



"Curso de Ensayos No Destructivos, Aplicado a Juntas Soldadas en Facilidades Petroleras, Basado en la Norma ANSI/ASNT CP-105.2011"

AUTOR: GABRIEL OMAR HERRERA SOLORIZANO

Carrera de Ingeniería Mecánica – Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

gabriel.herrera@racin.com.ec

DIRECTOR: ING. PATRICIO QUEZADA

CODIRECTOR: ING. EDWIN OCANA

1. RESUMEN

El proyecto trata sobre la elaboración de un curso de Ensayos no Destructivos, aplicados a juntas soldadas dentro de facilidades petroleras ecuatorianas.

Para la elaboración de este curso se ha utilizado la norma ANSI/ASN CP-105-2011, la cual sirve para conocer los temas de entrenamiento utilizados para calificación y certificación de inspectores de control de calidad ASNT según la práctica recomendada ASNT SNT TC-1A.

Palabras Clave:

Ensayo No Destructivo, Radiografía, Ultrasonidos, Líquidos Penetrantes.

2. ABSTRACT

The project is the development of a course of nondestructive testing, applied to welded joints inside Ecuadorian oil facilities. For the development of this course has been used ANSI / ASN CP-105-2011 standard, which

help us to understand the issues of training used for qualification and certification of quality control inspectors according ASNT Recommended Practice SNT ASNT- TC-1A.

Key Words:

Nondestructive Testing, Radiography Ultrasonids, Penetrating Liquids.

3. INTRODUCCION

Para la elaboración de este proyecto se ha investigado, recopilado, organizado y sistematizado información referente a los ensayos no destructivos de: Radiografía, Ultrasonidos y Líquidos Penetrantes; así como también de las normas de referencia utilizadas en Ecuador para facilidades petroleras.

Se explica los principales métodos de soldadura utilizados para la construcción de obra mecánica en Ecuador.

También se desarrolló la parte teórica sobre defectología en soldaduras, dónde se describe cada uno de los posibles defectos que se pueden encontrar al realizar soldaduras. Finalmente se han generado indicaciones de referencia, generadas por los métodos antes mencionados.

4. MATERIAL Y METODOS

El desarrollo de este proyecto se lo realizó en cuatro etapas:

1. Etapa Teórica, es donde se investigó, recolectó, organizó y sistematizó toda la información necesaria para realizar el curso. Se utilizaron solamente libros en idioma inglés de personas ó gremios especializados en el tema. Los principales libros utilizados fueron los de la American Society for Nondestructive Testing.

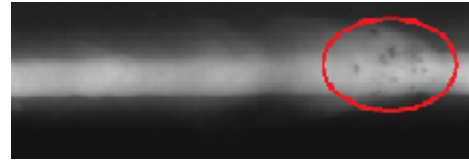


2. Etapa Práctica, aquí se empleó todos los conocimientos adquiridos en la etapa 1, para desarrollar radiografías, escaneos de ultrasonidos, y fotos de líquidos penetrantes con defectos comunes hallados en depósitos de soldadura.

También se elaboró un resumen de criterios de aceptación/rechazo para la evaluación de las indicaciones generadas por cada uno de los ensayos mencionados, y se diseñó un formato de reporte diario de inspección.

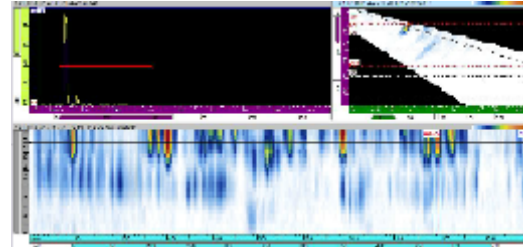


3. Selección de Preguntas, dentro de esta etapa se realizó el banco de preguntas para calificación y certificación de personal. Estas preguntas son de los métodos que se desarrolló en cada capítulo. Se utilizaron libros guía de la ASNT para el desarrollo de esta etapa.



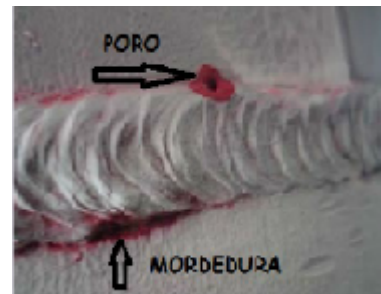
Materia:	ASTM E1163 Grado B	Examen:	Indic. III
Aplicación:	500	Indicador:	14 Cois
Distancia:	200	Tipo de defecto:	Indic. y Cois
Proceso de Solubilidad:	Aplicación de Penetrante	Indicador:	200
Materia que aplica:	Aplic. API 1104 (a pulido de alta	Condiciones:	Indic. 100
Indicador de la indicación:	Indicador de penetrante 10 min		
Condiciones de aplicación:	Aplic. API 1104 para la aplicación de penetrante		
Indicador de penetrante:	Una línea de penetrante y un indicador de penetrante		
Aplicación de penetrante:	La aplicación de penetrante según API 1104 se realiza como se indica		

2. Escaneo de ultrasonidos.



Materia:	ASTM A105 Grado B	Examen:	Clase II MC2
Aplicación:	200	Indicador:	Aplicación de Penetrante
Distancia:	200	Tipo de defecto:	Indic. y Cois
Proceso de Solubilidad:	Aplicación de Penetrante	Indicador:	200
Materia que aplica:	Aplic. API 1104 (a pulido de alta	Condiciones:	Indic. 100
Indicador de la indicación:	Aplicación de penetrante 10 min		
Condiciones de aplicación:	Aplic. API 1104 para la aplicación de penetrante		
Indicador de penetrante:	Una línea de penetrante y un indicador de penetrante		
Aplicación de penetrante:	La aplicación de penetrante según API 1104 se realiza como se indica		

3. Foto de líquidos penetrantes.



Materia:	ASTM A105 Grado B	Examen:	Clase II MC2
Aplicación:	200	Indicador:	Aplicación de Penetrante
Distancia:	200	Tipo de defecto:	Indic. y Cois
Proceso de Solubilidad:	Aplicación de Penetrante	Indicador:	200
Materia que aplica:	Aplic. API 1104 (a pulido de alta	Condiciones:	Indic. 100
Indicador de la indicación:	Aplicación de penetrante 10 min		
Condiciones de aplicación:	Aplic. API 1104 para la aplicación de penetrante		
Indicador de penetrante:	Una línea de penetrante y un indicador de penetrante		
Aplicación de penetrante:	La aplicación de penetrante según API 1104 se realiza como se indica		

4. Validación del Proyecto, finalmente se validó la información presente en el proyecto a través de un inspector ASNT nivel III. La empresa auspiciante entregó una carta de satisfacción y aceptación del proyecto.



5. RESULTADOS

A continuación se presenta un resumen obtenidos del proyecto:

1. Radiografía de referencia.

4. Sección de resumen de criterios de aceptación rechazo.

RESUMEN DE CRITERIOS ACEPTACION/RECHAZO NORMA API 1104 REVISION 2013		
Sección de Material	RADIOGRAFÍA	Defectos Detectados en Tabla de Aceptación/Rechazo de acuerdo al nivel
FALTA DE RESISTENCIA	1. Los Abrazacadores soldados (Welds)	
	2. Comentario de Aceptación de Inspección Radiográfica (CIR) en una longitud de Corrosión de 0.15 a 0.25 milímetros.	
FALTA DE PERMEABILIDAD	3. Comentario de Aceptación de Inspección Radiográfica (CIR) en la longitud de Corrosión de 0.15 a 0.25 milímetros.	
	4. Los Abrazacadores soldados (Welds)	
FALTA DE PERMEABILIDAD CON	5. Comentario de Aceptación de Inspección Radiográfica (CIR) en una longitud de Corrosión de 0.15 a 0.25 milímetros.	
	6. Comentario de Aceptación de Inspección Radiográfica (CIR) en la longitud de Corrosión de 0.15 a 0.25 milímetros.	

5. Formato de reporte diario para ultrasonidos.

7. Preguntas para calificación y certificación de personal.

6. CONCLUSIONES

- En toda obra mecánica es muy importante la aplicación de ensayos no destructivos para controlar su calidad e integridad estructural. De este modo se logrará construir instalaciones con larga vida, más baratas y más confiables.
- Gracias a los ensayos no destructivos se puede prevenir muchos accidentes comunes en la industria petrolera. Al aplicar un ensayo no destructivo para inspeccionar soldaduras, el grado de confiabilidad de la obra aumenta. Ejemplos de estos accidentes son: derrames de petróleo, explosiones dentro de estaciones, incendios dentro de estaciones, fugas de gas, etc.
- Es imprescindible el uso de normas técnicas de referencia para la inspección, evaluación y aprobación de soldaduras mediante ensayos no destructivos. Estas normas contienen los criterios de aceptación/rechazo, los cuales establecen si las soldaduras tienen ó no defectos.
- El personal que utiliza, ejecuta, inspecciona, necesita cumplir un entrenamiento, calificación y certificación.

- El tema de ensayos no destructivos no se lo ha desarrollado en nuestro país por falta de conocimiento de los procedimientos de inspección, ejecución y control de calidad. No se lo ha incluido en el pensum de la mayoría de universidades, no es considerado como asignatura ó como tema de maestría.
- La calificación y certificación del personal que realiza inspecciones de soldaduras mediante ensayos no destructivos, debe ser realizada a través de un inspector de control de calidad ASNT nivel III con número de registro vigente.

7. RECOMENDACIONES

- Se debe implementar una asignatura referente a los NDT, que conste con una parte teórica y otra práctica. Esta materia podría ser dictada de manera presencial ó a semi presencia en la Carrera de Ingeniería Mecánica (ya que ésta se encuentra más relacionada con la construcción de obra mecánica dentro y facilidades petroleras.
- Es importante el conocimiento del idioma inglés, en el área técnica referente al tema. Esto se podría lograr si la Carrera de Ingeniería Mecánica implementara proyectos para desarrollar monografías acerca de vocabulario técnico en

inglés referente a los ensayos no destructivos.

- Se debe motiva a los estudiantes y docentes a la investigación acerca de las aplicaciones de los ensayos no destructivos, como se lo hace a nivel internacional. Esta investigación es un tema muy importante porque el mundo de los NDT está constante desarrollo, en lo que respecta a nuevas tecnologías, técnicas y métodos. A nivel internacional muchas universidades se encuentran desarrollando e investigando éstos temas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- American Petroleum Institute. (2005). *Soldadura de tuberías e instalaciones relacionadas*. Washington: American Petroleum Institute.
- American Petroleum Institute. (2007). *Welded Steel Tanks for Oil Storage*. Washington: American Petroleum Institute.
- American Society for Nondestructive Testing. (2011). *Liquid Penetrant Testing*. Columbus: American Society for Nondestructive Testing.
- American Welding Society. (1977). *Guide for the Nondestructive Inspection of Welds, ANSI/AWS B1.0-77*. Miami, Florida, Estados Unidos: American Welding Society.
- B. Carry, H. (2004). *Manual de Soldadura Moderna*. Mexico: Prentice Hall.

- EASTMAN KODAK COMPANY. (1980). *Radiography in Modern Industry*. New York, Estados Unidos: EASTMAN KODAK COMPANY.
- GE-Energy. (s.f.). *Eddy Current Testing*. Obtenido de http://www.ge-energy.com/products_and_services/products/inspection_technologies/eddy_current_testing.jsp
- Hellier, C. (2003). *Handbook of Nondestructive Evaluation*. Chicago: Mc Graw-Hill.
- Iowa State University. (2014). *Ultrasonic Inspection*. Obtenido de <http://www.iprt.iastate.edu/assistance/nde/tools/ultrasonic>
- ISO 9712:2012. (01 de 12 de 2014). Obtenido de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=57037
- Jeffus, L. (2010). *Manual de Soldadura GTAW*. Madrid, España: Paraninfo.
- Karl Deutsch. (2014). *Penetrant Testing*. Obtenido de http://www.karldeutsch.de/KD_GENERAL_KnowledgeBase_PT_EN_M1.html
- Maquitodo. (22 de 07 de 2014). *Maquitodo*. Obtenido de <http://www.maquitodo.com.co/soldador-ac-225-glm-110-220v-lincon.html>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador. (29 de Mayo de 2014). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/subsecretaria-de-control-y-aplicaciones-nucleares/>
- NDT Resource Center. (10 de 2014). *Education Resources*. Obtenido de <https://www.nde-ed.org>
- OLYMPUS NDT. (2006). *Ultrasonic Transducers Technical Notes*. olympus.
- QSA Global. (2007). *Model 650L Source Changer*. Burlington: QSA Global.
- QSA GLOBAL. (2008). *Cobalt-60 Source Projector*. Burlington: QSA GLOBAL.
- QSA GLOBAL. (2009). *Product Catalog*. Burlington: QSA GLOBAL.
- QSA Global. (2011). *Sentinel 880 series source projector*. Burlington: QSA Global.
- Solar Atmospheres. (2014). *Liquid Penetrant Inspection*. Obtenido de <http://solaratm.com/vacuum-furnace-services/fluorescent-penetrant-inspection/>
- Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del Ecuador. (2011). *Curso Básico de Protección Radiológica* (Tercera edición ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador.
- The American Society for Nondestructive. (2011). *Ultrasonic Testing*. Columbus: American Society for Nondestructive Testing.
- The American Society for Nondestructive Testing. (2004). *Working Safely in Radiography*. Columbus, Estados Unidos: The American Society for Nondestructive Testing.
- The American Society for Nondestructive Testing. (2008). *Radiographic Testing*. Columbus: American Society for Nondestructive Testing.
- The American Society for Nondestructive Testing. (2013). *Relevant Discontinuities - Radiographic Testing*. Columbus: The American Society for Nondestructive Testing.
- The American Society for Nondestructive Testing. (2013). *Relevant Discontinuities - Ultrasonic Testing*.

- Columbus: The American Society for Nondestructive Testing.
- The American Society for Nondestructive Testing. (2014). *The American Society for Nondestructive Testing*. Obtenido de www.asnt.org
- The American Society for Testing and Materials. (1999). *Standard Practice for Design, and Material Grouping Classification of Hole-Type Images Quality Indicators used for Radiology* (Vol. Designation: ASTM 1025). Miami: The American Society for Testing and Materials.
- The American Society for Testing and Materials. (1999). *Standard Practice for Design, and Material Grouping Classification of Wire Images Quality Indicators used for Radiology*. Miami: The American Society for Testing and Materials.
- The American Society for Testing and Materials. (1999). *Standard Terminology for Nondestructive Examinations*, (Vols. Designation: ASTM E 1316 – 99a). Miami, Florida, Estados Unidos: The American Society for Testing and Materials.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2007). *“ASME Boiler and Pressure Vessel Code” Section VIII div1*. New York: ASME.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2010). *“ASME Boiler and Pressure Vessel Code” Section IX*. New York: ASME.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2010). *Nondestructive Examination, Section V*. New York, Estados Unidos: ASME.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2010). *Pressure Piping-Section B31.3*. New York: ASME.
- The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors. (2014). *Magnetic Particle Examination*. Obtenido de <http://www.nationalboard.org/index.aspx?pageID=164&ID=377>
- U.S Department of Transportation. (2014). *Bridges&Structures*. Obtenido de <http://www.fhwa.dot.gov/bridge/signinspection03.cfm>
- Visual NDT inspection. (2012). *Visual NDT inspection*. Obtenido de <http://visualndtinspection.com/>
- Wikipedia. (2014). *Acoustic Emission Testing*. Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_emission
- Wikipedia. (2014). *Crookes Tube*. Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Crookes_tube
- Wikipedia. (2014). *Leak Testing*. Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Leak#Leak_testing
- Wikipedia. (2014). *Pechblenda*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pechblenda>
- Wikipedia. (2014). *Radiographic Testing*. Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Radiographic_testing
- Wikipedia. (21 de 07 de 2014). *Shielded metal arc welding*. Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Shielded_metal_arc_welding
- wikipedia. (01 de 09 de 2014). *sound waves*. Obtenido de www.wikipedia.org
- Wikipedia. (2014). *Thomas Edison*. Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Edison
- Wikipedia. (2014). *Ultrasonic Testing*. Obtenido de

http://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasonic_testing

Wikipedia. (2014). *Wilhelm Conrad Rontgen*.

9. DIRECTOR Y CODIRECTOR

ING. PATRICIO QUEZADA

DIRECTOR

ING EDWIN OCAÑA

CODIRECTOR