
Resumen Técnico

Referencia de la Técnica de Inspección Por Ondas Guiadas

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	2
2. FUNDAMENTOS DEL ULTRASONIDO DE LARGO ALCANCE.....	3
3. PRINCIPIO DE DETECCIÓN.....	5
4. EQUIPAMIENTO: SISTEMA TELETTEST FOCUS+.....	6
5. INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	8

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La inspección por Ondas Guiadas o Ultrasonido de Largo Alcance (LRUT) es un tipo de Ensayo No Destructivo no convencional utilizado para la detección de pérdidas de material en tuberías.

Originalmente desarrollada para detectar corrosión bajo de aislación, esta metodología de ensayo es hoy ampliamente utilizada como una herramienta visual para la rápida detección de corrosión en grandes distancias de tuberías.

A diferencia del ultrasonido convencional, donde la inspección es localizada, en el sistema de ondas guiadas la inspección se realiza empleando un anillo de transductores para emitir ondas ultrasónicas de baja frecuencia que viajan hacia ambos lados del ducto, logrando de esta manera la inspección de grandes distancias de tubería desde un único punto de aplicación, **Figura 1**.

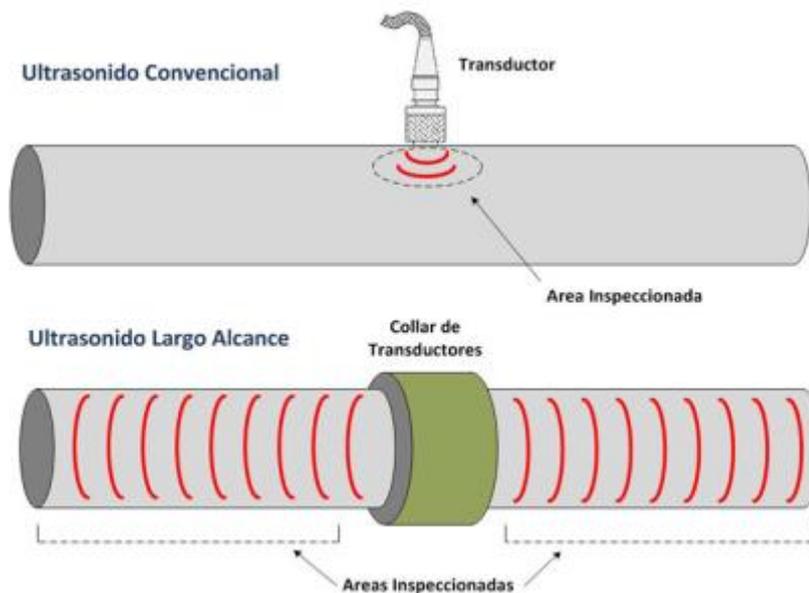


Figura 1. Ultrasonido Convencional y de Largo Alcance (ondas Guiadas).

El sistema permite la detección rápida de la degradación con el ducto en servicio, reduce los costos de acceso e inspección y evita la remoción/reposición generalizada del material aislante o revestimiento, excepto en la zona donde se coloca el anillo de transductores.

2. FUNDAMENTOS DEL ULTRASONIDO DE LARGO ALCANCE

Los ensayos de ultrasonido (UT) son utilizados extensivamente como técnica de ensayo no destructivo para detectar defectos en una amplia variedad de estructuras y componentes, tanto en su etapa de fabricación como durante su servicio.

La tecnología de Ultrasonido Convencional emplea ondas de ultrasonido en el rango de los MHz. Los pulsos viajan en un haz angosto y los ecos de los defectos localizados dentro de este haz son entonces detectados permitiendo caracterizar el defecto. El rango de inspección de este método es generalmente medido en milímetros o centímetros.

El Ultrasonido de Largo Alcance se basa en la generación de ondas de placa u ondas de Lamb. Estas, con frecuencias en el rango de los KHz, se propagan acorde a la interacción de las ondas de superficie generadas por las reflexiones (con cierto ángulo de incidencia particular) de un haz ultrasónico en las caras de una placa suficientemente fina.

Estas ondas se propagan varios metros a través del espesor del material pudiendo ser asimétricas (ondas de superficie en fase) o simétricas (ondas de superficie en contrafase), **Figura 2**.

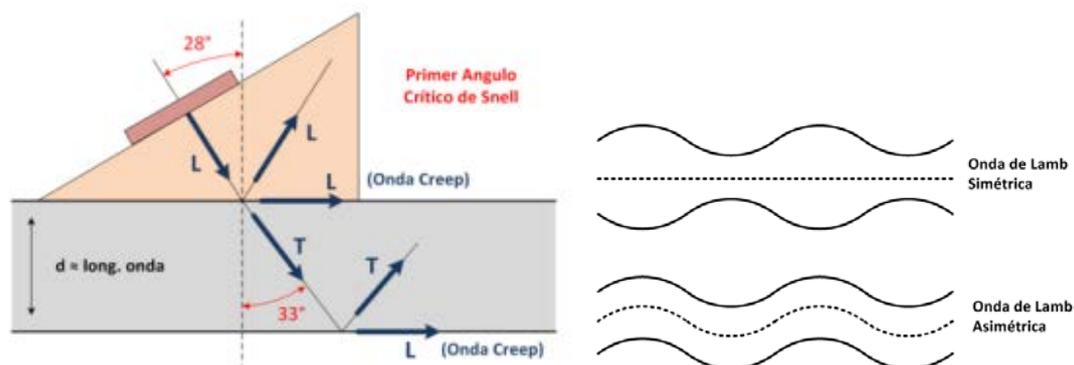


Figura 2. Ondas de Placa o Lamb.

Puede considerarse a las ondas guiadas de ultrasonido como un caso particular de las ondas de placa o Lamb viajando en este caso a través de una guía de ondas en lugar de una placa delgada, típicamente una tubería.

De este modo, las ondas guiadas ultrasónicas que pueden generarse en una tubería se clasifican según su simetría respecto al eje de la misma, **Figura 3**:

- Ondas Simétricas: Modo Longitudinal o Modo Torsional.
- Ondas Asimétricas: Modo Flexural.

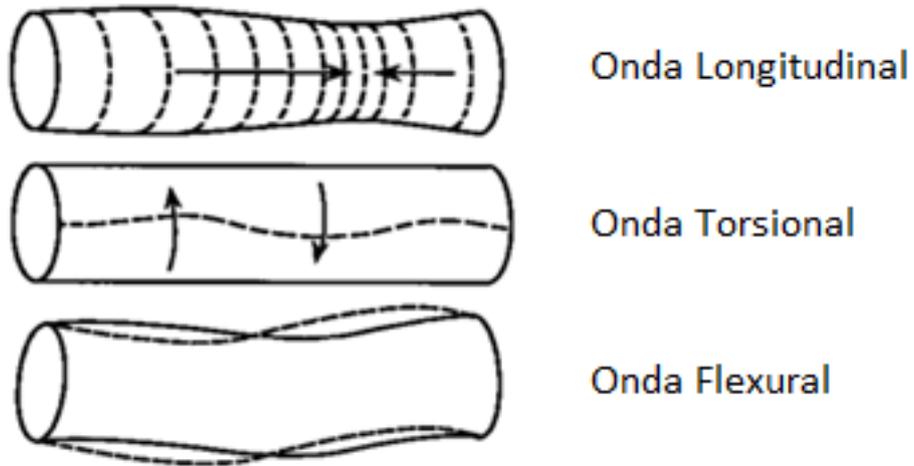


Figura 3. Tipos de Ondas Guiadas Ultrasónicas en tuberías.

3. PRINCIPIO DE DETECCIÓN

Mediante la utilización de varios anillos de transductores piezoeléctricos es posible generar ondas guiadas simétricas (longitudinales o torsionales según el sentido en que se coloquen los transductores) que se propaguen en ambos sentidos de la tubería.

El mecanismo de detección de discontinuidades se basa en que la propagación de estas ondas se encuentra determinada por la frecuencia de la onda y el espesor de la tubería. En los puntos donde la onda enfrenta un cambio en el espesor del ducto, ya sea que este se incrementa o reduce, un porcentaje de la energía rebota y regresa a los transductores, **Figura 4**.

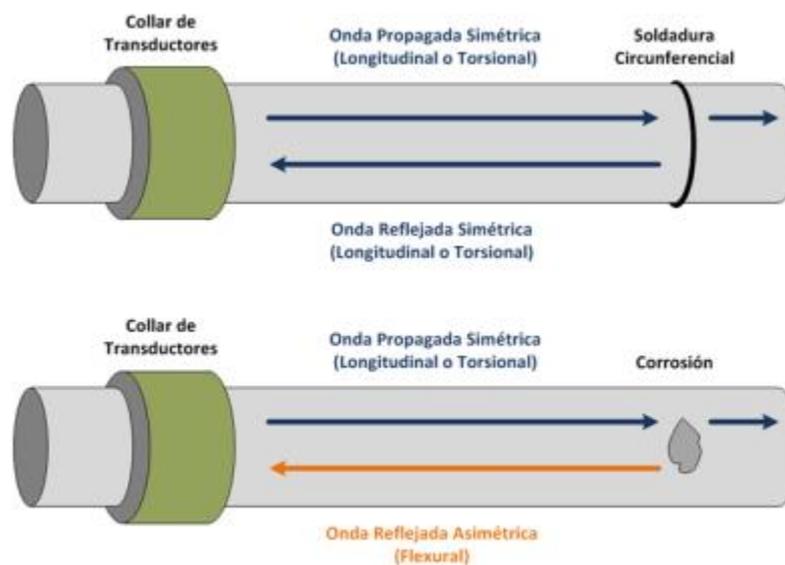


Figura 4. Principio de Detección.

En los casos de los eventos de los ductos como una soldadura circunferencial, el incremento del espesor es simétrico alrededor de todo el ducto, por lo que la onda avanzará desde un reflector uniforme generando una onda reflejada también simétrica del mismo modo de onda que la incidente (longitudinal o torsional).

En el caso de un área corroída, la pérdida de espesor será localizada, produciendo una dispersión de la onda incidente y generando una conversión de modo de la onda reflejada, pasando ésta a ser asimétrica (flexural).

De esta forma, con anillos de transductores capaces de reconocer estas reflexiones asimétricas y utilizando modos y frecuencias de propagación poco dispersivos, es posible determinar a partir del tiempo en que se recibe la onda reflejada la ubicación de la discontinuidad sobre el ducto.

Por otra parte, tomando como referencia que las soldaduras de una tubería reflejan un 20% de la señal incidente, es posible estimar la pérdida o aumento del espesor en la sección transversal de las indicaciones detectadas.

Algunas tecnologías existentes, como la de Teletest Focus +, adicionalmente permiten la realización de "focos" sobre las indicaciones detectadas posibilitando determinar la concentración y posición horaria de la pérdida de espesor.

4. EQUIPAMIENTO: SISTEMA TELETEST FOCUS+

Gie SA posee el sistema completo TeletestFocus+ del fabricante PlantIntegrity con el cual realizó el servicio de inspección.

El equipo de inspección fue formado por profesionales de Gie SA los mismos fueron especialmente capacitados y nivelados por PlantIntegrity en la utilización de esta tecnología para la realización de los ensayos y la correcta interpretación de los resultados, bajo norma ISO 9712.

El sistema TeletestFocus+, **Figura 5**, consta de tres componentes principales: el conjunto de collares inflables para los distintos diámetros de tubería con la cantidad requerida de módulos y transductores piezoeléctricos en cada caso, la unidad TeletestMultimode Pulsar/Receptor y una notebook con el software de análisis Teletest WaveScan.

- **Collares, Módulos y Transductores Piezoeléctricos**

Los collares inflables están fabricados en una única pieza de fibra de carbono reforzada con Kevlar, junto con correas para su manipulación y un sistema de enganche rápido metálico para facilitar su montaje sobre el ducto a inspeccionar.

La medida de los collares se ajusta de acuerdo al diámetro del ducto. Gie SA posee todos los collares de diámetros estándar desde 2" hasta 36", pudiendo contar con diámetros especiales en el caso de alguna inspección con características particulares.

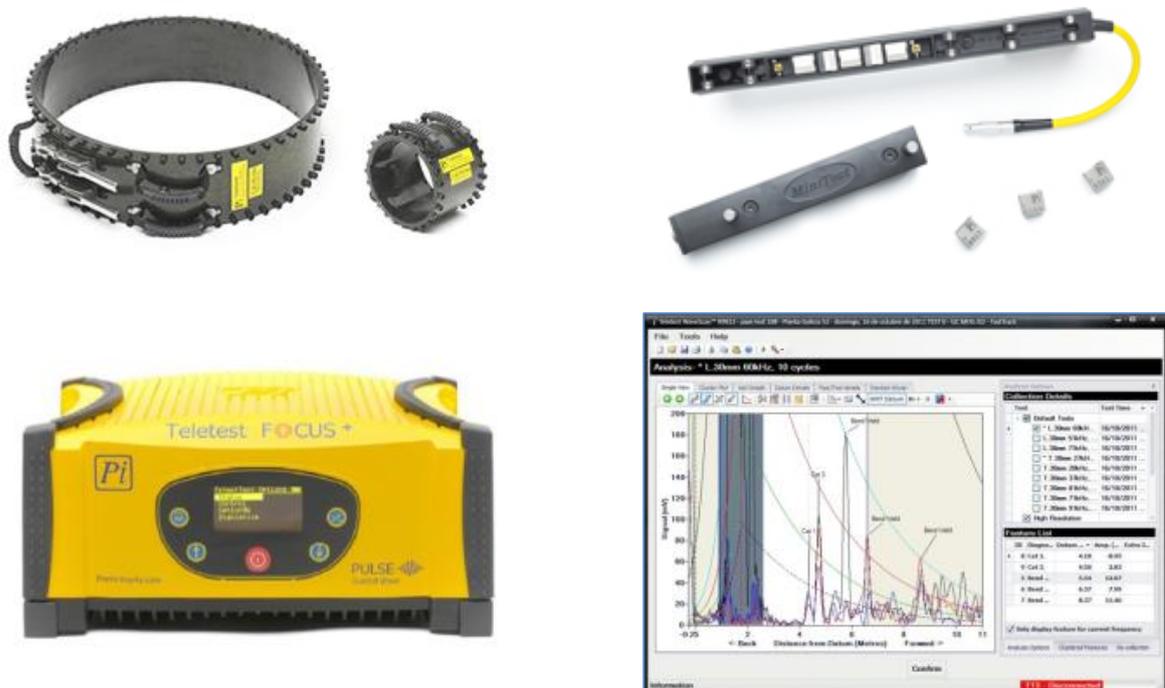


Figura 5. Sistema Pipeline Integrity Teletest Focus+.

En el interior de los collares se acoplan los módulos con los transductores piezoeléctricos. La cantidad y tipo de módulos a utilizar dependen del diámetro del collar, empleando entre 8 y 16 módulos "mini" para diámetros de 2" a 4" y entre 24 a 84 módulos "multimodo" para diámetros de 6" a 36".

Los módulos mini requieren de tres transductores cada uno para la generación de ondas transversales mientras que los módulos multimodo utilizan cinco transductores cada uno para generar simultáneamente ondas transversales y longitudinales.

Al ser transductores de baja frecuencia, estos no requieren de gel acoplante y la sola presión ejercida por el collar al inflarse es suficiente para la transmisión efectiva del ultrasonido al ducto.

- **Unidad TeletestMultimodePulsor/Receptor**

La unidad pulsor / receptor TeletestFocus+ es de última tecnología de tercera generación. Las principales mejoras introducidas en esta nueva versión de la unidad fueron el reemplazo de la comunicación USB de su predecesora por la tecnología Ethernet y la implementación de 24 canales de transmisión y recepción completamente independientes que permiten acelerar el proceso de recolección de datos.

La unidad, completamente controlada desde el software WaveScan, genera la excitación requerida por los transductores para generar los modos de onda de ultrasonido inyectados al ducto y recolecta los ecos recibidos. La unidad también controla la presión de aire del collar durante toda la duración del ensayo.

- **Software Teletest WaveScan**

El software permite controlar la unidad pulsor / receptor, junto con la recopilación y el procesamiento de los datos, la visualización y análisis de los mismos en un formato A-scan, el almacenamiento de los resultados y la generación de informes.

Adicionalmente, WaveScan posibilita la realización de "focos" sobre las indicaciones y la función A-Map que brinda una distribución circunferencial de las indicaciones sobre la tubería.

El software incluso establece la curva DAC (Distance Amplitude Correction) automáticamente a partir de los picos de las indicaciones correspondientes a soldaduras.

5. INTERPRETACIÓN DE DATOS

En cada ensayo, las indicaciones identificadas en la pantalla tipo A (A-scan) del software (no atribuibles a características de la tubería como soldaduras, derivaciones, soportes, etc) son evaluadas a partir de la combinación de:

- La amplitud de la señal (**Figura 6**).
- La direccionalidad del foco de la indicación (**Figura 7**).

En base a la cual se le asigna una prioridad de seguimiento para su evaluación (**Figura 8**).

• Amplitud de la señal

Teletest es una herramienta visual, que realiza la clasificación con respecto a la amplitud, dando como respuesta Categoría de amplitud 1, 2 ó 3 siendo la Categoría 3 la más severa.

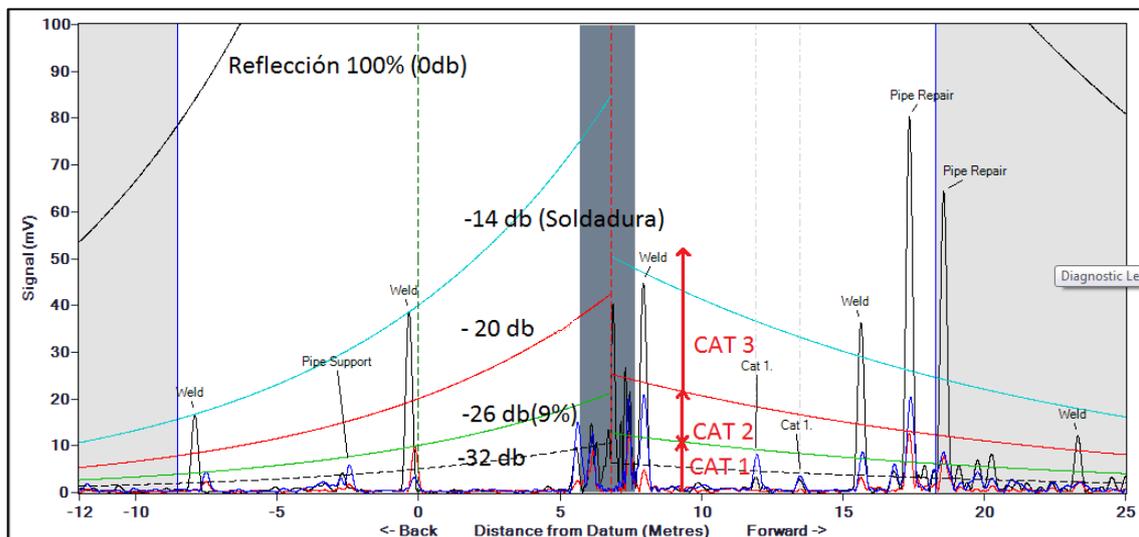


Figura 6. Amplitud de la Señal.

La clasificación de una indicación como Categoría 3 demuestra que la amplitud de la respuesta fue la presencia de una reflexión mayor al 14% de pérdida de metal en la sección (CSA).

La categoría 2 muestra que la señal fue observada sobre una tubería con pérdida de metal en su sección entre el 9 y 14%.

Una clasificación de categoría 1 muestra que la señal fue observada sobre una tubería con pérdida de metal en su sección menor al 9%.

• Direccionalidad del Foco

Con el fin de proporcionar un medio de identificación de los defectos que podrían ser potencialmente significativos en términos de la integridad de la tubería también es necesario ensayar cómo se localiza la respuesta en términos de la ubicación circunferencial de la tubería. Esto puede obtenerse a partir de los ensayos de Foco sobre las indicaciones y su respectiva representación en un gráfico de polar (Figura 8).

El resultado del ensayo del foco sobre cada defecto, es analizado en términos de direccionalidad de la respuesta. Esto es clasificado en términos de direccionalidad 1, 2, ó 3 siendo 3 es el caso del más localizado y seguramente el más severo.

La clasificación de una indicación como Direccionalidad 3 indica que el defecto es altamente localizado sobre la parte de la circunferencia indicada, o que es probable que sea profunda para una determinada amplitud de la respuesta

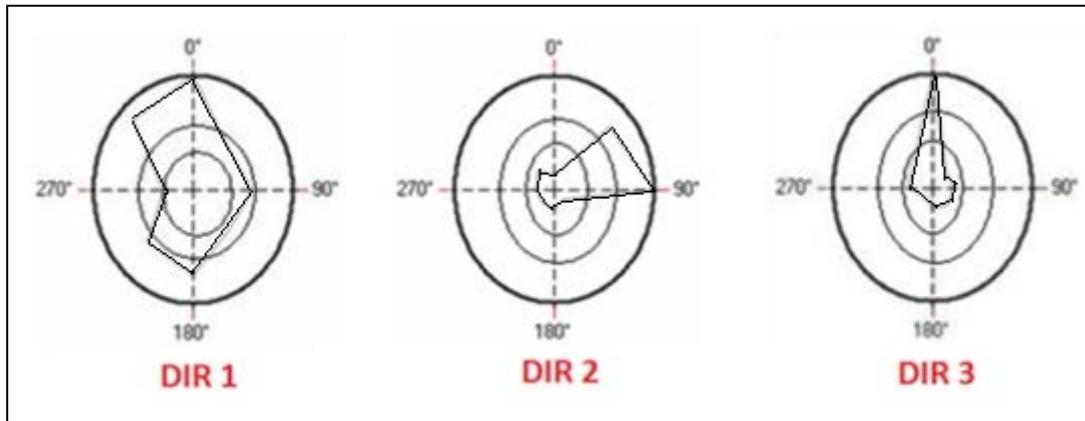


Figura 7. Direccionalidad del Foco.

• **Prioridad de Seguimiento**

La combinación de la categoría y direccionalidad de una indicación permite asignarle una prioridad de seguimiento. (Figura 8).

Luego, inspecciones cuantitativas tales como ultrasonido convencional o radiografía son recomendadas para la evaluación de todas las indicaciones.

		Amplitud de la Señal		
		Cat 1	Cat 2	Cat 3
Dirección del Foco	Dir 1	1	2	3
	Dir 2	2	4	6
	Dir 3	3	6	9

Alta

Media

Baja

Figura 8. Prioridad de Seguimiento.