

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PIS-06

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:

Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Materiales

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Gestión de Calidad de Materiales

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto

Director

Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Sotomayor Grijalva María Verónica	Materiales	M. Sc.

Colaborador(es)

Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)
Cely Vélez Bolívar Mauricio	Materiales	Ing.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Materiales

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Gestión de Calidad de Materiales

1 Proyecto de Investigación

Título:

Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Dimensionar discontinuidades es una tarea muy importante en la evaluación de radiografías que han sido obtenidas por medio de radiografía industrial. La radiografía industrial es un ensayo volumétrico que se aplica a materiales de espesores relativamente grandes, pero que el resultado obtenido se puede obtener solamente linealmente, es decir, que se lo tiene solamente en 2 dimensiones. En el presente trabajo se plantea dimensionar y evaluar discontinuidades mediante el uso de los conceptos de penumbra geométrica y de la geometría propia del ensayo en la formación de imagen radiográfica. El dimensionamiento de las discontinuidades se logra en 3 etapas: la primera, dimensionar mediante instrumentos adecuados de medición directa y/o indirecta; la segunda, aplicando los principios de la penumbra geométrica y de formación de imagen radiográfica y por último, la medida in situ de una discontinuidad provocada en la probeta y su posterior evaluación con radiografía industrial, para comparar las medidas y constatar los errores relativos que se comenten habitualmente en la medición de discontinuidades. Se plantea la elaboración de probetas con defectos provocados y que tengan medidas controladas para continuar con el dimensionamiento y evaluación de estos.

A través de este proyecto, se busca aportar técnica y científicamente en la evaluación de discontinuidades a través de radiografía industrial y de esta manera asegurar la calidad y confiabilidad de las mediciones de la inspección realizada.

Palabras clave (4-6): Evaluación de radiografías, radiografía industrial, discontinuidades lineales, penumbra geométrica.





2	Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación
	2.1 Objetivos
	2.1.1 Objetivo General
	<ul style="list-style-type: none">• Caracterizar y Evaluar discontinuidades lineales mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra
	2.1.2 Objetivos Específicos
	<ol style="list-style-type: none">a. Definir la metodología para generar discontinuidades lineales específicas en probetas de acero.b. Inspeccionar las probetas mediante radiografía industrial.c. Evaluar las discontinuidades lineales generadas aplicando el criterio geométrico de penumbra.
	2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)
	<ol style="list-style-type: none">a. Generación de discontinuidades lineales con orientación, localización y dimensiones específicas.b. Obtención de imágenes radiográficas digitalizadas.c. Caracterización de discontinuidades considerando la influencia de la penumbra geométrica en su dimensionamiento.

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
	<p>La importancia del presente trabajo radica en dar un nivel de confiabilidad de las medidas correspondientes al dimensionamiento y evaluación de discontinuidades en probetas soldadas, como parte de un proceso de inspección por radiografía industrial. Existen discontinuidades en el material que pueden representar un gran riesgo para su integridad y aplicación¹, razón por la cual es necesario asegurar su detección, caracterización y evaluación adecuada. En este sentido, la calidad de la imagen radiográfica desempeña un papel un rol de vital importancia, puesto que las imágenes radiográficas son la fuente de información de una inspección por radiografía industrial. De esta manera, el asegurar la calidad y confiabilidad de la información obtenida a partir de la imagen radiográfica es fundamental en la caracterización y evaluación de las discontinuidades².</p> <p>Para dimensionar una discontinuidad en una radiografía obtenida a través de un ensayo de radiografía industrial se utilizan instrumentos simples, como es el caso de una lupa, de un calibrador y de ser el caso, una regla graduada, pero por más exacta que sea la medida, es posible que existan errores debido a que se tienen valores de distorsión de imagen que son propios del equipo de generador de rayos X. En el presente caso el equipo a utilizarse es el generador de Rayos X del laboratorio de Ensayos No Destructivos, que data de los años 60. Al tener varios años de antigüedad, las medidas tomadas con el mencionado equipo tienen discrepancia con las medidas reales. Justamente por este motivo, se planea evaluar discontinuidades provocadas a probetas soldadas para que sean medidas físicamente en la probeta y posteriormente a través de una radiografía. La comparación de estas mediciones y la aplicación de criterios geométricos de formación de una imagen radiográfica, permitirá constatar y evaluar la existencia de una variación de medidas en una discontinuidad determinada, sea ésta un poro, falta de fusión o de penetración u otras que se pueden dar en una probeta soldada.</p>

(continúa siguiente página)

¹ Oleksandr Alekseychuk. (2006). Detection of crack-like indications in digital radiography by global optimisation of a probabilistic estimation function. Recuperado de:
http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/37/079/37079015.pdf





El tema presentado plantea una solución a temas de control de calidad en la medición de discontinuidades, el cual es un tema importante en defectología y análisis de defectos en materiales debido a procesos de fabricación comunes en ingeniería, como es la soldadura. No existe un proceso ideal que asegure la obtención de un producto libre de defectos, razón por la cual, es necesario que los métodos de inspección o examinación provean información confiable y en ello se basa la aplicación de documentos estandarizados para diferentes operaciones y actividades.³ Para el caso estudiado, se tendrán ejemplos de probetas soldadas para aplicar los criterios de normativas internacionales como es el caso de la norma AWS D 1.1 y de la API 1104. El uso de normativas es importante ya que se pueden establecer criterios y parámetros de comparación que permitan obtener conclusiones que den aporte al trabajo presentado.

4 Productos esperados

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a. Publicaciones científicas (obligatorio); | <input checked="" type="checkbox"/> |
| b. Disertación a la Comunidad Politécnica; | <input type="checkbox"/> |
| c. Proyecto de Titulación; | <input checked="" type="checkbox"/> |
| d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); | <input type="checkbox"/> |
| e. Aplicación tecnológica construida o implementada; | <input checked="" type="checkbox"/> |
| f. Patente presentada; | <input type="checkbox"/> |
| g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. | <input type="checkbox"/> |

² Antonio Alves de Carvalho^{*}, Raphael Carlos de Sá Brito Suita; Romeu Ricardo da Silva; João Marcos Alcoforado Rebelo. (2003). Evaluation of the relevant features of welding defects in radiographic inspection. Mat. Res. vol.6 no.3 São Carlos Apr./June 2003 . Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392003000300019>

³ Fereidoon MAREFAT , M.Reza FAGHEDI , A.Reza KHODABANDEH , M.Reza AFSHARI , Ali AMADEH, Afshin YOUSEFI. (2011). Capabilities and Limitations of Radiography and Phased Array Ultrasonic Test in the Detection of subtle welding defects. *Singapore International NDT Conference Exhibition, 3-4 November 2011*. Recuperado de: http://www.ndt.net/article/SINCE2011/papers/18_MAREFAT.pdf





Diseño del proyecto

El proyecto se lo realizará en 4 etapas, que consideran lo siguiente:

1. Realización de probetas con discontinuidades provocadas

La elaboración de probetas es una parte muy importante ya que permiten obtener medidas reales de la discontinuidad. Esta parte reflejará la realidad de una discontinuidad y que sea medible con instrumentos de medición convencionales y que se pueden conseguir fácilmente. La medición de las discontinuidades provocadas es necesaria ya que permitirá tener el valor referencial de dicha medida para contrastar con la medida que se tenga con la radiografía, es decir, con la imagen obtenida de la probeta en una radiografía. Con esto se podrá obtener un error relativo que se tiene al realizar radiografía industrial, ya que en la práctica la forma en la que se evalúan discontinuidades en una probeta es con discontinuidades que se encuentran en el interior del material y que medirlas físicamente no es posible. Pero que con la elaboración de las probetas se va a tener muy claro el valor de error que se está cometiendo en el dimensionamiento.

También se seleccionarán las discontinuidades adecuadas para el estudio presentado, ya que se pueden establecer discontinuidades o defectos según el caso con mecanizados a la probeta terminada y que simulen ser los defectos que se pueden encontrar en la soldadura.

2. Realización de ensayos por radiografía industrial y su medición de la imagen de la discontinuidad obtenida

El procedimiento a desarrollar se basará en la aplicación de documentos como códigos AWS D1.1., API 1104 y ASME B&PV, además de la guía estandarizada para examinación radiográfica ASTM E 94.

3. Recolección de los datos para análisis

Se aplicará software disponible para el análisis correspondiente y los métodos estadísticos adecuados.

4. Utilización del concepto de penumbra geométrica

La importancia de la penumbra geométrica radica en la observación de los detalles más pequeños en una radiografía. Al producir radiografías con mayores niveles de penumbra geométrica, aumenta el potencial de no detectar ciertos detalles o indicaciones en un material. Dependiendo de las condiciones radiográficas (distancia, tamaño de foco, etc), se busca que la penumbra geométrica sea la menor posible y de esta manera producir una imagen de buena calidad para una inspección con resultados confiables.¹⁰

⁵ Michal Škeřik. Digital industrial radiography – methodic of dimension measurement, accuracy of reached results and their relation to acceptance criterion. Recuperado de:

<http://stc.fs.cvut.cz/history/2009/sbornik/Papers/pdf/SkerikMichal-306576.pdf>

⁶ Jan Hendrik COWAN. (2012). Radiographic testing: Increased detection sensitivity using optimum source to object distance. *18th World Conference on Non destructive Testing, 16-20 April 2012, Durban, South Africa*. Recuperado de: http://www.ndt.net/article/wcndt2012/papers/78_Cowan.pdf

⁷ Saba MADANI , Mortaza AZIZI. (2015). Detection of Weld Defects in Radiography Films Using Image Processing. *Science Journal (CSJ)*, Vol. 36, No: 3 Special Issue (2015) ISSN: 1300-1949.

⁸ I.G. Kazantseva, I. Lemahieu, G.I. Salova, R. Denys. (2002) Statistical Detection of defects in radiographic images in nondestructive testing. *Signal Processing 82 (2002) 791 – 801*. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.492.8455&rep=rep1&type=pdf>

⁹ Fereidoon MAREFAT , M.Reza FAGHEDI , A.Reza KHODABANDEH , M.Reza AFSHAR , Ali AMADEH, Afshin YOUSEFI. (2011). Capabilities and Limitations of Radiography and Phased Array Ultrasonic Test in the Detection of subtle welding defects. *Singapore International NDT Conference & Exhibition, 3-4 November 2011*. Recuperado de:

http://www.ndt.net/article/SINCE2011/papers/18_MAREFAT.pdf

¹⁰ Bahman Zoofan. (2016). The effect of geometric unsharpness on radiographs. *American Welding Society*. Recuperado de: <https://app.aws.org/itrends/2005/07/019/>





5 Descripción y metodología y diseño del proyecto

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

Descripción

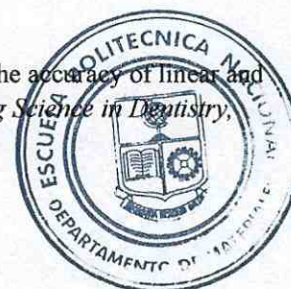
En la práctica industrial, el criterio de aceptación o rechazo se redondea a milímetros o décimas de milímetros. La precisión en el dimensionamiento de discontinuidades a través de diferentes herramientas se realiza en el mismo nivel. Si es que algunas de las indicaciones evaluadas están en el extremo de la aceptabilidad, no es posible decidir si el componente es aceptable o no, pues queda sujeto a la interpretación del inspector. Distorsión en la imagen y la magnificación de la evaluación comprometen la precisión en el dimensionamiento de las discontinuidades detectadas mediante radiografía.⁴ En este sentido, la imagen radiográfica a través de la cual se realizará de evaluación de las discontinuidades detectadas, debe proveer información confiable relacionada con la calidad de la imagen obtenida que permita observar adecuadamente los detalles más importantes.⁵

El presente proyecto propone la evaluación y caracterización de discontinuidades generadas en probetas de acero soldadas, de manera que dichas discontinuidades puedan ser dimensionadas físicamente en la probeta y posteriormente a través de una radiografía. La comparación de las mediciones y la aplicación del criterio de penumbra geométrica en la formación de una imagen radiográfica, permitirá dar a conocer y evaluar la variación en el dimensionamiento y evaluación discontinuidades determinadas.⁶

Metodología

- Se recopilará información de trabajos relacionados además de normativas nacionales e internacionales que tomen en cuenta aspectos teóricos y criterios técnicos para poder dar a conocer el estado del arte del tema a desarrollar.
- Se conocerá la importancia de la evaluación de discontinuidades en probetas soldadas, ya que es importante conocer que las normativas manejan límites de aceptación y de rechazo para las discontinuidades presentes en las juntas soldadas⁷. Es por todo esto que se debe conocer las limitaciones de los equipos generadores de rayos X, para esto se estudiarán las 3 formas de plantear un ensayo y determinar los errores que se tienen, además, de estudiar dichos errores relativos con el manejo de la teoría correspondiente a la penumbra geométrica.
- Se elaborarán probetas con discontinuidades provocadas y de geometrías definidas, para esta parte se planea dimensionar las discontinuidades a obtenerse y a su medición real en la probeta para posteriormente ensayar mediante radiografía industrial y conocer el porcentaje de error que se tiene respecto a la medida real en la probeta.
- Cuando ya se tengan los errores relativos se consideran los aspectos principales que tienen que ver con los criterios geométricos de penumbra, es decir a la penumbra geométrica de los equipos de rayos X, para este caso el equipo generador de rayos X a utilizar es el del Laboratorio de Ensayos No Destructivos.
- Con todos los datos obtenidos se dará a conocer, mediante el análisis y la discusión de resultados⁸, las limitaciones que se pueden tener con el manejo de radiografía industrial⁹, además de poder dar un criterio de generalización a los equipos generadores de rayos X utilizados en el país ya que el principio es aplicable para todo.

⁴ Sima Nikneshan, Mohamad Sharafi, and Naghmeh Emadi. (2013). Evaluation of the accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at different positions. *Imaging Science in Dentistry*, 43(3): 191–196. doi: 10.5624/isd.2013.43.3.191. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3784679/>





6 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:

Proyecto	Director	Colaboradores
PII y PIS	16 HSS	8 HSS
PIJ y PIMI	20 HSS	10 HSS

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Verónica Sotomayor	Director	288 (16hx18s)	Materiales
Mauricio Cely	Colaborador	144 (8hx18s)	Materiales

6.2 Infraestructura y equipos

- Equipo de Radiografía Industrial generador de Rayos X, en el Laboratorio de Ensayos No Destructivos
- Área de revelado de películas, laboratorio de Ensayos No Destructivos
-

6.3 Breve justificación del equipo requerido

- Escáner fotográfico, requerido para digitalización de imágenes radiográficas
- Computador Portátil Core I7 5ta generación para procesamiento de imágenes a través de software correspondiente
- Magnificador con 10x de aumento con lámpara LED y escala de medición con resolución de 0,5mm o menor
- Instrumentos de medición con adecuada resolución y precisión.
- Instrumentos de precisión para corte y maquinado, para la fabricación de probetas y generación de discontinuidades.
- Materiales para la obtención de la soldadura en las probetas

6.4 Fondos Adicionales

- N/A

7 Declaración del Director del Proyecto

Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.



DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre: Verónica Sotomayor
CC: 1713194189

Quito, 15 de Julio de 2016
(lugar y fecha)





DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de *Matemáticas*, en sesión del día *18 de Julio 2016* mediante resolución No. *001-2016*. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

JEFE DEL DEPARTAMENTO

Nombre: *FAUSTINO OJEDA*

CC: *0601001761*

Quito, 15 de Julio de 2016
(lugar y fecha)



Título del Proyecto:


Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra

AÑO 1

Nº	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Recopilación Bibliográfica	[Shaded]																																															
2	Adquisición de equipos y materiales	[Shaded]																																															
3	Generación de probetas con discontinuidades	[Shaded]																																															
4	Tomas radiográficas	[Shaded]																																															
5	Procesamiento de imágenes radiográficas	[Shaded]																																															
6		[Empty]																																															
7		[Empty]																																															
8		[Empty]																																															
9		[Empty]																																															
10		[Empty]																																															

AÑO 2

Nº	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6																											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																								
1	Evaluación de discontinuidades	[Shaded]																																															
2	Discusión y recopilación de resultados	[Shaded]																																															
3	Difusión y comunicación de resultados	[Shaded]																																															
4		[Empty]																																															
5		[Empty]																																															



Firma del Director del Proyecto

Verónica Sotomayor

del Director del Proyecto



Nombre