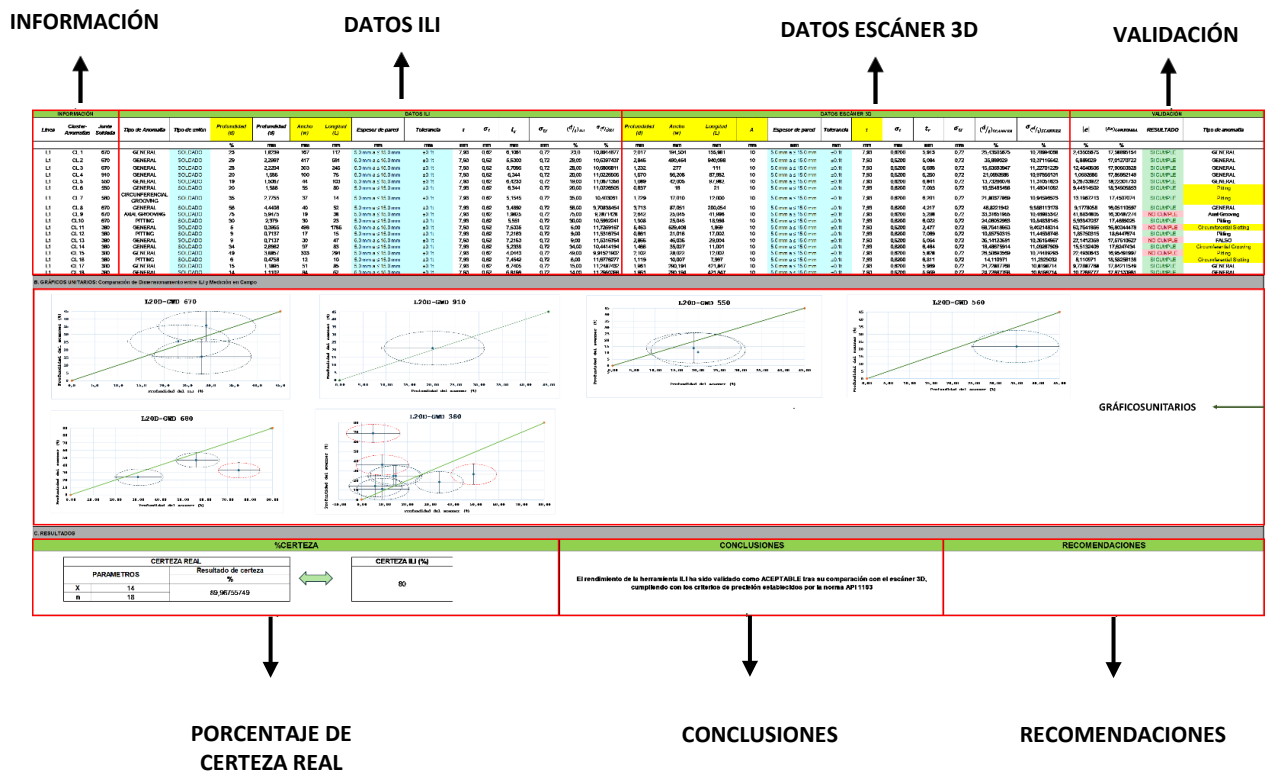


Apéndice A. Interpretación de la Plantilla API 1163

En el marco de este estudio, se desarrolló una plantilla en Excel diseñada para validar el rendimiento de la herramienta ILI fundamentada en la metodología establecida por la norma API 1163. Esta herramienta facilita la evaluación precisa de la capacidad del ILI para medir las profundidades de las anomalías, asegurando así el cumplimiento de los estándares establecidos en la industria. Es fundamental subrayar que esta plantilla requiere la introducción paralela de dos conjuntos de datos: los proporcionados por la Inspección en Línea (ILI) y los obtenidos mediante el escáner 3D. Específicamente, cada fila de la plantilla está diseñada para analizar la misma anomalía localizada en la misma zona del ducto, pero medida por ambos métodos de inspección. Es decir, se realiza una comparación directa y detallada entre los datos del ILI y los del escáner 3D para cada anomalía o cluster (ver figura A1).

Figura A1

Plantilla de validación de anomalías y clusters según la API 1163



Ingreso de Datos

1.1. Información

El componente ilustrado en la Figura A2 está diseñado para la introducción de datos específicos de la línea en estudio. Este incluye campos para la denominación de la línea, denominación de los clusters o anomalías a evaluar y la identificación de la junta de soldadura correspondiente.

Figura A2

Sección de información general del ducto

INFORMACIÓN		
<i>Línea</i>	<i>Cluster- Anomalías</i>	<i>Junta Soldada</i>
L1	CL 1	670
L1	CL 2	670
L1	CL 3	670
L1	CL 4	910
L1	CL 5	550
L1	CL 6	550

1.2. Datos ILI

El segundo componente está destinado a la introducción de los datos recopilados por el ILI. A continuación, se presenta una descripción de cada columna que conforma esta sección de la plantilla. A medida que se explique cada columna, esta se irá sombreando de forma dinámica, destacando la columna que se esté describiendo en ese momento para facilitar su visualización.

1.2.1 Tipo de anomalía

En esta columna se registra la clasificación de la anomalía o clúster según lo determinado por el ILI, basándose en los parámetros dimensionales especificados en la Figura A3.

Figura A3

Columna correspondiente al tipo de anomalía detectada por el ILI

DATOS ILI				
<i>Tipo de Anomalía</i>	<i>Tipo de unión</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Ancho (w)</i>
		%	mm	mm
GENERAL	SOLDADO	23	1,8239	167
GENERAL	SOLDADO	29	2,2997	417
GENERAL	SOLDADO	28	2,2204	303
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	100
GENERAL	SOLDADO	19	1,5067	44
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	55
CIRCUNFERENCIAL GROOVING	SOLDADO	35	2,7755	37

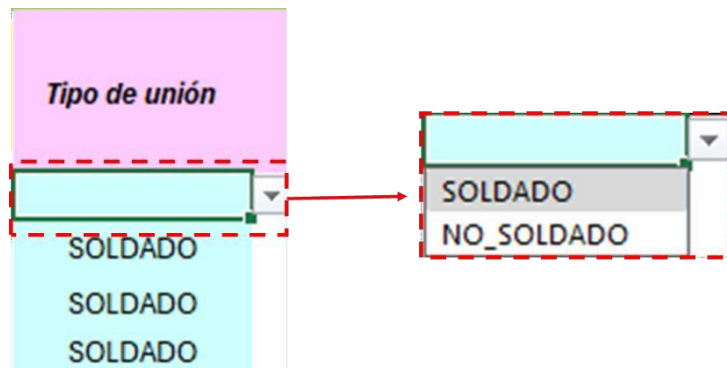
1.2.2 Tipo de unión

Esta columna contiene una lista desplegable con dos opciones: “Soldado” y “No soldado”. La selección dependerá del tipo de fabricación de la tubería que se esté analizando.

Figura A4

Columna correspondiente al tipo de unión que está fabricado el ducto

DATOS ILI				
<i>Tipo de Anomalía</i>	<i>Tipo de unión</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Ancho (w)</i>
		%	mm	mm
GENERAL	SOLDADO	23	1,8239	167
GENERAL	SOLDADO	29	2,2997	417
GENERAL	SOLDADO	28	2,2204	303
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	100
GENERAL	SOLDADO	19	1,5067	44
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	55
CIRCUNFERENCIAL GROOVING	SOLDADO	35	2,7755	37



Nota. En la lista desplegable solo se puede colocar una opción dependiendo del tipo de unión que este fabricado el ducto.

1.2.3 Profundidad

Este parámetro se divide en dos columnas en la plantilla, denominadas profundidad (A) y profundidad (B) (ver figura A5). En la columna de profundidad (A), el usuario debe ingresar el valor en porcentaje proporcionado en los reportes del ILI. Paralelamente, en la columna de profundidad (B), la plantilla calculará automáticamente este valor en milímetros, basándose en el porcentaje ingresado en la columna A.

Figura A5

Columnas referentes a la profundidad de la anomalía detectada por el ILI

DATOS ILI					
<i>Tipo de Anomalía</i>	<i>Tipo de unión</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Ancho (w)</i>	<i>Longitud (L)</i>
GENERAL	SOLDADO	23	1,8239	167	112
GENERAL	SOLDADO	29	2,2997	417	581
GENERAL	SOLDADO	28	2,2204	303	246
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	100	75
GENERAL	SOLDADO	19	1,5067	44	103
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	55	80
CIRCUNFERENCIAL GROOVING	SOLDADO	35	2,7755	37	14

1.2.4 Ancho y Longitud

El usuario debe ingresar manualmente los valores correspondientes en los campos designados para los parámetros de dimensionamiento denominados como ancho (W) y longitud (L), basándose en los datos proporcionados en los reportes del ILI. Cabe resaltar que tanto el ancho como la longitud deben ser ingresados en milímetros.

Figura A6

Columnas correspondientes al ancho y longitud de la anomalía

DATOS ILI					
<i>Tipo de Anomalía</i>	<i>Tipo de unión</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Profundidad (d)</i>	<i>Ancho (w)</i>	<i>Longitud (L)</i>
GENERAL	SOLDADO	23	1,8239	167	112
GENERAL	SOLDADO	29	2,2997	417	581
GENERAL	SOLDADO	28	2,2204	303	246
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	100	75
GENERAL	SOLDADO	19	1,5067	44	103
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	55	80

1.2.5 Rango de espesor de pared

La columna referente al espesor de pared se completa mediante listas desplegables, cuyo contenido está condicionado por la selección en la columna “Tipo de unión”. Esta interrelación se fundamenta en la norma API 5L, que establece diferentes rangos de espesor de pared y tolerancias según el proceso de fabricación de la tubería.

Al seleccionar “Soldado” en la columna denominada “Tipo de unión”, la lista desplegable en la columna de espesor de pared presentará opciones específicas para este método de fabricación (véase figura A7). Alternativamente, si se selecciona “No soldado”, se desplegarán los rangos de espesor de pared correspondientes a este proceso de fabricación (ver figura A8).

El usuario debe seleccionar la opción que corresponda al espesor de pared reportado por la inspección en línea (ILI), asegurando así la concordancia entre los datos ingresados y las especificaciones normativas aplicables al tipo de tubería en cuestión.

Figura A7

Lista desplegable de espesor de pared cuando el ducto es soldado

DATOS ILI							
Tipo de Anomalía	Tipo de unión	Profundidad (d)	Profundidad (d)	Ancho (w)	Longitud (L)	Espesor de pared	Tolerancia
		%	mm	mm	mm	mm	mm
GENERAL	SOLDADO	23	1,8239	167	112	≤ 5.0 mm	±0.5 mm
GENERAL	SOLDADO	29	2,2997	417	581	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t
GENERAL	SOLDADO	28	2,2204	303	246	≥ 15.0 mm	±1.5 mm
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	100	75	≤ 5.0 mm	±0.5 mm
GENERAL	SOLDADO	19	1,5067	44	103	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t
GENERAL	SOLDADO	20	1,586	55	80	≥ 15.0 mm	±1.5 mm
CIRCUNFERENCIAL GROOVING	SOLDADO	35	2,7755	37	14	≤ 5.0 mm	±0.5 mm

Espesor de pared

- ≤ 5.0 mm
- ≤ 5.0 mm
- 5.0 mm a ≤ 15.0 mm
- ≥ 15.0 mm

Nota. Cuando se selecciona la opción de ducto soldado, se despliegan tres opciones correspondientes al espesor de pared general, como se muestra en la figura.

Figura A8

Lista desplegable de espesor de pared cuando el ducto es no soldado

DATOS ILI							
Tipo de Anomalía	Tipo de unión	Profundidad (d)	Profundidad (d)	Ancho (w)	Longitud (L)	Espesor de pared	Tolerancia
GENERAL	NO_SOLDADO	23	1,8239	167	112	≤ 4.0 mm	+0.6/-0.5 mm
GENERAL	NO_SOLDADO	29	2,2997	417	581	4.0 mm a ≤ 25.0 mm	+0.150t / -0.125t
GENERAL	NO_SOLDADO	28	2,2204	303	246	≥ 25.0 mm	+3.7 / -3.0 mm
GENERAL	NO_SOLDADO	20	1,586	100	75	≤ 4.0 mm	+0.6/-0.5 mm
GENERAL	NO_SOLDADO	19	1,5067	44	103	4.0 mm a ≤ 25.0 mm	+0.150t / -0.125t
GENERAL	NO_SOLDADO	20	1,586	55	80	≥ 25.0 mm	+3.7 / -3.0 mm
CIRCUNFERENCIAL GROOVING	NO_SOLDADO	35	2,7755	37	14	≤ 4.0 mm	+0.6/-0.5 mm

Espesor de pared

- ≤ 4.0 mm
- ≤ 4.0 mm
- 4.0 mm a ≤ 25.0 mm
- ≥ 25.0 mm

Nota. Cuando se selecciona la opción de ducto no soldado, se despliegan tres opciones correspondientes al espesor de pared general, como se muestra en la figura.

De acuerdo con lo anterior, la selección del espesor de pared en la lista desplegable activa un proceso automatizado de filtrado en la columna denominada “Tolerancia”. Este mecanismo establece una correlación precisa entre cada rango de espesor de pared y su tolerancia correspondiente. A continuación, se describe cada rango de espesor de pared y la tolerancia que se reflejará en la lista desplegable (ver figura A9).

Figura A9

Lista desplegable de la tolerancia según el espesor de pared

Junta Soldada											
Espesor de pared	Tolerancia	Plantilla									
$\leq 5.0 \text{ mm}$	$\pm 0.5 \text{ mm}$	<table><tr><th>Espesor de pared</th><th>Tolerancia</th></tr><tr><td>$\leq 5.0 \text{ mm}$</td><td>$\pm 0.5 \text{ mm}$</td></tr><tr><td>$5.0 \text{ mm a } \leq 15.0 \text{ mm}$</td><td>$\pm 0.1t$</td></tr><tr><td>$\geq 15.0 \text{ mm}$</td><td>$\pm 1.5 \text{ mm}$</td></tr></table>		Espesor de pared	Tolerancia	$\leq 5.0 \text{ mm}$	$\pm 0.5 \text{ mm}$	$5.0 \text{ mm a } \leq 15.0 \text{ mm}$	$\pm 0.1t$	$\geq 15.0 \text{ mm}$	$\pm 1.5 \text{ mm}$
Espesor de pared	Tolerancia										
$\leq 5.0 \text{ mm}$	$\pm 0.5 \text{ mm}$										
$5.0 \text{ mm a } \leq 15.0 \text{ mm}$	$\pm 0.1t$										
$\geq 15.0 \text{ mm}$	$\pm 1.5 \text{ mm}$										
$5.0 \text{ mm a } \leq 15.0 \text{ mm}$	$\pm 0.1t$										
$\geq 15.0 \text{ mm}$	$\pm 1.5 \text{ mm}$										
Junta sin Soldadura											
$\leq 4.0 \text{ mm}$	$+0.6/-0.5 \text{ mm}$	<table><tr><th>Espesor de pared</th><th>Tolerancia</th></tr><tr><td>$\leq 4.0 \text{ mm}$</td><td>$+0.6/-0.5 \text{ mm}$</td></tr><tr><td>$4.0 \text{ mm a } \leq 25.0 \text{ mm}$</td><td>$+0.150t / -0.125t$</td></tr><tr><td>$\geq 25.0 \text{ mm}$</td><td>$+3.7 / -3.0 \text{ mm}$</td></tr></table>		Espesor de pared	Tolerancia	$\leq 4.0 \text{ mm}$	$+0.6/-0.5 \text{ mm}$	$4.0 \text{ mm a } \leq 25.0 \text{ mm}$	$+0.150t / -0.125t$	$\geq 25.0 \text{ mm}$	$+3.7 / -3.0 \text{ mm}$
Espesor de pared	Tolerancia										
$\leq 4.0 \text{ mm}$	$+0.6/-0.5 \text{ mm}$										
$4.0 \text{ mm a } \leq 25.0 \text{ mm}$	$+0.150t / -0.125t$										
$\geq 25.0 \text{ mm}$	$+3.7 / -3.0 \text{ mm}$										
$4.0 \text{ mm a } \leq 25.0 \text{ mm}$	$+0.150t / -0.125t$										
$\geq 25.0 \text{ mm}$	$+3.7 / -3.0 \text{ mm}$										

1.2.6 Espesor nominal (t) y (σ_t)

En la columna (t), se requiere que el usuario ingrese manualmente el valor del espesor nominal identificado mediante la inspección en línea (ILI). Este valor se utiliza posteriormente para el cálculo de la desviación estándar en la columna denominada como (σ_t). Específicamente, la desviación estándar se obtiene multiplicando el valor registrado en la columna de tolerancia por el espesor nominal (t) ingresado y dividiéndolo por el nivel de certeza que el proveedor del ILI utilizó en la inspección, por lo tanto, si se llevó a cabo con un 80% de certeza, el valor de Z será 1,28, es decir el 80% de las mediciones estarán dentro de 1,28 desviaciones estándar del espesor nominal, pero si la corrida se realizó con un 90% de certeza, el valor de Z será 1,64.

Por lo tanto, con base en esto, la fórmula utilizada para programar la columna de la desviación estándar σt fue la siguiente:

$$\sigma t = \frac{Tolerancia}{Z} \quad (1)$$

Donde:

σt = Desviación estándar del espesor de pared.

Z = El valor del nivel de certeza deseado.

Figura A10

Columnas correspondientes al espesor general de pared y su respectiva desviación estándar

DATOS ILI							
Espesor de pared	Tolerancia	t	σ_t	t_r	σ_{tr}	$(d/t)_{ILI}$	$\sigma_{(d/t)_{ILI}}$
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,1061	0,72	23,0	10,8914677
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	5,6303	0,72	29,00	10,6397437
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	5,7096	0,72	28,00	10,6806811
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,344	0,72	20,00	11,0226505
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,4233	0,72	19,00	11,0671356
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,344	0,72	20,00	11,0226505

1.2.7 Espesor de pared remanente t_r y (σ_{tr})

El espesor remanente se calcula de forma automática mediante la plantilla, utilizando los valores de profundidad y espesor de pared previamente ingresados. De manera similar, el valor de la desviación estándar del espesor remanente se calcula automáticamente según lo estipulado por la norma API 1163. A este valor se le sumará 0,1 a la desviación estándar del espesor de pared.

Figura A11

Columnas correspondientes al espesor remanente de pared y su respectiva desviación estándar

DATOS ILI							
Espesor de pared	Tolerancia	t	σ_t	t_r	σ_{tr}	$(d/t)_{ILI}$	$\sigma_{(d/t)_{ILI}}$
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,1061	0,72	23,0	10,8914677
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	5,6303	0,72	29,00	10,6397437
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	5,7096	0,72	28,00	10,6806811
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,344	0,72	20,00	11,0226505
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,4233	0,72	19,00	11,0671356
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,344	0,72	20,00	11,0226505

1.2.8 Profundidad relativa de pérdida de metal $(d/t)_{ILI}$ y $\sigma_{(d/t)_{ILI}}$

La columna del parámetro $(d/t)_{ILI}$ está formulada para generar valores automáticamente, expresados en unidades de porcentaje. De manera similar, la columna de la desviación estándar de la profundidad relativa $\sigma_{(d/t)_{ILI}}$ también se calcula de forma automática mediante fórmulas derivadas de la norma API 1163. Esta columna, al igual que la anterior, presenta sus valores en unidades de porcentaje.

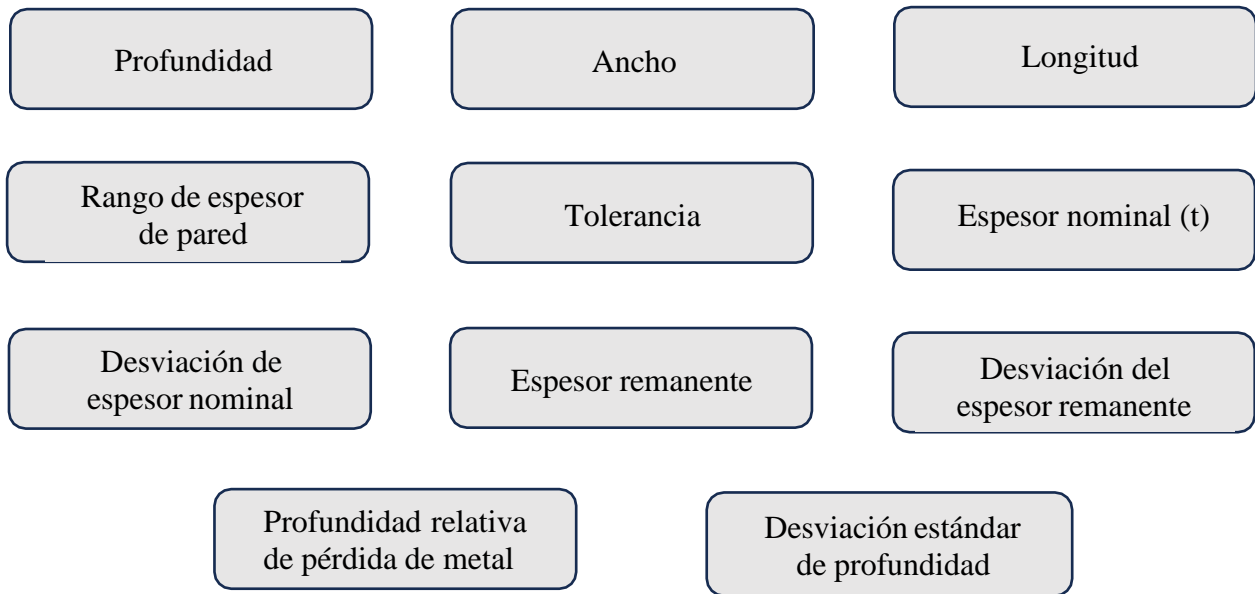
Figura A12

Columnas correspondientes a las desviaciones estándar de la profundidad relativa

DATOS ILI							
Espesor de pared	Tolerancia	t	σ_t	t_r	σ_{tr}	$(d/t)_{ILI}$	$\sigma_{(d/t)_{ILI}}$
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,1061	0,72	23,0	10,8914677
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	5,6303	0,72	29,00	10,6397437
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	5,7096	0,72	28,00	10,6806811
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,344	0,72	20,00	11,0226505
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,4233	0,72	19,00	11,0671356
5.0 mm a \leq 15.0 mm	$\pm 0.1t$	7,93	0,62	6,344	0,72	20,00	11,0226505

1.3 Datos escáner 3D

Esta sección de la plantilla está destinada a la introducción de los datos obtenidos mediante el escáner 3D. La estructura sigue el mismo formato utilizado previamente para los datos del ILI, replicando las 12 columnas originales e incorporando una nueva columna denominada “A”. Es crucial que el usuario complete cada una de estas columnas siguiendo el procedimiento descrito para el ILI, pero empleando la información extraída de los informes generados por el escáner 3D. Las 12 columnas por completar son:



A continuación, se describe la columna adicional, denominada “A”, que se encuentra dentro de la estructura de la plantilla de los datos obtenidos mediante el escáner 3D.

Figura A13

Sección completa de los datos correspondientes al escáner 3D

DATOS ESCÁNER 3D											
Profundidad (d)	Ancho (w)	Longitud (L)	A	Espesor de pared	Tolerancia	t	σ_t	t_r	σ_{tr}	$(\frac{d}{t})_{SCANNER}$	$\sigma_{(\frac{d}{t})_{SCANNER}}$
2,017	194,504	155,981	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	5,913	0,72	25,43505675	10,78994068
2,846	490,454	940,098	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	5,084	0,72	35,889029	10,37116542
1,232	277	111	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	6,698	0,72	15,53593947	11,22701229
1,670	96,208	87,982	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	6,260	0,72	21,0592686	10,97856131
1,089	42,005	97,982	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	6,841	0,72	13,73266078	11,31051623
0,837	16	21	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	7,093	0,72	10,55485498	11,46041092

1.3.1 Parámetro A

Este parámetro se utiliza para la clasificación geométrica de las anomalías detectadas por la herramienta. La forma de diligenciar esta columna depende del espesor del ducto y debe seguir las siguientes condiciones:

$$\text{Si } t < 10\text{mm} ; \text{ entonces } A = 10\text{mm}$$

$$\text{Si } t \geq 10\text{mm}, \text{ entonces } A = t$$

Figura A14

Columna correspondiente al parámetro “A”

DATOS ESCÁNER 3D											
Profundidad (d)	Ancho (w)	Longitud (L)	A	Espesor de pared	Tolerancia	t	σ_t	t_r	σ_{tr}	$(d/t)_{SCANNER}$	$\sigma_{(d/t)SCANNER}$
2,017	194,504	155,981	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	5,913	0,72	25,43505675	10,78994068
2,846	490,454	940,098	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	5,084	0,72	35,889029	10,37116542
1,232	277	111	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	6,698	0,72	15,53593947	11,22701229
1,670	96,208	87,982	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	6,260	0,72	21,0592686	10,97856131
1,089	42,005	97,982	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	6,841	0,72	13,73266078	11,31051623
0,837	16	21	10	5.0 mm a ≤ 15.0 mm	±0.1t	7,93	0,6200	7,093	0,72	10,55485498	11,46041092

1.4 Validación

Esta sección de la plantilla consta de cuatro columnas que determinan si los datos recopilados por el ILI cumplen con los criterios de tolerancia combinada:

$$\text{Si } |e| < (\delta e)_{COMBINADA}, \text{ entonces las mediciones del ILI si cumplen}$$

$$\text{Si } |e| > (\delta e)_{COMBINADA}, \text{ entonces las mediciones del ILI no cumplen}$$

1.4.1 Diferencias de las medidas de profundidad relativa (e)

Este campo de la hoja de cálculo se completa automáticamente mediante fórmulas programadas en Excel. Su función es calcular la variación entre la profundidad relativa detectada por el ILI y la registrada por el scanner. El resultado se expresa en porcentaje, cuantificando así la discrepancia entre ambas mediciones.

Figura A15

Columna correspondiente a las diferencias de profundidades

VALIDACIÓN			
$ e $	$(\delta e)_{COMBINADA}$	Resultado	Tipo de anomalía
2,43505675	17,58895154	SI CUMPLE	GENERAL
6,889029	17,01270722	SI CUMPLE	GENERAL
12,4640605	17,90503828	SI CUMPLE	GENERAL
1,0592686	17,85982149	SI CUMPLE	GENERAL
5,26733922	18,22301733	SI CUMPLE	GENERAL
9,44514502	18,34905853	SI CUMPLE	Pitting

1.4.2 Tolerancia combinada (δe)

El parámetro de tolerancia combinada se calcula automáticamente en la plantilla de Excel mediante fórmulas predefinidas. Este cálculo considera tanto la desviación estándar de la profundidad relativa del ILI como la del escáner, resultando en una única desviación que se expresa en términos porcentuales.

Figura A16

Columna correspondiente a la tolerancia combinada

VALIDACIÓN			
$ e $	$(\delta e)_{COMBINADA}$	Resultado	Tipo de anomalía
2,43505675	17,58895154	SI CUMPLE	GENERAL
6,889029	17,01270722	SI CUMPLE	GENERAL
12,4640605	17,90503828	SI CUMPLE	GENERAL
1,0592686	17,85982149	SI CUMPLE	GENERAL
5,26733922	18,22301733	SI CUMPLE	GENERAL
9,44514502	18,34905853	SI CUMPLE	Pitting

1.4.3 Resultados

Esta columna se completa automáticamente, ofreciendo dos opciones: “Cumple” o “No cumple”. La selección se basa en la comparación entre los valores de la columna denominada “ $|e|$ ” y la columna de “tolerancia combinada”. Si el valor de “ $|e|$ ” es menor que el valor de la tolerancia combinada se mostrará “Cumple”; en caso contrario, se mostrará “No cumple”.

Figura A17

Columna de la sección correspondiente a los resultados de validación

VALIDACIÓN			
$ e $	$(\delta e)_{COMBINADA}$	Resultado	Tipo de anomalía
8,59285714	13,61979937	SI CUMPLE	Pitting
8,67142857	13,301673	SI CUMPLE	GENERAL
19,2	13,56971405	NO CUMPLE	Pinhole
8,07142857	13,77522445	SI CUMPLE	GENERAL
11,2214286	13,89761464	SI CUMPLE	GENERAL
14,0214286	13,90101558	NO CUMPLE	Pitting

1.4.4 Tipo de anomalía

Esta columna está programada para que automáticamente tome los valores ingresados de profundidad, ancho, longitud y parámetro A con el fin de determinar el tipo de anomalía que detectó el escáner según sus dimensiones.

Figura A18

Columna correspondiente al tipo de anomalía calculada

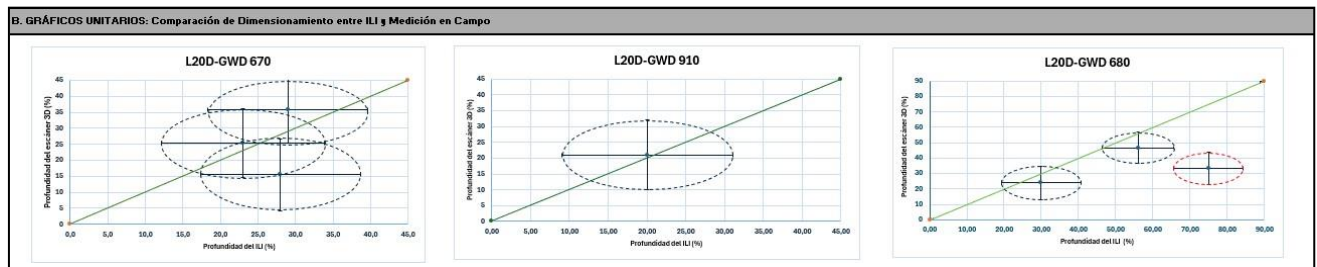
VALIDACIÓN			
$ e $	$(\delta e)_{COMBINADA}$	Resultado	Tipo de anomalía
2,43505675	17,58895154	SI CUMPLE	GENERAL
6,889029	17,01270722	SI CUMPLE	GENERAL
12,4640605	17,90503828	SI CUMPLE	GENERAL
1,0592686	17,85982149	SI CUMPLE	GENERAL
5,26733922	18,22301733	SI CUMPLE	GENERAL
9,44514502	18,34905853	SI CUMPLE	Pitting

Apéndice B. Desarrollo de Gráficos Unitarios

Una vez ingresados los datos, se procede al desarrollo automático de los gráficos unitarios con el fin de comparar el dimensionamiento del ILI respecto a las mediciones realizadas con el escáner. En estos gráficos, los ejes corresponden a la profundidad encontrada por el ILI (Eje X) y la profundidad reportada por el escáner (Eje Y). Asimismo, las elipses representan las tolerancias de cada herramienta. Por tanto, si la elipse toca la línea unitaria diagonal, significa que esa anomalía o cluster se encuentra dentro de las especificaciones de dimensionamiento. Este método visual permite una rápida evaluación de la concordancia entre las mediciones del ILI y del escáner.

Figura B1

Gráficos unitarios de la validación



Nota. En esta sección de la plantilla se incluirán todos los gráficos generados, cada uno correspondiente a los clusters y anomalías detectadas en una junta de soldadura específica.

Apéndice C. Resultados de la Validación

La sección final de la plantilla de validación se enfoca en calcular el porcentaje de certeza real. Este cálculo permite determinar el desempeño de la herramienta ILI en la medición de las dimensiones de profundidad. La plantilla requiere dos variables principales:

x: Número total de anomalías o clusters que al final de la tabla en la columna “Resultados”, se clasifican como “Sí cumplen”.

n: Número total de anomalías o clusters evaluados, independientemente de si cumplen o no cumplen los criterios.

Por lo tanto, para llenar esta parte de la plantilla se debe ingresar los valores de “x”, “n” y el “% Certeza del ILI”. Este último valor dependerá de la información proporcionada por el proveedor del ILI, ya que cada proveedor realiza el ensayo con un porcentaje de certeza específico.

Una vez que se proporciona la información requerida en la plantilla, esta calculará automáticamente el porcentaje de certeza que obtuvo la herramienta ILI según el proceso de validación.

Figura C1

Sección de la plantilla correspondiente a los resultados del % de certeza real

%CERTEZA			
CERTEZA REAL			CERTEZA ILI (%)
PARÁMETROS		Resultado de certeza	
		%	
x	14	89,96755749	80
n	18		

Después de que la plantilla calcula automáticamente el porcentaje de certeza real, se generará una conclusión automática en la columna correspondiente. Esta conclusión dependerá del resultado obtenido en el cálculo de certeza. Hay dos posibles escenarios:

Si cumple con los criterios: La plantilla mostrará el siguiente mensaje: “El rendimiento de la herramienta ILI ha sido validado como ACEPTABLE tras su comparación con el escáner 3D, cumpliendo con los criterios de precisión establecidos por la norma API 1163.”

Si no cumple con los criterios: La plantilla mostrará el siguiente mensaje: “El rendimiento de la herramienta ILI ha sido validado como NO ACEPTABLE tras su comparación con el escáner 3D, ya que no cumple con los criterios de precisión establecidos por la norma API 1163, por lo tanto, se sugieren ciertas recomendaciones.”

Figura C2

Columna correspondiente a conclusiones de la validación

CONCLUSIONES
El rendimiento de la herramienta ILI ha sido validado como ACEPTABLE tras su comparación con el escáner 3D, cumpliendo con los criterios de precisión establecidos por la norma API 1163