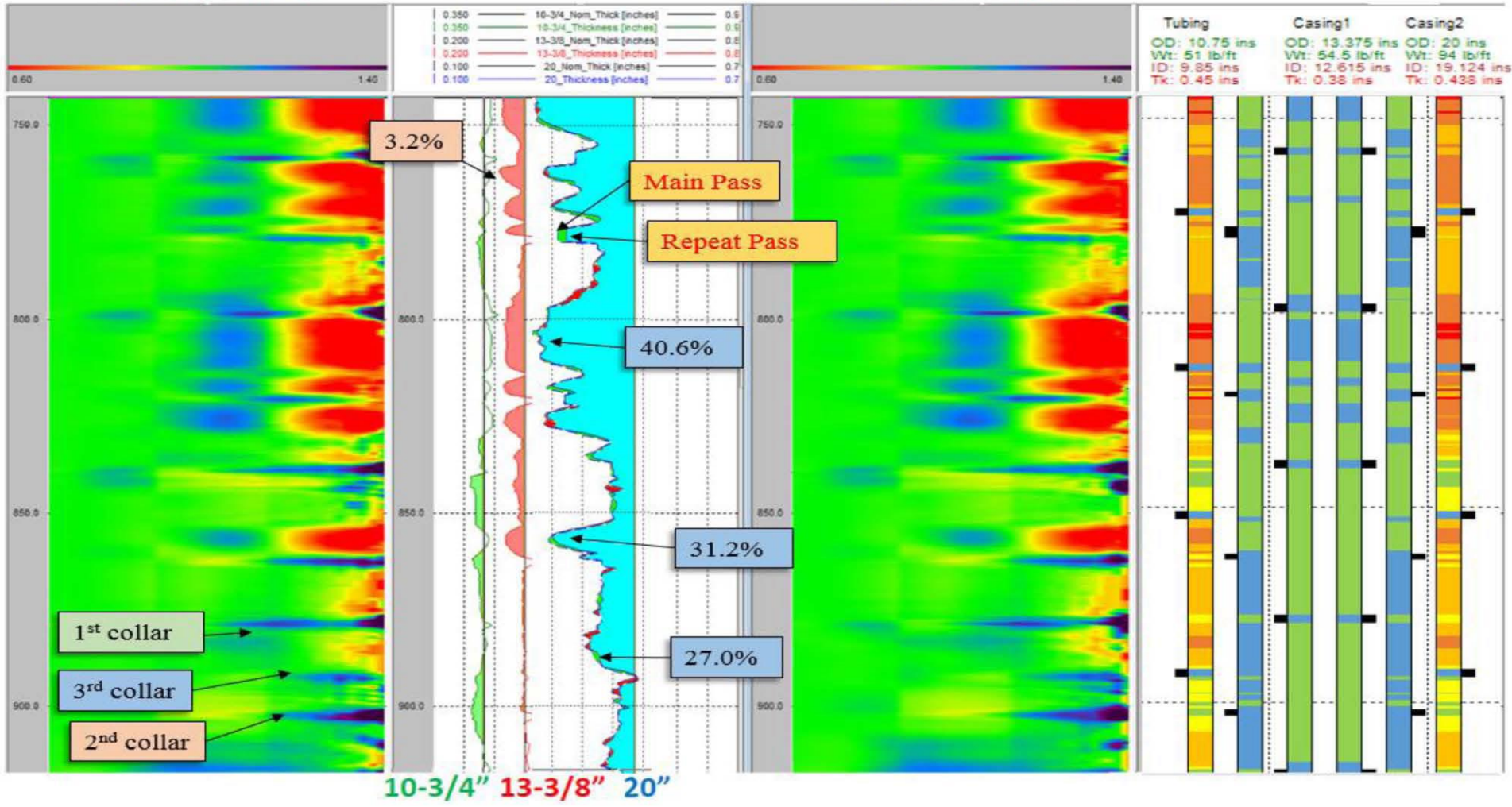
Caso 3: Tres tuberías concéntricas, 10 3/4", 13 3/8", 20" csg



Corrosión masiva en la tercera tubería

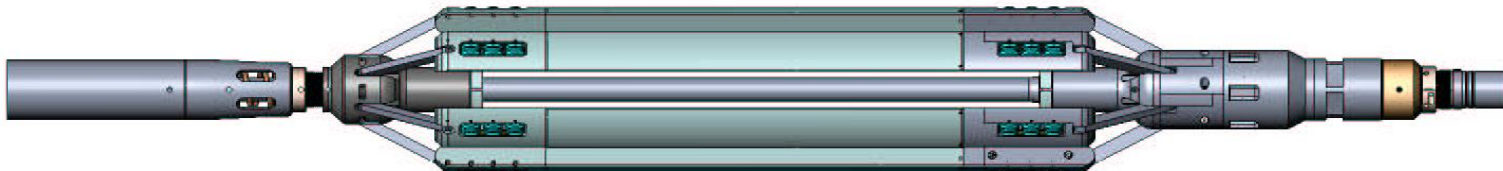
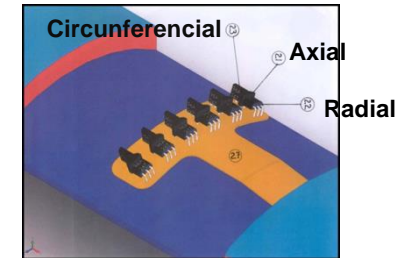
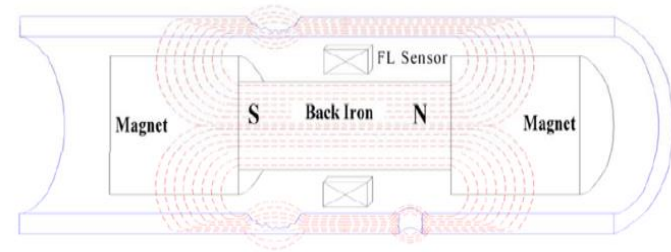
MAIN PASS

REPEAT PASS

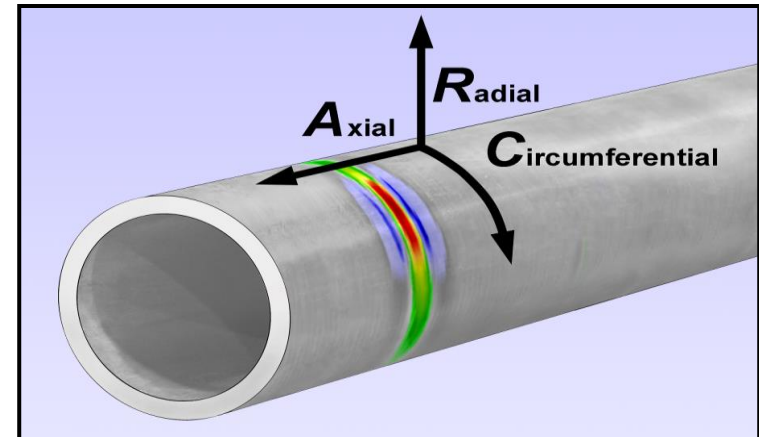


Herramienta de Medición de Fugas de Flujo Magnético de Alta Resolución

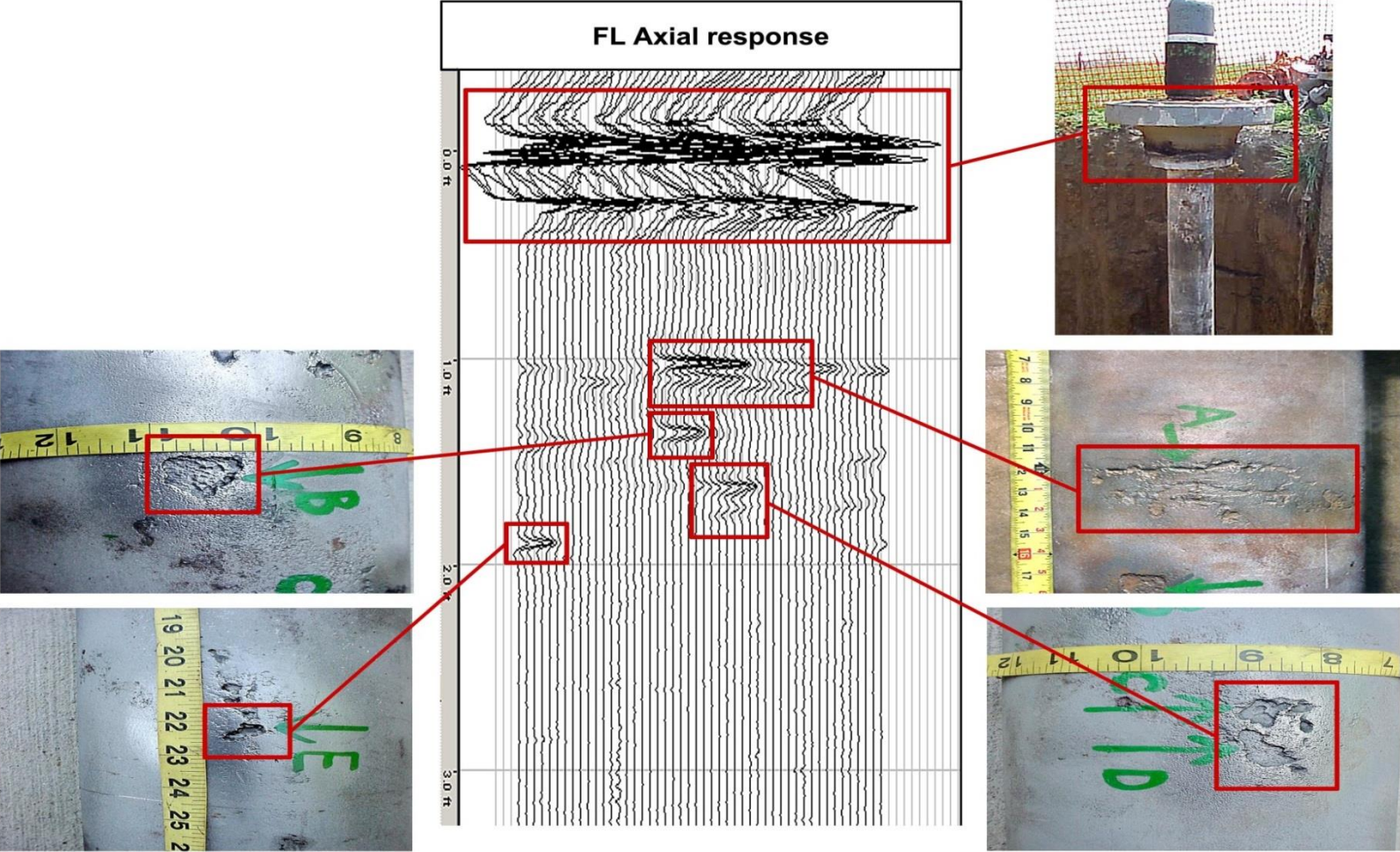
- La herramienta de medición de fugas de flujo magnético (MFL) de alta resolución producen una determinación más precisa de la geometría del defecto, lo que proporcionará datos mejorados para la gestión de la integridad del revestimiento.
- Tiene una cobertura de inspección de tubería de 360 grados.
- Detecta la corrosión interna y externa.
- Debido a sus múltiples sensores triaxiales mide la geometría del defecto, dando una cobertura del 100%, cuantificando el largo, ancho y profundidad de penetración.
- Detecta pérdidas de metal o defectos desde 0.2”
- Los resultados se ingresan en los cálculos de la presión de ruptura de la tubería.



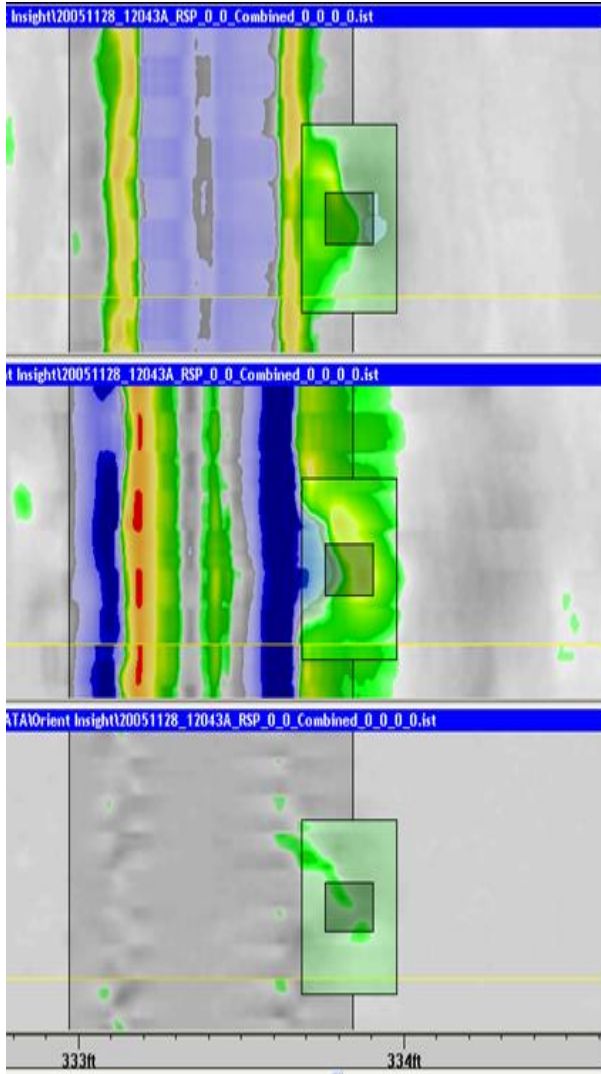
- **Temperatura Maxima** **350 F**
- **Presion Maxima** **15000 psi**
- **Rango** **4.5" a 9 5/8"**
- **Velocidad de registro** **0 to 200 ft. / min**
- **Todo tipo de fluido de pozo**
- **Sensores multi-axiales: mejor resolución radial y circunferencial.**



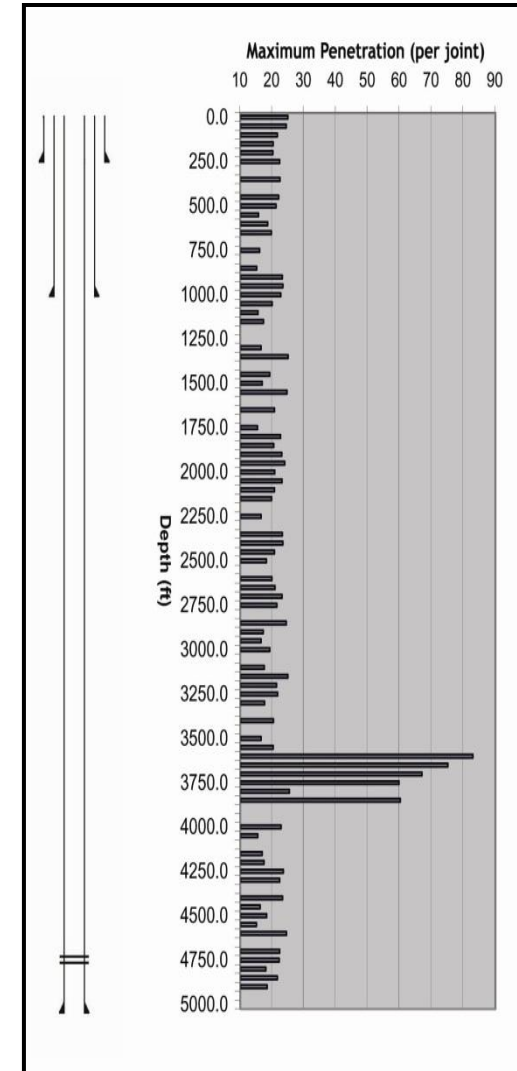
Registro de datos de campo



Resultados del análisis de datos del registro



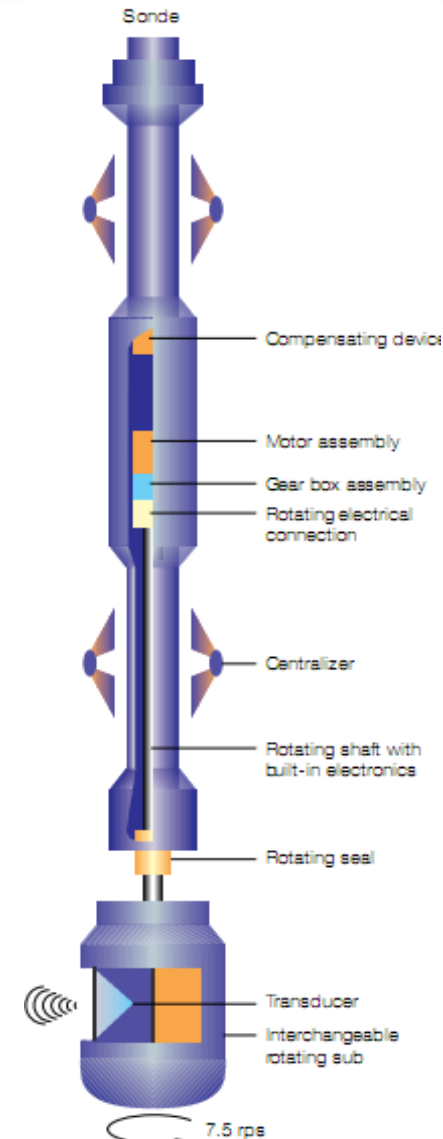
Measured Defect Data				
Defect	Depth Inches	Depth %	Length	Width
	333.8	0.048	19.7%	2.5
				5.0



Herramienta Ultrasónica



- La herramienta ultrasónica utiliza un transductor giratorio que emite pulsos de alta frecuencia (200 – 700 kHz) y mide la energía de las ondas reflejadas en las barreras , casing y cemento
- El transductor proporciona una cobertura de 360° de la tubería de revestimiento en tiempo real y una cobertura de resolución de 1.2”
- Funcionan sobre la base del principio de las mediciones de ecos de pulsos y resonancia acústica. Sensible a la impedancia acústica del material.
- Mide corrosión interna y externa, análisis del espesor y evaluación del cemento
- Máxima temperatura de trabajo de 350 F y presión de fondo de 20,000 psi, máximo densidad de fluido a base de agua en el de pozo de 16 lb/gal. y en fluidos en base de aceite 12 lb/gal.



Parámetros medidos con el transductor acústico

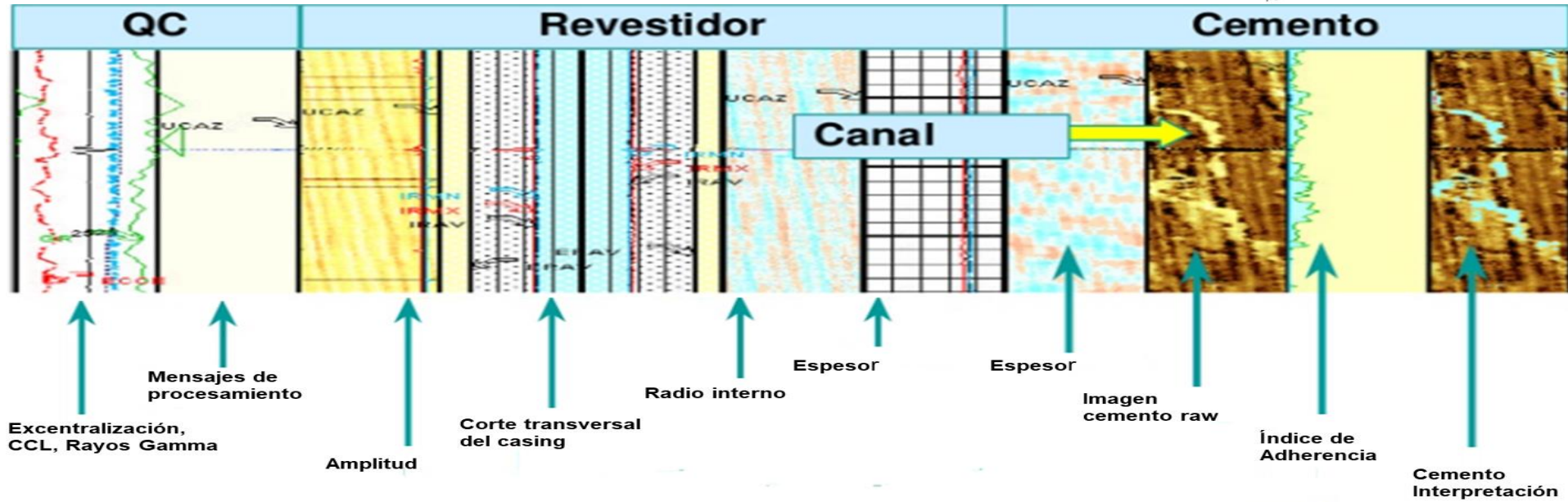
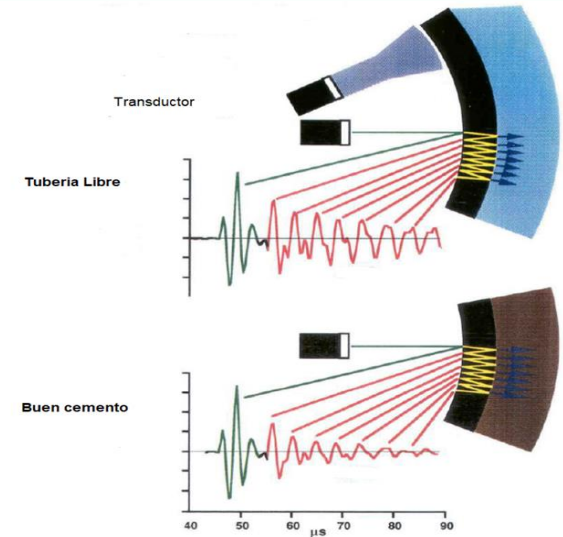
El transductor realiza el proceso de 4 parámetros básicos:

Rugosidad del casing, a partir de la amplitud del primer rebote.

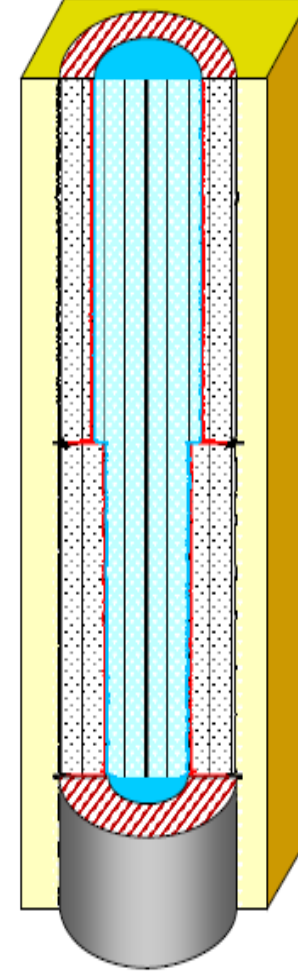
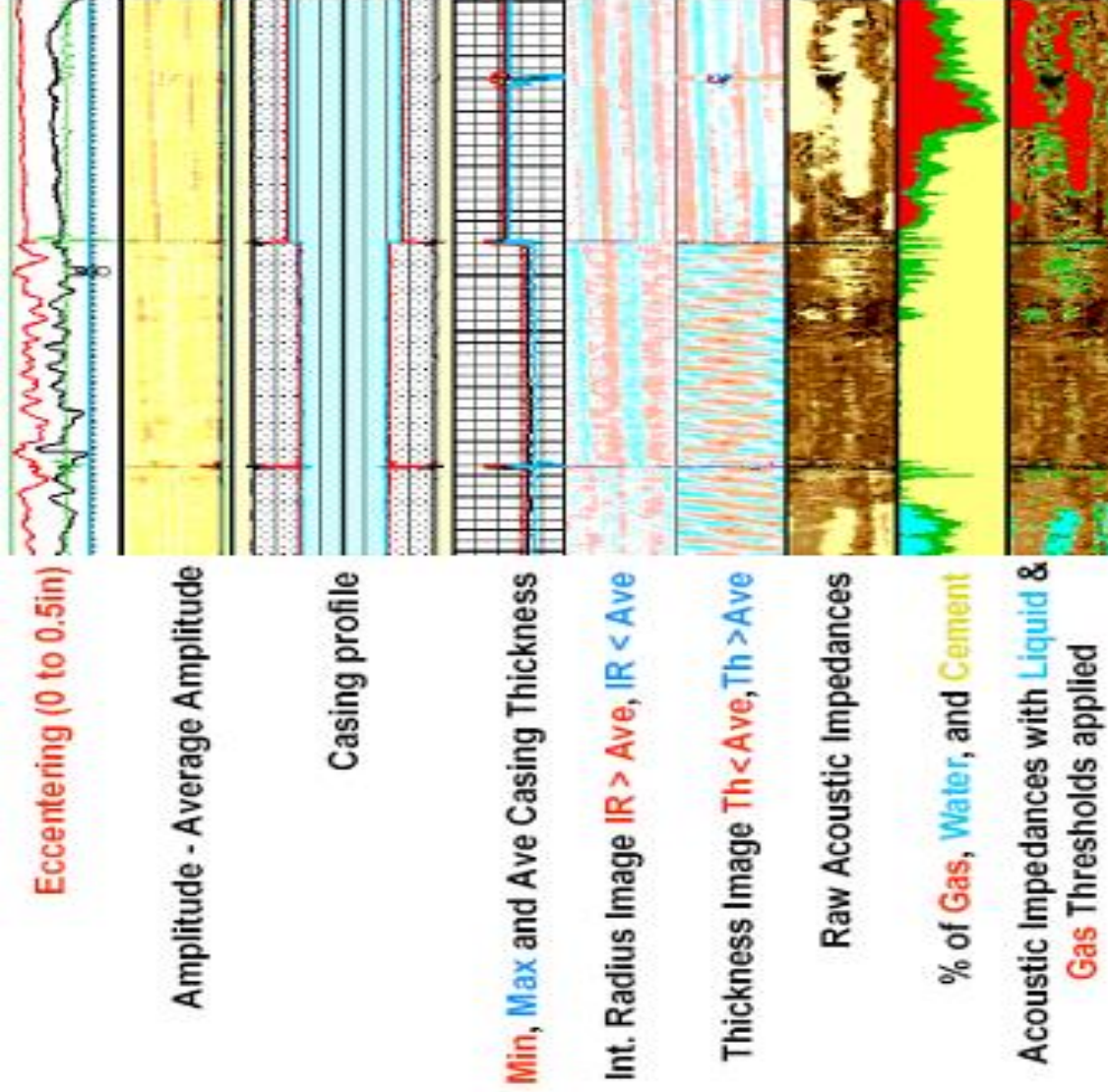
Radio interno, a partir del tiempo de transito en el fluido.

Espesor del casing, a partir de la frecuencia de resonancia.

Calidad del cemento, a partir de la impedancia acústica



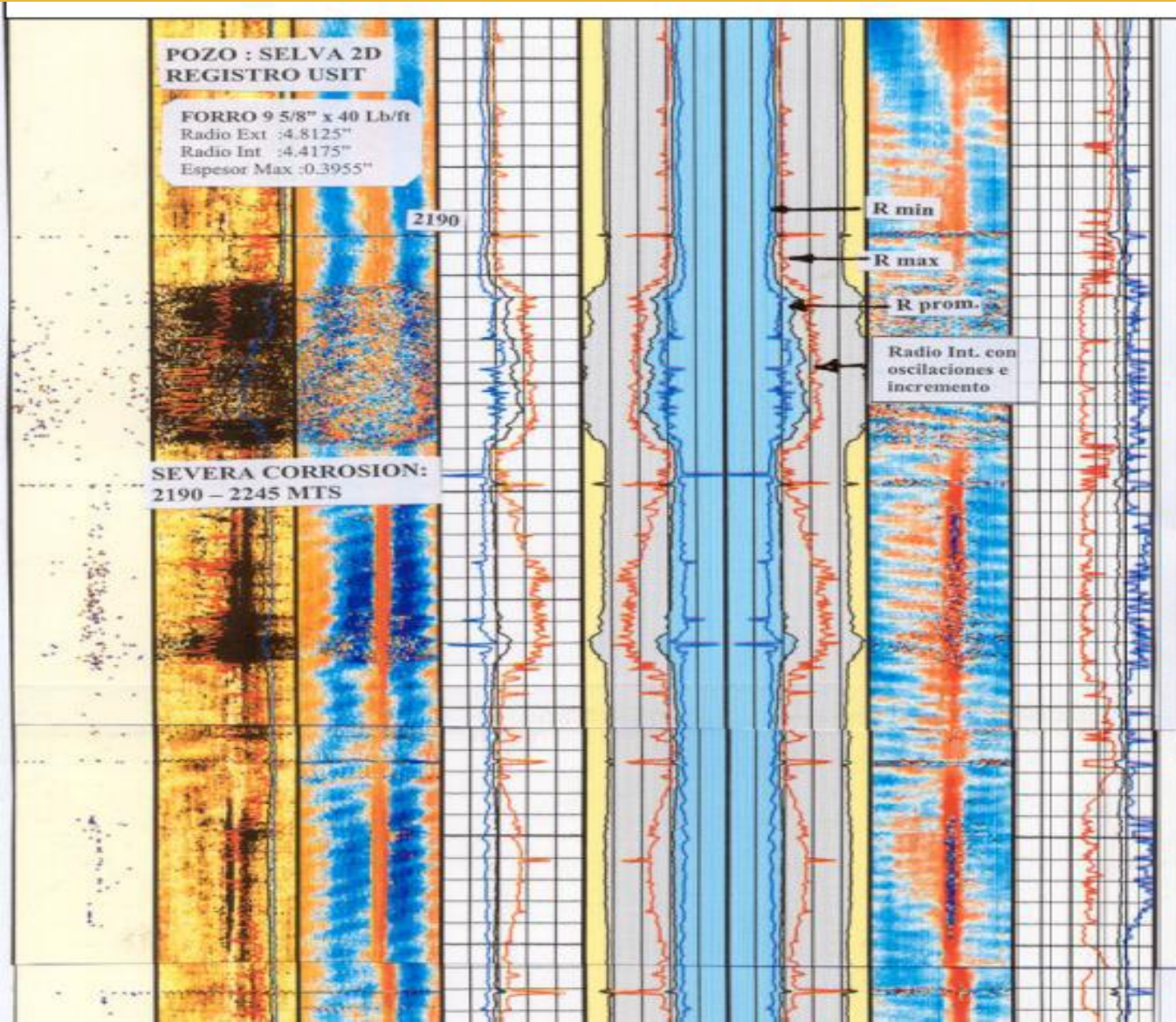
Caso 1 : Cambio de peso de tubería 7" , 23 lb/ft , 32 lb/ft



7", 23lb/ft

7", 32lb/ft

Caso 2 : Daño severo de corrosión en tubería de 9-5/8"



CONCLUSIONES



Valorización

Características más relevantes	Herramienta Multifinger Caliper	Herramienta Electromagnética 2da Generación	Herramienta Electromagnética mejorada 3ra Generación	Herramienta Magnética de Alta Resolución	Herramienta Ultrasónica
Velocidad de Registro	30 ft/m	8 - 15 ft/m	10 -25 ft/m	200 ft/m	9 - 45 ft/m
Tipo de Lodo	Cualquier tipo de fluido en el pozo	Cualquier tipo de fluido en el pozo	Cualquier tipo de fluido en el pozo	Todo tipo de fluido	Lodos en base de agua hasta 16 lb/gl y base de aceite hasta 12 lb/gl
Rango de tubería	1 3/4" - 20"	2 3/8" - 18 5/8"	2 3/8" - 24"	4 1/2" - 9 5/8"	4 1/2" - 13 3/8"
Resolución de la imagen	Detecta ranuras, grietas, fisuras. Resolución vertical de 0.12"	Máximo espesor total 1.75". Mínimo defecto 0.5" en la primera tubería	Máximo espesor total 3.6". Mínimo defecto 0.5" en la primera tubería	Detecta agujeros desde 0.2"	Detecta defectos desde 1.2"
Limitación de la Herramienta	No mide espesor, ni afectaciones externas en la tubería.	No detecta agujeros pequeños. Respuesta cualitativa a la cuarta tubería concéntrica.	No detecta agujeros pequeños. Disminución de la resolución vertical a partir de la tercera tubería concéntrica.	Herramienta rígida, dificultad de desplazamiento en pozos de trayectoria compleja.	En lodos pesados se dificulta la calidad de la imagen.
Ventaja de la Herramienta	Fácil de registrar e interpretar	Mide pérdida de metal en tuberías concéntricas, sin remover la tubería de producción. Registra hasta tres tuberías concéntricas.	Mide pérdida de metal en tuberías concéntricas, sin remover la tubería de producción. Registra hasta cinco tuberías concéntricas.	Permite calcular con mayor detalle y exactitud fallas localizadas, permitiendo el cálculo de la presión de ruptura de la tubería. (Burst Pressure)	Detecta cambios del radio interno y espesor de la tubería. Registra evaluación de cemento.

CONCLUSIONES

Adicionales



- La corrosión es una de las causas mas comunes que afectan las tuberías de completacion, especialmente en pozos maduros con alto corte de agua y de gases corrosivos (H_2S, CO_2) a lo largo de su ciclo de vida.
- Los daños mecánicos en las tuberías del pozo, es otra de las causas, originados por los esfuerzos mecánicos durante la instalación.
- Las herramientas mecánicas, electromagnéticas, magnéticas de alta resolución , ultrasónicas todas ellas detectan pérdidas de metal, anomalías debido a la corrosión, la valorización de ellas es función de las condiciones y oportunidades de planeamiento del sistema de control e inspección.
- Todas estas herramientas presentan características específicas para cada uno de los casos que se tengan que evaluar.
- Registros complementarios son recomendados, tales como registro de evaluación de cemento (CBL) , para una mejor evaluación integral.