

TECNOLOGÍA TOTAL
INGENIERÍA EN INTEGRIDAD Y CORROSIÓN

Presenta:

ECDA – NACE SP0502

EXTERNAL CORROSION DIRECT ASSESSMENT

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD POR CORROSIÓN EXTERIOR DE DUCTOS.

(Presentación Webinar Julio 16/2020)

Instructor :

Ing. Qco. Juan Carlos Pachón.

jcpachon@tecnologiatotal.net

Pipeline and Facilities Integrity Specialist.

NACE Certified Cathodic Prot. Specialist 7694.

NACE Certified Coatings Inspector 5113.

Instructor NACE: PCIM, ILI, DA, CCCP, CIP 1-3.

Experiencia:

27 años en Control de Corrosión e Integridad.

Patrocinado por:





La información presentada en este entrenamiento es la reunión de experiencias obtenidas durante más de 22 años de dedicación al control de corrosión con TECNOLOGÍA TOTAL.

Hemos interpretado y adaptado la norma NACE SP0502 con el fin de obtener una herramienta aún mas confiable para control de corrosión exterior de ductos.

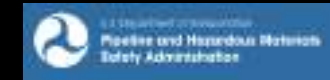
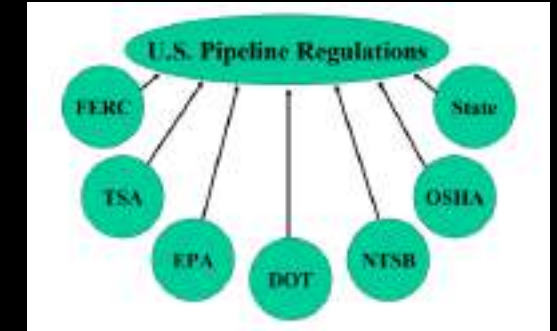
Cómo se relaciona el ECDA con la gestión de Integridad ?



Agosto 1968, Pipeline Safety Act (ASME B31.8)

El gobierno federal de USA, emite un código de regulación federal de 50 títulos en varias áreas que requieren regulación, el título 49 capítulo I, contiene varias partes relacionadas con ductos:

- Parte 190, Programas de seguridad de tuberías y procedimientos de reglamentación.
- Parte 191, Transporte de gas natural y otros por tubería; Informes anuales, informes de incidentes y condiciones relacionadas con la seguridad. (Análisis de riesgo)
- Parte 192, Transporte de gas natural y otros gases por tubería; Normas mínimas de seguridad federales. (49 CFR 192) Agosto 1971
- Parte 193, Instalaciones de gas natural licuado; Normas federales de seguridad. (Facilidades/Plantas)
- Parte 194, Planes de respuesta para oleoductos en tierra (onshore)
- Parte 195, Transporte de líquidos peligrosos por tubería. (49 CFR 195) Agosto 1975



ASME B31.8S



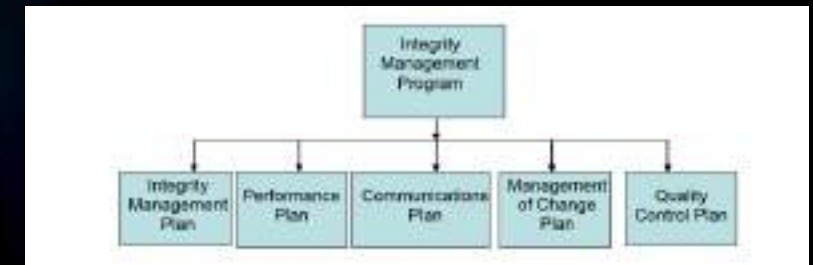
API 1160

¿ Que es integridad ?

Integridad: Es una metodología, en la cual el principal objetivo es prevenir fallas catastróficas, manteniendo bajo condiciones de seguridad el producto contenido; a los operadores y a la población sin riesgo y adicionalmente cumpliendo con metas ambientales.

Gestión de Integridad: Proceso complejo que usa la identificación de amenazas, **análisis de riesgo**, métodos de evaluación, evaluaciones, remediación, re-evaluación y un mejoramiento continuo, para lograr un objetivo “**Mantener el producto contenido**”.

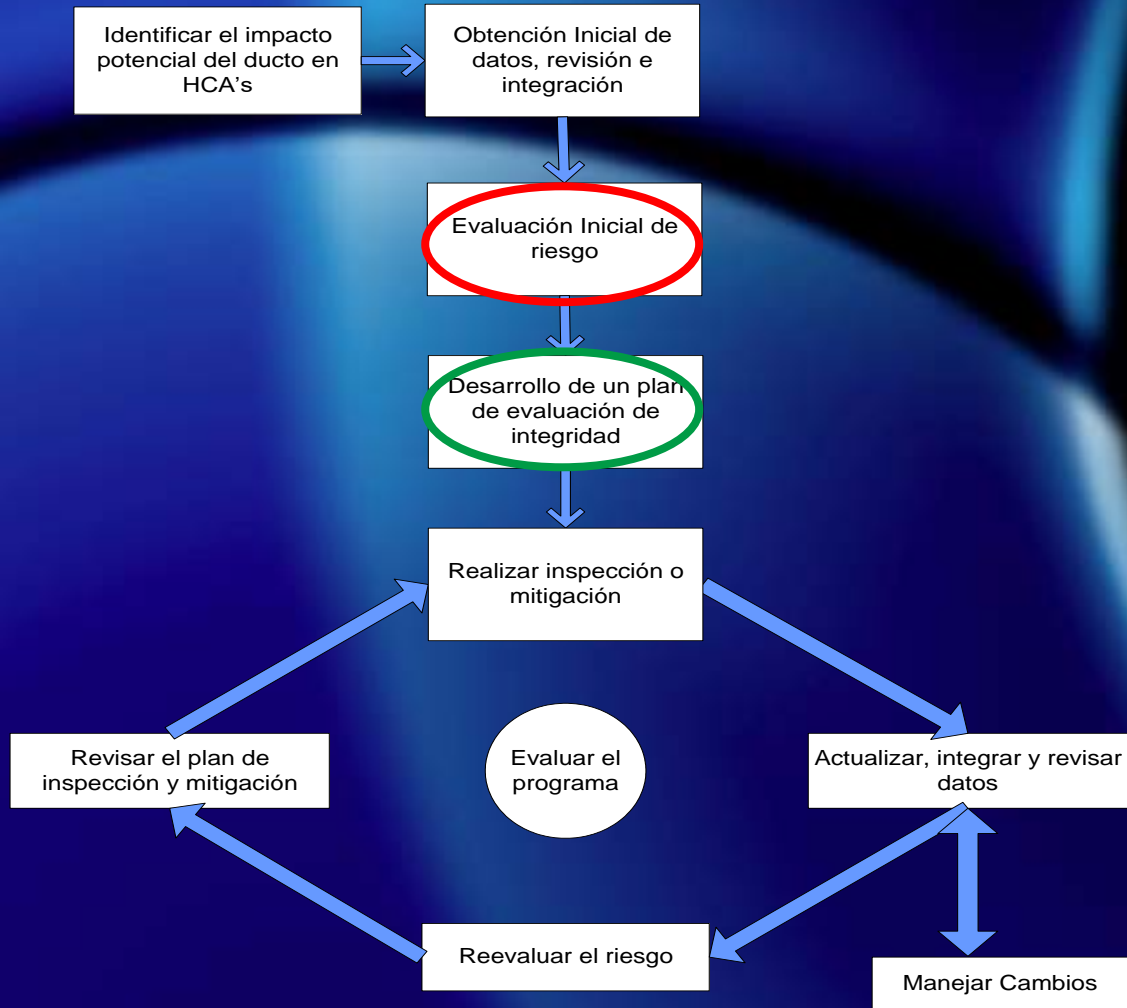
Integridad: Estado o cualidad de ser entero o completo, en ductos de transporte significa controlar las operaciones del ducto, conocer que esta sucediendo a través del monitoreo continuo y tomar acciones de mitigación para prevenir riesgos e incidentes.



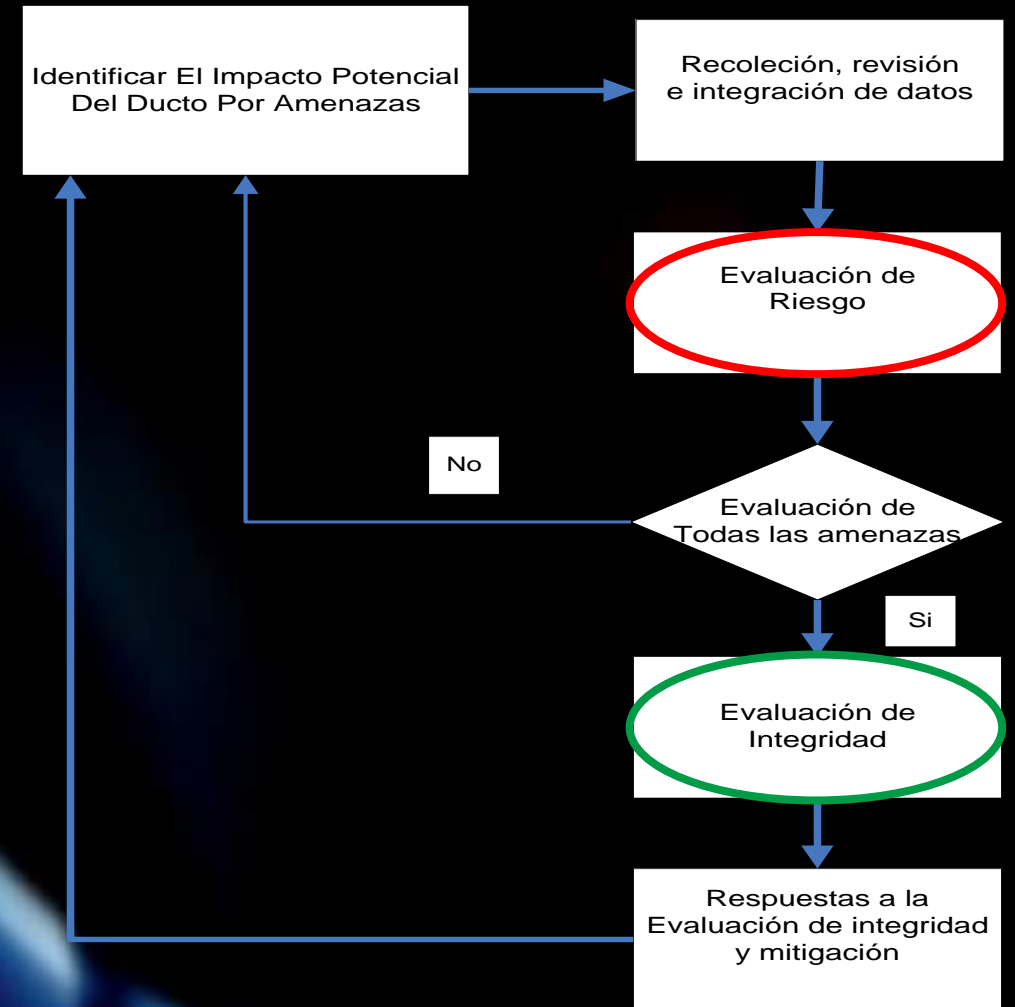
CSA Z662, Canadian Standards Association Standard, “Oil and Gas Pipeline Systems.”

EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA ECDA - NACE SP0502

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD POR CORROSIÓN EXTERIOR DE DUCTOS.



Plan Gestión de Integridad. API 1160



Plan Gestión de Integridad ASME B31.8S

¿ Cuales son las amenazas a la integridad ?

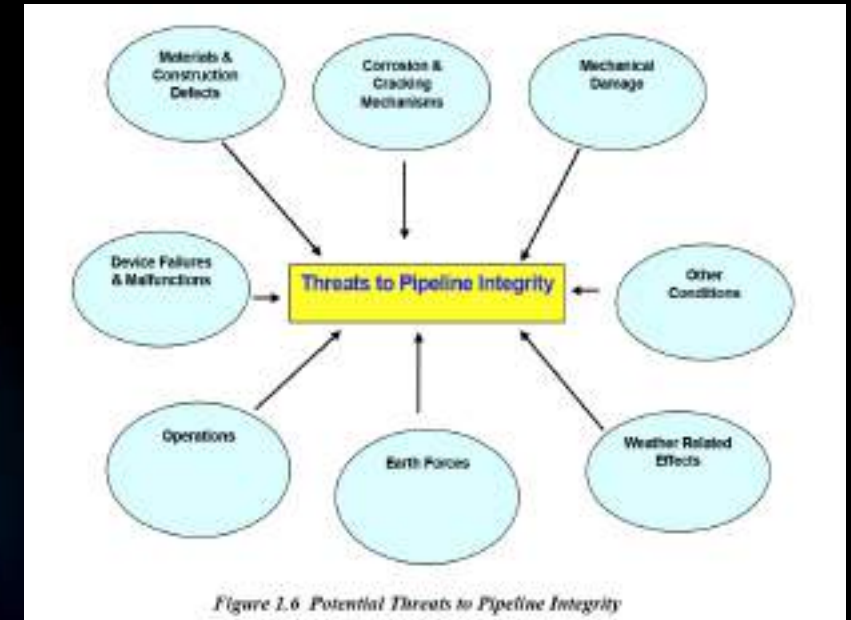
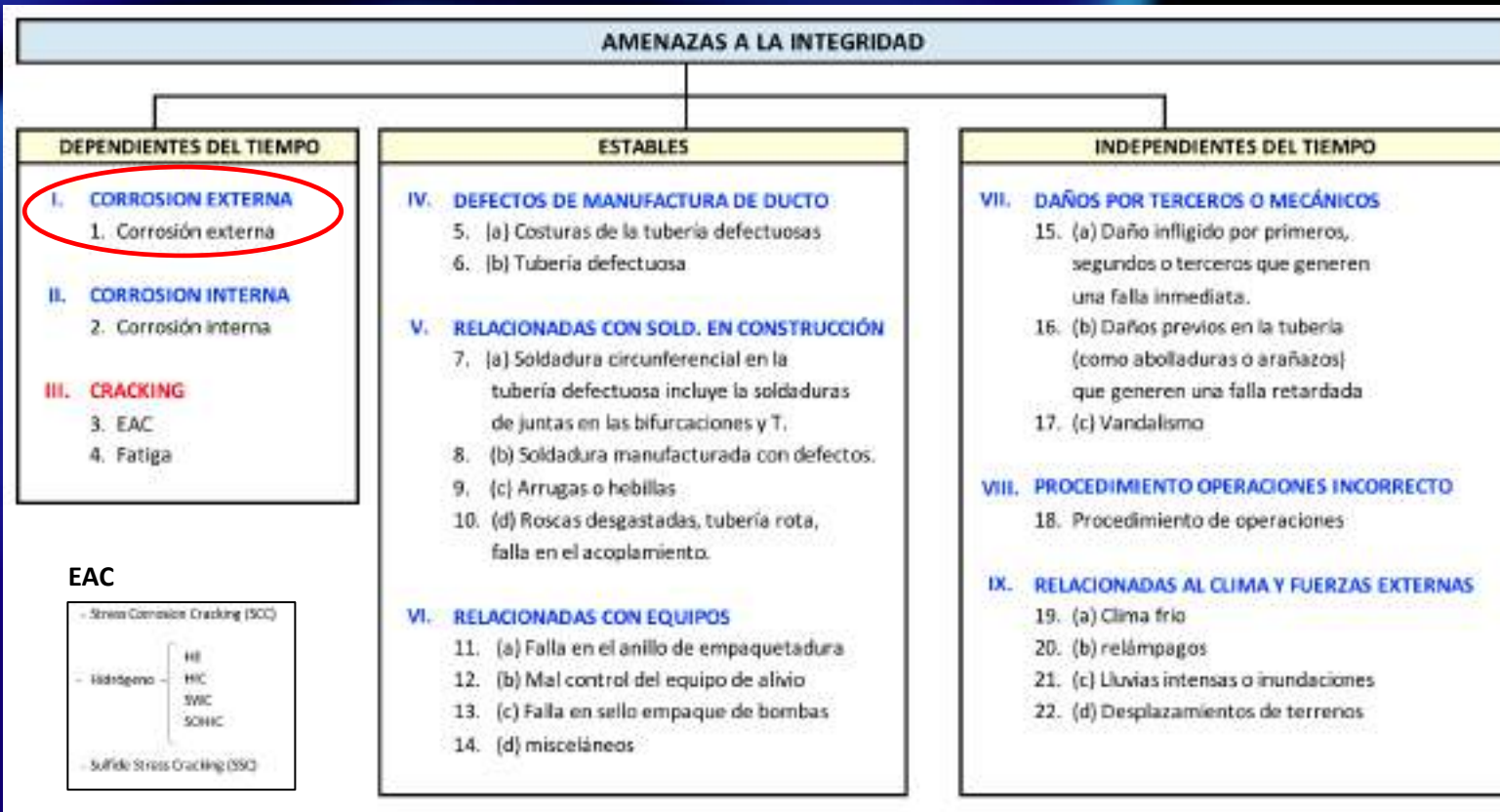


Figure 1.6 Potential Threats to Pipeline Integrity

Fuente: PCIM NACE Training.

Fuente: TECNOLOGÍA TOTAL.

Estas amenazas aparecen en ASME B31.8S y han sido modificadas por TECNOLOGÍA TOTAL, para cubrir todas las opciones posibles.

EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA ECDA - NACE SP0502

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD POR CORROSIÓN EXTERIOR DE DUCTOS.

HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD:

- Estas metodologías aparecen en ASME B31.8S y API 1160 y son obligatorias por el CFR.

Alternativamente el CFR en § 192.937, ofrece las siguientes herramientas:

- Prueba de presión hidrostática de espiga (Spike hydrostatic pressure test) de acuerdo con § 192.506 (SCC; corrosión de soldadura; defectos de fabricación y relacionados, incluidos tuberías y costuras defectuosas; y otras formas de defectos o daños que impliquen grietas o defectos similares a grietas) (5)
- Excavación e in situ, Evaluación Directa (Examen visual, medición directa y END registrados y lo requerido para evaluar todas las amenazas o la amenaza evaluada, por ejemplo: (UT), pruebas ultrasónicas phased array (PAUT), extrapolación de campo de onda inversa (IWEX), radiografía o inspección de partículas magnéticas (MPI). (6)
- Guided wave ultrasonic testing (GWUT) (7).
- ECDA o ICDA confirmatorio, Evaluación directa confirmatoria cuando se usa en un segmento cubierto que está programado para una reevaluación en un período superior a 7 años calendario (8).

METODOLOGÍA	REFERENCIA	AMENAZA
PRUEBA DE PRESIÓN (1)	<ul style="list-style-type: none"> • ASME B31.4 • ASME B31.8 • ANSI/API RP 1110. 	Todas las amenazas, mínimo 1.25 MAOP por ASME B31.8 S.
ILI (2)	<ul style="list-style-type: none"> • 49 CFR Part 192 Subpart O - Gas Transmission. • 49 CFR Part 195 (Hazardous Liquid) • NACE SP0102. • ASNT ILI-PQ-2005. • API 1163. • NACE Pub. Technical Report 35100. • POF (Pipeline Operators Forum) Spec. 2016. 	Todas las amenazas
ECDA (3A)	<ul style="list-style-type: none"> • NACE SP0502 	Corrosión Exterior de ductos.
ICDA (3B)	<ul style="list-style-type: none"> • NACE SP0206 (Gas Seco) DG-ICDA • NACE SP0110 (Gas Húmedo) WG-ICDA • NACE SP0208 (Petróleo Líquido) LP-ICDA 	Corrosión Interior de ductos.
SCCDA (3C)	<ul style="list-style-type: none"> • NACE SP0204 	Corrosión Bajo Tensión (Stress Corrosion Cracking)
METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Airbone LIDAR Pipeline Inspection System. • Infrasonic Frequency Seismic Sensor System. • Intrinsic Distributed Fiber Optic Leak Detection. • Metal-Loss Detection System for Non-Piggable Pipelines. • Assessment Method for Girth Welds and Repair Welds. • (Phased Array Inspections). <p>Se debe demostrar que la metodología proporcionar una comprensión equivalente de la condición de la tubería de línea para cada una de las amenazas a las que la tubería es susceptible.</p>	Amenazas específicas geométricas, fisuras, corrosión, tamizaje de sitios para evaluación con otros NDT.

¿Qué es la corrosión?

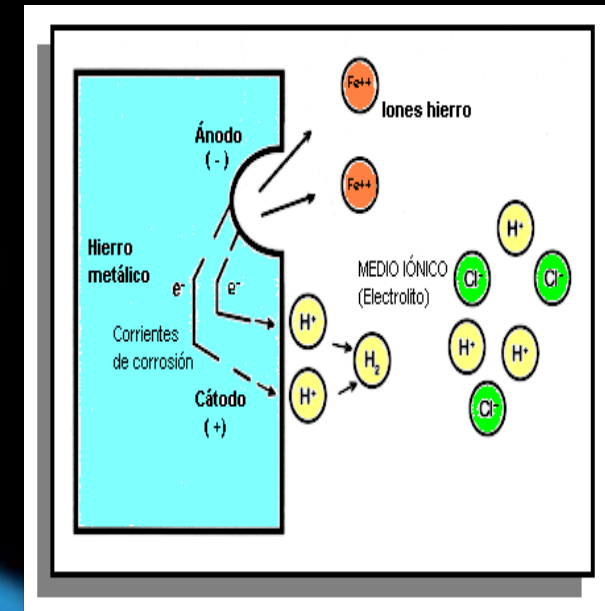
La corrosión puede ser definida como el deterioro de un material por acción química o electroquímica del ambiente que lo rodea.



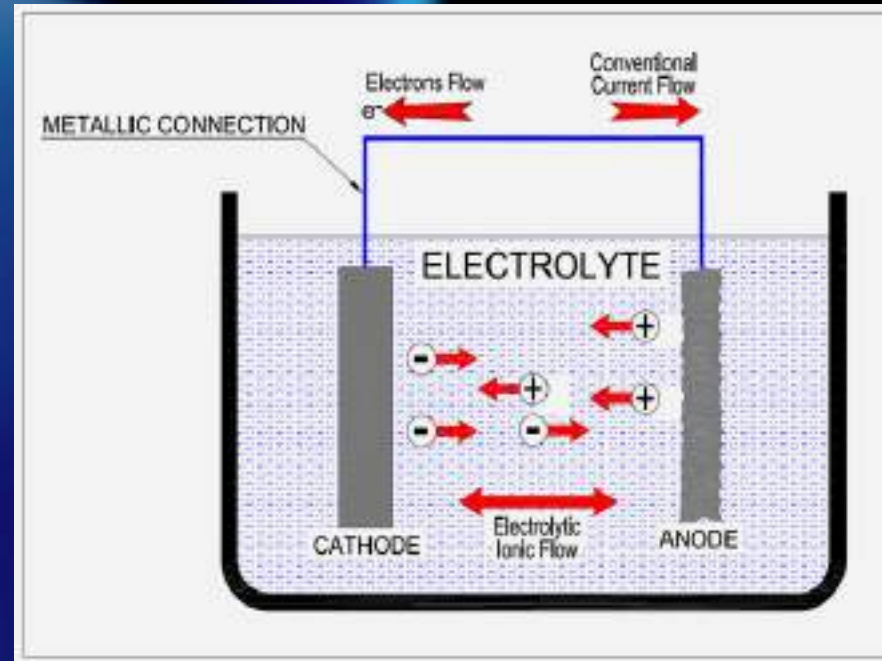
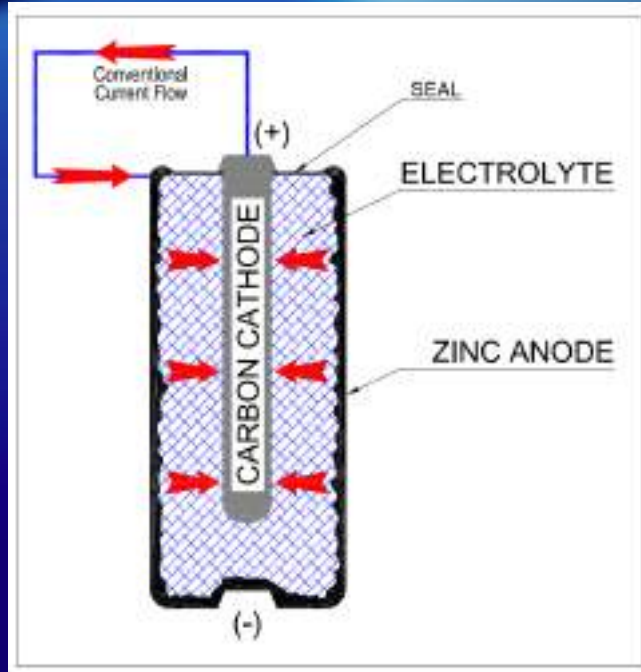
¿Cómo se forma la corrosión electroquímica?

Las diferencias de la composición de la estructura metálica o su ambiente crean situaciones por las cuales una reacción electroquímica puede ocurrir espontáneamente.

El lugar donde las reacciones ocurren es una celda de corrosión.



¿Qué se requiere para que exista la corrosión?



- Un camino metálico
- Electrolito (conductor iónico)
- Ánodo
- Cátodo.

Fuente:

Corrosion 2004, NACE Paper 04040, Cathodic Protection of A Well Grounded Tank Farm And Pump Station In Colombia, S.A., Earl Kirkpatrick and Juan Carlos Pachón.

¿Qué es ECDA?

- Es una metodología de evaluación de ductos que con un proceso estructurado busca mejorar la integridad del ducto (frente a la amenaza de corrosión exterior), mediante la determinación y la reducción del impacto de la corrosión externa en la tubería.

¿Cuál es su objetivo?

- ECDA principalmente busca prevenir corrosión externa en el ducto entendiendo la causa raíz, con lo cual se puede reducir la amenaza de corrosión y disminuir el daño futuro por corrosión.

EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA.

ECDA

NACE SP0502-2010



VIDEO ECDA
11 min.

Agradecimientos:

Developed in Cooperation With:

- Department of Transportation
Office of Pipeline Safety (OPS)
- American Gas Association (AGA)
- Interstate Natural Gas Association
of America (INGAA)
- Pacific Gas and Electric Company (PG&E)
- Keyspan Energy
- Mears/CPG, LLC



¿Qué requiere ECDA?

EDCA requiere la integración de las inspecciones indirectas y evaluaciones directas de la superficie de la tubería, con las características físicas de la tubería y la historia de operación.

Éste proceso de integración se lleva a cabo en cuatro pasos:

- 1. Pre-evaluación.**
- 2. Inspección Indirecta.**
- 3. Inspección Directa.**
- 4. Post Evaluación**

1. Pre-evaluación

Recoge datos históricos y actuales para determinar si EDCA es factible, se definen las regiones EDCA y se seleccionan las herramientas de inspección indirecta.

2. Inspección indirecta

Cubre inspecciones desde la superficie del suelo para identificar y clasificar la severidad de las fallas del recubrimiento y áreas donde la corrosión ocurrió o puede ocurrir.

3. Evaluación directa

Incluye análisis de los datos de la inspección indirecta para seleccionar sitios para excavaciones y evaluaciones de la tubería. Los datos de la Inspección Directa son combinados con los datos de la Inspección Indirecta para identificar y evaluar el impacto de la corrosión externa de la tubería.

4. Post-evaluación

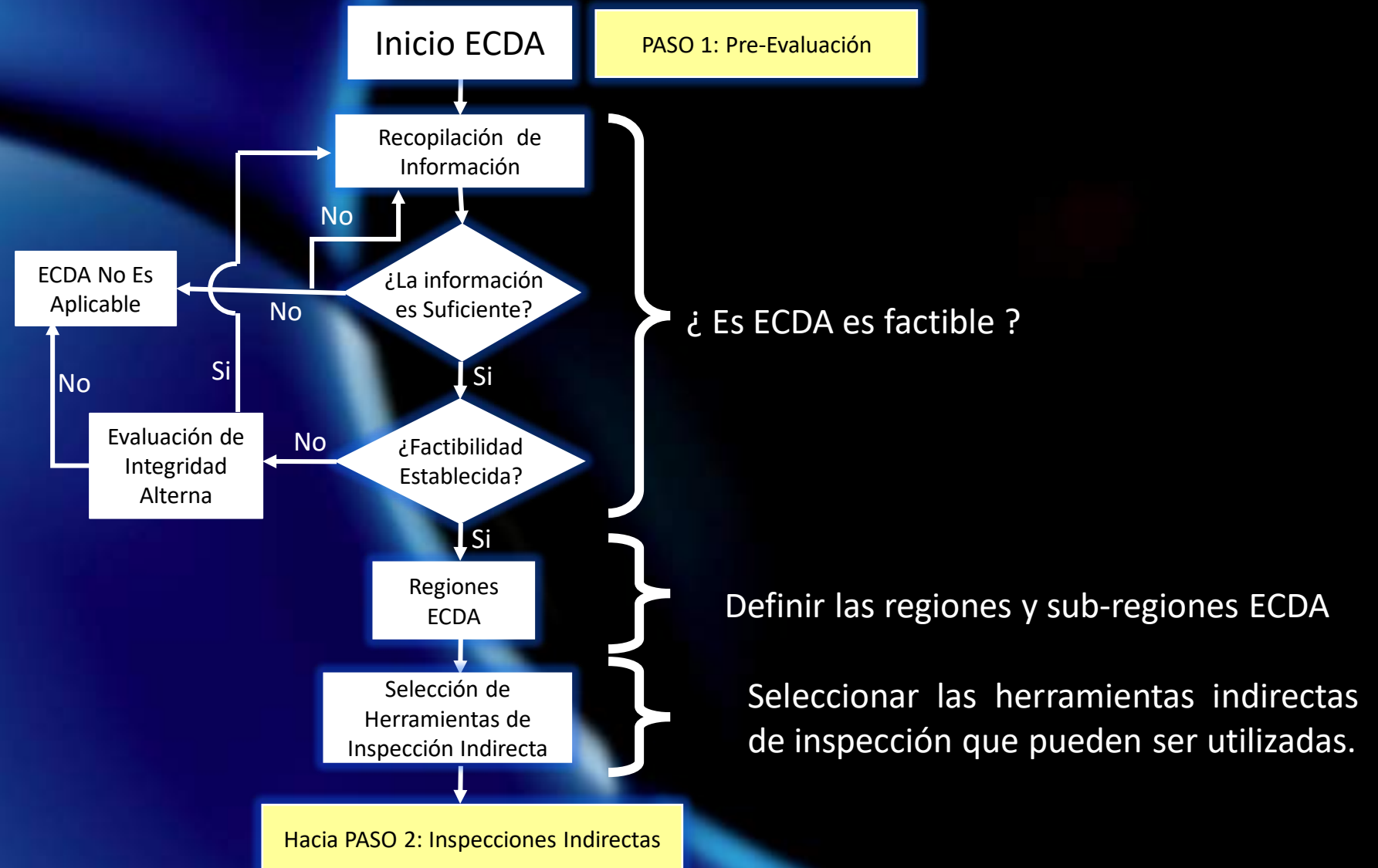
Cubre los análisis de los datos recogidos de los tres pasos anteriores para evaluar la efectividad del proceso de EDCA y determinar los intervalos de re-evaluación.

¿Qué requiere ECDA?



1. Preassessment.
2. Indirect Inspection
3. Direct Examination
4. Post assessment

1. Pre-evaluación



1. Pre-evaluación

Objetivo

Determinar si ECDA es factible, para la tubería evaluada, seleccionar las herramientas de inspección indirecta e identificar las regiones ECDA.

Recopilación de datos

- Se deben recoger todos los datos históricos y actuales de la tubería, junto con la información física de tubería, en el segmento a evaluar.
- Definir los mínimos datos requeridos, basado en la historia y condición del segmento del ducto.
- Como mínimo se deben incluir los datos de las cinco (5) categorías mostradas en la siguiente tabla.



1. Pre-evaluación

DATOS A RECOLECTAR EN LA PRE-EVALUACIÓN	
Relacionados con el ducto	Relacionados con el Suelo / Ambiente
<ul style="list-style-type: none">• Material (acero, hierro fundido, etc.)• Tipo de aleación.• Diámetro• Espesor de la pared• Año de fabricación• Tipo de costura• Ducto sin Recubrimiento	<ul style="list-style-type: none">• Características del suelo.• Tipos de suelos.• Drenaje.• Topografía.• Utilización del suelo.• Estudios de corrosividad del suelo, etc.

1. Pre-evaluación

DATOS A RECOLECTAR EN LA PRE-EVALUACIÓN

Relacionados con la construcción.	Relacionados con la operación.
<ul style="list-style-type: none">• <i>Año de Instalación</i>• <i>Cambios/modificaciones en la ruta</i>• <i>Prácticas de construcción</i>• <i>Localización de válvulas, abrazaderas, soportes, acopladores mecánicos</i>• <i>Empalmes de dilatación, componentes de hierro fundido, empalmes, juntas.</i>• <i>Métodos de construcción.</i>• <i>Localizaciones de curvas.</i>• <i>Profundidad de la cubierta</i>• <i>Secciones bajo agua, cruce de ríos.</i>• <i>Localizaciones de los ríos.</i>• <i>Proximidad a otros ductos, líneas de transmisión de alto voltaje y vías de trenes.</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Temperatura operación del ducto</i>• <i>Niveles de stress operacional y fluctuaciones.</i>• <i>Programas de monitoreo (Cupones, fugas, etc.)</i>• <i>Reportes inspección / excavación.</i>• <i>Historial de reparaciones</i>• <i>Historial de fugas.</i>• <i>Evidencias de MIC.</i>• <i>Tipo / Frecuencia daños por terceros.</i>• <i>Datos de exámenes previos sobre la tierra o inspecciones indirectas.</i>• <i>Fechas / Presiones de pruebas hidrostáticas.</i>• <i>Otras actividades CIS, DCVG,</i>• <i>PCM, ILI, etc.</i>

1. Pre-evaluación

DATOS A RECOLECTAR EN LA PRE-EVALUACIÓN

Relacionados con el control de corrosión

- *Sistemas y tipo de CP (ánodos, rectificadores y localización)*
- *Fuentes/Localización de corrientes parásitas.*
- *Localizaciones de puntos de prueba (o puntos de acceso al ducto)*
- *Criterios de Evaluación de CP*
- *Historia del mantenimiento de la CP*
- *Años sin protección catódica.*
- *Tipo de recubrimiento-ducto*
- *Tipo de recubrimiento-empalmes*
- *Condición del recubrimiento*
- *Demanda de corriente.*
- *Fecha/historial de evaluación de la CP*



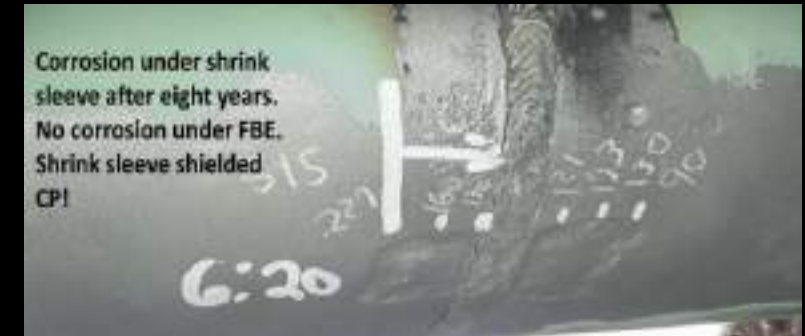
1. Pre-evaluación

ECDA, ¿evaluación factible?

Se integran y analizan los datos recolectados para determinar si las condiciones son aptas para las herramientas de inspección indirecta.

Las siguientes condiciones pueden dificultar la aplicación de ECDA:

- Sitios donde el recubrimiento causa apantallamiento eléctrico (Ej: mangas termo-encogibles, etc.)
- Tapado con un contenido significativo de roca.
- Pavimento, tierra congelada o concreto reforzado en el piso.
- Dificultad para la toma de datos (Tráfico vehicular etc.)
- Estructuras metálicas enterradas adyacentes.
- Áreas inaccesibles (tunnel liners, encamisados, etc.)
- Áreas enterradas muy profundas.



1. Pre-evaluación

Selección de las herramientas de evaluación indirecta

- Mínimo dos herramientas de inspección para todas las regiones ECDA y una herramienta complementaria preferiblemente.
- Herramientas de evaluación indirecta para detectar corrosión o daños en el recubrimiento.
- Las herramientas de inspección deben ser complementarias, las cuales compensen las limitaciones de las otras.

CONDICIÓN		CIS	DCVG ACVG	PEARSON	ATENUACIÓN DE CORRIENTE AC.(*)
1	Daños en Recubrimiento (Holidays)	2	1,2	2	1,2
2	Zonas Anódicas sobre tuberías desnudas	2	3	3	3
3	Cruces cerca de ríos y agua	2	3	3	2
4	Bajo Suelo congelado	3	3	3	1,2
5	Corrientes Extrañas	2	1,2	2	1,2
6	Actividad de Corrosión con Apantallamiento.	3	3	3	3
7	Estructuras Metálicas Adyacentes	2	1,2	3	1,2
8	Cerca de Tuberías Paralelas	2	1,2	3	1,2
9	Debajo de Líneas de Transmisión de Corriente Eléctrica de Alto-Voltaje	2	1,2	2	3
10	Camisas en Corto	2	2	2	2
11	Debajo de Caminos Pavimentados	3	3	3	1,2
12	Cruces No Encamisados	2	1,2	2	1,2
13	Tuberías con Encamisados	3	3	3	3
14	Secciones de tuberías enterradas profundas	2	2	2	2
15	Tierra Húmeda	2	1,2	2	1,2
16	Terreno Rocoso/ Relleno Rocoso	3	3	3	2

1. Pre-evaluación

1 = Aplicable

2 = Aplicable (Daños grandes recubrimiento)

3 = No Aplicable

Importante:

ECDA, podría no ser adecuado cuando existen recubrimientos de alto valor dieléctrico desprendidos que causan apantallamiento catódico.

Otras fuentes de apantallamiento pueden ser:

- Suelo de alta resistividad.
- Rocas.
- Plástico
- Otros materiales de alta resistividad alrededor del ducto.

(*) Puede ser PCM o PDM (vLocDM2)

Fuente : NACE SP0113-2013
"Pipeline integrity method selection"

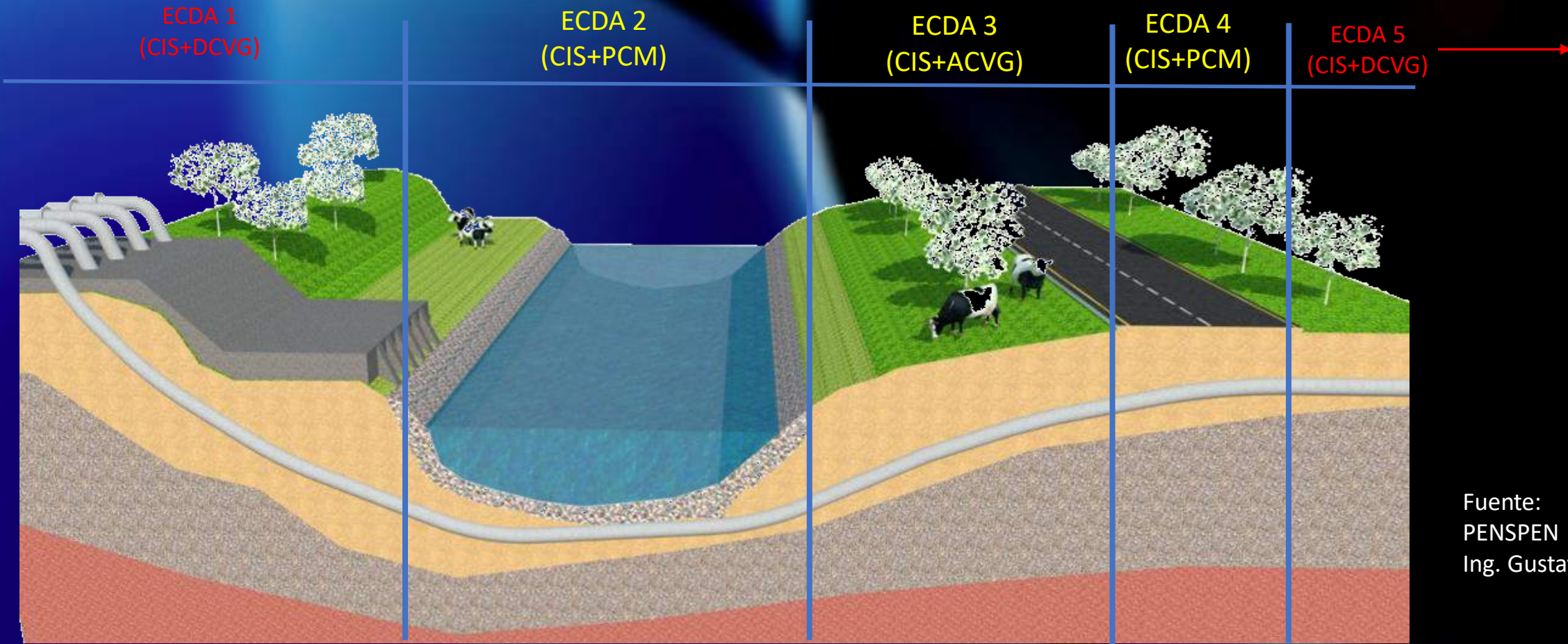
Fuente : ANSI/NACE SP0502-2010

1. Pre-evaluación

Regiones ECDA

Una región ECDA es una porción o segmento de la tubería que tiene características físicas similares, historia de corrosión, futuras expectativas de condiciones de corrosión y se aplican las mismas herramientas de inspección indirecta.

} No necesariamente se maneja así.



Fuente:
PENSPEN
Ing. Gustavo Romero

1. Pre-evaluación

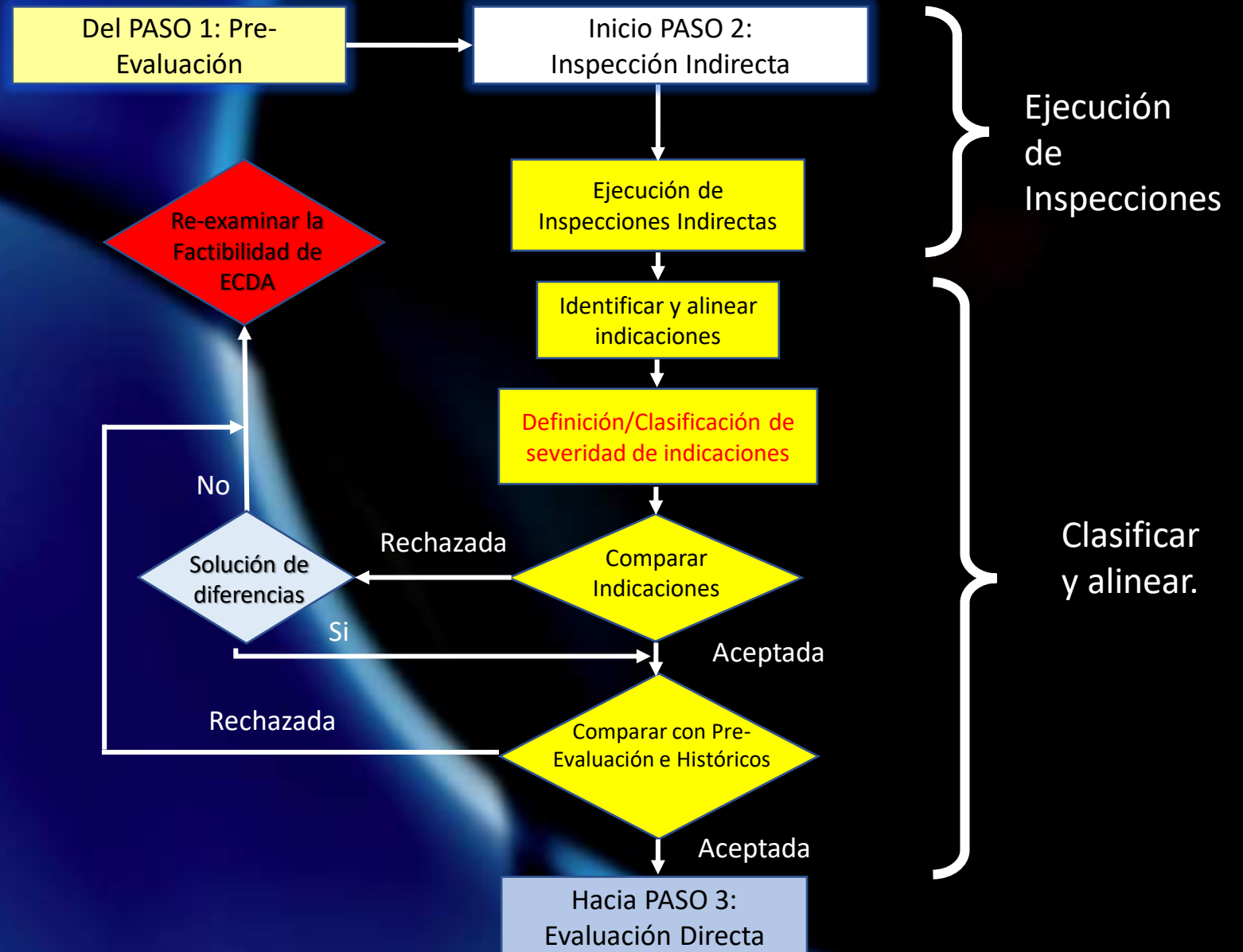
Cod	Region ECDA		CRITERIOS	Seccionamiento		Técnicas		
	Desde [m]	Hasta [m]		Desde [m]	Hasta [m]	CIS	DCVG	PCM & ACGV
				9981.0	10523.0	SI	SI	
TRON-02	10523	10595	Cruce de rios	10523.0	10595.0	SI	SI	
TRON-03	10595	12900	Cultivos	10595.0	12900.0	SI	SI	
TRON-04	12900	15000		12900.0	13374.0	SI	SI	
				13374.0	13534.0	SI	SI	
				13534.0	15000.0	SI	SI	
TRON-05	15000	18000	Historico de Potenciales [mV] Resistividad Capa 1-2 m [Ohm-cm]	15000.0	18000.0	SI	SI	
TRON-06	18000	19985		18000.0	19985.0	SI	SI	
TRON-07	19985	20100		19985.0	20100.0	SI	SI	SI
TRON-08	20100	23092		20100.0	21000.0	SI	SI	
			Resistividad Capa 1-2 m [Ohm-cm]	21000.0	22000.0	SI	SI	
				22000.0	23092.0	SI	SI	
TRON-09	23092	23751		23092.0	23751.0	SI	SI	SI
TRON-10	23751	25491	Resistividad Capa 1-2 m [Ohm-cm]	23751.0	25491.0	SI	SI	
TRON-11	25491	25797		25491.0	25797.0	SI	SI	SI
TRON-12	25797	26105		25797.0	25913.0	SI	SI	
				25913.0	26105.0	SI	SI	

**Ejemplo de
regiones ECDA**

2. Inspección indirecta.

Objetivo

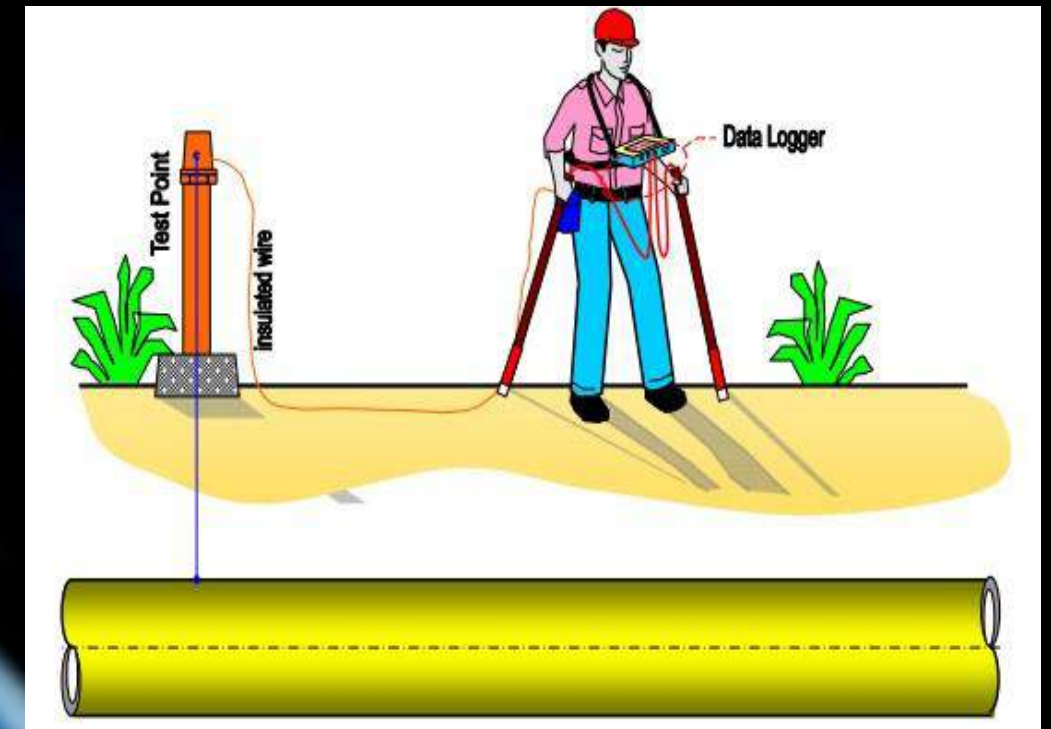
Identificar y definir la severidad de los daños en el recubrimiento, otras anomalías y áreas donde ha ocurrido actividad de corrosión o puede ocurrir.



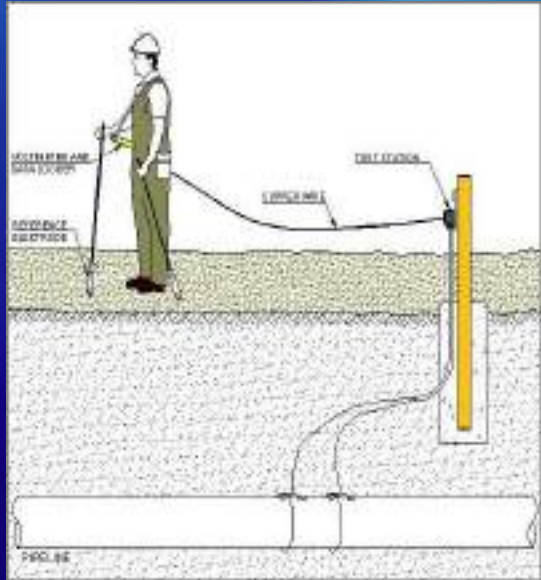
2. Inspección indirecta.

Desarrollo de la inspección indirecta

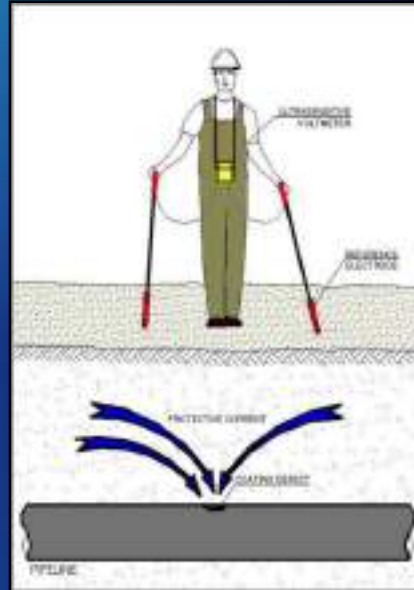
- Antes de empezar las inspecciones indirectas, los límites de las regiones ECDA identificados durante la pre-evaluación, deben ser claramente marcados.
- Las inspecciones indirectas serán conducidas usando intervalos espaciados bastante cercanos para permitir una evaluación detallada.
- Las indicaciones deben ser referenciadas con GPS sub métrico.



2. Inspección indirecta.



CIS



DCVG



ACVG
(Radiodetection)



ACVG
(Vivax-Metrotech)



PEARSON



PCM



PDM - vLocDM2M

2. Inspección indirecta. PEARSON

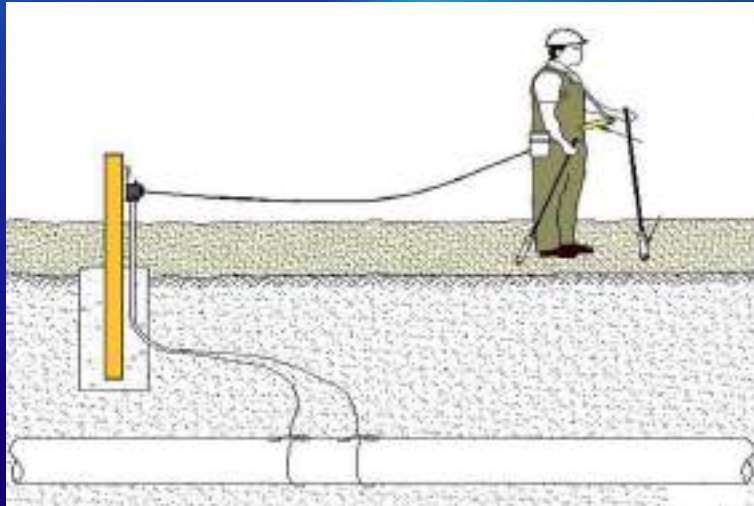


**El equipo induce una frecuencia alterna de radio de 750 Hz.
La inspección compara gradientes potenciales a lo largo de la tubería a medida que se miden entre dos contactos de tierra eléctricos móviles.**

Los gradientes potenciales son el resultado de una señal de CA aplicada que se escapa a tierra en las discontinuidades del recubrimiento.

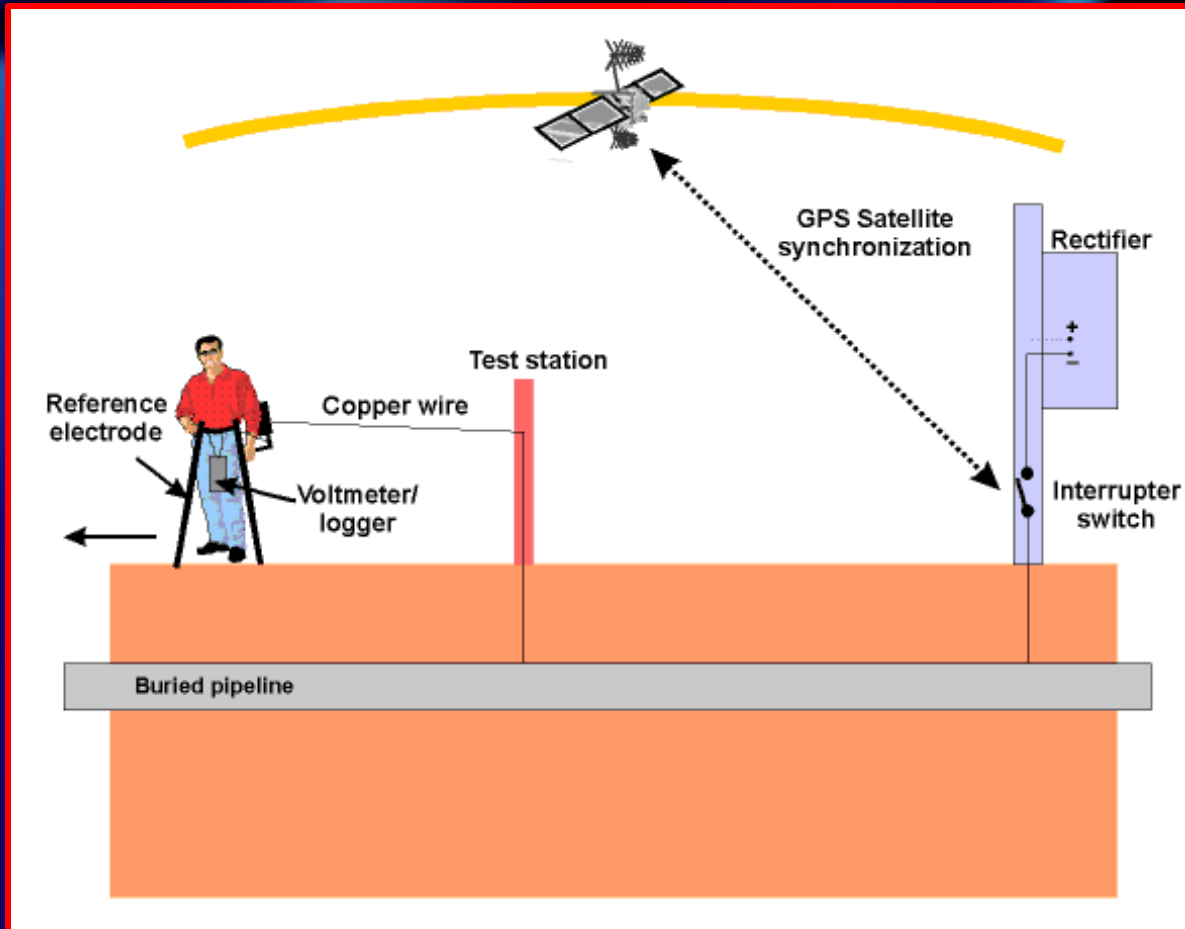


2. Inspección indirecta. CIS

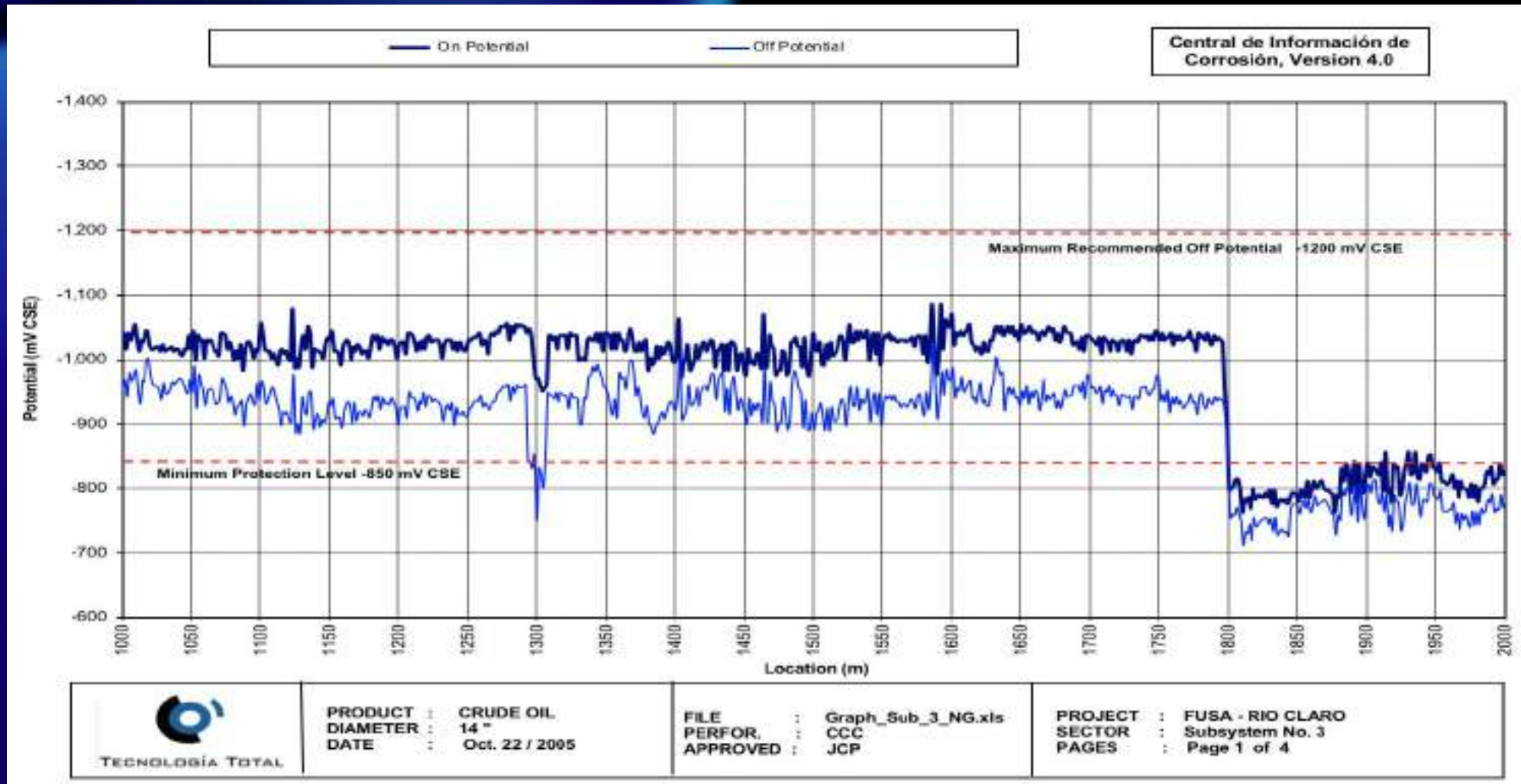


C.I.S.

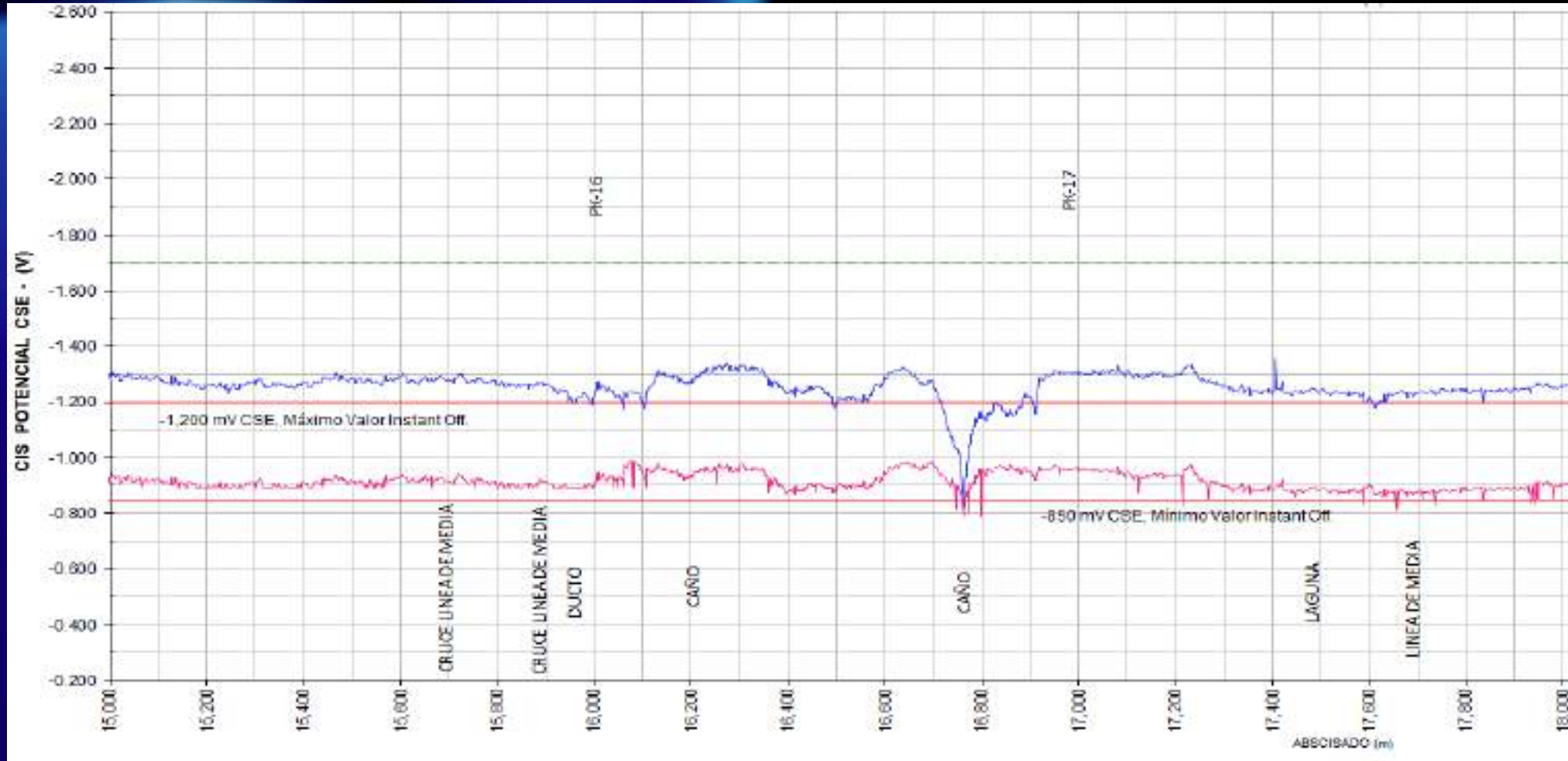
2. Inspección indirecta. CIS



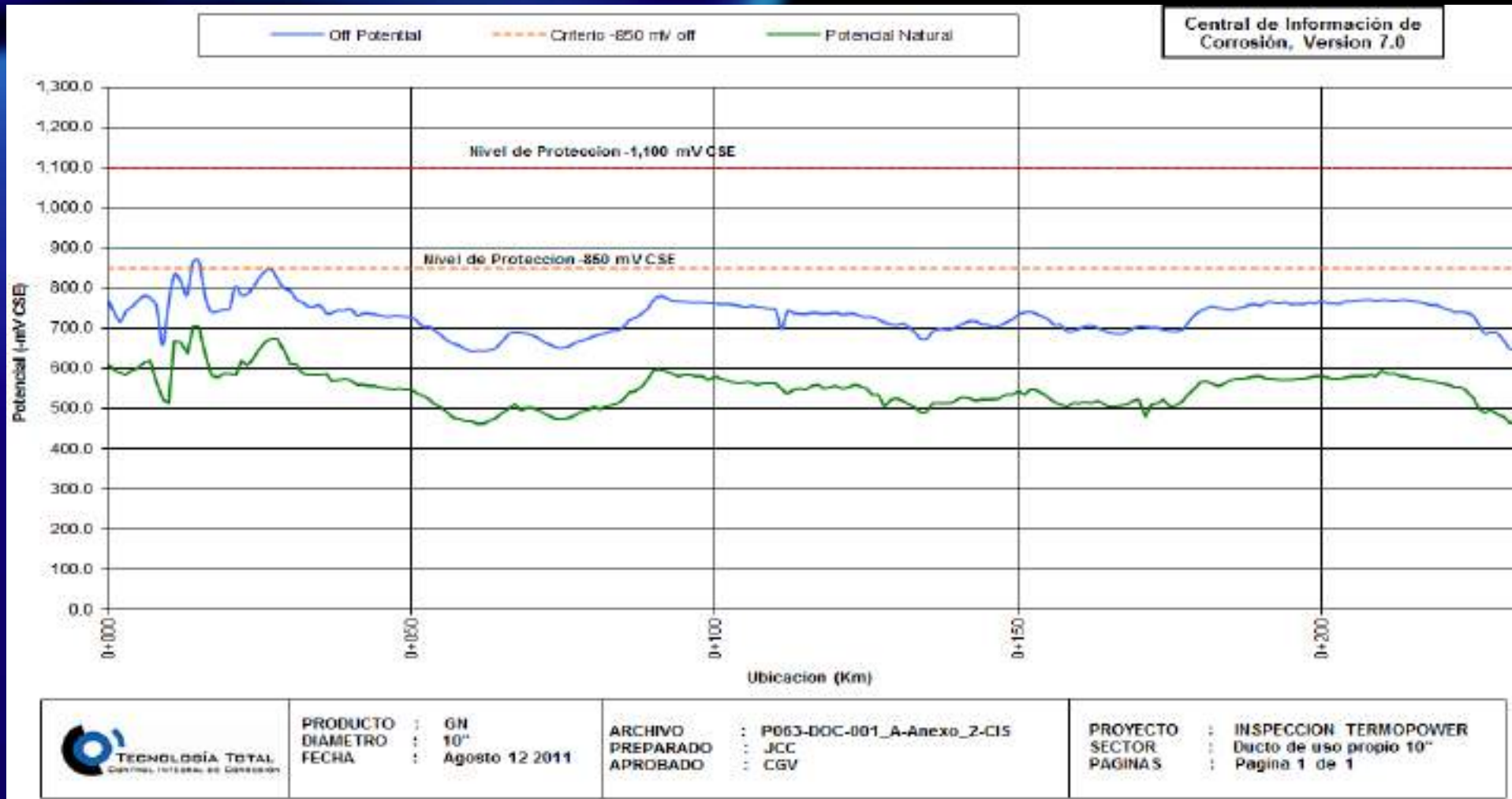
2. Inspección indirecta CIS



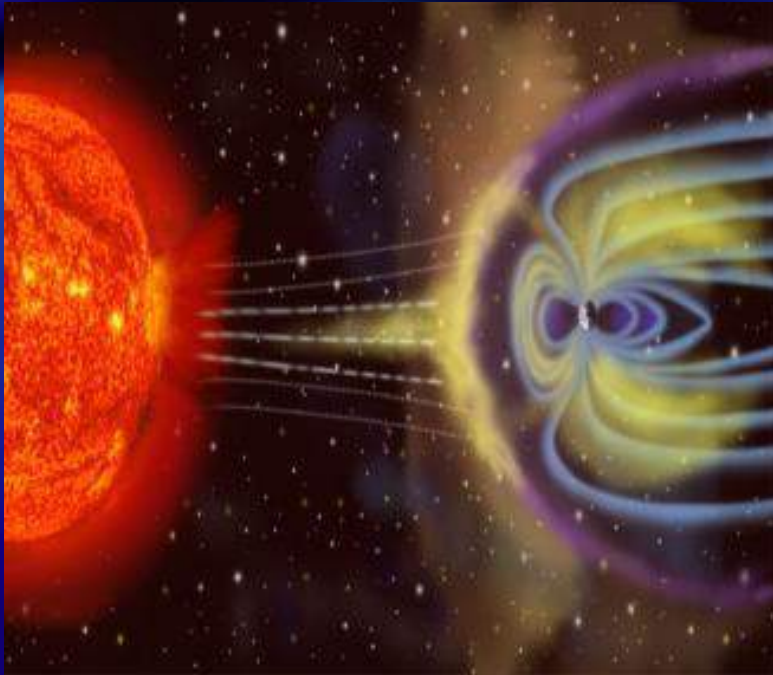
2. Inspección indirecta CIS



2. Inspección indirecta CIS



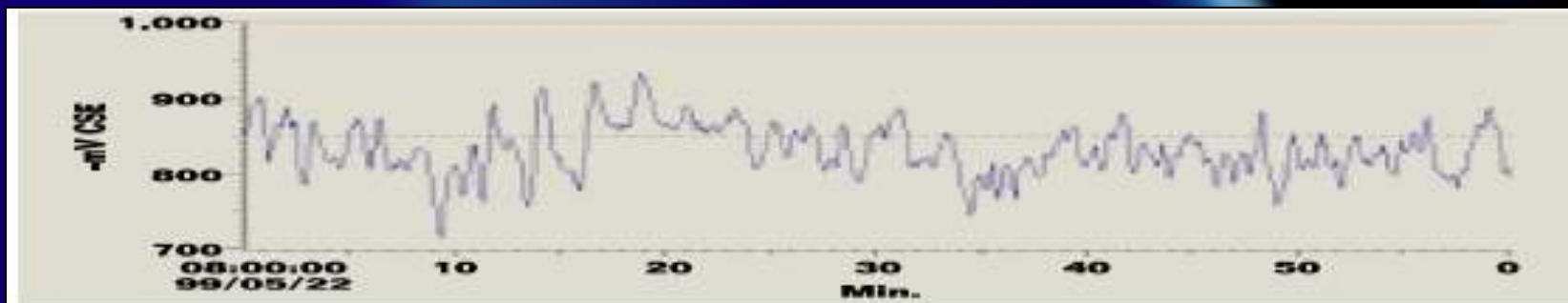
2. Inspección indirecta CIS



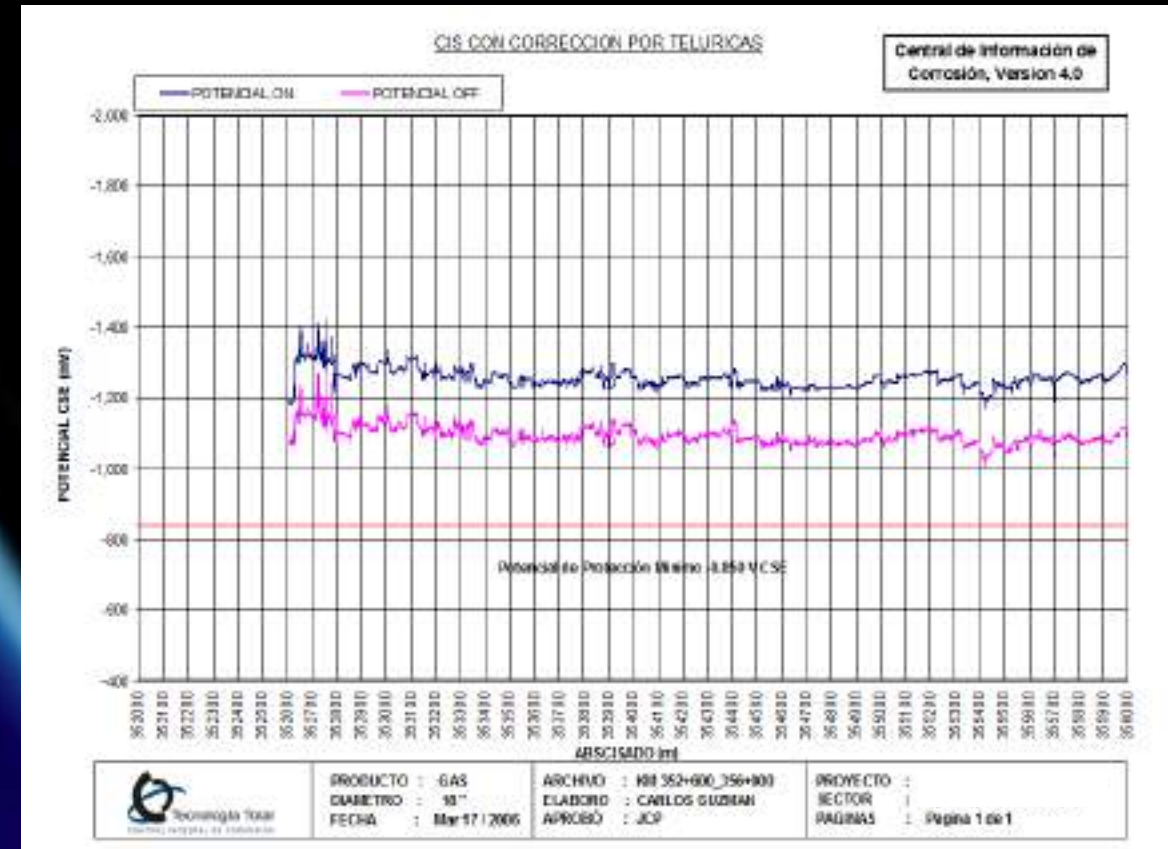
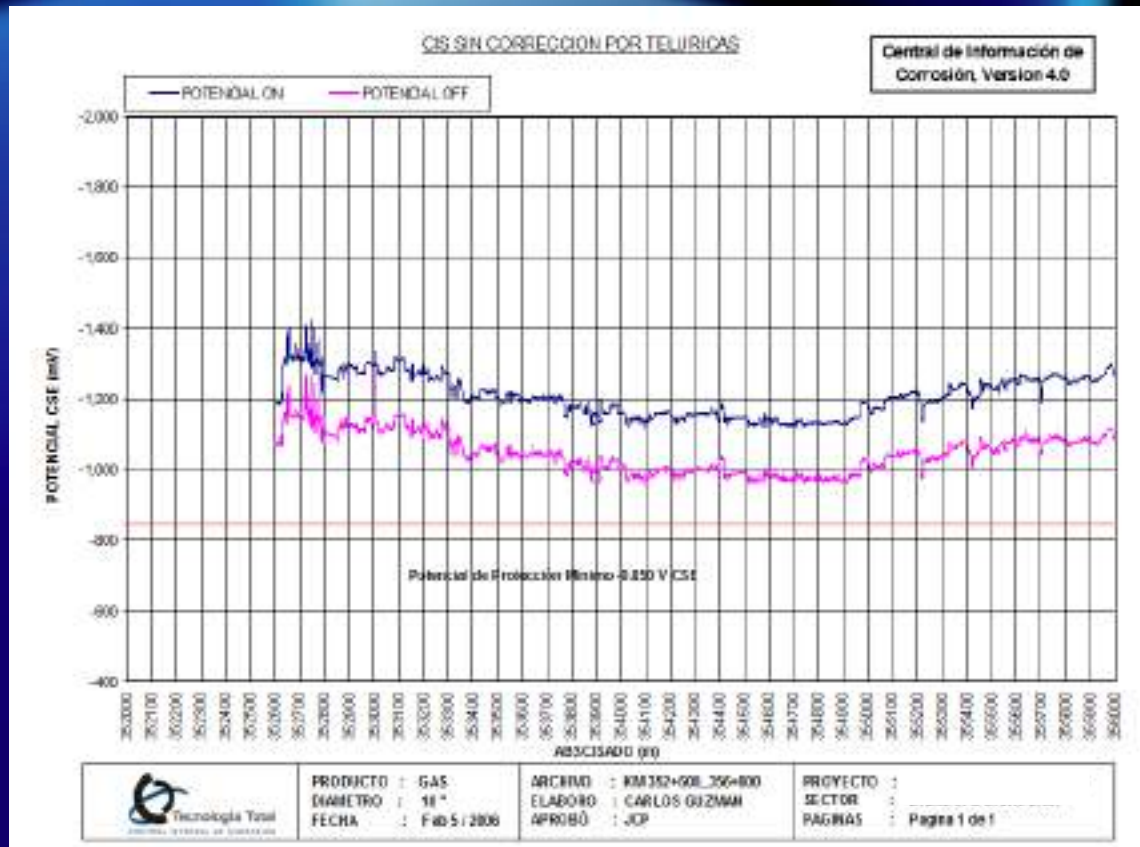
Reporte de las inspecciones indirectas

Inspecciones CIS con corrección por telúricas

Las corrientes telúricas son aquellas que se presentan en la tierra debido a las variaciones magnéticas producidas por el sol u otras fuentes; estas pueden causar errores (IR) cuando se realizan medidas de potenciales estructura – suelo y en otras medidas de protección catódica.



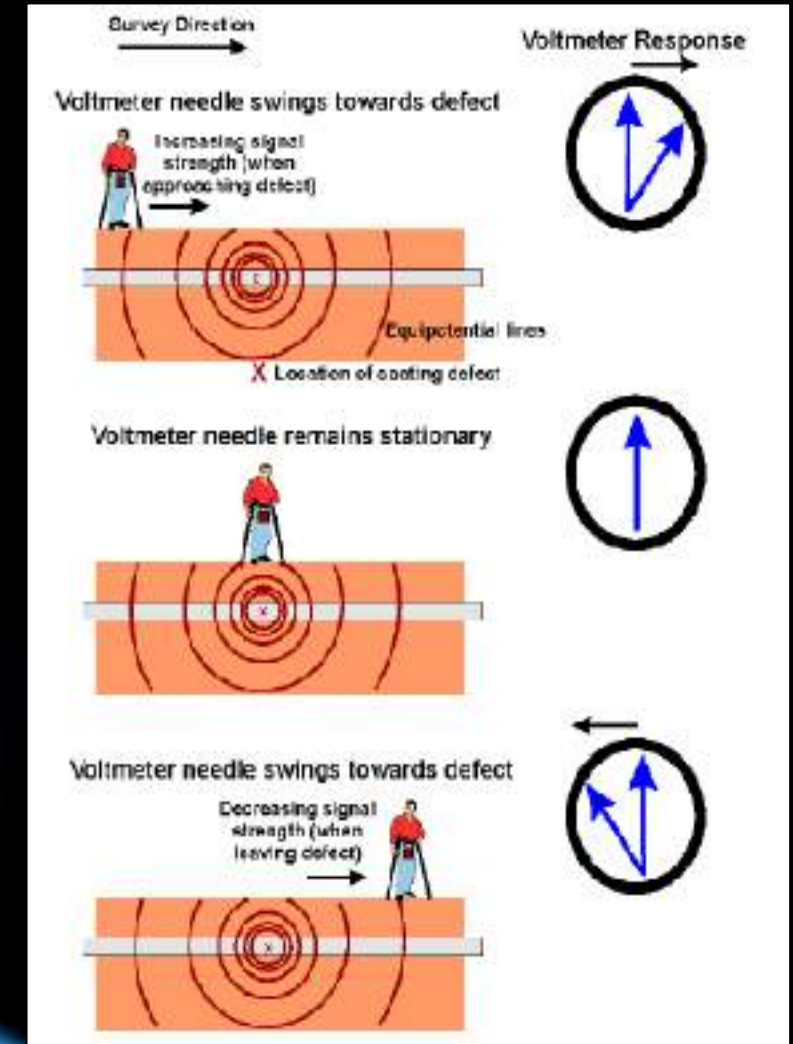
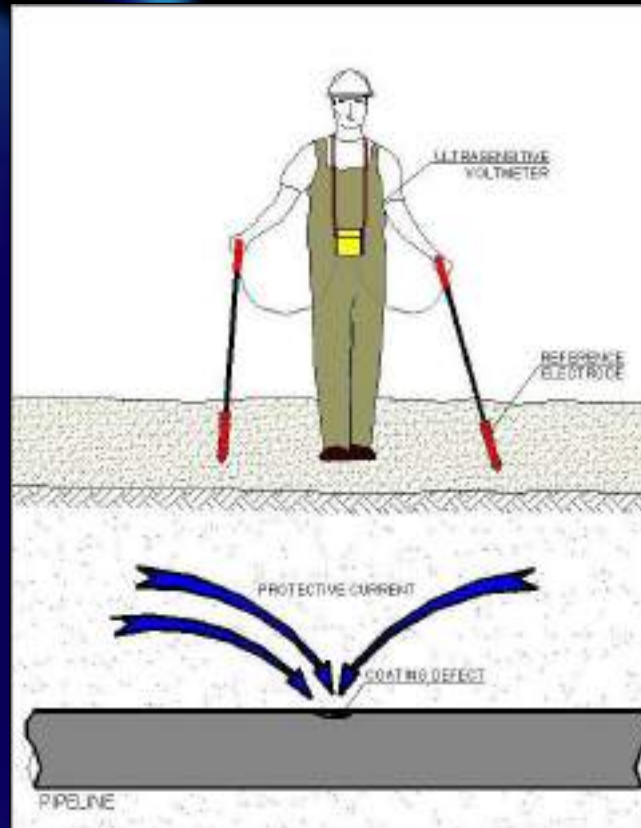
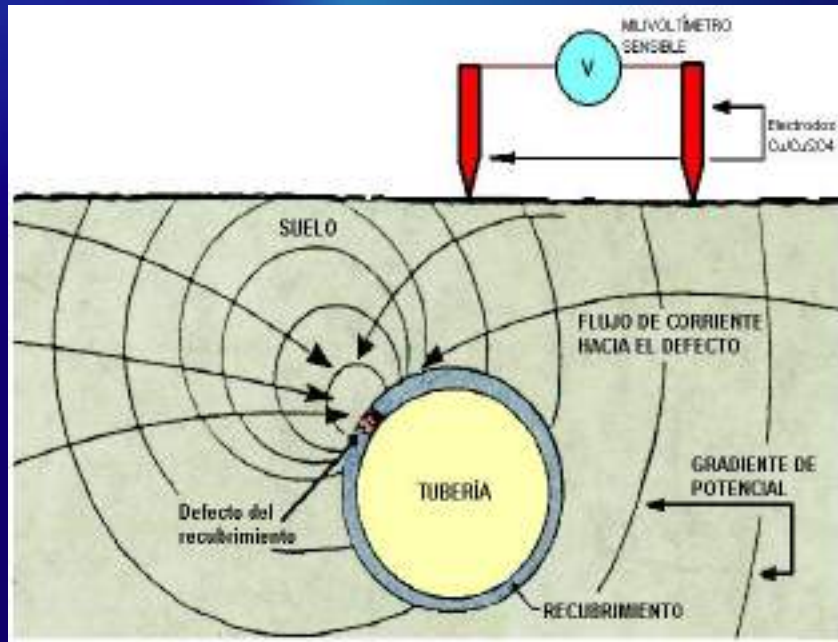
2. Inspección indirecta CIS



2. Inspección indirecta DCVG



2. Inspección indirecta DCVG



2. Inspección indirecta DCVG

Definición/Clasificación de
 severidad de indicaciones

CLASIFICACIÓN DE SEVERIDAD POR IR

CATEGORÍA	CONDICIÓN (%IR DE LA FALLA)	IMPORTANCIA	ACCIÓN
1	1 a 15	BAJA	Protección Catódica adecuada según criterios
2	16 a 35	MEDIA	Evaluar la opción de reparar dependiendo de la proximidad con la cama de ánodos y otras estructuras importantes y Protección Catódica adecuada según criterios
3	36 a 60	ALTA	Programar reparación Afecta el consumo de corriente del sistema de protección catódica
4	61 a 100	CRÍTICA	Reparación Inmediata. Afecta el consumo de corriente del sistema de protección catódica y un daño masivo puede estar presente.

Una vez que la falla en el recubrimiento es detectada, su tamaño o severidad es estimada

2. Inspección indirecta DCVG

Definición/Clasificación de
 severidad de indicaciones

CLASIFICACIÓN DE SEVERIDAD POR CARÁCTER


CATEGORÍA	CONDICIÓN (%IR DE LA FALLA) On / Off	IMPORTANCIA	ACCIÓN
1	Catódico/Catódico (CC)	BAJA	Fallas en el recubrimiento que se encuentran aparentemente protegidas cuando el SPC está en Funcionamiento y Permanece Polarizado cuando es interrumpido. Estos daños consumen corriente pero no están activamente corroyéndose
2	Catódico/Neutro (C/N)	MEDIA	Fallas en el recubrimiento que se encuentran protegidas aparentemente cuando el SPC está en Funcionamiento pero que regresan a su potencial natural cuando es interrumpido. Estos daños consumen corriente y pueden corroerse cuando ocurran bajones en el SPC.
3	Catódico/Anódico (C/A)	ALTO	Fallas en el recubrimiento que se encuentran protegidas cuando el SPC está en Funcionamiento pero se presentan anódicos cuando es interrumpido. Estos daños consumen corriente y se están corroyendo aunque el SPC funcione adecuadamente.
4	Anódico/Anódico (A/A)	CRÍTICO	Incluye fallas en el recubrimiento que no se encuentran protegidas cuando el SPC está en Funcionamiento o es interrumpido. Estos daños pueden o no recibir corriente.

EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA ECDA - NACE SP0502

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD POR CORROSIÓN EXTERIOR DE DUCTOS.

2. Inspección indirecta DCVG

% IR	Tamaño del defecto	Acción Requerida
0 - 15	Defecto Pequeño	No reparar
16 - 34	Mediano	Considerar Reparar
35 - 70	Mediano/Grande	Considerar Reparar Pronto
71 - 100	Grande	Reparación Inmediata

 <p>TECNOLOGÍA TOTAL</p>	INSPECCION DCVG	
	CONSERVACION Y PROYECCION DE LA INFRAESTRUCTURA	
	GERENCIA DE DESARROLLO DE TRANSPORTE.	
VIT-GDD-F-003	ELABORADO : ENERO 5 DE 2011	

INFORMACION GENERAL					
FECHA :	16-Feb-12	DUCTO :			
DEPENDENCIA :	OCCIDENTE	DIAMETRO :	10		
SECTOR :		# SECTOR :	PK 20 A PK 25		
ABSCISA INICIAL (m) :	20,000.00	GPS :	4 33 51.71 N	75 59 22.96 W	923.81
ABSCISA FINAL (m) :	25,000.00	GPS :	4 31 26.79 N	76 00 26.91 W	938.92
		REVESTIMIENTO :			
		PULSO :	383.00		
		PULSO :	425.00		

INDICACION (DEFECTO)	ABSCISADO (m)	DISTANCIA (EVENTO ANTERIOR) (m)	UBICACION GPS					P/RE (mV)	CARÁCTER (OH / On)	OL/RE (mV)	POSICION [12,3,6,9]	PROF. (cm)	IR (%)
			NORTE (Magna Sirgas)	ESTE (Magna Sirgas)	LAT.	LONG.	ALTURA						
			Datum Bogota	Datum Bogota	WGS 84	WGS 84	(MSL)						
	20,000.00	-	996,761.48	787,765.92	4 33 51.71 N	75 59 22.96 W	923.81	3	-	-	-	-	0.8%
	20,296.39	296.39	996,517.49	787,604.25	4 33 43.76 N	75 59 28.18 W	925.37	-	-	-	-	-	
	20,297.39	0.99	996,516.97	787,603.82	4 33 43.74 N	75 59 28.20 W	926.08	-	-	-	-	-	
	20,354.42	57.04	996,465.72	787,580.51	4 33 42.07 N	75 59 28.95 W	927.71	-	-	-	-	-	
	20,488.23	133.80	996,357.43	787,504.96	4 33 38.54 N	75 59 31.39 W	922.70	-	-	-	-	-	
	20,789.87	301.64	996,111.58	787,336.79	4 33 30.53 N	75 59 36.82 W	920.15	-	-	-	-	-	
	20,894.93	105.06	996,009.24	787,320.13	4 33 27.20 N	75 59 37.35 W	923.66	-	-	-	-	-	
1	20,945.62	50.70	995,977.08	787,281.82	4 33 26.15 N	75 59 38.59 W	925.79	-	CC	76	12	182	19.4%
	21,000.00	54.38	995,925.69	787,267.35	4 33 24.48 N	75 59 39.05 W	931.54	2	-	-	-	-	0.7%
	21,028.67	28.67	995,896.19	787,259.70	4 33 23.52 N	75 59 39.30 W	927.30	-	-	-	-	-	
2	21,039.60	10.93	995,886.94	787,253.13	4 33 23.21 N	75 59 39.51 W	930.28	-	CC	7	12	160	1.8%

2. Inspección indirecta

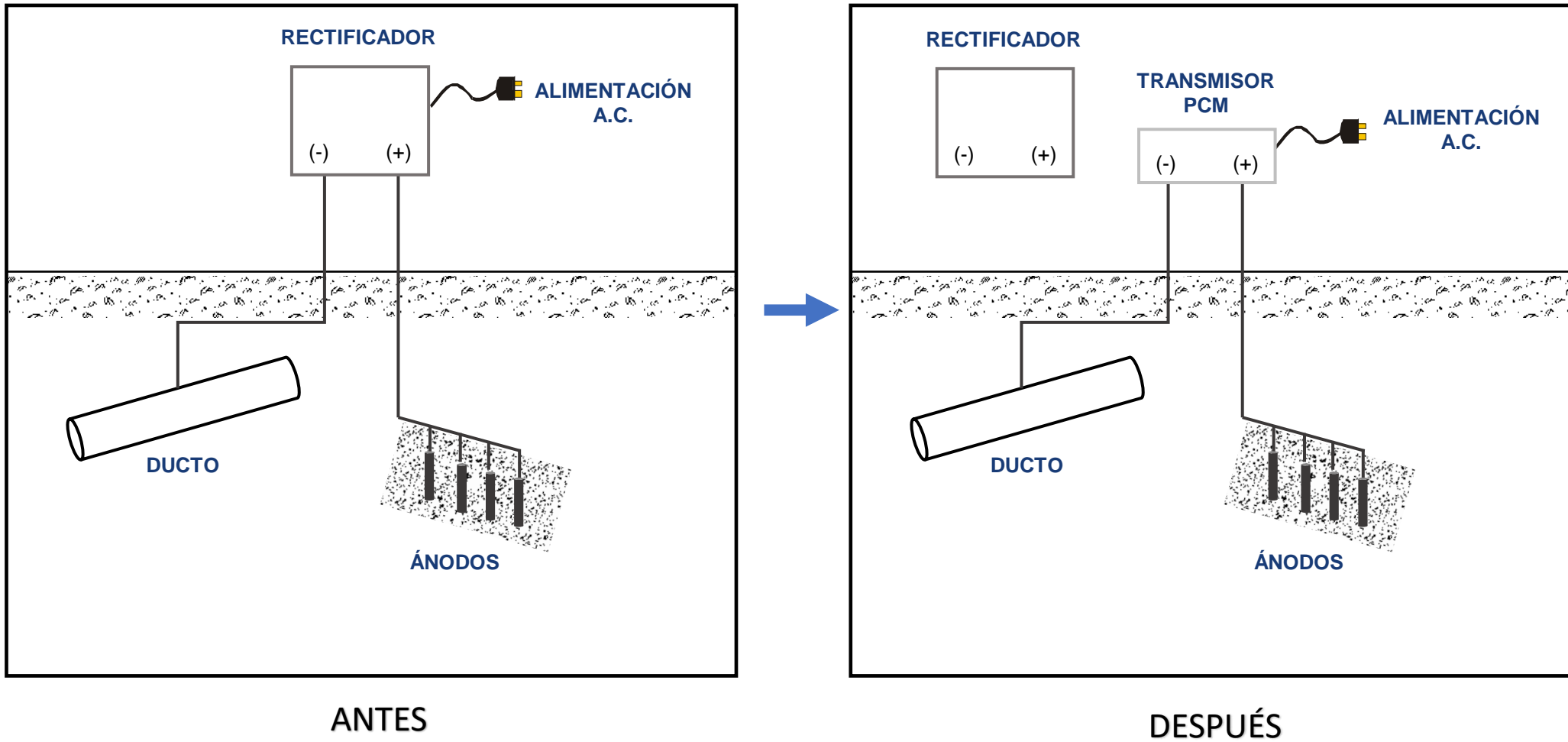
PCM



PDM - vLocDM2



2. Inspección indirecta *PCM / PDM*



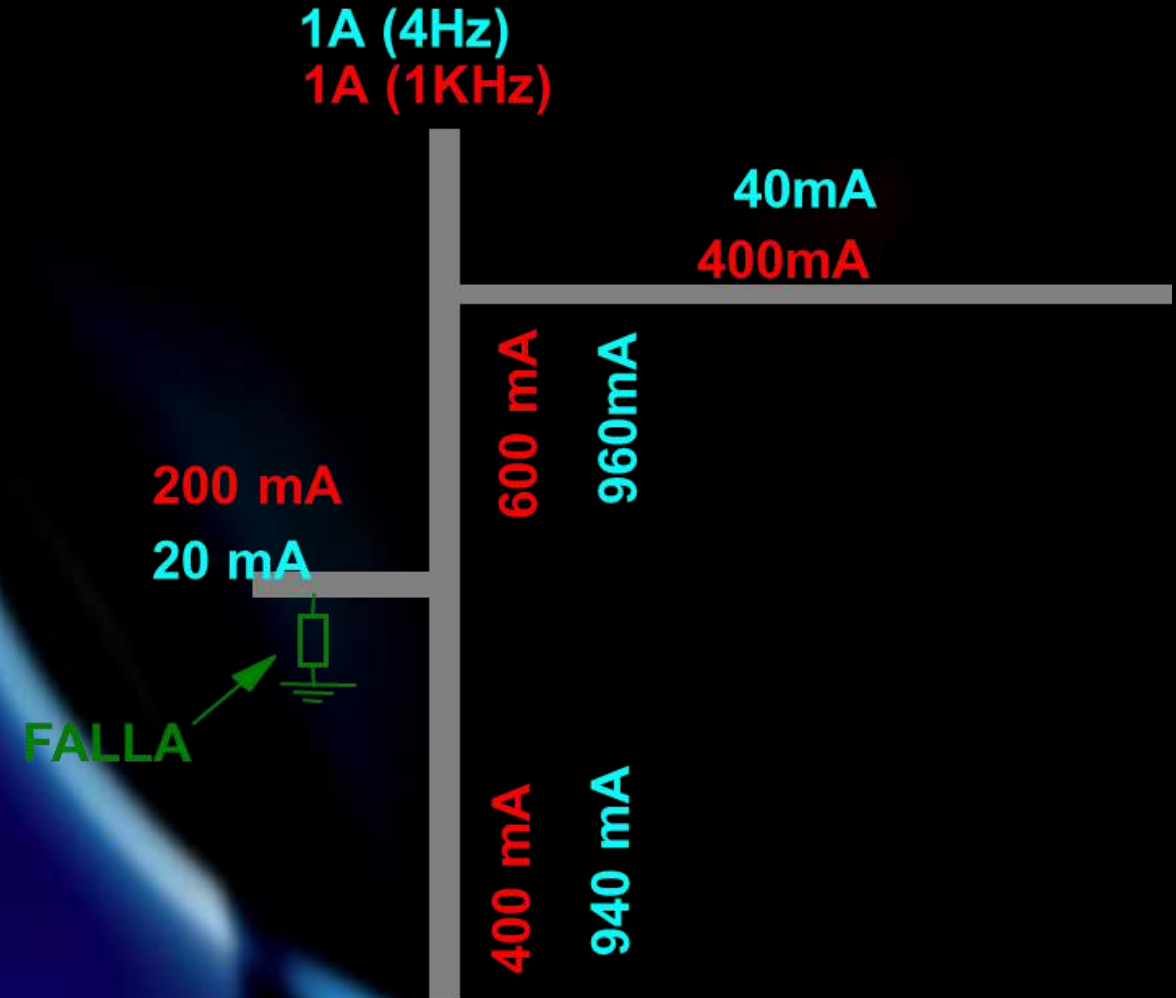
2. Inspección indirecta PCM

¿Cuál es la diferencia?

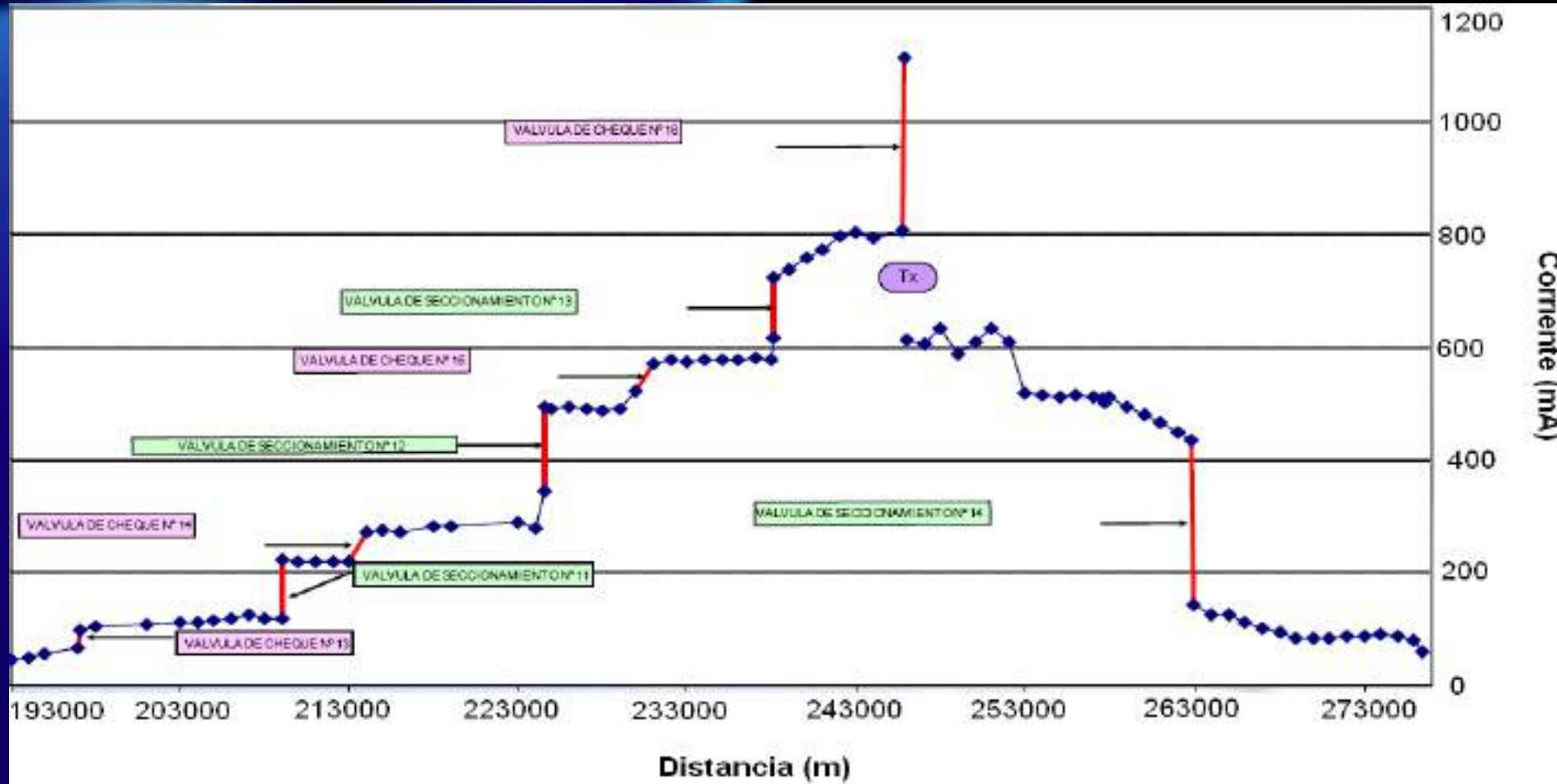
- Alta potencia en transmisión.
- Ultra baja frecuencia.
- Dirección de corriente.

Ventajas de baja frecuencia

- Una alta frecuencia se pierde más fácilmente
- Una baja frecuencia tiene una pérdida menor de señal y un mayor alcance.

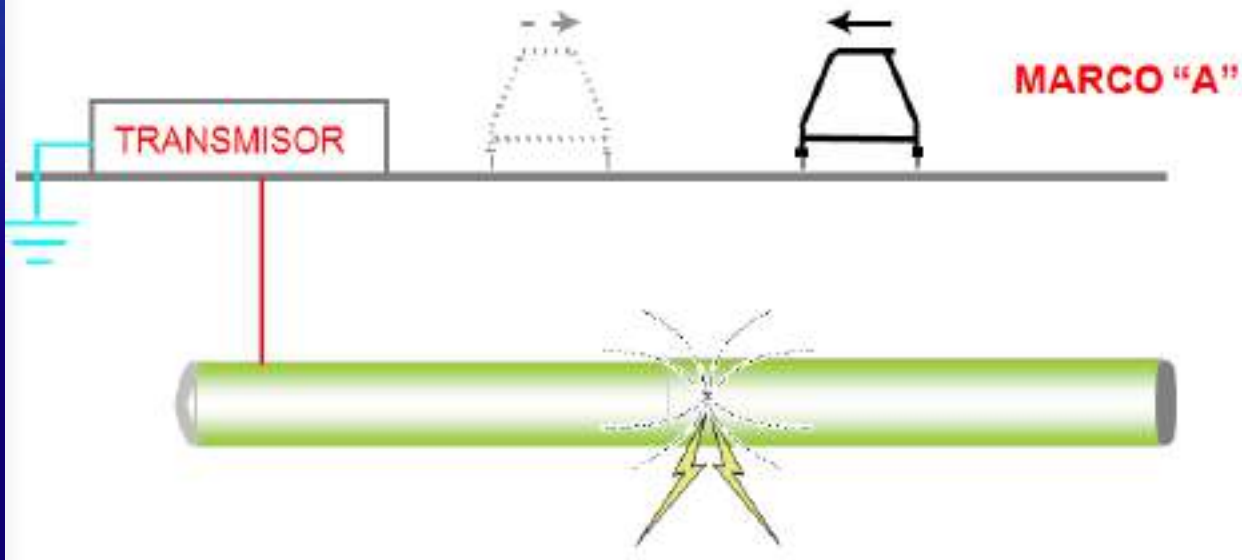


2. Inspección indirecta *PCM*



2. Inspección indirecta ACVG

Localización de Fallas



PRINCIPIO DEL ACVG

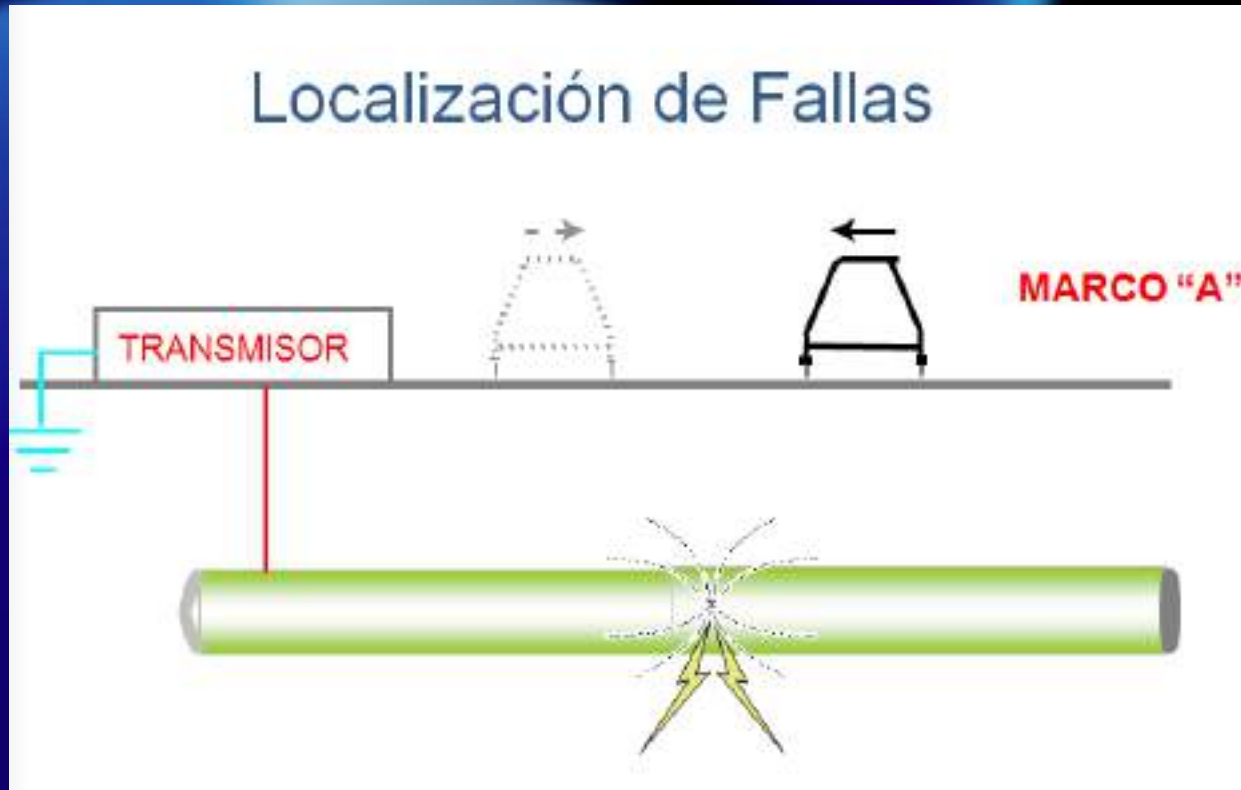
ACVG



ACVG



2. Inspección indirecta ACVG



PRINCIPIO DEL ACVG



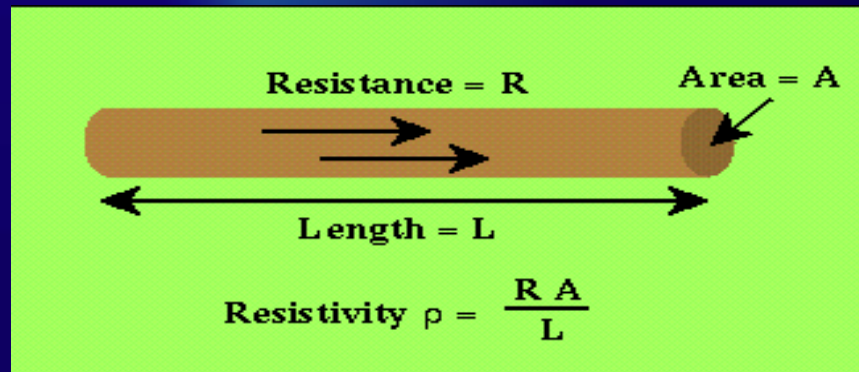
Marco "A" para localización más precisa.

2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD

No es inspección, es información relacionada con control de corrosión

¿Para qué es útil la resistividad eléctrica?

- Determinar las zonas corrosivas.
- Determinar la conformación geológica de un terreno.
- Buscar Agua, petróleo, minerales, etc.
- Saber donde excavar y a que profundidad para encontrar agua.
- Aplicaciones de arqueología.
- En la agricultura, con otros métodos permite determinar las zonas que requieren fertilizante.
- Extremadamente útil en los diseños de Protección Catódica.



¿Qué es la resistividad?

Es una propiedad física del material que nos indica la dificultad que este ofrece para conducir cargas eléctricas.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

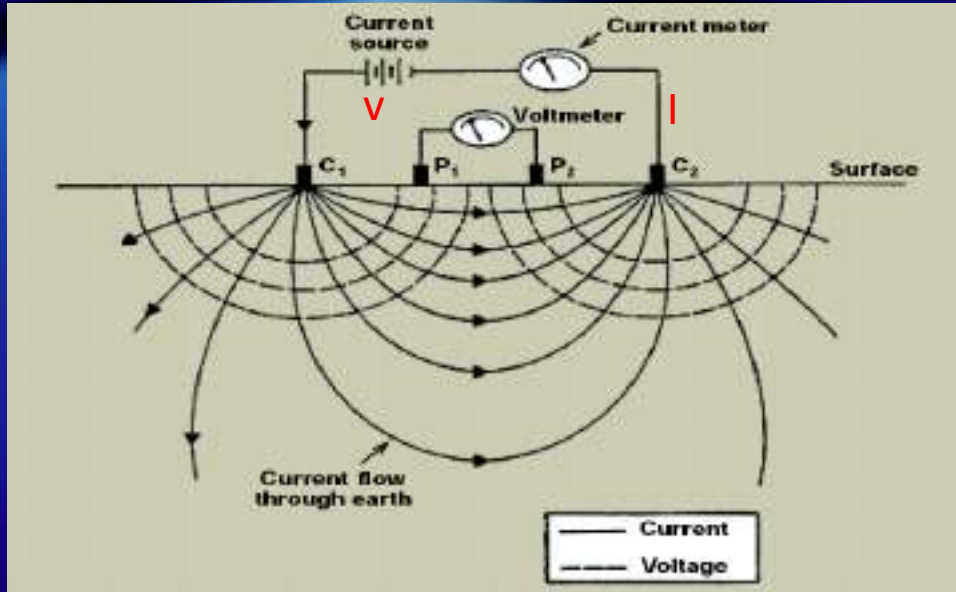
R = Resistencia en ohm

ρ = Resistividad (ohm-cm)

L = Longitud (cm)

A = área de sección transversal (cm²)

2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD



$$\rho = 2 \Pi a \frac{V}{I}$$

$$\rho = 2 \Pi a R$$



2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD



$$\rho = \frac{\pi R b}{1 - b / (b+a)}$$

Donde:

a = dist. pines int.

b = dist. pines ext.

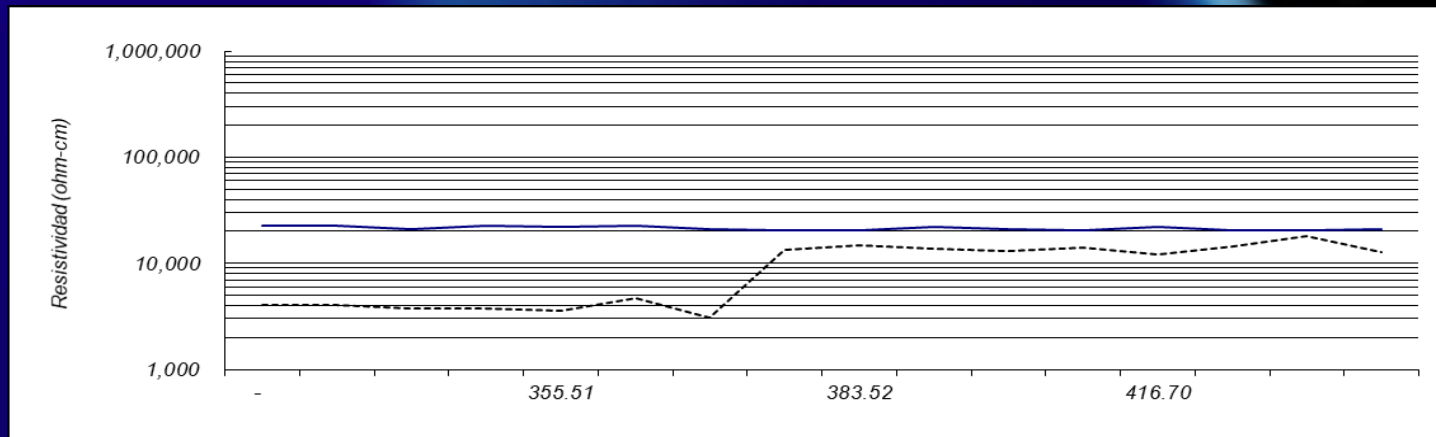
R = Resistencia

$\pi = 3.1416$

$$\rho = R$$

2. Inspección indirecta *RESISTIVIDAD*

ABSCISA	R 1 m	R 2 m - - -	Ubicación GPS (Formato WGS84)									Referencias Geográficas	
			G	MIN	SEG	D	G	MIN	SEG	D	HAE.(m)		
km,m.cm	(ohm-cm)	(ohm-cm)											
-	22,500	4,094	8	36	0.80	N	73	36	28.96	W	93.7	Estación Ayacucho.	
354.11	22,500	4,095	8	36	10.00	N	73	36	20.21	W	94.7		
354.95	21,072	3,799	8	36	10.02	N	73	36	20.20	W	95.8		
355.51	22,788	3,736	8	36	10.03	N	73	36	20.19	W	95.4		
355.51	22,108	3,562	8	36	10.03	N	73	36	20.19	W	94.4		
356.30	22,742	4,729	8	36	10.05	N	73	36	20.17	W	96.4		
356.58	21,232	3,070	8	36	10.06	N	73	36	20.17	W	96.4		



2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD

Definición/Clasificación de severidad de indicaciones

No es inspección, es información relacionada con control de corrosión

Resistividad	Clasificación	Corrosividad
0 – 1,000	Muy baja	Extremadamente corrosivo
1,000 – 5,000	Baja	Usualmente muy corrosivo
5,000 – 10,000	Media	A menudo corrosivo
10,000 – 25,000	Alta	Raramente corrosivo
25,000 – 100,000	Muy alta	Raramente corrosivo, a menos que esté mezclado
100,000 – 1,000,000	Ultra alta	Muy raramente corrosivo, a menos que esté mezclado
Más de 1,000,000	Súper alta	La mayoría de veces nunca es corrosivo, a menos que esté mezclado

Clasificación de la corrosividad del suelo de acuerdo con la resistividad

Fuente : TECNOLOGÍA TOTAL.

Nota: En general e independiente de la resistividad, los suelos altamente aireados tienden a ser más agresivos

2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD

Análisis de Barnes

El Método de Barnes está fundamentado en que en las capas de suelo de espesor uniforme y paralelas a la superficie, un incremento en el espesor de las capas (espaciamiento de los electrodos) resultará en una disminución de la resistencia total medida con el equipo sin importar la resistencia de la capa adicionada.

Este método puede ser utilizado para cuantificar la resistividad de las capas de suelo siempre y cuando un incremento en el espaciado indique un decrecimiento de la resistencia.

2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD

DETERMINACIÓN DE LA RESISTIVIDAD DE LAS CAPAS SONDEO VERTICAL #3 (SV3)

DATOS DE CAMPO			ANÁLISIS DE BARNES				
Espaciado s (m)	Lectura R (ohms)	Resisitividad Aparente (ohm-cm)	Capas	Conductancia 1 / R (Siemens)	Cambio en Conductancia (Siemens)	Resistencia de la Capa (ohms)	Resistividad de la Capa (ohm-cm)
1	11.0	6,912	0-1	0.09091	-	11.00	6,912
2	4.4	5,529	1-2	0.22727	0.13636	7.33	4,606
3	3.5	6,597	2-3	0.28571	0.05844	17.11	10,751
4	2.5	6,283	3-4	0.40000	0.11429	8.75	5,498
5	2.3	7,226	4-5	0.43478	0.03478	28.75	18,064
6	1.9	7,163	5-6	0.52632	0.09154	10.92	6,861
7	1.5	6,597	6-7	0.66667	0.14035	7.12	4,474
8	1.0	5,027	7-8	1.00000	0.33333	3.00	1,885

2. Inspección indirecta RESISTIVIDAD

Alineación y comparación

Después de identificar y alinear las indicaciones se definirán y aplicarán los criterios de clasificación de severidad para cada indicación.

Clasificación de Severidad:

- **Severa:** Se tiene la probabilidad más alta de la actividad de la corrosión.
- **Moderada:** Se tiene una posible actividad de corrosión.
- **Menor:** Se considera inactivo o que se tiene una baja probabilidad de la actividad de la corrosión.

2. Inspección indirecta

Clasificación de la Severidad

Herramienta	Clasificación de la Severidad		
	Menor	Moderada	Severa
CIS	Potencial OFF: -750 mV >= P > -850 mV ¹	CRITERIO 1 Potencial OFF: -600 mV >= P > -750 mV CRITERIO 2 Potencial OFF: P <= -1200 mV (Posibilidad de Desprendimiento Catódico)	Potencial OFF: P > -600 mV

Herramienta	Clasificación de la Severidad		
	Menor	Moderada	Severa
DCVG	IR < 35% Carácter: Catódico – Catódico.	CRITERIO 1 35% <= IR <= 70% Carácter: Catódico – Catódico o Anódico – Catódico CRITERIO 2 0% <= IR <= 35% Carácter: Anódico – Catódico	CRITERIO 1 Cualquier IR Carácter: Anódico – Anódico CRITERIO 2 IR >= 70% Carácter: Catódico – Catódico. Anódico – Catódico.

Tool/Environment	Minor	Moderate	Severe
Current Attenuation Surveys	Small increase in attenuation per unit length	Moderate increase in attenuation per unit length	Large increase in attenuation per unit length

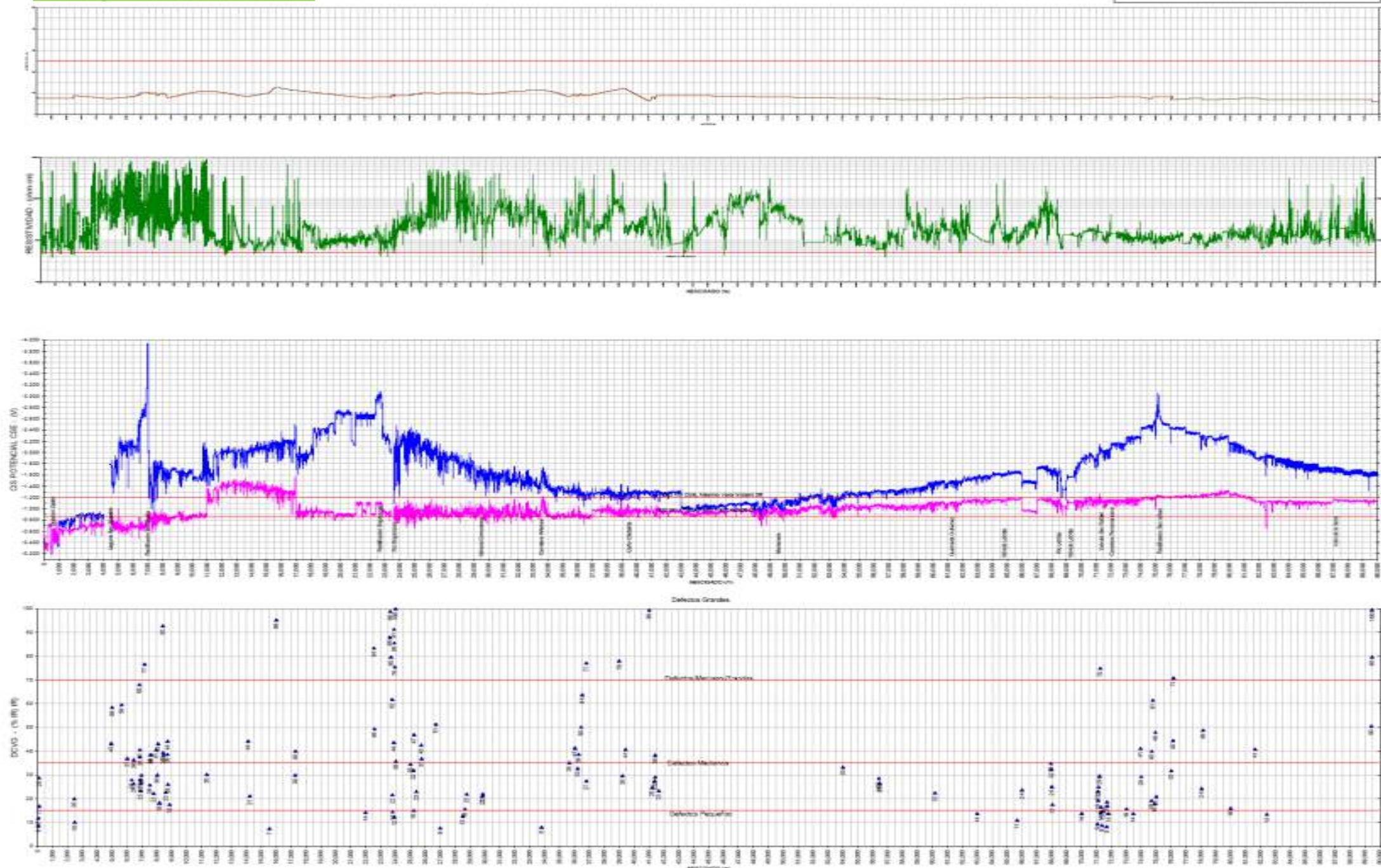
2. Inspección indirecta

Criterios de Priorización

Requiere Acción Inmediata	Requiere Acción Programada	Conveniente Monitorear
<ul style="list-style-type: none"> Indicaciones severas en proximidad cercana, sin importar la corrosión anterior. Indicaciones individuales severas o grupos con indicaciones moderadas, en regiones anteriores de corrosión moderada. Indicaciones moderadas en regiones anteriores de corrosión severa. 	<ul style="list-style-type: none"> Todas las indicaciones severas remanentes. Todas las indicaciones moderadas remanentes, en regiones anteriores de corrosión moderada. Grupos de indicaciones menores en regiones anteriores de corrosión severa. 	<ul style="list-style-type: none"> Todas las indicaciones remanentes.

Tabla 4. Ejemplo de Priorización de las Indicaciones de Inspección Directa.

2. Inspección indirecta



NOTAS

CONVENCIONES

- DEFECTO DCV
- Potencial DC
- Potencial GP
- Resistencia IR
- Resistencia DR
- Resistencia SAL + ION
- Líneas de Referencia

PLANOS DE REFERENCIA

#	FECHA	AUTOR	REVISOR	OTRO

APROBACIÓN

REVISIÓN

FECHA

AUT

OTRO

OTRO



TECNOLOGÍA TOTAL

INTEGRACIÓN DE DATOS DCV/DG PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CÁTODICA DE LA LÍNEA GALVANIZADA PARA LA GERENCIA TÉCNICA DE LA VICERRECTORÍA DE TRANSPORTES DE SCOPETROL S.A.

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNOLOGÍA TOTAL Y NO DEBE REPRODUCIRSE, MODIFICARSE, DISTRIBUIRSE NI TRANSMITIRSE TOTAL O PARCIALMENTE SIN SU PREVA AUTORIZACIÓN ESCRITA.

PROYECTO: P021 - DWG - S.CDA

ESCALA: TBA

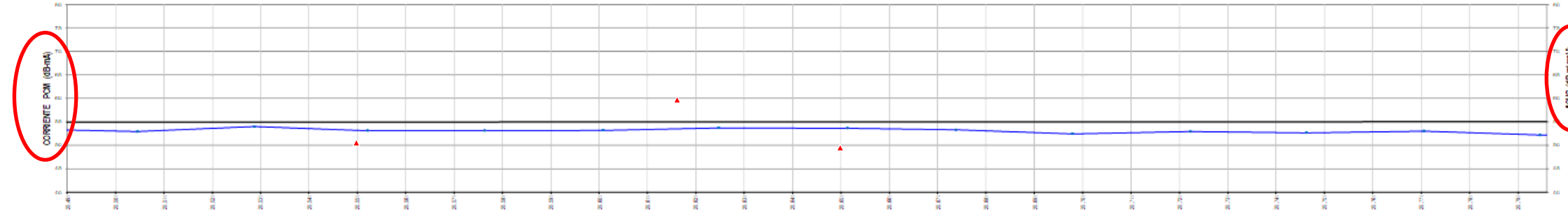
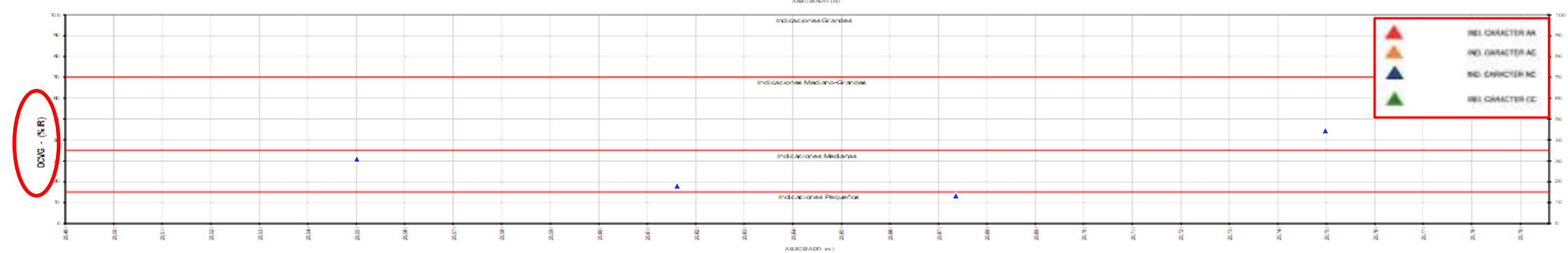
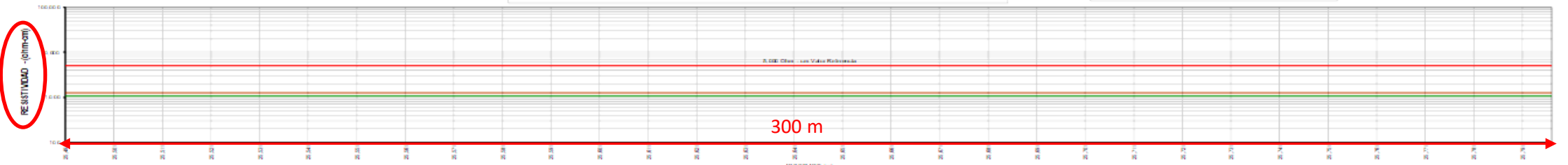
TRABAJO No: PC - 0002098

A

2. Inspección indirecta

INTEGRACION ALTIM ECDA CALIDDA DAD, CIS, DCVG,PCM
Km 25+491 a Km 25+797

Central de Información de Corrosión
Version 5.0



NOTAS

CONVENCIONES

- Resistencia 1m
- Resistencia 2m
- Potencial CIP
- Potencial CSE
- Indicador DCVG
- Indicador ACVG
- Corriente PCM

PLANOS DE REFERENCIA

1	PLANO DE INSPECCION	07/01/11	003	013	014
2	SECCIONES	FECHA	PAO	DE	PAO

TECNOLOGÍA TOTAL

ECDA - CALIDDA
SERVICIO DE EVALUACION DIRECTA DE LA
CORROSION EXTERNA PARA LOS GASODUCTOS
DE UNA Y CALADA

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNOLOGIA TOTAL Y NO
ESTA PERMITIDO REPRODUCIRLO, MODIFICARLO,
COMERCIARLO NI TRANSMITIRLO, TOTAL O PARCIALMENTE,
SIN SU PREVIA AUTORIZACION ESCRITA.

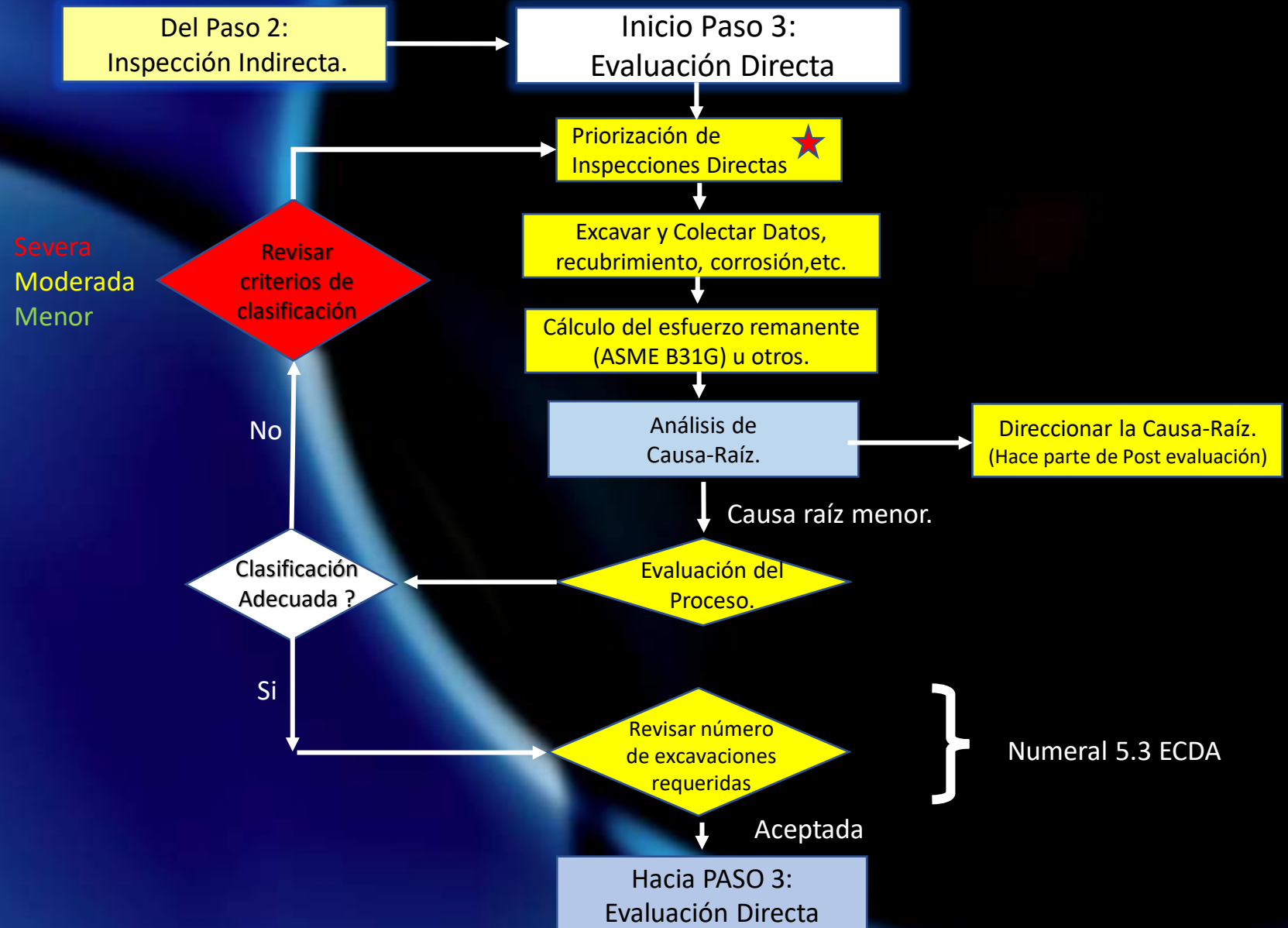
PLANO: DCVG 016 (M) - DMS 011 (ROW 1)

ESCALA: NA

REVISOR: G.C. - 11/03/2011

59

3. Evaluación Directa



3. Evaluación Directa

Alineación
(Paso 2-Inspección Indirecta)



Priorización de Inspecciones Directas ★

Immediate Action Required	Scheduled Action Required	Suitable for Monitoring
<ul style="list-style-type: none"> Severe indications in close proximity regardless of prior corrosion. Individual severe indications or groups of moderate indications in regions of moderate prior corrosion. Moderate indications in regions of severe prior corrosion. 	<ul style="list-style-type: none"> All remaining severe indications. All remaining moderate indications in regions of moderate prior corrosion. Groups of minor indications in regions of severe prior corrosion. 	<ul style="list-style-type: none"> All remaining indications.

Table 4 - Example Prioritization Criteria for Indirect Inspection Indications
Fuente: NACE SP0502-2010.

$$Risk_i = P_i \times C_i$$

$$Risk_i = \sum_{i=1}^9 (P_i \times C_i)$$

Para una sola amenaza

Para las categorías 1 a 9.

Modelo Propuesto TECNOLOGÍA TOTAL

Fuente: Modelo Original desarrollado por Oswaldo Mejía y actualizado por TECNOLOGÍA TOTAL.

El siguiente es un modelo propuesto para determinar la velocidad de corrosión existente tomado como base los datos históricos y la información recolectada en la etapa de Evaluación Indirecta el cual constituye una herramienta para la selección de los sitios que deben ser excavados en la Examinación Directa.

$$P = V \cdot t^{0.7} (1 - 0.98 FP)$$

Siendo:

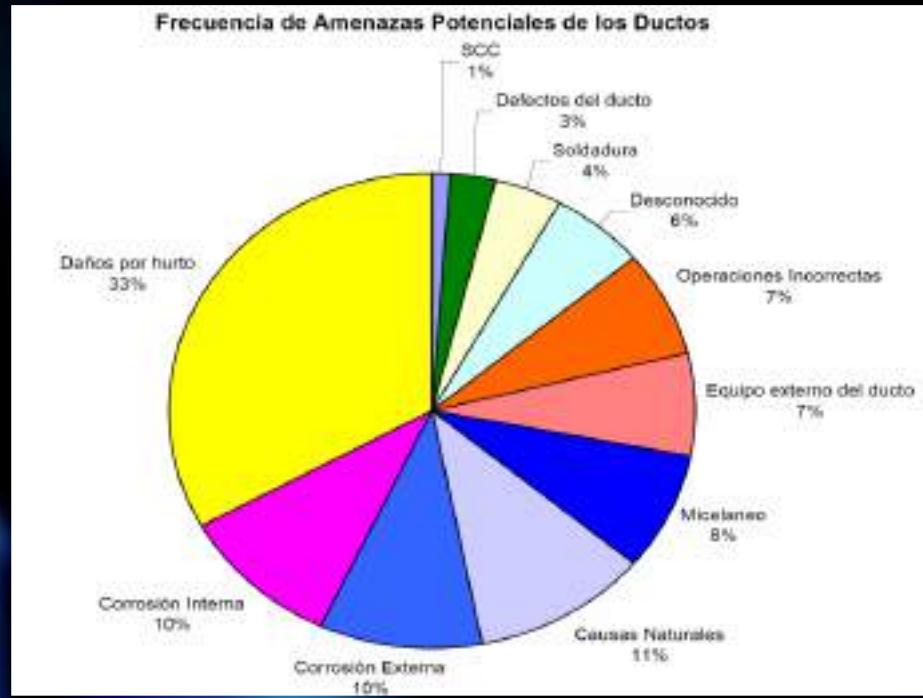
$$V = \left[\frac{(40 \cdot \rho - 10)}{(\rho) - 2.7 \cdot \ln(\rho)} \right]^{0.7} [1 + \% AC / 100]$$

Y

$$FP = E \cdot ds \cdot C$$

Donde:

- P = Profundidad de Picadura de Corrosión. (mil)
- V = Velocidad de Corrosión en el Electrodo. (mpy)
- ρ = Resistividad estimada del suelo en el sector de la anomalía (ohm-cm)
- t = Tiempo global transcurrido desde que se inició el defecto. (días)
- E = Años cumpliendo Criterio de PC / Años desde Construcción, y es equivalente a la Eficiencia del SPC.



EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA ECDA - NACE SP0502

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD POR CORROSIÓN EXTERIOR DE DUCTOS.

3. Evaluación Directa

DEFECTO				CARACTER	% IR	SEVERIDAD	PRIORIDAD	CRITERIO	RESISTIVIDAD Ohm-cm	% de Picadura	Espesor Nominal (in)	OBSERVACIONES	ECDA
ABSCISA	Coordenadas UTM WGS 84												
	ESTE	NORTE	ALTURA										
66,755	756352	181233550	236	A-C	8	SEVERA	Inmediata	CRITERIO RESISTIVIDAD	942	1.829	0.344	Cima de colina.	1
169,835	700112	181150882	160	A-C	25	MODERADO	Monitoreo	CRITERIO 2 DCVG	7,540	4.114	0.344	Costado izquierdo árbol pequeño	2
525,999	649642	180827651	74	A-A	12	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	98,018	3.296	0.344	Frente poste pk 526.	5
526,260	649537	180827429	69	A-A	62	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	75,398	17.756	0.344	100 adelante quebrada la Pescada.	5
526,270	649531	180827421	71	A-C	72	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 2 DCVG	6,283	12.307	0.344	Diagonal 20 m antes árbol mediano.	5
526,280	649527	180827411	71	A-A	40	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	125,664	9.891	0.344	Diagonal 10 m antes árbol mediano.	5
526,345	649500	180827354	72	C-C	63	MODERADO	Programada	CRITERIO 1 DCVG	12,566	2.587	0.344	15 m antes de cerca.	5
526,550	649416	180827172	74	A-A	59	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	628,319	6.916	0.344	Costado derecho pk 54 de Oleoducto 20 m antes de poste de energía	5
526,820	649302	180826925	70	A-A	18	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	439,823	2.607	0.344	15 m antes de poste de energía eléctrico.	5
526,840	649289	180826904	68	A-A	24	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	364,425	3.924	0.344	50 m antes de cerca.	5
531,570	647294	180822819	98	A-A	13	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	226,195	2.662	0.344	Diagonal 100 m antes pk 130	5
531,680	647226	180822731	95	A-A	65	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	188,496	13.956	0.344	Espectro!	5
531,736	647202	180822680	98	C-C	68	MODERADO	Programada	CRITERIO 1 DCVG	12,566	2.806	0.344	Diagonal 10 m adelante pk 130 Espectro!	5
551,940	637100	180805731	109	A-A	16	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	94,248	4.171	0.344	60 m antes de pk 552.	5
552,630	636826	180805101	97	A-A	10	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	84,195	2.780	0.344	80 m antes de carretera.	5
566,817	630462	180791157	76	A-A	4	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	40,212	1.323	0.344	20 m adelante de casa abandonada.	6
567,041	630332	180790881	78	A-A	3	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	69,115	0.795	0.344	40 m antes de pk 567	6
570,210	628684	180788327	100	A-A	4	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	30,159	1.431	0.344	Junto árbol seco.	6
572,320	627052	180787217	103	A-A	3	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	125,664	0.761	0.344	3 m adelante de árbol.	6
572,640	626751	180787037	88	A-A	4	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	13,195	1.519	0.344	5 m antes de cerca.	6
574,538	625587	180785938	93	A-A	32	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	13,069	13.519	0.344	5 m antes de carretera.	6



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

La inspección directa requiere excavaciones para exponer la superficie de la tubería bajo condiciones seguras.



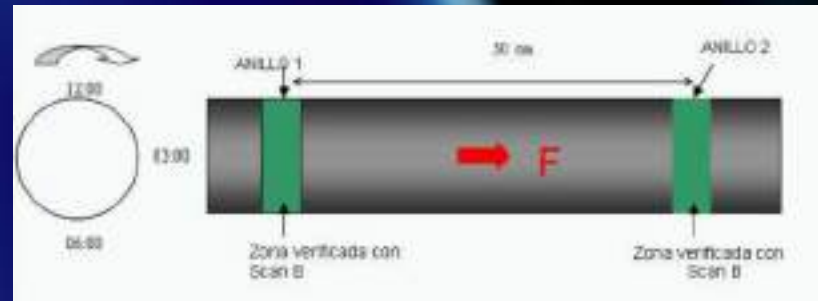
3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos, recubrimiento, corrosión, etc.

Objetivo

Con los resultados de las indicaciones de la inspección indirecta determinar las más severas e inspeccionar para evaluar la actividad de la corrosión.

Si no se observa actividad, un mínimo de 1 excavación es necesario.



ANILLO 1					
Posición Horaria	Lectura 1 Pulg.	LECTURA 2 Pulg.	LECTURA 3 Pulg.	ESP. MINIMO Pulg.	PROMEDIO Pulg.
12	0.343	0.342	0.344	0.342	0.343
3	0.342	0.344	0.345	0.342	0.343
6	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346
9	0.343	0.343	0.343	0.343	0.343



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.



- Se realizarán excavaciones con base en las categorías de priorización.
- Antes de iniciar las excavaciones se definirán los requerimientos mínimos para que la recolección de datos sea consistente y requisitos del mantenimiento de registros para cada región ECDA.
- Los requerimientos mínimos deben incluir los tipos de datos recogidos y considerar las condiciones en que se encuentran, los tipos de corrosión y la disponibilidad y calidad de los datos anteriores.



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

Durante las inspecciones directas y en caso que se requiera, se toman datos adicionales (p.e: determinación de posibles grietas) para ganar información sobre otras amenazas a la integridad (p.e: daños mecánicos)



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.



Recolección de datos – Antes del retiro del recubrimiento.

Se deben incluir los datos tomados antes de la excavación, durante y después de cada excavación y antes del retiro del recubrimiento.

Medidas típicas de los datos y actividades relacionadas:

- Medidas de potenciales en ducto-suelo.
- Medidas de la resistividad del suelo.
- Recolección de muestras de suelo.
- Medición del pH del líquido bajo el recubrimiento.
- Documentación fotográfica.
- Análisis de otros datos de integridad como MIC, SCC, etc.

3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

Se evaluarán las condiciones de la pared y del recubrimiento en cada excavación.

- Identificación del tipo de recubrimiento.
- Evaluación de las condiciones del recubrimiento.
- Medida del espesor del recubrimiento.
- Evaluación de la adhesión del recubrimiento.
- Recolección de datos, producto de la corrosión.
- Identificación de los defectos por corrosión.
- Toma de muestra de suelo.
- Documentación fotográfica.



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos, recubrimiento, corrosión, etc.



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos, recubrimiento, corrosión, etc.



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.



**Chloride Testing
Bresle Patch Method**

3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos, recubrimiento, corrosión, etc.



Cuadrícula: 351,962B

Nombre del Tr...: TRONCAL KM 351+962 Fecha: 19/06/2008 Promedio: 0.349 ■ Fuera de rango

Operador: FREDY A RODRIGUEZ Std. Dev.: 0.002 ■ 0.352

Comentarios: **DAKOTA ULTRASONICS** Máximo: 0.352 ■ 0.351


SCAN A ZONA EVALUADA Mínimo: 0.346 ■ 0.349

1 = 12 HRS # Lecturas: 12 ■ 0.348

2 = 3 HRS # Limpiar: 0 ■ 0.347

3 = 6 HRS ; 4 = 9 HRS # Obstruccio... 0

	A	B	C
1	0.346	0.346	0.346
2	0.348	0.348	0.348
3	0.350	0.352	0.352
4	0.350	0.349	0.348



Nota: Auto Inc: NINGUNO Zoom Cerrar Todo



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.



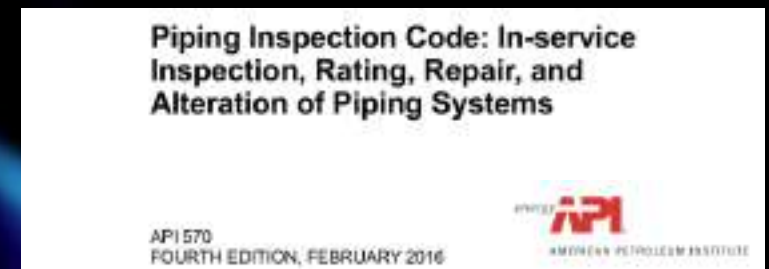
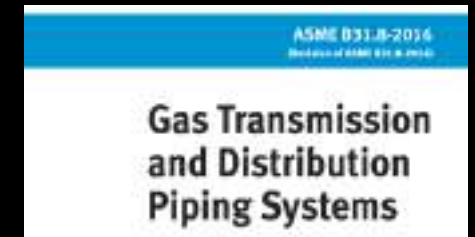
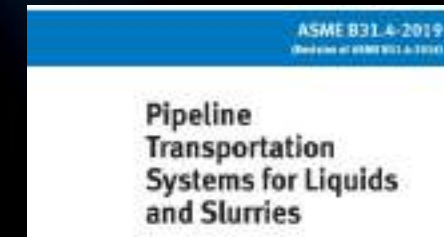
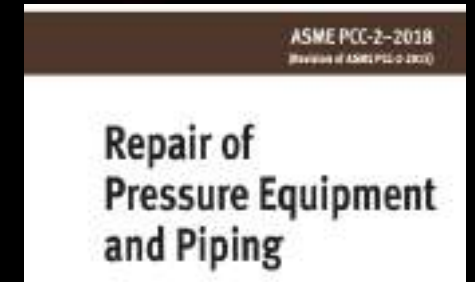
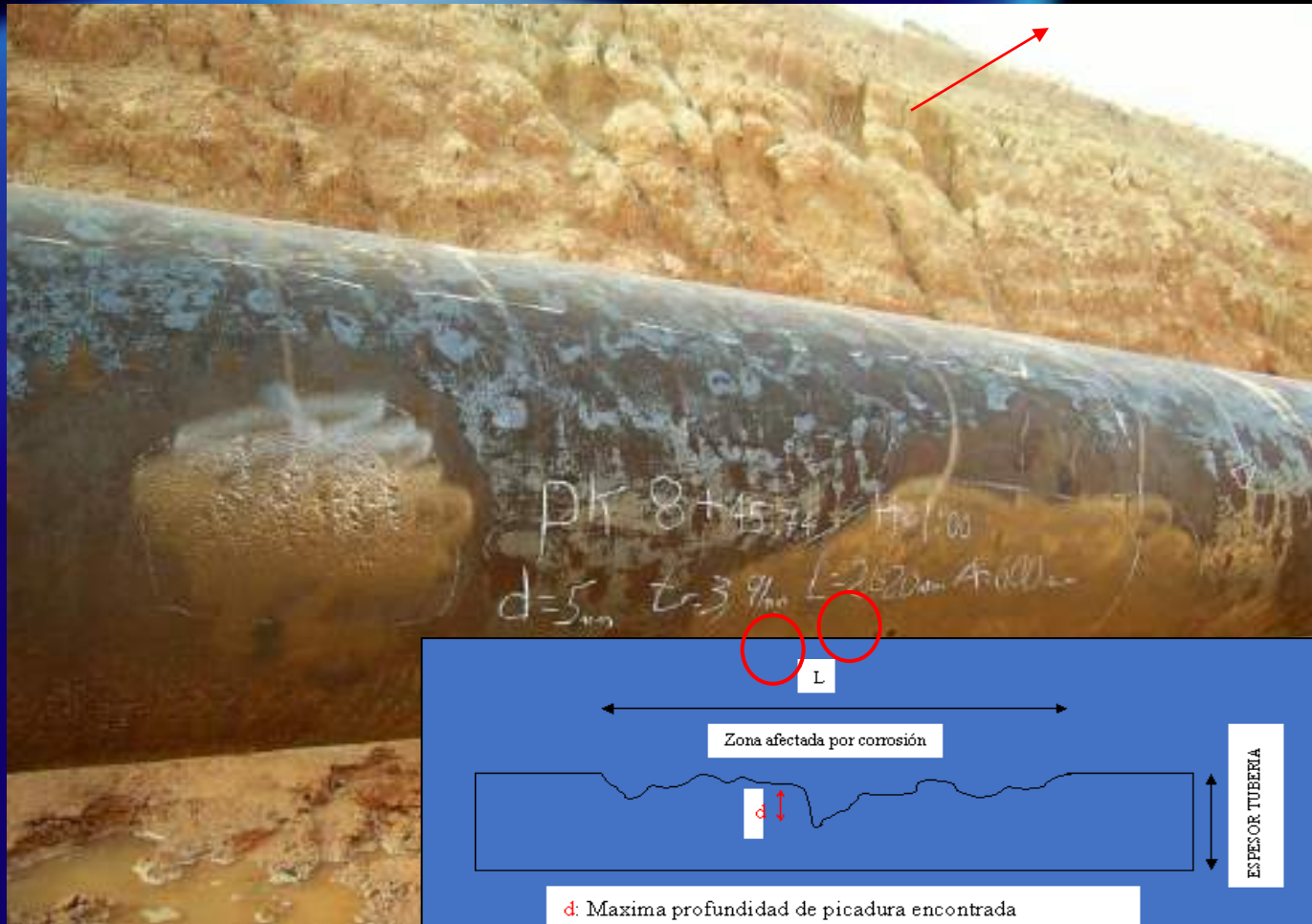
3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos, recubrimiento, corrosión, etc.



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

**Corrosiva de suelos
(útil en etapa de análisis de causa raíz)**



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

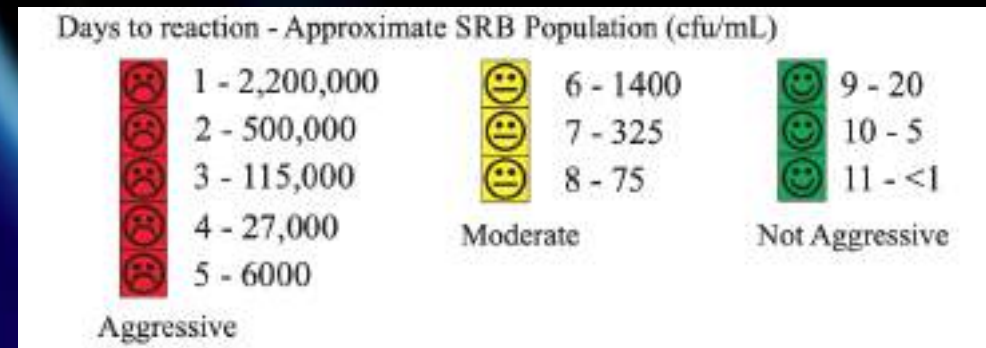
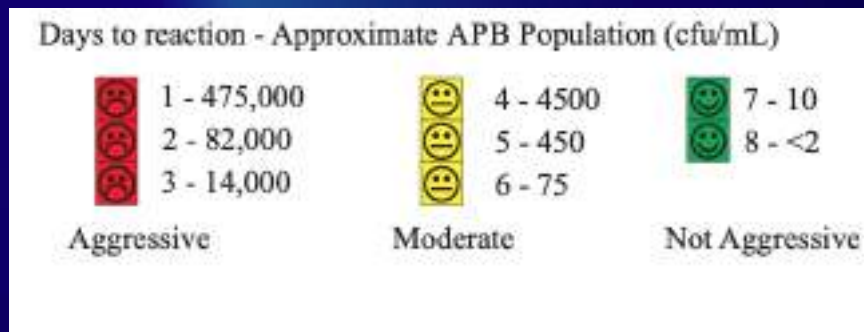
Corrosiva de suelos
(útil en etapa de análisis de causa raíz)



Análisis de Bacterias Productoras de Ácido (APB)



Análisis de Bacterias Sulfato Reductoras (SRB)



3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

Corrosiva de suelos
(útil en etapa de análisis de causa raíz)



TM0194-2014
Field Monitoring of Bacterial Growth in Oil and Gas Systems

3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

Corrosiva de suelos
(útil en etapa de análisis de causa raíz)

Código: MS-01		KP 48+500		% Agresividad =	45%	-9
Item	Análisis	Valoración	Resultados	Puntaje		
1	Clase de Suelo:					
1.1	Cal, Marga calcarea, Marga arenosa, Arena,	2				
1.2	Barro, Marga de Barro, Arena con Barro no decantable 75%, Arena Arcillosa	0	2	2		
1.3	Arcilla, Marga Arcillosa, Terreno de Humus	-1				
1.4	Terreno de Turba, Cieno, Terreno de Marisma, Pantano.	-2				
2	Agua Subterranas a nivel de elementos de construcción: No existe Nivel variable	-1 -2	-1	-1		
3	Terreno normal (natural) Terreno rellenado	0 -1	0	0		
4	Terreno uniforme en la zona de la obra. Terreno desigual en la zona de la obra	0 -1	0	0		
5	Resistividad del Suelo (base húmeda) Resistividad >10,000 ohm-cm 5,000 < Resistividad <=10,000 ohm-cm 2,500 < Resistividad <= 5,000 ohm-cm 1,000 < Resistividad <= 2,500 ohm-cm Resistividad <= 1,000 ohm-cm	0 -1 -2 -3 -4	230 ohm-cm	-4		
6	Sólidos Totales Disueltos. <=100 ppm > 100 ppm	0 -1	3,390 ppm	-1		
7	Proporción de Agua <= 20% > 20%	0 -1	1.95%	0		
8	Índice de Iangelier Equilibrio Químico = 0 Tendencia a ser incrustante >0 Tendencia a ser corrosivo <0	1 0 -2	0.0	1		
9	Valor del pH (17.2C) pH <= 4 4 < pH <= 6 6 < pH <= 9 pH > 9	-3 -1 0 2	7.94	0		
10	Acidez total hasta pH 8.4 < 2.5 mEq/Kg 2.5 < acidez < 5 mEq/Kg >= 5 mEq/Kg	0 -1 -2	0.57 mEq/Kg	0		

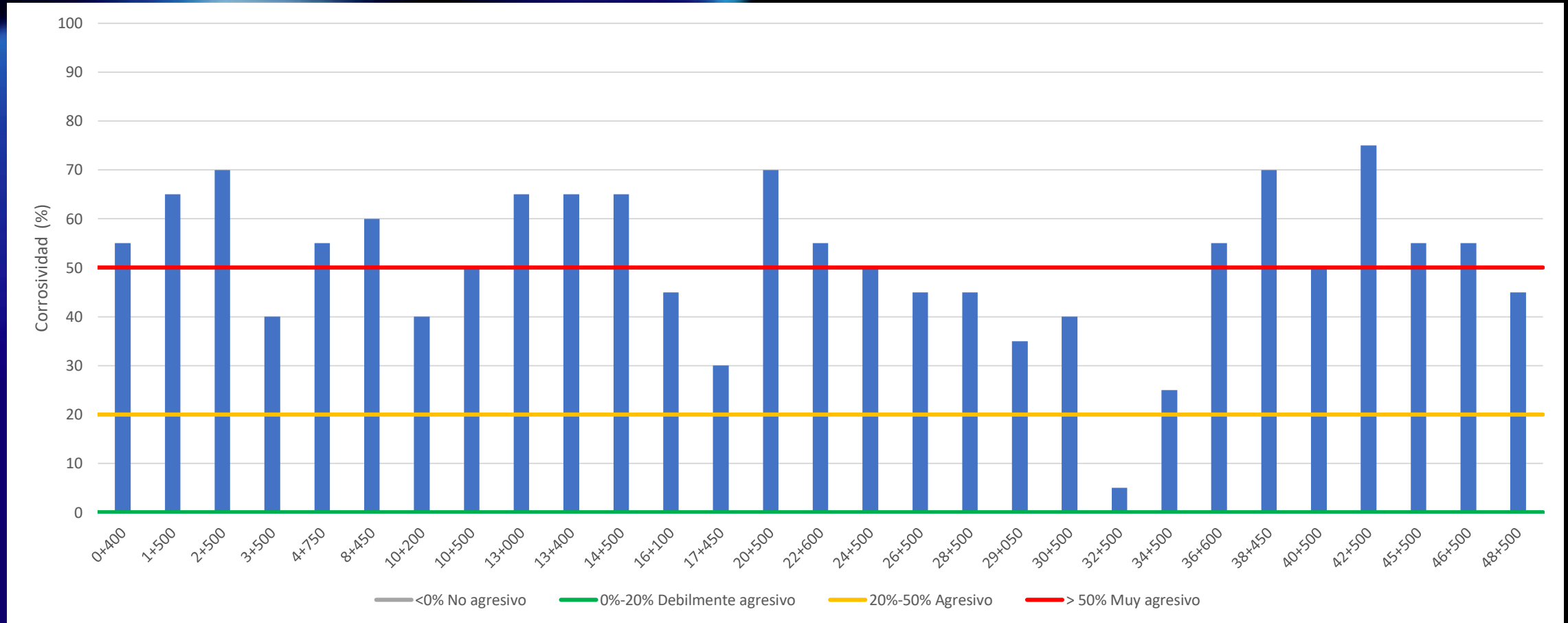
11	Potencial Redox a pH = 7 pH > 400 mV 200 < pH <= 400 0 < pH <= 200 <= 0	Muy aireado Aireado Poco aireado Sin Aire	2 0 -2 -4	197 mV	-2
12	Carbonato Cálcico o Magnésico >= 50,000 mg/Kg 10,000 < carbonato < 50,000 mg/Kg <= 10,000 mg/Kg		2 1 0	203 mg/Kg	0
13	Alcalinidad Total hasta pH = 4.8 Alcalinidad > 1,000 mg/Kg 200 < Alcalinidad <= 1,000 mg/Kg Alcalinidad <= 200 mg/Kg		2 1 0	65 mg/Kg	0
14	Iones cloruro < 200 mg/Kg >= 200 mg/Kg		0 -1	2,529 mg/Kg	-1
15	Contenido de Sulfatos <= 200 mg/kg 200 < sulfatos <= 500 mg/kg 500 < sulfatos <= 1,000 mg/kg > 1,000 mg/kg		0 -1 -2 -3	203 mg/Kg	-1
3					
16	Bacterias SRB (Sulfate Reducing Bacteria) cfu/ml < 5000 5,000 <= cfu/ml < 18,000 18,000 <= cfu/ml < 100,000 100,000 <= cfu/ml < 700,000 cfu/ml 700,000 <= cfu / ml < 6,800,000 >= 6,800,000 cfu/ml		0 -1 -2 -3 -4 -5	40 cfu	0
17	Bacterias APB (Acid Producing Bacteria) cfu/ml < 1500 1,500 <= cfu/ml < 9,000 9,000 <= cfu/ml < 70,000 70,000 <= cfu/ml < 800,000 >= 800,000 cfu/ml		0 -1 -2 -3 -4	13,500 cfu	-2

Valoración Estandar	Valoración %	Corrosividad.	Tipo de Suelo
> 0	0%	Prácticamente No Agresivo	I
0 a - 4	0% a 20%	Débilmente Agresivo	II
- 5 a - 10	21% a 50%	Agresivo	III
< - 10	> 50%	Muy Agresivo	IV

3. Evaluación Directa

Excavar y Colectar Datos,
recubrimiento, corrosión, etc.

Corrosiva de suelos
(útil en etapa de análisis de causa raíz)

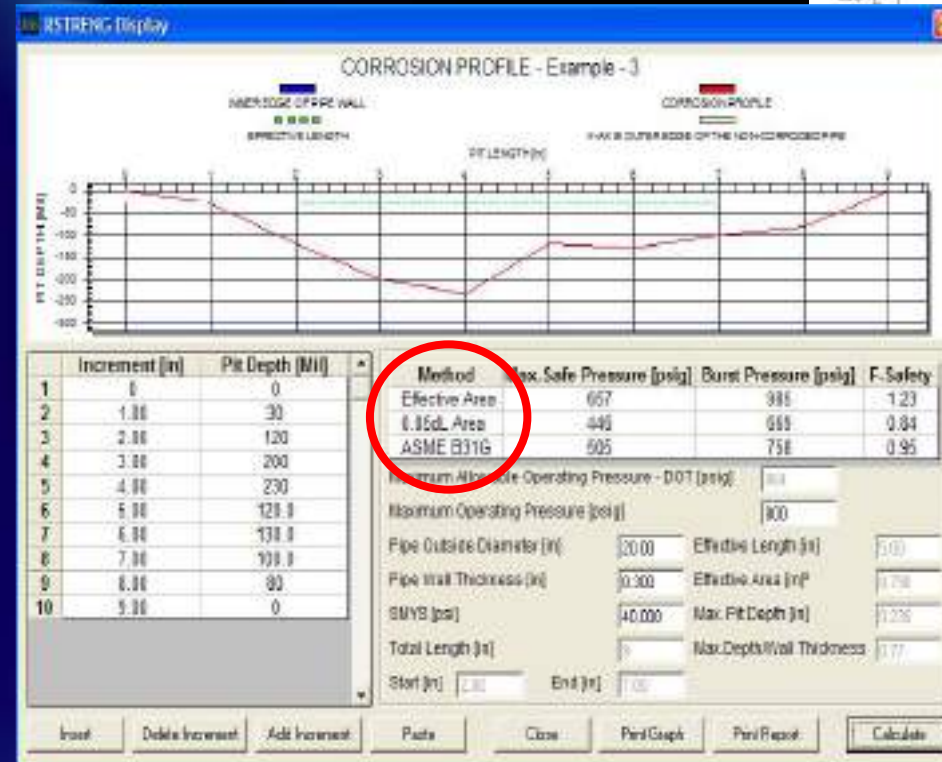
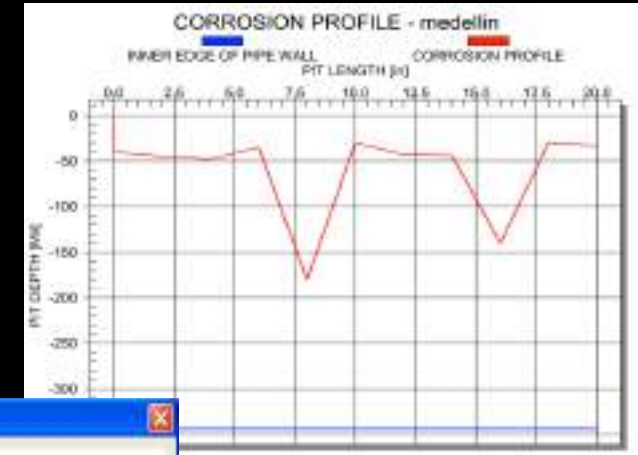


3. Evaluación Directa

Cálculo del esfuerzo remanente
(ASME B31G) u otros.

ESTABLECER LA SEVERIDAD DE LA CORROSIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE FUERZA REMANENTE

- Si la fuerza remanente de un defecto está por debajo del nivel normalmente aceptado para el segmento de la tubería, una reparación o reemplazo es requerido.
- Adicionalmente métodos alternativos de evaluación de la integridad de los ductos deben ser considerados para la región entera de ECDA en la cual el defecto o los defectos fueron encontrados a menos que el defecto o los defectos se exhiban para ser aislados y se analice la raíz de la causa.
- Entre los métodos aceptados está el PDAM.




3. Evaluación Directa

Cálculo del esfuerzo remanente (ASME B31G) u otros.

Otros métodos:

DNVGL-RP-F101 Corroded pipelines

Recommended practice



This recommended practice (RP) provides recommendations for assessing pipelines containing corrosion defects subjected to:

- Internal pressure loading only.
- Internal pressure loading combined with longitudinal compressive stresses.

PDAM PENS PEN

The 'PDAM' project has four products:

- PDAM -The Pipeline Defect Assessment Manual is a 473 page manual containing the detailed methods needed to assess a variety of defects in pipelines;
- Reviews – Sixteen pipeline defect assessment literature reviews were researched and written to provide a sound technical basis for the recommended methods in PDAM;
- Calculations – Thirty spreadsheets covering the methods in PDAM were developed;
- Data – Thirty spreadsheets containing the full scale test data that form the bases of many of the recommended methods in PDAM, were produced.

Kiefner & Associates, Inc.
4420 Bridgeway Ave., Suite D
Columbus, Ohio 43219
Phone (614) 888-8220 | Fax (614) 888-7323
www.kiefner.com

Version Released: 3-May-18

Line Number: GAS PIPELINE
Station Number: 0+02
Mile Post: 23

Corrosion or other slant defect
Crack-like defect
Print to PDF

Diameter: 30 inches
 Wt: 0.375 inches
 SMYS: 60,100 psi
 MOP: 100.0 psi
 CVW: 25 ft-lb
 Design Factor: 0.72
 Percent Operating Stress: 100.0%
 Maximum Allowable Pressure: 1,081.5 psi

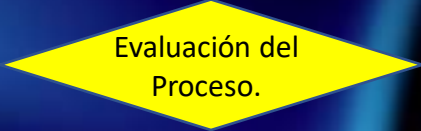
US Customary
 Metric

Effective Asses Method	Coverage Defect Profile	Row 1	Row 2	Row 3	Row 4	Row 5	Row 6	Row 7	Row 8	Row 9	Row 10
		Predicted Failure Pressure (P _f , psi)	1634.3	1634.3							
Factor of Safety (F _s /MOP)		1.00	1.00								
Modified B31G	Predicted Failure Pressure (P _f , psi)	1470.6	1470.6								
	Factor of Safety (F _s /MOP)	0.95	0.95								
B31G	Predicted Failure Pressure (P _f , psi)	1433.6	1433.6								
	Factor of Safety (F _s /MOP)	0.95	0.95								

NOTA:

El software de Kiefner (hoja de cálculo de Excel) se descarga gratis de www.kiefner.com

3. Evaluación Directa




Evaluación del
Proceso.

Proceso de evaluación

- Se realizará una evaluación de los datos de la inspección directa, de los resultados de la evaluación de la fuerza remanente y del análisis de la raíz de la causa.
- El propósito de esta evaluación es evaluar los criterios utilizados para categorizar las reparaciones críticas necesarias y los criterios utilizados para clasificar la severidad de las indicaciones individuales.
- Evaluación de los criterios de prioridad:
- Se evaluará el grado de severidad de la corrosión existente relativa a las suposiciones hechas en las categorías de prioridad para reparar.
- Si la corrosión existente es menor o mayor que la prioridad, el operador debe modificar los criterios y re-priorizar todas las indicaciones.

3. Evaluación Directa



Evaluación del
Proceso.

Reclasificación y re-priorización.

- La re-priorización es requerida cuando la corrosión es más severa que la asumida.
- La reclasificación es requerida cuando los resultados de la inspección directa muestran que la actividad de la corrosión es peor que la indicada por los datos de la inspección indirecta.
- Cuando ECDA es aplicada por primera vez, no se debe (reclasificar) para disminuir el grado de ninguna indicación que originalmente fue clasificada como inmediata o a programar.

4. Post evaluación

Objetivo:

- Definir los intervalos de re-evaluación de integridad, determinar si hay que re-priorizar indicaciones y determinar la eficacia total del proceso de ECDA.



4. Post evaluación

- La nueva valoración de los intervalos serán definidos con base en las indicaciones a programar.
- Todas las indicaciones inmediatas habrán sido tratadas durante las exámenes directas.
- Las indicaciones monitoreadas esperan un crecimiento insignificante
- La Post-Evaluación incluye las siguientes actividades:
 - Cálculos de la vida remanente.
 - Definición de los intervalos de re-evaluación
 - Evaluación de la efectividad de ECDA.

4. Post evaluación

Cálculos de la vida remanente.

Si no se encuentra ningún defecto por corrosión, no es necesario el cálculo de la vida restante; esta se puede tomar igual que para un ducto nuevo.

El tamaño restante máximo del defecto en todas las indicaciones a programar será tomado como igual que la indicación más severa de toda la localización que se ha excavado.

Si el análisis de la raíz de la causa indica que la indicación más severa es única, el tamaño de la próxima indicación más severa puede ser usado para los cálculos de la vida restante.

4. Post evaluación

Cálculo de Vida Remanente



Cálculo de velocidad de corrosión.

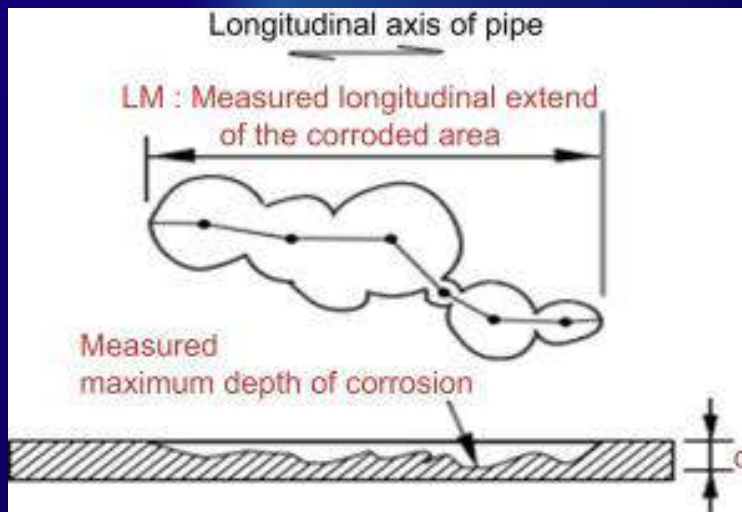
Cálculos de la vida remanente, usar las siguientes fórmulas:

$$TF = C \times SM (t/GR)$$

$$TL = (t-d)/GR$$

Fuente:

Manual Pipeline Corrosion Integrity Management -PCIM 201 – Pag 10:3



La vida remanente se calcula con la corrosión más severa encontrada, determinado la falla por **ruptura** o por **fuga**.

Presión de falla:

ASME B31G	=	Pérdida de metal del 10-80%.
ASME B31G Modificado	=	Pérdida de metal del 20-80%. (Pérdida menor al 20% OK)
RSTRENG	=	Nivel 1 = 0.85 dL Nivel 2 = Área efectiva.
DNV	=	RP-F101

Donde:

C	=	Factor de Calibración =0.85 (adimensional)
TF	=	Vida Restante (años)
FP	=	Presión de falla.
YP	=	Yield Pressure (Barlow) = 2*SMYS*t/OD
FPR	=	FP/YP = Relación de Presión de falla.
MPR	=	MAOP/YP = Relación de Presión de Operación.
SM	=	Margen de Seguridad =FPR - MPR = Cociente de la falla de presión/ Cociente MAOP.
t	=	Grueso de pared nominal (inch)
GR	=	Rata de crecimiento (inch/y)
TL	=	Vida restante hasta la fuga.
d	=	Profundidad de Corrosión (inch)

4. Post evaluación

Cálculo de vida remanente con la siguiente información:

EXAMPLE 1.

ECDA
 x 52
 $\phi = 30''$
 $t = 0.375''$
 $MAOP = 936 \text{ PSI}$
 $L = 1''$
 $d = 0.29''$ } CORROSION
 $RL = ?$ REMAINING LIFE

$$TF = C \times SM \times (t/GR)$$

$$TL = (t-d)/GR$$

ASME B31G $F_{FAILURE PRESSURE} = 1474 \text{ PSIG.} = FP$

$$YP = \frac{2 \times 52000 \times t}{OD}$$

BARLOW

$$YP = \frac{2 \times 52,000 \times 0.375}{30} = 1300 \text{ PSI.}$$

$$FPR = \frac{FP}{YP} = \frac{1474}{1300} = 1.134$$

$$MPR = \frac{MAOP}{YP} = \frac{936}{1300} = 0.72$$

Safety Margin = Failure Pressure Ratio - MAOP Ratio

$$SM = FPR - MPR = 1.134 - 0.72 = 0.414$$

GROUND RATE (GR) IS ASSUMED TO BE THE DEFAULT VALUE OF 16 MPY (0.4 MM/YEAR)

$$TF = C \times SM \times \frac{t}{GR} = 0.85 \times 0.414 \times \frac{0.375}{0.016} = 8.2 \text{ YEARS}$$

$$TL = \frac{t-d}{GR} = \frac{0.375 - 0.290}{0.016} = 5.3 \text{ YEARS}$$

5.3 YEAR IS THE REMAINING LIFE.

4. Post evaluación

Cálculo de vida remanente con la siguiente información

ECDA
 X52
 $\phi = 30'' = OD.$
 $t = 0.375''$
 $MAOP = 936 \text{ PSI}$
 $d_{CORROSION} = 6''$
 $a_{CORROSION} = 0.150''$
 REMAINING LIFE = ? RL.

By B31G $F_P = 1222 \text{ PSIG.}$

$$Y_P = \frac{2 * SMYS * t}{OD} = \frac{2 * 52,000 * 0.375}{30}$$

$$Y_P = 1300 \text{ PSI}$$

$$FPR = \frac{F_P}{Y_P} = \frac{1222}{1300} = 0.94$$

$$MPR = \frac{MAOP}{Y_P} = \frac{936}{1300} = 0.72$$

$$TF = \frac{C * SM * t}{GR} = \frac{0.85 * 0.22 * 0.375}{0.016}$$

$$TF = 4.4 \text{ YEARS}$$

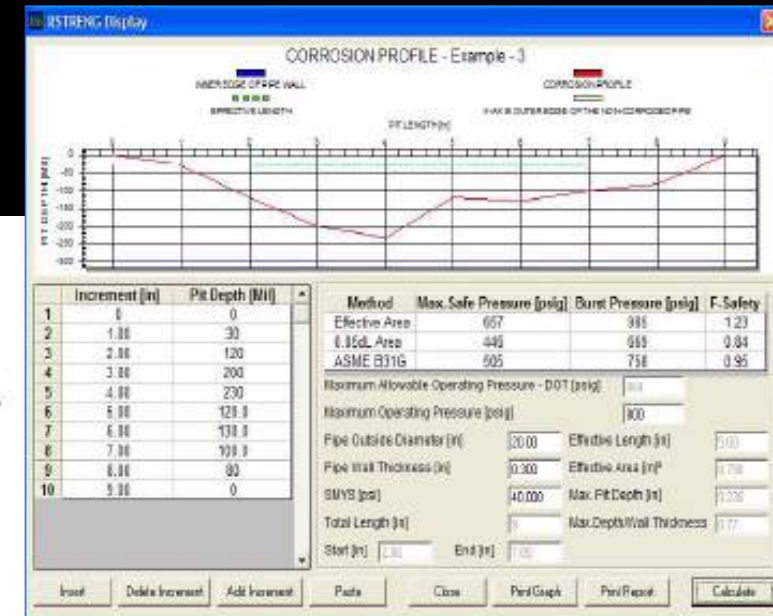
$$SM = FPR - MPR$$

$$= 0.94 - 0.72$$

$$SM = 0.22$$

$$TL = \frac{t - d}{GR} = \frac{0.375 - 0.150}{0.016} = 14 \text{ YEARS} = TL$$

REMAINING LIFE IS **4.4 YEARS.**



$TF = C * SM * (t/GR)$
 $TL = (t-d)/GR$

4. Post evaluación

Análisis de
Causa-Raíz.

Hace parte del proceso de post evaluación.

Análisis de causa-raíz:

Familia de procesos implementados para determinar la causa principal de un evento. Todos estos procesos buscan examinar una relación de causa y efecto a través de la organización y el análisis de datos.

ASME B31.8S

El operador de la tubería debe identificar cualquier causa raíz existente de **toda actividad de corrosión significativa** encontrada durante la EVALUACIÓN DIRECTA .

Esto puede incluir corriente de protección catódica inadecuada, fuentes de interferencia previamente no identificadas u otras situaciones que son aisladas y únicas.



Los análisis de falla generalmente tiene en cuenta los siguientes 4 pasos fundamentales:

1. Definición del problema.
2. Efectuar análisis del problema.
3. Identificar soluciones efectivas.
4. Implementación

El objetivo principal de este estudio es determinar la causa de la falla o análisis de causa raíz, la cual es una o combinación de las siguientes categorías:

- Falla de diseño.
- Defectos del Material
- Errores en los procesos de manufactura o fabricación.
- Defectos de Montaje o fabricación
- Condiciones de servicio fuera de diseño o no planificadas.
- Deficiencias de mantenimiento, incluidos negligencia.
- Mala operación.

4. Post evaluación

Intervalos de Re-Evaluación. (*)

Definición de los intervalos de re-evaluación

- Cuando defectos de la corrosión son encontrados durante las exámenes directas, la máxima valoración nueva del intervalo para cada región ECDA, se tomará como la mitad del cálculo de la vida restante.
- Cualquier indicación a programar para la evaluación se debe tratar antes del final del intervalo de la nueva valoración.

TECNOLOGÍA TOTAL		PROCEDIMIENTO DE PRE-EVALUACION					P089-DCC-087 Rev A Tabla 1		Pág. 1 de 1
EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA OLEODUCTO									
GASODUCTO	LONGITUD (Km)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (pulg.)	Espesor de Tubo. (pulg.)	SMYS (Lbs)	MAOP psi	Esfuerzo Operacional MAOP $\frac{2 \pm SMYS}{D}$	OBSERVACIONES	
Línea 16 pulg.	4	16	18	0.344	65,000	1,480	53%	ECDA No. 1	
Línea 16 pulg.	18	16	18	0.344	65,000	1,480	53%		
Línea 16 pulg.	20	16	18	0.344	65,000	1,480	53%		
Línea 16 pulg.	6	16	18	0.344	65,000	1,480	53%		
Línea 16 pulg.	8	16	18	0.344	65,000	1,480	53%		
Línea 16 pulg.	14	16	18	0.344	65,000	1,480	53%		
Línea 16 pulg.	18	16	18	0.344	65,000	1,480	53%	ECDA No. 4	
Línea 16 pulg.	36	16	18	0.344	65,000	1,480	53%	ECDA No. 5	
Línea 16 pulg.	12	16	18	0.344	65,000	1,480	53%	ECDA No. 6	
Línea 2 pulg.	10	2	2.375	0.154	35,000	1,480	33%	ECDA No. 7	
Línea 2 pulg.	2	2	2.375	0.154	35,000	1,480	33%		
Línea 2 pulg.	8	2	2.375	0.154	35,000	1,480	33%		
Línea 2 pulg.	2	2	2.375	0.154	35,000	1,480	33%		
Línea 2 pulg.	2	2	2.375	0.154	35,000	1,480	33%	ECDA No. 8	
Línea 2 pulg.	6	2	2.375	0.154	35,000	1,480	33%		
Total	166								

4. Post evaluación

Intervalos de Re-Evaluación. (*)

53%

33%

Inspection Technique	Interval, yr [Note (1)]	Operating Pressure Above 50% of SMYS	Operating Pressure Above 30% But Not Exceeding 50% of SMYS	Operating Pressure Not Exceeding 30% of SMYS
Hydrostatic testing	5	TP to 1.25 times MAOP [Note (2)]	TP to 1.39 times MAOP [Note (2)]	TP to 1.65 times MAOP [Note (2)]
	10	TP to 1.39 times MAOP [Note (2)]	TP to 1.65 times MAOP [Note (2)]	TP to 2.20 times MAOP [Note (2)]
	15	Not allowed	TP to 2.00 times MAOP [Note (2)]	TP to 2.75 times MAOP [Note (2)]
	20	Not allowed	Not allowed	TP to 3.33 times MAOP [Note (2)]
In-line inspection	5	P_f above 1.25 times MAOP [Note (3)]	P_f above 1.39 times MAOP [Note (3)]	P_f above 1.65 times MAOP [Note (3)]
	10	P_f above 1.39 times MAOP [Note (3)]	P_f above 1.65 times MAOP [Note (3)]	P_f above 2.20 times MAOP [Note (3)]
	15	Not allowed	P_f above 2.00 times MAOP [Note (3)]	P_f above 2.75 times MAOP [Note (3)]
	20	Not allowed	Not allowed	P_f above 3.33 times MAOP [Note (3)]
Direct assessment	5	All immediate indications plus <u>one</u> scheduled [Note (4)]	All immediate indications plus <u>one</u> scheduled [Note (4)]	All immediate indications plus one scheduled [Note (4)]
	10	All immediate indications plus <u>all</u> scheduled [Note (4)]	All immediate indications plus <u>more than half of</u> scheduled [Note (4)]	All immediate indications plus one scheduled [Note (4)]
	15	Not allowed	All immediate indications plus <u>all</u> scheduled [Note (4)]	All immediate indications plus more than half of scheduled [Note (4)]
	20	Not allowed	Not allowed	All immediate indications plus all scheduled [Note (4)]

- SCC DA
- ECDA
- ICDA

NOTAS:

1. Los intervalos son máximos y pueden ser menores, dependiendo de las reparaciones realizadas y las actividades de prevención instituidas. Además, ciertas amenazas pueden ser extremadamente agresivas y pueden reducir significativamente el intervalo entre inspecciones. La ocurrencia de una falla dependiente del tiempo requiere reevaluación inmediata del intervalo.
2. TP es presión de prueba.
3. Pf es la presión de falla prevista según lo determinado por ASME B31G o equivalente.
4. Para el proceso de evaluación directa, las indicaciones para la inspección se clasifican y priorizan utilizando NACE SP0204 (SCC) NACE SP0206 (DG-ICDA) o NACE SP0502 (ECDA). Las indicaciones no deben alinearse entre sí.
 - Toda fuga, requiere de un análisis de causa-raíz.

NACE **EC-CDA** SP0210-2010 “Pipeline External Corrosion Confirmatory Direct Assessment”

Puede usarse en un segmento que está programado para una nueva evaluación en un período superior a siete (7) años.

Si se utiliza una evaluación directa confirmatoria, debe incorporar §192.937 y tener un plan que cumpla con los requisitos de §192.925 (ECDA)

4. Post evaluación

Evaluación de la efectividad de ECDA.

Por lo menos una inspección directa adicional en una localización aleatoriamente seleccionada será conducida para proporcionar la confirmación adicional que el proceso de ECDA ha sido acertado.

- Para la aplicación inicial de ECDA, por lo menos dos exámenes directos adicionales son requeridas

Si se detectan las condiciones que son más severas que las determinadas durante el proceso, el proceso será reevaluado y repetido o un método alternativo de la evaluación de la integridad debe ser utilizado

4. Post evaluación

Retroalimentación y mejora continua.

Tanto a través del proceso de ECDA, como durante las actividades a programar y la nueva valoración, el operador de la tubería se esforzará para mejorar los usos de ECDA incorporando la retroalimentación en todas las oportunidades apropiadas.

- Identificación y clasificación de los resultados de las inspecciones indirectas.
- Recolección de datos de las examinaciones directas.
- Análisis de la fuerza remanente.
- Análisis de la raíz de la causa.
- Actividades de remediación. (Ejemplo : Rediseño de PC, repotenciación, recubrimiento)
- Evaluaciones en proceso.
- Uso de las examinaciones directas para procesos de validación.
- Criterios para supervisar la eficacia a largo plazo de ECDA. (EC-CDA)
- Nueva valoración a programar, monitorear y periodos.

4. Post evaluación

Software especializado para el manejo de información de las inspecciones.



Central de Información de Corrosión - CIC
DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCION CATODICA PARA LINEAS Y TANQUES.

Tubería

- Anodos de Sacrificio
- Corriente Impresa

Tanques

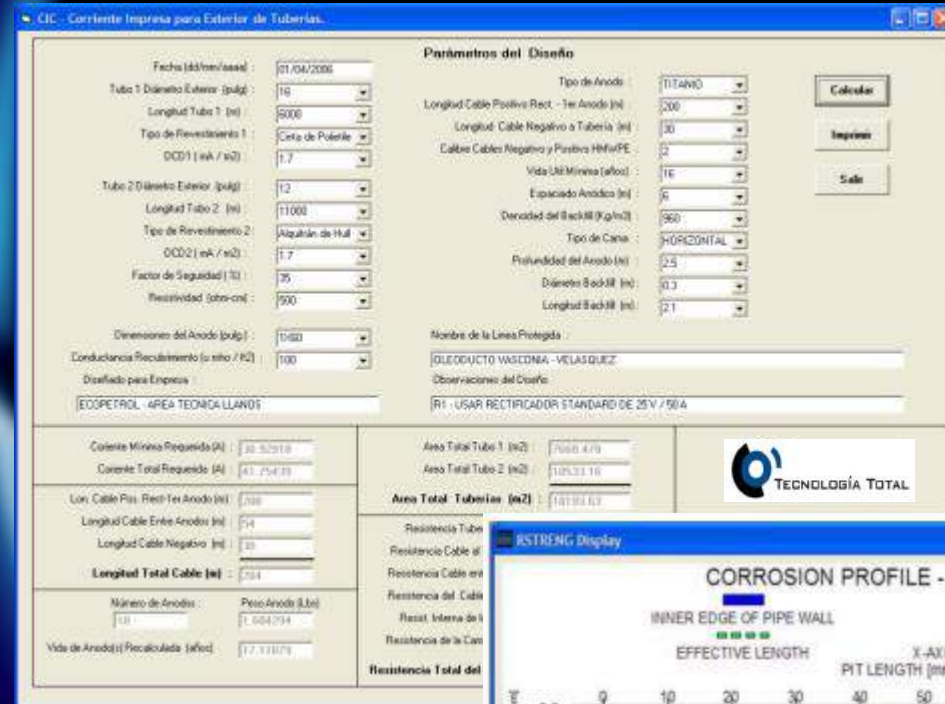
- Anodos de Sacrificio
- Corriente Impresa

ADVERTENCIA:

El usuario debe ser una persona debidamente acreditada y experimentada, este software es para uso exclusivo de Tecnología Total Ltda, Tecnología Total Ltda emprenderá las acciones legales respectivas en caso de demostrarse el uso de este software por entidades, empresas o compañías distintas a las autorizadas.

El diseño de sistemas de protección catódica involucra pruebas de corriente, evaluación de interferencias, resistividad, evaluación del recubrimiento y otros aspectos no considerados en este software, por lo tanto no realizar las pruebas anteriores inhabilita este software para ser usado.

Tecnología Total Ltda, Carrera 14 No. 111-37, Bogotá - Colombia, Tel 57-1-215-9934, Fax. 57-1-214-3230
www.tecnologiatotal.net - ttl@tecnologiatotal.net



CIC - Corriente Impresa para Exterior de Tuberías

Parámetros del Diseño

Fecha (dd/mm/aaaa): 01/04/2006

Tubo 1 Diámetro Exterior (pulg): 18

Longitud Tubo 1 (m): 9000

Tubo 2 Diámetro Exterior (pulg): 12

Longitud Tubo 2 (m): 11000

Tipo de Revestimiento 1: Ceto de Polietileno

Tipo de Revestimiento 2: Alquitán de Hull

Factor de Seguridad (T): 75

Resistividad (ohm-cm): 900

Dimensiones del Anodo (pulg): 10x60

Conductancia Recubrimiento (u ohm / ft²): 100

Diseñado para Empresa: EOPETROL - AREA TECNICA LLANOS

Parámetros del Diseño

Tipo de Anodo: TITANIO

Longitud Cable Positivo Rect. - 1er Anodo (m): 200

Longitud Cable Negativo a Tubería (m): 30

Cables Cable Negativo y Positivo HMWPE: 2

Vida LME Mínima (años): 16

Espacado Anódico (m): 6

Densidad del Electrodo (kg/m²): 960

Tipo de Canal: HORIZONTAL

Profundidad del Anodo (m): 2.5

Diámetro Backfill (m): 0.3

Longitud Backfill (m): 21

Nombre de la Línea Protegida: OLEODUCTO WASCANA - VELASQUEZ

Observaciones del Diseño: R1 - USAR RECTIFICADOR STANDARD DE 25V / 50A

Cálculos

Corriente Mínima Requerida (A): 30.52918

Corriente Total Requerida (A): 41.75478

Long. Cable Pos. Rect. 1er Anodo (m): 738

Longitud Cable Entre Anodos (m): 24

Longitud Cable Negativo (m): 30

Longitud Total Cable (m): 792

Número de Anodos: 1

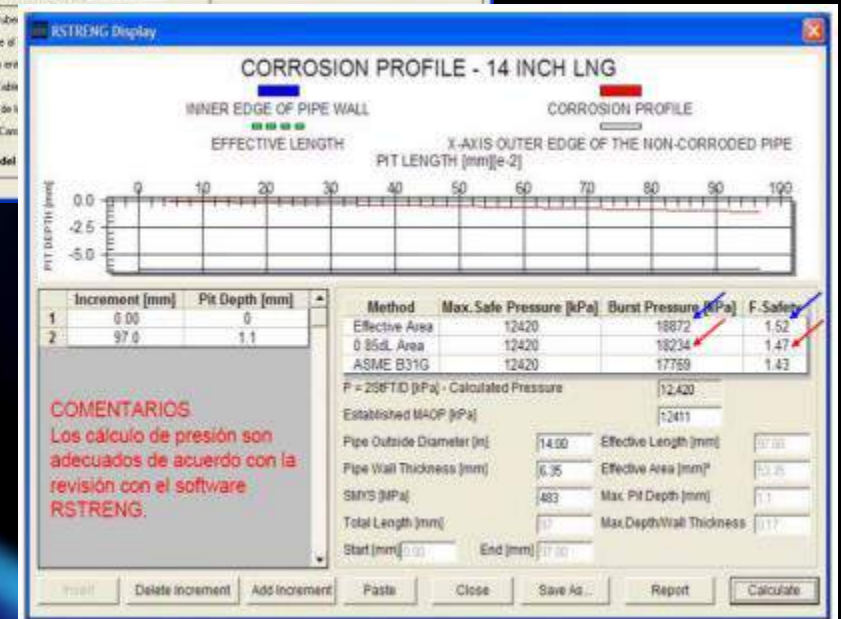
Peso Anodo (kg): 1.604794

Vida de Anodo (Recalcada) (años): 17.11076

Área Total Tubo 1 (m²): 7040.479

Área Total Tubo 2 (m²): 10633.16

Área Total Tuberías (m²): 17673.63



RSTRENG Display

CORROSION PROFILE - 14 INCH LNG

INNER EDGE OF PIPE WALL

CORROSION PROFILE

EFFECTIVE LENGTH

X-AXIS OUTER EDGE OF THE NON-CORRODED PIPE

PIT LENGTH [mm] (e-2)

PIT DEPTH [mm]

Increment [mm]	Pit Depth [mm]
1 0.00	0
2 97.0	1.1

Method	Max. Safe Pressure [kPa]	Burst Pressure [kPa]	F. Safety
Effective Area	12420	18872	1.52
0.85dL Area	12420	18234	1.47
ASME B31G	12420	17769	1.43

F = 28FTID [kPa] - Calculated Pressure: 12420

Established MAOP [kPa]: 12411

Pipe Outside Diameter (m): 14.00

Pipe Wall Thickness (mm): 6.35

SMYS [kPa]: 483

Total Length (mm): 11

Start (mm): 0

End (mm): 11

COMENTARIOS:
Los cálculos de presión son adecuados de acuerdo con la revisión con el software RSTRENG.

4. Post evaluación

PLAN DE MANTENIMIENTO

 TECNOLOGÍA TOTAL				DEFECTOS SELECCIONADOS PARA INSPECCIÓN DIRECTA									P089-DOC-028 Rev E.
				EVALUACION DE LA CORROSION EXTERNA EN EL GASODUCTO									
DEFECTO				CARACTER	% IR	SEVERIDAD	PRIORIDAD	CRITERIO	RESISTIVIDAD Ohm-cm	% de Picadura	Espesor Nominal (in)	OBSERVACIONES	ECDA
ABSCISA	Coordenadas UTM WGS 84												
	ESTE	NORTE	ALTURA										
66,755	56352	31233550	236	A-C	8	SEVERA	Inmediata	CRITERIO RESISTIVIDAD	942	1.829	0.344	Cima de colina.	1
169,835	00112	31150882	160	A-C	25	MODERADO	Monitoreo	CRITERIO 2 DCVG	7,540	4.114	0.344	Costado izquierdo árbol pequeño	2
525,999	49642	30827651	74	A-A	12	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	98,018	3.296	0.344	Frente poste pk 526.	5
526,260	49537	30827429	69	A-A	62	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	75,398	17.756	0.344	100 adelante quebrada la Pescada.	5
526,270	49531	30827421	71	A-C	72	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 2 DCVG	6,283	12.307	0.344	Diagonal 20 m antes árbol mediano.	5
526,280	49527	30827411	71	A-A	40	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	125,664	9.891	0.344	Diagonal 10 m antes árbol mediano.	5
526,345	49500	30827354	72	C-C	63	MODERADO	Programada	CRITERIO 1 DCVG	12,566	2.587	0.344	15 m antes de cerca.	5
526,550	49416	30827172	74	A-A	59	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	628,319	6.916	0.344	Costado derecho pk 54 de Oleoducto	5
526,820	49302	30826925	70	A-A	18	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	439,823	2.607	0.344	20 m antes de poste de energía eléctrica	5
526,840	49289	30826904	68	A-A	24	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	364,425	3.924	0.344	15 m antes de poste de energía eléctrica	5
531,570	47294	30822819	98	A-A	13	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	226,195	2.662	0.344	50 m antes de cerca.	5
531,680	47226	30822731	95	A-A	65	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	188,496	13.956	0.344	Diagonal 100 m antes pk 130	5
531,736	47202	30822680	98	C-C	68	MODERADO	Programada	CRITERIO 1 DCVG	12,566	2.806	0.344	Diagonal 10 m adelante pk 130	5
551,940	37100	30805731	109	A-A	16	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	94,248	4.171	0.344	60 m antes de pk 552.	5
552,630	36826	30805101	97	A-A	10	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+ DCVG	84,195	2.780	0.344	80 m antes de carretera.	5
566,817	30462	30791157	76	A-A	4	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	40,212	1.323	0.344	20 m adelante de casa abandonada.	6
567,041	30332	30790881	78	A-A	3	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	69,115	0.795	0.344	40 m antes de pk 567	6
570,210	28684	30788327	100	A-A	4	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	30,159	1.431	0.344	Junto árbol seco.	6
572,320	27052	30787217	103	A-A	3	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	125,664	0.761	0.344	3 m adelante de árbol.	6
572,640	26751	30787037	88	A-A	4	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	13,195	1.519	0.344	5 m antes de cerca.	6
574,538	25587	30785938	93	A-A	32	SEVERA	Inmediata	CRITERIO 3 CIS+DCVG	13,069	13.519	0.344	5 m antes de carretera.	6

CONCLUSIONES

- ECDA ha sido probada por muchos operadores y constituye una de las mejores herramientas existentes para evaluación de integridad de ductos enterrados.
- Si se ha usado ILI por primera vez y la amenaza persistente es control de corrosión exterior posiblemente seleccionar ECDA para la segunda evaluación de integridad es lo más adecuado.
- ECDA es la herramienta de evaluación de integridad más potente que existe para controlar la amenaza de corrosión exterior.



EVALUACIÓN DIRECTA DE LA CORROSIÓN EXTERNA ECDA - NACE SP0502

- Este webinar se publica en el canal de YouTube de Tecnología Total.
- Las diapositivas (PDF) se descargan de www.tecnologiatotal.net/ecda

**Muchas gracias
por su participación !**



TECNOLOGÍA TOTAL
INGENIERÍA EN INTEGRIDAD Y CORROSIÓN

ECDA – NACE SP0502
EXTERNAL CORROSION DIRECT ASSESSMENT

www.tecnologiatotal.net/examen

Examen finalizó:

Muchas Gracias por su participación

Instructor :

ING. QCO. JUAN CARLOS PACHÓN
jcpachon@tecnologiatotal.net
Pipeline and Facilities Integrity Specialist.
NACE Certified Cathodic Prot. Specialist 7694.
NACE Certified Coatings Inspector 5113.
Instructor NACE: PCIM, ILI, DA, CCCP, CIP 1-3.

**FIN DE LA
TRANSMISIÓN**

Patrocinado por:

