

# CONTROL DEL TAMAÑO DE FOCO EN EQUIPOS DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL (RAYOS X)

Ing. Jorge E. Schneebeli, Sr. William S. Crease, Sr. Daniel G. Vega, Sr. Damián G. Mendive.

Unidad Técnica de Ensayos No Destructivos – Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC) Instituto Nacional De Tecnología Industrial (INTI) Parque Tecnológico Miguelete – Av. Gral Paz e/Albarellos y Av. De los Constituyentes – C.C. 157 – C.P. 1650 San Martín, Pcia de Buenos Aires – República Argentina – Tel/Fax. (54-11) 4752-0818 - e-mail end@inti.gov.ar

El trazado de las curvas de exposición para los equipos radiográficos resulta fundamental en la aplicación del método de ensayo no destructivo de Radiografía Industrial. Pero no es esta herramienta lo único a tener en cuenta.

Los parámetros del foco de un equipo radiográfico (rayos X) resultan críticos en la definición y sensibilidad radiográfica. Uno de los factores que afectan la calidad de la imagen radiográfica es la borrosidad geométrica, que depende del tamaño del foco del equipo radiográfico, de la distancia fuente-pieza y de la distancia pieza-película. Es fundamental entonces conocer las dimensiones del foco y principalmente controlar periódicamente cualquier cambio significativo en las características del mismo, comparando resultados de ensayos de patrones apropiados para tal fin.

La norma ASTM E 1165 define un método para este control que se basa en una pieza patrón con un agujero de determinadas características. Ante la dificultad de implementar dichas recomendaciones, se desarrollo otro procedimiento similar que es el objeto del presente trabajo.

Exposition diagrams for radiographic equipment are important for Industrial Radiography NDT Method, but is not the one.

Focus parameters of a Radiographic equipment (X rays) have a critical influence on definition and radiographic sensibility. One of the main factors that affect radiographic image quality is geometric unsharpness, that depends on the focus dimensions of the radiographic equipment, the specimen-source distance and the specimen-film distance. So is basic to know source dimensions and mainly to control periodically any significative change, checking the tests results using proper probes.

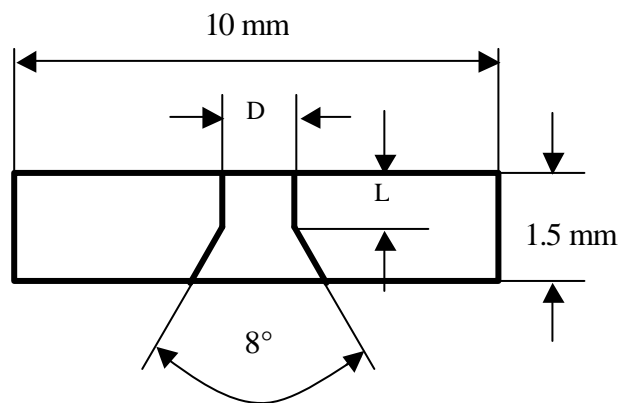
ASTM E 1165 standard define a method for this control based on a probe with a hole with some features. This paper introduces a similar procedure for this aim.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que afectan la calidad de una imagen radiográfica es la borrosidad geométrica. Esta a su vez depende de diversos factores tales como el tamaño del foco del equipo radiográfico, la distancia entre la pieza a inspeccionar y la fuente y la distancia pieza – película. De todos ellos el que no se puede modificar es el tamaño del foco, por lo que resulta fundamental conocer sus dimensiones y controlar los posibles cambios en sus características a lo largo del tiempo para poder establecer la borrosidad geométrica correspondiente a cada exposición.

La norma ASTM E 1165 define un método formal para este control que se basa en una pieza patrón con un agujero de determinadas características, que pueden observarse en la figura N°1 para un equipo radiográfico con tamaño de foco entre 1,2 y 2,5 mm.

Este método permite no solo controlar la evolución en el tamaño del foco sino determinar el tamaño para un foco desconocido. Como se puede apreciar en la figura N°1, las dimensiones de la probeta a utilizar no son fáciles de obtener con herramental convencional.



$$D = 0.075 \text{ mm} \pm 0.005$$

$$L = 0.350 \text{ mm} \pm 0.005$$

Figura N° 1

Además el método tiene otros requisitos que hacen que su implementación no sea sencilla. Esto originó

que se desarrollara otro sistema más simple pero que permita controlar los parámetros necesarios.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Basándonos en el método del agujero descrito en la norma antes mencionada y en diversa bibliografía se pensó un sistema que permitiera el control de las dimensiones del foco a lo largo del tiempo. Este sistema no se utiliza para determinar las características de un foco desconocido, sino que partiendo de la declaración del fabricante se puede verificar la misma y luego hacer un seguimiento de su evolución.

Si consideramos una placa de un material muy absorbente a la radiación con un orificio pequeño, ubicada a igual distancia entre la fuente radiográfica y la película, y se realiza una exposición se obtendrá una imagen sobre la película que corresponderá con cierta aproximación al diámetro del foco. Cuanto menor sea el diámetro del agujero y el espesor de la placa mejor será la aproximación a las dimensiones del foco.

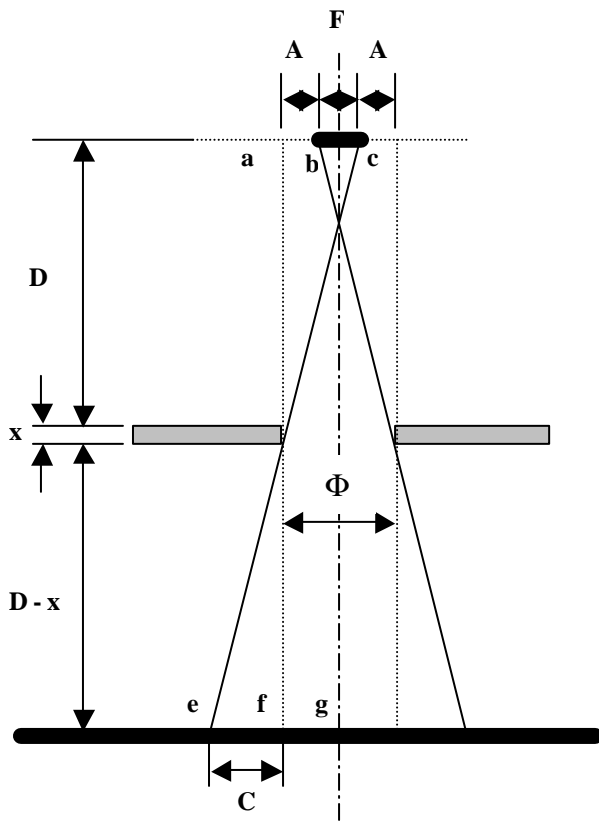


Figura N° 2

Basándonos en el esquema de la Figura N°2, vamos a determinar las dimensiones del agujero en la placa de referencia para aplicar el método aquí descrito. Consideraremos una placa de plomo de la cual conocemos su espesor “x”. Además partimos de un tamaño de foco “F”, declarado por el fabricante.

La pieza de plomo se ubicará de forma tal que su superficie superior de acuerdo al esquema, se encuentra a igual distancia “D” de la fuente y de la película. El

diámetro del agujero “Φ” lo consideraremos mayor que el foco “F”.

Por relación de triángulos semejantes tenemos:

$$\frac{\overline{ac}}{\overline{ad}} = \frac{\overline{ef}}{\overline{fd}}$$

o sea:

$$\begin{cases} \overline{ac} = \overline{ab} + \overline{bc} = A + F \\ \overline{ad} = D + x \\ \overline{fd} = D - x \end{cases}$$

entonces reemplazando queda:

$$\frac{A + F}{D + x} = \frac{\overline{ef}}{D - x}$$

Supongamos el caso particular en que  $\overline{ef}$  sea igual al tamaño del foco F.

$$\overline{ef} = F$$

Reemplazando nuevamente en la fórmula anterior nos queda de la siguiente manera:

$$\frac{A + F}{D + x} = \frac{F}{D - x}$$

luego:

$$\frac{A + F}{F} = \frac{D + x}{D - x}$$

Para realizar el ensayo se propone utilizar una pieza de plomo de 4 mm de espesor.

Luego, siendo  $x = 4$  mm y  $D = 500$  mm, resulta:

$$\frac{A + F}{F} = \frac{504}{496} = 1,016$$

$$A + F = 1,016 \cdot F$$

$$A = 1,016 \cdot F - F \Rightarrow A = F \cdot (1,016 - 1)$$

$$A = F \cdot 0,016$$

Considerando un tamaño de foco de 2,2 mm, que es el caso del equipo utilizado en la experiencia, se puede obtener el valor de “A”:

$$A = 0,035 \text{ mm}$$

Una vez obtenido el valor de “A”, tendremos que el diámetro del agujero “Φ” en la placa de plomo será:

$$\Phi = 2,27 \text{ mm}$$

Luego, una vez realizada la exposición de acuerdo al diagrama de tiro esquematizado en la figura N°1, se obtendrá una radiografía en la que se observará una imagen de un círculo negro con bordes más grisáceos. Se medirá el diámetro de la zona más oscura y se obtendrá el tamaño de foco según la siguiente expresión:

$$F = \frac{d - \Phi}{2}$$

Donde: d es el diámetro de la imagen obtenida en la placa.

### 3. RESULTADOS

En los ensayos realizados se utilizó una placa de plomo de 4 mm de espesor en la que se mecanizó un agujero con una broca de 2,25 mm de diámetro. Se puede ver una imagen de dicho agujero obtenida en el microscopio electrónico de barrido en la Figura N° 3.

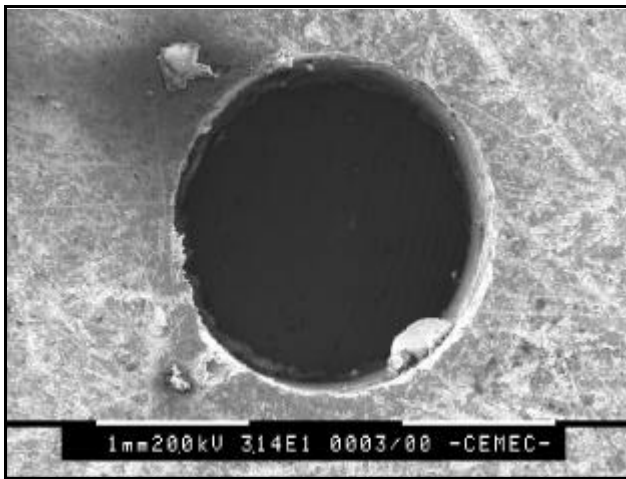


Figura N° 3

Los parámetros del ensayo fueron los siguientes:

Equipo : BALTEAU 300 KV (Direccional)  
 Probeta utilizada : RI – 2 Pb  
 Distancia foco-probeta : 500 mm  
 Distancia probeta-película : 500 mm  
 Exposición : 100 KV , 8 mA.min  
 Película : AGFA D4

La disposición del equipo y la probeta se pueden observar en la figura N° 4 y N° 5.

Luego de realizada la exposición se obtuvo una imagen que fue relevada en un equipo proyector marca Nikon modelo V-10.

De dicha medición se obtuvo en promedio un valor de tamaño de foco luego de aplicar las fórmulas

### AGRADECIMIENTOS:

A los señores Eduardo Cidrón, Osvaldo Detrana, Diego Menéndez y Miguel Dellavechia, por su valiosa colaboración.

antes descriptas, de aproximadamente 2,25 mm de diámetro.

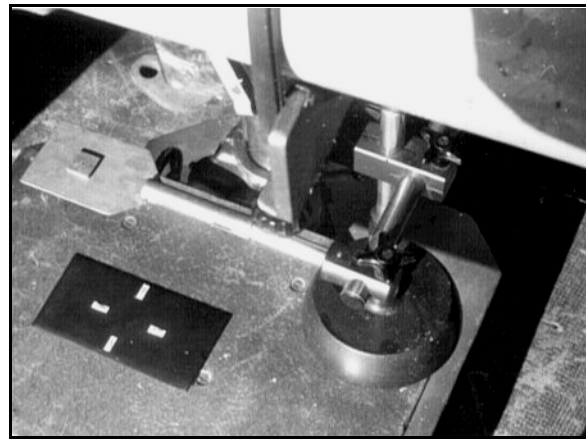


Figura N° 4

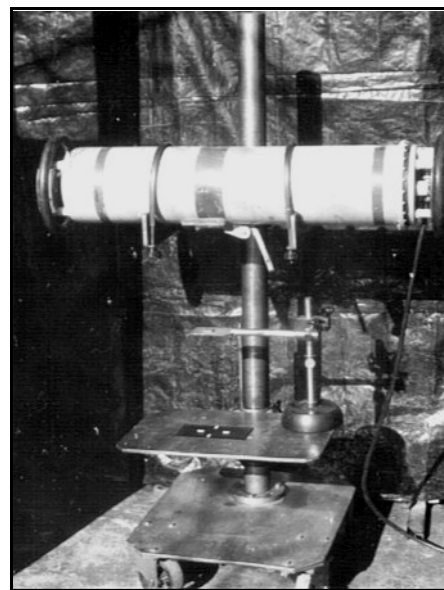


Figura N° 5

### CONCLUSIONES

El método aquí descrito es aplicable para realizar comparaciones a lo largo del tiempo en las dimensiones del tamaño de foco. Si no se partiera de un diámetro de foco conocido, resultaría muy engorroso determinarlo con este método, ya que habría que llegar a un resultado por aproximaciones sucesivas utilizando probetas con agujeros de distintos diámetros.

Resulta un sistema sencillo de aplicar ya que los elementos involucrados se pueden preparar fácilmente.

Actualmente se trabaja en la definición de la incertidumbre en la aplicación del método y de los resultados.