



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

"Planeación, Inspección y Evaluación mediante Pruebas  
No Destructivas de equipos industriales"

# **INFORME DEL EJERCICIO PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
(ÁREA INDUSTRIAL)

P R E S E N T A:

**ARMANDO GARRIDO SANJUAN**



**ASESOR: DR. JAVIER JIMÉNEZ GARCÍA**

**MÉXICO 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

Agradezco y dedico el presente trabajo:

A mis amados; Padre (†) y Madre por los ejemplos de vida, por su cariño y apoyo incondicional.

A mi esposa e hijos, principal inspiración para la culminación de todos mis proyectos personales; a mi familia cercana y lejana, y a todas aquellas personas que han sido parte importante en mi vida.

Agradezco especialmente a mi asesor, Dr. Javier Jiménez García por el tiempo dedicado en la dirección de este trabajo, por sus consejos, amabilidad y disposición que tuvo conmigo.

Por ultimo a la Facultad de Estudios Superiores Aragón, institución que merece todos mis respetos la cual me permitió formar y ser parte de su distinguida comunidad estudiantil.

## **Índice**

	<b>Página</b>
Introducción	4
<b>I. Antecedentes</b>	7
<b>II. Plan de trabajo con sustento teórico</b>	11
<b>III. Descripción de procesos y productos</b>	21
<b>IV. Formación teórica práctica</b>	27
<b>V. Recomendaciones</b>	30
<b>VI. Fuentes de información</b>	32
<b>VII. Anexos</b>	33
<b>VIII. Conclusiones</b>	137
<b>IX. Bibliografía</b>	138

## Introducción

La industria manufacturera tiene la necesidad de llevar al límite sus sistemas de producción mediante la planeación y el control de la misma, optimizando sus recursos humanos y materiales. Debido a ello, los directivos evalúan procesos y resultados empleando técnicas estadísticas e indicadores que se elaboran recolectando datos para que sean posteriormente interpretados gráficamente, de tal manera que se establezca un panorama de la eficiencia de sus sistemas productivos, desde que entra la materia prima hasta que sale de la planta como producto terminado.

Sin embargo, es muy común que en los sistemas de producción ocurran paros que no son programados y que provocan una afectación monetaria considerable, ya que la planta deja de producir en una o varias líneas llegando a generar tiempos muertos de horas o inclusive de días. Cabe mencionar que en estos contratiempos se ven involucrados componentes de equipos, maquinaria, etcétera. ¿Pero qué es lo que ocasiona estos percances? La necesidad de obtener las respuestas acertadas para prever este tipo de situaciones es la tarea encomendada a los ingenieros encargados del mantenimiento y su equipo de trabajo.

Por otro lado, para cumplir los requerimientos y regular los recipientes sujetos a presión equipos, cuando se tiene que dar cumplimiento a lo establecido por la Secretaria de Trabajo y Previsión Social o la Secretaria de Energía; orilla a la industria a recurrir a herramientas como el análisis de estos equipos, empleando pruebas no destructivas las cuales son solicitadas por ambas secretarías.

Regularmente en un análisis por métodos no destructivos pueden llegar a deducirse las posibles soluciones para resolver algún problema relacionado con la funcionalidad de un equipo, o cumplir con los lineamientos establecidos por las normas oficiales mexicanas (NOM-020-STPS, NOM-007-SESH-2010) para que se otorgue el permiso de operación, además de que se puede ir generando un historial para componentes, piezas o sistemas críticos que estén sometidos a esfuerzos y cargas constantes. Así, la aplicación de las pruebas no destructivas proporciona información que permite tomar decisiones a las jefaturas o gerencias, donde el punto más importante es la reparación o la sustitución de los equipos, componentes y piezas o como un control de calidad. Por ello, las pruebas no destructivas son una herramienta que garantiza que un producto cumpla con los estándares para el cual fue diseñado y fabricado.

Por ello, es que en este informe del ejercicio profesional se exponen casos prácticos de la empresa de servicios, en la que actualmente me desarrollo como Técnico en Pruebas No Destructivas.

Cabe destacar que los ejemplos elegidos, parten de un problema o situación real en específico, donde el análisis previo permite la planificación que facilite la ejecución de actividades, para que al momento de efectuar la evaluación final se llegue a un veredicto o respuesta de la condición o situación actual en la que se encuentre el equipo industrial, por ejemplo un recipiente sujeto a presión, un componente o una pieza.

En la situación profesional elegida para este informe, expongo mi desarrollo profesional obtenido en la empresa, que me ha permitido involucrarme en el área técnica de las pruebas no destructivas y a su vez reflejar la importancia del ingeniero industrial en este rubro, debido a la visión que se debe tener para

enfrentar circunstancias donde no sólo se ven involucrados bienes materiales o equipos, sino también la seguridad de las personas y el entorno que las rodea.

Es importante mencionar que al iniciar la planeación de un proyecto nuevo, empleo y desarrollo principalmente las habilidades y conocimientos adquiridos en la licenciatura de ingeniería industrial, que se complementan con la capacitación profesional impartida en la empresa y por las experiencias laborales que he adquirido en otras compañías donde he trabajado.

## **I. Antecedentes**

La empresa donde llevo a cabo mis actividades como técnico en pruebas no destructivas es “Capacitación y Pruebas no Destructivas de México, S.C.” Constituida en el año 2002 por el Ingeniero Bonifacio Alanís Toledo Gerente General y el Ingeniero Cutberto Espinosa Méndez, Gerente Técnico, dedicada a la asesoría, capacitación y prestación de servicios de ingeniería relacionados con las pruebas no destructivas. En el ANEXO A página 33, se muestra un organigrama de la empresa.

Por la relevancia de las actividades y para ubicar estratégicamente mi participación como técnico, a continuación se describen los objetivos principales que caracterizan a esta empresa.

1. El ejercicio, desarrollo, asesoría, capacitación y prestación de toda clase de servicios de ingeniería, en especial los relacionados con las pruebas no destructivas, inspección de soldadura y áreas afines.
2. La organización, coordinación e impartición de cursos, conferencias, congresos, seminarios y eventos en general, relacionados con la difusión, conocimientos, aplicación y divulgación de temas o prácticas relacionadas con las pruebas no destructivas e inspección de soldadura.
3. Colaborar con los organismos oficiales de normalización en la elaboración, revisión y divulgación de normas en pruebas no destructivas e inspección de soldadura.



4. Formar parte y promover la formación y establecimiento de laboratorios de prueba acreditados, unidades de verificación y comprobación del cumplimiento de los requisitos y condiciones que sean establecidas en la legislación vigente.
5. Formar parte y promover la formación y establecimiento de unidades de capacitación, calificación, certificación y/o verificación de competencia laboral, así como de evaluadores independientes en las áreas de nuestro objeto social.
6. Contribuir en la medida de lo posible para que las actividades realizadas por la sociedad en el campo de las pruebas no destructivas y la inspección de soldadura sean un factor que incremente la seguridad pública e industrial, así como la protección del medio ambiente.

Como se puede observar en los objetivos de la empresa, ésta tiene un compromiso ético y firme de la divulgación de todo lo que concierne al tema de las pruebas no destructivas, además de tener el objetivo a largo plazo de obtener la acreditación que otorga EMA, A.C. (Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.) para dar el servicio como laboratorio de calibración a equipos específicos que se usan para la realización de las pruebas no destructivas comúnmente aplicadas en la industria mexicana y para certificar otros servicios.

Por otra parte los principales servicios que se ofrecen en la empresa son los siguientes.

1. Elaboración de procedimientos escritos generales y específicos para la aplicación de métodos no destructivos en la industria, basados en los

requerimientos de estándares, códigos y normas como puede ser ASME, ASTM, AWS o API.

2. Capacitación, Calificación y Certificación de personal que realice pruebas no destructivas bajo el esquema de la práctica recomendada SNT-TC-1A emitida por ASNT.
3. Inspección de soldadura y calificación de soldadores según AWS.
4. Servicio de inspección por pruebas no destructivas, aplicando principalmente los métodos de inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, prueba de fuga, ultrasonido industrial, medición de espesores con ultrasonido industrial y radiografía industrial.
5. Replicas metalográficas y dureza.

En el ANEXO B página 34, se exponen algunos informes de inspecciones donde se participó directamente. Cabe mencionar, que por cuestiones de la política de privacidad de “Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.” se omiten direcciones y razones sociales reales de las empresas a las que se les dio el servicio de inspección, sin embargo la temática y la aplicación de pruebas no destructivas a cada uno de estos equipos industriales, está basada en la normatividad real aplicable para cada caso en particular. Por esta razón, la función del ingeniero industrial para realizar actividades como investigación, interpretación, análisis, planeación y gestión de los proyectos delegados, deben estar fuertemente sustentadas en los conocimientos adquiridos en la formación académica universitaria obtenida y por otro lado la capacidad universal de ampliar conocimientos que no se obtuvieron en la etapa de estudiante universitario, como lo es mi caso en particular para realizar inspecciones por pruebas no destructivas y evaluar los resultados que se obtienen al aplicarlas.

Debido a ello, en este informe del ejercicio profesional se plasman, testimonios personales, además de enfatizar la importancia que tiene mi rol profesional en Capacitación y Pruebas no Destructivas de México, S.C. desde hace más de cuatro años y en la sociedad de las pruebas no destructivas.

## II. Plan de trabajo con sustento teórico

Generalmente cuando se inicia la planeación de un proyecto de inspección por pruebas no destructivas, la gerencia técnica expone la problemática y el objetivo del servicio, es decir porqué o para qué se está solicitando la inspección, retroalimentando al departamento técnico con la información técnica esencial y necesaria que el cliente proporciona del equipo o equipos que serán inspeccionados. Partiendo desde este punto se realiza un plan de trabajo de tal manera que al momento de analizar la información, la planeación del servicio de inspección se realice de la siguiente manera:

- a) Identificación de la zona(s) o área(s) donde se efectuará la Inspección por pruebas no destructivas para definir el alcance del servicio. Esto se hace interpretando dibujos mecánicos o memorias de cálculo para contemplar configuraciones geométricas, espesores, longitudes, etcétera; datos importantes tales como número de identificación, número de serie, año de fabricación, tipo de material, condiciones de servicio, tipo de unión y junta si se trata de soldadura.

En algunos otros casos cuando no se tiene acceso a esa información elemental, nos apoyamos con fotografías, croquis, bosquejos a escala e información empírica que el cliente puede proporcionar o en su defecto que se obtenga físicamente realizando una visita de campo previa; de esta manera se pueden calcular áreas, perímetros, determinar si hay acceso para cubrir toda la zona que se desea examinar, que tipo de acabado tiene la superficie y realizar un análisis dimensional de los equipos en cuestión.

- b) Una vez que se concluye la primera etapa explicada en el inciso anterior, se analiza el objetivo de la inspección, es decir qué tipo de indicación se

busca, podrían ser superficiales o sub superficiales tales como grietas por fatiga, grietas por servicio o porosidad que se puedan presentar en el material base, en soldadura o en ambos, o tal vez el daño que se busca es interno (en el volumen de la pieza) como reventadas o segregaciones en una pieza forjada, corrosión interna que provoque reducción en el espesor de pared de un recipiente sujeto a presión. Con base en estas deducciones se elige el método y la técnica que se usará; podría ser una técnica de inspección superficial, de inspección volumétrica, de inspección de la integridad o de la hermeticidad, o una combinación de las tres según el caso en particular.

- c) La normatividad para la aplicación de pruebas no destructivas en equipos de uso industrial, está basada en la función que tienen estos en campo sin importar el giro de la empresa, si es alimenticia, metalmecánica, farmacéutica, química, etcétera. De tal forma que los requerimientos, parámetros y variables para el desarrollo de la inspección así como el criterio de aceptación o rechazo para la evaluación de los resultados obtenidos de la examinación no destructiva, son consultados en estándares, especificaciones y códigos, documentos que se complementan entre si haciendo referencia uno con otro, pero siempre en función del uso del equipo industrial. En ocasiones los clientes especifican bajo que norma requieren el servicio de inspección, sin embargo la mayoría de las veces desconocen el marco normativo, por esta razón es que la interpretación de estos documentos es un punto importante para la Planeación, Inspección y Evaluación por Pruebas No Destructivas.

Los documentos normativos de uso más común en Capacitación y Pruebas No Destructivas, S.C. para la realización de inspecciones son los siguientes:

1. **ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section V & VIII (Código ASME para Calderas y Recipientes Sujetos a Presión, Sección V y VIII).** La sección V se divide en dos subsecciones la “A” que contiene los requerimientos, parámetros y variables de los métodos de examinación no destructiva para detectar imperfecciones superficiales, sub superficiales e internas para materiales, soldaduras, partes fabricadas y componentes. Los métodos incluidos en esta subsección son, Radiografía Industrial, Ultrasonido Industrial, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, Inspección Visual, Prueba de Fuga, Emisión Acústica y Corrientes Eddy. La subsección “B” contiene estándares no mandatorios de métodos no destructivos adoptados de la ASTM, esta subsección remite a la subsección “A”.

La sección VIII del Código ASME proporciona las reglas para la selección de materiales, diseño, fabricación e inspección de recipientes sujetos a presión, generalmente para la inspección por pruebas no destructivas remite a la sección V del mismo Código o algún estándar de ASTM.

2. **ASME B31.3 Code for Pressure Piping (Código ASME B31.3 para Tubería de Proceso).** Está dirigido a tubería que se encuentra típicamente en refinerías de petróleo y terminales (recibo, almacenamiento y bombeo), plantas químicas, plantas farmacéuticas, plantas textiles, papeleras, plantas criogénicas, etcétera; que manejen fluidos como químicos en condiciones de materia prima, en proceso y producto terminado; productos derivados del petróleo; gas, vapor, aire y agua; fluidos sólidos, refrigerantes y fluidos criogénicos. A si mismo contempla las especificaciones para el diseño y construcción de tubería de proceso, al lector lo remite a la sección V del Código ASME para el procedimiento de inspección por pruebas no destructivas, sin embargo

si provee los criterios de aceptación y rechazo para la evaluación de los resultados obtenidos por los métodos no destructivos aplicados.

3. **ASME B31.1 Code for Power Piping (Código ASME B31.3 para Tubería de poder).** Está dirigido a tubería que se encuentra típicamente en centrales de energía eléctrica, intercambiadores de calor y sistemas de enfriamiento de plantas industriales geotérmicas, sistemas de calentamiento en instituciones públicas e incluye bridas, birlos, juntas (uniones soldadas), válvulas, dispositivos de alivio de presión, accesorios (codos, tees, etc.) y componentes o partes del sistema de tubería que contengan presión. Contempla las especificaciones y requerimientos para el diseño, construcción, selección de materiales, inspección y mantenimiento de sistemas de tubería de poder, al lector lo remite a la sección V del Código ASME para el procedimiento de inspección por pruebas no destructivas, sin embargo si provee los criterios de aceptación y rechazo para la evaluación de los resultados obtenidos por los métodos no destructivos aplicados.
  
4. **AWS D1.1 Structural Welding Code Steel (Código AWS D1.1 Soldadura para la Construcción de Estructuras de Acero).** El alcance de este documento contempla los requerimientos para la construcción, ensamble y montaje de estructuras soldadas de acero, contiene los criterios de aceptación y rechazo para la evaluación de los resultados obtenidos por los métodos no destructivos aplicados en estructuras tubulares y no tubulares, cíclica y estáticamente cargadas; remite al lector a los estándares ASTM para el procedimiento de inspección por pruebas no destructivas.

5. **AWS D14.6 Specification for Welding of Rotating Elements of Equipment (Especificación AWS D14.6 para Soldadura de Componentes y Equipo Rotatorio).** Los requerimientos mínimos de esta especificación están dirigidos a uniones soldadas para la construcción de equipos y componentes rotatorios nuevos, también aplica para la modificación o reparación de equipos usados. Algunos de los equipos que considera en su alcance son ventiladores industriales, trituradoras, engranes, cigüeñales, volantes, impulsores centrífugos; contiene los criterios de aceptación y rechazo para la evaluación de los resultados obtenidos por los métodos no destructivos aplicados y remite al lector a los estándares ASTM para el procedimiento de inspección por pruebas no destructivas.
  
6. **API Standard 1104 Welding of Pipelines and Related Facilities. (Estándar API para Soldadura de Instalaciones de Tubería Relacionadas y Afines).** Este estándar cubre las uniones soldadas por los procesos de SMAW, GTAW y sus combinaciones en líneas de tubería de acero al carbono y baja aleación, en sistemas de distribución ya sean nuevos o usados, empleados para la compresión, transmisión y bombeo de petróleo crudo y sus derivados. Facilita los criterios de aceptación y rechazo para la evaluación de los resultados obtenidos por pruebas no destructivas, enlista los requerimientos mínimos para el procedimiento de inspección por pruebas no destructivas y en algunos puntos remite al lector a los estándares ASTM y deja abierta la opción para consultar otros códigos como la sección V de ASME.
  
7. **NOM-020-STPS-2011, Norma Oficial Mexicana – Funcionamiento y Condiciones de Seguridad para recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos, generadores de vapor o calderas.** Norma emitida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social que tiene por objetivo establecer los requisitos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores



de vapor o calderas en los centros de trabajo, a fin de prevenir riesgos a los trabajadores y daños en las instalaciones, aplica para todo el territorio nacional y para su interpretación remite a otra serie de normas oficiales mexicanas, con respecto a las pruebas no destructivas exige que la capacitación, calificación y certificación de personal que las realice sea de acuerdo a la NMX-B-482 y el procedimiento para su aplicación remite al lector al Código ASME sección V y VIII.

8. **NOM-007-SESH-2010 (Sustituye a la NOM-010-SEDG-2002), Norma Oficial Mexicana – Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P., condiciones de seguridad, operación y mantenimiento.**

Esta norma emitida por la Secretaria de Energía, establece las condiciones mínimas de seguridad, operación y mantenimiento para el uso de vehículos para el transporte y distribución de gas licuado de petróleo, aplica para Semirremolques, Auto-tanques de distribución, Auto-tanques de transporte y Vehículos de reparto, para su interpretación remite a otra serie de normas oficiales mexicanas, con respecto a las pruebas no destructivas y el procedimiento para su aplicación remite al lector al Código ASME sección V y VIII.

9. **Recommended Practice N° SNT-TC-1A Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing. (Practica Recomendada N° SNT-TC-1A para la Calificación y Certificación de personal que realice Pruebas No Destructivas).**

Documento emitido por la ASNT (American Society Nondestructive Test) que tiene como objetivo establecer un marco o estructura para un programa de calificación y certificación para personal que realice inspecciones por pruebas no destructivas, adicionalmente este documento proporciona requerimientos para la capacitación teórica y tiempos mínimos de entrenamiento y experiencia para cada método no destructivo; ASME, AWS, API, etcétera, mencionan a esta práctica dentro de los requisitos

que se deben cumplir para la certificación del personal que realice pruebas no destructivas dentro de su contexto.

Por otro lado, esta práctica recomendada maneja tres niveles técnicos para la capacitación, calificación y certificación de personal en los cuales la responsabilidad de cada uno es diferente con respecto a las funciones que debe desempeñar, la ASNT (American Society Nondestructive Test) es el organismo que la emite, las describe de la siguiente manera.

### **1) Técnico Nivel I**

Persona apta para efectuar correctamente la calibración y ajuste de un equipo de inspección; debe realizar una inspección específica y puede aplicar los criterios de aceptación o rechazo definidos en un procedimiento o instrucción escrita; realiza los registros de estas actividades. El técnico nivel I debe ser entrenado y supervisado por personal certificado como nivel II o III.

### **2) Técnico Nivel II**

Individuo calificado para efectuar correctamente las actividades de un nivel I, debe ser capaz de ajustar y calibrar equipos de inspección cuando presenten cambios en sus condiciones normales de funcionamiento, interpreta y evalúa resultados obtenidos de inspecciones con respecto a los códigos, normas y especificaciones aplicables, tiene responsabilidad asignada para el entrenamiento en el trabajo y guía de los aspirantes al nivel I, debe tener la capacidad para organizar y reportar los resultados de inspecciones efectuadas por el o bajo supervisión, tiene que estar

fuertemente familiarizado con el alcance y limitaciones del método no destructivo.

### **3) Técnico Nivel III**

Individuo calificado para ejercer las responsabilidades en los métodos no destructivos en los que este certificado, debe establecer técnicas, procedimientos de prueba, designa el método, técnica y procedimientos para una aplicación específica, debe poseer conocimientos generales sobre materiales métodos y tecnologías de fabricación; elabora, revisa y aprueba procedimientos de prueba, ya sea general o específica; entrena, examina y certifica a los candidatos a nivel I, II u otro nivel III.

Como se puede observar cada nivel tiene responsabilidades y funciones diferentes, esto se debe a que la formación de un técnico es por etapas y cuenta mucho el tiempo de dedicación para involucrarse en los aspectos teórico prácticos de un método, obtener una calificación y posteriormente la certificación del técnico, que es el testimonio escrito de que se es apto para ejecutar, interpretar, evaluar y gestionar todo lo relacionado a una prueba no destructiva.

Cabe destacar que actualmente me desempeño como técnico nivel II y mis funciones las realizo en el departamento técnico, complementándolas con los servicios de inspección que ofrece la empresa, principalmente a la industria metal mecánica, alimenticia, farmacéutica, minera, química y en algún otro rubro distinto a las anteriores donde se solicite un servicio de pruebas no destructivas. En el ANEXO C página 136, se muestra como ejemplo los certificados que avalan la calificación en dos métodos distintos.

Como se puede ver en las descripciones anteriores, todos los documentos son de vital importancia para la planeación, inspección y evaluación mediante Pruebas No Destructivas de equipos industriales.

Otros puntos que se deben tomar en cuenta con respecto a la planeación, se describen a continuación.

- a) Si el trabajo a realizarse es un espacio confinado, en alturas o en otras condiciones diferentes a las que se toman como normales, es importante contar con el equipo apropiado de protección personal, tomar alguna capacitación previa con respecto a la seguridad y medio ambiente, la cual es impartida por parte de la empresa que solicite el servicio de inspección, asimismo será necesario efectuarse algún examen médico solicitado por la empresa contratante.
- b) Definir el tiempo aproximado en el cual se realizará la inspección, considerando las dimensiones y volumen del equipo, parte, componente, pieza, el trayecto para desplazarse hasta el punto donde se efectuará el servicio, el cálculo de los consumibles que se van a emplear, equipos para realizar la inspección por pruebas no destructivas y la cantidad de técnicos para cubrir la inspección y si cuentan con la certificación para realizar la inspección por el método no destructivo solicitado.

Una vez que se concluyeron y aclararon las etapas anteriores, se retroalimenta con la información al gerente técnico para su revisión, aprobación y por consiguiente la elaboración de la cotización del servicio por el departamento de ventas y una vez que se confirma el servicio de inspección por parte del cliente, se realizan las actividades correspondientes en campo según el alcance de la inspección.

Cabe destacar que durante la ejecución del proyecto, el trabajo en equipo es de vital importancia y por lo general cuando son dos técnicos los que llevan a cabo los trabajos de inspección, la responsabilidad del proyecto recae en el técnico con el nivel de certificación más elevado, mismo que redacta el informe final de resultados de la inspección.

### III. Descripción de procesos y productos

Durante la descripción de procesos y productos, se describe el procedimiento por el cual se realiza la planeación para la realización de un proyecto de inspección por pruebas no destructivas. Mediante un gráfico de Gantt se plasma la forma como se relacionan los tiempos comprometidos en cada una de las actividades de la tabla 1.

Actividad	Semana 1						Semana 2						Semana 3						Semana 4					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1 Identificación de las zonas	■	■	■																					
2 Normatividad aplicable		■	■	■																				
3 Metodo y técnica a utilizar			■	■	■																			
4 EPP y Capacitación adicional			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
5 Derterminar tiempo de inspección			■	■	■																			
6 Cotización del servicio			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
7 Realizar inspección																		■	■	■	■	■	■	
8 Elaboración final del informe de resultados																						■	■	

**Tabla 1.** Programación de un proyecto de inspección.

El tiempo establecido para la planeación de un proyecto de inspección en el diagrama de Gantt mostrado en la tabla 1, depende de las condiciones y características en las que se tenga que realizar el servicio de inspección. Para el cumplimiento de los tiempos comprometidos, a continuación se describen las actividades del diagrama.

### **Actividad 1**

- ❖ Se consideran de uno a tres días los necesarios para realizar la primera actividad. La idea principal es recopilar toda la información técnica esencial del equipo o equipos que serán examinados, con el propósito de identificar las áreas o zonas que serán examinadas por pruebas no destructivas, si existe alguna limitante para cubrir el 100% del objetivo de la inspección, longitud, área, volumen, donde y como está ubicado en su zona de trabajo, algunas veces se presenta la opción de realizar una visita de campo al lugar donde se encuentra el equipo en cuestión, esto permite observar físicamente todo el entorno donde se realice el servicio de inspección y se puedan considerar la mayoría de detalles que impidan que la inspección se lleve a cabo en el tiempo estimado.

### **Actividad 2**

- ❖ La segunda actividad está considerada para uno o tres días, ya que viene relacionada con la primera actividad, la elección del estándar, norma, código; dependerá del análisis de la información recopilada anteriormente, de tal manera que se puedan definir los parámetros y variables esenciales de la prueba no destructiva que se aplicara.

### **Actividad 3**

- ❖ La elección del método y técnica de inspección no debe ser mayor a un día de duración, la correcta ejecución del paso anterior debe facilitar a un técnico certificado definir esta tercera actividad.  
En el diagrama se marcan dos días más, para prevenir alguno de los siguientes inconvenientes; tal como la existencia suficiente de consumibles para desarrollar la inspección, equipos y accesorios. Si por alguna razón hubiera desabasto, debe considerarse, siempre

que el marco normativo lo permita, la elección de una combinación de pruebas no destructivas que cubra el objetivo del análisis en común acuerdo con el cliente, posponer el servicio de inspección sería la última opción.

#### **Actividad 4**

- ❖ La cuarta actividad puede iniciar simultáneamente con la etapa anterior o un día después, generalmente se cuenta con todo el equipo de protección personal que se considera estándar, en algunas empresas esto es suficiente en otras es necesario tomar pláticas de seguridad e inclusive realizarse exámenes médicos de tal manera que se cumplan sus estándares de seguridad y protección ambiental, estas pláticas las pueden programar cualquier día de una semana laborable, por esta razón, se consideran ocho días para cubrir esta actividad, ya que está en función del cliente.

#### **Actividad 5**

- ❖ Esta actividad está relacionada con las actividades uno y dos, la información recabada en estas etapas del proyecto servirán para determinar y establecer el tiempo de inspección necesario, tiene que ser el suficiente para trasladarse hasta el lugar donde se aplicara la prueba no destructiva, interpretar y evaluar los resultados obtenidos, marcar las zonas donde se hallan localizado indicaciones relevantes, emitir el reporte de campo donde se registrarán todas las indicaciones relevantes si es que las hubo, anexando el croquis de las zonas marcadas y cualquier otro detalle. La cantidad de técnicos, equipos, consumibles y viáticos quedan definidos en esta tarea.



## **Actividad 6**

- ❖ La sexta actividad se relaciona con las etapas uno, dos, tres y cinco; toda la información recopilada servirá al departamento de ventas para dar respuesta al cliente, enviando la cotización correspondiente donde se anexa el objetivo y alcance de la inspección, marco normativo, tiempo estimado para realizar el servicio y otras cuestiones contractuales.

Inicia inmediatamente después de que han quedado concluidas las tareas mencionadas anteriormente, se consideran no más de quince días para su ejecución y queda concluida una vez que el cliente ha enviado la orden de compra u orden de pedido del servicio contratado.

En esta etapa, incluso la siguiente actividad puede iniciar una vez que el cliente confirma la aceptación del servicio mediante un correo electrónico, esto puede ocurrir dentro de los tres o cuatro días que ha sido enviada la cotización por el departamento de ventas, el departamento técnico no necesariamente debe esperar a que ventas reciba los documentos de contratación de la inspección, la responsabilidad del seguimiento contractual recae únicamente en el departamento de ventas.

Sin embargo podría darse el caso que la siguiente actividad inicie una vez que la sexta ha quedado concluida totalmente, todo depende de las políticas de la empresa que contrate el servicio de inspección o cuando se trata de licitaciones donde Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C. es invitado a participar.

## **Actividad 7**

- ❖ La séptima actividad del diagrama está en función con la actividad anterior y principalmente con base en la confirmación del servicio de inspección, por esta razón se consideran máximo doce días para realizar el servicio de inspección por pruebas no destructivas.

En esta etapa del proyecto el traslado a la zona donde se dará el servicio y el regreso a las oficinas centrales de Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C., puede ser de horas o días y la ejecución de la inspección puede realizarse en uno o hasta 4 días.

Al evaluar los resultados obtenidos de la inspección según el criterio de aceptación y rechazo aplicado pueden existir indicaciones que no sean aceptadas, estas indicaciones se consideran defectos y deben ser eliminados y reparados para su reinspección por el mismo método por el cual fueron detectados, esto puede suceder inmediatamente, al día siguiente o se puede programar en otro servicio aparte; en este último caso las zonas deben quedar marcadas y registradas en un reporte de campo con copia para el cliente de tal manera que las zonas se puedan ubicar e identificar fácilmente para su reparación y reinspección posterior.

Si los resultados son aceptables de igual manera se debe dejar un reporte de campo, en ambos casos (aceptado / rechazado), este reporte de campo servirá para elaborar el informe final de resultados que es la última actividad del proyecto.

## **Actividad 8**

- ❖ La octava actividad y última del diagrama, se realiza en las oficinas de Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C., no debe ser mayor a tres días posteriores de que se realizó la inspección e inicia una vez que se concluyó la actividad anterior.

La elaboración del informe final de resultados debe redactarse de tal manera que la información que se recopiló en el reporte de campo en la actividad anterior se amplió y complementa con tablas, dibujos, fotografías, etcétera.

Por ello, es fundamental que este informe final de resultados cuente con una redacción clara y detallada, que explique con base en un conjunto de apartados, descripción del objeto, resumen de la inspección, resultados de la inspección, conclusión de la inspección, el reporte de resultados y finalmente si aplica los anexos con documentación adicional importante.

#### **IV. Formación teórica práctica**

En esta parte del informe se enfatiza la importancia de integrar la teoría con la práctica para la solución de problemas durante la planeación de un servicio de inspección, destacando que los conocimientos teóricos no deben ser un impedimento para actuar con acierto, sino, justamente, el mejor camino para hacerlo. Establecer objetivos, tomar decisiones, solucionar conflictos, son actividades que implican práctica, experiencia y habilidad pero respaldados por bases teóricas y no con malas prácticas y hábitos de sentimentalismos o excesos de confianza que puedan conducir a errores.

Sin embargo podríamos entender confusamente que solamente la práctica conduce a una acción positiva, pero no es exactamente así, ya que la práctica tiene detrás una teoría que la explica, por eso resulta inadecuado que algunas personas, especialmente los que se consideran prácticos, intenten presentar la teoría como algo incómodo, inútil y algunas veces molesta, en “Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.” realizo mi trabajo de tal modo que cada una de mis actividades tanto en la oficina como en campo estén respaldadas con bases teóricas.

Por ejemplo, un dibujo puede ser representativo, abstracto o simbólico, es decir puede querer ser una imagen fiel de aquello que representa, en este informe en particular el dibujo técnico y mecánico representado en planos, requiere ser interpretado, puesto que es la información en primera estancia que se facilita para iniciar la planeación del servicio de inspección, pasar por alto este paso conduciría a una inspección realizada incorrectamente y se vería reflejada en tiempo y dinero.

El objetivo de haber cursado la asignatura de dibujo en la FES Aragón me sirvió para realizar la correcta interpretación de un plano además de proporcionarme la suficiente habilidad para poder realizar bosquejos, esquemas, diagramas y otras representaciones geométricas. En campo al ejecutar una inspección es necesario explicar al cliente cómo funciona el método y la técnica no destructiva que se está empleando en ese momento, sus fundamentos físicos, con base en qué y cómo se interpretan y evalúan los resultados obtenidos de la inspección.

Cabe destacar que el ingeniero industrial está fuertemente relacionado con actividades de investigación, interpretación, análisis, diseño, gestión, desarrollo, etcétera; debe tener iniciativa, ya sea de manera encomendada o autodidacta para ampliar los conocimientos que no se obtuvieron en la etapa de estudiante universitario además de tener la capacidad de relacionarse con el entorno laboral que le rodea, como lo es mi caso en particular. Con base en esta premisa quiero resaltar que la formación académica obtenida en la FES Aragón, me ha sido de gran ayuda para poder llevar a cabo mi trabajo como técnico en “Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.,” y sobre todo una herramienta básica para poder cumplir los objetivos establecidos en cada proyecto delegado a mi persona en la Planeación, inspección y evaluación mediante Pruebas No Destructivas de equipos industriales.

En la planeación de un proyecto la formación académica juega un papel muy importante, es el complemento de la práctica y las habilidades personales que se desarrollan cuando se incursiona en el campo laboral, con esto me refiero a que podemos tener errores durante la ejecución de cualquier trabajo pero estos deben ser mínimos de tal manera que se puedan resolver fácilmente sin poner en riesgo bienes materiales o vidas humanas. Durante este proceso el manejo de los conocimientos que adquirí en asignaturas como, Calidad, Planeación y control de la producción, Estudio del trabajo, Administración contabilidad y costos, relaciones

laborales y comportamiento humano son herramientas básicas para mi desempeño profesional.

En lo que concierne a las actividades profesionales como técnico en la empresa, la capacitación teórico – práctica necesaria para obtener la calificación y certificación de varios métodos no destructivos, fue impartida por la misma empresa, mediante textos y programas teórico prácticos preparados y enfocados específicamente al ámbito de la pruebas no destructivas y en estricto apego al marco de la práctica recomendada SNT-TC-1A. Los conocimientos adquiridos en las asignaturas como Dibujo, Termodinámica, Fundamentos de mecánica de sólidos, Introducción a la ingeniería, Tecnología de materiales, Procesos de manufactura, me ayudaron a comprender mejor el contenido de la redacción de los textos.

## V. Recomendaciones

En este capítulo se mencionan algunas recomendaciones, primeramente a la FES Aragón por ser la institución que me brindo la preparación para desarrollarme en el campo laboral y que considero importantes para las siguientes generaciones. A la empresa donde laboro actualmente para una mejora continua y de calidad en el departamento técnico.

### 1. Recomendaciones sugeridas a la Facultad de Estudios Superiores Aragón.

- Incorporar a la biblioteca de la FES, el volumen 03 del ASTM, lo considero básico y de gran ayuda en la ingeniería, para la realización de proyectos encaminados al uso de las pruebas no destructivas, de esta manera las asignaturas que en su temario contengan temáticas relacionadas, inciten al alumno a su consulta para la elaboración de proyectos encomendados por los profesores. Cabe mencionar que los alumnos tendrían el acercamiento a la normatividad aplicada en el campo laboral.
- Incluir en el plan de estudios de las materias como tribología, fundamentos de mecánica de sólidos, procesos de manufactura, tecnología de materiales, una introducción generalizada acerca de las pruebas no destructivas y algunas prácticas de laboratorio.
- Incluir como una opción a titulación un diplomado acerca de las pruebas no destructivas y la normatividad que se aplica para su realización.

2. Recomendaciones sugeridas a la empresa Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.

- En los equipos de cómputo asignados a cada técnico incluir la paquetería de AutoCAD u otro software similar, con el fin de capacitar a los técnicos para su uso y ofrecer mejores dibujos en los informes finales de inspección.
- Sistematizar y estandarizar la planeación de los servicios de inspección en la empresa.
- Capacitación continua a los técnicos para el uso de la nueva tecnología que se adquiere en la empresa con lo que respecta al ultrasonido por arreglo de fases y a las corrientes Eddy.
- Promover a los técnicos que ya estén como candidatos para su certificación como Niveles III.



## **VI. Fuentes de información**

Annual Book of ASTM Standards, Section 1 Iron and steel Products. Volume 01.01 Steel-Piping, Tubing, Fittings, Edition 2013.

Annual Book of ASTM Standards, Section 3 Metals Test Methods and Analytical Procedures, Volume 03.03 Nondestructive Testing, Edition 2013.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section V, Rules For Construction Of Pressure Vessels, Edition 2013.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1, Rules For Construction Of Pressure Vessels, Edition 2013.

ASME B31.1 Code for Power Piping, Edition 2010.

ASME B31.3 Code for Process Piping, Edition 2008.

AWS D1.1 Structural Welding Code Steel, Edition 2010.

AWS D14.6 Specification for Welding of Rotating Elements of Equipment, Edition 2005.

API Standard 1104 Welding of Pipelines and Related Facilities, Edition 2013.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Funcionamiento y Condiciones de Seguridad para Recipientes Sujetos a Presión, Recipientes Criogénicos, Generadores de Vapor o Calderas.

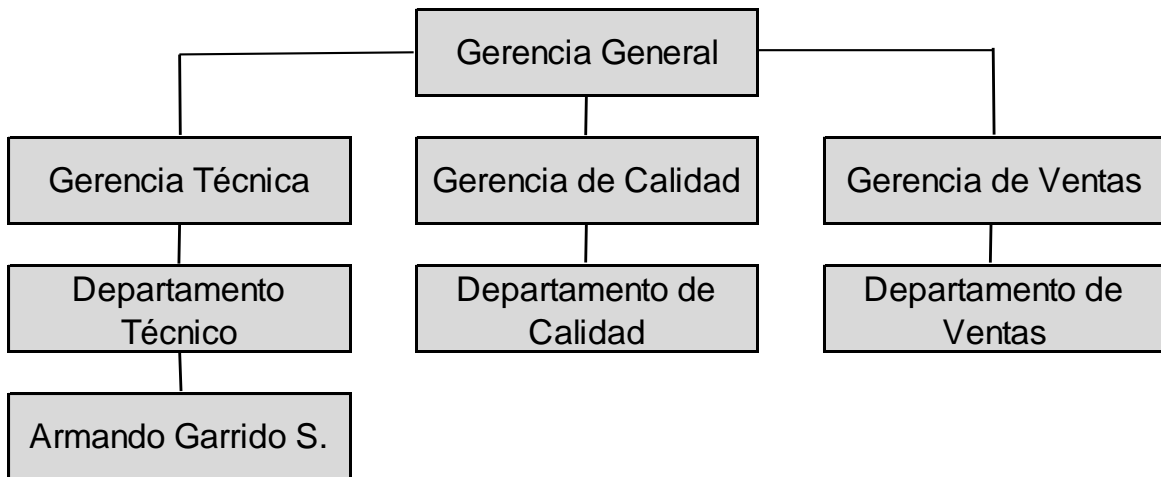
Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 (Sustituye a la NOM-010-SEDG-2002), Vehículos para el Transporte y Distribución de Gas L.P., Condiciones de Seguridad, Operación y Mantenimiento.

Recommended Practice No. SNT-TC-1A, Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing, Edition 2011.

**VII. Anexos**

**ANEXO A**

**Organigrama de Capacitación y Pruebas no Destructivas de  
México, S.C.**



## **ANEXO B**

### **Ejemplos del informe por ejercicio profesional**

En estos primeros dos casos, se realizó la planeación para la inspección por el método de partículas magnéticas a dos semirremolques que transportan y distribuyen GAS L.P., el objetivo de la inspección fue para cumplir los requerimientos establecidos en la NOM-010-SEDG-2000 que era el documento que aplicaba en ese entonces, recalco nuevamente que esta versión fue sustituida por la NOM-007-SESH-2010 que es la que se aplica actualmente en este tipo de equipos. En ambos documentos el alcance es parecido y los requerimientos para la inspección por pruebas no destructivas son los mismos, en el caso del método de partículas magnéticas se debe aplicar en cinco cruces de soldadura en la envolvente o cuerpo y cinco cruces de soldadura en los cabezales o tapas del recipiente, la elección de los cruces es aleatoria, es decir se toma un muestreo; el informe de inspección del caso 1 se explica en la página 35 y el informe de inspección del caso 2 en la página 44 respectivamente, ambos servicios se cubrieron en un día por semirremolque.

**Caso 1.**

**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**GAS DE MÉXICO,  
S.A. DE C.V.**

**SEMIRREMOLQUE DE GAS LP.  
DE 45,000Lts.**

**IDENTIFICACION: PG 1524-B**

**No. DE SERIE: 86TAT2T1844**

**ABRIL 26, DEL 2012.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de inspección por Partículas Magnéticas

## I. Descripción del objeto

<b>DESCRIPCIÓN DEL RECIPIENTE:</b>	SEMIRREMOLQUE DE GAS LP.
<b>CAPACIDAD NOMINAL DE AGUA:</b>	45,000LITROS
<b>IDENTIFICACION:</b>	PG-1524-B
<b>No. DE SERIE:</b>	86TAT2T1844
<b>PROPIETARIO:</b>	GAS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
<b>DOMICILIO:</b>	AV. NORTE 3 No. 4 PARQUE INDUSTRIAL TEPEJI DEL RÍO DE OCAMPO, ESTADO DE HIDALGO
<b>MATERIAL DE FABRICACIÓN:</b>	CUERPO: SA-612 TAPAS:SA-455
<b>TIPO DE CUERPO:</b>	CILÍNDRICO FORMADO POR PLACAS ROLADAS Y CABEZALES UNIDOS CON SOLDADURA
<b>TIPO DE CABEZALES:</b>	SEMIESFÉRICAS
<b>LONGITUD TOTAL:</b>	1220 cm.
<b>DIÁMETRO EXTERIOR:</b>	226 cm.
<b>FABRICANTE:</b>	TATSA
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	1986
<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b>	ABRIL 26, DEL 2012

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Evaluar por muestreo la sanidad superficial de un **SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 45,000 lts**, el cual cuenta con **No. de Serie: 86TAT2T1844**, **Identificado como PG 1524-B** en al menos cinco cruces (intersecciones) de soldadura en cada una de las tapas y la sección cilíndrica (cuerpo) mediante la aplicación de una Prueba No Destructiva.

Se aplicó la técnica de **Inspección Superficial (Partículas Magnéticas)**, para dar cumplimiento a los párrafos 6.3 y 6.3.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SEDG-2000, "Valoración de las condiciones de seguridad de los vehículos que transportan, suministran y distribuyen Gas L.P., y medidas mínimas de seguridad que se deben observar durante la inspección.

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society for Nondestructive Testing).

## **b) Método de Partículas Magnéticas**

Este método de prueba se aplicó para la inspección en 5 cruces de soldadura en el cuerpo y 5 cruces de soldadura en la tapa delantera y 5 cruces de soldadura en la tapa posterior que conforman el recipiente; dichas zonas fueron preparadas por medio de una limpieza mecánica (carda) con el fin de remover la capa de pintura y así poder llevar a cabo la prueba. Su finalidad es detectar la posible presencia de discontinuidades originadas durante el servicio o aquellas inherentes producidas durante la aplicación de soldadura y en general cualquier discontinuidad superficial de tipo lineal que pudiera poner en riesgo la integridad del recipiente.

## **c) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

## **d) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)



### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en el método de prueba aplicado es el siguiente.

#### 1. Método de Partículas Magnéticas

**NO se obtuvieron** indicaciones de discontinuidades relevantes; ver Reporte de Inspección No. **RPM-12-130** anexo en este Informe de Resultados.

### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada con la prueba Partículas Magnéticas, se puede concluir que el **SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 45,000 lts.** con **No.de Serie: 86TAT2T1844**, **Identificado como PG 1524-B**, **SI CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en el **CódigoASME SecciónVIII, DIV. 1, Apéndice 6, Edición 2007**, específicamente en los cruces examinados.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

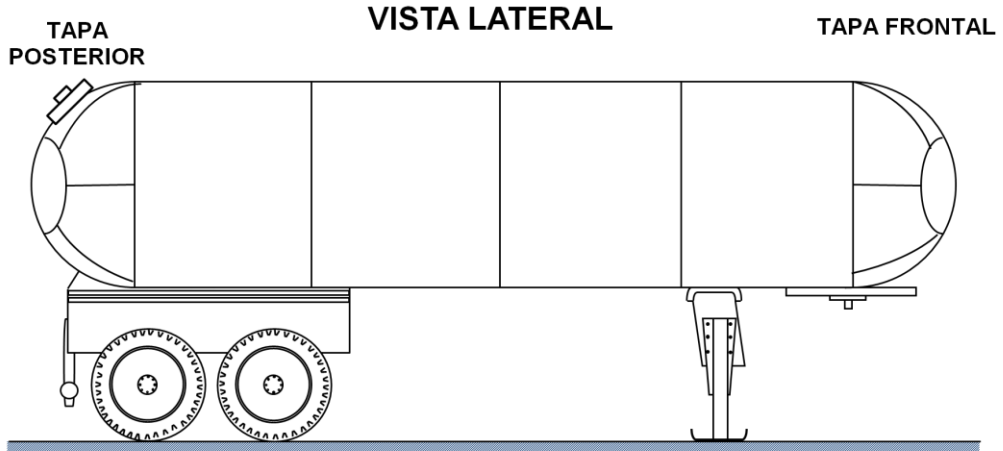
## V. Reporte de Inspección por Partículas Magnéticas

REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS		
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>		
Reporte:	RPM-12-130	Fecha de Inspección: ABRIL 26, DEL 2012. Hoja 1 de 3
Cliente:	GAS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.	
Descripción del Recipiente:	SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 45,000 Lts.	
No. de Serie:	86TAT2T1844	Tipo de Material: CUERPO: SA-612 Y TAPAS: SA-455
Identificación:	PG-1524-B	Capacidad Nominal de Agua: 45,000 Lts.
Zona Inspeccionada:	5 CRUCES DE SOLDADURA EN EL CUERPO, 5 CRUCES DE SOLDADURA EN LA TAPA DELANTERA Y 5 EN LA TAPA POSTERIOR (VER DIBUJO ANEXO).	
Acabado Superficial:	BURDO, NORMAL DE SOLDADURA.	
<b>2. CONDICIONES DEL EXAMEN</b>		
Procedimiento:	CPND-MT-005	Revisión: 00 Norma: ASME SEC. V, ART. 7, ED. 2007.
Técnica de Magnetización:	INDIRECTA CON YUGO ELECTROMAGNÉTICO.	
Dirección de Magnetización:	LONGITUDINAL: XXX	CIRCUNFERENCIAL: ---- MULTIDIRECC. ----
Equipo Utilizado:	MARCA: PARKER	MODELO: B-310 No. de SERIE: 3641
Tipo de Corriente de Magnetización:	ALTERNA	AMPERAJE: 4 AMPERES
Clase de Partículas:	CONTRASTANTES: XXX	FLUORESCENTES: ---- COLOR: ROJO
Vía de Aplicación:	SECAS: XXX	HÚMEDAS: ---- VEHÍCULO: AIRE
Magnetización:	CONTINUA: XXX	RESIDUAL: ----
Clase de Iluminación:	NATURAL: XXX	BLANCA ARTIFICIAL: ---- ULTRAVIOLETA: ----
Fondo de Contraste:	REVELADOR EN SUSPENSIÓN NO ACUOSA D-70; MET-L-CHEK	
Observaciones:	SE DETECTARON INDICACIONES RECHAZABLES, LAS CUALES FUERON ELIMINADAS, Y LAS ZONAS REINSPECCIONADAS SIN DETECTAR INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO, LOS RESULTADOS SON ACEPTABLES	
<b>3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN</b>		
Criterio de Aceptación:	CÓDIGO ASME BPV SEC. VIII, DIVISIÓN 1, APÉNDICE 6, EDICIÓN 2007.	
Resultado de la Inspección:	Aceptado: XXX	Rechazado: Solo se Reportan Resultados
<b>ELABORÓ</b>	<b>EVALUÓ</b>	<b>RECIBÍÓ</b>
Nombre: Ing. Cutberto Espinosa Mendez Tec. Armando Garrido San Juan	Nombre: Ing. Bonifacio Alanís Toledo	Nombre: _____
Nivel: III SNT-TC-1A, II SNT-TC-1A	Nivel: III ASNT (No. Reg. 63586).	Puesto: _____
ABRIL 30, DEL 2012	ABRIL 30, DEL 2012	_____
Fecha	Fecha	Fecha
Firma	Firma	Firma

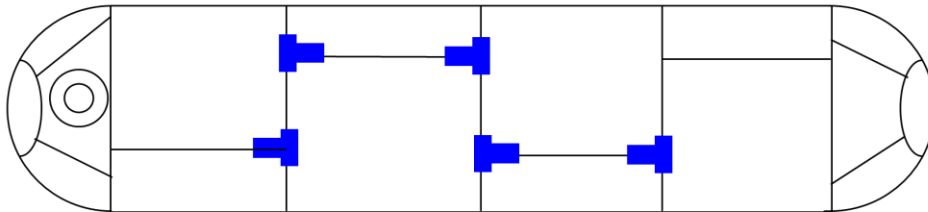
**REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

Reporte: RPM-12-130 Fecha de Inspección: ABRIL 26, DEL 2012 Hoja 2 de 3

**SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 45,000 Lts.  
PG 1524 B N/S:86TAT2T1844**

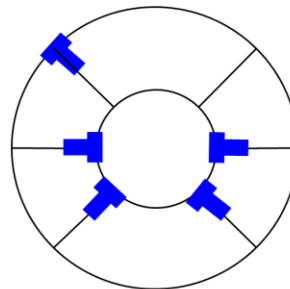
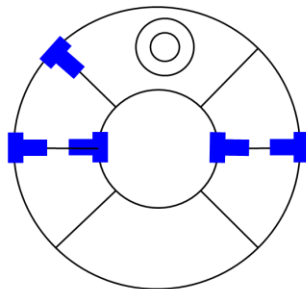


**VISTA SUPERIOR**



**TAPA POSTERIOR**

**TAPA FRONTAL**



**ZONAS INSPECCIONADAS POR  
PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

## REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Reporte: RPM-12-130 Fecha de Inspección: ABRIL 26, DEL 2012. Hoja 3 de 3



En las fotografías se observan los cruces de soldadura inspeccionados del semirremolque

**Caso 2.**

**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**GAS DE MÉXICO,  
S.A. DE C.V.**

**SEMIRREMOLQUE DE GAS LP.  
DE 38,948 Lts.**

**IDENTIFICACION: PG 1641-B**

**No. DE SERIE: 912TTAT2369**

**MAYO 09, DEL 2012.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de inspección por Partículas Magnéticas

## I. Descripción del objeto

<b>DESCRIPCIÓN DEL RECIPIENTE:</b>	SEMIRREMOLQUE DE GAS LP.
<b>CAPACIDAD NOMINAL DE AGUA:</b>	38,948 LITROS
<b>IDENTIFICACION:</b>	PG-1641-B
<b>No. DE SERIE:</b>	912TTAT2369
<b>PROPIETARIO:</b>	GAS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
<b>DOMICILIO:</b>	AV. NORTE 3 No. 4 PARQUE INDUSTRIAL TEPEJI DEL RÍO DE OCAMPO, ESTADO DE HIDALGO
<b>MATERIAL DE FABRICACIÓN:</b>	CUERPO: SA-612 TAPAS:SA-455
<b>TIPO DE CUERPO:</b>	CILÍNDRICO FORMADO POR PLACAS ROLADAS Y CABEZALES UNIDOS CON SOLDADURA
<b>TIPO DE CABEZALES:</b>	SEMIESFÉRICAS
<b>LONGITUD TOTAL:</b>	1070 cm.
<b>DIÁMETRO EXTERIOR:</b>	226.06 cm.
<b>FABRICANTE:</b>	TATSA
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	1991
<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b>	MAYO 09, DEL 2012

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Evaluar por muestreo la sanidad superficial de un **SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 38,948 lts**, el cual cuenta con **No. de Serie: 912TTAT2369**, **Identificado como PG- 1641-B** en al menos cinco cruces (intersecciones) de soldadura en cada una de las tapas y la sección cilíndrica (cuerpo) mediante la aplicación de una Prueba No Destructiva.

Se aplicó la técnica de **Inspección Superficial (Partículas Magnéticas)**, para dar cumplimiento a los párrafos 6.3 y 6.3.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SEDG-2000, "Valoración de las condiciones de seguridad de los vehículos que transportan, suministran y distribuyen Gas L.P., y medidas mínimas de seguridad que se deben observar durante la inspección.

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society for Nondestructive Testing).



## **b) Método de Partículas Magnéticas**

Este método de prueba se aplicó para la inspección en 5 cruces de soldadura en el cuerpo y 5 cruces de soldadura en la tapa delantera y 5 cruces de soldadura en la tapa posterior que conforman el recipiente; dichas zonas fueron preparadas por medio de una limpieza mecánica (carda) con el fin de remover la capa de pintura y así poder llevar a cabo la prueba. Su finalidad es detectar la posible presencia de discontinuidades originadas durante el servicio o aquellas inherentes producidas durante la aplicación de soldadura y en general cualquier discontinuidad superficial de tipo lineal que pudiera poner en riesgo la integridad del recipiente.

## **c) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

## **d) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en el método de prueba aplicado es el siguiente.

#### 1. Método de Partículas Magnéticas

**NO se obtuvieron** indicaciones de discontinuidades relevantes; ver Reporte de Inspección No. **RPM-12-134** anexo en este Informe de Resultados.

### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada con la prueba Partículas Magnéticas, se puede concluir que el **SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 38,948 lts.** con **No.de Serie: 9125TTAT2369**, **Identificado como PG 1641-B**, **SI CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en el **CódigoASME Sección VIII, DIV. 1, Apéndice 6, Edición 2007**, específicamente en los cruces examinados.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

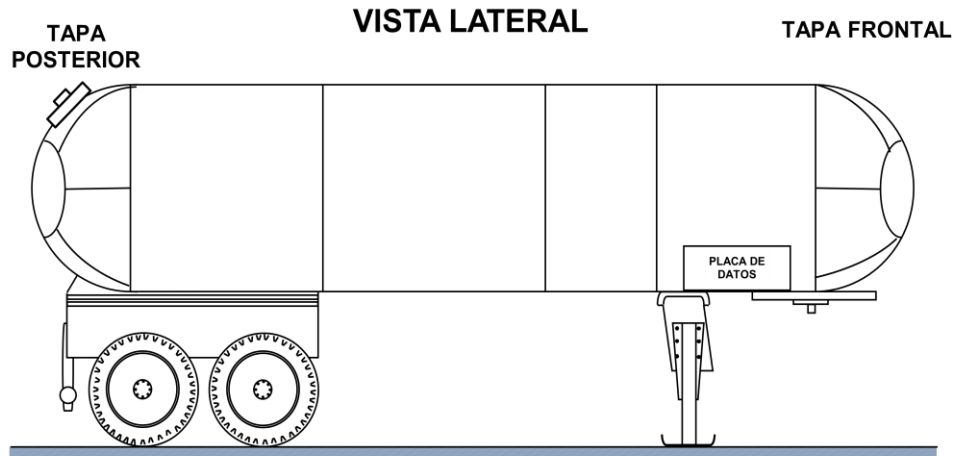
## V. Reporte de inspección por Partículas Magnéticas.

REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS		
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>		
Reporte:	RPM-12-134	Fecha de Inspección: MAYO 09, DEL 2012. Hoja 1 de 3
Cliente:	GAS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.	
Descripción del Recipiente:	SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 38,948 Lts.	
No. de Serie:	912TTAT2369	Tipo de Material: CUERPO Y TAPAS: SA-612
Identificación:	PG-1641 B	Capacidad Nominal de Agua: 38,948 Lts.
Zona Inspeccionada:	5 CRUCES DE SOLDADURA EN EL CUERPO, 5 CRUCES DE SOLDADURA EN LA TAPA DELANTERA Y 5 EN LA TAPA POSTERIOR (VER DIBUJO ANEXO).	
Acabado Superficial:	BURDO, NORMAL DE SOLDADURA.	
<b>2. CONDICIONES DEL EXAMEN</b>		
Procedimiento:	CPND-MT-005	Revisión: 00 Norma: ASME SEC. V, ART.7, ED. 2007.
Técnica de Magnetización:	INDIRECTA CON YUGO ELECTROMAGNÉTICO.	
Dirección de Magnetización:	LONGITUDINAL: XXX	CIRCUNFERENCIAL: ----- MULTIDIRECC. -----
Equipo Utilizado:	MARCA: PARKER	MODELO: B-310 No. de SERIE: 3641
Tipo de Corriente de Magnetización:	ALTERNA	AMPERAJE: 4 AMPERES
Clase de Partículas:	CONTRASTANTES: XXX	FLUORESCENTES: ----- COLOR: ROJO
Vía de Aplicación:	SECAS: XXX	HÚMEDAS: ----- VEHÍCULO: AIRE
Magnetización:	CONTINUA: XXX	RESIDUAL: -----
Clase de Iluminación:	NATURAL: XXX	BLANCA ARTIFICIAL: ----- ULTRAVIOLETA: -----
Fondo de Contraste:	REVELADOR EN SUSPENSIÓN NO ACUOSA D-70; MET-L-CHEK	
Observaciones:	SE DETECTARON INDICACIONES RECHAZABLES, LAS CUALES FUERON ELIMINADAS, Y LAS ZONAS REINSPECCIONADAS SIN DETECTAR INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO, LOS RESULTADOS SON ACEPTABLES	
<b>3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN</b>		
Criterio de Aceptación:	CÓDIGO ASME BPV SEC. VIII, DIVISIÓN 1, APÉNDICE 6, EDICIÓN 2007.	
Resultado de la Inspección:	Aceptado: XXX	Rechazado: _____ Solo se Reportan Resultados _____
<b>ELABORÓ</b>	<b>EVALUÓ</b>	<b>RECIBÍÓ</b>
Nombre: Ing. Cutberto Espinosa Mendez. Tec. Armando Garrido Sanjuan	Nombre: Ing. Bonifacio Alanís Toledo	Nombre: _____
Nivel: III Y II SNT-TC-1A	Nivel: III ASNT (No. Reg. 63586).	Puesto: _____
MAYO 09, DEL 2012	MAYO 09, DEL 2012	
Fecha Firma	Fecha Firma	Fecha Firma

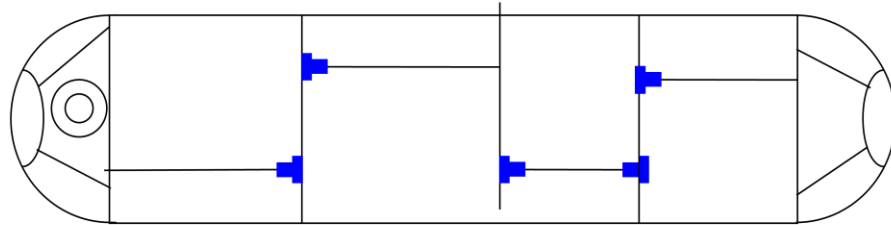
**REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

Reporte: RPM-12-134 Fecha de Inspección: MAYO 09, DEL 2012 Hoja 2 de 3

**SEMIRREMOLQUE DE GAS L.P. DE 38,948 Lts.  
PG-1641-B N/S: 912TTAT2369**

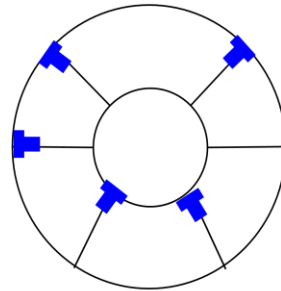
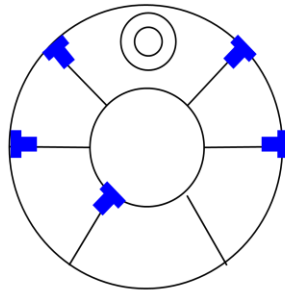


**VISTA SUPERIOR**



**TAPA POSTERIOR**

**TAPA FRONTAL**



**ZONAS INSPECCIONADAS CON  
PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

## REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Reporte: RPM-12-134 Fecha de Inspección: MAYO 09, DEL 2012. Hoja 3 de 3



En las fotografías se observan los cruces de soldadura inspeccionados del semirremolque

En este tercer ejemplo se trabajó para una empresa química, la planeación del servicio se realizó para la inspección de una esfera de almacenamiento de Óxido de Etileno que se ocupa principalmente para la elaboración de refrigerantes, fibras y espumas, la duración del proyecto fue de seis días con 10 horas de jornada por cada día, en total fueron 60 horas trabajadas efectivamente para cubrir el objetivo del proyecto que a grandes rasgos contempló medir el espesor remanente actual del anillo inferior y anillo central hasta donde se tuvo acceso de la tapa inferior de la esfera y la inspección por partículas magnéticas visibles contrastantes a la soldadura que une nueve soportes a la esfera; esta primera etapa del proyecto se contempla en el primer informe de inspección que inicia en la página 54.

La segunda etapa se refleja en el informe de inspección en la página 71, que principalmente contempla la medición del espesor de pared de los nueve soportes que sostienen a la esfera y la medición del espesor actual en el cuello de las boquillas ubicadas en la tapa superior de la esfera.

En este servicio se hizo bastante hincapié en la seguridad de mis compañeros técnicos que me acompañaron en la realización de las inspecciones efectuadas, ya que todos los trabajos se efectuaron en alturas y en un espacio confinado, el trabajo en equipo fue clave para el éxito del proyecto.

En los informes finales entregados no se incluyen fotografías, ya que la empresa por políticas internas no permitió el uso de cámaras fotográficas.

**Caso 3.**

**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**LIOLES, S.A. DE C.V.**

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE ÓXIDO DE ETILENO (T-100-D)**

**SERIE: S/N**

**22, 23, 24, 25, 26 Y 28 OCTUBRE, DEL 2013.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de inspección por Partículas Magnéticas
- VI Reporte de la Medición de Espesores con Ultrasonido



## I. Descripción del objeto

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE  
ÓXIDO DE ETILENO (T-100-D)

**No. DE SERIE:** S/N

**PROPIETARIO:** LIOLES, S.A. DE C.V.

**DOMICILIO:** KM 52.2 CARR. MÉXICO-TOLUCA, COL. LA  
BOMBA  
LERMA EDO. MÉXICO, C.P. 52000

**MATERIAL DE FABRICACIÓN:** CUERPO: SA-516-70  
TAPAS:SA-516-70

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 22, 23, 24, 25, 26 y 28 OCTUBRE, DEL  
2013

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Evaluar la integridad de la **ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)** con No. Serie:S/N, mediante la aplicación de Pruebas no Destructivas, con la finalidad de conocer las condiciones en que se encuentra actualmente.

Se aplicó una técnica de **Inspección Superficial (Partículas Magnéticas)** y una técnica de **Inspección Volumétrica (Medición de Espesores con Ultrasonido)**. Los parámetros de prueba, así como los criterios de aceptación y rechazo aplicados se basaron en lo previsto en la edición 2007 del Código ASME BPV Sección V y Sección VIII División 1, respectivamente.

#### a) Métodos de prueba

La aplicación de los métodos de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society fo Nondestructive Testing).

### **b) Método de Partículas Magnéticas**

Este método de inspección se aplicó en la soldadura de unión soportes–cuerpo del recipiente esférico para la detección y evaluación de posibles discontinuidades superficiales. La finalidad de esta prueba es detectar la posible presencia de indicaciones lineales abiertas a la superficie que pudieran poner en riesgo la integridad del recipiente.

### **c) Medición de espesores por Ultrasonido**

Esta técnica se aplicó por muestreo para la determinación del espesor remanente actual en las placas que componen el cuerpo (anillo central, anillo inferior) y tapa (inferior) hasta donde se tuvo acceso; la toma de lecturas se efectuó de la siguiente manera:

1. Anillo Inferior.-Se tomaron nueve lecturas de espesor por cada placa que compone esta sección del recipiente esférico (VER DIBUJO ANEXO 1).
2. Anillo Central.- No se tuvo acceso completo, por lo tanto solo se tomaron tres lecturas de espesor por cada placa que compone esta sección del recipiente esférico (VER DIBUJO ANEXO 2).
3. Tapa inferior.-Se trazaron tres círculos concéntricos a partir de la periferia de la circunferencia y se obtuvieron ocho lecturas de espesor equidistantes en el primer círculo, seis lecturas en el segundo círculo, dos lecturas de espesor en el tercer círculo (VER DIBUJO ANEXO 3).

El objetivo de la medición de espesores es determinar si el espesor remanente actual del recipiente cumple con el espesor mínimo requerido en la memoria de cálculo del **PLANO No. RSP T-100-D**

#### **d) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

#### **e) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en cada método de prueba aplicado es el siguiente:

#### 1. Método de Partículas Magnéticas

**NO se obtuvieron** indicaciones de discontinuidades relevantes; ver Reporte de Inspección No. **RPM-13-320** anexo en este Informe de Resultados.

#### 2. Medición de Espesores con Ultrasonido

Los resultados de la medición de espesores con ultrasonido efectuada a la **ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)** con **No. De Serie: S/N**, Si Cumplen, es decir, que los espesores medidos en el cuerpo (Anillo Inferior y Anillo Central) y Tapa Inferior, son mayores al espesor mínimo requerido por la presión interna asentada en la memoria de cálculo del **PLANO No. RSP T-100-D**, basada en los requisitos del Código para Recipientes a Presión y Calderas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), Sección VIII, División 1. Ver Reporte de Inspección **No. RME-13-135** anexo en este Informe de Resultados.

#### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada de Partículas Magnéticas y Medición de Espesores con ultrasonido, se puede concluir que la **ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)** con **No. de serie: S/N, SI CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en el Código ASME BPV Secc. VIII, Div. 1, Edición 2007, específicamente en las zonas inspeccionadas con partículas magnéticas y en la medición de espesores según Memoria de Calculo proporcionada por LIOLES S.A. de C.V.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

## V. Reporte de inspección por Partículas Magnéticas.

### REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RPM-13-320 Fecha de Inspección: 22, 23, 24, 25, 26, 28, OCTUBRE DEL 2013 Hoja 1 de 2  
 Cliente: LIOLES, S.A. DE C.V.  
 Descripción del Equipo: ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE ÓXIDO DE ETILENO (T-100-D)  
 No de Serie: S/D Tipo de Material: SA-516-70 (CUERPO Y TAPAS)  
 Zona Inspeccionada: SOLDADURAS DE UNIÓN SOPORTES - CUERPO  
 Acabado Superficial: BURDO, NORMAL DE SOLDADURA

#### 2. CONDICIONES DEL EXAMEN

Procedimiento: CPND-MT-001 Revisión: 00 Norma: CODIGO ASME SEC. V ART. 7 ED. 2007  
 Técnica de Magnetización: INDIRECTA CON YUGO ELECTROMAGNÉTICO.  
 Dirección de Magnetización: LONGITUDINAL: XXX CIRCUNFERENCIAL: ----- MULTIDIRECC. -----  
 Equipo Utilizado: MARCA: PARKER RESEARCH MODELO: B-310 No. DE SERIE: 3642  
 Tipo de Corriente de Magnetización: ALTERNA Amperaje: 4 AMPERES  
 Clase de Partículas: CONTRASTANTES: XXX FLUORESCENTES: ----- COLOR: ROJAS  
 Vía de Aplicación: SECAS: XXX HÚMEDAS: ----- VEHÍCULO: AIRE  
 Magnetización: CONTINUA XXX RESIDUAL: -----  
 Clase de iluminación: NATURAL: XXX BLANCA ARTIFICIAL: ----- ULTRAVIOLETA: -----  
 Fondo de contraste: PINTURA BLANCA DE CONTRASTE WCP-81 MAGNAFLUX  
 Observaciones: NO SE DETECTARON INDICACIONES DE DISCONTINUIDADES RELEVANTES, POR LO TANTO, LOS RESULTADOS SON ACEPTABLES.

#### 3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Criterio de Aceptación: CODIGO ASME SEC. VIII DIVISION 1 APENDICE 6, EDICIÓN 2007  
 Resultado de la Inspección: Aceptado: XXX Rechazado: -----

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBÍÓ
Nombre: <u>Tec. Rigoberto G. Perez Cruz</u> <u>Tec. Armando Garrido Sanjuan</u>	Nombre: <u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u>	Nombre: _____
Nivel: <u>II SNT-TC-1A</u>	Nivel: <u>IIIASNT (No. Reg. 63586)</u>	Puesto: _____
OCTUBRE 29, DEL 2013	OCTUBRE 29, DEL 2013	
Fecha _____ Firma _____	Fecha _____ Firma _____	Fecha _____ Firma _____

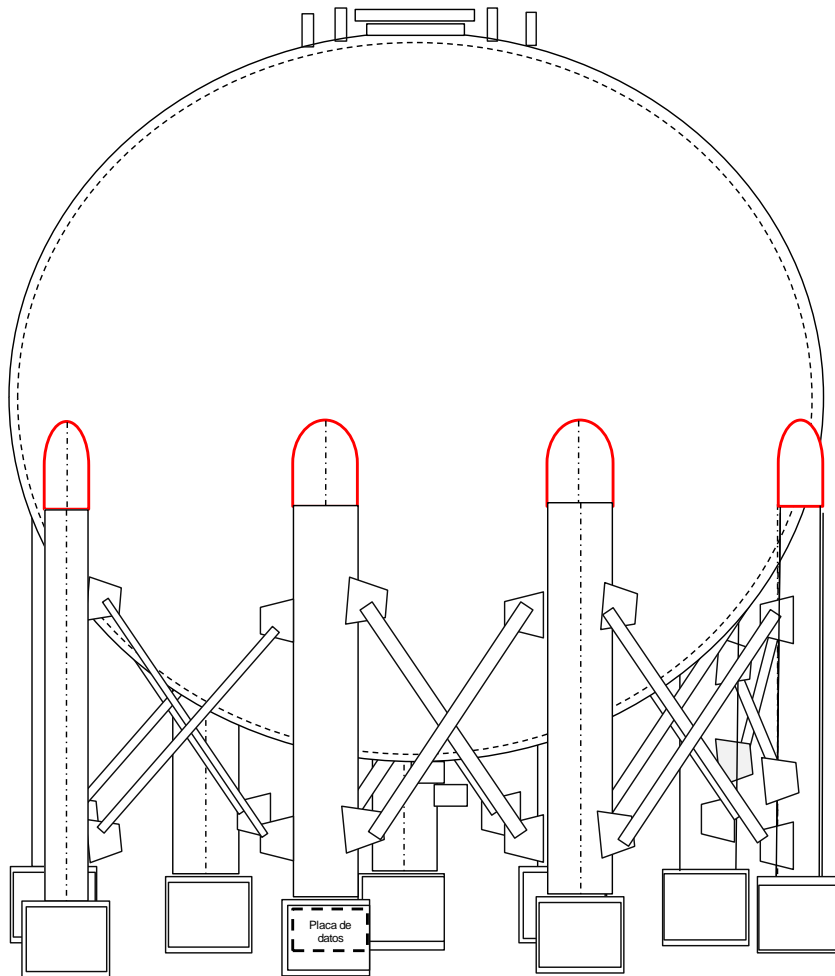
# REPORTE DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Reporte: RPM-13-320

Fecha de Inspección: 22, 23, 24, 25, 26 y 28, OCTUBRE DEL 2013

Hoja 2 de 2

## ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE ÓXIDO DE ETILENO (T-100-D)



Zonas inspeccionadas con Partículas Magnéticas a nueve soportes.



## VI. Reporte de la Medición de Espesores con Ultrasonido.

### REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RME-13-135 Fecha de Inspección: 22,23,24,25,26,28 OCTUBRE DEL 2013 Hoja 1 de 7  
 Cliente: LIOLES, S.A. DE C.V  
 Descripción del Equipo: ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)  
 No. de Serie: S/N Tipo de Material: SA-516-70 (CUERPO Y TAPAS)  
 Zona Inspeccionada: CUERPO Y TAPAS  
 Acabado Superficial: NORMAL DE PLACA ROLADA

#### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

Marca: GE Modelo: DMS2E No. de Serie: 12KO13RU  
 Tipo de Palpador: KBA560 Tamaño: 0.625" Ø Frecuencia: 5.0 MHz Angulo: N/A

#### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

Tipo de Inspección: MEDICION DEL ESPESOR REMANENTE ACTUAL.  
 Procedimiento: CPND-UT-003 Revisión: 00 Norma: CÓDIGO ASME SEC. V SE-797 Ed. 07  
 Criterio de Aceptación: MEMORIA DE CALCULO DEL RECIPIENTE (No. DE PLANO : RSP-T100-D)  
 Método de Calibración: EN DISTANCIA POR EL MÉTODO DE REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR  
 Bloque de Calibración: BLOQUE DE ACERO AL CARBONO DE 5 PASOS No. de Serie: 6773  
 Ajuste de Sensibilidad: SATURACIÓN DE LA PRIMERA REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR  
 Condición Superficial: CON PROTECCIÓN ANTICORROSIVA (PINTURA)  
 Etapa del Examen: MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Acoplante: VASELINA

#### 4.- RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

ELEMENTO	CANTIDAD DE LECTURAS	ESPESOR NOMINAL mm	ESPESOR DE RETIRO mm	ESPESOR MÍNIMO mm	ESPESOR MÁXIMO mm	ESPESOR PROMEDIO mm	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN
CUERPO ANILLO INFERIOR	162	22.2	20.8	21.18	24.38	23.49	ACEPTADO
CUERPO ANILLO CENTRAL	54	22.2	19.9	21.18	21.97	21.79	ACEPTADO
TAPA INFERIOR	16	21.5	20.9	21.82	23.01	22.45	ACEPTADO

Observaciones: LA MEDICIÓN DE ESPESORES FUÉ REALIZADA UTILIZANDO LA FUNCIÓN MULTIECO, LA CUAL DISCRIMINA EL ESPESOR DE LA CAPA DE PINTURA.

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBÍÓ
<b>Nombre:</b> <u>Tec. Rigoberto G. Perez Cruz</u> <u>Tec. Armando Garrido Sanjuan</u> <b>Nivel:</b> <u>II SNT-TC-1A</u>  <u>OCTUBRE 29, DEL</u> <u>2013</u> Fecha Firma	<b>Nombre:</b> <u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u> <b>Nivel:</b> <u>III ASNT (No. Reg. 63586)</u>  <u>OCTUBRE 29, DEL</u> <u>2013</u> Fecha Firma	Nombre: _____ Puesto: _____  Fecha Firma

## REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO

Reporte: RME-13-135 Fecha de Inspección: 22,23,24,25,26,28, OCTUBRE, DEL 2013 Hoja 2 de 7

### LIOLES, S.A. DE C.V. ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)

No. DE SERIE: S/N

#### Medición de espesores de CUERPO ANILLO INFERIOR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0.854	0.892	0.889	0.877	0.859	0.877	0.884	8.730	0.882
B	0.883	0.883	0.866	0.928	0.927	0.892	0.894	0.897	0.894
C	0.866	0.852	0.866	0.863	0.884	0.893	0.890	0.889	0.884
D	0.960	0.850	0.853	0.855	0.859	0.864	0.902	0.899	0.870
E	0.879	0.879	0.882	0.850	0.868	0.870	0.875	0.893	0.905
F	0.860	0.864	0.861	0.869	0.862	0.860	0.856	0.885	0.853
G	0.854	0.867	0.864	0.895	0.899	0.907	0.866	0.878	0.858
H	0.871	0.892	0.876	0.899	0.896	0.897	0.902	0.878	0.904
I	0.876	0.894	0.873	0.865	0.893	0.893	0.891	0.889	0.890
J	0.853	0.859	0.879	0.858	0.861	0.864	0.899	0.861	0.862
K	0.875	0.873	0.875	0.883	0.853	0.884	0.889	0.880	0.885
L	0.857	0.857	0.857	0.861	0.863	0.866	0.872	0.865	0.883
M	0.882	0.875	0.854	0.868	0.897	0.906	0.871	0.857	0.849
N	0.850	0.886	0.882	0.897	0.890	0.931	0.918	0.908	0.855
O	0.842	0.838	0.856	0.883	0.862	0.860	0.884	0.883	0.896
P	0.866	0.868	0.864	0.834	0.850	0.852	0.859	0.854	0.882
Q	0.854	0.862	0.869	0.857	0.857	0.905	0.861	0.857	0.894
R	0.874	0.870	0.876	0.899	0.898	0.895	0.896	0.878	0.889

Número de lecturas: 162

Espesor mínimo: in mm  
0.834 21.18

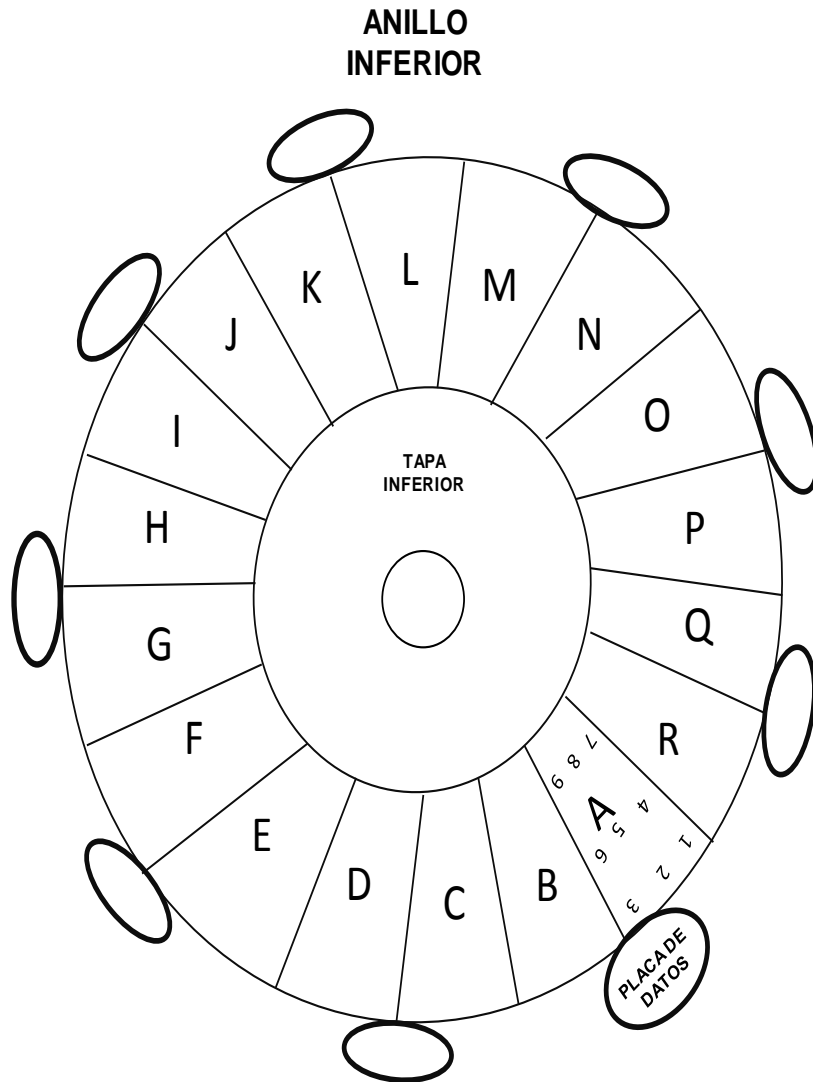
Espesor máximo: 0.960 24.38

Espesor Promedio: 0.925 23.49

**REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO**

Reporte: RME-13-135 Fecha de Inspección: 22,23,24,25,26,28, OCTUBRE, DEL 2013 Hoja 3 de 7

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO  
DIBUJO ANEXO 1 ANILLO INFERIOR**



## REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPEORES CON ULTRASONIDO

Reporte: RME-13-135    Fecha de Inspección: 22,23,24,25,26,28, OCTUBRE, DEL 2013    Hoja 4 de 7

### LIOLES, S.A. DE C.V.

### ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)

No. DE SERIE: S/N

#### Medición de espesores de CUERPO ANILLO CENTRAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	/	/	/	/	/	/	0.869	0.860	0.853
B	/	/	/	/	/	/	0.862	0.869	0.864
C	/	/	/	/	/	/	0.854	0.854	0.864
D	/	/	/	/	/	/	0.865	0.864	0.858
E	/	/	/	/	/	/	0.862	0.865	0.843
F	/	/	/	/	/	/	0.861	0.877	0.870
G	/	/	/	/	/	/	0.882	0.882	0.853
H	/	/	/	/	/	/	0.842	0.854	0.856
I	/	/	/	/	/	/	0.845	0.858	0.843
J	/	/	/	/	/	/	0.846	0.842	0.858
K	/	/	/	/	/	/	0.864	0.844	0.862
L	/	/	/	/	/	/	0.847	0.834	0.869
M	/	/	/	/	/	/	0.834	0.862	0.840
N	/	/	/	/	/	/	0.836	0.835	0.876
O	/	/	/	/	/	/	0.840	0.839	0.857
P	/	/	/	/	/	/	0.863	0.875	0.880
Q	/	/	/	/	/	/	0.872	0.890	0.850
R	/	/	/	/	/	/	0.854	0.866	0.862

Número de lecturas: 54

	in	mm
Espesor mínimo:	0.834	21.18

Espesor máximo:	0.865	21.97
-----------------	-------	-------

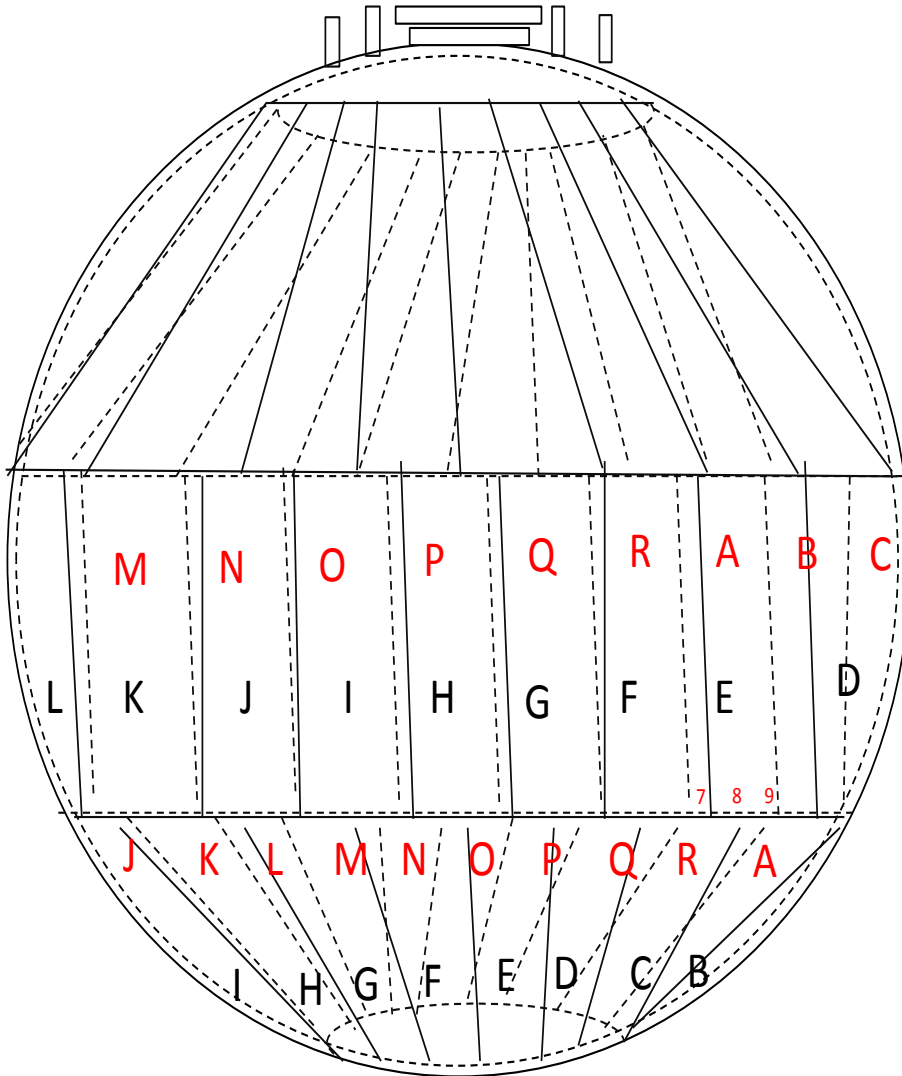
<b>Espesor Promedio:</b>	<b>0.858</b>	<b>21.79</b>
--------------------------	--------------	--------------

**REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPEORES CON ULTRASONIDO**

Reporte: RME-13-135 Fecha de Inspección: 22,23,24,25,26,28, OCTUBRE, DEL 2013 Hoja 5 de 7

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO  
DIBUJO ANEXO 2 ANILLO CENTRAL**

**ANILLO CENTRAL**



**REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO**

**Reporte:** RME-13-135    **Fecha de Inspección:** 22,23,24,25,26,28, OCTUBRE, DEL 2013    **Hoja** 6 **de** 7

**LIOLES, S.A. DE C.V.**

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO  
(T-100-D)**

**No. DE SERIE: S/N**

**Medición de espesores de TAPA INFERIOR**

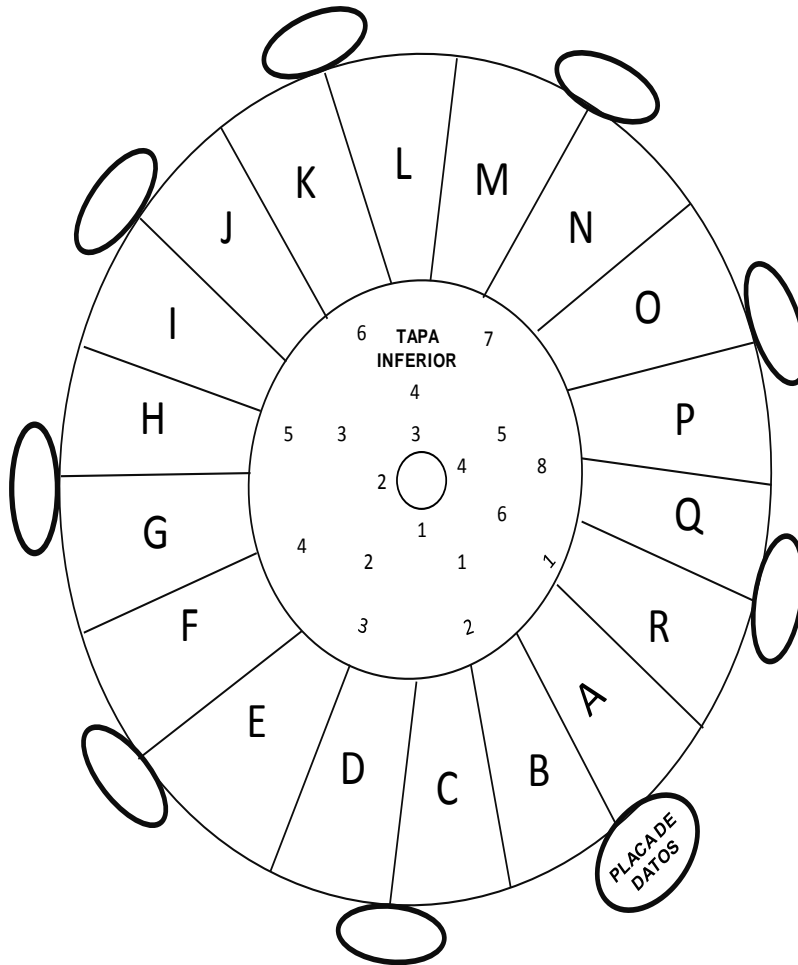
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>A</b>	0.881	0.882	0.906	0.877	0.880	0.893	0.866	0.885
<b>B</b>	0.881	0.885	0.877	0.881	0.906	0.878		
<b>C</b>			0.902	0.859				
			Número de lecturas:		16			
				in	mm			
			Espesor mínimo:	0.859	21.82			
			Espesor máximo:	0.906	23.01			
			<b>Espesor Promedio:</b>	<u>0.884</u>	<u>22.45</u>			

**REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO**

Reporte: RME-13-135 Fecha de Inspección: 22,23,24,25,26,28, OCTUBRE, DEL 2013 Hoja 7 de 7

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO  
DIBUJO ANEXO 3 TAPA INFERIOR**

**TAPA  
INFERIOR**



**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**LIOLES, S.A. DE C.V.**

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE ÓXIDO DE ETILENO (T-100-D)**

**SERIE: S/N**

**22, 23 Y 24 OCTUBRE, DEL 2013.**



# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de la Medición de Espesores con Ultrasonido

## I. Descripción del objeto

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE  
ÓXIDO DE ETILENO (T-100-D)

**No. DE SERIE:** S/N

**PROPIETARIO:** LIOLES, S.A. DE C.V.

**DOMICILIO:** KM 52.2 CARR. MÉXICO-TOLUCA, COL. LA  
BOMBA  
LERMA EDO. MÉXICO, C.P. 52000

**MATERIAL DE FABRICACIÓN:** CUERPO: SA-516-70  
TAPAS:SA-516-70

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 22, 23 Y 24 OCTUBRE, DEL 2013

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Medir con ultrasonido y reportar los espesores remanentes de **NUEVE SOPORTES, BOQUILLAS y ENTRADA HOMBRE DE LA ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)** con No. Serie:S/N, mediante la aplicación de Pruebas no Destructivas.

Se aplicó una técnica de **Inspección Volumétrica (Medición de Espesores con Ultrasonido)**. Los parámetros de prueba, aplicados se basaron en lo previsto en la edición 2007 del Código ASME BPV Sección V SE-797.

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society fo Nondestructive Testing).

## **b) Medición de Espesores por Ultrasonido**

Esta técnica se empleó para la determinación del espesor remanente actual por muestreo en los Soportes y Boquillas; la toma de lecturas se efectuó de la siguiente manera hasta donde se tuvo acceso:

1. Los soportes se dividieron en cuatro secciones y en cada sección se tomaron cuatro lecturas de espesor (VER DIBUJO ANEXO 1).
2. Los cuellos de las boquillas se dividieron en dos secciones y en cada sección se tomaron cuatro lecturas de espesor (VER DIBUJO ANEXO 2).

## **c) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

## **d) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en cada método de prueba aplicado es el siguiente:

#### 1. Medición de Espesores con Ultrasonido

Solo se reportan los resultados de la medición de espesores con ultrasonido efectuada a los **NUEVE SOPORTES, BOQUILLAS Y ENTRADA HOMBRE** de la **ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)** con **No. De Serie: S/N**. Ver Reporte de Inspección **No. RME-13-136 y RME-13-137** anexo en este Informe de Resultados.

### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada de Partículas Magnéticas y Medición de Espesores con ultrasonido, se puede concluir que la **ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO (T-100-D)** con **No. de serie: S/N, SI CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en el Código ASME BPV Secc. VIII, Div. 1, Edición 2007, específicamente en las zonas inspeccionadas con partículas magnéticas y en la medición de espesores según Memoria de Calculo proporcionada por POLIOLES S.A. de C.V.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

## V. Reporte de la Medición de Espesores con Ultrasonido.

### REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RME-13-136 Fecha de Inspección: OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013 Hoja 1 de 7  
 Cliente: LIOLES, S.A. DE C.V.  
 Descripción del Equipo: ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO T-100-D  
 No. de serie: S/N Tipo de Material: SA-516-70 ( CUERPO Y TAPAS)  
 Zona Inspeccionada: MEDICION DE ESPESORES POR MUESTREO EN NUEVE SOPORTES (Patas de la esfera)  
 Acabado Superficial: TERSO

#### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

Marca: KRAUTKRAMER Modelo: DMS 2 No. de Serie: 0116T2  
 Tipo de Palpador: FH2E Tamaño: 0.380" Ø Frecuencia: 8.0 MHz Angulo: N/A

#### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

Tipo de Inspección: DETERMINACION DEL ESPESOR REMANENTE.  
 Procedimiento: CPND-UT-001 Revisión: 00 Norma: CÓDIGO ASME SEC. V SE-797 Ed. 07  
 Criterio de Aceptación: SOLO SE REPORTAN RESULTADOS  
 Método de Calibración: EN DISTANCIA POR EL MÉTODO DE REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR  
 Bloque de Calibración: BLOQUE DE ACERO AL CARBON DE 4 PASOS No. de Serie: A19143  
 Ajuste de Sensibilidad: SATURACIÓN DE LA PRIMERA REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR  
 Condición Superficial: CON PROTECCIÓN ANTICORROSIVA (PINTURA)  
 Etapa del Examen: MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Acoplante: GEL CELULOSICO

#### 4.- RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

ELEMENTO	CANTIDAD DE LECTURAS	ESPESOR NOMINAL mm	ESPESOR DE RETIRO mm	ESPESOR MÍNIMO mm	ESPESOR MÁXIMO mm	ESPESOR PROMEDIO mm	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN
SOPORTES	141	-----	-----	VER TABLA EN HOJA 2	VER TABLA EN HOJA 2	VER TABLA EN HOJA 2	SOLO SE REPORTAN RESULTADOS

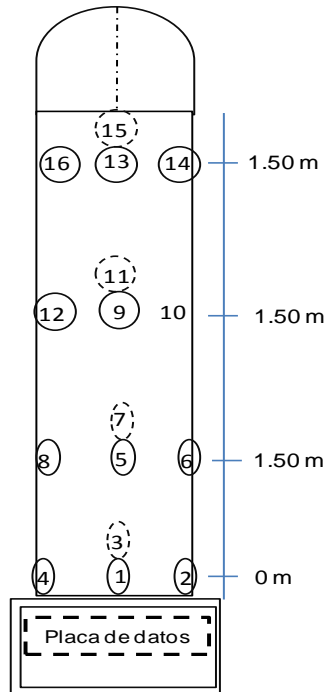
Observaciones: LA MEDICIÓN DE ESPESORES FUÉ REALIZADA UTILIZANDO LA FUNCIÓN MULTIECO.

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBIÓ
Nombre: <u>Tec. Rigoberto Pérez Cruz</u> <u>Tec. Armando Garrido Sanjuan</u>	Nombre: <u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u>	Nombre: _____
Nivel: <u>II SNT-TC-1A</u>	Nivel: <u>III ASNT (NO. REG. 63586)</u>	Puesto: _____
OCTUBRE 30, DEL 2013	OCTUBRE 30, DEL 2013	_____
Fecha _____ Firma _____	Fecha _____ Firma _____	Fecha _____ Firma _____

REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO

Reporte: RME-13-136 Fecha de Inspección: OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013 Hoja 2 de 7

ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE OXIDO DE ETILENO  
DIBUJO ANEXO 1 SOPORTE



SOPORTE	Milímetros		
	Esp. Mínimo	Esp. Máximo	Esp. Promedio
1	8.99	9.45	9.21
2	9.04	9.45	9.29
3	8.99	9.63	9.39
4	8.89	9.53	9.05
5	8.32	10.24	9.51
6	9.42	9.60	9.50
7	9.27	9.55	9.40
8	9.19	9.47	9.35
9	8.94	9.22	9.10

**REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO**

Reporte:           RME-13-136           Fecha de Inspección:           OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013           Hoja   3   de   7  

**ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE OXIDO DE ETILENO  
T-100-D**

**LIOLES, S.A. DE C.V.  
TANQUE ESFERICO - ESFERA PARA ALMACENAMIENTO Ó. DE ETILENO  
T-100-D**

**Medición de espesores soportes**

SOPORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0.365	0.354	0.361	0.361	0.364	0.362	0.361	0.372	0.361	0.372	0.361	0.360	0.365	0.363	0.364	0.358
2	0.364	0.368	0.365	0.356	0.364	0.361	0.362	0.370	0.365	0.365	0.365	0.370	0.367	0.369	0.371	0.372
3	0.368	0.363	0.370	0.366	0.368	0.373	0.354	0.369	0.371	0.376	0.379	0.376	0.368	0.371	S/A	0.371
4	0.356	0.350	0.355	0.354	0.360	0.350	0.354	0.355	0.356	0.353	0.356	0.350	0.375	0.355	0.351	0.371
5	0.376	0.372	0.377	0.373	0.378	0.379	0.375	0.328	0.403	0.376	0.377	0.377	0.367	0.376	0.377	0.377
6	0.372	0.373	0.371	0.377	0.372	0.373	0.374	0.375	0.376	0.375	0.372	0.378	0.372	0.375	S/A	0.374
7	0.372	0.376	0.371	0.368	0.369	0.365	0.373	0.371	0.371	0.369	0.367	0.367	0.374	0.371	0.369	0.371
8	0.368	0.370	0.371	0.362	0.371	0.373	0.365	0.369	0.366	0.367	0.365	0.367	0.369	0.373	0.368	0.368
9	0.356	0.353	0.352	0.358	0.360	0.356	0.359	0.363	0.358	0.358	0.362	0.361	0.360	0.358	S/A	0.360

Número de lecturas: 141

S/A: SIN ACCESO

in mm

Espesor mínimo: 0.328 8.32

Espesor máximo: 0.403 10.24

Espesor Promedio: 0.367 9.31

**LECTURAS EN MILESIMAS DE PULG.**



## REPORTE DE LA MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Reporte:** RME-13-137      **Fecha de Inspección:** OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013      **Hoja** 4 **de** 7  
**Cliente:** LIOLES, S.A. DE C.V.  
**Descripción del Equipo:** ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE Ó. DE ETILENO T-100-D  
**No. de serie:** S/N      **Tipo de Material:** SA-516-70 ( CUERPO Y TAPAS)  
**Zona Inspeccionada:** BOQUILLAS, ENTRADA HOMBRE.  
**Acabado Superficial:** TERSO

### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

**Marca:** KRAUTKRAMER      **Modelo:** DMS 2      **No. de Serie:** 0116T2  
**Tipo de Palpador:** FH2E      **Tamaño:** 0.380" Ø      **Frecuencia:** 8.0 MHz      **Angulo:** N/A

### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

**Tipo de Inspección:** DETERMINACION DEL ESPESOR REMANENTE.  
**Procedimiento:** CPND-UT-001      **Revisión:** 00      **Norma:** CÓDIGO ASME SEC. V SE-797 Ed. 07  
**Criterio de Aceptación:** SOLO SE REPORTAN RESULTADOS  
**Método de Calibración:** EN DISTANCIA POR EL MÉTODO DE REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR  
**Bloque de Calibración:** BLOQUE DE ACERO AL CARBON DE 4 PASOS      **No. de Serie:** A19143  
**Ajuste de Sensibilidad:** SATURACIÓN DE LA PRIMERA REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR  
**Condición Superficial:** CON PROTECCIÓN ANTICORROSIVA (PINTURA)  
**Etapas del Examen:** MANTENIMIENTO PREVENTIVO.      **Acoplante:** GEL CELULOSICO

### 4.- RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

ELEMENTO	CANTIDAD DE LECTURAS	ESPESOR NOMINAL mm	ESPESOR DE RETIRO mm	ESPESOR MÍNIMO mm	ESPESOR MÁXIMO mm	ESPESOR PROMEDIO mm	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN
BOQUILLAS Y ENTRADA HOMBRE	103	-----	-----	VER TABLA EN HOJA 5	VER TABLA EN HOJA 5	VER TABLA EN HOJA 5	SOLO SE REPORTAN RESULTADOS

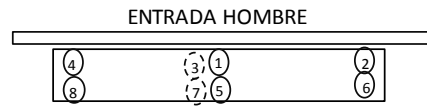
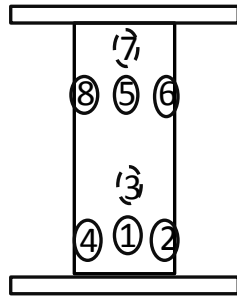
**Observaciones:** LA MEDICIÓN DE ESPESORES FUÉ REALIZADA UTILIZANDO LA FUNCIÓN MULTIECO.

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBIÓ
<b>Nombre:</b> <u>Tec. Rigoberto Pérez Cruz</u> <u>Tec. Armando Garrido Sanjuan</u> <b>Nivel:</b> <u>II SNT-TC-1A</u>	<b>Nombre:</b> <u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u> <b>Nivel:</b> <u>III ASNT (NO. REG. 63586)</u>	<b>Nombre:</b> _____ <b>Puesto:</b> _____
OCTUBRE 30, DEL 2013 _____ <b>Fecha</b> <b>Firma</b>	OCTUBRE 30, DEL 2013 _____ <b>Fecha</b> <b>Firma</b>	_____ <b>Fecha</b> <b>Firma</b>

REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPEORES CON ULTRASONIDO

Reporte: RME-13-137 Fecha de Inspección: OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013 Hoja 5 de 7

ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE OXIDO DE ETILENO  
DIBUJO ANEXO 2 BOQUILLAS, ENTRADA HOMBRE



BOQUILLAS	Milímetros		
	Esp. Minimo	Esp. Maximo	Esp. Promedio
A	13.36	14.22	13.63
A'	7.90	8.38	8.16
B	4.01	4.32	4.17
C	12.90	14.48	13.38
C'	8.12	8.97	8.44
D	4.90	5.00	4.95
E	5.13	5.41	5.26
F	5.00	5.23	5.15
G	6.15	7.62	7.03
H	5.36	7.11	6.24
H'	6.17	6.48	6.34
I	6.05	6.86	6.56
J	4.57	5.11	4.97
K	6.63	7.54	7.09
L	5.08	6.07	5.50
ENTRADA HOMBRE	21.59	23.04	22.57

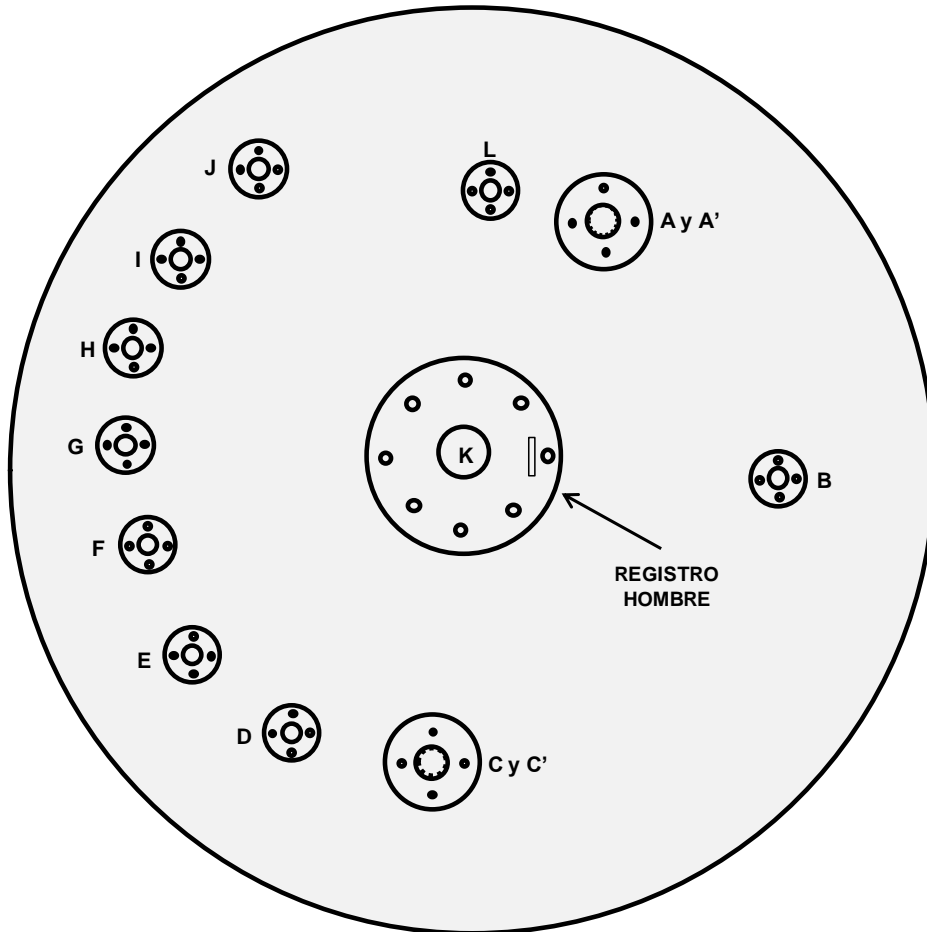
REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO

Reporte: RME-13-137

Fecha de Inspección: OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013

Hoja 6 de 7

ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE OXIDO DE ETILENO  
BOQUILLAS, ENTRADA HOMBRE



A' y C' se refiere a otras boquillas montadas sobre las boquillas principales

**REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES CON ULTRASONIDO**

Reporte:           RME-13-137           Fecha de Inspección:           OCTUBRE 22, 23 Y 24, DEL 2013           Hoja   7   de   7  

ESFERA PARA ALMACENAMIENTO DE OXIDO DE ETILENO  
BOQUILLAS, ENTRADA HOMBRE

**LIOLES, S.A. DE C.V.**  
**TANQUE ESFERICO - ESFERA PARA ALMACENAMIENTO Ó. DE ETILENO**  
**T-100-D**

**Medición de espesores de boquillas**

BOQUILLAS	1	2	3	4	5	6	7	8
A	0.527	0.560	0.540	0.531	0.541	0.536	0.531	0.526
A'	0.323	0.328	0.319	0.311	0.318	0.330	0.326	0.314
B	0.166	0.168	0.158	0.160	0.168	0.170	0.164	0.160
C	0.523	0.570	0.540	0.510	0.521	0.508	0.526	0.515
C'	0.336	0.343	0.320	0.353	0.326	0.336	0.322	0.321
D	0.196	S/A	0.193	0.195	0.195	S/A	0.194	0.197
E	0.207	0.202	0.212	0.205	0.206	0.202	0.213	0.210
F	0.206	0.197	0.203	0.205	S/A	S/A	S/A	S/A
G	0.242	0.288	0.300	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
H	0.280	0.211	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
H'	0.255	0.250	0.248	0.244	0.253	0.251	0.243	0.254
I	0.258	0.267	0.250	0.259	0.270	0.267	0.257	0.238
J	0.196	0.195	0.198	0.201	0.200	0.197	0.180	0.199
K	0.278	0.281	0.261	0.297	S/A	S/A	S/A	S/A
L	0.239	0.208	0.200	0.203	0.200	0.230	0.227	0.226
<b>ENTRADA HOMBRE</b>	<b>0.907</b>	<b>0.850</b>	<b>0.900</b>	<b>0.898</b>	<b>S/A</b>	<b>S/A</b>	<b>S/A</b>	<b>S/A</b>

Número de lecturas: 103

	in	mm
Esesor mínimo:	0.158	4.01
Esesor máximo:	0.907	23.04
<b>Esesor Promedio:</b>	<b>0.311</b>	<b>7.90</b>

Anteriormente se mencionó el uso de las pruebas no destructivas, como una herramienta de gran ayuda para el departamento de mantenimiento, principalmente cuando se trata de prevenir un daño mayor que afecte directamente la producción, en el siguiente ejemplo se realizó un estudio empleando ultrasonido industrial aplicando la técnica de haz recto por contacto directo, el objetivo del análisis realizado fue la detección de alguna anomalía en tres flechas del sistema hidráulico de una prensa de extrusión de aluminio para la fabricación de perfiles arquitectónicos. La presión que ejerce este tipo de equipos relacionados con la extrusión, pueden llegar a generar grietas por fatiga transversales al eje de la flechas, los esfuerzos generados sobre estas partes son extremos, por este motivo al paso del tiempo llegan a fallar.

En el informe de inspección de la página 85, el servicio fue para tres flechas que forman parte del sistema de extrusión, en donde se detectó una indicación interpretada como una grieta en una de las tres flechas, a partir de ahí se dio seguimiento con otras dos intervenciones, programadas ambas con fechas posteriores y distintas donde se notó un crecimiento de la falla (informe de inspección página 96 y página 105), la información obtenida durante los tres servicios de inspección permitió que la empresa contratante decidiera el reemplazo oportuno del componente sin afectar su producción.

**Caso 4.**

**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**EXTRUSIONES METALICAS, S.A. DE C.V.**

**TRES FLECHAS DE LA PRENSA No. 3 HAMILTON**

**SERIE: S/N**

**FEBRERO 13, DEL 2012.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de la inspección por Ultrasonido Industrial

## I. Descripción del objeto

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** TRES FLECHAS DE LA PRENSA No. 3  
HAMILTON

**No. DE SERIE:** S/N

**PROPIETARIO:** EXTRUSIONES METÁLICAS, S.A. DE C.V.

**DOMICILIO:** CALLE FLORES MAGON S/N  
COL. DEL TRABAJO  
CUAUTLALPAN TEXCOCO, EDO. MÉXICO

**MATERIAL DE FABRICACIÓN:** ACERO AL CARBONO

**FECHA DE INSPECCIÓN:** FEBRERO 13, DEL 2012



## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Inspeccionar y Evaluar la sanidad interna de **TRES FLECHAS DE LA PRENSA No. 3 HAMILTON**, mediante la aplicación de Pruebas no Destructivas. Fue aplicada una técnica de **Inspección Volumétrica (Detección de Fallas con Ultrasonido Industrial)**. Los parametros de prueba se basaron en los requisitos establecidos en el Código ASME BPV Sección V Artículo 23 SA-388 Ed. 2007.

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society fo Nondestructive Testing).

#### **b) Detección de Fallas por Ultrasonido Industrial.**

Este método de inspección volumétrica se aplicó para la detección y evaluación de posibles discontinuidades internas en el 100% de la tres flechas de la prensa No. 3, utilizando la técnica de haz recto por contacto directo, la inspección se realiza desde las caras laterales de las flechas para realizar un barrido axial. La finalidad de esta prueba es detectar la posible presencia de discontinuidades internas que se hallan generado durante el tiempo que llevan en servicio de las flechas.

#### **c) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

#### **d) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en cada método de prueba aplicado es el siguiente:

#### 1. Detección de Fallas por Ultrasonido Industrial.

- a) Si se obtuvieron indicaciones de discontinuidades rechazables en la **Flecha No. 1**. Ver Reporte de Inspección **No. RUT-12-004** anexo en este Informe de Resultados.
- b) NO se obtuvieron indicaciones de discontinuidades relevantes en las **Flechas No. 2 y No. 3**. Ver Reporte de inspección **No. RUT-12-005** anexo en este Informe de Resultados.

### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada a las **Tres Flechas de la Prensa No. 3 HAMILTON**, se concluye:

- a) En la prueba de Ultrasonido Industrial, la **Flecha No. 1 NO CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en la Ed. 2007 del Código ASME BPV Sección V Artículo 23, SA-388.
- b) En la prueba de Ultrasonido Industrial, la **Flecha No. 2 y No. 3 SI CUMPLEN** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en la Ed. 2007 del Código ASME BPV Sección V Artículo 23, SA-388.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

## V. Reporte de la inspección por Ultrasonido Industrial

### REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RUT-12-004 Fecha de Inspección: FEBRERO 13, DEL 2012 Hoja 1 de 3  
 Cliente: EXTRUSIONES METÁLICAS S.A. DE C.V.  
 Descripción del equipo: FLECHA No.1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON  
 No. de Proyecto: S/N Material: ACERO AL CARBONO  
 Zona inspeccionada: 100 % DE LA FLECHA, INSPECCIONADA AXIALMENTE.  
 Acabado superficial: LISO, NORMAL DE MAQUINADO.

#### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

Marca: KRAUTKRAMER Modelo: USM 35 No. Serie: 2678a  
 Tipo de Palpador: HAZ RECTO Tamaño: 0.750 pg Diam. Frecuencia: 1.0 MHz Angulo: N/A  
 Tipo de Palpador: ----- Tamaño: ----- Frecuencia: ----- Angulo: -----

#### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

Tipo de inspección: DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE DISCONTINUIDADES INTERNAS.  
 Procedimiento: SA-388 Revisión: ----- Norma: CODIGO ASME SEC.V ART.23, ED. 2007.  
 Método de calibración: EN DISTANCIA POR REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR.  
 Bloque de calibración: BLOCKIIV TIPO 2 PARA LA CALIBRACIÓN EN DISTANCIA Y LA MISMA PIEZA.  
 Ajuste de sensibilidad: REFLEXIÓN DE PARED DE LA PIEZA POSTERIOR AL 75% +/- 5% E.V.P; MÁS 6 dBs PARA BARRIDO.  
 Acabado superficial: TERSO, NORMAL DE MAQUINADO.  
 Etapa del examen: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Acoplante: ACEITE / GRASA  
 Observaciones: SÍ SE DETECTARON INDICACIONES DE DISCONTINUIDADES RECHAZABLES, POR LO TANTO, LOS RESULTADOS NO SON ACEPTABLES.  
**NOTA: LA INSPECCIÓN SE REALIZÓ DESDE LA CARA FRONTAL Y POSTERIOR DE LA FLECHA.**

#### 4.- RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Criterio de Aceptación: EL RECOMENDADO POR SA-388 DEL CÓDIGO ASME BPV SEC. V, EDICIÓN 2007.  
 Resultado de la Inspección: Aceptado: ----- Rechazado: XXX

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBÍÓ
Nombre: <u>Ing. Miguel Angel Lopez Hdz. Tec. Armando Garrido Sanjuan</u>	Nombre: <u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u>	Nombre: <u>-----</u>
Nivel: <u>II SNT-TC-1A</u>	Nivel: <u>III ASNT (No. Reg. 63586)</u>	Puesto: <u>-----</u>
<u>FEBRERO 14, DEL 2012</u>	<u>FEBRERO 14, DEL 2012</u>	<u>-----</u>
Fecha <u>-----</u> Firma <u>-----</u>	Fecha <u>-----</u> Firma <u>-----</u>	Fecha <u>-----</u> Firma <u>-----</u>

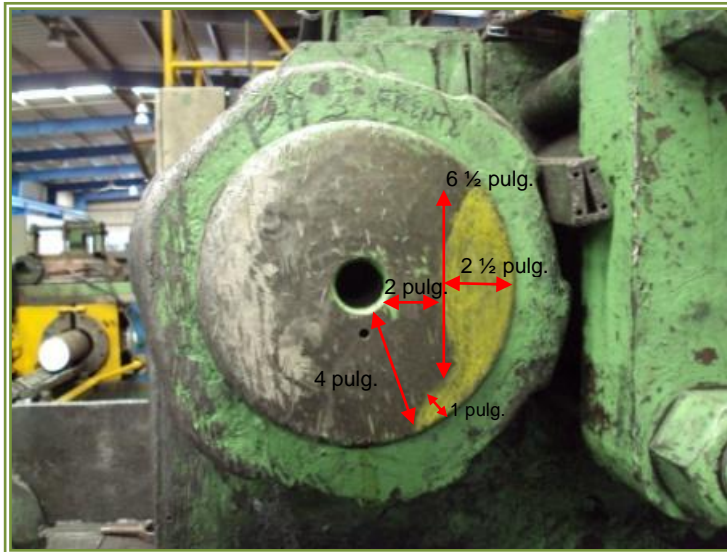
## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:     RUT-12-004     Fecha de Inspección:     FEBRERO 13, DEL 2012     Hoja     2     de     3    

### FLECHA No.1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En la fotografía se aprecia al técnico en el momento de realizar la inspección a la flecha No. 1 de la prensa 3.

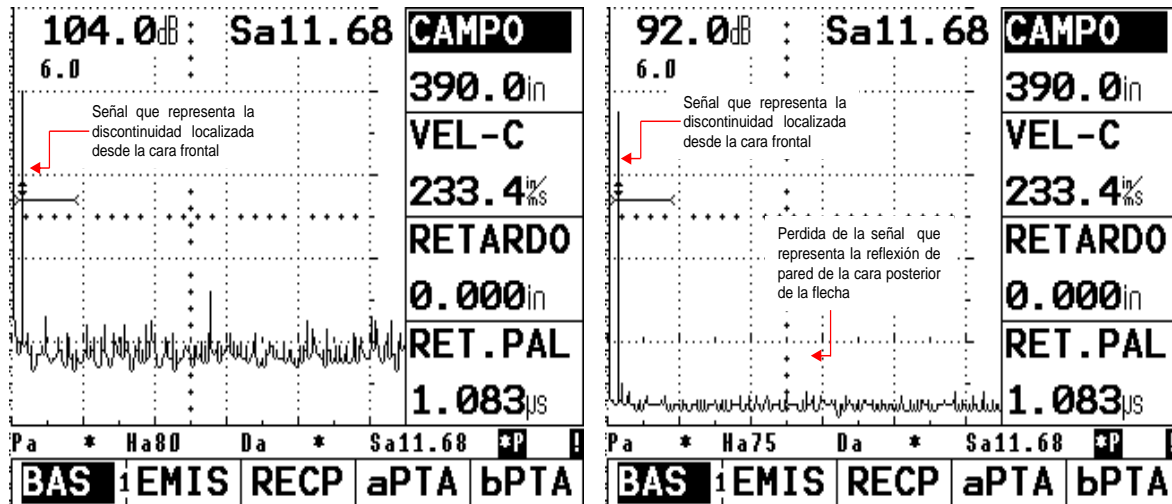
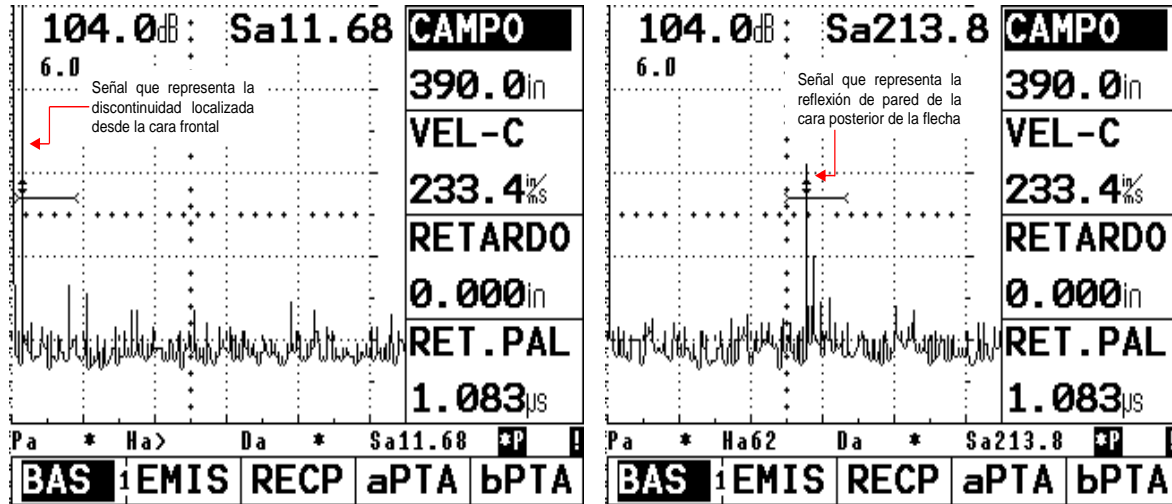


En la fotografía se aprecia la zona en la cual se detectó una indicación interpretada como grieta, localizada a una profundidad aproximada de 11.68 pulg, a partir de la cara frontal de la flecha.

# REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:       RUT-12-004       Fecha de Inspección:       FEBRERO 13, DEL 2012       Hoja       3       de       3      

## FLECHA No.1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En los oscilogramas se representa la discontinuidad localizada a una profundidad de 11.68 pulg. Localizada desde la cara frontal de la FLECHA No. 1.

## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RUT-12-005 Fecha de Inspección: FEBRERO13, DEL 2012 Hoja 1 de 2  
 Cliente: EXTRUSIONES METÁLICAS S.A. DE C.V.  
 Descripción del equipo: FLECHA No.2 Y No.3 DE LA PRENSA TRES HAMILTON  
 No. de Proyecto: S/N Material: ACERO AL CARBONO  
 Zona inspeccionada: 100 % DE LA FLECHA, INSPECCIONADA AXIALMENTE.  
 Acabado superficial: LISO, NORMAL DE MAQUINADO.

### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

Marca: KRAUTKRAMER Modelo: USM 35 No. Serie: 2678a  
 Tipo de Palpador: HAZ RECTO Tamaño: 0.750 pg Diam. Frecuencia: 1.0 MHz Angulo: N/A  
 Tipo de Palpador: ----- Tamaño: ----- Frecuencia: ----- Angulo: -----

### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

Tipo de inspección: DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE DISCONTINUIDADES INTERNAS.  
 Procedimiento: SA-388 Revisión: ----- Norma: CODIGO ASME SEC.V ART.23, ED. 2007.  
 Método de calibración: EN DISTANCIA POR REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR.  
 Bloque de calibración: BLOCK IIW TIPO 2 PARA LA CALIBRACIÓN EN DISTANCIA Y LA MISMA PIEZA.  
 Ajuste de sensibilidad: REFLEXIÓN DE PARED DE LA PIEZA POSTERIOR AL 75% +/- 5% E.V.P; MÁS 6 dBs PARA BARRIDO.  
 Acabado superficial: TERSO, NORMAL DE MAQUINADO.  
 Etapa del examen: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Acoplante: ACEITE / GRASA  
 Observaciones: NO SE DETECTARON INDICACIONES DE DISCONTINUIDADES RELEVANTES , POR LO TANTO, LOS RESULTADOS SON ACEPTABLES.  
**NOTA: LA INSPECCIÓN SE REALIZÓ DESDE LA CARA FRONTAL Y POSTERIOR DE CADA UNA DE LAS FLECHAS.**

### 4.- RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

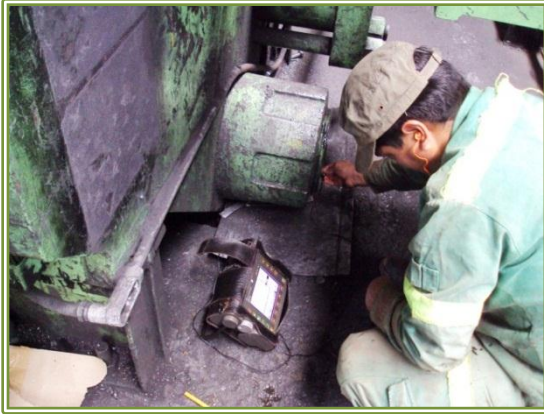
Criterio de Aceptación: EL RECOMENDADO POR SA-388 DEL CÓDIGO ASME BPV SEC. V, EDICIÓN 2007.  
 Resultado de la Inspección: Aceptado: XXX Rechazado: -----

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBÍÓ
Nombre: <u>Ing. Miguel Angel Lopez Hdz. Tec. Armando Garrido Sanjuan</u> Nivel: <u>II SNT-TC-1A</u>  FEBRERO 14, DEL 2012 Fecha _____ Firma _____	Nombre: <u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u> Nivel: <u>III ASNT (No. Reg. 63586)</u>  FEBRERO 14, DEL 2012 Fecha _____ Firma _____	Nombre: _____ Puesto: _____  Fecha _____ Firma _____

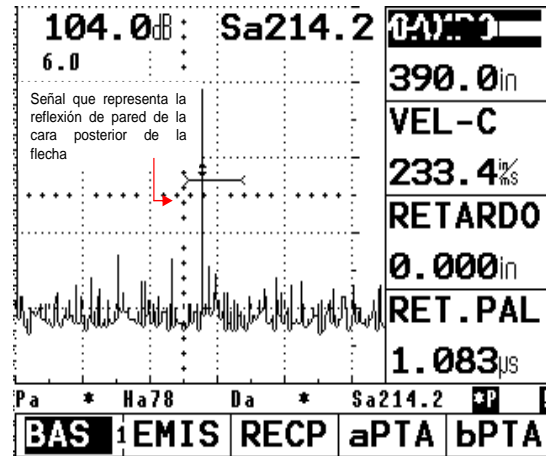
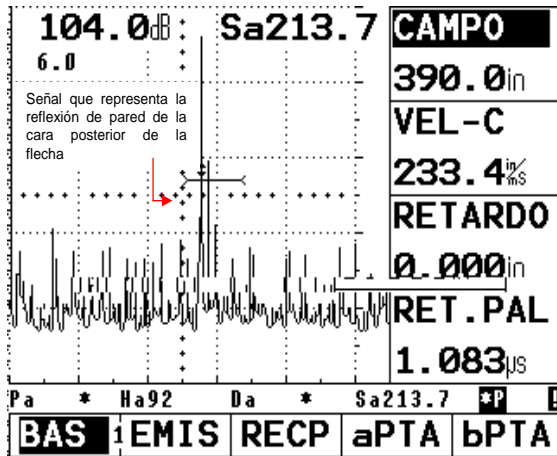
## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:     RUT-12-005     Fecha de Inspección:     FEBRERO 13, DEL 2012     Hoja     2     de     2    

### FLECHA No.2 y No.3 DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En la fotografía se aprecia al técnico en el momento de realizar la inspección desde la cara frontal de las flechas No. 2 y No. 3 respectivamente.



En los oscilogramas se representa la reflexión de pared posterior de las FLECHAS No. 2 y No. 3 inspeccionadas desde la cara frontal. No se detectaron indicaciones rechazables.



**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**EXTRUSIONES METALICAS, S.A. DE C.V.**

**FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON**

**SERIE: S/N**

**JUNIO 22, DEL 2012.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de la inspección por Ultrasonido Industrial

## I. Descripción del objeto

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON

**No. DE SERIE:** S/N

**PROPIETARIO:** EXTRUSIONES METÁLICAS, S.A. DE C.V.

**DOMICILIO:** CALLE FLORES MAGON S/N  
COL. DEL TRABAJO  
CUAUTLALPAN TEXCOCO, EDO. MÉXICO

**MATERIAL DE FABRICACIÓN:** ACERO AL CARBONO

**FECHA DE INSPECCIÓN:** JUNIO 22, DEL 2012

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Inspeccionar, evaluar la sanidad interna y determinar un posible crecimiento de la discontinuidad detectada en la inspección anterior (Ver Reporte RUT-12-004) de la **FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON**, mediante la aplicación de Pruebas no Destructivas. Fue aplicada una técnica de **Inspección Volumétrica (Detección de Fallas con Ultrasonido Industrial)**. Los parametros de prueba se basaron en los requisitos establecidos en el Código ASME BPV Sección V Artículo 23 SA-388 Ed. 2007.

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society fo Nondestructive Testing).

## **b) Detección de Fallas por Ultrasonido Industrial.**

Este método de inspección volumétrica se aplicó para la detección, evaluación y dimensionamiento de discontinuidades internas en el 100% de la **Flecha No. 1**, utilizando la técnica de haz recto por contacto directo, la inspección se realiza desde las caras laterales de la flecha para realizar un barrido axial. La finalidad de esta prueba es detectar, dimensionar y evaluar el posible crecimiento de la discontinuidad localizada en la flecha, la cual fue detectada en la inspección realizada en **Febrero 13 del 2012, ver reporte RUT-12-004.**

## **c) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

## **d) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en cada método de prueba aplicado es el siguiente:

#### 1. Detección de Fallas por Ultrasonido Industrial.

**SI** presenta un crecimiento de la discontinuidad detectada en la **FLECHA No. 1**, ver Reporte de Inspección **No. RUT-12-024** anexo en este Informe de Resultados.

### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada a la **FLECHA No. 1 de la PRENSA TRES HAMILTON**, se concluye:

- a) La discontinuidad detectada en la **FLECHA No.1** presenta un crecimiento con respecto al área dimensionada de la inspección anterior (Ver RUT-12-004).
- b) En la prueba de Ultrasonido Industrial, la **Flecha No. 1 NO CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en la Ed. 2007 del Código ASME BPV Sección V Artículo 23, SA-388.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

## V. Reporte de inspección por Ultrasonido Industrial.

### REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RUT-12-024 Fecha de Inspección: JUNIO 22, DEL 2012 Hoja 1 de 3  
 Cliente: EXTRUSIONES METÁLICAS S.A. DE C.V.  
 Descripción del equipo: FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON  
 No. de Proyecto: S/N Material: ACERO AL CARBONO  
 Zona inspeccionada: 100 % DE LA FLECHA, INSPECCIONADA AXIALMENTE.  
 Acabado superficial: LISO, NORMAL DE MAQUINADO.

#### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

Marca: KRAUTKRAMER Modelo: USM 35 No. Serie: 2678a  
 Tipo de Palpador: HAZ RECTO Tamaño: 0.750 pg Diam. Frecuencia: 1.0 MHz Angulo: N/A  
 Tipo de Palpador: ----- Tamaño: ----- Frecuencia: ----- Angulo: -----

#### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

Tipo de inspección: DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE DISCONTINUIDADES INTERNAS.  
 Procedimiento: SA-388 Revisión: ----- Norma: CODIGO ASME SEC.V ART.23, ED. 2007.  
 Método de calibración: EN DISTANCIA POR REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR.  
 Bloque de calibración: BLOCKIIV TIPO 2 PARA LA CALIBRACIÓN EN DISTANCIA Y LA MISMA PIEZA.  
 Ajuste de sensibilidad: REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR DE LA PIEZA AL 75% +/- 5% E.V.P; MÁS 6 dBs PARA BARRIDO.  
 Acabado superficial: TERSO, NORMAL DE MAQUINADO.  
 Etapa del examen: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Acoplante: ACEITE  
 Observaciones: SE DETECTÓ UN CRECIMIENTO DE LA INDICACIÓN LOCALIZADA DESDE LA CARA FRONTAL DE LA FLECHA.  
**NOTA: Se recomienda realizar una inspección en un periodo no mayor a tres meses en la FLECHA, para monitorear y dar seguimiento a un posible aumento en la profundidad de las discontinuidades encontradas.**

#### 4.- RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Criterio de Aceptación: EL RECOMENDADO POR SA-388 DEL CÓDIGO ASME BPV SEC. V, EDICIÓN 2007.  
 Resultado de la Inspección: Aceptado: ----- Rechazado: **XXX**

ELABORÓ	EVALUÓ	RECIBÍÓ
Ing. Cutberto Enpinosa Méndez Nombre: Ing. Miguel Angel Lopez Hdz. Tec. Armando Garrido Sanjuan Nivel: III , II SNT-TC-1A	Nombre: Ing. Bonifacio Alanís Toledo Nivel: III ASNT (No. Reg. 63586)	Nombre: _____ Puesto: _____
JUNIO 22, DEL 2012 Fecha Firma	JUNIO 22, DEL 2012 Fecha Firma	Fecha Firma

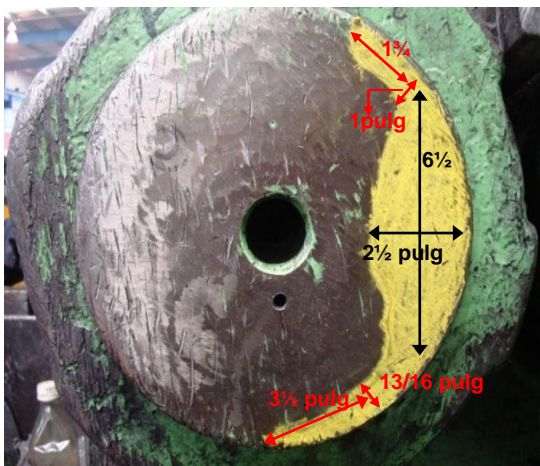
## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:     RUT-12-024     Fecha de Inspección:     JUNIO 22 ,DEL 2012     Hoja     2     de     3    

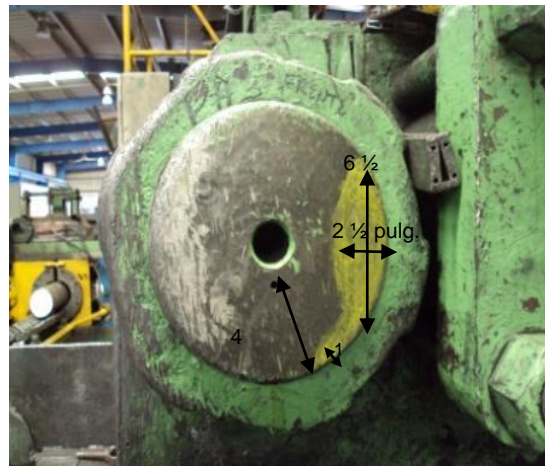
### FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En la fotografía se aprecia al técnico en el momento de realizar la inspección a la flecha No. 1 de la prensa 3.



En la fotografía se señalan las zonas en rojo donde se detecta un crecimiento de la indicación interpretada como grieta.



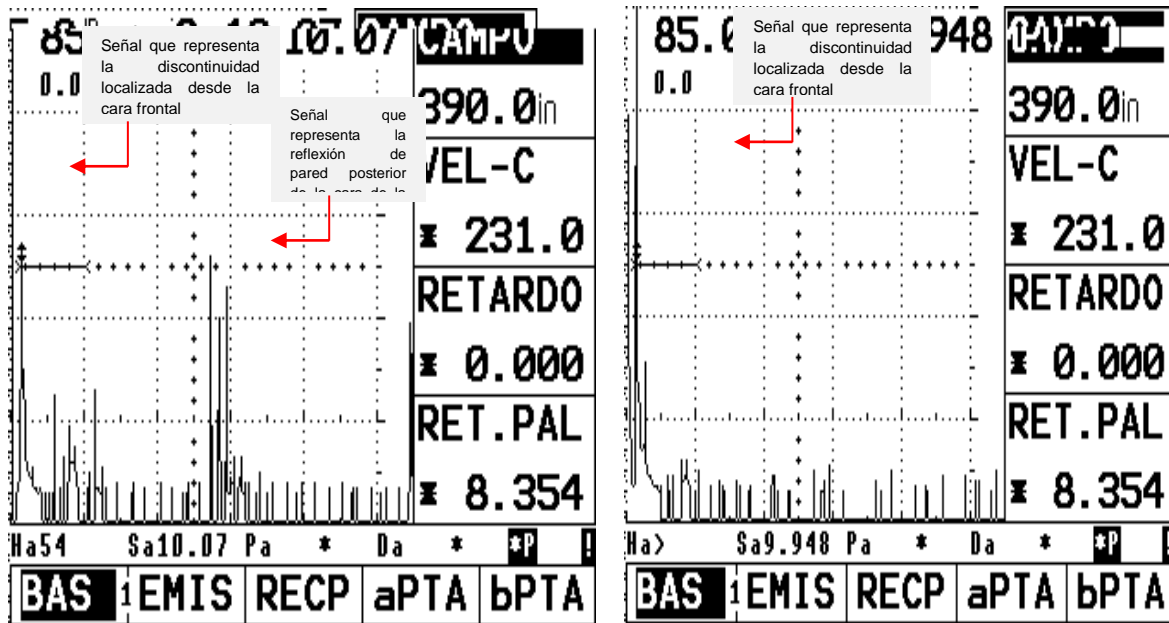
En la fotografía se señalan las zonas donde se detectó la indicación interpretada como grieta en la inspección anterior (febrero 13 del 2012).



## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:       RUT-12-024       Fecha de Inspección:       JUNIO 22,DEL 2012       Hoja   3   de   3  

### FLECHA DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En los oscilogramas se representa la discontinuidad localizada desde la cara frontal de la FLECHA.

**INFORME DE RESULTADOS**

**INSPECCIÓN  
POR  
ENSAYOS  
NO  
DESTRUCTIVOS**

**EXTRUSIONES METALICAS, S.A. DE C.V.**

**FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON**

**SERIE: S/N**

**OCTUBRE 09, DEL 2012.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de la inspección por Ultrasonido Industrial

## I. Descripción del objeto

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON

**No. DE SERIE:** S/N

**PROPIETARIO:** EXTRUSIONES METÁLICAS, S.A. DE C.V.

**DOMICILIO:** CALLE FLORES MAGON S/N  
COL. DEL TRABAJO  
CUAUTLALPAN TEXCOCO, EDO. MÉXICO

**MATERIAL DE FABRICACIÓN:** ACERO AL CARBONO

**FECHA DE INSPECCIÓN:** OCTUBRE 09, DEL 2012

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Inspeccionar, evaluar la sanidad interna y determinar un posible crecimiento de la discontinuidad detectada en la inspección anterior (Ver Reporte RUT-12-024) de la **FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON**, mediante la aplicación de Pruebas no Destructivas. Fue aplicada una técnica de **Inspección Volumétrica (Detección de Fallas con Ultrasonido Industrial)**. Los parametros de prueba se basaron en los requisitos establecidos en el Código ASME BPV Sección V Artículo 23 SA-388 Ed. 2007.

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, mismo que fue debidamente revisado y aprobado por un inspector Nivel III en Ensayos no Destructivos certificado por ASNT (The American Society fo Nondestructive Testing).

## **b) Detección de Fallas por Ultrasonido Industrial.**

Este método de inspección volumétrica se aplicó para la detección, evaluación y dimensionamiento de discontinuidades internas en el 100% de la **Flecha No. 1**, utilizando la técnica de haz recto por contacto directo, la inspección se realiza desde las caras laterales de la flecha para realizar un barrido axial. La finalidad de esta prueba es detectar, dimensionar y evaluar el posible crecimiento de la discontinuidad localizada en la flecha, la cual fue detectada en la inspección realizada en **Junio 22 del 2012, ver reporte RUT-12-024.**

## **c) Personal técnico**

El personal técnico que llevó a cabo la prueba, así como la evaluación de los resultados obtenidos, fue Capacitado, Calificado y Certificado Nivel II de acuerdo a los requisitos del procedimiento No. CCC-END-01, Rev. 01, el cual cumple con los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, Edición 2006, documento emitido por la ASNT.

## **d) Inspector**

El personal responsable de la correcta aplicación del procedimiento de prueba y evaluación, es un inspector Nivel III en Ensayos No Destructivos con certificación vigente por la ASNT, en los métodos de:

1. Líquidos Penetrantes (PT)
2. Partículas Magnéticas (MT)
3. Ultrasonido Industrial (UT)
4. Radiografía Industrial (RT)

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en cada método de prueba aplicado es el siguiente:

#### 1. Detección de Fallas por Ultrasonido Industrial

**SI** presenta un crecimiento de la discontinuidad detectada en la **FLECHA No. 1**, ver Reporte de Inspección **No. RUT-12-048** anexo en este Informe de Resultados.

### IV. Conclusión de la inspección

Con base en los resultados obtenidos durante la prueba efectuada a la **FLECHA No. 1 de la PRENSA TRES HAMILTON**, se concluye:

- c) La discontinuidad detectada en la **FLECHA No.1** presenta un crecimiento con respecto al área dimensionada de la inspección anterior (Ver RUT-12-024).
- d) En la prueba de Ultrasonido Industrial, la **Flecha No. 1 NO CUMPLE** con los criterios de aceptación y rechazo indicados en la Ed. 2007 del Código ASME BPV Sección V Artículo 23, SA-388.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

## V. Reporte de inspección por Ultrasonido Industrial

### REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Reporte: RUT-12-048 Fecha de Inspección: OCTUBRE 09 DEL 2012 Hoja 1 de 3  
 Cliente: EXTRUSIONES METÁLICAS S.A. DE C.V.  
 Descripción del equipo: FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON  
 No. de Proyecto: S/N Material: ACERO AL CARBONO  
 Zona inspeccionada: 100 % DE LA FLECHA, INSPECCIONADA AXIALMENTE.  
 Acabado superficial: LISO, NORMAL DE MAQUINADO.

#### 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN

Marca: KRAUTKRAMER Modelo: USM 35 No. Serie: 2678a  
 Tipo de Palpador: HAZ RECTO Tamaño: 0.750" Diam. Frecuencia: 1.0 MHz Angulo: N/A  
 Tipo de Palpador: ----- Tamaño: ----- Frecuencia: ----- Angulo: -----

#### 3. CONDICIONES DEL EXAMEN

Tipo de inspección: DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE DISCONTINUIDADES INTERNAS.  
 Procedimiento: SA-388 Revisión: ----- Norma: CODIGO ASME SEC.V ART.23, ED. 2007.  
 Método de calibración: EN DISTANCIA POR REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR.  
 Bloque de calibración: BLOCKIIV TIPO 2 PARA LA CALIBRACIÓN EN DISTANCIA Y LA MISMA PIEZA.  
 Ajuste de sensibilidad: REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR DE LA PIEZA AL 75% +/- 5% E.V.P; MÁS 6 dBs PARA BARRIDO.  
 Acabado superficial: TERSO, NORMAL DE MAQUINADO.  
 Etapa del examen: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Acoplante: ACEITE  
 Observaciones: SE DETECTÓ UN CRECIMIENTO DE LA INDICACIÓN LOCALIZADA DESDE LA CARA FRONTAL DE LA FLECHA.  
NOTA: LA INSPECCIÓN SE REALIZÓ DESDE LA CARA FRONTAL.

#### 4.- RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Criterio de Aceptación: EL RECOMENDADO POR SA-388 DEL CÓDIGO ASME BPV SEC. V, EDICIÓN 2007.  
 Resultado de la Inspección: Aceptado: ----- Rechazado: XXX

ELABORÓ		EVALUÓ		RECIBÍÓ	
Nombre:	<u>Ing. Miguel Angel Lopez Hdz. Tec. Armando Garrido Sanjuan</u>	Nombre:	<u>Ing. Bonifacio Alanís Toledo</u>	Nombre:	<u>-----</u>
Nivel:	<u>II SNT-TC-1A</u>	Nivel:	<u>III ASNT (No. Reg. 63586)</u>	Puesto:	<u>-----</u>
	<u>OCT. 10, DEL 2012</u>		<u>OCT. 10, DEL 2012</u>		<u>-----</u>
	<u>Fecha</u> <u>Firma</u>		<u>Fecha</u> <u>Firma</u>		<u>Fecha</u> <u>Firma</u>



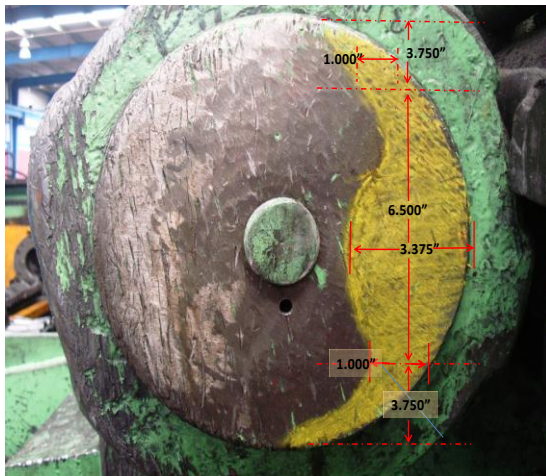
## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:     RUT-12-048     Fecha de Inspección:     OCTUBRE 09, DEL 2012     Hoja     2     de     3    

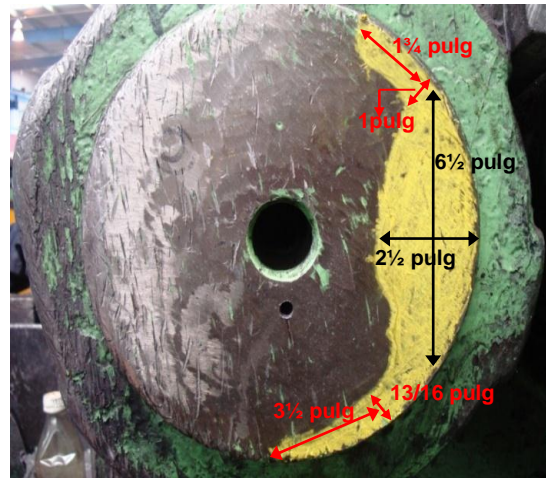
### FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En la fotografía se aprecia al técnico en el momento de realizar la inspección a la flecha No. 1 de la prensa 3.



En la fotografía se señalan las zonas en rojo donde se detecta un crecimiento de la indicación interpretada como grieta.

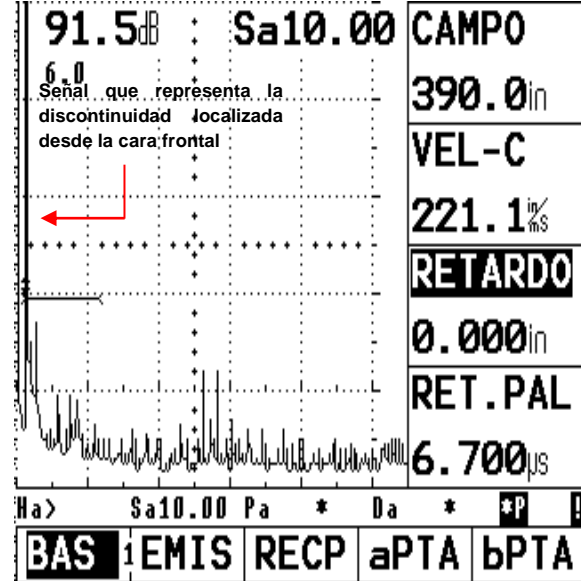
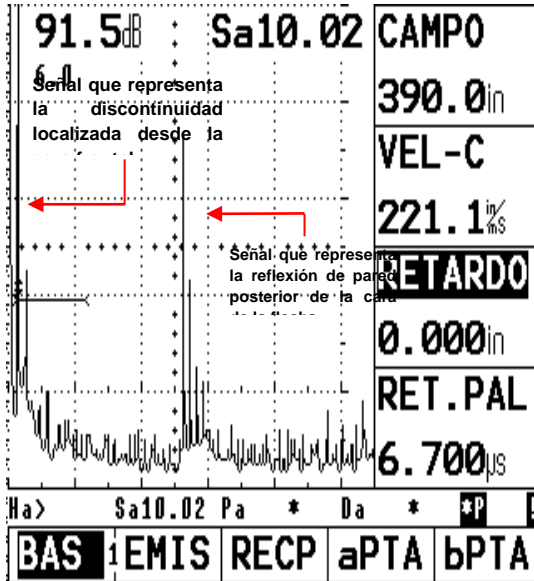


En la fotografía se señalan las zonas donde se detectó la indicación interpretada como grieta en la inspección anterior con fecha Junio 22 del 2012

## REPORTE DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL

Reporte:       RUT-12-048       Fecha de Inspección:       OCTUBRE 09, DEL 2012       Hoja       3       de       3      

### FLECHA No. 1 DE LA PRENSA TRES HAMILTON



En los oscilogramas se representa la discontinuidad localizada desde la cara frontal de la FLECHA.

Este quinto ejemplo es representativo de uno de los servicios ofrecidos por “Capacitación y Pruebas no Destructivas de México, S.C., donde tuve oportunidad de participar como auxiliar. Las réplicas metalográficas utilizadas como técnica no destructiva principalmente en componentes tales como tubos o fluxes, el hogar y espejos de generadores de vapor (calderas), permiten determinar con bastante exactitud el estado metalúrgico y la degradación de estos componentes que trabajan a altas temperaturas. Dado que los procesos de degradación metalúrgicos por efecto térmico se originan principalmente desde la superficie externa, los resultados extraídos a partir de las réplicas, permiten evaluar el estado microestructural y la degradación superficial del material.

Es una de las técnicas contempladas en los ensayos no destructivos, empleada en forma no rutinaria para detectar heterogeneidades y defectos superficiales que se manifiestan en equipos y componentes en servicio que trabajan a presión y altas temperaturas, el informe de inspección página 115 fue para un servicio planeado para una caldera perteneciente a una empresa de giro alimenticio.

**Caso 5.**

**INFORME DE RESULTADOS**

**METALOGRAFÍA Y ENSAYO DE DUREZA**

**CADBURY MÉXICO,  
S. DE R.L. DE C.V.**

**CALDERA 800 C.C. No. 1 (46-1CF)**

**MODELO: CB-400-800**

**No. DE SERIE: MX-6129**

**AGOSTO 06, DEL 2011.**

# CONTENIDO

- I Descripción del objeto
- II Resumen de la inspección
- III Resultados de la inspección
- IV Conclusión de la inspección
- V Reporte de Metalografías y Durezas

## I. Descripción del objeto

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** CALDERA 800 C.C. NO. 1 (46-1CF)

**MODELO:** CB-400-800

**No. DE SERIE:** MX-6129

**PROPIETARIO:** CADBURY MÉXICO, S DE R.L. DE C.V.

**DOMICILIO:** CARRETERA MÉXICO-VERACRÚZ No. 1028  
PARQUE INDUSTRIAL PUEBLA 2000  
PUEBLA, PUEBLA, C.P. 72220

**MATERIAL DE FABRICACIÓN:** CUERPO: SA-516 Gr. 70  
HOGAR: SA-285-C / SA-516-Gr. 70  
ESPEJOS: SA-516 Gr. 70  
TUBOS: SA-178-A

**FECHA DE INSPECCIÓN:** AGOSTO 06, DEL 2011

## II. Resumen de la inspección

### Objetivo general

Evaluar la sanidad microestructural de la **CALDERA 800 C.C No. 1 (46-1CF)**, con **No. de Serie: MX-6129** mediante la aplicación de toma de **RÉPLICAS METALGRÁFICAS** y **DUREZAS**. Los parámetros de prueba para la Metalografía y toma de Dureza se basaron en los requisitos establecidos en el ASTM E-1351 Revisión 2001 y ASTM E-110 Revisión 1982 (Reaprobada en 2002).

#### a) Método de prueba

La aplicación del método de prueba no destructiva fue conforme a lo establecido en la norma correspondiente y conforme al procedimiento de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**

#### b) Metalografía y Dureza

Se realizaron las tomas de las réplicas metalográficas y durezas en cuatro puntos ubicados en el hogar, tres puntos localizados en el espejo posterior, un punto localizado en el espejo frontal, un punto localizado en el cuerpo de la caldera y uno más localizado en uno de los flux de cuarto paso; adicionalmente, se tomaron lecturas de dureza en uno de los flux de primero y segundo paso respectivamente. La finalidad de la prueba es determinar posibles cambios en la micro estructura y/o grietas microscópicas causadas por servicio a altas temperaturas.

### III. Resultados de la inspección

Los resultados obtenidos en el método de prueba aplicado es el siguiente:

#### **Metalografía:**

**NO** se aprecia algún tipo de degradación microestructural significativa o crítica. Ver reporte de Inspección **No. RDM-11-003** anexo en este Informe de Resultados.

#### **Medición de Durezas:**

Los valores de dureza se midieron en la zona adyacente en donde se tomo cada metalografía y no se encontraron acorde con el tipo de material indicado, específicamente en el caso del material de los Flux (SA-178-A), ya que de acuerdo a los valores de dureza obtenidos, estos corresponderían a un material SA-178-D. Ver Reporte de Inspección **No. RMD-11-003** anexo en este informe de Resultados.



#### **IV. Conclusión de la inspección**

Con base en los resultados obtenidos durante las pruebas efectuadas:

##### **Metalografía y Dureza:**

De acuerdo a los resultados obtenidos en las zonas inspeccionadas de la **CALDERA 800 C.C. NO. 1 (46-1CF)** con **No. DE SERIE: MX-6129**, se puede concluir que **NO SE OBSERVÓ** alguna condición anormal o degradación microestructural significativa causada por servicio.

De acuerdo con los valores de dureza obtenidos, se determinó que estos valores no corresponden al material de los flux de pasos (SA-178-A), ya que de acuerdo a los valores de dureza obtenidos, estos corresponderían a un material SA-178-D.

Responsable del análisis de resultados

---

Ing. Bonifacio Alanís Toledo

NIVEL III ASNT

No. Registró 63586

## V. Reporte de Metalografías y Durezas

REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS		
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>		
Reporte: <u>RMD-11-003</u> Fecha de Inspección: <u>AGOSTO 06, DEL 2011</u> Hoja <u>1</u> de <u>9</u>		
Cliente: <u>CADBURY MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.</u>		
Descripción del Equipo: <u>CALDERA 800 C.C. NO. 1 (46-1CF)</u> No. DE SERIE: <u>MX-6129</u>		
Acabado superficial: <u>TERSO, NORMAL DE PLACA ROLADA</u> MATERIAL: <u>ACERO AL CARBONO</u>		
Zona inspeccionada: <u>ESPEJO FRONTAL, ESPEJO POSTERIOR, HOGAR, ENVOLVENTE Y FLUX DE 4 PASO</u>		
<b>2. EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCIÓN</b>		
<b>METALOGRAFÍA</b>	<b>DUREZA</b>	
<b>HERRAMIENTAS DIVERSAS PARA DESBASTE Y PULIDO DE METAL A ESPEJO.</b> <b>LIJAS, PAÑO Y PASTA DE DIAMANTE PARA PULIDO A ESPEJO.</b> <b>REACTIVOS QUÍMICOS PARA ATAQUE SUPERFICIAL.</b> <b>MICROSCOPIO METALOGRAFICO PORTÁTIL.</b>	Marca: <u>KRAUTKRAMER</u> Modelo: <u>MIC20</u> No. Serie: <u>724a</u> Probador Manual: <u>MIC 201</u> Escala de Dureza: <u>Rockwell B</u> Disp. de Impacto: <u>-----</u> Escala de Dureza: <u>-----</u>	
<b>3. CONDICIONES DEL EXAMEN</b>		
Tipo de Muestra: <u>TOMA DE RÉPLICAS METALOGRAFICAS Y DUREZAS DEL ESPEJO FRONTAL, ESPEJO POSTERIOR, HOGAR, CUERPO PARTE INFERIOR Y FLUX DE 4 PASO</u>		
Procedimiento: <u>CPNDRMD-002</u> Revisión: <u>00</u> Norma: <u>ASTM E-1351 REV. 2001</u>		
<b>METALOGRAFÍA</b>	<b>DUREZA</b>	
Método: <u>RÉPLICAS METALOGRAFICAS EN CAMPO</u>	Método de Calibración: <u>IMPEDANCIA DE CONTACTO ULTRASÓNICO (MÉTODO UCI)</u>	
Reactivo Empleado: <u>NITAL AL 5%</u>	Bloque de Calibración: <u>BLOCK DE ACERO AL CARBONO</u>	
Etapa del examen: <u>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</u>		
Observaciones: <u>NO SE OBSERVÓ ALGUNA CONDICIÓN ANORMAL O DEGRADACIÓN MICROESTRUCTURAL. ADICIONALMENTE, SE TOMARON LECTURA DE DUREZA EN UNO DE LOS FLUX DEL PRIMERO Y SEGUNDO PASO RESPECTIVAMENTE.</u>		
NOTA: <u>DE ACUERDO CON LOS VALORES DE DUREZA OBTENIDOS, SE DETERMINÓ QUE ESTOS VALORES NO CORRESPONDEN AL MATERIAL DE LOS FLUX DE PASOS (SA-178-A), YA QUE DE ACUERDO A LOS VALORES DE DUREZA OBTENIDOS, ESTOS CORRESPONDERÍAN A UN MATERIAL SA-178-D.</u>		
<b>4.- RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN</b>		
Resultado de la Inspección: Aceptado: <u>-----</u> Rechazado: <u>-----</u> Solo se Reportan Resultados: <u>XXX</u>		
<b>ELABORÓ</b>	<b>EVALUÓ</b>	<b>RECIBÍÓ</b>
Ing. Miguel Angel López Hdz. <b>Nombre:</b> <u>Tec. Riboberto Perez Cruz / Tec. Armando Garrido Sanjuan</u> <b>Nivel:</b> <u>Tec. en Réplica Metalográfica / Aprendices</u>  <u>AGOSTO 12, DEL 2011</u> <b>Fecha</b>	Ing. Miguel Angel López Hdz. <b>Nombre:</b> <u>Ing. Miguel Angel López Hdz.</u> <b>Nivel:</b> <u>Ingeniero Químico Metalúrgico (Ced. Prof. 6115567)</u>  <u>AGOSTO 12, DEL 2011</u> <b>Fecha</b>	<b>Nombre:</b> _____ <b>Puesto:</b> _____  <b>Fecha</b>
<b>Firma</b>	<b>Firma</b>	<b>Firma</b>

# REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

Reporte: RMD-11-003

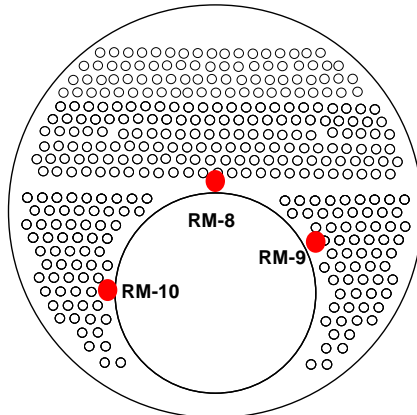
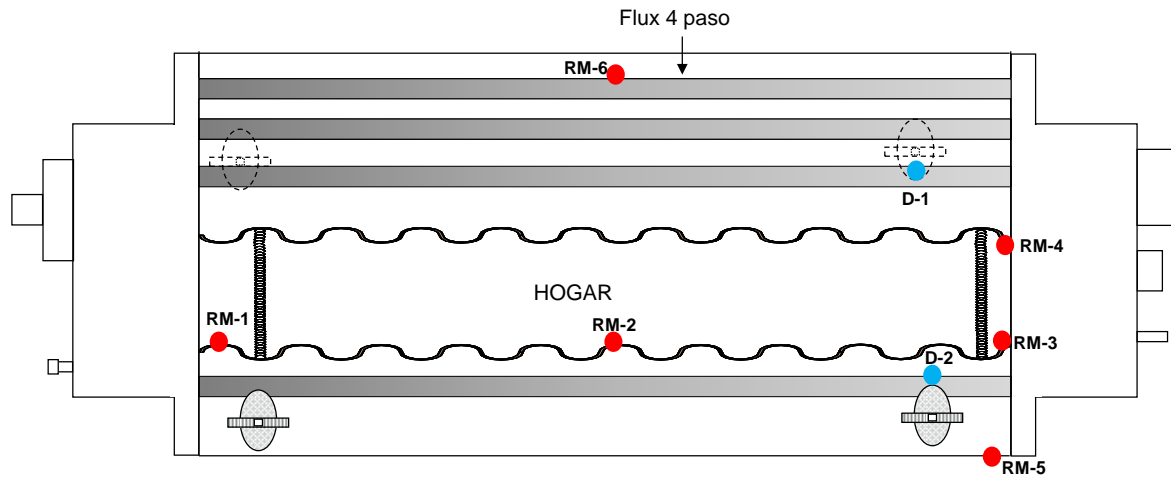
Fecha de Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

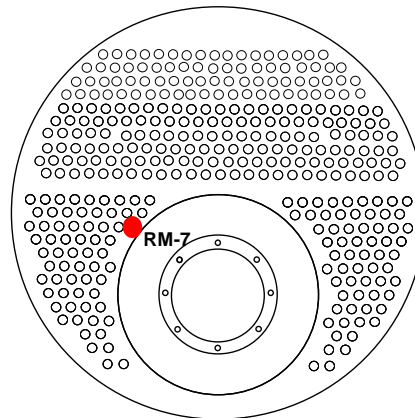
Hoja 2 de 9

CALDERA 800 C.C. No. 1 (46-1CF)

NO. DE SERIE: MX-6129



ESPEJO POSTERIOR



ESPEJO FRONTAL



ZONA DONDE SE REALIZÓ LA METALOGRAFÍA Y TOMA DE DUREZA



ZONA DONDE SE REALIZÓ LA TOMA DE DUREZA

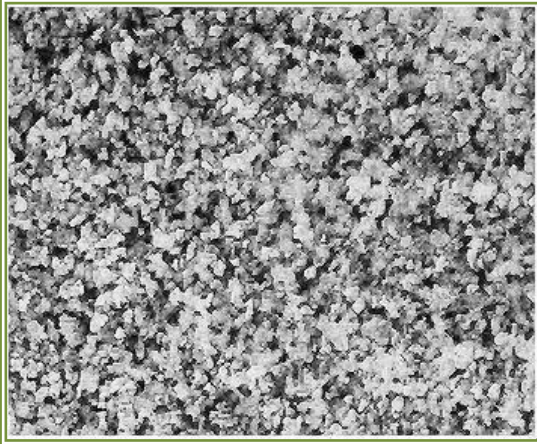
## REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

Reporte: RMD-11-003

Fecha de Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

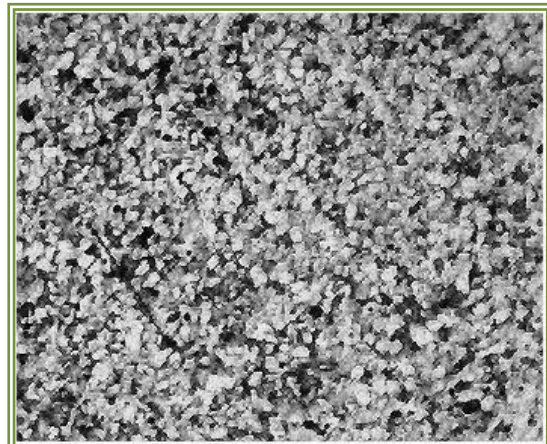
Hoja 3 de 9



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-1



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-2

PUNTO	UBICACIÓN EN EL GENERADOR DE VAPOR	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO DE GRANO, SEGÚN ASTM E 112	DUREZA PROMEDIO ROCKWELL HARDNESS B (HRB)
RM-1	Hogar-Frontal Parte Inferior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	86.20
RM-2	Hogar-Medio Parte Inferior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	88.40

## REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

Reporte: RMD-11-003

Fecha de Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

Hoja 4 de 9



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-3



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-4

PUNTO	UBICACIÓN EN EL GENERADOR DE VAPOR	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO DE GRANO, SEGÚN ASTM E 112	DUREZA PROMEDIO ROCKWELL HARDNESS B (HRB)
RM-3	Hogar-Posterior Parte Inferior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	85.40
RM-4	Hogar-Posterior Parte Superior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	90.40

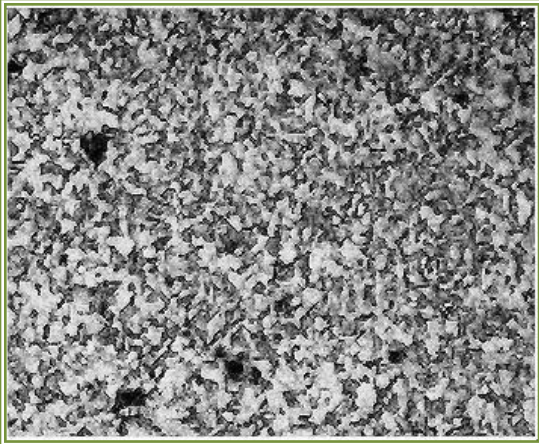
## REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

**Reporte:** RMD-11-003

**Fecha de Inspección:**

AGOSTO 06, DEL 2011

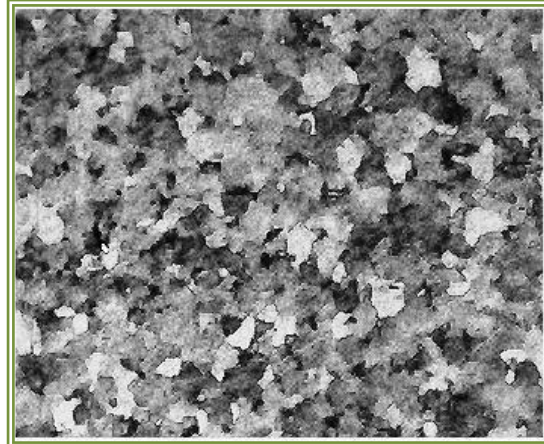
**Hoja** 5 **de** 9



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-5



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-6

PUNTO	UBICACIÓN EN EL GENERADOR DE VAPOR	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO DE GRANO, SEGÚN ASTM E 112	DUREZA PROMEDIO ROCKWELL HARDNESS B (HRB)
RM-5	Cuerpo-Posterior Parte Inferior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	95.60
RM-6	Flux de 4to Paso	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	7	72.80

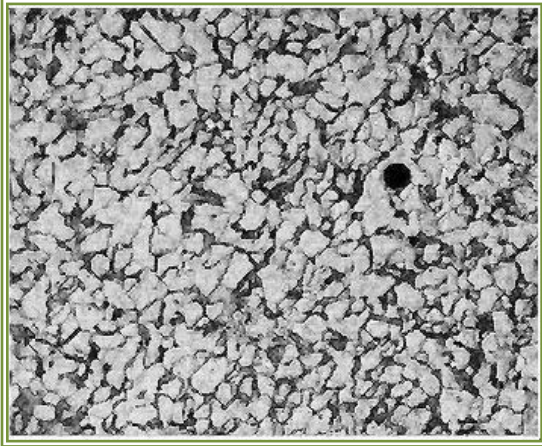
## REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

Reporte: RMD-11-003

Fecha de Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

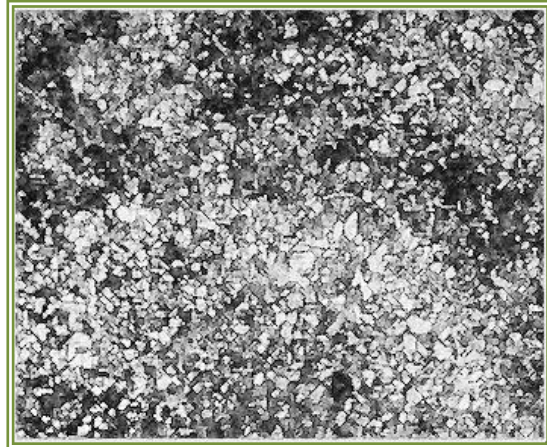
Hoja 6 de 9



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-7



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-8

PUNTO	UBICACIÓN EN EL GENERADOR DE VAPOR	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO DE GRANO, SEGÚN ASTM E 112	DUREZA PROMEDIO ROCKWELL B (HRB)
RM-7	Espejo Frontal	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	-----
RM-8	Espejo Posterior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	93.40

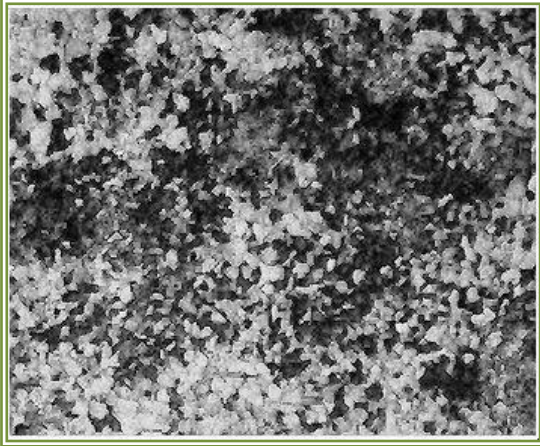
## REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

Reporte: RMD-11-003

Fecha de Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

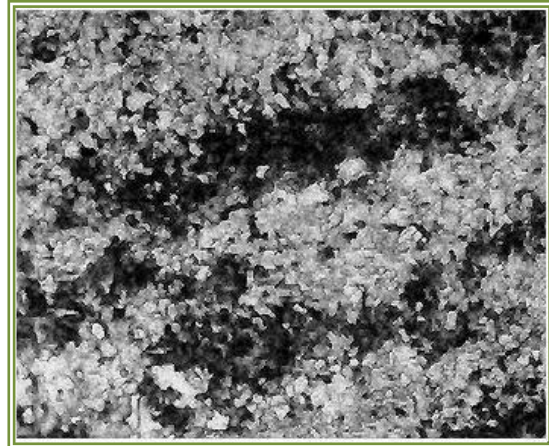
Hoja 7 de 9



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-9



Nital 5%

125X

FOTOMICROGRAFÍA RM-10

PUNTO	UBICACIÓN EN EL GENERADOR DE VAPOR	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO DE GRANO, SEGÚN ASTM E 112	DUREZA PROMEDIO ROCKWELL HARDNESS B (HRB)
RM-9	Espejo Posterior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	90.60
RM-10	Espejo Posterior	Microestructura constituida por perlita (zonas negras) y ferrita (áreas claras) mostrando granos equiaxiales y condición homogénea. No se observa alguna condición microestructural anormal	9	89.60



## REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS

Reporte: RMD-11-003

Fecha de  
Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

Hoja 8 de 9

**CADBURY MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.**

**CALDERA 800 C.C. No.1 (46-CF)**

**No. DE SERIE: MX-6129**

**Medición de dureza en las zonas donde se realizaron las  
metalografías**

PUNTO	UBICACIÓN	PUNTO DE MEDICIÓN	DUREZA HRB	PROMEDIO HRB
RM-1	Hogar-Frontal Parte Inferior	1	92.0	86.20
		2	79.0	
		3	93.0	
		4	83.0	
		5	84.0	
RM-2	Hogar-Medio Parte Inferior	1	88.0	88.40
		2	85.0	
		3	84.0	
		4	94.0	
		5	91.0	
RM-3	Hogar-Posterior Parte Inferior	1	86.0	85.40
		2	89.0	
		3	87.0	
		4	81.0	
		5	84.0	
RM-4	Hogar-Posterior Parte Superior	1	89.0	90.40
		2	96.0	
		3	87.0	
		4	90.0	
		5	90.0	
RM-5	Cuerpo-Posterior Parte Inferior	1	93.0	95.60
		2	102.0	
		3	96.0	
		4	92.0	
		5	95.0	
RM-6	Flux de 4to Paso	1	78.0	72.80
		2	70.0	
		3	70.0	
		4	72.0	
		5	74.0	

**REPORTE DE METALOGRAFÍAS Y DUREZAS**

Reporte: RMD-11-003

Fecha de Inspección:

AGOSTO 06, DEL 2011

Hoja 9 de 9

**CADBURY MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.**

**CALDERA 800 C.C. No.1 (46-CF)**

**No. DE SERIE: MX-6129**

**Medición de dureza en las zonas donde se realizaron las metalografías**

PUNTO	UBICACIÓN	PUNTO DE MEDICIÓN	DUREZA HRB	PROMEDIO HRB
RM-7	Espejo Frontal	1	-----	-----
		2	-----	
		3	-----	
		4	-----	
		5	-----	
RM-8	Espejo Posterior	1	91.0	93.40
		2	91.0	
		3	98.0	
		4	96.0	
		5	91.0	
RM-9	Espejo Posterior	1	86.0	90.60
		2	96.0	
		3	93.0	
		4	89.0	
		5	89.0	
RM-10	Espejo Posterior	1	91.0	89.60
		2	92.0	
		3	88.0	
		4	90.0	
		5	87.0	
D-1	Flux de 2do Paso	1	77.0	73.40
		2	70.0	
		3	62.0	
		4	78.0	
		5	80.0	
D-2	Flux de 1er Paso	1	79.0	80.20
		2	79.0	
		3	81.0	
		4	80.0	
		5	82.0	

Este sexto y último ejemplo trata de los requerimientos que deben cumplir los equipos usados para realizar inspecciones por pruebas no destructivas, el primer reporte página 131, ampara la calibración de un yugo electromagnético que es usado actualmente para realizar inspecciones por partículas magnéticas visibles contrastantes y fluorescentes.

Los otros dos reportes en las páginas 132 y 133, amparan un medidor de espesores ultrasónico y un detector de fallas ultrasónico, pertenecientes a una empresa que contrata el servicio de calibración.

En los tres casos realice la verificación de acuerdo a los parámetros y variables que se deben considerar como lo marca la normatividad aplicable a cada equipo, además de que es parte de mis funciones como Nivel II en “Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.

**Caso 6.**

**REPORTE DE VERIFICACIÓN DEL PODER DE LEVANTAMIENTO DE YUGOS ELECTROMAGNÉTICOS**

REPORTE No.: CPNDM-RVY-14/001      FECHA: ENERO 08 DEL 2014      HOJA: 1 DE 1

**DATOS DEL YUGO ELECTROMAGNÉTICO**

PROPIETARIO: CAPACITACIÓN Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MEXICO S.C.  
 MARCA: PARKER RESEARCH      MODELO: B-310      No. DE SERIE: 4216  
 TIPO DE CORRIENTE: ALTERNA      AMPERS: 4 AMP.      TIPO DE EXTREMIDADES: FLEXIBLES  
 TIPO DE ALIMENTACIÓN: CORRIENTE ALTERNA

**PLACA DE PESO MUERTO**

TIPO DE MATERIAL: ACERO SA 516-70	IDENTIFICACIÓN:	BV-MT-002 (AC)	
No. CERTIFICADO: ICSIMMAT-460-06	DIMENSIONES (cm):	25.4 x 9.6 x 2.54	
PROCEDIMIENTO No.: PTSIMMA-18	VALOR PESO NOMINAL (gr):	4634 (10 lb)	
	INCERTIDUMBRE (gr):	0.27	

**PARÁMETROS DE LA VERIFICACIÓN**

NORMA: ASTM E-1444      REVISIÓN: 2008

**VALORES DE REFERENCIA (FUERZA MÍNIMA DE LEVANTAMIENTO)**

	Espaciamiento de las Extremidades del Yugo	
Tipo de corriente	2 a 4 pulgadas	4 a 6 pulgadas
AC	Peso muerto de 10 libras (4.5Kg)	Peso muerto de 10 libras (4.5Kg)
DC	Peso muerto de 30 libras (13.7Kg)	Peso muerto de 50 libras (22.82Kg)

**VALORES OBTENIDOS**

Tipo de Corriente	Espaciamiento de las Extremidades del Yugo	Placa de Peso Muerto	Poder de Levantamiento	
			Cumple	No Cumple
ALTERNA (AC)	3 - 5 PULGADAS	BV-MT-002 (10 lb)	XXX	
ALTERNA (AC)	5 PULGADAS	BV-MT-002 (10 lb)	XXX	

RESULTADO:      ACEPTADO:      XXX      RECHAZADO:

EL EQUIPO QUE AMPARA ESTE REPORTE FUE VERIFICADO Y EVALUADO DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIÓN Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MÉXICO, S.C. EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E-1444 REVISIÓN 2005, "STANDARD PRACTICE FOR MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION" (PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA EL EXAMEN CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS).

<b>ELABORÓ</b>		<b>EVALUÓ</b>	
<b>NOMBRE:</b> Ing. Cutberto Espinosa Méndez Tec. Armando Garrido Sanjuan	_____	<b>NOMBRE:</b> Ing. Bonifacio Alanís Toledo	_____
<b>NIVEL:</b> III, II SNT-TC-1A	_____	<b>NIVEL:</b> III ASNT (No. Registro: 63586)	_____
ENERO 08, DEL 2013	_____	ENERO 08, Del 2013	_____
<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>

**REPORTE DE VERIFICACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE UN EQUIPO MEDIDOR DE ESPESORES CON LECTURA DIGITAL**

REPORTE No.: CPNDM-RVME-13-004      FECHA: JULIO 11, DEL 2013

**EQUIPO**

<b>INSTRUMENTO ULTRASONICO:</b> MEDIDOR DE ESPESORES DIGITAL			
MARCA: TIME GROUP INC.	MODELO: TT 100	SERIE No.: 10710600	
PALPADOR: DUAL	MODELO: 5P	SERIE No.: S/N	
MARCA: TIME GROUP INC.	TAMAÑO: 10 mm Ø	FRECUENCIA: 5 MHz	
PATRONES DE REFERENCIA:	BLOCK DE 5 PASOS	No. DE SERIE: V0053	CERTIFICADO ORIGINAL: -----
	-----	No. DE SERIE: -----	-----
PROPIETARIO DEL INSTRUMENTO: ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (ESPEND)			

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN No.: PTE-VE-001      REVISIÓN: 00

**DATOS DE LA VERIFICACIÓN**

**LINEALIDAD DE RESPUESTA DEL INSTRUMENTO**

ESPESOR DEL ESCALÓN DEL BLOQUE DE CALIBRACIÓN	LECTURA OBTENIDA EN EL INSTRUMENTO mm			DESVIACIÓN OBTENIDA mm		
	Dual		Multi-eco	Dual		Multi-eco
	1 Punto	2 Puntos		1 Punto	2 Puntos	
2.5 mm (0.100")	2.6	N/A	N/A	+1	N/A	N/A
5.0 mm (0.200")	5.1	N/A	N/A	+1	N/A	N/A
7.6 mm (0.300")	7.6	N/A	N/A	0	N/A	N/A
10.1 mm (0.400")	10.2	N/A	N/A	+1	N/A	N/A
12.7 mm (0.500")	12.7	N/A	N/A	0	N/A	N/A
19.0 mm (0.750")	----	----	----	----	----	----
24.5 mm (1.000")	----	----	----	----	----	----

<b>DESVIACIÓN MÁXIMA PERMITIDA POR EL FABRICANTE</b>	NO MAYOR A ± 0.12 mm CUANDO: t = 2.5 mm NO MAYOR A ± 0.15 mm CUANDO: t = 5.0 mm NO MAYOR A ± 0.17 mm CUANDO: t = 7.6 mm NO MAYOR A ± 0.20 mm CUANDO: t = 10.1 mm NO MAYOR A ± 0.22 mm CUANDO: t = 12.7 mm NO MAYOR A ± 0.29 mm CUANDO: t = 19.0 mm NO MAYOR A ± 0.35 mm CUANDO: t = 25.4 mm
--	---

**OBSERVACIONES:** No se detectaron anomalías en cuanto a sus funciones durante la calibración del equipo.

RESULTADO:      ACEPTADO: **XXXX**      RECHAZADO:

**PERIODO DE VIGENCIA DE VERIFICACIÓN SUGERIDO: 12 MESES**

EL EQUIPO QUE AMPARA ESTE REPORTE FUE VERIFICADO Y EVALUADO DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL PROCEDIMIENTO DE CAPACITACION Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MEXICO, S.C. Y CON EL ASTM E-317-01 ED. 2003 Y LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE. LA EVALUACIÓN TAMBIÉN CUMPLE CON LOS ESTÁNDARES DE ACEPTACIÓN DE MIL-STD-271F (SH), EDICION. 1993.

INSPECTOR	APROBADO POR
NOMBRE: ARMANDO GARRIDO SANJUAN	NOMBRE: ING. BONIFACIO ALANÍS TOLEDO
NIVEL: II SNT-TC-1A	NIVEL: III ASNT REG. No. 63586
FECHA: JULIO 11, DEL 2013	FECHA: JULIO 11, DEL 2013

**REPORTE DE VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE PULSO - ECO**

REPORTE No.: CPNDM-RVDF-13-003      FECHA: JULIO 11, DEL 2013      HOJA: 1 DE 3

**INSTRUMENTO ULTRASÓNICO**

MARCA: PANAMETRICS      MODELO: EPOCH LT      No. DE SERIE: 060100606

PROPIETARIO: ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (ESPEND)

**PALPADOR Y PATRONES DE REFERENCIA**

TAMAÑO: DIAM. 0.250"      TIPO: HAZ RECTO      MARCA: PANAMETRICS      FRECUENCIA: 5 MHz      No. Serie: S/N

PATRÓN DE REFERENCIA: BLOCK IIW TIPO V175 (TIPO ORIGINAL) DE ACERO AL CARBONO.      No. Serie: 1789      Longitud del Cable: 6 ft

PROCEDIMIENTO No.: PTE-VE-002      REVISIÓN: 02

**LINEALIDAD HORIZONTAL**

REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR	POSICIÓN EN % DE LA E.H.P.	DESVIACIÓN OBTENIDA	REFLEXIÓN DE PARED POSTERIOR	POSICIÓN EN % DE LA E.H.P.	DESVIACIÓN OBTENIDA
1ª.	0	0	7ª.	60	0
2ª.	10	0	8ª.	70	0
3ª.	20	0	9ª.	80	0
4ª.	30	0	10ª.	90	0
5ª.	40	0	11ª.	100	0
6ª.	50	0			

LA GRAFICA DE LAS LECTURAS OBTENIDAS ESTA EN LA HOJA 2 DE 3.

LIMITE HORIZONTAL: 100%      RANGO LINEAL: DEL 0 AL 100%

RESULTADO:      ACEPTADO: XXX      RECHAZADO:

**LINEALIDAD VERTICAL**

LECTURA					LECTURA				
TEORICA		OBTENIDA			TEORICA		OBTENIDA		
H <sub>A</sub>	H <sub>A</sub>	H <sub>B</sub>	RELACIÓN OBTENIDA	DESVIACIÓN OBTENIDA	H <sub>A</sub>	H <sub>A</sub>	H <sub>B</sub>	RELACIÓN OBTENIDA	DESVIACIÓN OBTENIDA
100 %	100	51	2:1.9	+1	50 %	50	0	2:1	2:1
90 %	90	45	2:1	0	40 %	40	0	2:1	2:1
80 %	80	40	2:1	0	30 %	30	0	2:1	2:1
70 %	70	35	2:1	0	20 %	20	0	2:1	2:1
60 %	60	30	2:1	0	10 %	10	0	2:1	2:1

LIMITE VERTICAL: 100%      RANGO LINEAL: DEL 0 AL 100%

RESULTADO:      ACEPTADO: XXX      RECHAZADO:

**LINEALIDAD DE CONTROL DE AMPLITUD**

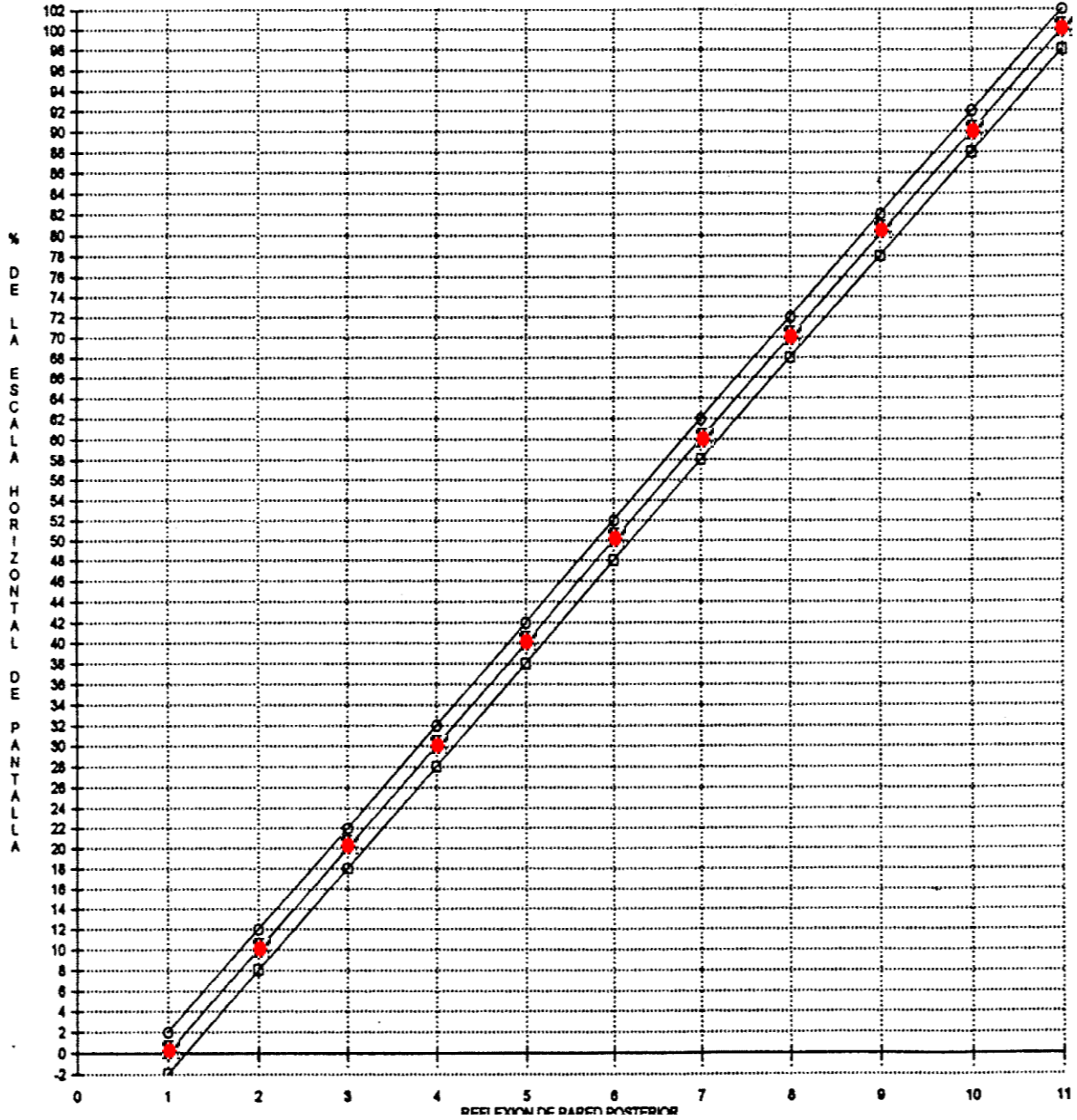
AMPLITUD INICIAL DE LA INDICACIÓN EN EL % DEL TOTAL DE LA PANTALLA.	CAMBIOS EN EL CONTROL DE GANANCIA, EN dB.	AMPLITUD OBTENIDA EN % DEL TOTAL DE LA PANTALLA	DESVIACIÓN OBTENIDA	LIMITES DE AMPLITUD EN % DEL TOTAL DE LA PANTALLA
80 %	-6 dB	40	0	32 – 48
80 %	-12 dB	20	0	16 – 24
40 %	+6 dB	79	-1%	64 – 96
20 %	+12 dB	80	0	64 – 96

RESULTADO:      ACEPTADO: XXX      RECHAZADO:

EL EQUIPO QUE AMPARA ESTE REPORTE FUE VERIFICADO Y EVALUADO DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIÓN Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MÉXICO, S.C. EN CONFORMIDAD CON EL ASTM EDICIÓN 2003 Y LA NORMA E-317 EDICIÓN 2001, CON EL CÓDIGO ASME BPV SECCIÓN V, ARTICULO 4 EDICIÓN 2004 ADDENDA 2005 Y CON LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.

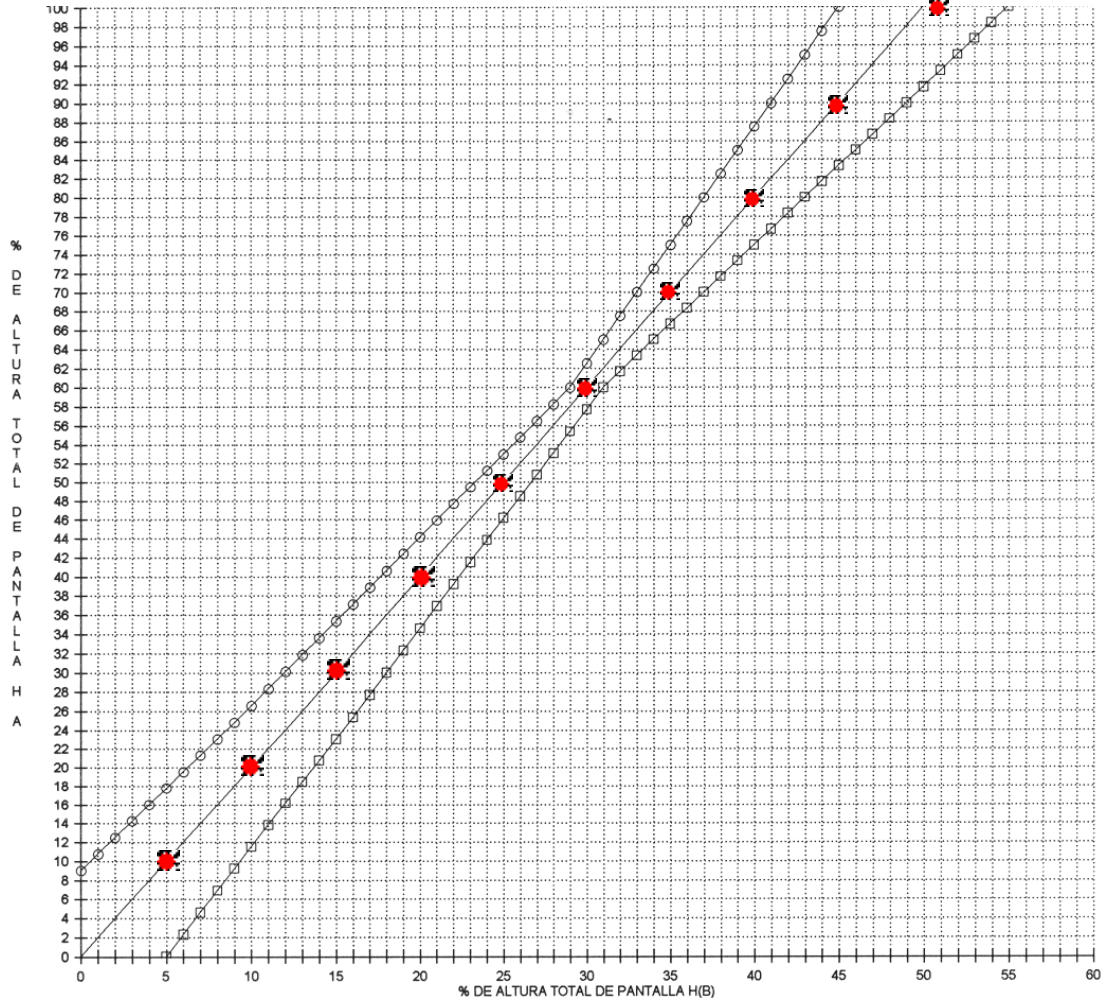
<b>REPORTE DE VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE UN SISTEMA DE INSPECCION ULTRASONICA DE PULSO-ECO</b>		
<b>REPORTE No.:</b> CPNDM-RVDF-13-003	<b>FECHA:</b> JULIO 11, DEL 2013	<b>HOJA:</b> 2 DE 3
<b>MARCA:</b> PANAMETRICS	<b>MODELO:</b> EPOCH LT	<b>No. DE SERIE:</b> 060100606

**LIMITE DE LINEALIDAD HORIZONTAL**



<b>REPORTE DE VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE UN SISTEMA DE INSPECCION ULTRASONICA DE PULSO-ECO</b>		
REPORTE No.: CPNDM-RVDF-143-003	FECHA: JULIO 11, DEL 2013	HOJA: 3 DE 3
MARCA: PANAMETRICS	MODELO: EPOCH LT	No. DE SERIE: 060100606

**LIMITE DE LINEALIDAD VERTICAL**



<b>ELABORO</b>		<b>EVALUO</b>	
NOMBRE: TEC. ARMANDO GARRIDO SANJUAN		NOMBRE: ING. BONIFACIO ALANÍS TOLEDO	
NIVEL: II SNT-TC-1A		NIVEL: III ASNT No. REG. 63586	
FECHA: JULIO 11, DEL 2013	FIRMA	FECHA: JULIO 11, DEL 2013	FIRMA



## ANEXO C

### Documentos que avalan la certificación de la calificación.



### CAPACITACION Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MEXICO, S.C.

Certificación de la Calificación

REG. No. CPN-151/014

Del Ing.: **Armando Garrido Sanjuan** Escolaridad: Ingeniero Industrial

Experiencia: 2 años 2 meses Fecha de ingreso: 23 de Abril de 2012 Fecha de inicio en PND: 19 de Julio de 1998

Quien cumple documentalmente los requisitos de: **escolaridad, capacitación, experiencia práctica y examen de la vista**, así como haber aprobado el examen teórico – práctico de acuerdo al Procedimiento para la Capacitación, Calificación y Certificación de personal de Ensayos No Destructivos No. CCC-END-001 Revisión 01 de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**; por lo tanto, se le otorga la certificación en el siguiente método:

NIVEL	MÉTODO	FECHA DE CERTIFICACIÓN	FECHA DE RECERTIFICACIÓN	VIGENCIA
II	Partículas Magnéticas	29 de Enero de 2014	29 de Enero de 2017	3 años

La vigencia de esta certificación está sujeta a las reglas de reevaluación técnica periódica, terminación, cancelación, suspensión temporal o definitiva descrita en el Procedimiento No. CCC-END-001 Revisión 01 el cual está de acuerdo a los lineamientos de Recommended Practice No. SNT-TC-1A 2011 Edition, documento emitido por The American Society For Nondestructive Testing Inc. (ASNT).

El expediente que contiene la documentación que sustenta la calificación técnica, se encuentra en los archivos de la empresa **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, para cualquier verificación y/o auditoría de Calidad que lo requiera.

EVALUADOR



Ing. Bonifacio Alanís Toledo.  
Nivel III ASNT Reg. No. 63586  
Métodos: MT, PT, UT y RT.



### CAPACITACION Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MEXICO, S.C.

Certificación de la Calificación

REG. No. CPN-148/013

Del Téc.: **Armando Garrido Sanjuan** Escolaridad: Ingeniero Industrial (Trunca)

Experiencia: 1 año 2 meses Fecha de ingreso: 23 de Abril de 2012 Fecha de inicio en PND: Julio 19 de 1998

Quien cumple documentalmente los requisitos de: **escolaridad, capacitación, experiencia práctica y examen de la vista**, así como haber aprobado el examen teórico – práctico de acuerdo al Procedimiento para la Capacitación, Calificación y Certificación de personal de Ensayos No Destructivos No. CCC-END-001 Revisión 01 de **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**; por lo tanto, se le otorga la certificación en el siguiente método:

NIVEL	MÉTODO	FECHA DE CERTIFICACIÓN	FECHA DE RECERTIFICACIÓN	VIGENCIA
II	Líquidos Penetrantes	20 de Noviembre de 2013	20 de Noviembre de 2016	3 años

La vigencia de esta certificación está sujeta a las reglas de reevaluación técnica periódica, terminación, cancelación, suspensión temporal o definitiva descrita en el Procedimiento No. CCC-END-001 Revisión 01 el cual está de acuerdo a los lineamientos de Recommended Practice No. SNT-TC-1A 2011 Edition, documento emitido por The American Society For Nondestructive Testing Inc. (ASNT).

El expediente que contiene la documentación soporte se encuentra en los archivos de la empresa **Capacitación y Pruebas No Destructivas de México, S.C.**, para cualquier verificación y/o auditoría de Calidad que lo requiera.

EVALUADOR



Ing. Bonifacio Alanís Toledo.  
Nivel III ASNT Reg. No. 63586  
MÉTODOS: MT, PT, UT y RT.

## **VIII. Conclusiones**

La oportunidad de trabajar en otras empresas me brindó la posibilidad de vivir otras experiencias laborales ajenas al ámbito de las pruebas no destructivas, durante este lapso de tiempo curse la mitad de la licenciatura, fui participe indirectamente de la planeación en departamentos como producción y observe la necesidad de emplear herramientas para la detección de fallas en diferentes piezas y equipos en los departamentos de aseguramiento de la calidad y mantenimiento.

Hoy en día me he visto involucrado en otros proyectos laborales de tal manera que la experiencia y la práctica que obtuve anteriormente, me permiten emplearla conjuntamente con la teoría aprendida en las aulas de la universidad.

El acercamiento que he tenido con las pruebas no destructivas, me ha hecho conocer el objetivo de éstas en la solución de problemas en equipos industriales, mediante la planeación, el trabajo en equipo del recurso humano y el apoyo de la empresa he podido participar y estar al frente de varios proyectos de inspección, en el contenido del presente informe quiero enfatizar el papel que he jugado como técnico e ingeniero industrial de tal manera de demostrar que los retos que se me presenten en la misma organización u otra diferente, sean resueltos de la misma manera usando la metodología del análisis y la planeación.

## **IX. Bibliografía**

Ander Egg E. 1995. Introducción a la Planificación. Ed. Lumen 1ª ed.

Chiavenato I. 2000. Administración de Recursos Humanos. Ed. McGraw-Hill Interamericana 3ª ed.

García Criollo R. 2005. Estudio del Trabajo (Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo. Ed. McGraw-Hill Interamericana 3ª ed.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1, Rules For Construction Of Pressure Vessels, Edition 2013.

ASME B31.1 Code for Power Piping, Edition 2010.

ASME B31.3 Code for Process Piping, Edition 2008.

ASM. 1999. HandBook Nondestructive Evaluation and Quality Control. Volume 17. Ed. ASM International Committee Second Edition.

American Society for Nondestructive Testing. 2007. HandBook Liquid Penetrant Testing Volume 2. Ed. ASNT Third Edition.

American Society for Nondestructive Testing. 2007. HandBook Magnetic Testing Volume 8. Ed. ASNT Third Edition.

American Society for Nondestructive Testing. 2007. HandBook Ultrasonic Testing Volume 7. Ed. ASNT Third Edition.

AWS D1.1 Structural Welding Code Steel, Edition 2010.

AWS D14.6 Specification for Welding of Rotating Elements of Equipment, Edition 2005.

API Standard 1104 Welding of Pipelines and Related Facilities, Edition 2013.

Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-2011. Condiciones de Seguridad para Realizar Trabajos en Altura. Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011. Construcción - Condiciones de Seguridad y salud en el Trabajo. Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Funcionamiento y Condiciones de Seguridad para Recipientes Sujetos a Presión, Recipientes Criogénicos, Generadores de Vapor o Calderas.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 (Sustituye a la NOM-010-SEDG-2002), Vehículos para el Transporte y Distribución de Gas L.P., Condiciones de Seguridad, Operación y Mantenimiento.

Recommended Practice No. SNT-TC-1A, Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing, Edition 2011.