

INTEGRICOP

Integridad mecánica en componentes sujetos a presión, reduciendo riesgos con impacto a la seguridad de las personas, medio ambiente y economía de la empresa, evitando la pérdida de contención y paros no planeados.



Quiénes somos

Somos una empresa dedicada al servicio, comprometida con nuestros clientes, enfocada en desarrollar y mantener la integridad mecánica-estructural de los activos estáticos en sistemas de tuberías y componentes sujetos a presión. Teniendo como objetivo principal brindar un servicio íntegro y de calidad excepcional en nuestro objetivo de resolución de problemas de ingeniería.

Misión

Asegurar la integridad mecánica en sistemas de tuberías y componentes sujetos a presión, reduciendo riesgos con impacto a la seguridad de las personas, medio ambiente y economía de la empresa, evitando la pérdida de contención y paros no planeados.

Visión

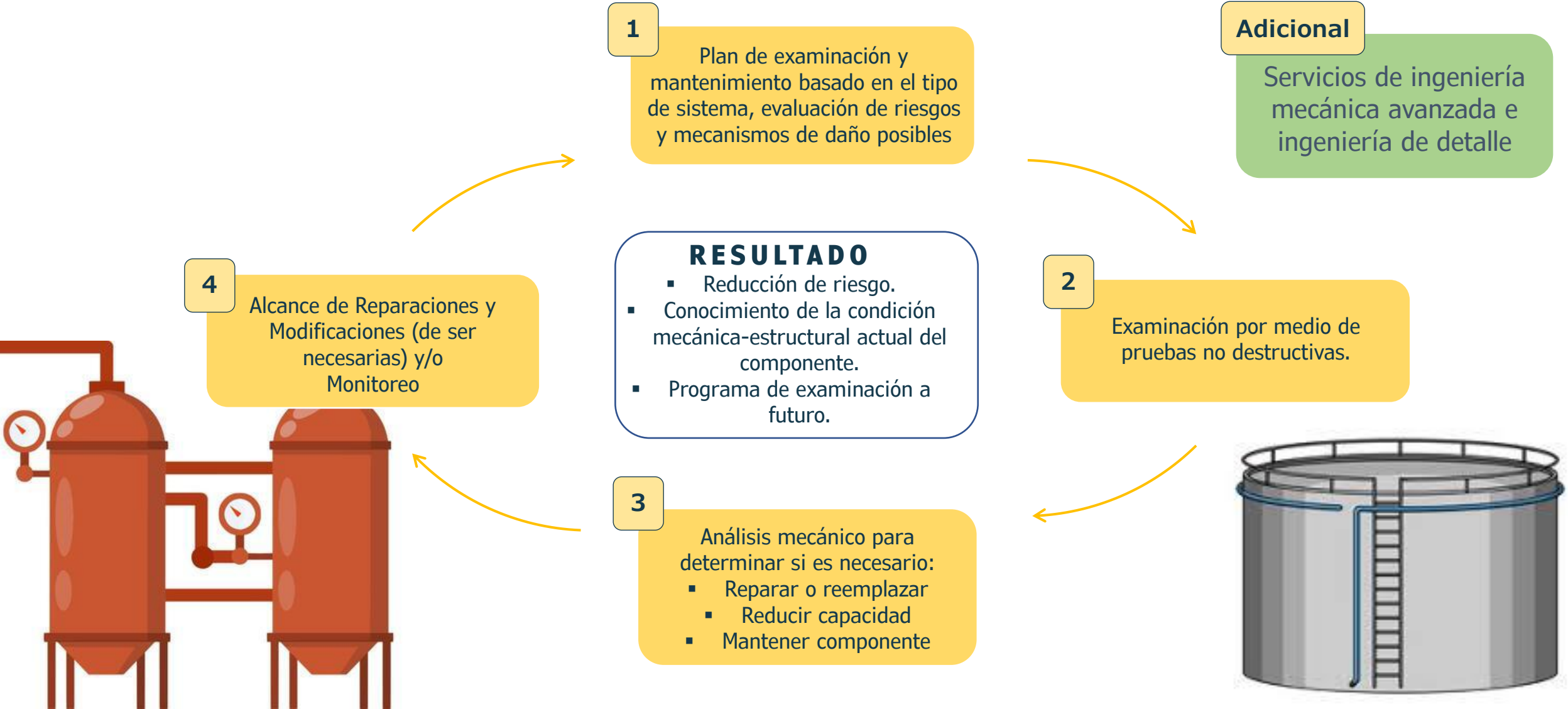
Tener el reconocimiento de la industria como la mejor opción para depositar la confiabilidad mecánica de sus instalaciones en nuestras manos.

Valores

Compromiso | Integridad | Calidad | Pasión | Liderazgo | Responsabilidad



CICLO DE SERVICIO INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO/PREVENTIVO DE COMPONENTES



NUESTROS SERVICIOS

Evaluación de Capacidades de Sistemas y Ventanas Operativas de Integridad

Examinación por medio de Pruebas No Destructivas

Evaluación de Integridad Mecánica (Fitness-For-Service)

Análisis de Ingeniería Mecánica Avanzada

Recomendación del Alcance de Reparación o Modificación

Diseño de Sistemas / Ingeniería de Detalle

Evaluación de Riesgos



EVALUACIÓN DE CAPACIDADES DE SISTEMAS Y VENTANAS OPERATIVAS DE INTEGRIDAD

Análisis de sistemas sujetos a presión para determinar qué tipos de mecanismos de daño son probables que se presenten y en qué ubicaciones. Definir límites seguros de operación para proteger la integridad de los activos. La información es esencial para el desarrollo de un buen entendimiento de las condiciones y limitantes mecánicas de un componente. Y así entender las fuentes de daño, para que el daño futuro se pueda predecir o prevenir.

Información de diseño del componente y características de operación.

Definir límites seguros de operación e identificar posibles mecanismos de daño.

Posibles ubicaciones donde se podrían presentar los mecanismos de daño.

Determinar que métodos de prueba utilizar para aumentar la posibilidad de detección.

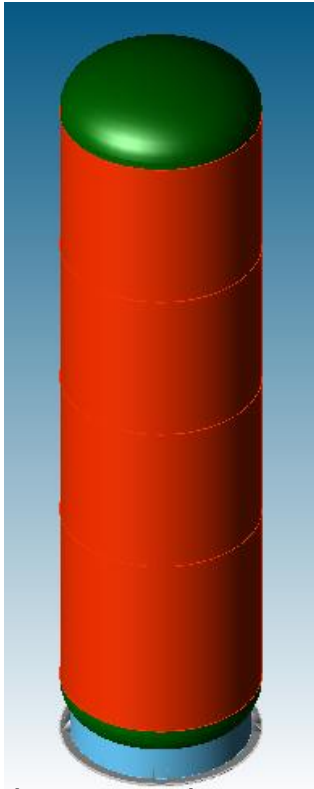
Desarrollo de programa de integridad y sus ventanas operativas para cada componente en específico.



EVALUACIÓN DE CAPACIDADES DE SISTEMAS Y VENTANAS OPERATIVAS DE INTEGRIDAD

EJEMPLO DE SERVICIO: Evaluación de capacidad de recipiente sujeto a presión para operar bajo presión de vacío (externa)

Diseño actual de equipo



Análisis considerando
diseño y características de
servicio

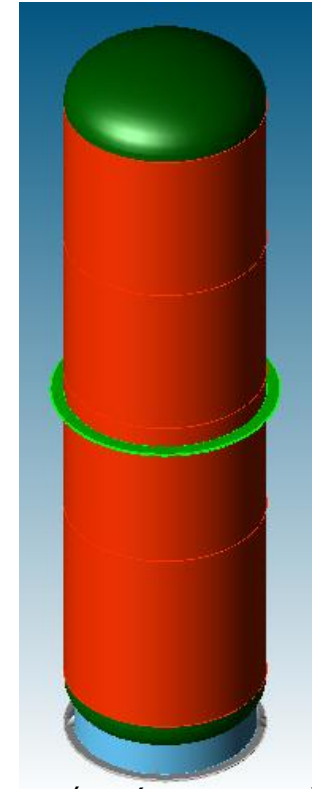
Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:
= $(P \cdot D \cdot K_{cor}) / (2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P)$ Appendix 1-4 (c)
= $(133.6 \cdot 1500.0 \cdot 1.0) / (2 \cdot 113.74 \cdot 1.0 - 0.2 \cdot 133.6)$
= $0.8811 + 0.0000 = 0.8811$ mm.

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:
= $((2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K_{cor} \cdot D + 0.2 \cdot t)) / 1.67$ per Appendix 1-4 (c)
= $((2 \cdot 113.74 \cdot 1.0 \cdot 10.0) / (1.0 \cdot 1500.0 + 0.2 \cdot 10.0)) / 1.67$
= 906.857 KPa.

Maximum Allowable External Pressure [MAEP]:
= $\min(\text{MAEP}, \text{MAWP})$
= $\min(417.82, 906.8574)$
= 417.815 KPa.

Modificación recomendada



El recipiente sujeto a presión no tiene la capacidad para operar bajo la nueva presión de vacío (externa). Es necesario instalar un anillo de refuerzo para que el recipiente pueda operar bajo la nueva presión de vacío (externa). Se dan indicaciones a detalle de los cálculos y del diseño e instalación del anillo.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

- **Ultrasonido Industrial Convencional** → Medición de espesores hasta 450°C / Detección de fallas (Recto/Angular).
- **Ultrasonido Arreglo de Fases** → Detección de fallas (Recto/Angular) / C-Scan con codificador.
- **Ultrasonido TOFD (Time of Flight Diffraction)** → Detección de fallas.
- **Ultrasonido TFM (Total Focus Method)** → Detección de fallas.
- **Ultrasonido EMAT (Electro Magnetic Acoustic Transducer)** → Medición de espesores hasta 550°C / Detección de fallas (Recto/Angular).
- **Inspección Remota Semiautomatizada a través de Ultrasonido con "Crawler" (robot) con alcance de 30 metros** → Medición de espesores / Detección de fallas de haz recto / Corrosión (C-Scans de 24" x 24") / Detección de fallas de haz angular (soldaduras HAZ, material base) con Arreglo de Fases, TOFD, TFM.
- **Ondas Guiadas de Medio alcance** → Corrosión en tubería de 4" de diámetro hasta placa.
- **Ondas Guiadas de Largo Alcance** → Corrosión en tubería de 4" de diámetro hasta 12" de diámetro.
- **Reflectometría de Pulso Acústico** → Detección de pérdida de espesor, agujeros y bloqueos en fluxes/tubos de 5/16" a 4" de diámetro y con cualquier tipo de forma de tubo.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

- **Escaneo Laser 3D** → Dimensionamiento de equipos / Redondez, verticalidad y asentamiento en tanques de almacenamiento verticales / Dimensionamiento de deformaciones.
- **Prueba Holiday de Alto Voltaje** → Examinación de fallas en recubrimiento, grietas y porosidad en recubrimiento las cuales ocasionan corrosión en el substrato (metal).
- **Corrientes Eddy Pulsadas** → Examinación de corrosión/fallas a través del aislamiento o revestimiento en tubería, recipientes y tanques.
- **Dron con Cámara Térmica para Examinación Visual Remota (sólo en exteriores)** → Examinación visual remota en exteriores / Identificación de puntos de calor o fugas
- **Rugosidad en Superficies** → Medición de parámetros de textura superficial como Ra, Rz y Rt.
- **Líquidos Penetrantes** → Detección de fallas superficiales en soldaduras, HAZ y material base.
- **Partículas Magnéticas** → Detección de fallas superficiales en soldaduras, HAZ y material base.
- **Caja de Vacío** → Detección de fugas.
- **Metalografías** → Caracterización de propiedades de material.
- **Dureza** → Caracterización de propiedades de material.
- **Pruebas de Laboratorio** → Caracterización de propiedades de material.



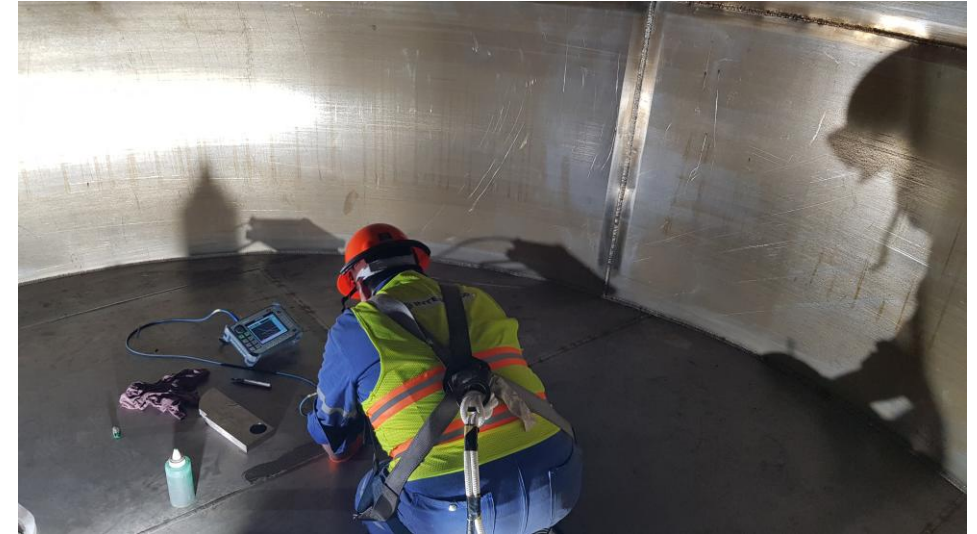
EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Ultrasonido Industrial Convencional



Ultrasonido medición de espesores hasta en superficies con temperatura de 450 °C.

- En todo tipo de equipos y aceros.
- A través de muestreo puntual para evaluar corrosión general.
- A través de enmallado (cuadrícula) para evaluar corrosión localizada.
- Evaluación de integridad mecánica con respecto a espesores. Espesor mínimo requerido, Presión de operación máxima permisible, Velocidades de corrosión, Vida útil remanente.



Detección de fallas por medio de haz angular y haz recto con barridos A (A-Scan). Determinación de defectos por medio de haz angular de 45°, 60° y 70°, así como a través de diferentes frecuencias.

Ultrasonido EMAT (Transductor Acústico Electromagnético) para inspección ultrasónica sin contacto directo o acoplador, en superficies calientes, rugosas, recubiertas u oxidadas donde los transductores convencionales no son prácticos.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Ultrasonido Arreglo de Fases

Ultrasonido arreglo de fases para detección de fallas por medio de haz angular y haz recto.

- Capacidad para examinar por medio de escáner codificado tuberías desde 0.5" hasta todos los diámetros de tubería hasta placa recta.
- Aplicación en tubos de calderas e intercambiadores de calor, tuberías, recipientes sujetos a presión, tanques de almacenamiento y placa recta.
- Mapeo de corrosión con haz recto, escaneo codificado por medio de C-Scan automatizado.



Escáner Cobra (hasta 2 transductores)



Escáner HSMT Flex (hasta 4 transductores, 2 PAUT + 2 TOFD)



Mapeo de corrosión (C-Scan)

Como complemento del Arreglo de Fases, se tiene la opción de examinar lo por métodos de TOFD (Time of Flight Diffraction) y TFM (Total Focus Method) cuando la aplicación lo amerita. Para detectar y caracterizar ciertos tipos de defectos en particular, obtener la máxima resolución de imagen, particularmente en geometrías complejas.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Ultrasonido Arreglo de Fases

+

Inspección Remota Semiautomatizada a través de Ultrasonido con “Crawler” (robot)



Capacidad para aplicar exámenes no destructivos avanzados en zonas de difícil acceso o sin necesidad de equipo de altura.

- Medición de espesores
- Detección de fallas de haz recto
- Mapeo de corrosión (C-Scans de 24" x 24")
- Detección de fallas de haz angular (soldaduras HAZ, material base)
- TOFD (Time of Flight Diffraction)
- TFM (Total Focus Method)

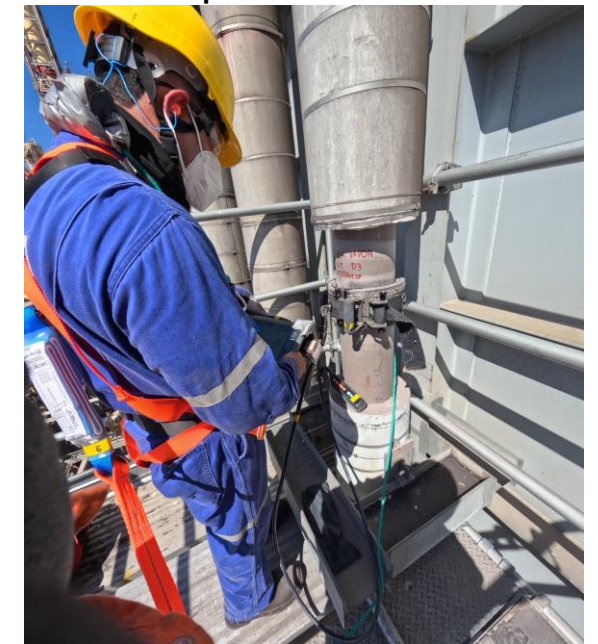
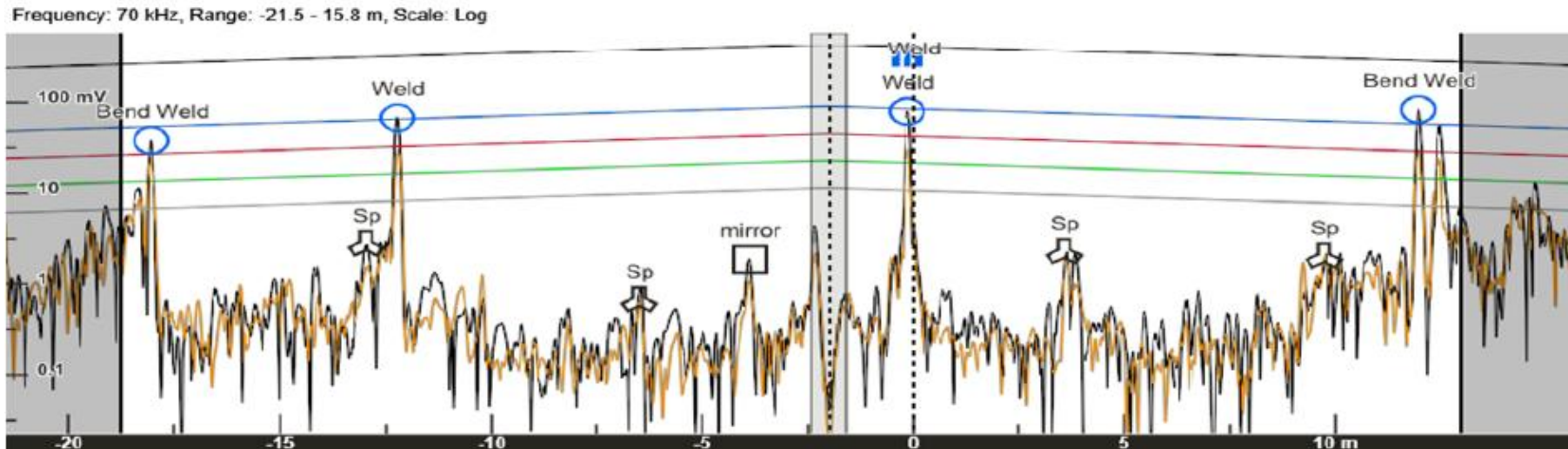


EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Ultrasonido por medio de Ondas Guiadas

Largo Alcance / Medio Alcance / Corto Alcance

Examinación con respecto a pérdida de espesor en superficie externa o interna de manera cualitativa en grandes longitudes de tubería y a través de toda la circunferencia de la tubería (100%), técnica de detección. Técnica de detección cualitativa significa que se encuentra el punto exacto donde se tiene un defecto pero no se cuantifica de manera exacta (% de pérdida de espesor). La cuantificación de manera exacta se realiza posteriormente a través de una examinación específica en dicho punto por medio de otros métodos no destructivos.



Examinación sin remover el total del aislamiento térmico o revestimientos, o realizar excavaciones extensas. Ideal para detección de pérdida de espesor en tuberías enterradas, cruces de carreteras y tuberías de difícil acceso (contacto con soportes).



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Reflectometría de Pulso Acústico en Tubos

Examinación de tubos/fluxes de 7 mm a 100 mm (0.27" a 4") de diámetro en Intercambiadores de Calor, Calderas, Coolers, Chillers, entre otros. Adaptable a cualquier configuración de forma de tubo, examinación ultra rápida y no invasiva, menos de 10 segundos en examinar un tubo. Detección de Pérdida de Espesor, Agujeros y Bloqueos desde superficie interna del tubo.



AGUJEROS



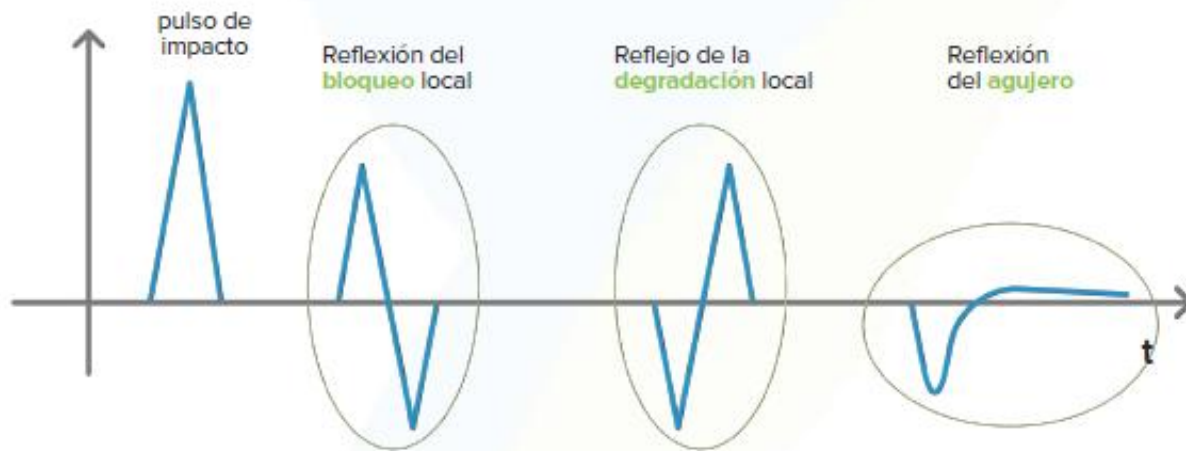
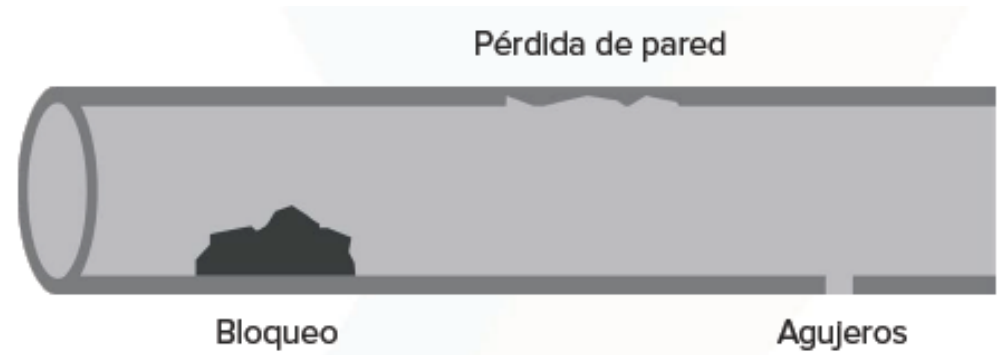
BLOQUEOS



EROSIÓN/
CORROSIÓN

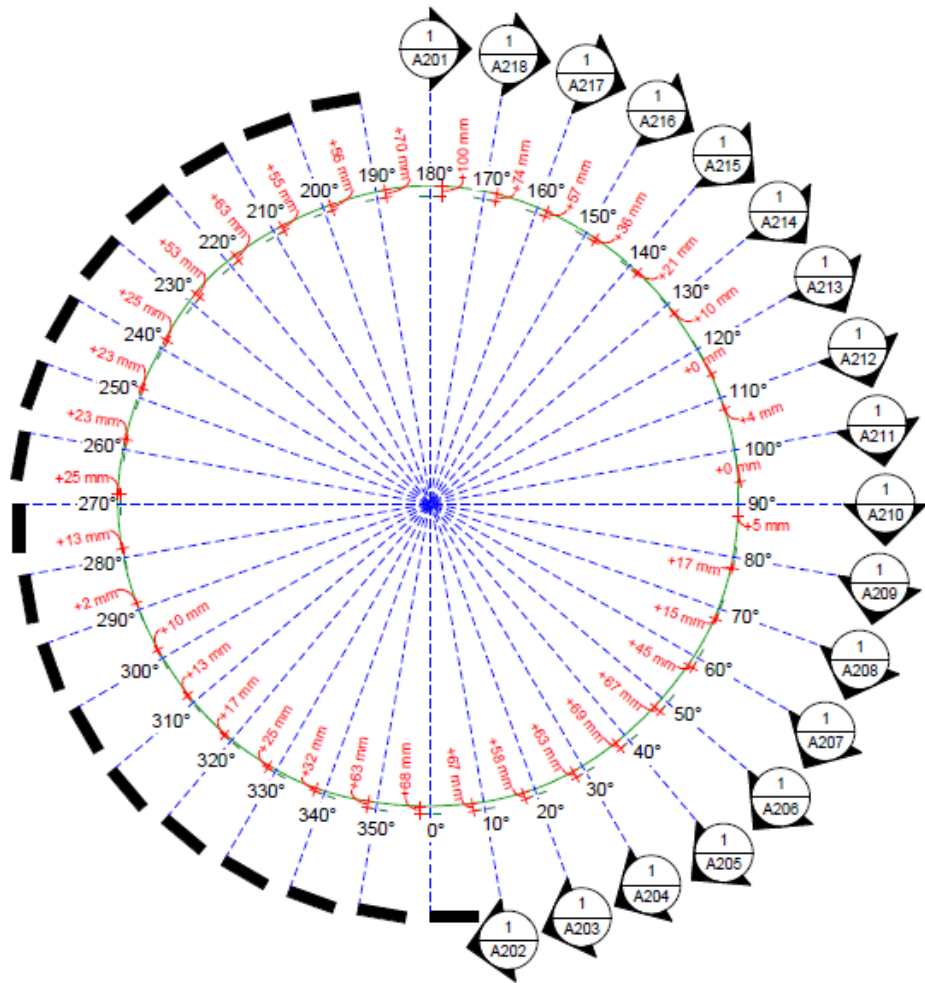


CORROSIÓN
POR PICADURA



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

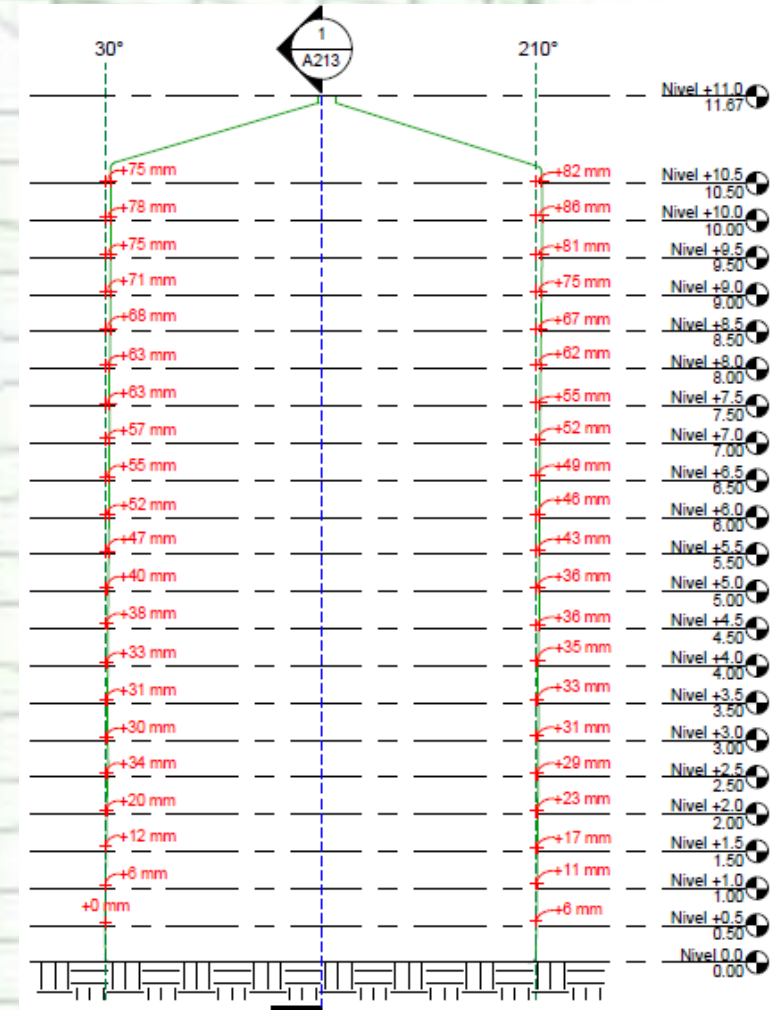
Escaneo Laser 3D de Tanques de Almacenamiento o Recipientes Sujetos a Presión



Dimensionamiento de equipos a través de escaneo laser 3D por medio de estación total o dron.

- Evaluación de verticalidad
- Evaluación de redondez
- Evaluación de asentamiento

Evaluaciones con respecto a códigos de diseño o de integridad mecánica. Si una equipo esta fuera de rango de acuerdo al código, se realiza un análisis Fitness-For-Service Nivel 3 para determinar la estabilidad estructural del equipo.

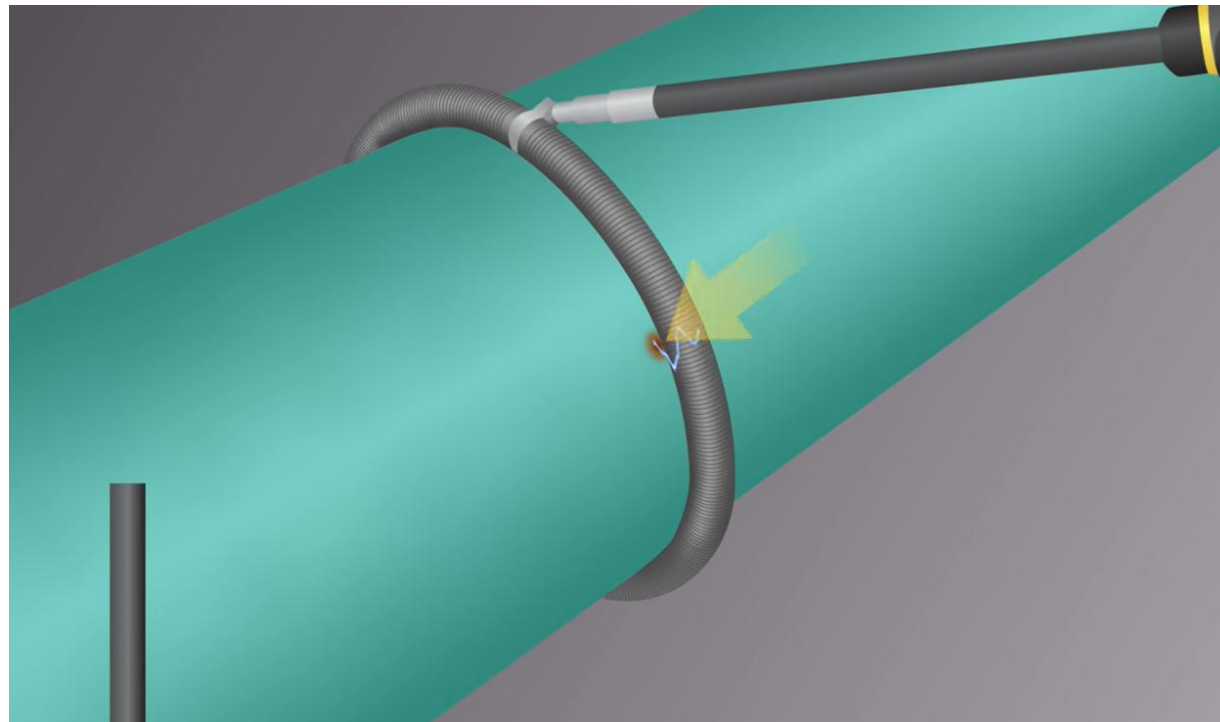


EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Prueba Holiday de Alto Voltaje en Recubrimientos Anticorrosivos

Te permite identificar defectos en el recubrimiento anticorrosivo que no son visibles a simple vista como poros, grietas, adelgazamiento en activos estáticos, dinámicos, estructura o piezas en general. Para evitar la corrosión localizada debido al contacto del acero con el fluido corrosivo o contacto con el medio ambiente.

- Examinación en recubrimiento anticorrosivo de superficie interna en tanques de almacenamiento para evitar corrosión localizada debajo del recubrimiento.
- Examinación en recubrimiento anticorrosivo de tuberías enterradas o tuberías en las que el recubrimiento anticorrosivo debe proteger contra el medio ambiente corrosivo.
- Examinación de piezas en general.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Corrientes Eddy Pulsadas (PECT)



Examinación basada en la inducción de corrientes Eddy en el acero en combinación con un campo magnético pulsado.

- Detección de corrosión y medición de espesores bajo aislamiento térmico **sin necesidad de remover el aislamiento.**
- Medición de espesores a altas temperaturas hasta 550°C.
- Detección de corrosión bajo concreto ignífugo.
- Medición de espesor en zona crítica del fondo de tanques de almacenamiento desde el exterior.
- Detección de corrosión en faldones y silletas de recipientes.
- Medición de espesores en componentes severamente corroídos sin necesidad de limpiar, lo que disminuye riesgos de fuga.
- Medición de espesores en elementos con reparaciones no metálicas como vendas



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Dron con Cámara Térmica para Examinación Visual Remota (sólo en exteriores)

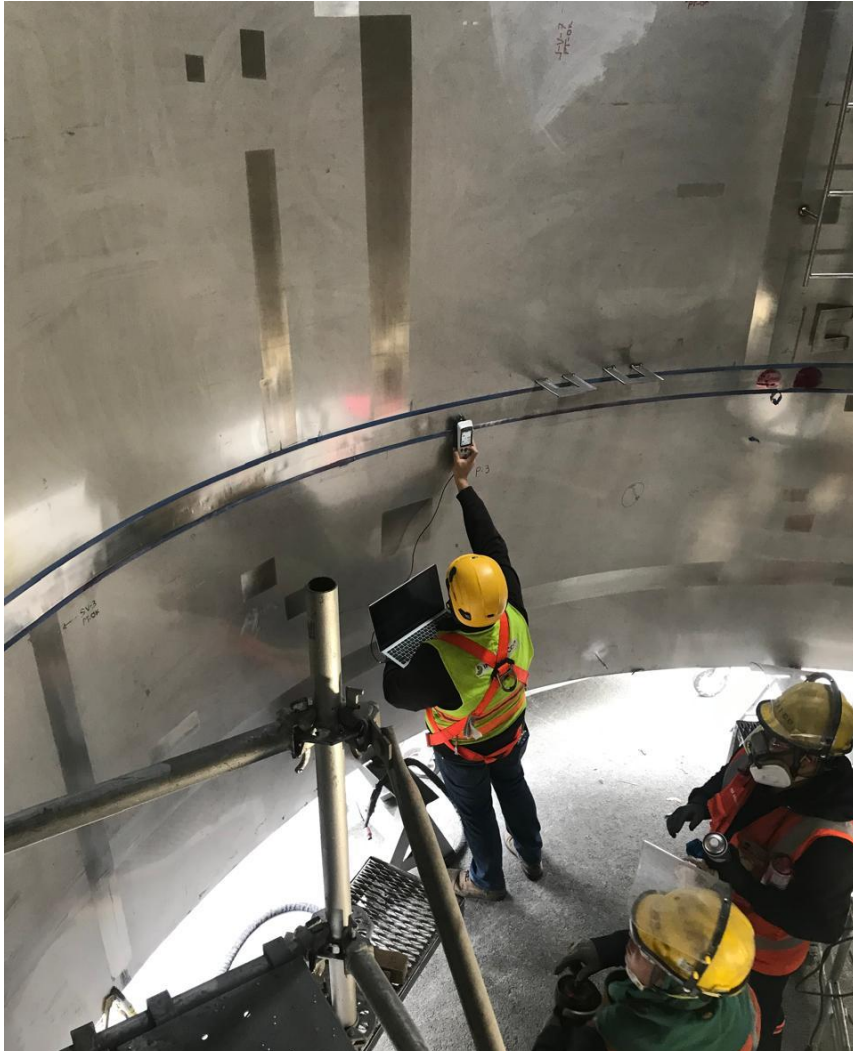
Examinación visual remota y examinación termográfica remota. La termografía es una buena opción cuando se necesita una detección rápida, en servicio y sin contacto, para identificar anomalías térmicas relacionadas con daños en el aislamiento, fugas, problemas de flujo y posible degradación, especialmente en activos estáticos grandes o de difícil acceso en sectores industriales.

- Detección de problemas de aislamiento.
- Identificación temprana de pérdidas de calor e ineficiencia energética.
- Detección de fugas en sistemas térmicos.
- Indicación de flujo y bloqueos.
- Detección de corrosión y adelgazamiento de paredes.
- Inspección rápida de áreas extensas y áreas de difícil acceso.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Rugosidad en Superficies



La prueba de rugosidad de superficie es una buena opción cuando la condición de la superficie afecta directamente la limpieza, la adhesión del revestimiento, la resistencia a la corrosión, el rendimiento del sellado, el comportamiento del flujo o la calidad de la examinación, lo que la convierte en una valiosa herramienta de control de calidad y confiabilidad para activos industriales estáticos.

- Crítico para un servicio higiénico y sanitario (alimentos y bebidas).
- Evaluación antes de aplicar recubrimientos o revestimientos.
- Reducción del riesgo de corrosión e incrustaciones.
- Mayor fiabilidad de la inspección.
- Apoyo a la eficiencia del flujo y al control de la caída de presión.
- Control de calidad durante la fabricación y las reparaciones.
- Cuando se requiere un sellado preciso.
- Evaluación después del maquinado o la fabricación de piezas.



EXAMINACIÓN POR MEDIO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Pruebas Convencionales

Líquidos Penetrantes



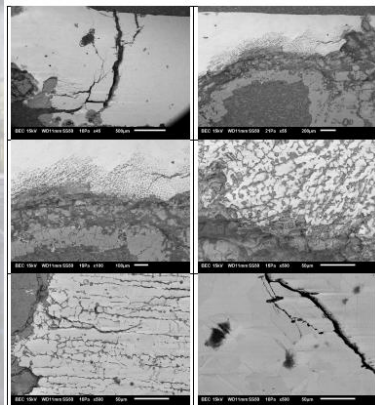
Partículas Magnéticas



Caja de Vacío



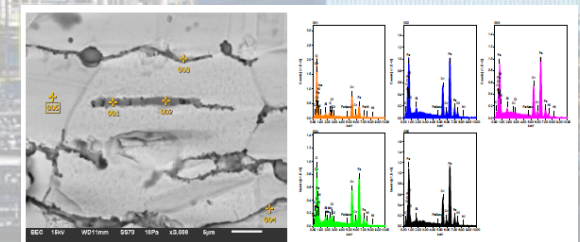
Metalografías



Dureza



Pruebas de Laboratorio



Sitio	Fe	O	C	Na	Si	S	Cl	Cr	Ni	Mo
1	30.65	22.63	4.31	0.89	0.92	1.54	1.46	33.14	4.46	
2	66.21	3.27	3.06		0.75			19.1	7.61	
3	65.20	2.44	3.76		0.61		0.30	19.98	7.54	
4	50.65	10.01	8.4		0.76		1.24	20.9	5.81	2.23
5	69.79		3.05		0.66			18.55	7.94	
Promedio	56.52	9.59	4.52	0.89	0.74	1.54	1.03	22.33	6.67	2.23
Des. Est.	16.21	9.34	2.23	0	0.12	0	0.56	6.11	1.49	0



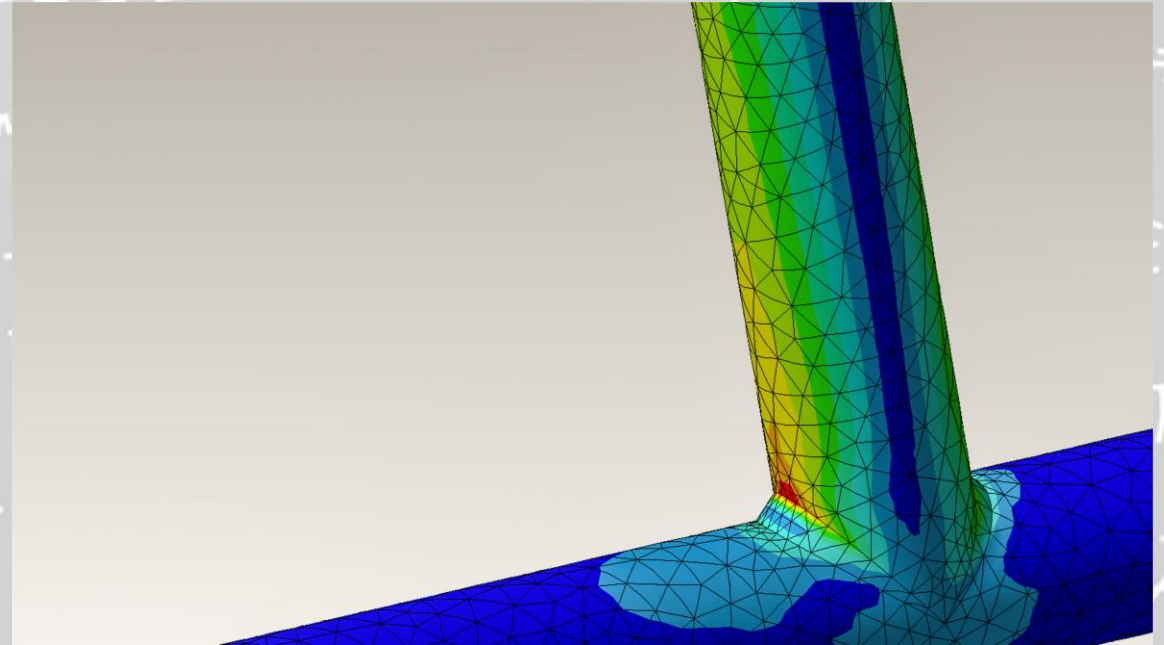
EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA

Fitness-For-Service

Tipos de análisis:

- Evaluación de ruptura por fragilización.
- Evaluación de pérdida de metal general o local (corrosión, erosión, entre otras).
- Evaluación de corrosión por picadura.
- Evaluación de laminaciones.
- Evaluación de daño por fatiga o de defectos tipo grieta.
- Análisis de pruebas de presión para tubería y equipo.
- Evaluación de ampollas de hidrógeno y daño por hidrógeno asociado con agrietamiento inducido por hidrógeno (HIC) y agrietamiento indicado por hidrógeno con esfuerzos orientados (SOHIC).
- Evaluación de abolladuras, golpes (dejando surco) y una combinación de ambos.
- Evaluación de desalineación de la soldadura y distorsiones en el cuerpo (circunferencia).
- Evaluación de componentes que operan en el régimen de fluencia.
- Evaluación de daño por fuego.
- Evaluación de óxido (magnetita) y metal en tubos de calderas (interno y externo).
- Entre otros...

Evaluaciones Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3

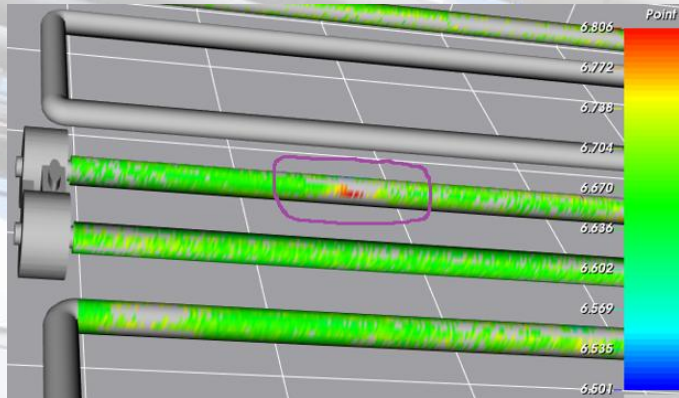


Recomendación sobre la confiabilidad de un componente, sobre operar-reparar-reemplazar. Determinando la vida útil remanente, y reduciendo necesidades y costos de reparación donde las reparaciones son inevitables.



EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA Fitness-For-Service

EJEMPLO DE SERVICIO: *Fitness-For-Service Nivel 3 con respecto a corrosión localizada en tubos de Calentador*



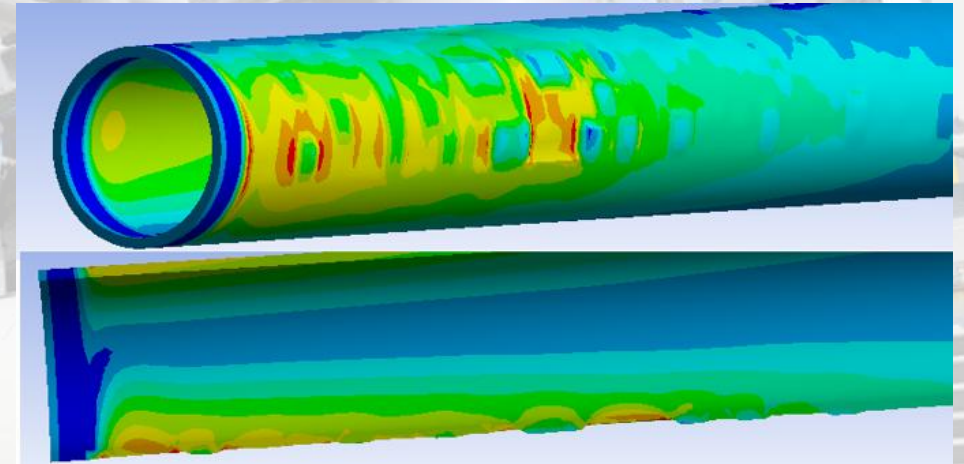
Mapeo de Corrosión

Modelado de cargas:

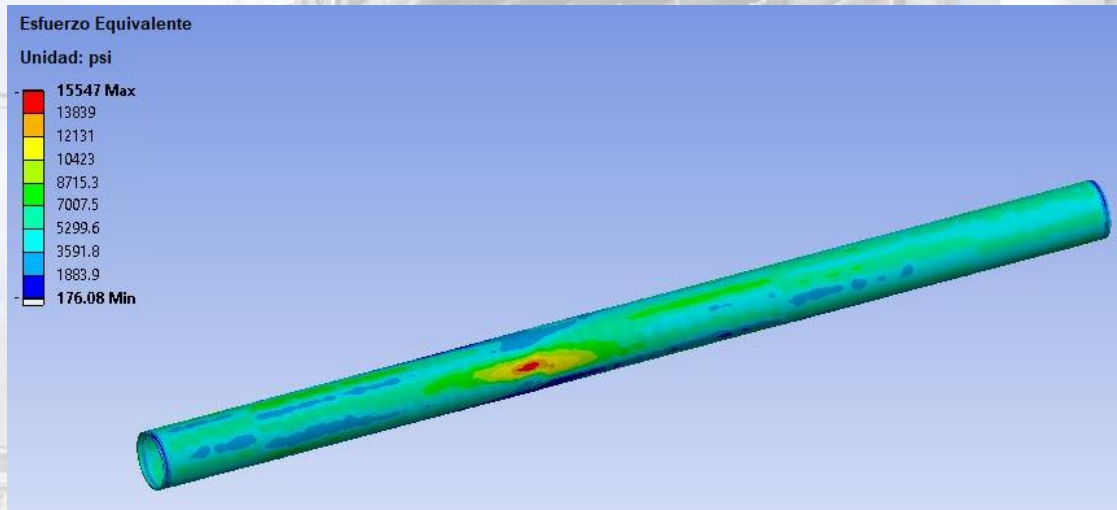
- Presión interna
- Carga muerta
- Carga viva
- Etc...

Evaluación de espesores debido a corrosión localizada interna y externa

Análisis de esfuerzo elástico-plástico a través de elementos finitos.



- Protección contra colapso plástico
- Protección contra falla local

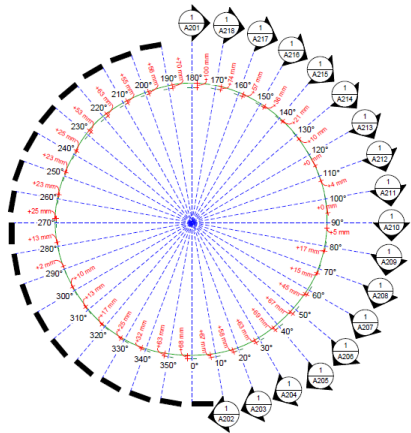


Casos de Carga vs. Inestabilidad Estructural



EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA Fitness-For-Service

EJEMPLO DE SERVICIO: *Fitness-For-Service Nivel 3 con respecto deformación en verticalidad y redondez de Tanque de Almacenamiento Atmosférico*



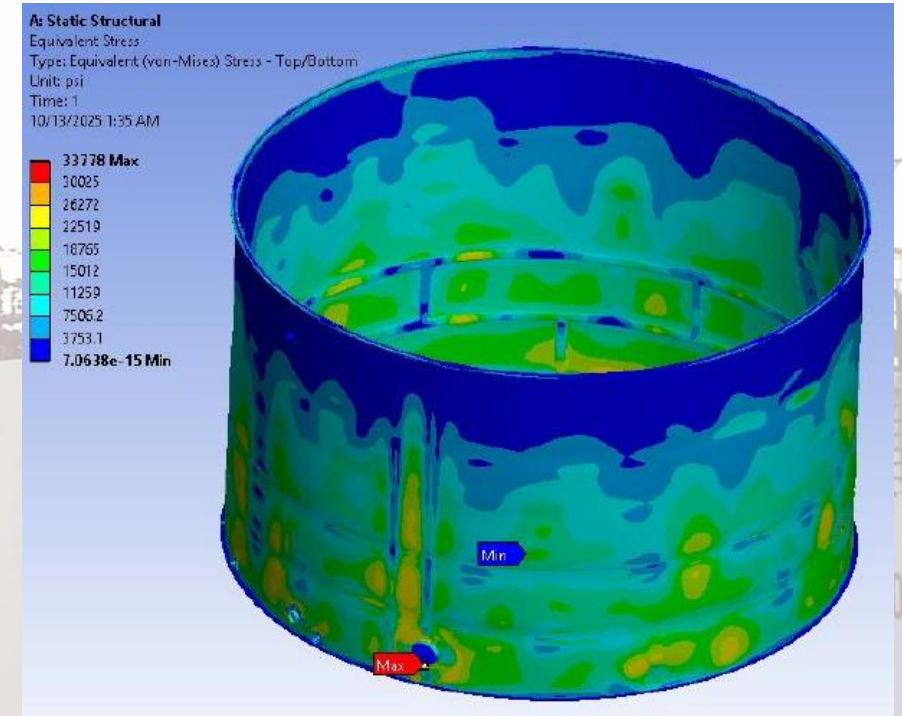
Modelado de cargas:

- **Carga hidrostática**
- **Carga muerta**
- **Carga viva**
- **Viento**
- **Sismo**
- **Etc...**

Se modelan desfases de redondez y verticalidad en Tanque de Almacenamiento Atmosférico



Análisis de esfuerzo elástico-plástico a través de elementos finitos.



- **Protección contra colapso plástico**
- **Protección contra falla local**
- **Protección contra colapso por pandeo**

Casos de Carga vs. Inestabilidad Estructural



EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA Fitness-For-Service

Para tubos que trabajan en régimen de fluencia (creep) o cerca del punto de fluencia

EJEMPLO DE SERVICIO: Prueba de Fluencia en Tubo de Reformador

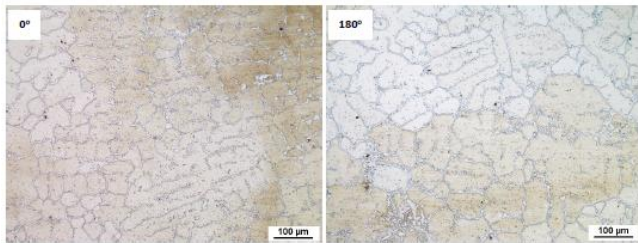


Figure 4. Representative photomicrographs of the tube mid-wall microstructure (Original magnification: 200X; etched with modified Kalling's reagent)

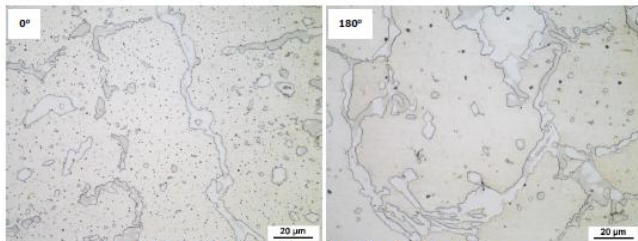


Figure 5. Representative photomicrographs of the tube mid-wall microstructure (Original magnification: 1000X; etched with modified Kalling's reagent)

Tubos de:

- Caldera (sobrecalentador, recalentador, primarios y secundarios)
- Reformador de Hidrogeno
- Horno Catalíticos
- Calentadores/Hornos

Definir cuando las propiedades mecánicas de los tubos han sido afectadas por la fluencia y cambiar los tubos antes de hacer gastos por fallas constantes.

Table 6: Remaining Life as a Function of Tube Metal Temperature

Tube Metal Temperature (°C)	Remaining Life (Years)*
810	100+
850	100+
900	94.6
920	31.1
940	10.6
960	3.7
980	1.4
1000	0.5

Table 3. Creep test results

Specimen	T(°C)	σ (MPa)	Time to Rupture (hrs.)	LMP
A	1010	17.25	557	32.904
B	960	22.4	630	31.687
C	1020	15.2	848	33.396
D	1030	13.8	935	33.710
E	1040	11.7	1826	34.350

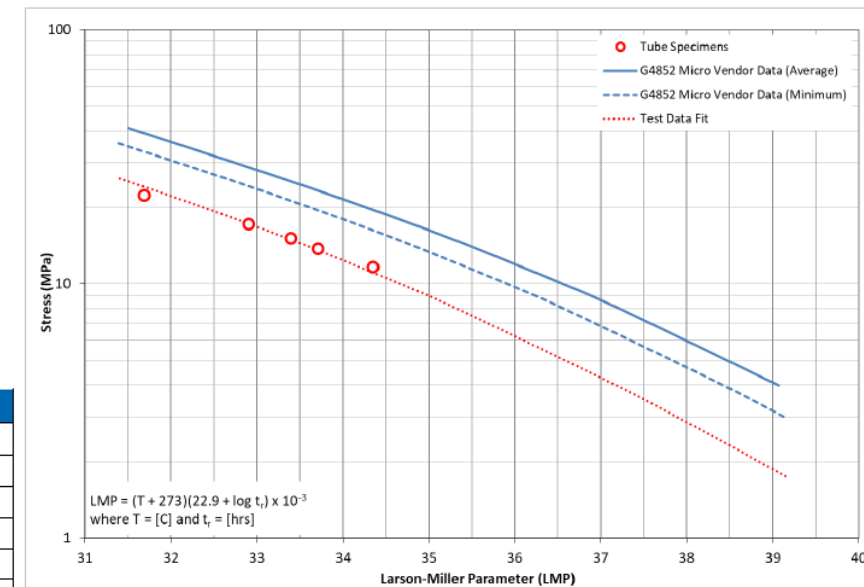
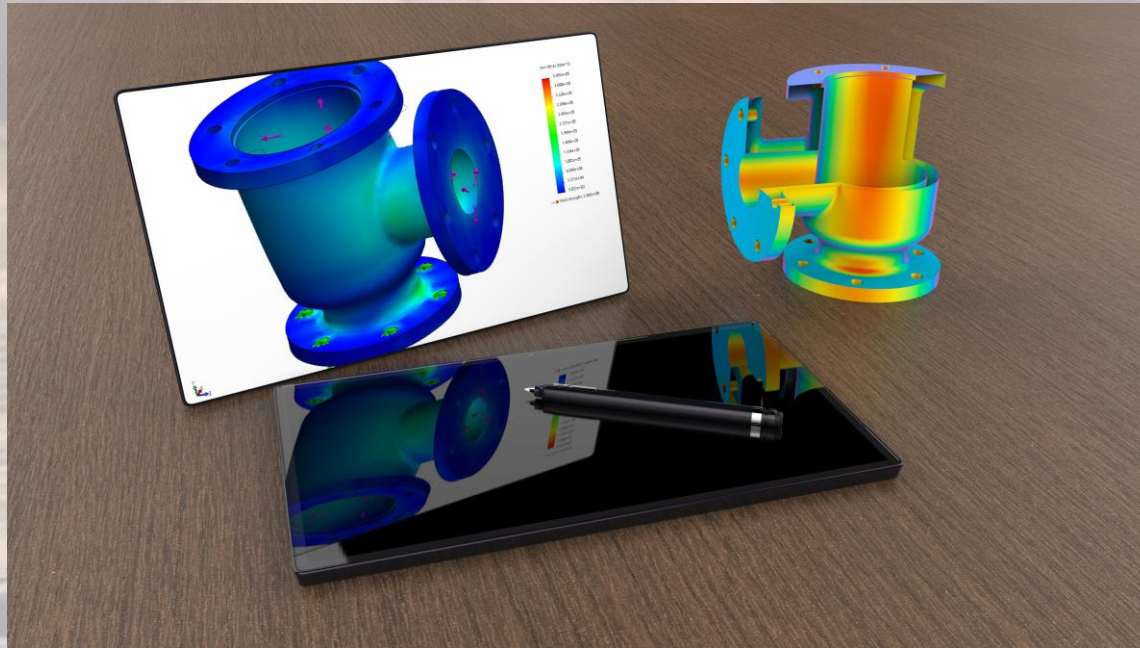


Figure 8. Stress vs. LMP plot showing test results from the SMR tube specimens along with the minimum and average Larson-Miller curves for as-cast Centralloy G4852 Micro alloy.



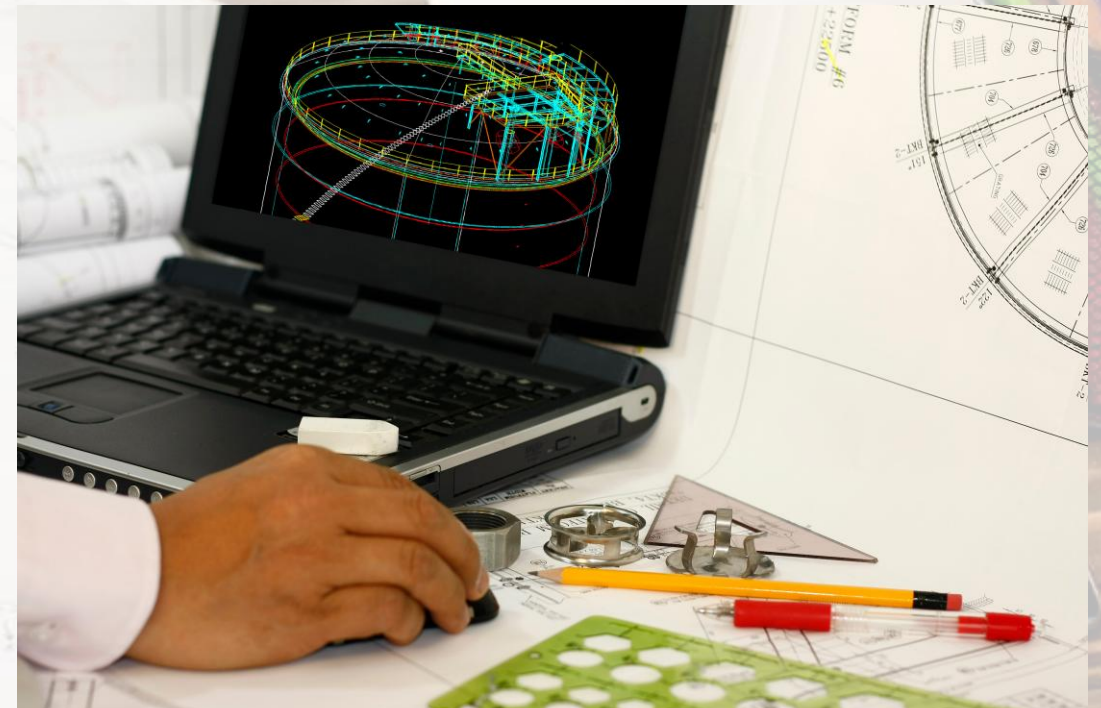
ANÁLISIS DE INGENIERÍA

Resolución de problemas de ingeniería...



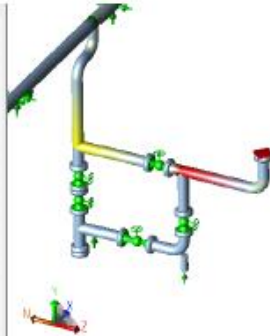
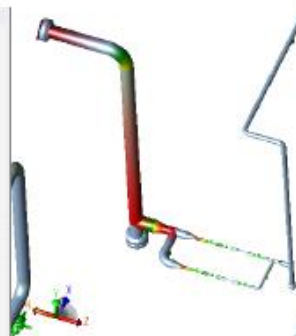
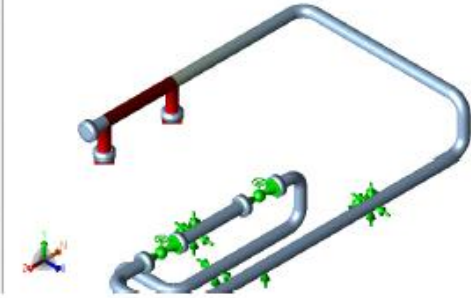
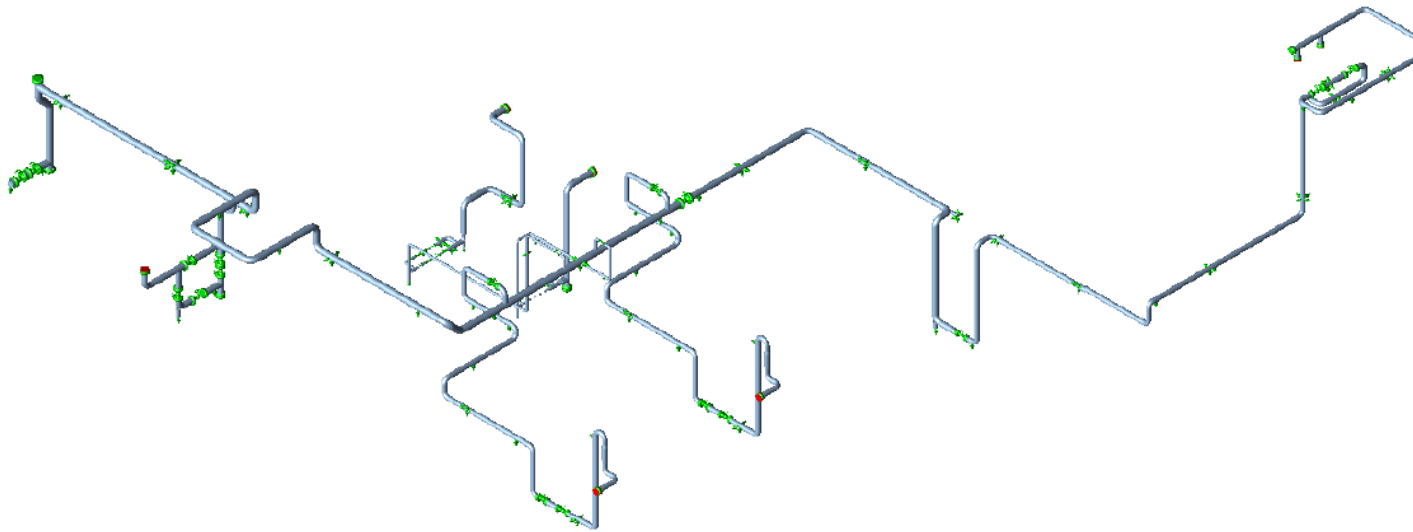
- Evaluación de transferencia de calor.
- Análisis de falla/causa raíz, entender el mecanismo de falla .
- Análisis de vibración.
- Análisis de residuos químicos SEM/EDS/XRD.

- Análisis de elementos finitos.
- Evaluación mecánica de sólidos de esfuerzos, deformación, desplazamientos y capacidades.
- Análisis de fatiga.
- Análisis dinámicos de fluidos.



ANÁLISIS DE INGENIERÍA

EJEMPLO DE SERVICIO: *Evaluación de esfuerzos y desplazamientos en sistema de tubería*



Evaluación de cargas:

- Hidrostáticas
- Sostenidas
- De expansión
- De operación
- Ocasionales



Análisis de:

- Esfuerzos
- Desplazamientos
- Fuerzas y Momentos
- Lift-off (puntos volados)

La evaluación te permite confirmar el correcto diseño de la ruta de la tubería, el material y espesor de la tubería, tipos de soportes secundarios y ubicaciones de soportes, entre otras cosas. Ya sea para la fabricación de un sistema de tubería nuevo o un cambio o modificación en una sistema existente. O para evaluar un sistema de tubería en servicio (existente) que esta generando sobre esfuerzos (fallas) en alguna ubicación.



ANÁLISIS DE INGENIERÍA

CONTINUACIÓN DE EJEMPLO DE SERVICIO: *Evaluación de esfuerzos y desplazamientos en sistema de tubería*

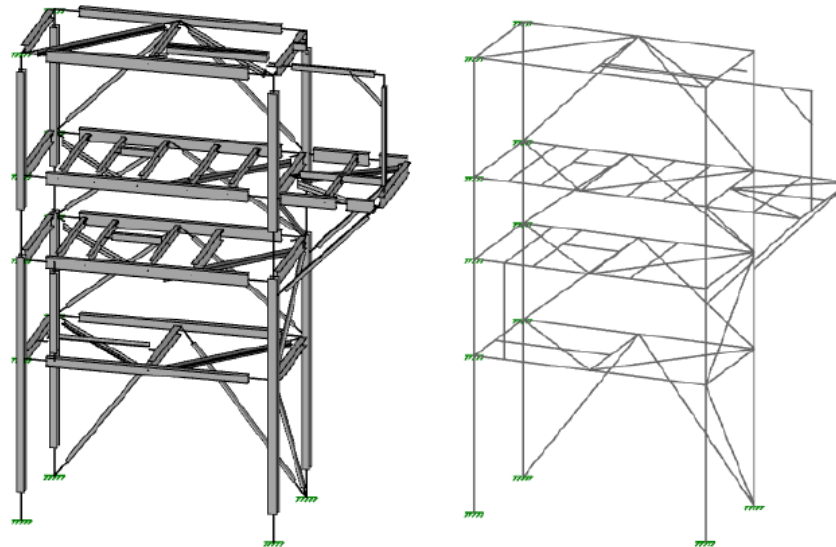
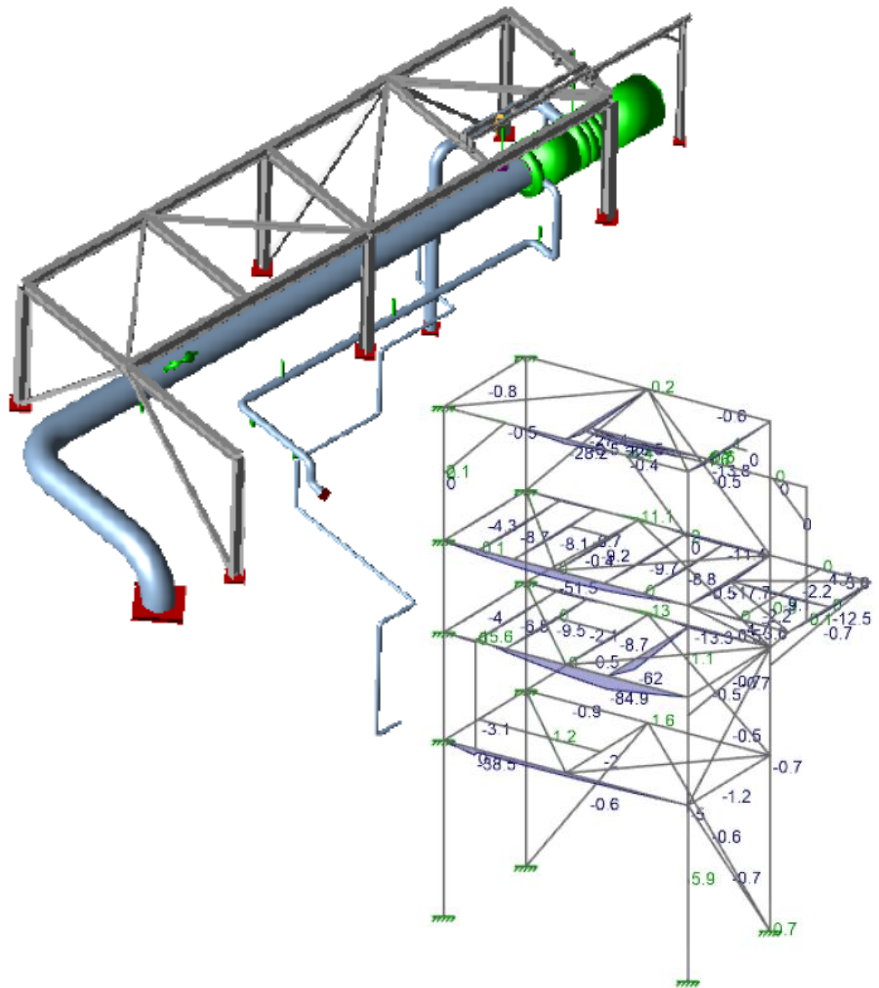


Figura 3. Estructura modelada y evaluada.

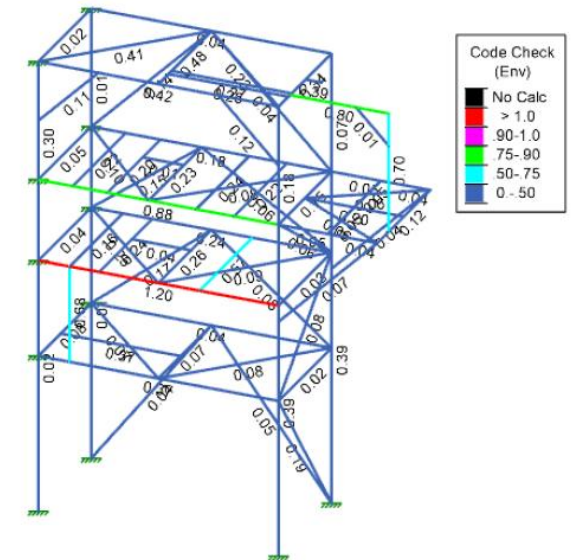


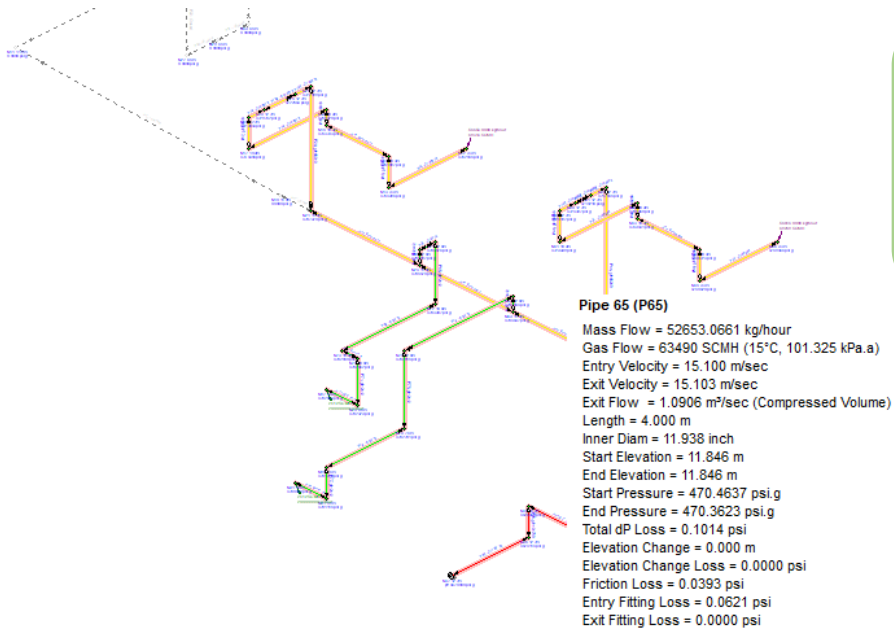
Figura 33. Resultados de estabilidad estructural en estructura.

Evaluación de soportes primarios (columnas, vigas, etc..) para determinar si la estructura (soporte primario) tiene la estabilidad estructural necesaria debido a las fuerzas ejercidas por los soportes secundarios (soportes de carga variable, colgadores, etc...). Y asegurar que no se tenga suficientes deflexiones que le genere un traslado al sistema de tubería.



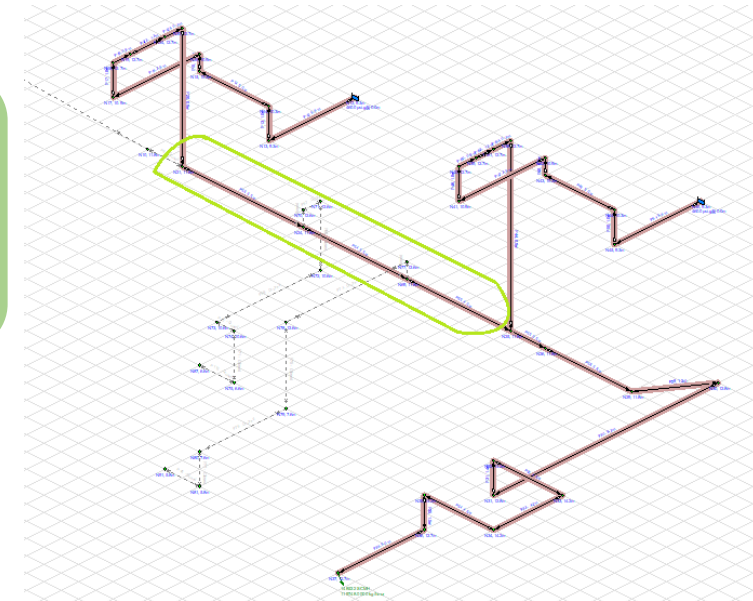
ANÁLISIS DE INGENIERÍA

EJEMPLO DE SERVICIO: Evaluación de flujos (caídas de presión, velocidad, flujo) en sistemas de tubería

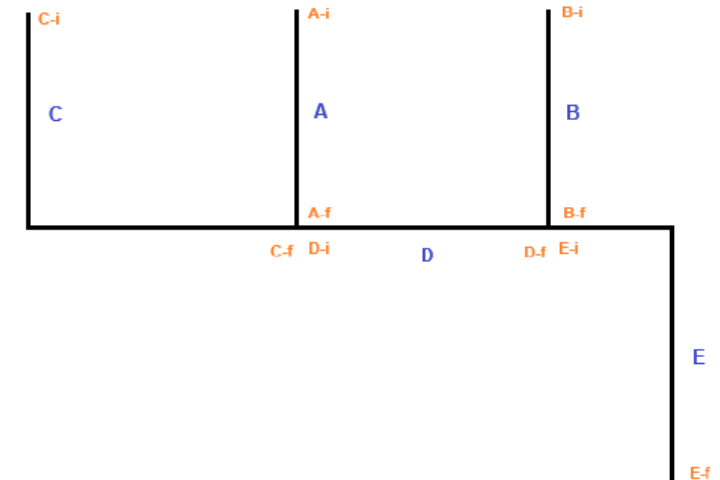


La evaluación del flujo de fluidos te permite confirmar el correcto flujo másico, velocidad, caída de presión, entre otros parámetros, en los diferentes puntos de un sistema de tubería.

Los cambios de dirección, diámetros, intersecciones y ramales de tubería, entre otras cosas, generan cambios en los parámetros del flujo que pueden afectar los parámetros de entrada que ocupas en tus equipos de proceso.



HRSG A Y HRSG B - 5 DE DICIEMBRE DEL 2023 - ESCENARIO EN PUNTO 550 - Diferencia de flujo másico de 14,920 lb/h										
SEGMENTO	PRESIÓN (PSI)	TEMPERATURA (F°)	FLUJO MÁSIICO (LB/HR)	FLUJO VOLUMETRICO (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)	DENSIDAD (KG/M3)	VISCOCIDAD DINÁMICA (CP)	NO. DE REYNOLDS	DIÁMETRO NECESARIO (PLG)	DP [CAÍDA DE PRESIÓN] (PSI)
A	483.43	597.72	120,730	1.1	34.13	13.8	0.0205	4,657,497	7.981	5.51
B	482.05	602.26	120,757	1.11	34.46	13.68	0.0206	4,661,638	7.981	5.56
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D (input de flujo másico)	476.89	597.72	120,730	1.11	15.48	13.64	0.0205	3,123,178	11.938	0.40
E (input de flujo másico total producido, sin restar lo de deaeradores)	474.48	601.75	241,490	2.25	31.29	13.52	0.0206	6,227,021	11.938	3.33



ANÁLISIS DE INGENIERÍA

EJEMPLO DE SERVICIO: *Análisis de causa raíz de falla*

Falla de fuga por goteo debido a corrosión en tubería de Acero inoxidable 304L

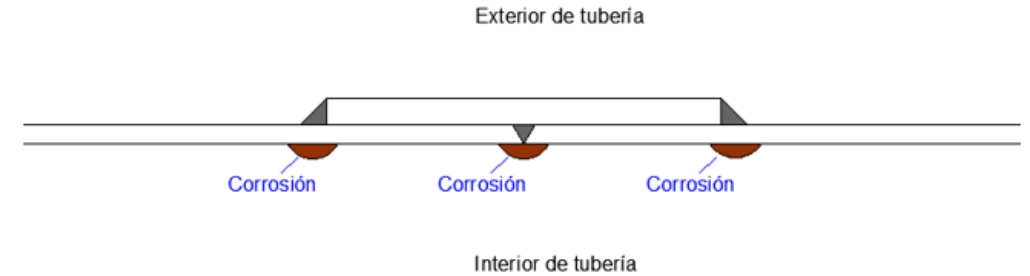
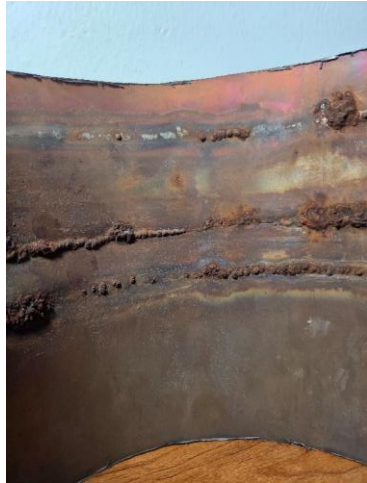
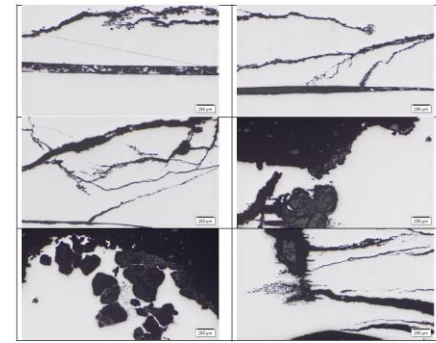


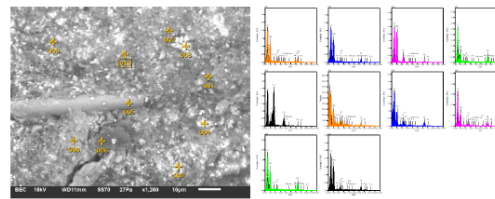
Imagen 2. Bosquejo de tubería con mecanismo de daño por corrosión localizada en zonas donde hubo algún calor en el material debido a soldadura.

UN ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ DE FALLA...

- Debe llevarse a cabo cuando ocurre una falla crítica, una fuga, un paro no planeado, daños recurrentes o cualquier evento que pueda comprometer la integridad mecánica de un equipo o la continuidad del proceso.
- Ayuda a identificar el origen real del problema y evitar que se repita.
- Permite establecer acciones correctivas efectivas, mejorando la confiabilidad y vida útil de los equipos.

Fases encontradas.

Visible	Ref. Code	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	98-010-8081	Hematite	-0.370	0.895	Fe ₂ O ₃
*	98-005-2947	Chromium Iron Carbide (2/14/1)	-0.268	0.782	C ₁ Cr ₂ Fe ₁₄
*	98-004-2019	Gehlenite	-0.123	0.398	H _{0.22} Al _{12.22} Ca ₂ O ₇ Si _{0.78}
*	98-005-9269	Calcium Ferrate(IV)	-0.384	0.338	Ca ₁ Fe ₁ O ₃
*	98-001-7686	Pyrrhotite high	0.165	0.314	Fe ₁ S ₁



Sitio	Fe	K	O	C	N	Na	Mg	Si	S	Cl	Ca	Cr	Mn	Ni
1	18.03	0.86	38.26	15.99		18.4		0.46	1.17	0.79	0.78		5.25	
2	16.63	0.34	38.52	9.41	10	19.57		0.41	0.61	0.39			1.45	2.87
3	8.08	0.44	43.44	16.48		25.71			5.32		0.54			
4	36.2	0.38	35.49	7.42		10.85		0.78	1.47				2.29	4.67
5	3.56		48.49			3.39	2.59	23.55			11.48			
6	7.2	0.58	30.34	48.57		5.92	0.6	1.05	2.05	2.5	1.19			
7	12.05	0.51	37.19	25.97	13.06	7.44		0.56	2	0.58	0.38			
8	23.64	1.21	42.52	7.59		14.03		0.41	1.98	3	0.47	5.15		
9	32.59		31.69		7.93	19.02		0.57	1.27				2.2	4.73
10	19.03		37.58	9.46	9.53	19.45		0.46	1.75	0.4	0.7			1.64
Promedio	17.7	0.62	38.35	17.61	10.13	14.38	1.6	3.14	1.96	1.28	2.22	5.15	2.79	3
Dev. Est.	10.73	0.31	5.43	13.99	2.15	7.24	1.41	7.66	1.34	1.16	4.09	0	1.68	1.53



RECOMENDACIÓN DEL ALCANCE DE REPARACIÓN Ó MODIFICACIÓN

Reparaciones mecánicas

Desarrollo de procedimientos de reparación. Recomendaciones para que el alcance de reparación o modificación cumpla con códigos de diseño, siguiendo practicas recomendadas de códigos post-construcción.

Reparaciones soldadas

Control y Aseguramiento de Calidad durante reparación, para asegurar que se cumpla de manera correcta con:

- **Código de diseño o post-construcción**
- **WPS**
- **PQR**
- **WPQR**
- **Examinación no destructiva de calidad post reparación**
- **Entre otros**

Reparaciones con materiales no-metálicos



INGENIERÍA DE DETALLE

Desarrollo de:

- **Dibujo computarizado**
- **Modelos 3D**
- **Diagramas de flujo**
- **Isométricos**
- **P&ID (Piping and Instrumentation Diagrams)**
- **Dimensionamiento de dispositivos de seguridad**

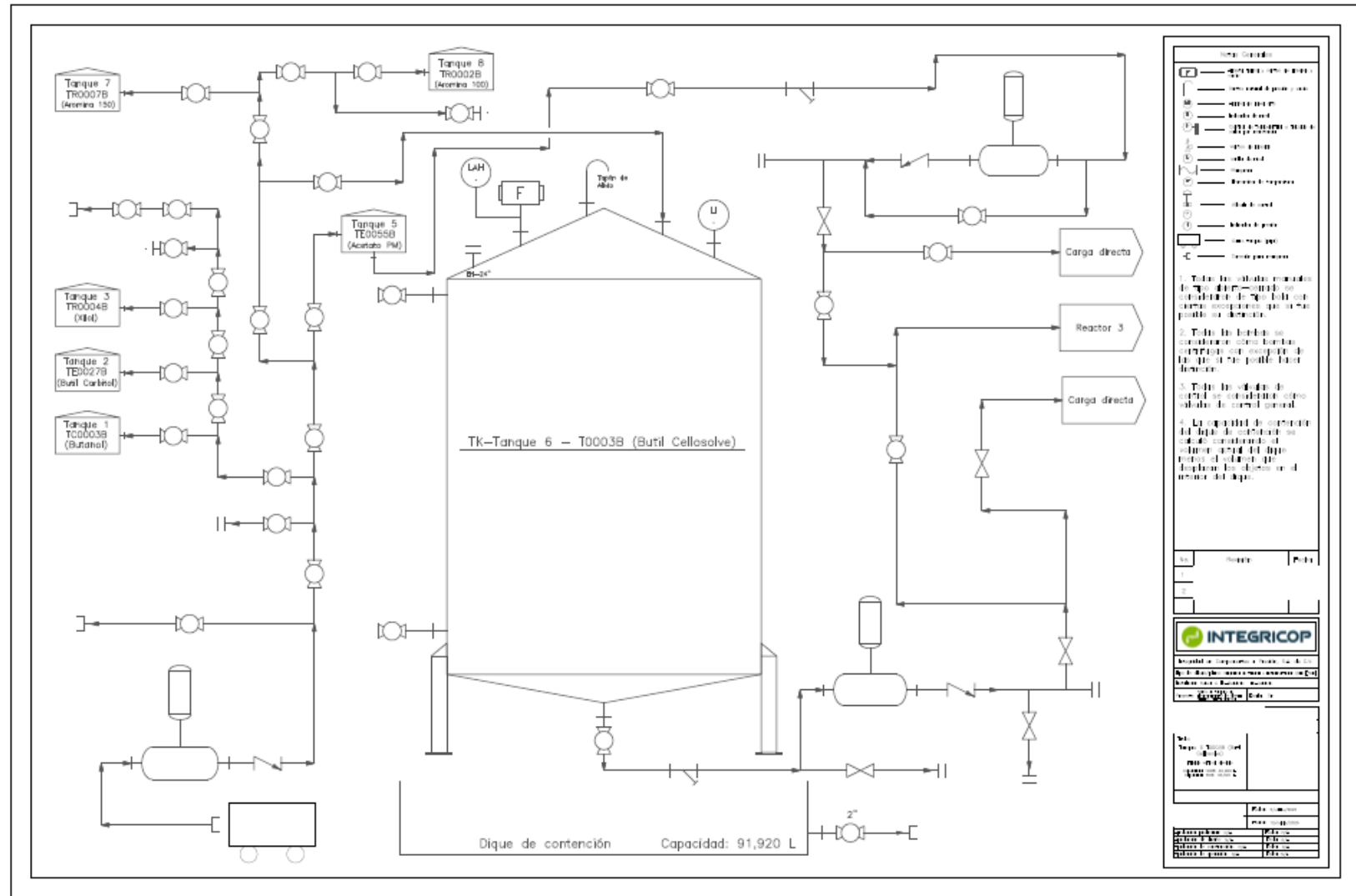
En sistemas (equipos de proceso) actuales y nuevos.



ANÁLISIS DE INGENIERÍA

EJEMPLO DE SERVICIO: *Desarrollo de Diagrama de Tubería e Instrumentación (P&ID's)*

- Contar con un Diagrama de Tubería e Instrumentación (P&ID) es fundamental porque proporciona una representación clara y detallada del proceso, facilitando la comprensión de cómo interactúan los equipos, las tuberías y los sistemas de control.
- Es clave para operar y mantener la planta de forma segura, ya que permite identificar válvulas, dispositivos de protección, rutas de flujo y puntos críticos, reduciendo el riesgo de errores operativos y accidentes.
- Además, sirve como documento base para inspecciones, gestión de integridad mecánica, modificaciones y cumplimiento normativo, contribuyendo a la confiabilidad y continuidad de las operaciones.



ANÁLISIS DE INGENIERÍA

EJEMPLO DE SERVICIO: Dimensionamiento de dispositivos de seguridad

- Contar con un cálculo adecuado de venteo es esencial para proteger los equipos de proceso contra condiciones de sobrepresión o vacío que puedan provocar deformaciones, fallas estructurales o incluso explosiones..

- Permite dimensionar correctamente los dispositivos de alivio y respiración para manejar escenarios de operación y de emergencia, como cambios térmicos, reacciones, bloqueos o fallas en el control.

- Además, contribuye al cumplimiento de normas de seguridad, protege al personal y al medio ambiente, y garantiza la continuidad operativa al reducir la probabilidad de paros no programados.

INTEGRICOP		CÁLCULOS DE VENTEO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO	
INFORMACIÓN DE SERVICIO			
Fecha:	8 de julio del 2025	Cliente:	Revisión: 1
Ubicación de tanque:		Proyecto:	Dimensionamiento de dispositivos de seguridad
Criterio de cálculo:	API 2000	No. de reporte:	TQ5-VE_Acetato_01
Documento realizado por:		Documento revisado por:	
INFORMACIÓN DEL TANQUE			
Tag:	Fluido almacenado: Acetato	No. de P&ID:	
Tipo de tanque:	Vertical Elevado	Diámetro (m):	3.35
Capacidad máxima (m ³):	40	Aislamiento térmico (Si/No):	No
		Doble pared (Si/No):	No
CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DEL TANQUE			
Max flujo de llenado (m ³ /hr):	100	Factor C:	6.5
Max flujo de vaciado (m ³ /hr):	100	Área superficial total de tanque (cuerpo+techo) [m ²):	66.22
Espesor de aislamiento térmico (m):	-----	Coefficiente interior de transferencia de calor [W/(m ² ·K)]:	-----
Conductividad térmica del aislamiento térmico [W/(m·K)]:	-----	Área superficial aislada [m ²):	40
Entrada de calor por exposición al fuego (W):	3,406,050	Factor ambiental:	1
Calor latente de vaporización del fluido almacenado a la P y T de alivio (J/kg):	390,000	Temp. absoluta del vapor de alivio (K):	350.25
		Masa molecular relativa del vapor:	88.11
CÁLCULOS DE VENTEO			
CAPACIDAD DE FLUJO REQUERIDO DEBIDO A CARGA Y DESCARGA			
	FLUIDO NO VOLÁTIL:	FLUIDO VOLÁTIL:	FLUIDO CON DESTELLO INSTANTANEO:
Venteo hacia el exterior por carga de tanque	$\dot{V}_{op} = \dot{V}_{pf}$	$\dot{V}_{op} = 2.0 \cdot \dot{V}_{pf}$	$\dot{V}_{op} = \dot{V}_{pf} * 8$
	= ----- m ³ /hr aire	= 260.71 m ³ /hr aire	= ----- m ³ /hr aire
Venteo hacia el interior por descarga de tanque	$\dot{V}_{op} = \dot{V}_{pe}$		
	= 100 Nm ³ /hr aire		
CAPACIDAD DE FLUJO REQUERIDO DEBIDO A CAMBIOS TÉRMICOS			
Factor de reducción por aislamiento térmico completo	$R_{in} = \frac{1}{1 + \frac{h \cdot L_{in}}{\lambda_{in}}}$	Factor de reducción por aislamiento térmico parcial	$R_{sup} = \frac{A_{sup}}{A_{TTS}} \cdot R_{in} + \left(1 - \frac{A_{sup}}{A_{TTS}}\right)$
	= -----		= -----
		Factor de reducción por doble pared	$R_c = 0.25 + 0.75 \frac{A_c}{A}$
			= -----
Venteo hacia el exterior por cambio térmico	$\dot{V}_{OI} = Y \cdot V_{tk}^{0.9} \cdot R_c$	Venteo hacia el interior por cambio térmico	$\dot{V}_{II} = C \cdot V_{tk}^{0.7} \cdot R_c$
	= 8.85 Nm ³ /hr aire		= 85.97 Nm ³ /hr aire
CAPACIDAD DE FLUJO REQUERIDO POR EXPOSICIÓN A INCENDIO EXTERNO (VENTEO DE EMERGENCIA)		VENTEO REQUERIDO A CONSIDERAR:	
$q = 906.6 \cdot \frac{Q \cdot F}{L} \cdot \left(\frac{T}{M}\right)^{0.5}$		VENTEO REQUERIDO POR OPERACIÓN NORMAL → HACIA EXTERIOR = 269.56 Nm ³ /hr aire	
= 11,151.47 Nm ³ /hr aire		OPERACIÓN NORMAL → HACIA INTERIOR = 185.97 Nm ³ /hr aire	
		VENTEO REQUERIDO POR EMERGENCIA → 11,151.47 Nm ³ /hr aire	
		Se requiere arrestaflama: SI	
*NOTAS: 1.- El venteo por operación normal debe ser por medio de una válvula de presión y vacío o venteo abierto. 2.- El venteo por emergencia puede ser a través de la válvula de presión y vacío con una capacidad mínima de 11,151.47 Nm ³ /hr ó con un dispositivo de seguridad adicional.			
Integridad mecánica en componentes sujetos a presión, reduciendo riesgos con impacto a la seguridad de las personas, medio ambiente y economía de la empresa, evitando la pérdida de contención y paros no programados. www.integricop.com Teléfono: +52 (81) 81 90 80 88			



EVALUACIÓN DE RIESGO

- Control de riesgos a través del control de la probabilidad de falla, y conocimiento y medidas para mitigar su consecuencia.
- Gestión de riesgo a través de la integridad mecánica, identificando limitantes, responsabilidades y vida útil remanente.
- Evaluación de vulnerabilidad



ALGUNOS DE NUESTROS CLIENTES



ALGUNOS DE NUESTROS PROYECTOS

- Prueba de fluencia acelerada para determinar vida remanente en tubo de reformador de planta de producción de hidrogeno a través de reformación de vapor y metano.
- Análisis de causa raíz de falla por corrosión en placas de intercambiador de calor de placas.
- Escaneo laser 3D en cinco tanques de almacenamiento vertical para evaluar la integridad mecánica con respecto a redondez, verticalidad y asentamiento.
- Fitness-for-service Nivel 3 en tubos de calentadores de fuego directo de destilación de gasolina y diesel para determinar protección contra el colapso plástico y falla local debido a corrosión localizada y general.
- Evaluación de diseño (memoria de cálculo y planos) de tanque de almacenamiento atmosférico conforme código de diseño.
- Examinación por medición de espesores en tambor de vapor de planta SMR.
- Examinación de fluxes en intercambiador de calor de tubo y carcasa para determinar estado actual de fluxes.
- Examinación visual, medición de espesores y arreglo de fases en recipiente de condensado frio en planta SMR.
- Estudio de integridad mecánica en tanque de almacenamiento de 5,000 m³, incluyendo pruebas no destructivas volumétricas y superficiales, escaneo laser 3D, fitness-for-service Nivel 3, y recomendaciones de alcances de rehabilitación de tanque.
- Examinación por líquidos penetrantes y ultrasonido industrial en tanque de almacenamiento de resinas.
- Elaboración de isométricos de sistemas de tubería actual.
- Fitness-for-service Nivel 3 para la evaluación de fuera de redondez y verticalidad de tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico de 3,877 toneladas.
- Examinación por ondas guiadas de medio alcance, arreglo de fases y medición de espesores en enfriador de gas crudo en planta SMR.



ALGUNOS DE NUESTROS PROYECTOS

- Evaluación de capacidades y diseño de tanque de levadura, a través de software de elementos finitos.
- Examinación de soldaduras en colector de salida (pigtailes) en modificación de tubos de reformador a través de líquidos penetrantes.
- Fitness-for-service nivel 3 a través de elementos finitos para determinar la estabilidad mecánico-estructural de dos tanques de almacenamiento atmosféricos con deformaciones y mecanismos de daño presentes.
- Estudio de integridad mecánica en sistema de almacenamiento y distribución de gasolina y diésel, examinación mediante pruebas no destructivas y análisis de integridad mecánica de 6 tanques de almacenamiento y 4 kilómetros de tubería.
- Pruebas no destructivas y análisis de integridad mecánica en sistemas de tuberías de proceso de dos plantas de CO₂, con instalación de puertos.
- Análisis de causa de raíz de falla por corrosión de picadura en tubo de intercambiador de calor.
- Estudio de integridad mecánica (examinación no destructiva y fitness-for-service) en intercambiador de calor con corrosión localizada.
- Pruebas no destructivas y análisis de integridad mecánica en tuberías con hidrógeno puro a alta presión, nitrógeno y agua de enfriamiento.
- Estudio de integridad mecánica en dos tanques de almacenamiento flotado (20,000 lts. Y 30,000 lts.) con ácido sulfúrico al 98%.
- Pruebas no destructivas y análisis de integridad mecánica en tuberías de planta de producción de hidrógeno a través de reformación de vapor y metano.
- Examinación por medición de espesores en sistemas de tuberías y recipientes sujetos a presión en planta de acetileno.



NUESTRO EQUIPO

Contamos con un equipo altamente capacitado y experimentado:

- Certificación y Calificación bajo la Practica Recomendada ASNT SNT-TC-1A en Pruebas No Destructivas como Nivel II en los métodos: Ultrasonido Industrial, Arreglo de Fases, Ondas Guiadas, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, Visual, entre otros.
- Certificación y Calificación bajo la Practica Recomendada ASNT SNT-TC-1A en Pruebas No Destructivas como Nivel III en los métodos: Ultrasonido Industrial, Arreglo de Fases, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, Radiografía, Electromagnetismo, Visual, entre otros.
- Inspector Certificado API en 570, 510, 653, entre otros.
- Ingeniero mecánico con entrenamiento en el extranjero:
 - Curso de Certificación: Pipeline Technology – Maintenance por The University of Texas at Austin Petroleum Extension
 - Curso de Certificación: B31.1 Power Piping Code por The American Society of Mechanical Engineers (ASME)
 - Curso de Certificación: Run-or-Repair Operability Decisions for Pressure Equipment and Piping Systems por The American Society of Mechanical Engineers (ASME)
 - Curso de Certificación: Piping Failures – Causes and Prevention por The American Society of Mechanical Engineers (ASME)



CONTACTO

Dirección

León Guzmán 1612 Col. Nuevo Repueblo
C.P. 64700 en Monterrey, N.L.
México

Información

info@integricop.com
Teléfono: +52 (81) 81 90 80 88
www.integricop.com

Asegurar la integridad mecánica en sistemas de tuberías y componentes sujetos a presión, reduciendo riesgos con impacto a la seguridad de las personas, medio ambiente y economía de la empresa, evitando la pérdida de contención y paros no planeados.



Integridad mecánica en sistemas de tuberías y componentes sujetos a presión