



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
MODALIDAD: PRESENCIAL

Informe final del Trabajo de Graduación o Titulación previo a la
Obtención del Título de Ingeniero Mecánico

TEMA:

“ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650 Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.”

AUTOR: Lic. Gonzalo Alberto Villavicencio Pérez

TUTOR: Ing. Mg. Juan Paredes

Ambato –Ecuador

2015

**APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE
GRADUACIÓN O TITULACIÓN**

CERTIFICA:

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación o Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema: “ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650 Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO. Desarrollado por el egresado: GONZALO ALBERTO VILLAVICENCIO PÉREZ, considero que dicho Informe Investigativo, reúne los requisitos técnicos, científicos y reglamentarios, por lo que autorizo la presentación del mismo ante el Organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por parte de la Comisión calificadora designada por el H. Consejo Directivo.

.....
Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo Gonzalo Alberto Villavicencio Pérez con CI: 180456711-1 .Dejo constancia de que el presente informe con el tema: “ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650 Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO” es el resultado de la investigación del autor, quién basado en la experiencia profesional, en los estudios realizados durante la carrera, revisión bibliográfica y de campo, ha llegado a las conclusiones y recomendaciones descritas en la Investigación. Las ideas, opiniones y comentarios especificados en este informe, son de exclusiva responsabilidad de su autor.

.....
Lic. Gonzalo Alberto Villavicencio Pérez

C.C: 180456711 – 1

AUTOR

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Cedo los derechos en línea patrimoniales del presente Trabajo Final de Grado o Titulación sobre el tema: “ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650 Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ”, autorizo su reproducción total o parte de ella, siempre que esté dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato, respetando mis derechos de autor y no se utilice con fines de lucro.

.....
Lic. Gonzalo Alberto Villavicencio Pérez

C.C: 180456711- 1

AUTOR

DEDICATORIA:

El presente informe final se la dedico a mi familia que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera. A mis padres, abuelitos, esposa e hija por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome para llegar hacer una persona de bien. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. A mis Abuelitos por estar siempre presentes, acompañándome para poder cumplir mis objetivos y a la parte más esencial e inspiración de mi vida mi hija María José por darme la fuerza para no rendirme hasta alcanzar mis objetivos.

Gonzalo Villavicencio

AGRADECIMIENTO:

A Dios por su infinita misericordia, sabiduría y amor, la vida, la familia el trabajo el esfuerzo y la oportunidad de estudiar y terminar la carrera con éxito; ser alguien en la vida y poder hacer el sueño realidad. A mis padres por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera. A mis Docentes que contribuyeron para formarme como profesional para poder servir a la sociedad. En especial a mis Abuelitos que han sido la pieza fundamental para poder prepararme y ser una persona humilde ante la sociedad y poder enfrentar a la vida.

Gonzalo Villavicencio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE.....	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	IV
DEDICATORIA:	V
AGRADECIMIENTO:	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
RESUMEN EJECUTIVO	1
CAPÍTULO 1 EL PROBLEMA	3
1.1 TEMA	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN	3
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	8
1.2.3 PROGNOSIS.....	9
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	10
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	11
1.3 JUSTIFICACIÓN	11
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	13
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	14

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	14
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	15
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	16
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	17
2.4.1	INGENIERÍA DE MATERIALES	18
2.4.2	SOLDADURA	18
2.4.3	INSPECCIÓN DE SOLDADURA	23
2.4.4	MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650....	25
2.4.5	CALIDAD DE PROCESOS	32
2.4.6	CONTROL DE JUNTAS SOLDADAS	32
2.4.7	NORMAS APLICABLES PARA INSPECCIÓN DE TANQUES EN FUNCIONAMIENTO.....	38
2.4.8	EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	40
2.5	HIPÓTESIS.....	41
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	41
2.6.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	41
2.6.2	VARIABLE DEPENDIENTE	41
2.6.3	TERMINO DE RELACIÓN	41
	CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA	42
3.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.2	MODALIDAD básica DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.3	NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.4.1	POBLACIÓN	43

3.4.2	MUESTRA.....	44
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
3.6	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	47
3.7	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	47
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS		48
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	48
4.1.1	OBTENCIÓN VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS MÉTODOS DE E.N.D. EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	50
4.1.2	ENCUESTA A TÉCNICOS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y PERSONAL DE SOLDADURA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO..	50
4.1.3	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y VARIABLES EN JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	67
4.1.3.1	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MATERIALES Y ESPESORES EN	67
4.1.4	SELECCIONAR LOS MÉTODOS DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO Y PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN E INSPECCIÓN	70
4.1.5	OBTENCIÓN Y DISEÑO DE PROBETAS	71
4.1.6	REALIZACIÓN LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	71
4.1.7	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO NORMA API 650	136
4.1.8	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y TABULACIÓN DE RESULTADOS	153
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS	153
4.3	VERIFICACIÓN de HIPÓTESIS.....	165
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		168
CAPÍTULO 6 PROPUESTA		171
6.1	DATOS INFORMATIVOS	171
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	172
6.3	JUSTIFICACIÓN	173

6.4	OBJETIVOS	174
6.4.1	OBJETIVO GENERAL	174
6.4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	174
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	175
6.5.1	ECONÓMICO.....	175
6.5.2	ANÁLISIS TECNOLÓGICO EQUIPO (MFD-800B)	175
6.5.3	ANÁLISIS AMBIENTAL	176
6.6	FUNDAMENTACIÓN	176
6.6.1	NORMAS DE APLICACIÓN EN JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	176
6.6.2	MATERIALES Y TIPO DE JUNTAS UTILIZADAS EN JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	177
6.6.3	PARÁMETROS INICIALES DEL MÉTODO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO	180
6.6.4	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO ULTRASONIDO	193
6.6.5	EQUIPO MITECH MFD800B	196
6.6.6	CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ULTRASONIDO	205
6.6.7	INSPECCIÓN	211
6.6.8	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	212
6.7	METODOLOGÍA	214
6.8	ADMINISTRACIÓN	269
6.8.1	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL ENSAYO NO DESTRUCTIVO POR EL MÉTODO DE ULTRASONIDO	269
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	270
	BIBLIOGRAFÍA.....	271
	ANEXOS.....	278

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Red de Categorización.....	17
Gráfico 2-2 Juntas Vertical del cuerpo.....	19
Gráfico 2-3 Juntas Horizontales.....	20
Gráfico 2-4 Dibujo de Fabricación	24
Gráfico 2-5 Inspección Visual	25
Gráfico 2-6 Inspección Tintas Penetrantes	25
Gráfico 2-7 Ensayo por Radiografía	27
Gráfico 2-8 Espectro de difracción de la luz.....	28
Gráfico 2-9 Ensayo no Destructivo por Ultrasonido.....	29
Gráfico 2-10 Tintas Penetrantes.....	31
Gráfico 2-11 Ensayos por Partículas Magnéticas	31
Gráfico 2-12 Tipos de tanques	33
Gráfico 2-13 Tanques empernados	36
Gráfico 2-14 Tanques Soldados	37
Gráfico 2-15 Normas aplicada para Tanques.....	38
Gráfico 4-1 Flujograma de Proceso	49
Gráfico 4-2 Representación Estadística Pregunta N 1	51
Gráfico 4-3 Representación Estadística Pregunta N 2	52
Gráfico 4-4 Representación Estadística Pregunta N 3	53
Gráfico 4-5 Representación Estadística Pregunta N 4	54
Gráfico 4-6 Representación Estadística Pregunta N 5	55
Gráfico 4-7 Representación Estadística Pregunta N 6	56
Gráfico 4-8 Representación Estadística Pregunta N 7	57

Gráfico 4-9 Representación Estadística Pregunta N 8	58
Gráfico 4-10 Representación Estadística Pregunta N 9	59
Gráfico 4-11 Representación Estadística Pregunta N 10	60
Gráfico 4-12 Representación Estadística Pregunta N 11	61
Gráfico 4-13 Representación Estadística Pregunta N 12	62
Gráfico 4-14 Representación Estadística Pregunta N 13	63
Gráfico 4-15 Representación Estadística Pregunta N 14	64
Gráfico 4-16 Representación Estadística Pregunta N 15	65
Gráfico 4-17 Plano juntas A tope	68
Gráfico 4-18 Planos Juntas soldadas A Filete	69
Gráfico 4-19 Porcentaje de aceptación Probetas.....	155
Gráfico 4-20 Porcentaje de aceptación Probetas.....	157
Gráfico 4-21 Porcentaje de aceptación Probetas.....	159
Gráfico 4-22 Porcentaje de aceptación Probetas.....	161
Gráfico 4-23 Porcentaje de aceptación Probetas.....	164
Gráfico 6-1 Tipos principales de Transductor	181
Gráfico 6-2 Detección de discontinuidades a través de Ondas	182
Gráfico 6-3 Representación esquemática de la propagación de ondas longitudinales.	183
Gráfico 6-4 Representación esquemática de la propagación de ondas transversales.	184
Gráfico 6-5 Características de superficies de las Ondas	185
Gráfico 6-6 Características de las ondas Lamb simétricas.....	186
Gráfico 6-7 El espectro Acústico	187
Gráfico 6-8 Cabezal de Contacto	188

Gráfico 6-9 Diferentes tipos de Cabezales Curvos	188
Gráfico 6-10 Transductores de doble cristal	189
Gráfico 6-11 Configuración Transductores Angulares	190
Gráfico 6-12 Velocidad de ondas Sonoras a 20 °C, en m/s	191
Gráfico 6-13 Diagrama del haz ultrasónico mostrando las diferentes zonas de intensidad.	191
Gráfico 6-14 Geometría del haz para un transductor con un ángulo de divergencia de 15.....	192
Gráfico 6-15 Distribución de la presión acústica a lo largo del recorrido del haz.	193
Gráfico 6-16 Equipo de Ultrasonido	195
Gráfico 6-17 Equipo MITECH de Ultrasonido MFD800B	198
Gráfico 6-18 Teclado del Equipo MFD800B.....	199
Gráfico 6-19 Selección del Rango	201
Gráfico 6-20 Selección de la Ganancia del Equipo	202
Gráfico 6-21 Reglillas de medición	203
Gráfico 6-22 Figura de Soldadura.....	205
Gráfico 6-23 Bloque I.I.W. V-1, Tipo 1	207
Gráfico 6-24 Bloque de calibración I.I.W. V-2	208
Gráfico 6-25 Espesores de los bloques de Calibración.....	209
Gráfico 6-26 Aplicación del Bloque I.I.W. V-1 para la calibración de traductores Normales	210
Gráfico 6-27 Calibración de transductores angulares mediante el bloque I.I.W	210
Gráfico 8-1 Juntas soldadas a TOPE ya FILETE.....	278
Gráfico 8-2 Soldadura INDUACERO	279
Gráfico 8-3 Junta a Tope.....	280

Gráfico 8-4 Junta a Tope Optativa	280
Gráfico 8-5 Soldadura Con Filete Procedimiento	281
Gráfico 8-6 Soldadura Con Filete- Habilidad	281
Gráfico 8-7 Variables Esenciales del Método de Ultrasonido	282
Gráfico 8-8 Menús y Sub- menú del Equipo de Ultrasonido MITECH MFD800B	283
Gráfico 8-9 Procedimiento Método de Ultrasonido	284
Gráfico 8-10 Examinación por Ultrasonido para Materiales	285
Gráfico 8-11 Parámetros de Rango y Bloque de referencia.....	286
Gráfico 8-12 Parámetros de Inspección por el método de Ultrasonido	287

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Requerimientos de diferentes estándares para fabricación de Tanques de Almacenamiento	7
Tabla 2-1 Espesor del Tanque.....	22
Tabla 3-1 Muestra de Investigación (Probetas a ser realizadas- Acero ASTM A36).....	44
Tabla 3-2 Operacionalización Variable Independiente	45
Tabla 3-3 Operacionalización Variable Dependiente	46
Tabla 4-1 Entrevista Técnicos en Empresa Induacero S.A.....	50
Tabla 4-2 Porcentaje Numérico pregunta N ° 1	51
Tabla 4-3 Porcentaje Numérico pregunta N ° 2	52
Tabla 4-4 Porcentaje Numérico pregunta N ° 3	53
Tabla 4-5 Porcentaje Numérico pregunta N ° 4	54
Tabla 4-6 Porcentaje Numérico pregunta N ° 5	55
Tabla 4-7 Porcentaje Numérico pregunta N ° 6	56
Tabla 4-8 Porcentaje Numérico pregunta N ° 7	57
Tabla 4-9 Porcentaje Numérico pregunta N ° 8	58
Tabla 4-10 Porcentaje Numérico pregunta N ° 9	59
Tabla 4-11 Porcentaje Numérico pregunta N ° 10	60
Tabla 4-12 Porcentaje Numérico pregunta N ° 11	61
Tabla 4-13 Porcentaje Numérico pregunta N ° 12	62
Tabla 4-14 Porcentaje Numérico pregunta N ° 13	63
Tabla 4-15 Porcentaje Numérico pregunta N ° 14	64
Tabla 4-16 Porcentaje Numérico pregunta N ° 15	65
Tabla 4-17 Resultados finales de las Encuestas realizadas a Empresa INDUACERO S.A.....	66

Tabla 4-18 Resultados Totales de las Encuestas.....	67
Tabla 4-19 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ensayo Visual	154
Tabla 4-20 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Tope (VT).....	155
Tabla 4-21 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Filete Ensayo Visual	156
Tabla 4-22 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Filete (VT).....	157
Tabla 4-23 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ensayo por Tintas Penetrantes	158
Tabla 4-24 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Tope (PT)	159
Tabla 4-25 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Filete Ensayo por Tintas Penetrantes	160
Tabla 4-26 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Filete (PT)	161
Tabla 4-27 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ultrasonido ...	162
Tabla 4-28 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ultrasonido ...	163
Tabla 4-29 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Filete (UT).....	164
Tabla 6-1 Costos para el Desarrollo del Ensayo no destructivo por método de Ultrasonido.....	175
Tabla 6-2 Normas aplicadas en la Inspección y Evaluación en Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento por el método de Ultrasonido	176
Tabla 6-3 Funciones del teclado del Equipo MFD800B.....	198
Tabla 6-4 Linealidad de la altura de pantalla	214
Tabla 6-5 Costos de Evaluación por el Método de Ultrasonido	269

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650 Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO”

AUTOR: Lic. Gonzalo Alberto Villavicencio Pérez

TUTORA: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

Para el desarrollo de la investigación se realizó un análisis o investigación de campo por los diferentes métodos de ensayos no destructivos como: inspección visual (VT), líquidos penetrantes (PT) y por el método de ultrasonido (UT) con los cuales se pudo encontrar las diferentes discontinuidades tanto superficiales así como discontinuidades internas de las juntas soldadas en tanques de almacenamiento, además se realizó macrografías de las juntas soldadas a tope y a filete en la parte inicial y final de los cordones de soldadura indicando si los los parámetros de soldadura que se aplicó fueron los correctos como la penetración del material de aporte, geometría de la junta soldada.

Obteniendo como resultado que el método más eficaz y con mayor exactitud en comparación con los otros métodos de ensayo o destructivo, fue el método de ultrasonido (UT) indicados en la Norma ASME sección V artículo V en sus parámetros de evaluación y en los criterios de aceptación y rechazo, fue de mayor exactitud en la detección tanto en discontinuidades superficiales e internas en juntas soldadas en tanques de almacenamiento. Mediante las conclusiones y recomendaciones obtenidas por el estudio y el análisis se pudo dar una propuesta que ayude a dar una solución a al tema de estudio de nuestra investigación.

Con los resultados ya expuestos, analizados, recomendaciones y con la comparación de los diferentes métodos de ensayos no destructivos se propone un procedimiento de inspección en juntas soldadas en tanques de almacenamiento bajo la norma API 650- ASME sección V artículo V por el método de ultrasonido en

cual tiene procesos indispensables así como sus actividades que se deben llevar a cabo de manera ordenada en el momento de la ejecución de este procedimiento de inspección. Además se trabajó con el equipo MITECH (MFD800B) disponibles en los laboratorios de la facultad dando un procedimiento de calibración para los diferentes tipos de transductor y poder encontrar con mayor facilidad las discontinuidades existentes en las juntas soldadas.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650 Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Según Williams N. (2012, pág. 03) En América se realiza Inspecciones integrales de tanques, las cuales cumplen o exceden los requisitos establecidos por las normas API 653 o STI SP001. El personal encargado de esta inspección está conformado por personas certificadas que además han sido entrenadas por el sector de Inspección.

Proceden la evaluación no destructiva para la inspección de tanques de ultima calidad , incluidos los escáneres de suelo que detectan la fuga de flujo magnético (MFL), el mini escáner MFL motorizado y el escáner MFL manual para realizar la inspección adyacente a las soldaduras de esquinas y debajo de las bobinas de vapor y las tuberías internas, el espesor ultrasónico, las partículas magnéticas, la prueba de caja aspirante y la prueba de fugas de helio, ACFM (pies cúbicos reales por minuto) y otras técnicas de evaluación no destructiva.

Rojano F (2012) Nos dice que el sector de Inspección en América brinda lo último en innovación en inspección de fondos de tanques, SLOFEC (Corriente parásita de baja frecuencia de saturación). El escáner SLOFEC está diseñado para Inspeccionar

el fondo de los tanques con revestimientos reforzados de hasta 0.300 pulgadas de espesor. El escáner utiliza una combinación de tecnologías electromagnéticas y de corriente parásita para Inspeccionar a través de los revestimientos gruesos. SLOFEC puede detectar y ubicar la corrosión sobre las placas (del piso o del producto). Este sistema también cuenta con la capacidad de cuantificar el espesor de la placa restante que resulta de la pérdida de metal del piso del tanque. Este método de inspección altera una cantidad mínima del revestimiento.

Según Pereira (2010, pág. 1-2) “Sin embargo con el desarrollo de los procesos de producción, la detección de discontinuidades ya no era suficiente. Era necesario también contar con información cuantitativa sobre el tamaño de la discontinuidad, para utilizarla como fuente de información, con el fin de realizar cálculos matemáticos y poder predecir así la vida mecánica de un componente. Estas necesidades, condujeron a la aparición de la Evaluación No Destructiva (NDE) como nueva disciplina. A raíz de esta revolución tecnológica se suscitarían en el campo de las PND una serie de acontecimientos que establecerían su condición actual.”

Según Cossettini (2009, Pág. 24) “En Sudamérica trabajan en la inspección con equipos de la última tecnología de MFL disponible en el mercado mundial, para el servicio de escaneo y determinación de fallas en Tanques de Almacenamiento API 653”.

Entregar un informe técnico completo del estado real de los pisos, envueltas y techos analizados en un reducido tiempo y con una gran confiabilidad y certeza además información adecuada en el momento adecuado para eficientizar el mantenimiento preventivo y correctivo. Generar un considerable Ahorro directo en el mantenimiento correctivo, evitando y reduciendo las reparaciones metalúrgicas. Entrega de Software interactivo, permitiéndole en forma clara y sencilla la interacción en tiempo real con los resultados obtenidos, sin complicadas interpretaciones del operario o técnico a cargo.

Según Lavalle (2010, pág. 23) En Sudamérica sus sistemas de Inspección de Tanques logran obtener toda la información que el usuario necesita para realizar un adecuado diagnóstico de reparación sin incurrir en errores u omisiones. Las tecnologías de MFL utilizadas por la industria sudamericana son las únicas recomendadas por el API 653 para obtener una adecuada información de las áreas no visibles, como ser el piso del tanque.

Para cumplir con los servicios de Inspección especializados satisfactoriamente, Sudamérica cuenta con personal capacitado en el exterior en cada una de las tecnologías aplicadas y técnicos certificados por el API (American Petroleum Institute) para realizar Inspecciones de reparación, reconstrucción o alteración de tanques aéreos de almacenamiento de Hidrocarburos de acuerdo al Standard API 653.

Según Banesto (2010, pág. 17) En el Ecuador, la industria ha evolucionado paralelamente a los avances que se fueron dando a nivel mundial. En general, sin embargo, el cambio técnico se ha orientado a adoptar la tecnología a las características de la materia prima nacional, a satisfacer especificaciones estrictas a clientes, sin tomar en cuenta la calificación de las juntas soldadas por medio de los diferentes métodos de ensayos no destructivos.

Arcos (2011, pág. 5) Manifiesta que la industria de estructura mecánica encargada de diseñar diferentes aplicaciones que ayuden a mejorar el desarrollo industrial dejando en claro el serio problema que conlleva el no estar calificados con las diferentes normas de soldadura por medio de los métodos de ensayos no destructivos, adecuada a las necesidades del medio, se ha ubicado en un lugar importante dentro del mercado internacional y nacional. En la actualidad la construcción de estructuras metálicas con aplicaciones según la necesidad se la realiza de manera artesanal sin ningún control de calidad, debido a que no existe un procedimiento calificado o certificado, con normas ecuatorianas en lo que se refiere a selección de materiales, procesos de soldadura mano de obra calificada y ensayos y no destructivos. Por esta razón se evidencian fallas de tipo estructural, tanto en

componentes fácilmente visibles como en la estructura metalográfica de cordones de soldadura.

Ruíz (2012, pág. 10) Se refirió que “Ha visto la necesidad de rectificar este tipo de inconvenientes, por su incidencia en las construcciones de estructura metálica, así como aumentar la vida útil en el trabajo; teniendo como principal objetivo el realizar diferentes ensayos no destructivos en el material, además la utilización de mano de obra calificada, aplicando las normas nacionales e internacionales para el proceso de construcción de las diferentes aplicaciones de las juntas soldadas en estructuras metálicas.”

Según Colombia (2011, pág. 12-13), el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se basa en la publicación que realiza el "Instituto Americano del Petróleo", al que esta institución designa como "estándar API 650", para tanques de almacenamiento a presión atmosférica y "estándar API 620", para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas cercanas a 1 kg / cm² (14 lb / pulg²). El estándar API 650 sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están construidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc., diseñados para soportar una presión de operación atmosférica opresiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93 °C (200 °F), y que no se usen para servicios de refrigeración. Este estándar cubre el diseño y cálculo de los elementos los constitutivos del tanque. En lista de los materiales de fabricación, se sugieren secuencias en la erección del tanque, recomendación de procedimientos de soldaduras, pruebas e Inspecciones, así como lineamientos para su operación. A continuación, mostramos la Tabla 1.1 con los diferentes requerimientos de diversos estándares para la fabricación de tanques de almacenamiento.

Se puede observar que a nivel del Ecuador se tiene diferentes aplicaciones y diferentes aplicaciones para los tanques de almacenamiento en diferentes especificaciones como e ilustra en la tabla que se muestra a continuación

Tabla 1-1 Requerimientos de diferentes estándares para fabricación de Tanques de Almacenamiento

Algunos tipos de Tanques		Tanque Tope Abierto	Tanque techo flotante con Pontones	Tanque techo cónico soportado con techo flotante interno	Tanque con techo cónico o domo autosoportado	Tanque con techo cónico soportado	Tanque con techo cónico o domo auto soportado con techo flotante interno
Presión de almacenamiento		Atm.	Atm.	Atm.	0,36(+25) a 0,07 (-5) psi (mbar)	0,07(+5) a 0,04(-2,5) psi (mbar)	Atm.
Producto a almacenar	Agua Potable				x	x	
	Agua no tratada	x			x	x	
	Desmineralizada				x		
Hidrocarburos	Gasolina		x	x	x		x

Fuente: Guamán, E. (20 de Abril de 2010). *Tanques de Almacenamiento*. Recuperado el 23 de Junio de 2013, de www.slideshare.net **Nota:** Se muestra los requerimientos diferentes para la Fabricación de Tanques de Almacenamiento de diferentes características

Según Guamán (2010, pág. 23) El desarrollo de los trabajos de inspección y certificación técnica está totalmente relacionado con la utilización de los procesos de ensayos no destructivos, los mismos que servirán para determinar las discontinuidades, variaciones geométricas y dimensionales, defectos de soldadura, y otros que puedan presentarse, los cuales al ser evaluados, determinan la calidad o confiabilidad del tanque.

Una discontinuidad mayor, deformación o variación, constituye una condición de defecto que, ya sea por su ubicación, tamaño o morfología, incapacita al tanque o material a cumplir con las exigencias de diseño.

Se toma comúnmente en el Ecuador la Norma API 650 como norma de aceptabilidad, la cual toma como referencia al Código ASME sección VIII párrafo UW – 51 (b). En el país se utiliza comúnmente esta norma en la construcción de recipientes de almacenamiento, tanto en la industria petrolera como en proyectos hidroeléctricos. La inspección en los tanques de almacenamiento consiste en monitorear las condiciones del equipo o instalaciones y gracias a esto

se pueden determinar las posibles fallas o desgastes de los materiales y accesorios y de esta manera asistir en su respectivo mantenimiento durante su operación; también nos ayuda a garantizar la seguridad del personal.

Remyre T (2012), Dice que “La evaluación e inspección técnica se realizan con la aplicación de los métodos: visual, radiografía industrial y medición instrumental, los cuales se encuentran establecidos por las normas correspondientes”.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La aplicación de los métodos de ensayos no destructivos según la norma API 650 ayudó a la evolución adecuada de las juntas soldadas en los tanques de almacenamiento, incrementando el índice de aceptación y rechazo de las mismas.

La capacitación inadecuada de los especialistas en soldadura para trabajar en las juntas soldadas de los tanques de almacenamiento, así como los inspectores encarados en las inspección de juntas soldadas que desconocen y tiene criterios inadecuados en la aplicación de soldadura en los tanques de almacenamiento además tienen conocimientos escasos en el momento de la ejecución de la soldadura con llevar a una aparición diaria y permanente de discontinuidades en las juntas soldadas de los Tanques de almacenamiento según la norma API 650.

El desconocimiento de normas de soldadura y criterios de aceptación y rechazo para tanques de Almacenamiento así como la limitada obtención de las normas de aplicación de estos criterios de aceptación y rechazo mantendrá una deficiente aplicación de las normas de soldadura que en este caso será la norma API 650 que se refiere a Tanques de almacenamiento que ayudara a mantener una evaluación permanente, dejando en claro sino se tiene estas normas de evaluación de juntas soldadas será notorio la aparición de discontinuidades y defectos en los tanques de almacenamiento lo cual llevar a desperdicio de material y costos innecesario de soldadura.

La aparición frecuente de discontinuidades y defectos en las juntas soldadas en los tanques de almacenamiento así como los métodos de inspección por ensayos destructivos innecesarios para la evaluación de juntas soldadas según las normas de aplicación para las mismas, mantienen un desconocimiento notorio de los diferentes métodos de evaluación de juntas soldadas como en este caso se aplicara ensayos no destructivos conllevará a tener un alto índice de juntas soldadas sin los criterios de aceptación y rechazo así como, la aprobación y evaluación bajo la norma API 650.

El desconocimiento de los Métodos de evaluación como son los métodos de ensayos no destructivos en tanques de almacenamiento bajo la norma API 650 mantendrá una aparición continua de defectos en las soldadura dejando en claro la falta de conocimiento por parte de los soldadores así como los inspectores de las juntas soldadas, incrementando el desempleo y la falta de compromiso por parte de la industria proveedora de los tanques de almacenamiento sin un criterio y trabajo de calidad en el almacenamiento de los diferentes productos al cual esta designado los Tanque de almacenamiento.

Todos estas causas que provienen de un índice bajo de evolución en juntas soldadas en tanques de almacenamiento según la norma API 650 la cual conllevará a tener defectos en la soldadura de manera continua dejando en claro que no se aplica de manera adecuado los métodos de ensayos no destructivos para la evaluación de las juntas soldadas bajo la norma API 650 la cual se refiere a Tanque de almacenamiento.

1.2.3 PROGNOSIS

Debido a los requerimientos que día a día se exige el mercado nacional, el presente trabajo es de vital importancia, porque sin su desarrollo seguirá habiendo defectos en el diseño y construcción los Tanques de Almacenamiento, y consecuentemente no se podrán mejorar los procesos de evaluación de las Juntas soldadas de los mismos.

La implementación de los Métodos de ensayos destructivos es el mejor recurso que se le puede dar a la empresa que se encargan en la fabricación de los Tanques de almacenamiento de prevenir las imperfecciones en cada uno de los procesos de construcción así como el momento de proceder a la realización de soldadura en Juntas soldadas.

Estos factores podrían repercutir directamente en el desarrollo de algunas industrias, por el costo de realizar otro tipo de ensayo para que ciertos defectos o discontinuidades no sean desapercibidos serían elevados, por lo que es de suma importancia contar con un método de ensayo no destructivo con alto criterio de evaluación según las normas que aplican a los tanques de almacenamiento como es la Norma API 650.

Así si se trabajó con las normas de evaluación mediante los métodos de ensayos no destructivos ayudar a un producto de calidad y comercializarlo a nivel internacional.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá disminuir las discontinuidades y defectos en las juntas soldadas de tanques de almacenamiento mediante los métodos de ensayos no destructivos bajo la norma API 650?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Existe parámetros actuales de control de calidad en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento bajo la norma API 650?

¿Qué tipo de defectos superficiales se presentan en juntas soldadas los tanques de almacenamiento?

¿Qué normas son las adecuadas para realizar los métodos de ensayos destructivos en tanques de almacenamiento?

¿Cuál será la aplicación de la norma API 650 para la evaluación de Tanques de almacenamiento que tiene relación a los métodos de Ensayos no destructivos e inspección de juntas soldadas?

¿Cuáles son los costos que intervienen para la realización de ensayo no destructivo por los diferentes métodos en Tanques de Almacenamiento?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO:

CAMPO: Ingeniería Mecánica

ÁREA: Ensayos no Destructivos

ASPECTO: Métodos de Ensayos no destructivos bajo norma API 650, Tanques de Almacenamiento.

1.2.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL:

El presente trabajo investigación se realizó en el Laboratorio de Materiales y E.N.D. de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato en la Provincia de Tungurahua.

1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL:

El tiempo estimado para la realización de la investigación correspondió en el período de Septiembre del 2013 hasta Febrero del 2015.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La necesidad e importancia de implementar el control de soldadura por los diferentes métodos de ensayos no destructivos en juntas soldadas de Tanques de

Almacenamiento en las diferentes industrias especialmente alimenticia, para que sus productos sean almacenados con seguridad y a que los tanque de almacenamiento serán evaluados bajos métodos de ensayos no destructivos aplicando la norma API 650, Además de que esto métodos permite visualizar de mejor manera los defectos superficiales que se presenten las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

La investigación propuesta presenta **originalidad** en la Universidad Técnica de Ambato por no contar con los equipos necesarios para realizar este tipo de ensayos no destructivos en Tanques de Almacenamiento, abriendo la posibilidad en lo posterior de implementar un laboratorio completo de E.N.D., para que preste su servicio a la comunidad y de esta manera conseguir más recursos de autofinanciamiento y perfeccionar la aplicación de los métodos de ensayos no destructivos en Tanques de Almacenamiento aplicando Norma API 650.

Es **factible** la elaboración de la presente investigación por cuanto se dispone de bibliografía sobre el tema de investigación, también se tiene acceso a la información de campo para la investigación; además se cuenta con la asesoría de especialista en la Materia de Ensayos no Destructivos con la aplicación de los diferentes métodos con su respectiva norma y los recursos que requiere en la elaboración del proyecto así como material para realizar ensayos no destructivos especificados en cada método.

Tiene suma **Importancia** el trabajo de investigación por haber realizado estudios sobre la evolución de juntas soldadas en Tanques de almacenamiento brindándole ayuda tanto al investigador como a particulares a empaparse en la evolución juntas con los diferentes métodos de ensayos no destructivos aplicando la norma API 650 y poder abrirse nuevos campos de investigación.

Para el desarrollo del proyecto de investigación se dispone de la información necesaria, además de que la Universidad en lo posterior podría optar por convertirse en una institución que capacite y califique personal en el área de los ensayos no

destruictivos para que puedan evaluar juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento aplicando normas específicas para cada método de Ensayo no Destructivo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer los parámetros a controlar en los métodos de ensayos no destructivos bajo la norma API 650 para la evolución de las Juntas Soldadas en Tanques de Almacenamiento.

1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analizar los parámetros actuales de control de calidad en juntas soldadas de Tanques de Almacenamiento bajo la norma API 650.
- Determinar cuáles son los defectos y discontinuidades más comunes en los Tanques de Almacenamiento.
- Analizar cuál es el método más efectivo de ensayos no destructivos para la evolución de juntas soldadas en tanques de almacenamiento.
- Analizar la aplicación de la norma API 650 para la evaluación de Tanques de almacenamiento que hace relación a los métodos de Ensayos no destructivos e inspección de juntas soldadas.
- Evaluar las juntas soldadas en tanques de almacenamiento mediante ensayos no destructivos bajo los criterios de aceptación y rechazo de la norma API 650.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la Universidad Técnica De Ambato Carrera de Ingeniería Mecánica existen tesis referentes a la investigación así como en la Escuela Nacional con los temas: “ENSAYO DE TINTAS PENETRANTES FLUORESCENTES Y SU INCIDENCIA EN EL CONTROL DE CALIDAD DE LAS JUNTAS SOLDADAS EN ACEROS AL CARBONO”, AUTOR: Egdo. Oswaldo Giovanni Arcos Aguilar DIRECTOR DE TESIS: Ing. Alejandro Moretta M.

Conclusiones: - Los tipos de defectos que se encontraron una vez realizados los ensayos de tintas penetrantes fluorescentes son poros, mordeduras, sobremontas, socavaduras, y en menor proporción grietas y fisuras.

- Se determinó el procedimiento de realización del ensayo a las juntas soldadas y el criterio de aceptación o rechazo de las mencionadas soldaduras basándose en las norma AWS D1.1. Se estableció una guía de laboratorio para la ejecución del ensayo, en base a las normas utilizadas y de la experiencia propia obtenida en la ejecución de los mismos.

- Analizados los resultados de las diferentes probetas ensayadas hallamos que en todas se encontró mordeduras, producto del ángulo de desplazamiento excesivamente pequeño electrodo, de las cuales la mayoría cumple con los criterios de aceptación AWS D1.1.

TEMA: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURA CON EL USO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES METÁLICOS UTILIZANDO LA NORMA

AWS D1.5 AUTOR: ALEJANDRO FRANCISCO SANTOS VILLACRÉS,
DIRECTOR: ING. MIGUEL VILLACRÉS.

Conclusiones: -Los procedimientos desarrollados para la inspección de soldadura mediante los diferentes métodos de ensayos no destructivos tratados cumplen con los requerimientos mínimos de la norma AWS D1.5 que se ha tomado como referencia.

- El conjunto de procedimientos desarrollados durante este proyecto forman el sistema de inspección o sistema de control de calidad de soldadura, por lo que el objetivo principal de este proyecto se ve cumplido.

- La comparación entre el método AWS para inspección de juntas soldadas y el método alternativo desarrollado en este trabajo, demostró que se obtienen resultados similares durante la inspección y el método alternativo puede ser utilizado sin problemas.

Para la evaluación de juntas soldadas en Tanques de almacenamiento antes mencionado nadie se ha preocupado de ver cuál será el mejor y más óptimo método de ensayo no destructivo que ayude a comparar los parámetros de Aceptación y Rechazo según la norma API 650.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El presente trabajo investigativo se ubica en el paradigma Crítico-Propositivo porque analiza una realidad evidencia de los problemas de ensayos no destructivos, además que se hace énfasis en un análisis cualitativo, tomando en cuenta las diferentes características y propiedades de los agentes que se relacionan con la temática de esta investigación.

Este proyecto está inspirado en una interacción transformadora, quiere conseguir un cambio en la realidad de los métodos de ensayos no destructivos así como la

evolución de juntas soldadas de Tanques de Almacenamiento según la Norma API 650.

Esta investigación se basó en el análisis cualitativo, será objetiva, se analizará los resultados los procedimientos ya que estos están determinados en normas para el ensayo no destructivo de materiales en Tanques de Almacenamiento.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

Este trabajo de investigación se respalda principalmente en parámetros que nos ayudará a relacionar directamente con fundamentos al problema de investigación, mediante las Normas:

- NORMA ASME SECCIÓN V (American Society of Mechanical Engineers-Nondestructive Examination) - Artículo IV-V Ultrasonido (UT)

- NORMA ASME SECCIÓN V (American Society of Mechanical Engineers-Nondestructive Examination) - Artículo VI Tintas Penetrantes (PT)

- NORMA ASME SECCIÓN V (American Society of Mechanical Engineers-Nondestructive Examination) - Artículo IX Ensayo Visual (VT)

- NORMA AWS D 1.1 (American Welding Society-Structural Welding Code-Steel).

- NORMA API 650 (American Petroleum Institute-Welded Tanks for Oil Storage)

NORMA ASNT-TC-1A (American Society for Nondestructive Testing- Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing)

- CÓDIGO DE DIBUJO TÉCNICO- MECÁNICO INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)

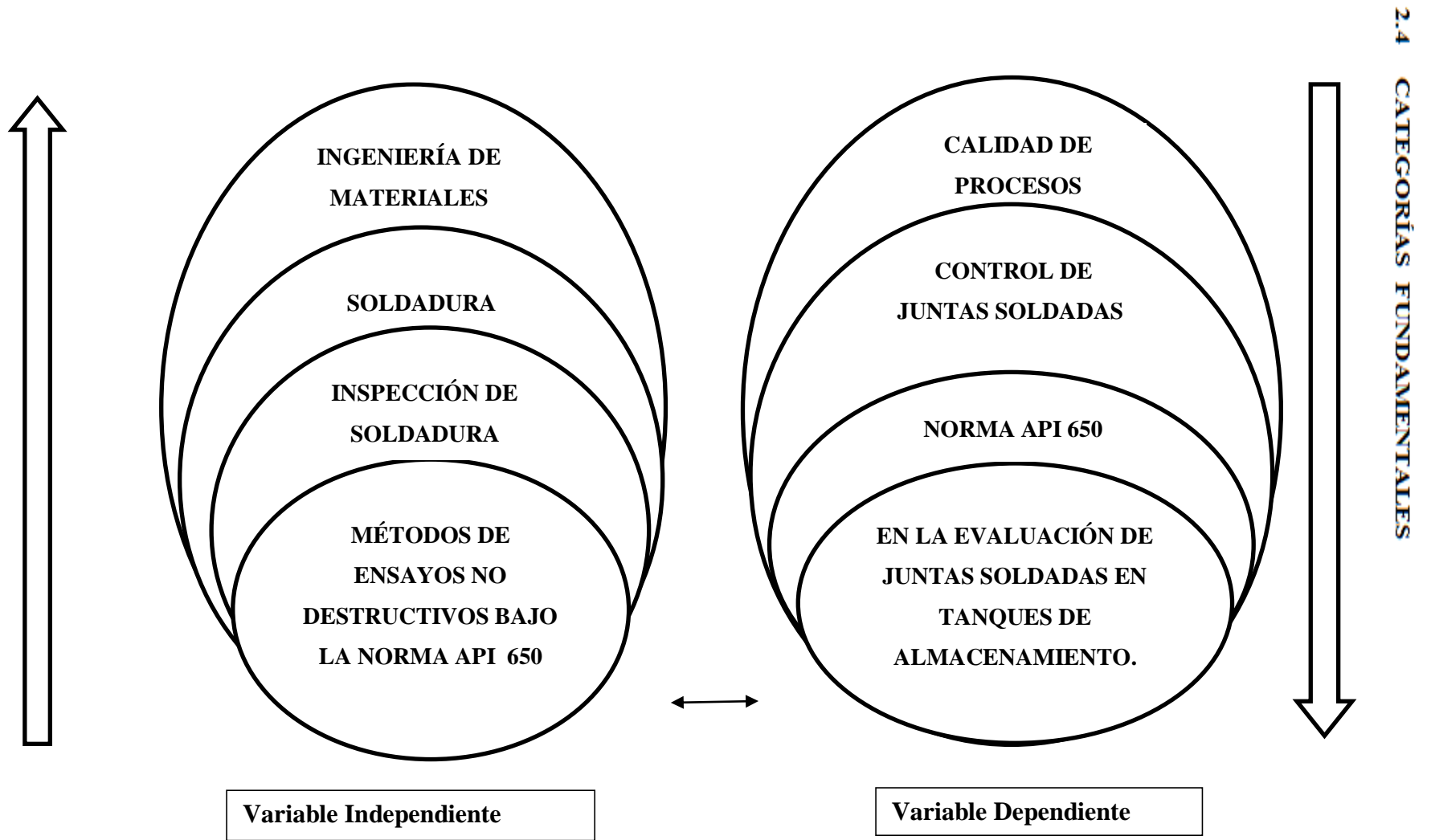


Gráfico 2-1 Red de Categorización
Fuente: (Elaborador por Gonzalo Villavicencio)

2.4.1 INGENIERÍA DE MATERIALES

Según Callister (2009, pág. 56,57) La ingeniería mecánica conlleva los ensayos no destructivos (de aquí en adelante E.N.D) son métodos de ensayos tecnológicos utilizados en el Control de Calidad de materiales, aparatos y estructuras, como así también en el Aseguramiento de Calidad. Su nombre significa que el ensayo para la evaluación de propiedades, ubicación de discontinuidades, etc. se realiza sin producir marcas y sin destruir la pieza o sea, no quitando aptitud para el servicio al objeto de ensayo.

Los factores más relevantes de este tipo de ensayos son:

a) Mejoramiento en las técnicas de manufactura

Cuando se quiere hacer un producto con una calidad definida, de antemano se realiza una pieza y/o producto de prueba, usando una técnica de manufactura planificada, para confirmar si esta es la apropiada. A continuación se aplican E.N.D. sobre el producto para juzgar si se obtiene la calidad deseada y, si fuese necesario, mejorar la técnica de fabricación.

Finalmente se puede confirmar la técnica de fabricación para obtener el producto con la calidad predefinida.

b) Reducción de los costos de producción

Generalmente uno piensa que los costos de inspección por la ejecución de E.N.D. incrementarán los costos del producto. Esto es posible, aunque los costos de producción se pueden reducir por los siguientes procedimientos:

2.4.2 SOLDADURA

Según Galicia (2011, pág. 17-19) La cara ancha de las juntas en "V" y en "U" podrá estar en el exterior o en el interior del cuerpo del tanque dependiendo de la facilidad

que se tenga para realizar el soldado de la misma. El tanque deberá ser diseñado de tal forma que todos los cordones de soldadura sean verticales, horizontales y paralelos, para el cuerpo y fondo, en el caso del techo, podrán ser radiales y/o circunferenciales.

a) JUNTAS VERTICALES DEL CUERPO.

1) Las juntas verticales deberán ser de penetración y fusión completa, lo cual se podrá lograr con soldadura doble, de tal forma que se obtenga la misma calidad del metal depositado en el interior y el exterior de las partes soldadas para cumplir con los requerimientos del procedimiento de soldaduras.

2) Las juntas verticales no deberán ser coloniales, pero deben ser paralelas entre sí en una distancia mínima de 5 veces el espesor de la placa ($5t$).

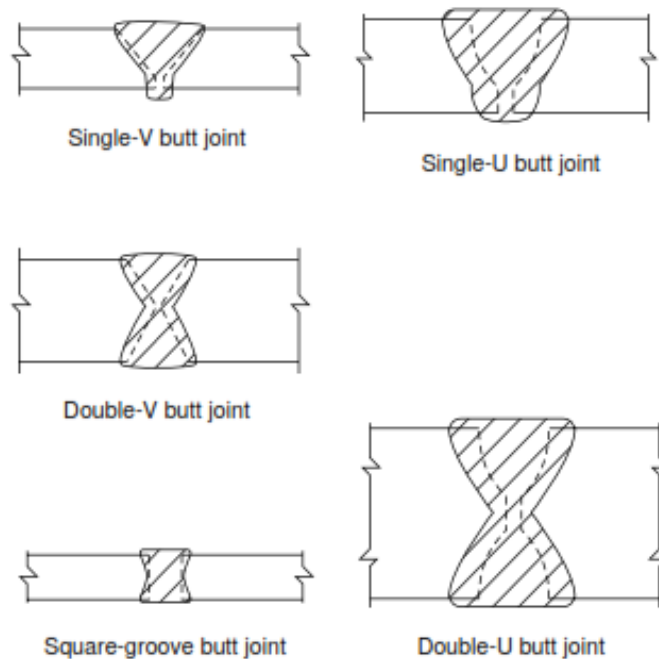


Gráfico 2-2 Juntas Vertical del cuerpo

Fuente: Zaida, R. (2011). *Ingeniería Metalúrgica*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de www.bugo.com

b) JUNTAS HORIZONTALES

1) Las juntas horizontales, deberán ser de penetración y fusión completa, excepto la que se realiza entre el ángulo de coronamiento y el cuerpo, la cual puede ser unida por doble soldadura a traslape, cumplimiento con el procedimiento de soldadura.

2) A menos que otra cosa sea especificada, la junta a tope con o sin bisel entre las placas del cuerpo, deberán tener una línea de centros o fibra media común.

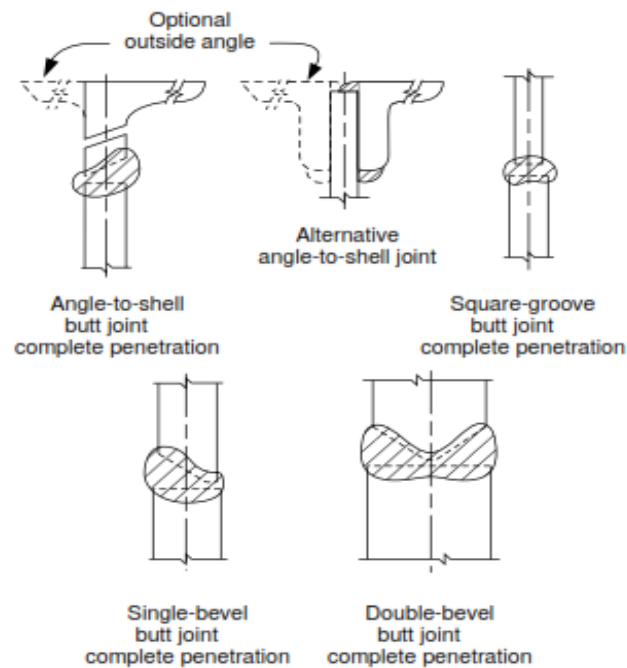


Gráfico 2-3 Juntas Horizontales

Fuente: Zaida, R. (2011). *Ingeniería Metalúrgica*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de www.bugo.com

c) SOLDADURA DEL FONDO DEL TANQUE

Según Maray (2010, pág. 35-36) a) **Soldaduras a Traslape.**- Las placas del fondo deberán ser rectangulares y estar escuadradas. El traslape tendrá un ancho de, por lo menos, 32 mm. (1-1/4 pulg.) Para todas las juntas: las uniones de dos o tres placas, como máximo que estén soldadas, guardarán una distancia mínima de 305 mm. (1 pie) con respecto a cualquier otra junta y/o a la pared del tanque. Cuando se

use placa anular, la distancia mínima a cualquier cordón de soldadura del interior del tanque o del fondo, será de 610 mm. (2 pie).

Las placas del fondo serán soldadas con un filete continuo a lo largo de toda la unión. A menos que se use un anillo anular, las placas del fondo llevarán bayonetas para un mejor asiento de la placa del cuerpo que son apoyadas sobre el fondo.

d) SOLDADURAS A TOPE.- Las placas del fondo deberán tener sus cantos preparados para recibir el cordón de soldadura, ya sea escuadrando éstas o con biseles en "V". Si se utilizan biseles en "V", la raíz de la abertura no deberá ser mayor a 6.3 mm. (1/4 pulg.). Las placas del fondo deberán tener punteada una placa de respaldo de 3.2 mm. (1/8 pulg.) De espesor o mayor que la abertura entre placas, pudiéndose usar un separador para conservar el espacio entre las placas.

e) JUNTA DEL CUERPO-FONDO.

1) Para espesores de placa del fondo o de placas anulares que sean de 12.7 mm. (1/2 pulg.) O menores son incluir corrosión, la unión entre el fondo y el canto de las placas del cuerpo tendrá que ser hecha con un filete continuo de soldadura que descansa de ambos lados de la placa del cuerpo

El tamaño de cada cordón, sin tomar en cuenta la corrosión permisible, no será mayor que 12.7 mm. (1/2") y no menor que el espesor nominal de la más delgada de las placas a unir, o menor que los siguientes valores:

Cuando se realicen juntas entre tres placas en el fondo del tanque, éstas deberán conservar una distancia mínima de 305 mm. (1 pie) entre sí y/o con respecto a la pared del tanque.

Tabla 2-1 Espesor del Tanque

MÁXIMO ESPESOR DEL TANQUE	DIMENSIÓN MÍNIMA DEL FILETE (mm)
4.76	4.76
> 4.76 - 19.05	6.35
> 19.05 - 31.75	7.93
> 31.75 - 44.45	9.52

Fuente: Inspección, reparación, modificación y reconstrucción de tanques de almacenamiento, API Estándar 653 Primera edición, enero 1991

2) Para placas anulares de un espesor mayor de 12.7 mm. (1/2 pulg), la junta soldada deberá ser de una dimensión tal que la pierna del filete o la profundidad del bisel más la pierna del filete de una soldadura combinada sean del mismo espesor que la placa anular.

3) El filete entre cuerpo y fondo para materiales en los grupos IV, IVA, V ó VI debe realizarse con un mínimo de dos cordones de soldadura (Ver Tabla 2.1).

f) JUNTAS PARA ANILLOS ANULARES.

1) Las soldaduras para unir secciones anulares que conformen todo el anillo tendrán penetración y fusión completa.

2) Se usarán soldaduras continuas para todas las juntas que por su localización puedan ser objeto de corrosión por exceso de humedad o que puedan causar oxidaciones en la pared del tanque.

g) JUNTAS DEL TECHO Y PERFIL DE CORONAMIENTO.

1) Las placas del techo deberán soldarse a traslape por el lado superior con un filete continuo igual al espesor de las mismas

2) Las placas del techo serán soldadas al perfil de coronamiento del tanque con un filete continuo por el lado superior únicamente y el tamaño del filete será igual al espesor más delgado

3) Las secciones que conformen el perfil de coronamiento para techos autosoportados estarán unidas por cordones de soldadura que tengan penetración y fusión completa.

4) Como una opción del fabricante para techos autosoportados, del tipo domo y sombrilla, las placas perimetrales del techo podrán tener un doblez horizontal, a fin de que descansen las placas en el perfil de coronamiento

2.4.3 INSPECCIÓN DE SOLDADURA

Según Lara (2011, pág. 1-2) Muchas características de una unión soldada pueden ser evaluadas en el proceso de inspección, algunas relacionadas con las dimensiones, y otras relativas a la presencia de discontinuidades. El tamaño de una soldadura es muy importante, ya que se relaciona directamente con la resistencia mecánica de la unión y sus relativas consecuencias. Tamaños de soldaduras inferiores a los requeridos no podrán resistir las cargas aplicadas durante su servicio.

Las discontinuidades en los cordones también pueden ser importantes. Estas son las imperfecciones dentro o adyacentes a la soldadura, que pueden o no, dependiendo de su tamaño y / o ubicación, disminuir la resistencia para la cual fue diseñada. Normalmente estas discontinuidades, de inaceptables dimensiones y localización, se denominan defectos de soldadura, y pueden ser causas prematuras de falla, reduciendo la resistencia de la unión a través de concentraciones de esfuerzos dentro de los componentes soldados.

Hay varias razones para realizar la inspección de una unión soldada. Quizás la razón más importante es determinar si dicha unión es de la calidad adecuada para su aplicación. Para determinar la calidad de una unión soldada, primero debemos tener

alguna forma de evaluar y comparar sus características. Es poco práctico tratar de evaluar una soldadura, sin algún criterio de aceptación específico

Los criterios de aceptación de la calidad de soldadura pueden provenir de diversas fuentes. Los dibujos de fabricación suelen mostrar el tamaño de los cordones, su longitud y ubicación. Estos requisitos dimensionales generalmente han sido establecidos a través de cálculos tomados de diseños que cumplen los requerimientos de la unión soldada.

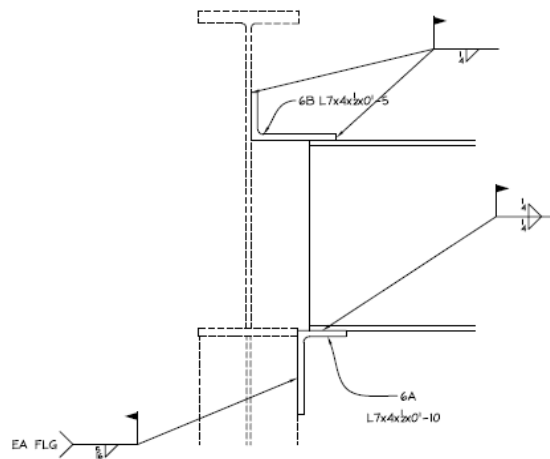


Gráfico 2-4 Dibujo de Fabricación

Fuente: Lara, N. (2011). *Inspección de Juntas Soldadas*. Recuperado de: www.esab.com.

Nota: (De los códigos y normas de soldadura se obtienen los criterios de aceptación de las dimensiones y de las discontinuidades. Los códigos y las normas han sido desarrollados basándose en la fabricación de juntas soldadas)

Según Luna (2011, pág. 28-29) La finalidad de apreciar el grado de inspección de soldadura, tendremos que examinar áreas específicas de las técnicas de inspección y aplicaciones de soldadura. Han sido escogidos los siguientes temas para proporcionar esta visión general en la inspección de soldadura:

Inspección y pruebas para la calificación de procedimiento de soldadura - Formas de inspección utilizados como pueden una parte esencial de la calidad del sistema de soldadura.

Inspección visual - La forma más fácil y menos costosa, realizada correctamente, es el método más eficaz de inspección de soldadura para muchas aplicaciones.

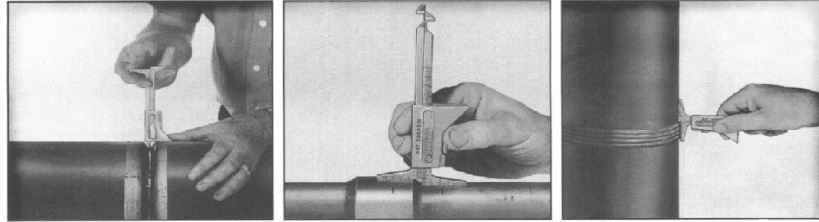


Gráfico 2-5 Inspección Visual

Fuente: Luna, C. (12 de Marzo de 2011). *Ensayos no destructivos y Inspección*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2013, de www2.fe.ccoo.es

Detección de grietas en la superficie – Métodos tales como líquidos penetrantes y partículas magnéticas

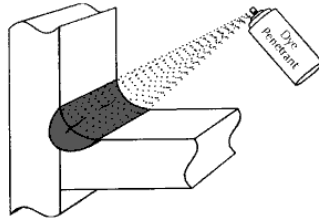


Gráfico 2-6 Inspección Tintas Penetrantes

Fuente: Luna, C. (12 de Marzo de 2011). *Ensayos no destructivos y Inspección*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2013, de www2.fe.ccoo.es

Inspección ultrasónica y radiográfica - Métodos de pruebas no destructivos (PND) que se utilizan para examinar la estructura interna de la soldadura con el fin de establecer la integridad de la unión sin destruir el componente soldado.

2.4.4 MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS BAJO LA NORMA API 650

Según Hernández (2011, pág. 23-26). El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes y partes fabricadas.

Los materiales que se pueden Inspeccionar son los más diversos, entre metálicos y no - metálicos, normalmente utilizados en procesos de fabricación, tales como: laminados, fundidos, forjados y otras conformaciones.

Los ensayos son realizados bajo procedimientos escritos, que atienden a los requisitos de las principales normas o códigos de fabricación, tales como el ASME, ASTM, API y el AWS entre otros.

Los inspectores son calificados como Nivel I, II y III por la ASNT (American Society for Nondestructive Testing) según los requisitos de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A, CP-189.

Ensayos no destructivos más comunes que pueden aplicarse en la detección de fallas en materiales.

Según Toledo (2011, pág. 8-9) Los E.N.D., más comunes utilizados en la industria, se clasifican de acuerdo al alcance que poseen en cuanto a la detección de fallas, por lo que se dividirán los mismos de acuerdo a los siguientes parámetros:

Discontinuidades Superficiales:

- Ensayo de líquidos penetrantes, - Ensayo de partículas magnéticas.

Discontinuidades Internas:

- Ensayo Radiográfico, - Ensayo ultrasónico.

Ensayos aplicables para la detección de discontinuidades del material o de los procesos de soldaduras superficiales abiertos al exterior y para la detección de discontinuidades internas del material, abiertas o no al exterior.

a) Ensayo Radiográfico



Gráfico 2-7 Ensayo por Radiografía

Fuente: Jimenez I.(2010).*Ensayos no destructivos*. Recuperado de : www.metalurgiausach.cl/intranet/a16/Ensayos%20no%20destructivos.pdf

La radiografía es un método de inspección no destructiva que se basa en la absorción diferenciada de radiación penetrante por la pieza que está siendo Inspeccionada. Esa variación en la cantidad de radiación absorbida, detectada mediante un medio, nos indicará, entre otras cosas, la existencia de una falla interna o defecto en el material.

La radiografía industrial es entonces usada para detectar variaciones de una región de un determinado material que presenta una diferencia en espesor o densidad comparada con una región vecina, en otras palabras, la radiografía es un método capaz de detectar con buena sensibilidad defectos volumétricos.

b) Rayos-X

Morlan F (2012, pág. 26) dice que se trata de una radiación electromagnética penetrante, con una longitud de onda menor que la luz visible, producida bombardeando un blanco generalmente de wolframio, con electrones de alta velocidad.

Los rayos X fueron descubiertos de forma accidental en 1895 por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen mientras estudiaba los rayos catódicos en un tubo de descarga gaseosa de alto voltaje. A pesar de que el tubo estaba dentro de una caja de cartón negro, Roentgen vio que una pantalla de platino cianuro de bario, que casualmente estaba cerca, emitía luz fluorescente siempre que funcionaba el tubo.

Tras realizar experimentos adicionales, determinó que la fluorescencia se debía a una radiación invisible más penetrante que la radiación ultravioleta. Roentgen llamó a los rayos invisibles "rayos X" por su naturaleza desconocida. Posteriormente, los rayos X fueron también denominados rayos Roentgen en su honor.

c) Rayos Gamma.

Según Greig (2012, pág. 45-46) Los rayos gamma, cuyos efectos son similares a los de los rayos X, se producen por transiciones de energía en el interior de núcleos excitados. El espectro de difracción de la luz.

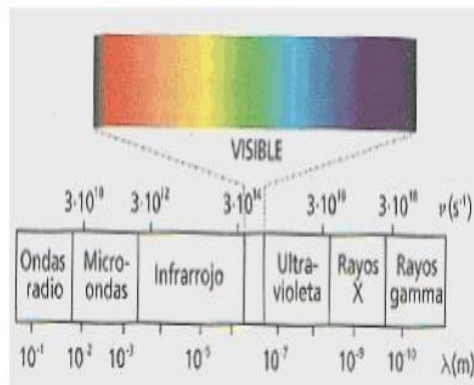


Gráfico 2-8 Espectro de difracción de la luz

Fuente: Alins, A. (2011). *Inspecciones y Métodos END*. Recuperado de : www.unedcervera.com.

d) Ultrasonido:

El aprovechamiento del ultrasonido ha ganado espacio importante entre las técnicas de Ensayos No-destructivos. Se considera ultrasonido aquellas oscilaciones de presión que poseen frecuencias por encima de la gama audible (esto es, superior a 20 000 Hz).



Gráfico 2-9 Ensayo no Destructivo por Ultrasonido

Fuente: Alins, A. (2011). *Servicios Tecnológicos Ultrasonido*. Recuperado de : <http://www.lortek.es>.

El equipamiento utilizado para la aplicación de estas técnicas es capaz de generar, emitir y captar haces de ondas muy bien definidas sujetas a las leyes de reflexión al encontrar en su trayectoria un cambio en las propiedades físicas del medio en el cual se propagan. Al ser captadas, son analizadas según el objetivo del equipamiento y con la determinación del tiempo transcurrido desde su emisión hasta su recepción, puede conocerse la distancia recorrida, al ser la velocidad previamente establecida.

El ensayo por ultrasonido es un método no destructivo, en el cual un haz sónico de alta frecuencia (125 KHz a 20 MHz) es introducido en el material a ser inspeccionado con el objetivo de detectar discontinuidades internas y superficiales. El sonido que recorre el material es reflejado por las interfaces y es detectado y analizado para determinar la presencia y localización de discontinuidades.

e) Ensayo de Líquidos Penetrantes.

Según Remyre (2011, pág. 23-25) Existen dos tipos básicos de líquidos penetrantes, fluorescentes y no fluorescentes.

La característica distintiva principal entre los dos tipos es:

a. Los líquidos penetrantes fluorescentes contienen un colorante que fluoresce bajo la luz negra o ultravioleta.

b. Los líquidos penetrantes no fluorescentes contienen un colorante de alto contraste bajo luz blanca.

Para los efectos del método de inspección por líquidos penetrantes, el penetrante líquido que tiene la propiedad de penetrar en cualquier abertura u orificio que se exponga ante él. Sin embargo, se requiere mucho más que la habilidad de esparcirse y penetrar para que realice una buena función. El penetrante ideal para fines de inspección deberá reunir las siguientes características:

- Habilidad para penetrar orificios y aberturas muy pequeñas y estrechas.
- Habilidad para permanecer en aberturas amplias.
- Habilidad de mantener color o la fluorescencia.
- De fácil remoción de la superficie.
- De difícil eliminación una vez dentro de la discontinuidad.
- De fácil absorción de la discontinuidad.
- Atóxico, incoloro, no corrosivo, anti inflamable, estable bajo condiciones de almacenamiento y de costo razonable.
- Habilidad de extenderse en capas muy finas.
- Resistencia a la evaporación.

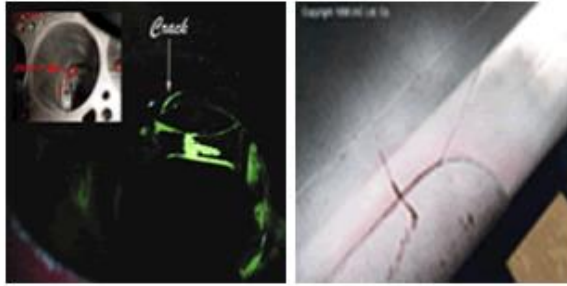


Gráfico 2-10 Tintas Penetrantes

Fuente: Remyre, T. (2011). *Equipos de Almacenamiento Tanques*. Recuperado el 03 de Mayo de 2013, de www.webaero.net

f) Ensayo por Partículas Magnéticas

La inspección por partículas magnéticas es un método para localizar discontinuidades superficiales y sub-superficiales en materiales ferro-magnético.

Limitaciones que deben tenerse en cuenta, por ejemplo, las películas delgadas de pintura y otros recubrimientos no magnéticos tales como los galvanostégicos, afectan adversamente la sensibilidad de la inspección.

Además el método solo es útil en materiales ferro magnéticos.



Gráfico 2-11 Ensayos por Partículas Magnéticas

Fuente: Remyre, T. (2011). *Equipos de Almacenamiento Tanques*. Recuperado el 03 de Mayo de 2013, de www.webaero.net

2.4.5 CALIDAD DE PROCESOS

Según Galvery (2007, pág. 56) Básicamente la mayoría de tanques están constituidos por los siguientes elementos básicos enumerados a continuación. Sin embargo, existen tanques que poseen elementos especiales que van de acuerdo a la aplicación y uso que se le vaya a dar al tanque.

Entre los elementos básicos que poseen los tanques tenemos: a.-Cuerpo b.-Fondo c.-Techo

a) CUERPO: Consiste en las paredes verticales cilíndricas del tanque, las mismas que están formadas por anillos de láminas de acero.

b) FONDO: Es donde el tanque va a ser apoyado.

c) TECHO: Es la parte que cubre el tanque y su construcción depende del tipo de tanque. A diferencia del cuerpo y del fondo esta parte del tanque es diseñada de manera específica dependiendo la aplicación del tanque.

2.4.6 CONTROL DE JUNTAS SOLDADAS

Según García (2003, pág. 8-9) Las normas sirven de referencia fundamental en el desarrollo de los trabajos de inspección técnica de tanques de almacenamiento de hidrocarburos utilizados en la industria petrolera, así como para la evaluación de estas instalaciones y la elaboración de informes respectivos.

Con la información contenida en las normas técnicas antes citadas, la experiencia acumulada en el sector por parte de personas naturales o jurídicas y los equipos de diagnóstico apropiadamente operados es posible elaborar procedimientos de inspección adecuados, necesarios e importantes para que los trabajos de inspección que se llevan a cabo en esta área, se los ejecute bajo parámetros preestablecidos, asegurando la calidad de la inspección y sobre todo la integridad de los tanques.

También es necesario recalcar la importancia de la capacidad técnica del inspector así como la calidad de su trabajo, el mismo que debe estar conforme lo determinen las normas competentes que en este caso pueden ser las normas INEN 1625, NORMAS API 510 y 653, ASME/ANSI B.31.3, ASNT.

2.4.6.1 TANQUES EN LA INDUSTRIA PETROLERA

Los tanques en la industria petrolera son instalaciones de producción que consisten en recipientes para el tratamiento del hidrocarburo y pueden clasificarse en dos grupos: (1) tanques y, (2) depósitos. Los tanques pueden hacerse de acero y se pueden conseguir en muchos tipos diferentes y gran variedad de tamaños y capacidades. Los depósitos de concreto reforzado de gran capacidad, se consideran favorables por su costo más bajo por unidad de volumen de capacidad, pero son adecuados sólo para almacenar los hidrocarburos menos volátiles.

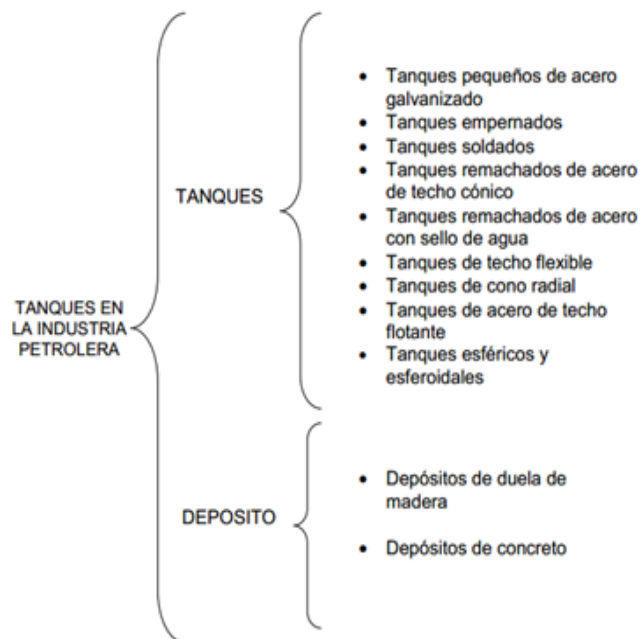


Gráfico 2-12 Tipos de tanques

Fuente: Ramirez P. (2011). *Generalidades de Tanques*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de blog.utp.edu.com

2.4.6.2 TANQUES DE ACERO

Según Martínez (2011, pág. 65-67) Los tanques de lámina de acero se usan comúnmente y por lo general se prefieren para almacenamiento de petróleo. Los tanques de poca capacidad apropiados para usarlos como tanques colectores con frecuencia se hacen de láminas de acero galvanizadas, ya sea corrugada o lisa. Los tanques de tamaño chico y regular, apropiados para propósitos de almacenaje en concesiones, también se fabrican de lámina negra de acero, remachándose las láminas unas a otras para formar un ruedo o anillo o sección con juntas de bridas que se pueden empernar unas a otras en el campo. Pueden ser de la variedad atornillada tanques de hasta 2500 barriles, pero los de mayor tamaño deben generalmente armarse con placas que tengan remachas en todas las juntas o de juntas soldadas. Para reducir las pérdidas por evaporación de los hidrocarburos volátiles que tienen alta presión de vapor, se pueden obtener tanques de tipo especial que son capaces de resistir altas presiones internas.

La forma usual del tanque de almacenamiento de hidrocarburo es una que tiene una coraza cilíndrica vertical con fondo plano y techo algo cónico. Esa forma es incapaz de resistir presión interna de una magnitud apreciable sin fugas de gas y vapores del espacio arriba del hidrocarburo y abajo del techo. Para reducir a un mínimo las pérdidas de evaporación de los hidrocarburos volátiles que tienen alta presión de vapor, se han desarrollado tanques especiales con los techos de construcción flexible, conocidos como “tanques con techo con diafragma”; otros son de forma esférica o esferoidal para resistir mejor las altas presiones internas. Otro tipo de tanque conocido como el “tanque con cubierta de agua”, está equipado con un techo plano rebajado que soporta unos centímetros de agua, cuyo propósito es mantener el espacio de vapor de la parte superior del tanque más frío de lo que de otra manera estaría. En “tanques de techo flotante” el techo flota en el hidrocarburo y no deja espacio para acumulaciones de vapor.

2.4.6.3 TANQUES PEQUEÑOS DE ACERO GALVANIZADO

Los tanques de 2500 barriles de capacidad o menores se construyen con frecuencia de láminas de acero galvanizado con juntas remachadas y soldadas.

Los tanques de acero galvanizado de 100 barriles de capacidad o menos pueden hacerse de lámina de acero lisa galvanizada, pero en tanques más grandes, se asegura la fuerza y la rigidez usando acero corrugado, con las arrugas corriendo horizontalmente alrededor de la coraza. Los tanques de este tipo generalmente armados por el fabricante y embarcados completos y listos para el servicio tan pronto como se coloquen en una cimentación adecuada. Aun cuando es barato, este tipo de tanque no es suficientemente resistente para su uso en campos petroleros y se deteriora rápidamente. Los tanques de acero corrugado galvanizado, son bastante rígidos cuando se construyen apropiadamente y son económicos en capacidades hasta cerca de 2500 barriles (397.5 m³). Los tamaños más grandes deben embarcarse “desarmados” y ensamblarse en el campo, aun cuando es posible mover un tanque que tenga capacidad hasta de 500 barriles en un camión grande. Algunos operadores están equipados para fabricar tanques de 100 barriles o menos en sus talleres de campo, pero por lo general no es más económico fabricar tanques más grandes sin las instalaciones especiales que el productor ordinario no puede poseer.

2.4.6.4 TANQUES EMPERNADOS

Según Guamán (2010, pág. 30-32) Los tanques chicos y de tamaño intermedio usados en la concesión del productor son con frecuencia de la variedad empernada, en la que el tanque se embarca en el campo en secciones que sólo tienen que atornillarse unas a otras. Un empaque saturado con una pintura insoluble, se coloca entre las juntas para evitar escurrimiento y evaporación. Aparte de su facilidad de manejo, su economía y robustez, los tanques empernados tienen la gran ventaja de que pueden fácil y rápidamente armarse, desarmarse y transportarse a otra localización si se desea.

Se pueden obtener en capacidades que varían de 30 a 10 000 barriles. Los anillos y placas de techo de distintos tanques empernados son intercambiables, ya que se ajustan a normas del API (American Petroleum Institute). Muestra los diversos tamaños y capacidades. Las capacidades pueden aumentarse agregando anillos verticalmente.



Gráfico 2-13 Tanques empernados

Fuente: Guaman, E. (20 de Abril de 2010). *www.slideshare.ne*. Recuperado el 23 de Junio de 2013, de *www.slideshare.ne*

2.4.6.5 TANQUES SOLDADOS

Los tanques soldados en los que todas las costuras están soldadas eléctricamente se pueden conseguir en capacidades que varían de 65 a 120 000 barriles. Tamaños hasta de 250 barriles se arman en las plantas de fabricación y se embarcan como unidades. Los tamaños más grandes tienen que armarse y soldarse en el campo. Son fuertes y seguros contra escurrimientos, pero son costosos y no se desarman y arman fácilmente en caso de que se desee moverlos a otra localización.



Gráfico 2-14 Tanques Soldados

Fuente: Guaman, E. (20 de Abril de 2010). *www.slideshare.net*. Recuperado el 23 de Junio de 2013, de *www.slideshare.net*

2.4.6.6 TANQUES DE TECHO FLEXIBLE

Otro tipo de tanque de acero, diseñado para reducir las pérdidas de vapor que resultan por los cambios de temperaturas, es el llamado “techo flexible” o de “techo de diafragma”. Este tanque está equipado con un techo de lámina de acero flexible capaz de expandirse y contraerse, según lo requieran las condiciones de presión dentro del tanque. Esto permite muy poco o nada de gas se escape del tanque cuando el gas se expande, y no se necesita admitir aire cuando se contrae: El techo está construido de lámina metálica de poco calibre soldada o remachada y unida al borde superior de la coraza del tanque alrededor de la circunferencia del ángulo de remate: En su posición normal el techo simplemente descansa las cabrias de soporte, que son de una altura ligeramente variable, de modo que el techo toma la forma de una sección de cono invertida. Cuando el gas se expande dentro del tanque el techo se levanta de sus soportes, abultándose hacia arriba, acomodando el volumen del tanque al volumen aumentado del gas evitando o limitando el aumento de presión. En un tanque de 80 000 barriles de este tipo, de 35.7 m de diámetro, el techo puede levantarse 0.30 m arriba de sus soportes en el centro del tanque, aumentando así el espacio para almacenamiento de vapores en 336 m³. Como resultado, se eliminan las pérdidas por escapes, excepto cuando ocurren cambios

extremos de temperatura. Los techos flexibles están equipados con válvulas de control se abren mecánicamente cuando el techo se levanta a una altura prefijada. Los tanques de este tipo son especialmente útiles cuando el hidrocarburo se va a almacenar por mucho tiempo.

2.4.7 NORMAS APLICABLES PARA INSPECCIÓN DE TANQUES EN FUNCIONAMIENTO

Según Williams (2011, pág. 110-111) Los tanques atmosféricos y de baja presión son el tipo de infraestructura que representa el 95% de la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos que actualmente posee la industria petrolera del país, la mayoría se encuentra instalada en los campos de producción del Distrito Amazónico, en los terminales del SOTE y en los terminales de productos limpios y en las refinerías.

Las normas aplicables para este tipo de infraestructuras están elaboradas por los siguientes organismos:

ASTM: American Society for Testing Materials
API American Petroleum Institute
NFPA: National Fire Protection Association
STI: Steel Tank Institute
UL: Underwriters Laboratories in (E.U.A)
ULC: Underwriters Laboratories of Canada
ASME: American Society of Mechanic Engineers
ASNT: American Society for Nondestructive Testing
AISC: American Institute of Steel Construction
AISI: American and Iron Steel Institute
AWS: American Welding Society
NACE: National Association of Corrosion Engineers
ACI: American Concret Institute

Gráfico 2-15 Normas aplicada para Tanques

Fuente: Ramirez P. (2011). *Generalidades de Tanques*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de blog.utp.edu.co

En nuestro país, comúnmente se diseña según normas API que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM, y se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

2.4.7.1 API STANDARD 650, WELDED STEEL TANKS FOR OIL STORAGE

Es una norma editada por el API , que cubre el material, diseño, fabricación, montaje y pruebas para regular la construcción de tanques de varios tamaños y capacidades, no refrigerados, de forma cilíndrica vertical, soldados, para operar a presiones internas que no excedan las 2.5 psi absolutas. La primera edición de esta norma es de 1961, pues a partir de esa fecha reemplazó a la norma API STANDARD 12C, Specification for Welded Oil –Storage Tanks, cuya primera edición data de julio de 1936. Este documento ha sido preparado en colaboración con la A.W.S e incluye todo el proceso de soldadura establecido por dicha sociedad. Además, toma en consideración lo dispuesto por las siguientes publicaciones API, algunas de las cuales serán particularmente analizadas más adelante, como son: los API Standard 12B, 12D, 12F, 620, 2000, 2517, 2550, 2555; las API Recommended Practice 2001, 2003,2015, las API Publications 2009, 2021, 2023; y la Guía API para Inspección de Equipos para Refinería, Cap. XIII

Esta norma tiene 10 ediciones, la última data de 1998, y posee los Adendums: 1 del 2000, 2 del 2001 y 3 del 2003, al igual que toda la documentación similar existente, advierte que no cubre regulaciones de diseño más exigentes que pudieran existir en determinados países o sitios, en todo caso, si se recomienda que sea revisada a fin de no crear conflicto con los requerimientos locales.

De igual manera, esta norma recomienda que después de las revisiones que pudiera sufrir este código técnico, al igual que lo dispuesto en la revisión de estas normas, los requerimientos mínimos o mandatorios deben ser utilizados 6 meses después de la fecha de la última edición , excepto para la construcción de tanques contratados en este período de tiempo.

2.4.8 EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Maray (2010, pág. 78) Dice que en los tanques de almacenamiento de hidrocarburos se presenta la corrosión como la principal causa de deterioro; por esta razón la detección y medición de la misma es un motivo suficiente para someter a este tipo de tanques y a todos sus accesorios a una inspección visual general.

Los procedimientos de inspección visual a, pueden ser aplicados sobre los tanques de almacenamiento atmosféricos y baja presión, hasta los 15 PSIG.

Es importante señalar que en la inspección visual se deben considerar algunos aspectos tales como:

La inspección puede ejecutarse con el equipo en servicio o fuera de funcionamiento. En el estudio del historial se toman en cuenta iguales parámetros La determinación y aplicación de los ensayos no destructivos se basará en similares criterios considerados.

El objetivo primordial de la inspección visual es determinar el estado mecánico y las condiciones actuales para que la estructura soldada sometida a este trabajo pueda seguir en funcionamiento con condiciones seguras de operación, para lo cual a partir de los resultados, se determinan las reparaciones necesarias y futuras Inspecciones así como también su definitiva puesta fuera de operación, la posibilidad de un cambio de servicio o de limitar la altura de llenado.

Dicho de una manera más específica lo que con la inspección visual se pretende es realizar una observación general de cada tanque con la finalidad de que en el informe de inspección se detallen los siguientes aspectos:

-Estado de la pintura,-Estado de los cordones de soldadura,-Estado de las válvulas y accesorios,-Estado de las escaleras y plataformas,-Estado general del cubeto,-Estado general del sistema de protección contra incendios,-Estado general de otros

elementos relacionados con el tanque,- En los tanques de lavado, esta inspección deberá realizarse también para la bota de gas, siguiendo el procedimiento determinado.

2.5 HIPÓTESIS

El Estudio de los Métodos de Ensayos no Destructivos bajo la Norma Api 650 mejorará la calidad de Juntas Soldadas en Tanques de Almacenamiento.

H₀ Aplicación de métodos de ensayos no destructivos bajo la norma API 650 mejorará la calidad de juntas soldadas en tanques de almacenamiento.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Métodos de ensayos no destructivos bajo la Norma API 650

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento

2.6.3 TERMINO DE RELACIÓN

Mejorará

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo está orientado y fundamentado en un paradigma Cualitativo y Cuantitativo, que permite tener un enfoque especial del problema propuesto, por las siguientes razones:

CUANTITATIVO: porque vamos a utilizar funciones matemáticas y estadísticas en la recopilación, análisis e interpretación de los datos recogidos en las encuestas.

CUALITATIVA pues se delimita por su formalidad en el empleo del método científico. Su proceso es sistemático, metodológico y práctico durante la calificación y verificación de la calidad de las juntas soldadas.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se basa en las siguientes modalidades de investigación:

BIBLIOGRÁFICA, ya que la investigación se la va a realizar basándose en información obtenida de libros, Normas de soldadura así como normas de Aceptación y rechazo de Juntas soldadas.

DOCUMENTAL, ya que necesitaremos amplia información (como ya mencionamos), sobre los criterios de aceptación y rechazo según los métodos de ensayo destructivos para juntas soldadas.

DE CAMPO, porque en la mayor parte de la investigación se realizará en los laboratorios de la Facultad así como los talleres de la empresa INDUACERO y se

va tener contacto directo con personas que están inmerso en el problema de investigación.

3.3 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

EXPLICATIVA: Causa.- Estudio de los métodos de ensayos no destructivos bajo la norma api 650. **Efecto:** Evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

DESCRIPTIVA.- Facilitara la descripción en el contexto de las trascendencias de los problemas como la inspección de juntas soldadas en Tanques de y sitúa a los investigados en la construcción de una propuesta alternativa para la solución del problema mediante un procedimiento de inspección en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

BIBLIOGRÁFICA.- Debido a que permite revisar, analizar, sintetizar, ampliar, comparar, profundizar y diferenciar varios puntos de vista de autores, teorías y criterios, y temas referentes a los criterios de aceptación y rechazo de los métodos de ensayos no destructivos

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

Se consideró para el análisis como población para nuestro estudio todas juntas soldadas como son (Juntas a Tope y Filete) con materiales especificados en la Norma API 650 (ASTM A 36), reparaciones de metal base de tanques de almacenamiento, ya que una vez realizados los ensayos en las juntas soldadas se escogió una serie de parámetros que permitirán medir calidad de dichas juntas mediante los diferentes métodos de ensayos no destructivos [Ensayo Visual (VT),

Líquidos Penetrantes (PT) y Ultrasonido (UT)] aplicados bajo la norma API 650-ASME Sección V Artículos IV-V-VI-IX.

3.4.2 MUESTRA

En la presente investigación la muestra está determinada por diferentes variables como: acero ASTM A36 de espesores de 4 y 6 mm con el proceso de soldadura GMAW-SMAW en juntas soldadas a Tope y A Filete y la inspección por medio de ensayos no destructivos por el método de Ensayo Visual (VT), líquidos penetrantes (PT) y el método de Ultrasonido, detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 3-1 Muestra de Investigación (Probetas a ser realizadas- Acero ASTM A36)

Probetas	Ensayo no destructivo	Procesos de soldadura	Espesor (mm)	Juntas Soldadas
1	VT-PT-UT	SMAW	4	Tope
2	VT-PT-UT	GMAW	4	Tope
3	VT-PT-UT	SMAW	6	Tope
4	VT-PT-UT	GMAW	6	Tope
5	VT-PT	SMAW	4	Filete
6	VT-PT	GMAW	4	Filete
7	VT-PT	SMAW	6	Filete
8	VT-PT	GMAW	6	Filete

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Estudio de los métodos de ensayos no destructivos bajo la Norma API 650

Tabla 3-2 Operacionalización Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTO	
Se denomina así a toda prueba que se realice sobre un material sin afectarlo metalúrgicamente no mecánicamente, se realizan con el fin de determinar el estado geométrico, mecánico o químico de la pieza para verificar si cumple con las reglas de aplicación El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en Tanques de almacenamiento según la Norma API 650.	Proceso de Soldadura	Tipos de proceso de Soldadura	SMAW GMAW	Observación de laboratorio. (Informes Apuntes)	
	Parámetros de soldadura	Tipos de juntas soldadas.	A Tope-A Filete	Normas: API 650, ASME Sección V, VIII, IX.	
	Métodos de E.N.D	Espesores del material para Tanques de Almacenamiento		4 mm-6 mm	
		Tipo de Métodos de E.N.D		Visual (VT) Líquidos Penetrantes (PT) Ultrasonido (UT)	ASME Sección V, Artículo IX, ASME Sección V Artículo VI, ASME Sección V Artículo (IV-V)

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La presente investigación se encuentra respaldada técnicas de investigación documental e investigación de campo, ya que la recolección de información se la ha realizado de libros, tesis de grado e internet que guarden relación con el tema de investigación que se ha planteado.

Se realizó observación para la verificación de nuestras dos variables mediante informes y apuntes que se pueda recolectar la información así como notas de laboratorio para que después sean analizadas e interpretadas en porcentajes.

La observación directa la misma que tendrá el propósito de facilitar la información relevante respecto al tema de estudio aclarando dudas y brindando posibles soluciones, dichas técnica se aplicará en los laboratorios donde van hacer realizadas las practicas por los diferentes métodos de ensayos no destructivos.

3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

El resultado de los datos de investigación fueron ordenados, procesados y analizados, los mismos que serán puestos en consideración a través de la estadística descriptiva , y serán presentados en cuadros con datos numéricos en términos de frecuencia y porcentaje y gráficos circulares para dar mayor facilidad a la interpretación.

Se clasifican los instrumentos y técnicas, se tabularan los resultados relacionando aquellos que corresponden a las variables de cada hipótesis, analizarlos y realizar los cuadros estadísticos con sus respectivos gráficos, para finalmente realizar la comprobación de hipótesis planteadas emitiendo de esta manera las recomendaciones y conclusiones.

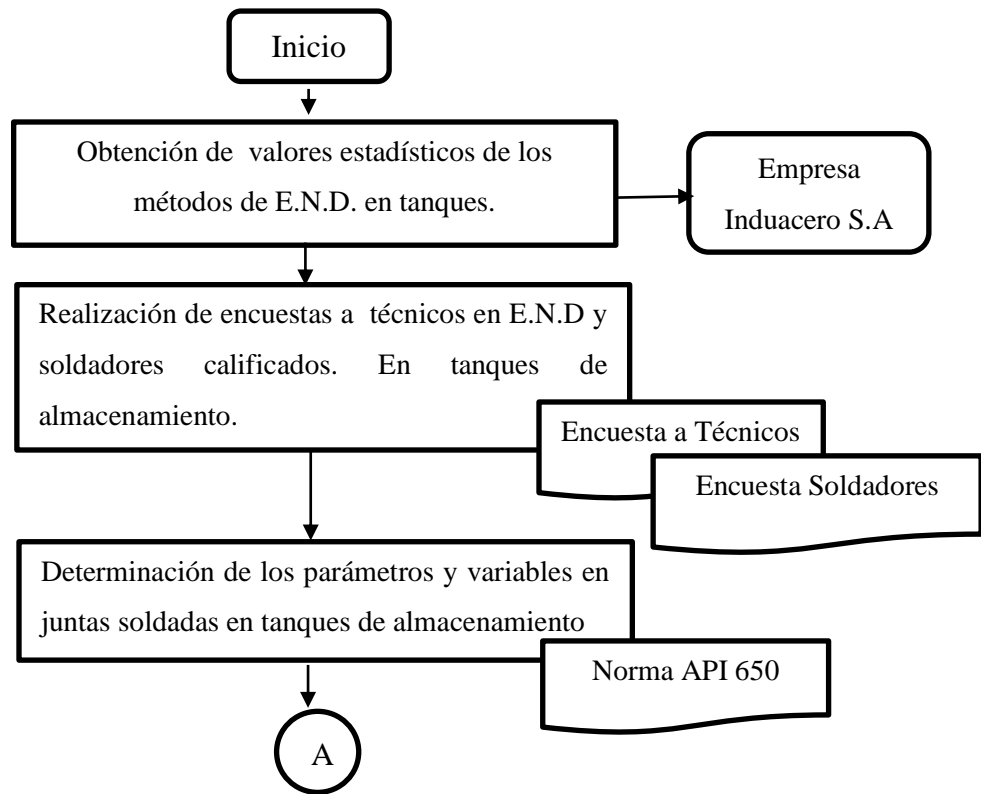
CAPÍTULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se ha tomado en cuenta los siguientes procesos para el desarrollo y análisis de resultados del Estudio de los Métodos de Ensayos no Destructivos bajo la norma API 650 y su incidencia en la evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

Para lo cual se indica el procedimiento a seguir para obtener el análisis de resultados:



A

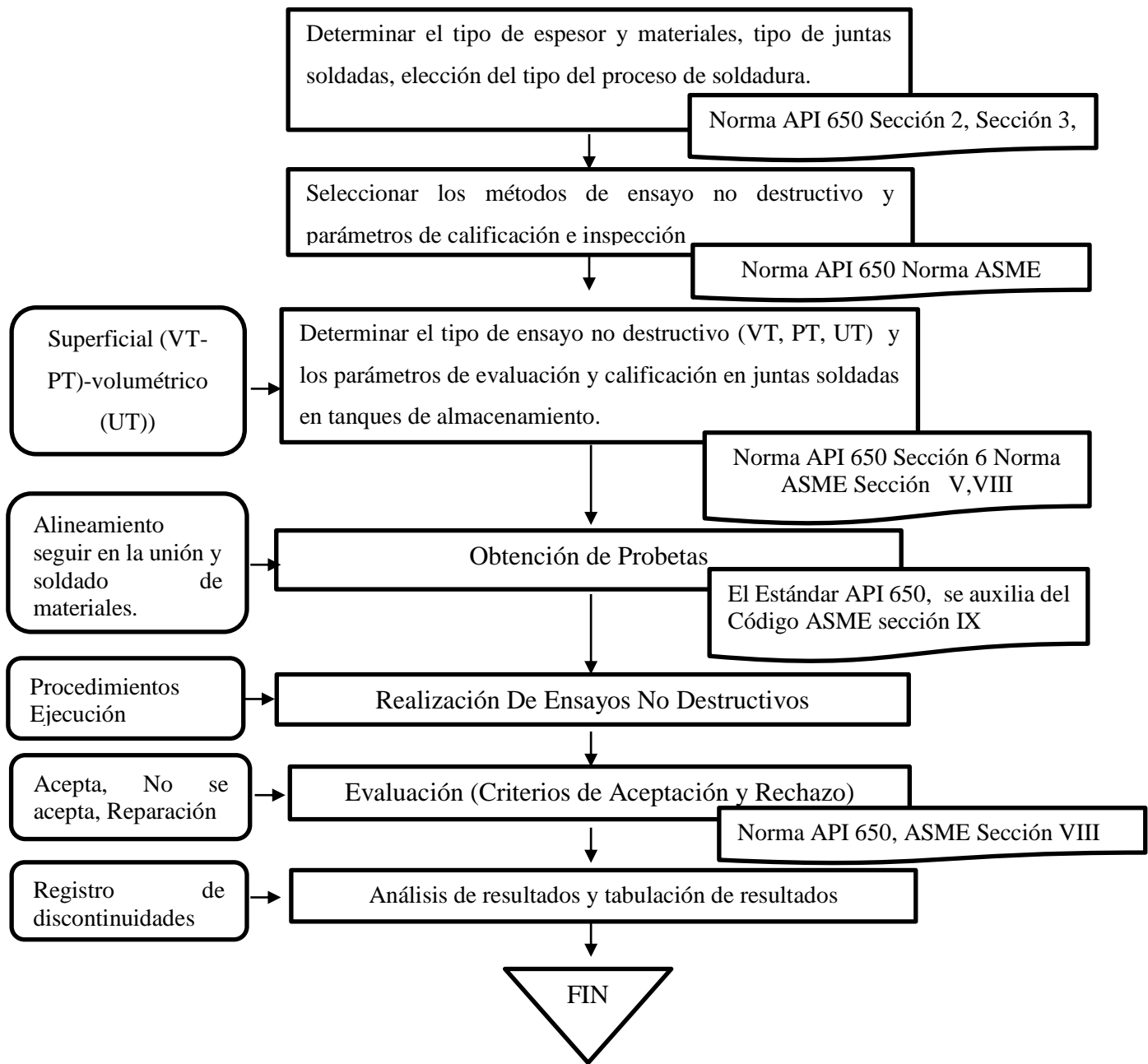


Gráfico 4-1 Flujograma de Proceso
Fuente: (Elaborado Por Gonzalo Villavicencio)

4.1.1 OBTENCIÓN VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS MÉTODOS DE E.N.D. EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Se realizó en la Empresa INDUACERO una entrevista y una recopilación de datos de los procesos de Inspección que se realiza en los Tanques de almacenamiento bajo la norma API 650 mediante los diferentes métodos de Ensayos no Destructivos para poder tener en cuenta cual es el método de E.N.D. más eficaz y con más fiabilidad en la evaluación de juntas soldadas en los tanques de Almacenamiento.



Tabla 4-1 Entrevista Técnicos en Empresa Induacero S.A.



No	Fecha	Nombre Entrevistado	Objetivo Concluye	Observación
1	29-11-13	Ing. Fredy Hidalgo Gerente de Ingeniería INDUACERO	Considera que es necesaria que se realice una una investigación profunda sobre la inspección por medio de los métodos de ensayos no destructivos en Tanques de almacenamiento Bajo la Norma API 650, para mantener un parámetro de evaluación en juntas soldadas.	Nos pudo manifestar que los procesos y pruebas más comunes de Inspección en Tanques de Almacenamiento son: Pruebas de Vacío, Radiografía, Ultrasonido.

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

4.1.2 ENCUESTA A TÉCNICOS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y PERSONAL DE SOLDADURA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Se realizó encuestas a técnicos de Ensayos no Destructivos así como al personal de soldadura que está inmerso en la elaboración de Tanques de almacenamiento bajo la Norma API 650 para conocer la apreciación y forma de Inspeccionar así los Criterios de Aceptación y rechazo que se manejan para los diferentes métodos de E.N.D. En juntas soldadas.

	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO																			
Pregunta:	1	Identificación:	E 001																	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica																			
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Cuidad:	Ambato															
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas																	
<p>1. ¿Cuáles son los Procesos de soldadura más comunes que se utiliza para los cordones de soldadura?</p> <p style="text-align: center;">Tabla 4-2 Porcentaje Numérico pregunta N ° 1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>DETALLE</th> <th>NÚMERO</th> <th>PORCENTAJE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SMAW</td> <td>11</td> <td>44%</td> </tr> <tr> <td>GMAW</td> <td>9</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>GTAW</td> <td>5</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>25</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Gráfico 4-2 Representación Estadística Pregunta N 1</p> <div style="text-align: center;"> <p>PREGUNTA Nº1</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ SMAW ■ GMAW ■ GTAW </div> <p style="text-align: center;">Elaborado por: Gonzalo Villavicencio</p> <p>Análisis e Interpretación.</p> <p>El 44% de los trabajadores encuestados respondieron que el proceso de soldadura más común es SMAW, el 36% de los trabajadores respondieron proceso GMAW. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que los métodos más comunes de soldadura es proceso SMAW Y GMAW.</p>						DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE	SMAW	11	44%	GMAW	9	36%	GTAW	5	20%	TOTAL	25	100%
DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE																		
SMAW	11	44%																		
GMAW	9	36%																		
GTAW	5	20%																		
TOTAL	25	100%																		
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA ELABORACIÓN																
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		28/11/2013																

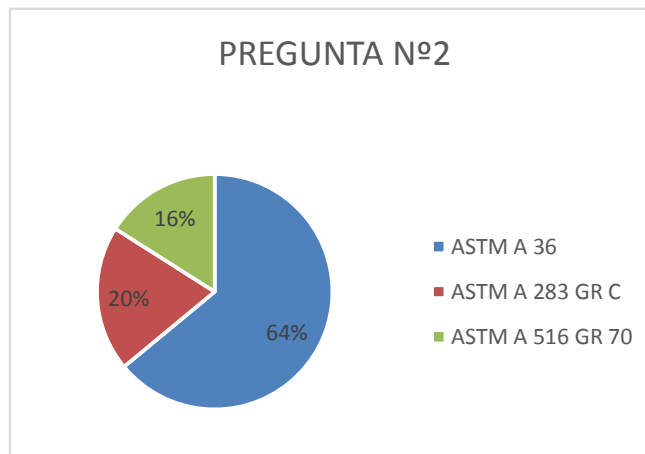
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	2	Identificación:	E 002		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

2. ¿Cuál es el material más utilizado para la elaboración de Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-3 Porcentaje Numérico pregunta N ° 2

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
ASTM A 36	16	64%
ASTM A 283 GR C	5	20%
ASTM A 516 GR 70	4	16%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-3 Representación Estadística Pregunta N 2




Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 64% de los trabajadores encuestados respondieron que el material más común para Tanques de Almacenamiento es ASTM A 36, el 20% de los trabajadores respondieron ASTM A 283 GR C y el 16 % de los trabajadores ASTM A 516 GR 70. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que el material más común para Tanques de Almacenamiento es ASTM A 36.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

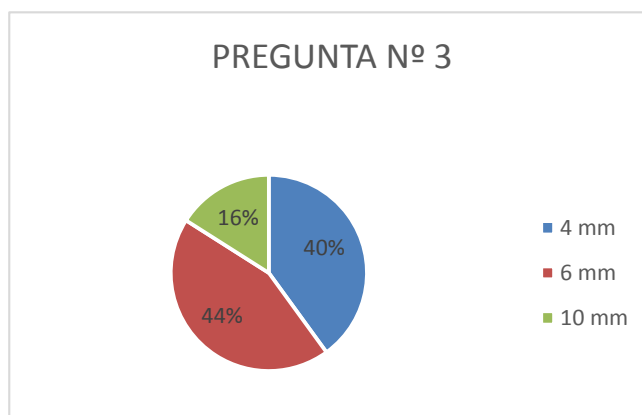
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	3	Identificación:	E 003		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

3. ¿Cuáles los espesores más utilizados en los materiales para la elaboración de Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-4 Porcentaje Numérico pregunta N ° 3

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
4 mm	10	40%
6 mm	11	44%
10 mm	4	16%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-4 Representación Estadística Pregunta N 3





Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 44% de los trabajadores encuestados respondieron que el espesor más común para Tanques de Almacenamiento es 6 mm, el 4% de los trabajadores respondieron 4 mm y el 16% de los trabajadores 10 mm. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que el espesor más común para Tanques de Almacenamiento es 4 mm y 6 mm.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO																		
Pregunta:	4	Identificación:	E 004																
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica																		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato														
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas																
4. ¿Cuáles son los tipos de Juntas soldadas más usados en Tanques de Almacenamiento?																			
Tabla 4-5 Porcentaje Numérico pregunta N ° 4																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DETALLE</th> <th>NÚMERO</th> <th>PORCENTAJE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A TOPE</td> <td>11</td> <td>44%</td> </tr> <tr> <td>FILETE</td> <td>9</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>TRASLAPE</td> <td>5</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>25</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>					DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE	A TOPE	11	44%	FILETE	9	36%	TRASLAPE	5	20%	TOTAL	25	100%
DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE																	
A TOPE	11	44%																	
FILETE	9	36%																	
TRASLAPE	5	20%																	
TOTAL	25	100%																	
Gráfico 4-5 Representación Estadística Pregunta N 4																			
<p style="text-align: center;">PREGUNTA N° 4</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipología</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A TOPE</td> <td>44%</td> </tr> <tr> <td>FILETE</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>TRASLAPE</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>					Tipología	Porcentaje	A TOPE	44%	FILETE	36%	TRASLAPE	20%							
Tipología	Porcentaje																		
A TOPE	44%																		
FILETE	36%																		
TRASLAPE	20%																		
Elaborado por: Gonzalo Villavicencio																			
Análisis e Interpretación.																			
El 44% de los trabajadores encuestados respondieron que la junta más común para Tanques de Almacenamiento es A Tope, el 36% de los trabajadores respondieron A Filete y el 20 % de los trabajadores Traslape. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que el tipo de juntas más común para Tanques de Almacenamiento es A Tope y A Filete																			
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA ELABORACIÓN															
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		28/11/2013															

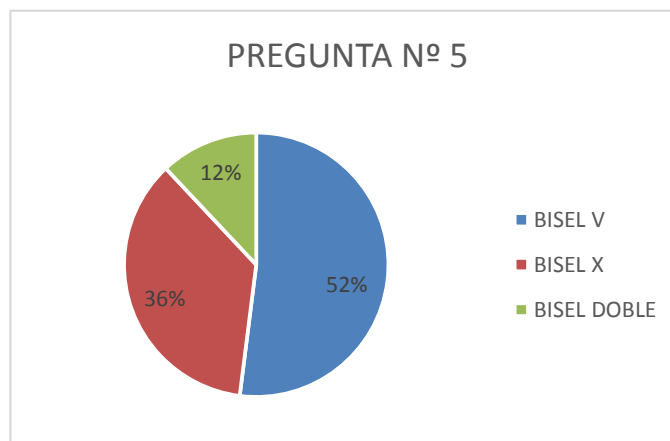
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	5	Identificación:	E 005		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

5. ¿Cuáles son los Tipos de Biseles más frecuentes que se utiliza para la soldadura?

Tabla 4-6 Porcentaje Numérico pregunta N ° 5

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
BISEL V	13	52%
BISEL X	9	36%
BISEL DOBLE	3	12%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-6 Representación Estadística Pregunta N 5



Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 52% de los trabajadores encuestados respondieron tipo de Bisel más común para Tanques de Almacenamiento es Bisel V, el 36% de los trabajadores respondieron Bisel X y el 12% de los trabajadores Bisel doble. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que el tipo de Bisel para Tanques de Almacenamiento es Bisel en V y X

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

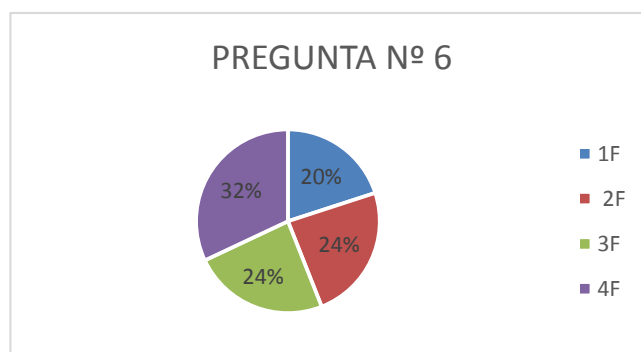
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	6	Identificación:	E006		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

6. ¿Con qué posiciones más frecuentes de soldadura A Tope se elabora los Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-7 Porcentaje Numérico pregunta N ° 6

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
1F	5	20%
2F	6	24%
3F	6	24%
4F	8	32%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-7 Representación Estadística Pregunta N 6





Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 32% de los trabajadores encuestados respondieron posición más común para soldar Tanques de Almacenamiento es 4F, el 24% de los trabajadores respondieron 3F, el 24% respondieron 2F y el 20% de los trabajadores 1F. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que la posición más común para soldar Tanques de Almacenamiento es 2F, 3F, 4F.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

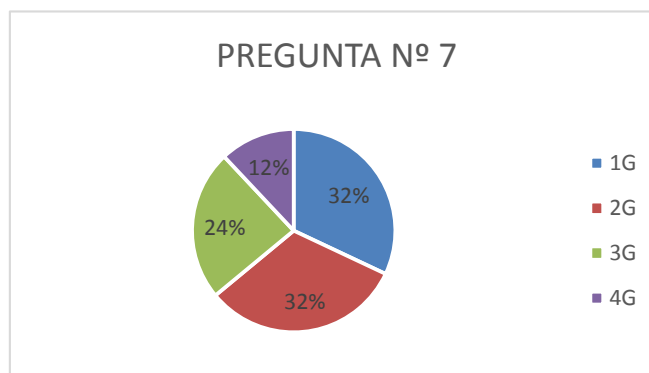
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
Pregunta:	7	Identificación:	E007	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica			
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad: Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

7. ¿Con qué posiciones más frecuentes de soldadura a Filete se elabora los Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-8 Porcentaje Numérico pregunta N ° 7

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
1G	8	32%
2G	8	32%
3G	6	24%
4G	3	12%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-8 Representación Estadística Pregunta N 7





Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 32% de los trabajadores encuestados respondieron posición más común para soldar Tanques de Almacenamiento es 2G, el 32% de los trabajadores respondieron 1G, el 24% respondieron 3G y el 12% de los trabajadores 4G . De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que la posición más común para soldar a Filete Tanques de Almacenamiento es 1G, 2G, 3G.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

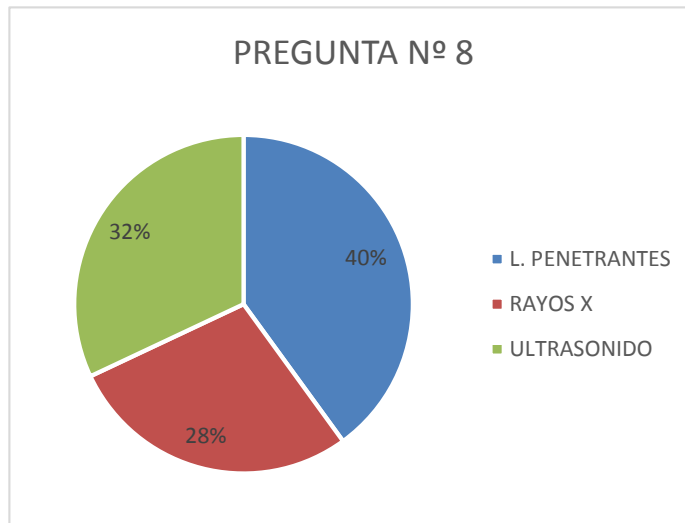
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
Pregunta:	8	Identificación:	E008	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica			
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad: Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

8. ¿Qué método de Ensayo no Destructivo se utiliza con mayor Frecuencia?

Tabla 4-9 Porcentaje Numérico pregunta N ° 8

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
L. PENETRANTES	10	40%
RAYOS X	7	28%
ULTRASONIDO	8	32%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-9 Representación Estadística Pregunta N 8





Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 40% de los trabajadores encuestados respondieron que el Método que se utiliza con mayor frecuencia es Líquidos Penetrantes, el 32% de los trabajadores respondieron Ultrasonido, y el 28% de los trabajadores Rayos X. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que el método que se utiliza con mayor frecuencia es: Líquidos Penetrantes y ultrasonido.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

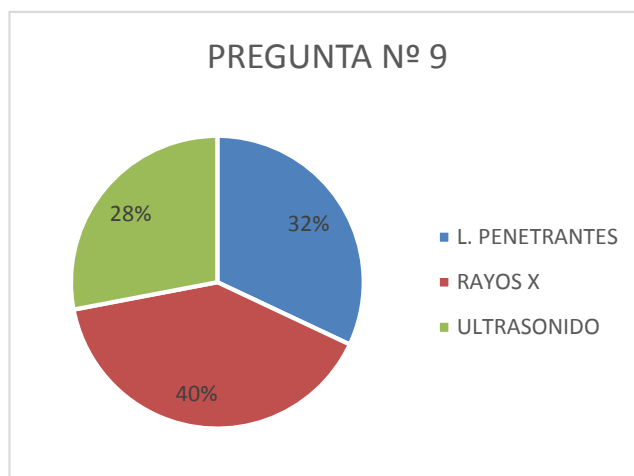
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	9	Identificación:	E009		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

9. ¿Cuál cree usted que el método más Eficaz para la Inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-10 Porcentaje Numérico pregunta N ° 9

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
L. PENETRANTES	8	32%
RAYOS X	10	40%
ULTRASONIDO	7	28%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-10 Representación Estadística Pregunta N 9





Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 40% de los trabajadores encuestados respondieron que el Método más eficaz para Inspección en Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento es Rayos X, el 32% de los trabajadores respondieron Líquidos Penetrantes, y el 28% de los trabajadores Ultrasonido. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que el Método más eficaz para Inspección en Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento son: Rayos X y Líquidos Penetrantes.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

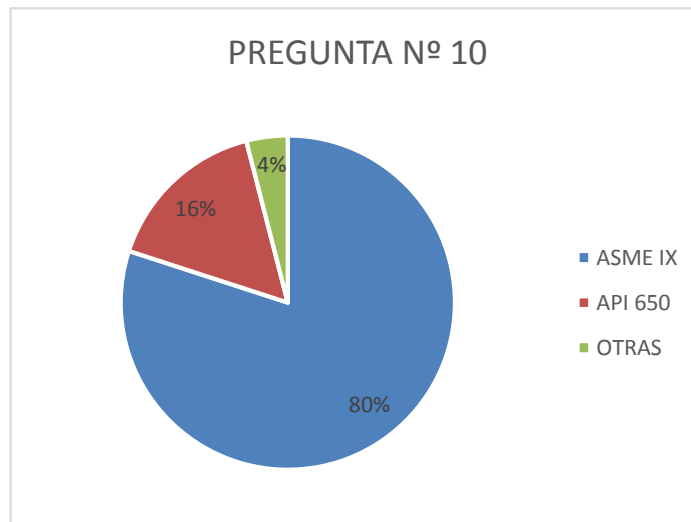
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	10	Identificación:	E0010		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

10. ¿Para realizar Probetas de calificación que norma se utiliza?

Tabla 4-11 Porcentaje Numérico pregunta N ° 10

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
ASME IX	20	80%
API 650	4	16%
OTRAS	1	4%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-11 Representación Estadística Pregunta N 10



Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 80% de los trabajadores encuestados respondieron que la norma para calificar probetas es ASME IX, el 16% de los trabajadores respondieron API 650, y el 4% de los trabajadores Otras Normas. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que la Norma para calificar probetas es la ASME sección IX.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

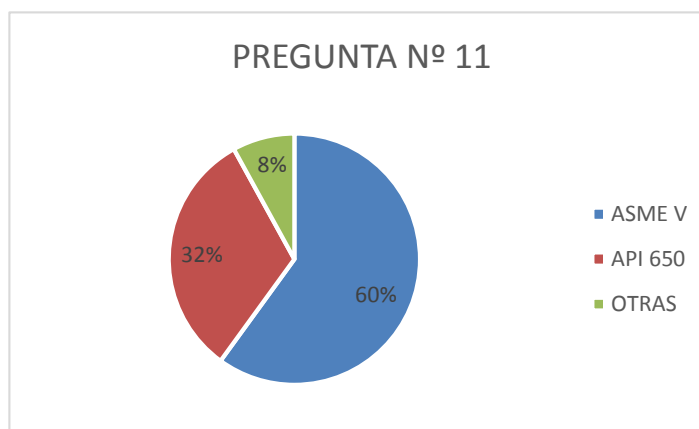
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
Pregunta:	11	Identificación:	E0011	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica			
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad: Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

11. ¿Bajo qué norma se aplica los Criterios de Aceptación y Rechazo para los diferentes métodos de Ensayos no Destructivos?

Tabla 4-12 Porcentaje Numérico pregunta N ° 11

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
ASME V	15	60%
API 650	8	32%
OTRAS	2	8%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-12 Representación Estadística Pregunta N 11



Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 60% de los trabajadores encuestados respondieron que la norma para aplicar los criterios de aceptación y rechazo es ASME V, el 32 % de los trabajadores respondieron API 650, y el 8% de los trabajadores Otras Normas. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que la norma para aplicar los criterios de aceptación y rechazo es ASME sección V.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO		
---	--	--	---

Pregunta:	12	Identificación:	E0012
------------------	----	------------------------	-------

Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
---------------------	---	--	--

Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
-------------------	------------------	---------------	------------	----------------	--------

Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
-----------------------	----------------------------	--------------------	-------------------------------

12. Se utiliza otro tipo de Norma aparte de API 650 para la calificación de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

Tabla 4-13 Porcentaje Numérico pregunta N ° 12

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
SI	23	92%
NO	2	8%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-13 Representación Estadística Pregunta N 12



Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 92% de los trabajadores encuestados respondieron se utiliza otra norma aparte de la Norma API 650 para calificar juntas soldadas y el 8 % de los trabajadores respondieron que no existe, De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan si utiliza otra norma aparte de la API 650 para la calificación de Juntas soldadas.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

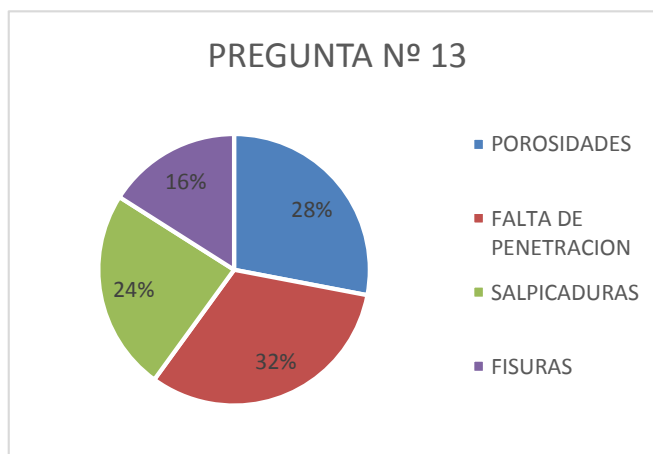
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
Pregunta:	13	Identificación:	E0013	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica			
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad: Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

13. ¿Cuáles son las discontinuidades que se presentan más a menudo en las Juntas Soldadas?

Tabla 4-14 Porcentaje Numérico pregunta N ° 13

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
POROSIDADES	7	28%
FALTA DE PENETRACIÓN	8	32%
SALPICADURAS	6	24%
FISURAS	4	16%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-14 Representación Estadística Pregunta N 13



Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 32% de los trabajadores encuestados respondieron que discontinuidades más frecuentes en juntas soldadas es Falta de Penetración, el 28 % de los trabajadores respondieron Porosidades, el 24% respondieron Salpicaduras y el 16% de los trabajadores Fisuras. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que las discontinuidades más comunes en Juntas soldadas son: Falta de Penetración y Porosidades.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

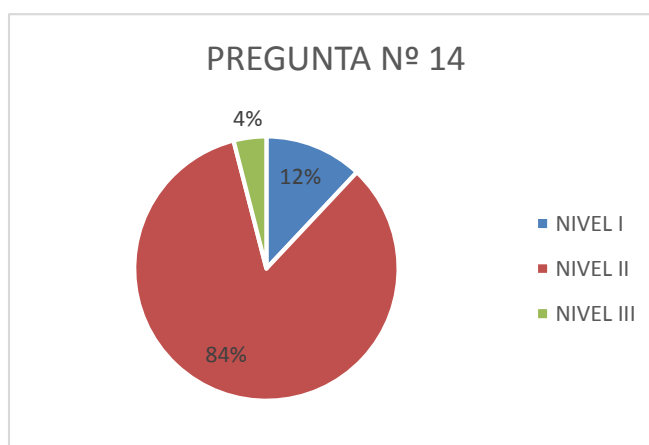
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	14	Identificación:	E0014		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

14. ¿Existen Inspectores calificados en Tintas Penetrantes para la inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-15 Porcentaje Numérico pregunta N ° 14

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
NIVEL I	3	12%
NIVEL II	21	84%
NIVEL III	1	4%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-15 Representación Estadística Pregunta N 14




Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 84% de los trabajadores encuestados respondieron que existen inspectores calificados en Tintas penetrantes Nivel II, el 12 % de los trabajadores respondieron Nivel I, y el 4% de los trabajadores Nivel III. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que existen inspectores calificados en Tintas penetrantes Nivel II

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

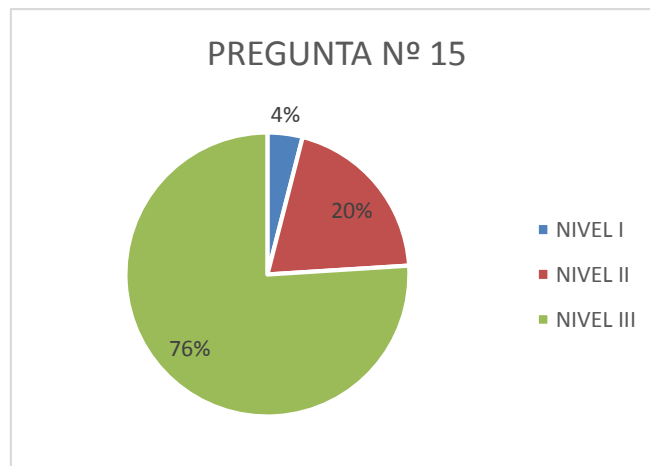
	ENCUESTAS A EXPERTOS Y SOLDADORES DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
Pregunta:	15	Identificación:	E0015		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	28/11/2013	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

15 ¿Existen Inspectores calificados en Ultrasonido para la inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento?

Tabla 4-16 Porcentaje Numérico pregunta N ° 15

DETALLE	NÚMERO	PORCENTAJE
NIVEL I	1	4%
NIVEL II	5	20%
NIVEL III	19	76%
TOTAL	25	100%

Gráfico 4-16 Representación Estadística Pregunta N 15



Elaborado por: Gonzalo Villavicencio

Análisis e Interpretación.

El 76% de los trabajadores encuestados respondieron que existen inspectores calificados en Ultrasonido Nivel III, el 20 % de los trabajadores respondieron Nivel II, y el 4% de los trabajadores Nivel I. De lo que se puede observar que la mayor parte de los trabajadores precisan que existen inspectores calificados en Ultrasonido Nivel III.

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	28/11/2013

Tabla 4-17 Resultados finales de las Encuestas realizadas a Empresa INDUACERO S.A.

NUMERO	PREGUNTAS	RESULTADOS FINALES			TOTAL	
1	PROCESO DESOLDADURA	SMAW		GMAW	GIAW	25
	RESULTADO	11		9	5	
2	MATERIAL	ASTM A 36		ASTM A 283 GR C	ASTM A 516 GR 70	25
	RESULTADO	16		5	4	
3	ESPEORES DEMATERIAL	6 mm		4 mm	10 mm	25
	RESULTADO	11		10	4	
4	TIPO DE JUNTAS SOLDADAS	A TOPE		A FILETE	TRASLAPE	25
	RESULTADO	11		9	5	
5	TIPO DE BISELES	BISEL V		BISEL X	BISEL DOBLE	25
	RESULTADO	13		9	3	
6	POSICIONES DESOLDADURA	1F	2F	3F	4F	25
	RESULTADO	5	5	6	8	
7	POSICIONES DESOLDADURA	1G	2G	3G	4G	25
	RESULTADO	8	6	6	5	
8	ENSAYO NO DES TRUCTIVO	L. PENETRANTES		ULTRASONIDO	RAYOS X	25
	RESULTADO	10		8	7	
9	ENSAYO NO DES TRUCTIVO	RAYOS X		L. PENETRANTES	ULTRASONIDO	25
	RESULTADO	10		8	7	
10	NORMA PROBETAS	ASME SECCIÓN IX		API 650	OTRAS	25
	RESULTADO	20		4	1	
11	NORMA CRITERIOS ACEPT.	ASME SECCIÓN V		API 650	OTRAS	25
	RESULTADO	15		8	2	
12	OTRO TIPO DENORMA	SI		NO		25
	RESULTADO	23		2		
13	TIPOS DISCONTINUIDADES	SALPICADURAS	POROSIDAD	FALTA DE PENETRACIÓN	FISURAS	25
	RESULTADO	6	7	8	4	
14	INSPECTORES CALL TINTAS	NIVEL I		NIVEL II	NIVEL III	25
	RESULTADO	3		21	1	
15	INSPECTORES CALL ULTRA	NIVEL I		NIVEL II	NIVEL III	25
	RESULTADO	1		5	19	

Fuente:(Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Según las encuestas realizadas al personal de Inspección, Calidad y soldadores de Tanques de Almacenamiento de la Empresa Induacero S.A. se pudieron obtener los siguientes parámetros que nos ayudará a realizar nuestras probetas: El proceso de soldadura más frecuente es SMAW Y GMAW, el material más utilizado es ASTM A 36 , espesores de 4 Y 6 mm, tipo de Juntas A TOPE Y A FILETE, biseles en V Y X, posición de soldadura a Tope 3F Y 4F, posición de soldadura a Filete 1G Y 2G, discontinuidades más frecuente POROSIDAD, FALTA DE PENETRACIÓN, ensayos no destructivos ULTRASONIDO Y LÍQUIDOS PENETRANTES, norma para

calificar probetas ASME IX, norma para criterios de Aceptación y Rechazo ASME SECCIÓN V.

Tabla 4-18 Resultados Totales de las Encuestas

PREGUNTAS		RESULTADOS FINALES
1	PROCESO DE SOLDADURA	SMAW
2	MATERIAL	ASTM A 36
3	ESPEJOR	4 Y 6 mm
4	TIPO DE JUNTAS SOLDADAS	A TOPE
5	TIPO DE BISELES	BISEL V
6	POSICIONES DE SOLDADURA A TOPE	4F
7	POSICIONES DE SOLDADURA FILETE	1G
8	ENSA YOS NO DESTRUCTIVO FRECUENTE	LÍQUIDOS PENETRANTES
9	ENSA YOS NO DESTRUCTIVOS EFICAZ	RAYOS X
10	NORMAS DE PROBETAS	ASME SECCIÓN IX
11	NORMAS CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	ASME SECCIÓN V
12	OTRO TIPO NORMA	SI
13	TIPOS DE DISCONTINUIDADES	FALTA DE PENETRACIÓN
14	INSPECTORES TINTAS DE PENETRANTES	NIVEL II
15	INSPECTORES ULTRASONIDO	NIVEL III

(Fuente: Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

4.1.3 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y VARIABLES EN JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

4.1.3.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MATERIALES Y ESPEORES EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Se utilizó los materiales listados en la Sección 2 de materiales, sujetos a las modificaciones y limitaciones indicadas en el código API 650. Se puede utilizar materiales producidos de acuerdo con especificaciones no listadas si se certifica que el material cumple con todos los requisitos de una especificación aceptada y su uso es aprobado por el inspector

Se puede utilizar materiales que no estén listados o que no estén completamente identificados, siempre y cuando los materiales pasen todas las pruebas establecidas en el apéndice N.

MATERIAL	ESPEORES (mm)
ASTM A 36	4 Y 6

4.1.3.2 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE JUNTAS SOLDADAS

Según las especificaciones de la Norma API 650 en la sección 3 que se refiere a diseño de Tanques de Almacenamiento podemos realizar algunos tipos de juntas soldadas pero los más adecuados para nuestro análisis de resultados son:

- A TOPE: Es la soldadura localizada en la ranura entre dos miembros ubicados frente a frente, la ranura puede ser formada por simple separación de bordes, preparando biseles en los bordes para formar una V, X, U o doble U, los biseles simples o dobles pueden también corresponder a uno solo de los miembros de la junta soldada.

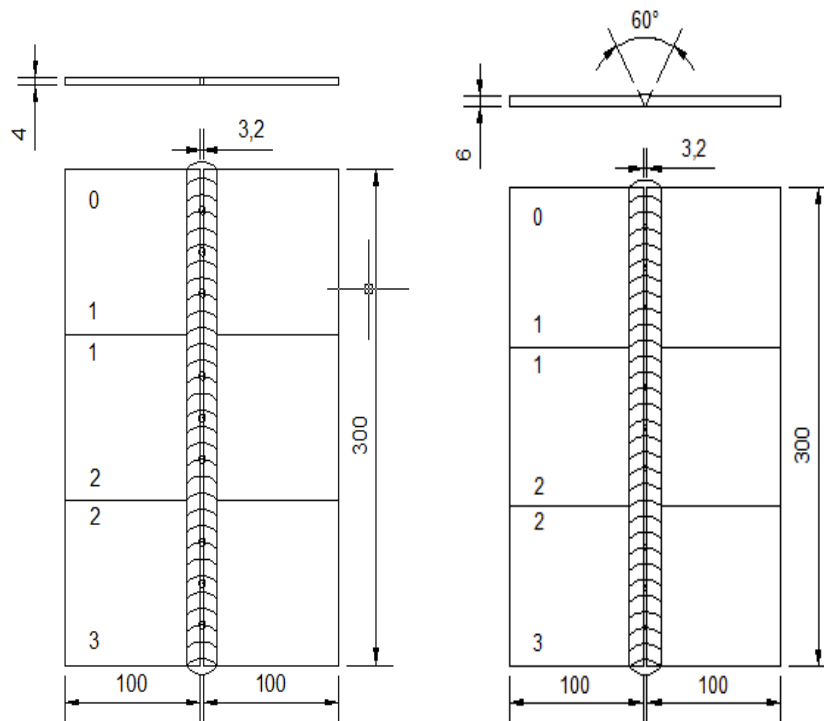


Gráfico 4-17 Plano juntas A tope
(Fuente: Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

- **FILETE:** Es un depósito de soldadura de sección transversal aproximadamente triangular, (cóncavo, convexo, plano, perfil), que con dos superficies localizadas en ángulo recto entre sí (juntas, traslapadas, en T, en esquinera).

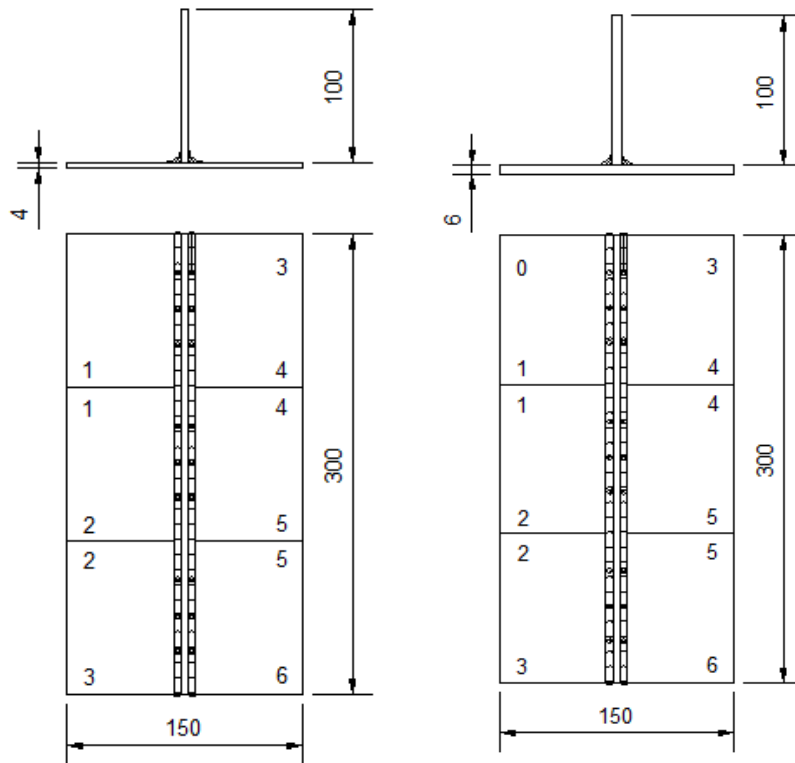


Gráfico 4-18 Planos Juntas soldadas A Filete
(Fuente: Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

4.1.3.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE PROCESO DE SOLDADURA EN TANQUES

Según las especificaciones de la Norma API 650 Sección 5 Montaje los tanques de Almacenamiento se pueden soldar con algunos métodos o combinación de los mismos, para nuestro caso utilizaremos los procesos más comunes y aplicables en las Industrias Ecuatorianas.

- SMAW
- GMAW

4.1.4 SELECCIONAR LOS MÉTODOS DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO Y PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN E INSPECCIÓN

4.1.4.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO

Mediante la Norma API 650 sección 6 nos indica los diferentes Métodos De Ensayos no Destructivos que se pueden aplicar así como sus parámetros de calificación, utilizaremos para nuestra investigación los diferentes métodos que se nombra a continuación:

1. Visual (VT)
2. Ultra sonido (UT)
3. Líquidos Penetrantes (PT)

4.1.4.2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN E INSPECCIÓN (NORMA API 650)

1. Cuando se requiere hacer inspección Visual se procede ir a la Norma API 650 sección VI cual indica los parámetros.
2. Cuando se requiere hacer inspección por ultrasonido se hará según lo requerido en el artículo 5 de la sección V del código ASME y en el párrafo 6.3 del código API 650.
3. Cuando se requiere hacer inspección por líquidos penetrantes se hará según lo requerido en el artículo 6 de la sección V del código ASME y en el párrafo 6.2 del código API 650.



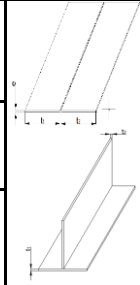
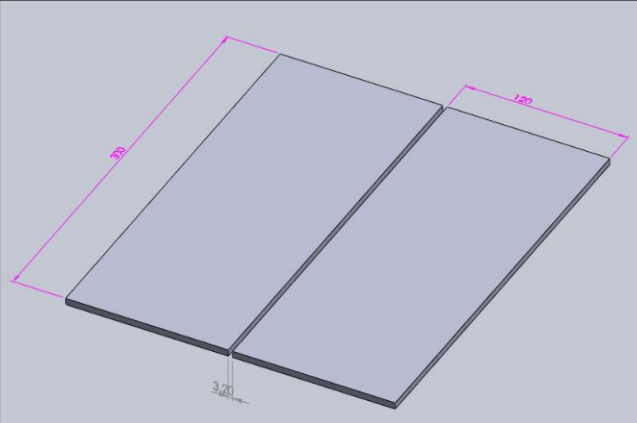
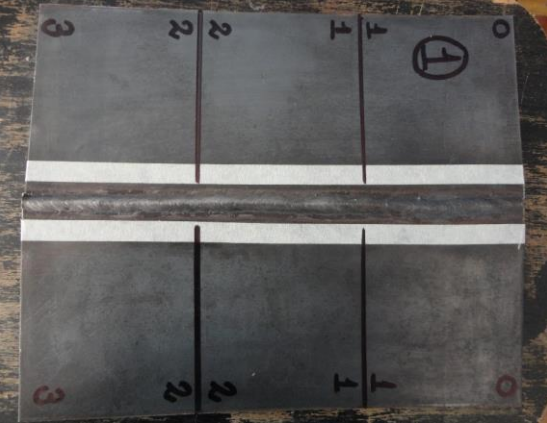
4.1.5 OBTENCIÓN Y DISEÑO DE PROBETAS

El estándar API 650, se auxilia del código ASME Sección IX para dar los alineamientos que han de seguir en la unión y soldado de materiales. El código ASME Sección IX, establece que toda junta soldada deberá realizarse mediante un procedimiento de soldadura de acuerdo a la clasificación de la junta y que, además, el operador deberá contar con un con certificado que lo acredite, el cual permitirá realizar cierto tipo de soldaduras de acuerdo con la clasificación de esta. Una vez realizada la soldadura o soldaduras estas se someten a Pruebas o Ensayos como: Ultrasonido, Tintas Penetrantes, Radiografía.

4.1.6 REALIZACIÓN LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Mediante la recopilación de información procedemos a realizar los diferentes métodos de Ensayos no Destructivos bajo los parámetro inspección así como los procedimientos que nos indica la Norma API 650 y poder llegar a tener resultados eficaces y una ejecución adecuada de los diferentes métodos que se va utilizar para la Inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

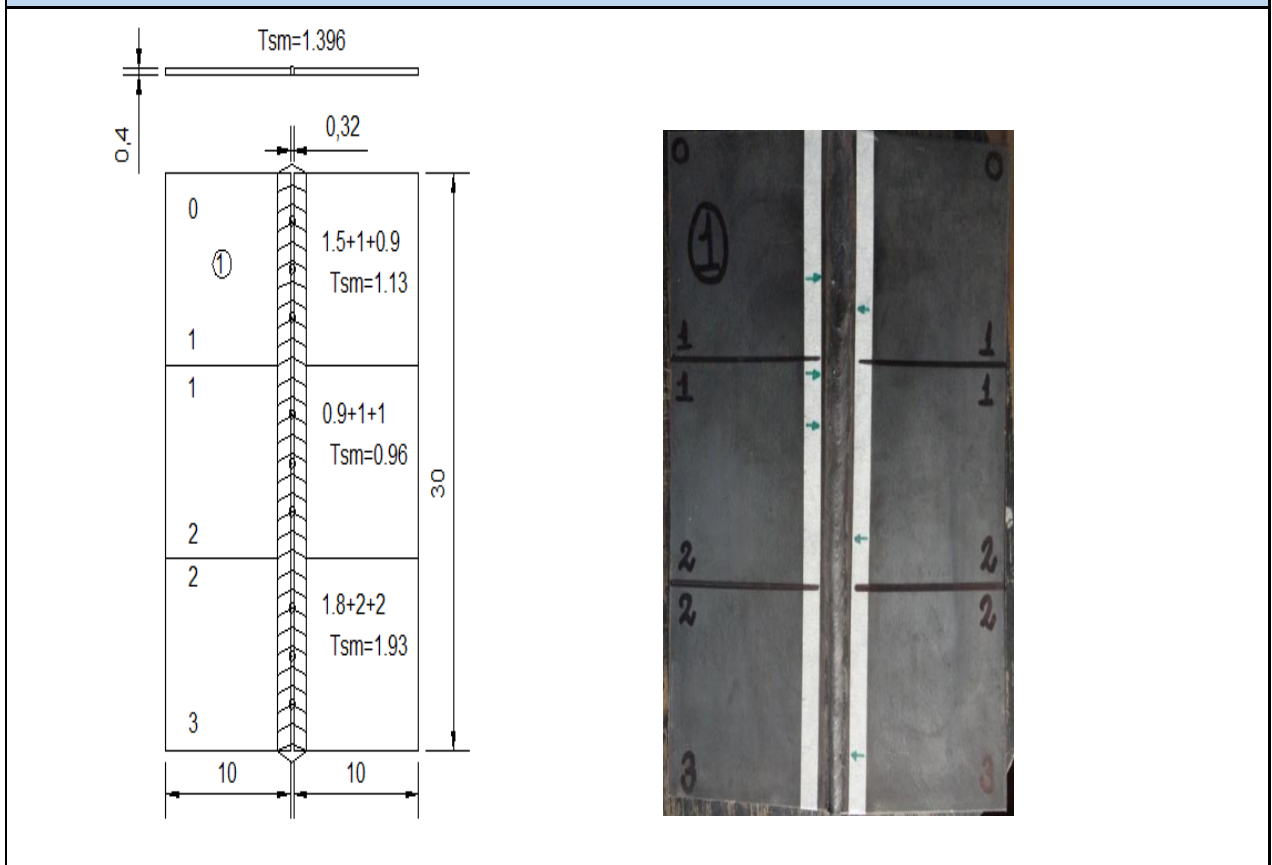
4.1.6.1 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS MÉTODO VISUAL (VT)

		INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO						VT 1				
END - UTA										FIM-VT-001		
DATOS GENERALES												
Probeta N:	1		Identificación:				T 001					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica											
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:		27 de Febrero del 2014		Ciudad:		Ambato			
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:			Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA												
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual:	√		Con Máquina:			Semiautomático:			
		Electrodo:	Especificación AWS:	A.5.1		Clasificación AWS:	E 6010-E7018		Diámetro:	3,2 mm		3,2 mm
		Protección:	Fundente:	Revestimie		Tipo:	Celulósico		Corriente:	DC		
		Posición:	A Tope:	2G		Filete:			Tubería o	√		
		Técnica:	Aportación:			Oscilante:	√		Múltiple:			
	Gmaw	Tipo:	Manual:			Con Máquina:			Semiautomático:			
		Electrodo:	Especificación AWS:			Clasificación AWS:			Diámetro:			
		Modo de Transferencia:	Corto circuito:			Globular:			Spray:			
		Protección:	Gas:			Composición:			Velocidad de Flujo:			
		Posición:	A Tope:			Filete:			Plancha o			
Técnica:	Aportación:			Oscilante:			Múltiple:					
MATERIAL BASE												
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación:	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho:	12 mm		
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	N/A	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo:	90	Limpieza	√		
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta:	1,396 mm	Longitud de cara de raíz:	0 mm	Soldadura efectiva:	30 cm				
ESQUEMA												
												

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																								
N°	Tramo	Socavadura			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas		Continuidad		Uniformidad				Observaciones (Norma API 650)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio		Final			Pasa	No Pasa
																		B	M	B	M			
1	0--1				66	2,3	1										√		√			en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
2	1--2				6	1,8	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
3	2--3	75	4	1											√				√			So:0,8 mm< Acceptable		√



Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad, así como socavaduras que se presenta por una corriente muy elevada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	VT 2	
END - UTA			FIM-VT-002

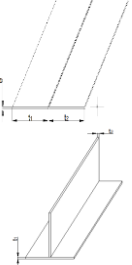
DATOS GENERALES

Probeta N:	2	Identificación:	T 002		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

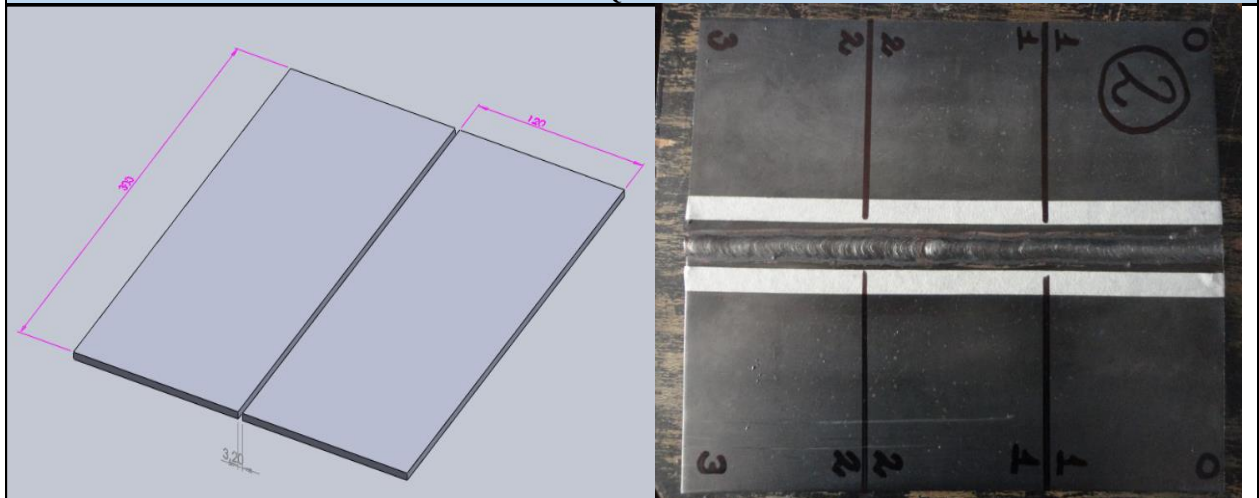
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático		
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS:	E 6010-E7018	Diámetro:	3,2 mm	3,2 mm
		Protección:	Fundente:	Revestimi en	Tipo:	Celulós	Corriente:	DC	
		Posición:	A Tope:	3G	Filete:		Tubería o		√
	Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:			
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático		
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Tamaño:		
		Modo de Transferencia:	Corto circuito:		Globular:		Spray		
		Protección:	Gas:		Composición:		Velocidad de Flujo		
		Posición:	A Tope:		Filete:		Plancha o tubería		
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:		

MATERIAL BASE

MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	V	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	60	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	1,92 mm	Longitud de cara de raíz	2mm	Soldadura efectiva	30 cm			

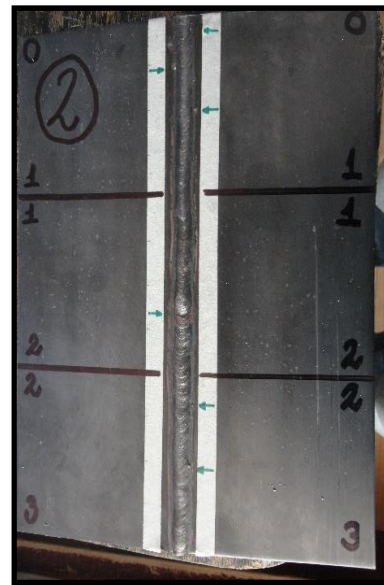
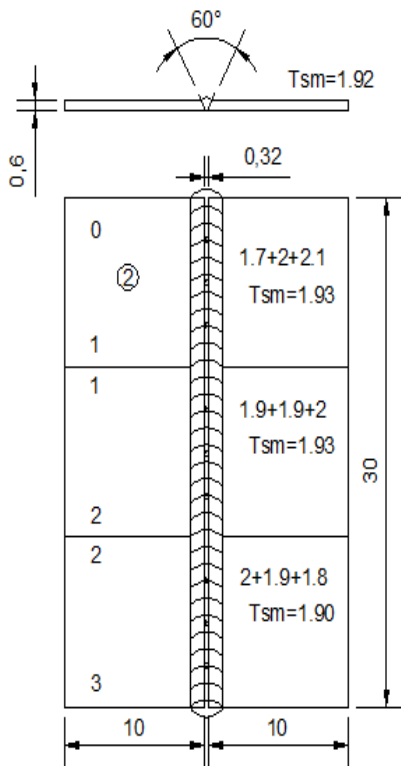
ESQUEMA



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																								
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			Observaciones (Norma API 650)	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio				Final	Pasa	No Pasa
																		B	M	B				
1	0-1	8	4	0,8	27	2,6	1										√		√			So:0,8 mm< Aceptable		√
					52	2	2																en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√
2	1-2																√						√	
3	2-3				17	1,6	1										√		√			en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√	
					53	2,3	2																	



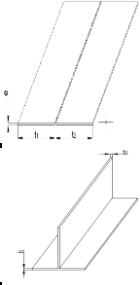
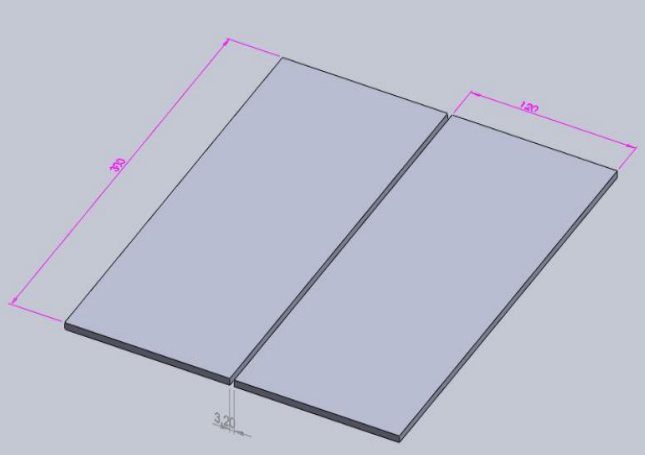

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA TAMAÑO DE SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad, así como socavaduras que se presenta por una corriente muy elevada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

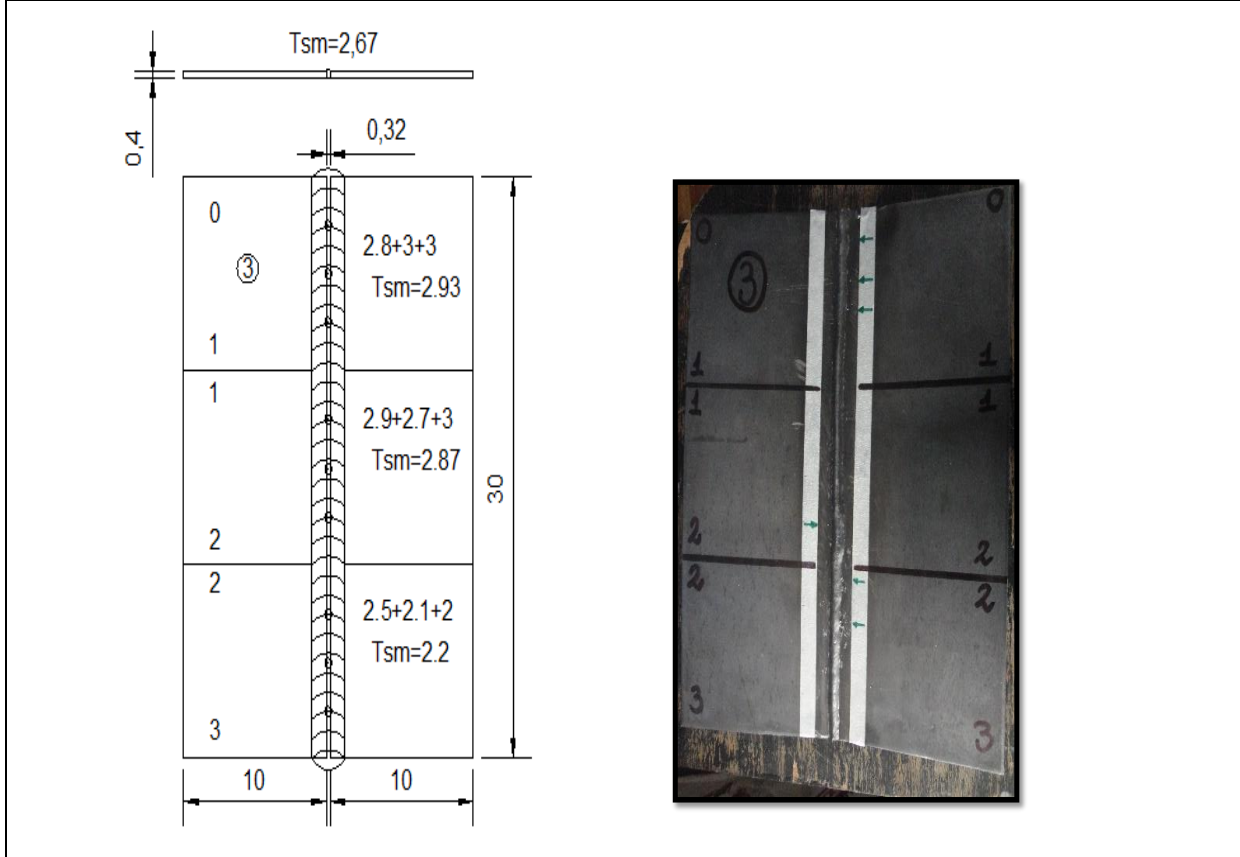
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

		INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO					VT 3					
END - UTA											FIM-VT-003	
DATOS GENERALES												
Probeta N:	3		Identificación:				T 003					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica											
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	27 de Enero del 2014			Cuidad:	Ambato				
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:			Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA												
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual:		Con Máquina:			Semiautomático:				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS			Diámetro				
		Protección:	Fundente		Tipo			Corriente:				
		Posición:	A Tope:		Filete:			Tubería o				
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:			Múltiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina:			Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		A.5.18	Clasificación AWS		ER 705-6	Tamaño		0.9 mm	
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular			Espray				
		Protección:	Gas:		Ar-Co2	Composición :		80-20	Velocidad de Flujo:		15-20 m/min	
		Posición:	A Tope:		2G	Filete:		Tubería o		√		
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:			√	Múltiple:			
	MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm		
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	N/A	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	90	Limpieza	√		
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	2,67 mm	Longitud de cara de raíz:	0 mm	Soldadura efectiva		30 mm			
ESQUEMA												
												

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																									
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad				Observaciones (Norma API 650)	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio		Final			Pasa	No Pasa	
																		B	M	B	M				
1	0-1				18	1	1										√		√				en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√	
					41	1,2	2																		
					58	1,1	3																		
2	1-2				78	1,2	1									√						en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
3	2-3				7	1,2	1									√					√	en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					32	3,7	2																		



Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De acuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA TAMAÑO DE SOBREMONTA



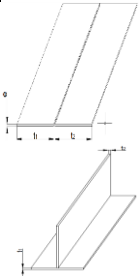
Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

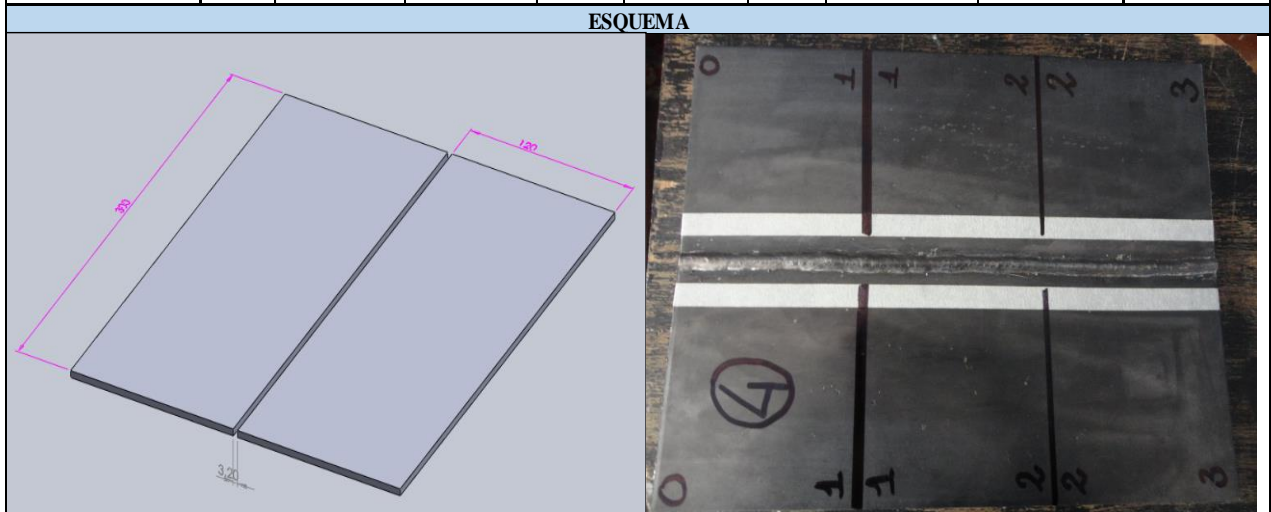
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	VT 4	
END - UTA			FIM-VT-004

DATOS GENERALES			
Probeta N:	4	Identificación:	T 004
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014
		Cuidad:	Ambato
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA								
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro	
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:	
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o	
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:	
	Gmaw	Tipo:	Manual	√	Con Maquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.18	Clasificación AWS	ER 705-6	Tamaño	0.9 mm
		Modo de Transferencia:	Corto circuito	√	Globular		Spray	√
		Protección:	Gas	Ar-Co2	Composición	80-20	Velocidad de Flujo	15-20 m/min
		Posición:	A Tope:	3G	Filete:		Tubería o	√
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:	

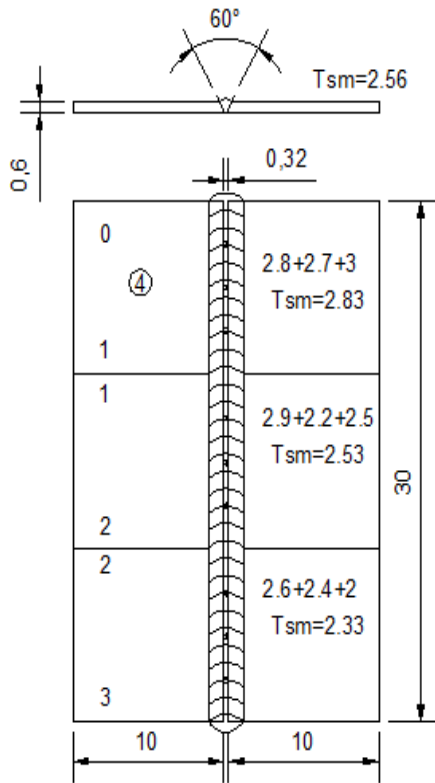
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	V	Espesor Real:	5,7mm	Ángulo	60	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	2,56 mm	Longitud de cara de raíz	2 mm	Soldadura efectiva	30 cm			



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																									
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			Observaciones (Norma API 650)	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO			
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio				Final	Pasa	No Pasa	
																		B	M	M					
1	0-1				8	1,08	1										√		√				en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√	
					13	1,09	2																		
					49	0,9	3																		
2	1-2				34	1,5	1										√						en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√	
					90	1	2																		
					95	2	3																		
3	2-3				97	1,2	4																		
					10	1,17	1										√					√	en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√	
					36	2,24	2																		

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA TAMAÑO DE SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	VT 5	
END - UTA			FIM-VT-005

DATOS GENERALES

Probeta N:	5	Identificación:	F 001
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014
		Ciudad:	Ambato
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

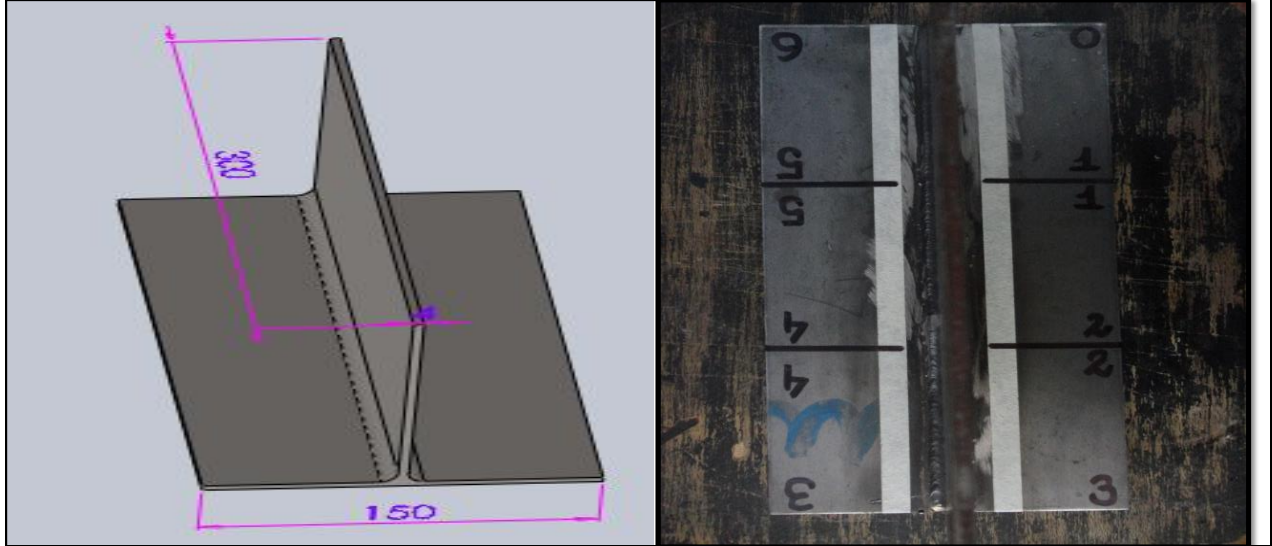
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS	E 7018	Diámetro	3,2 mm
		Protección:	Fundente	Revestimiento	Tipo	Celulósico	Corriente:	DC
		Posición:	A Tope:		Filete:	1F	Tubería o	√
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:	
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:	
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro	
		Modo de Transferenci	Corto circuito:		Globular:		Spray:	
		Protección:	Gas		Composición		Velocidad de Flujo	
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o	
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:	

MATERIAL BASE

MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	Simple	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	N/A	Longitud de Pierna:	5,08 mm 5,03 mm	Garganta:	3,74 mm 4,51 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			

ESQUEMA

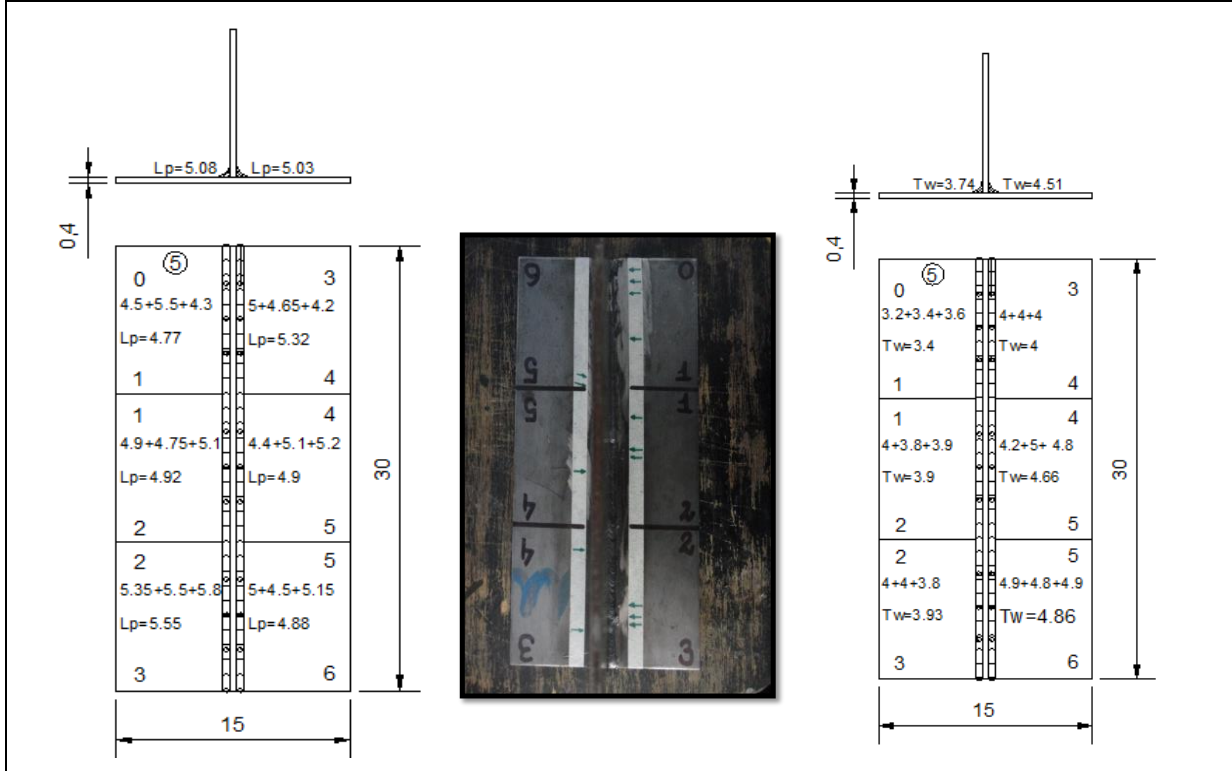


JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR

N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad				Observaciones (Norma API 650)	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio		Final		Pasa	No Pasa				
																B	M	B	M						
1	0-1	9	10.7	1.2	62	2	1								√						So:0.8 mm< Aceptable		√		
		18	4.8	0.8																		en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
		26	4.4	0.4																					
2	1-2				20	2	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					45	1.4	2																		
					50	1	3																		
3	2-3				55	1.8	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					63	4.9	2																		
					70	1.8	3																		
4	3-4				24	1	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					82	0.9	2																		
5	4-5				40	1	1							√							en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√			
6	5-6				2	1.5	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					10	1.8	2																		



Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De acuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad, así como socavaduras que se presenta por una corriente muy elevada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	VT 6	
END - UTA			FIM-VT-006

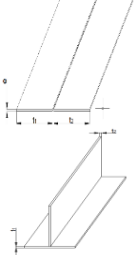
DATOS GENERALES

Probeta N:	6	Identificación:	F 002
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	24 de Febrero del 2014
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

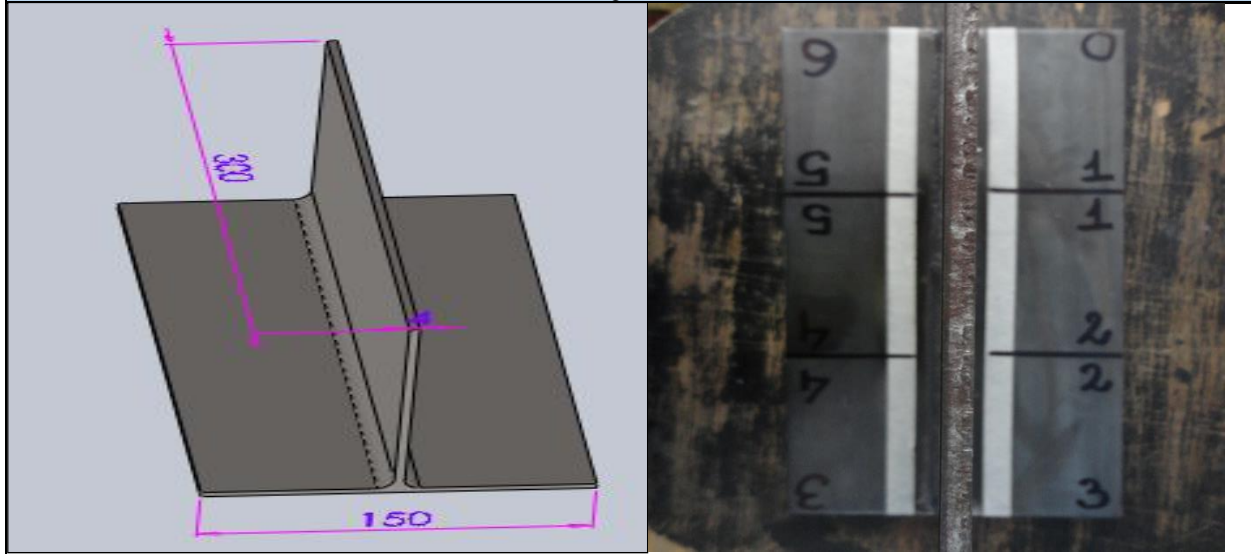
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático			
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS	E - 7018	Diámetro	3.2 mm		
		Protección:	Fundente	Revestimiento	Tipo	Celulósico	Corriente:	DC		
		Posición:	A Tope:		Filete:	2F	Tubería o	√		
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:			
		Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático			
	Gmaw	Electrodo:	Especificación		Clasificación		Tamaño			
		Modo de Transferencia:	Corto circuito		Globular		Spray			
		Protección:	Gas		Composición		Velocidad de Flujo			
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o			
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:			
		Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho
MATERIAL Y DISEÑO DE UNION	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	Simple	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√
	Abertura de raíz:	N/A	Longitud de Pierna:	5,17 mm 5,93 mm	Garganta:	4,17 mm 4,63 mm	Soldadura efectiva:	30 cm		

MATERIAL BASE



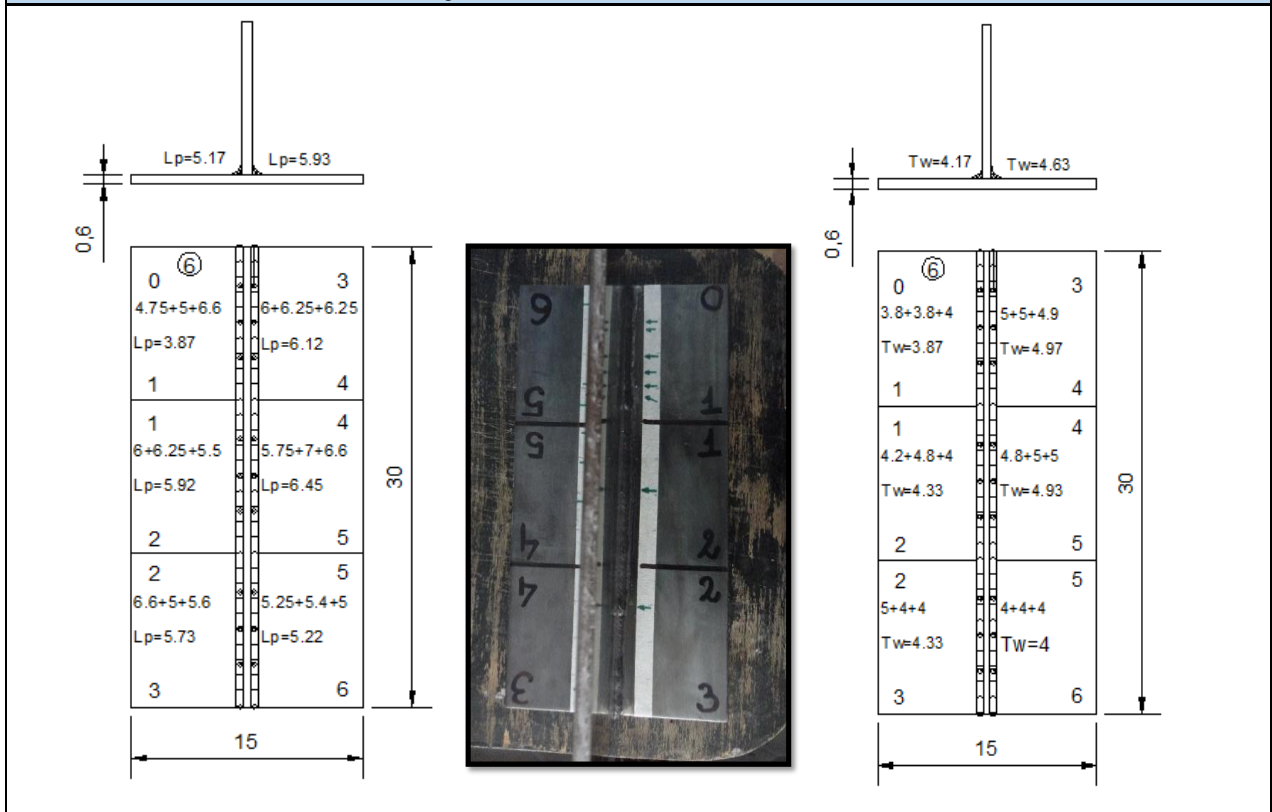
ESQUEMA



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																										
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			Observaciones (Norma API 650)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO			
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio					Pasa	No Pasa		
																		B	M	B	B	M				
1	0-1	27	3	0,9	63	2	1										√		√	√	√	So:0,8 mm< Acceptable		√		
		32	3	1	73	2,3	2																en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
		52	4	1	79	2,8	3																			
2	1-2				14	2,3	1																		√	
3	2-3																√									
4	3-4				15	1	1										√								√	
5	4-5	94	5	1,1	45	2	1										√								√	
					73	3	2																			√
6	5-6	13	3	1	17	1,8	1										√								√	
		28	2	0,5																						√
		87	3	0,4																						



Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad, así como socavaduras que se presenta por una corriente muy elevada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	VT 7	
END - UTA			FIM-VT-007

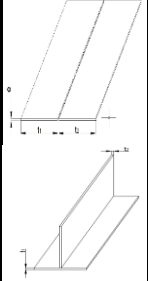
DATOS GENERALES

Probeta N:	7	Identificación:	F 003		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014	Ciudad:	Ambato
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

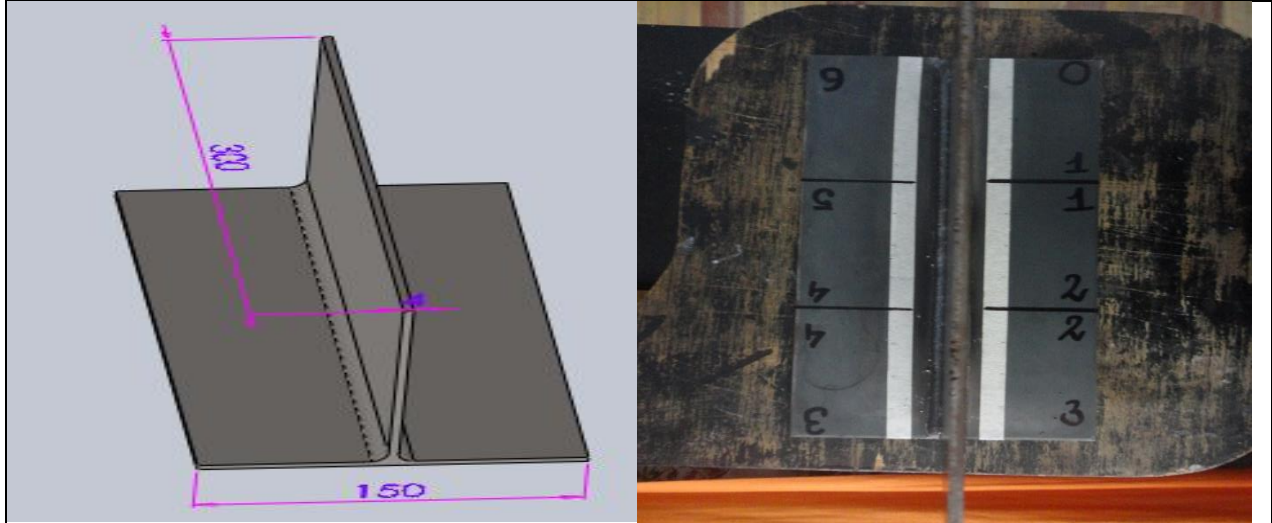
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

		Manual		Con Máquina		Semiautomático		
		Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático	
PROCESO DE SOLDADURA	S_{maw}	Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro	
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:	
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o	
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:	
PROCESO DE SOLDADURA	G_{maw}	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.18	Clasificación AWS	ER 705-6	Tamaño	0.9 mm
		Transferencia:	Corto circuito	√	Globular		Spray	√
		Protección:	Gas	Ar-Co2	Composición	80-20	Velocidad de Flujo	15-20 m/min
		Posición:	A Tope:		Filete:	1F	Tubería o	√
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:	

MATERIAL BASE

MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	simple	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	N/A	Longitud de Pierna:	5,22 mm 5,96 mm	Garganta:	5,11 mm 5,76 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			

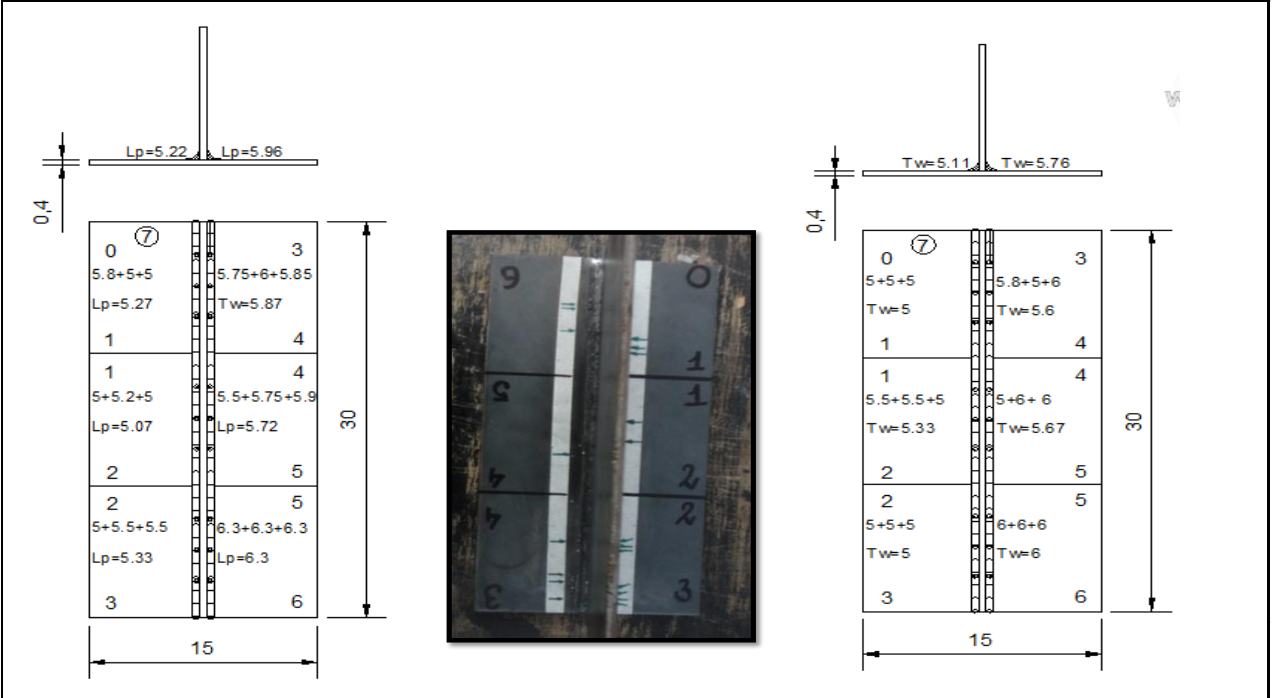
ESQUEMA



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																							
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio			Observaciones (Norma API 650)	Pasa	No Pasa
																		B	M	M			
1	0-1				63	2	1										√				en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					73	1,2	2																
					80	1,3	3																
2	1-2				34	1,5	1										√			en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					55	2,2	2																
3	2-3				40	1,2	1										√		√	en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					44	1,1	2																
					48	1	3																
					83	2	4																
					84	2,2	5																
					87	1,8	6																
4	3-4				89	1,5	7										√		√	en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					12	1,6	1																
					29	2	2																
					32	0,9	3																
5	4-5				60	1	4										√			en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					33	1,9	1										√						
6	5-6				38	1	1										√		√	en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					58	1,2	2																
					60	1,2	3																

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De acuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	VT 8	
END - UTA			FIM-VT-008

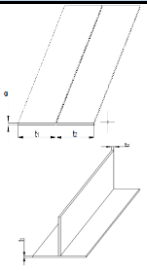
DATOS GENERALES

Probeta N:	8	Identificación:	F 004		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014	Cuidad:	Ambato
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

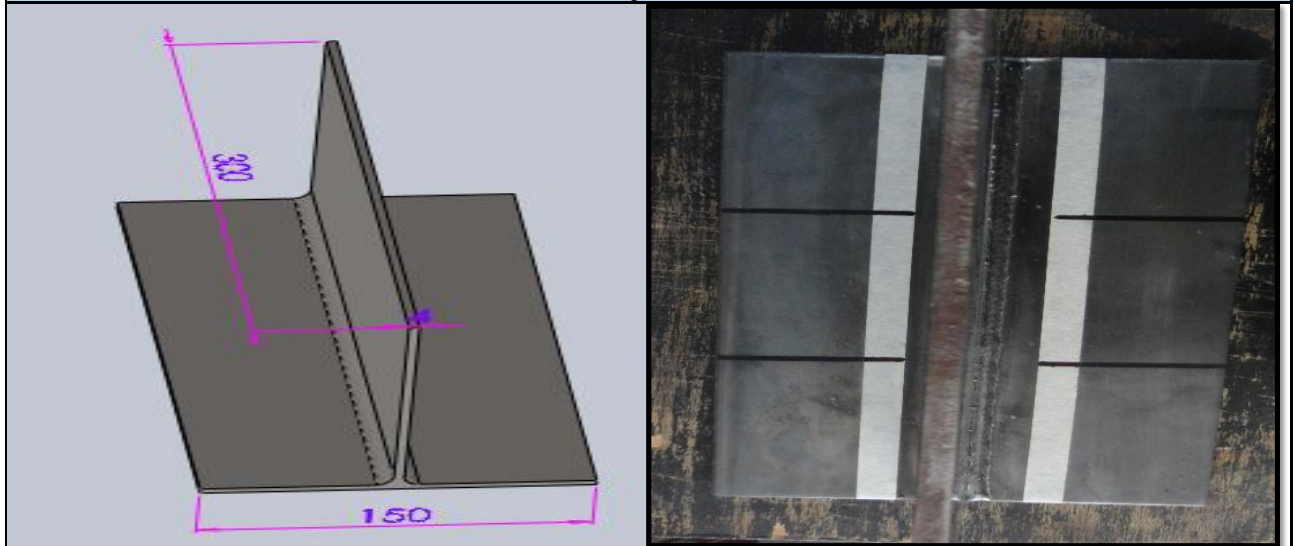
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

		Manual		Con Máquina		Semiautomática		
		Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomática	
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro	
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:	
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o	
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:	
		Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomática	
Gmaw	Electrodo:	Especificación AWS	A.5.18	Clasificación AWS	ER 705-6	Tamaño	0,9 mm	
	Modo de Transferencia	Corto circuito	√	Globular		pray		
	Protección:	Gas	Ar-Co2	Composición	80-20	Velocidad de Flujo	15-20 m/min	
	Posición:	A Tope:		Filete:	2F	Tubería o	√	
	Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:		

MATERIAL BASE

MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	simple	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Longitud de Pierna:	6,08 mm 5,959mm	Garganta:	5,24 mm 4,43 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			

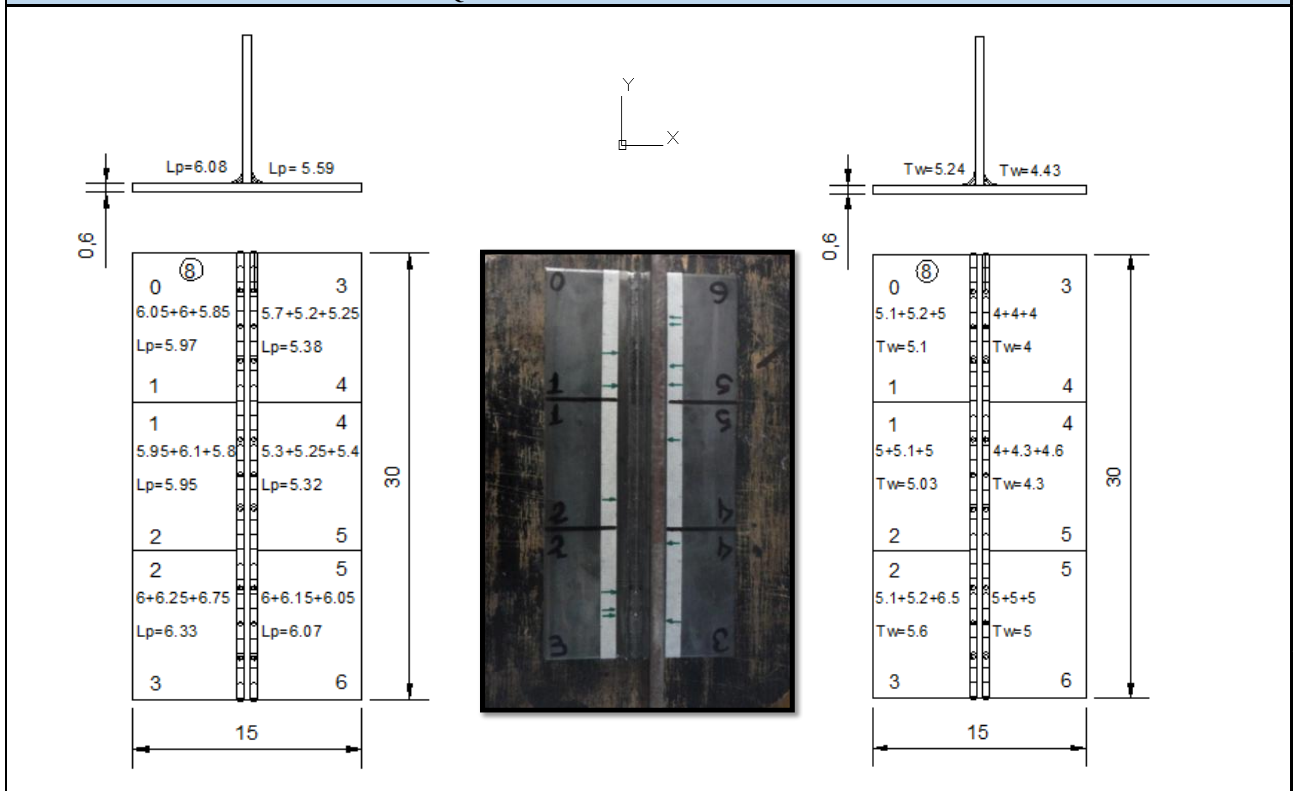
ESQUEMA



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																										
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad		Observaciones (Norma API 650)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO				
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Tamaño	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio				Final		Pasa	No Pasa	
																		B	M	B	M					
1	0-1				63	1	1										✓						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	✓		
					90	1,3	2																			
2	1-2				78	1,2	1										✓						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	✓		
					47	1,6	1																			
3	2-3				63	2	2										✓						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	✓		
					67	1,9	3																			
4	3-4				27	1,5	1										✓			✓			en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	✓		
					87	1,6	2																			
5	4-5				70	7	1										✓									
6	5-6				14	1,6	1										✓					✓	en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	✓		
					28	1,2	2																			
					62	1,9	3																			

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)



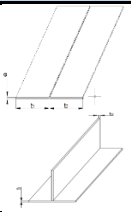
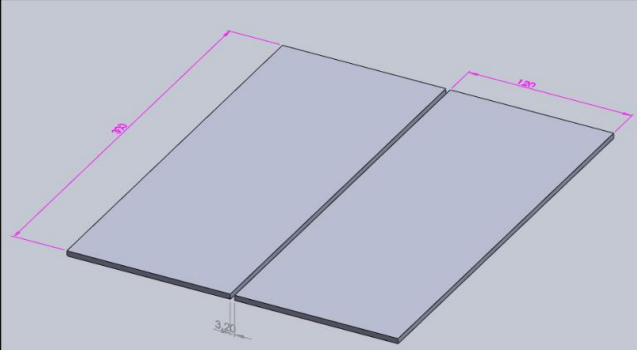
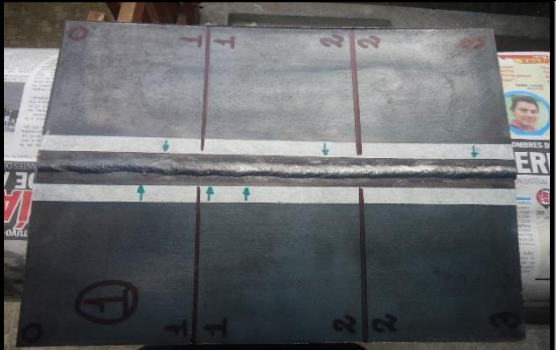
ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta salpicaduras que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

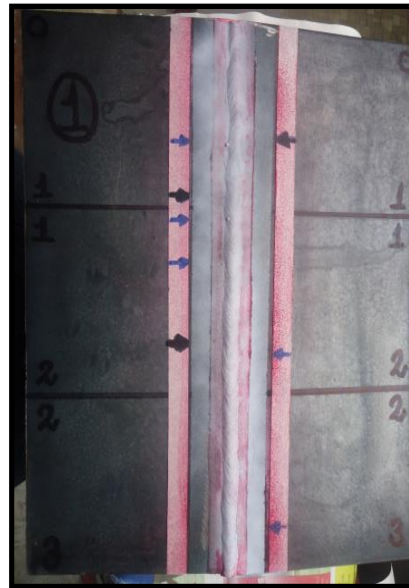
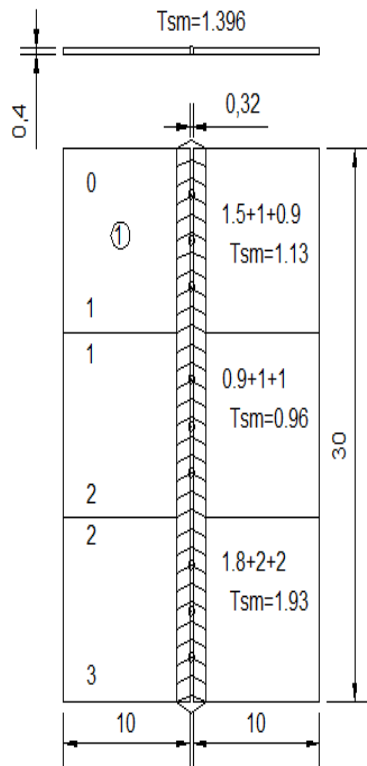
4.1.6.2 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS MÉTODO LÍQUIDO PENETRANTES (PT)

		INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO				PT 1					
END - UTA		FIM-PT-001									
DATOS GENERALES											
Probeta N°:	1		Identificación:				T 005				
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica										
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	27 de Febrero del 2014		Ciudad:	Ambato				
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:			Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS	E 6011-E7018	Diámetro	3.2 mm	3.2 mm		
		Protección:	Fundente	Revestim	Tipo	Celulósico	Corriente:	DC			
		Posición:	A Tope:	2G	Filete:		Tubería o Plancha		√		
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Tamaño				
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular		Spray				
		Protección:	Gas		Composición		Velocidad de Flujo				
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o Plancha				
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:				
		MATERIAL BASE									
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación:	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud:	30 mm	Ancho:	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	N/A	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo:	90	Limpieza:	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	1,396 mm	Longitud de cara de raíz:	0 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			
EQUIPOS											
CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de Aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
ESQUEMA											
											

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																										
N°	Tramo	Mordeduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			Observaciones (Norma s: API 650-ASME Sección VIII)	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO				
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio				Pasa	No Pasa			
																		B	M	M/M				B	M	M/M
1	0-1				59	2,6	1											√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					66	2,3	2																			
					91	0,4	3																			
2	1-2				6	1,8	1										√							en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					30	1	2																			
					72	0,7	3																			
3	2-3	75	4	0,82	N	N	N										√				√		S:0,8 mm< Acceptable		√	



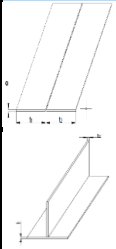
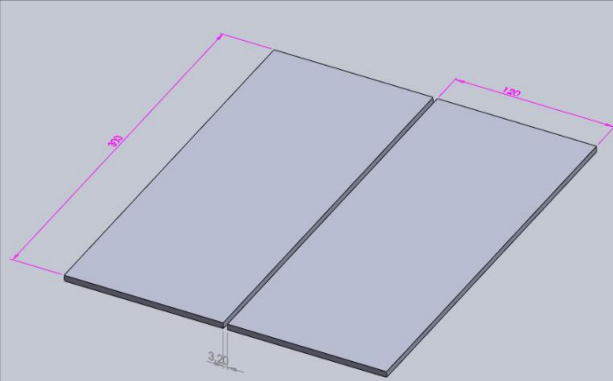
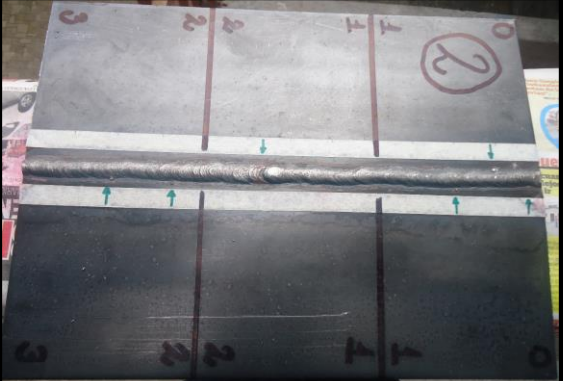
Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad, así como socavaduras que se presenta por una corriente muy elevada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

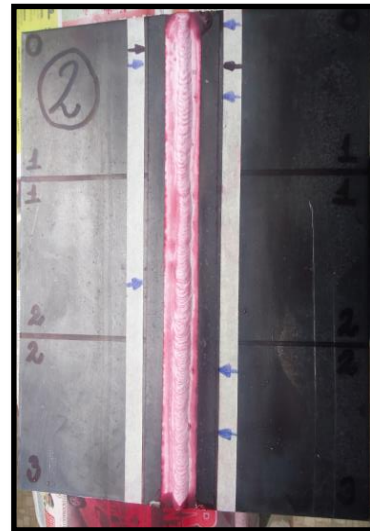
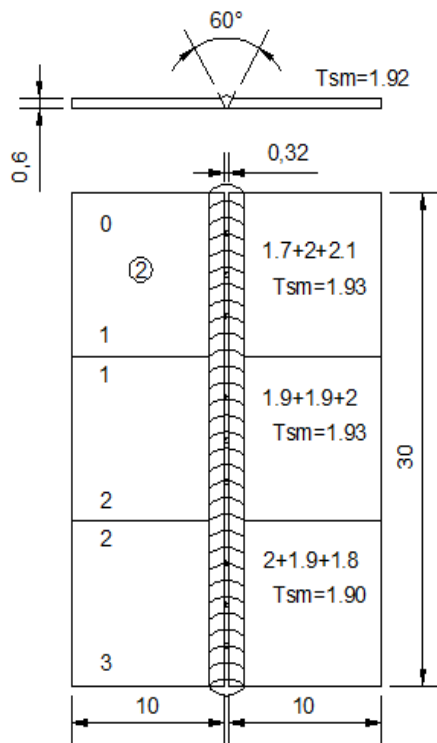
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

 END - UTA	INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO						PT 2		 FIM-PT-002		
	DATOS GENERALES										
Probeta N:	2		Identificación:			PT 006					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica										
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	27 de Febrero del 2014		Ciudad:	Ambato				
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Maquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS	E 6011-E7018	Diámetro	3.2 mm	3.2 mm		
		Protección:	Fundente	Revestim	Tipo	Celulósico	Corriente:	DC			
		Posición:	A Tope:	3G	Filete:		Tubería o		√		
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Tamaño				
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular		Spray				
		Protección:	Gas		Composición		Velocidad de Flujo				
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o				
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:						
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	V	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	60	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	1,92 mm	Longitud de cara de raíz	2mm	Soldadura efectiva	30 cm			
EQUIPOS											
CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
ESQUEMA											
											

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																									
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			Observaciones (Norma S: API 650-ASME Sección VIII)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Díametro	Cantidad	Localización	Díametro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio	Final	Pasa			No Pasa		
																		B	M	B	M				
1	0-1	8	4	0,8	20	1,4	1										√		√			S:0,8 mm< Aceptable		√	
					27	2,6	2																en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√	
					36	1	3																		
					52	2	4																		
2	1-2															√							√		
3	2-3				17	1,6	1									√		√				en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					53	2,3	2																		



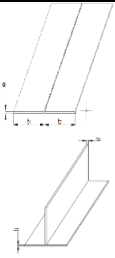
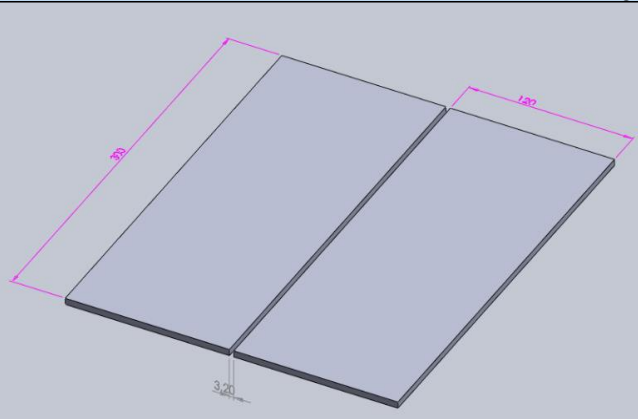
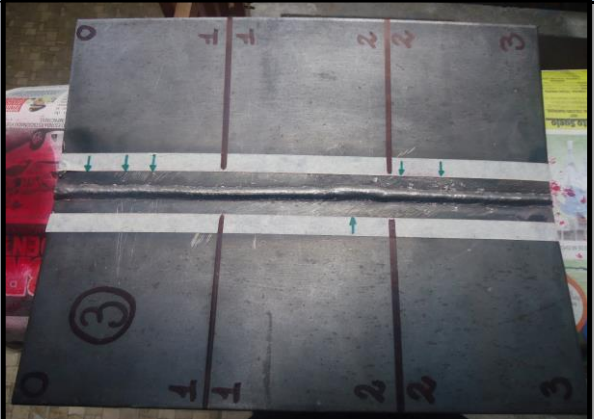
Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA TAMAÑO DE SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad, así como socavaduras que se presenta por una corriente muy elevada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

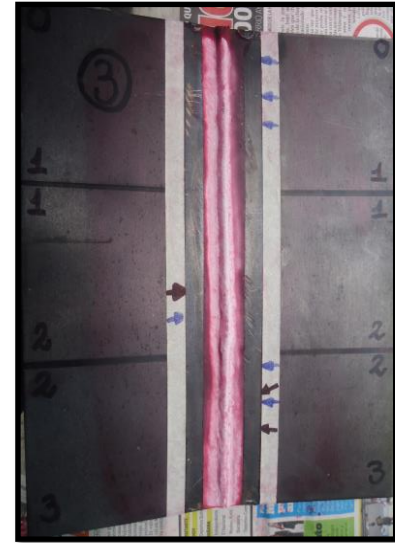
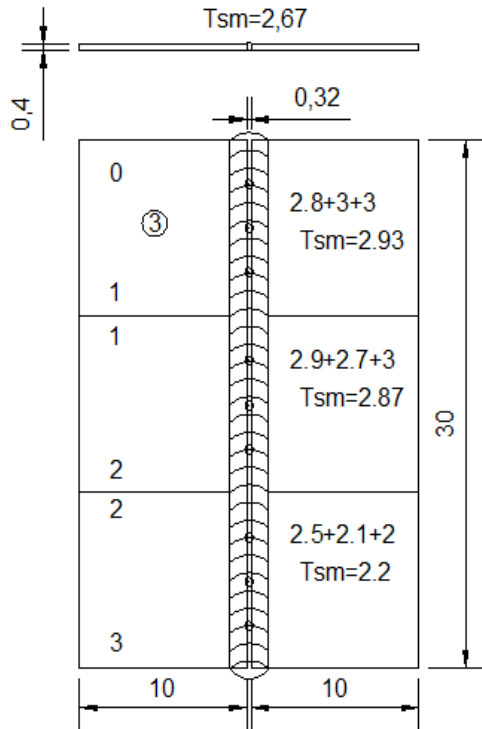
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

 END - UTA	INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO						PT 3		 FIM-PT-003		
	DATOS GENERALES										
Probeta N:	3		Identificación:				PT 007				
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica										
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	27 de Febrero del 2014		Cuidad:	Ambato				
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro				
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:				
		Posición:	A Tope		Filete:		Tubería o Plancha				
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Multiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		ER 705-6		Tamaño	0.9 mm	
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular		Spray				
		Protección:	Gas		Ar-Co2		Composición		80-20	Velocidad de Flujo	15-20 m/min
		Posición:	A Tope		Filete:		2F	Tubería o Plancha			√
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		√	Multiple:					
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	S/N	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	90	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Tamaño del cordón:	2,67 mm	Longitud de cara de raíz:	0 mm	Soldadura efectiva		30 mm		
EQUIPOS											
CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de Aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
ESQUEMA											
											

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																									
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad				Observaciones (Norma s: API 650-ASME Sección VIII)	CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio		Final			Pasa	No Pasa	
																		B	M	B	M				
1	0-1				18	1	1										√		√				P: $\sum d/8 < e =$ Aceptable	√	
					41	1,2	2																		
					58	1,1	3																		
2	1-2				60	0,9	1										√						P: $\sum d/8 < e =$ Aceptable	√	
					78	1,2	2																		
3	2-3				7	1,2	1										√					√	P: $\sum d/8 < e =$ Aceptable	√	
					30	2,4	2																		
					32	1	3																		
					32	3,7	4																		



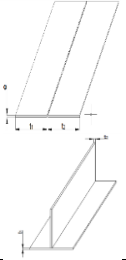
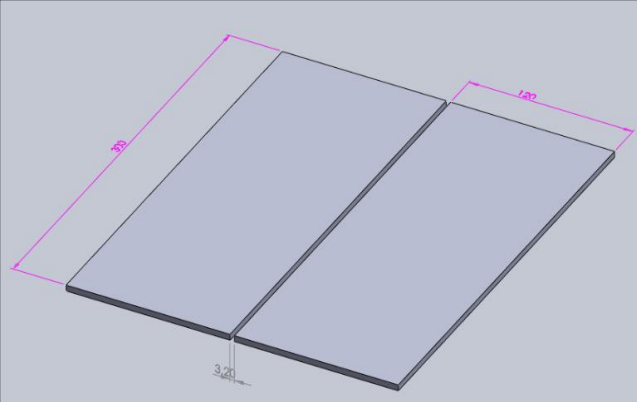
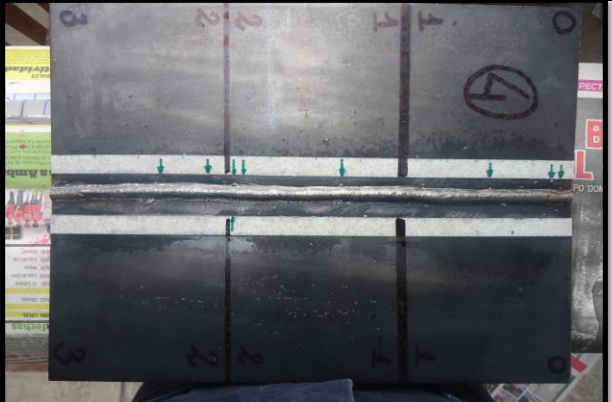
Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA TAMAÑO DE SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

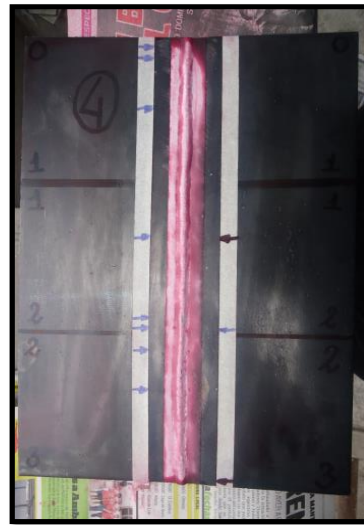
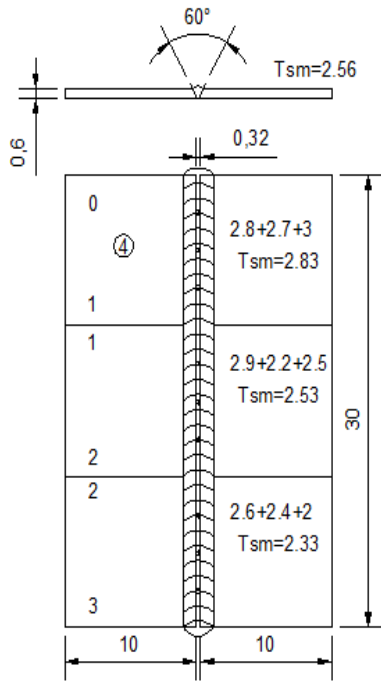
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

		INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO					PT 4						
END - UTA									FIM-PT-004				
DATOS GENERALES													
Probeta N:	4		Identificación:				T 008						
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica												
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:		27 de Enero del 2014		Cuidad:		Ambato				
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:			Ing. Mg. Juan Paredes Salinas						
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA													
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático						
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro						
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:						
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o						
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:						
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático						
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		ER 705-6		Tamaño		0.9 mm		
		Modo de Transferenci	Corto circuito		Globular				Spray		√		
		Protección:	Gas		Ar-Co2		Composición		80-20		Velocidad de Flujo		15-20 m/min
		Posición:	A Tope:		Filete:		2F		Tubería o		√		
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		√		Múltiple:						
MATERIAL BASE													
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm			
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	V	Espesor Real:	5,7mm	Ángulo	60	Limpieza	√			
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	2,56 mm	Longitud de cara de raíz	2 mm	Soldadura efectiva		30 cm				
EQUIPOS													
CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnafl ux	Secado	Evaporación Normal			
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de Aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnafl ux	Secado	Evaporación Normal			
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnafl ux	Secado	Evaporación Normal			
ESQUEMA													
													

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																										
N°	Tramo	Sacavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad				Observaciones (Norma s: API 650-ASME Sección VIII)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio		Final				Pasa	No Pasa	
																		B	M	B	M					
1	0-1				8	1,1	1										√		√				en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					13	1,1	2																			
					49	0,9	3																			
2	1-2				34	1,5	1									√							en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					36	1,5	2																			
					90	1	3																			
					95	2	4																			
					97	1,2	5																			
3	2-3				10	1,2	1									√				√			en 1 pulg. <20 Sa=Aceptable	√		
					36	2,2	2																			
					46	0,4	3																			
					97	1,2	4																			



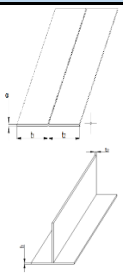

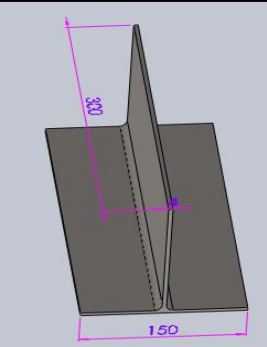

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Tsm= Tamaño de sobremonta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA TAMAÑO DE SOBREMONTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

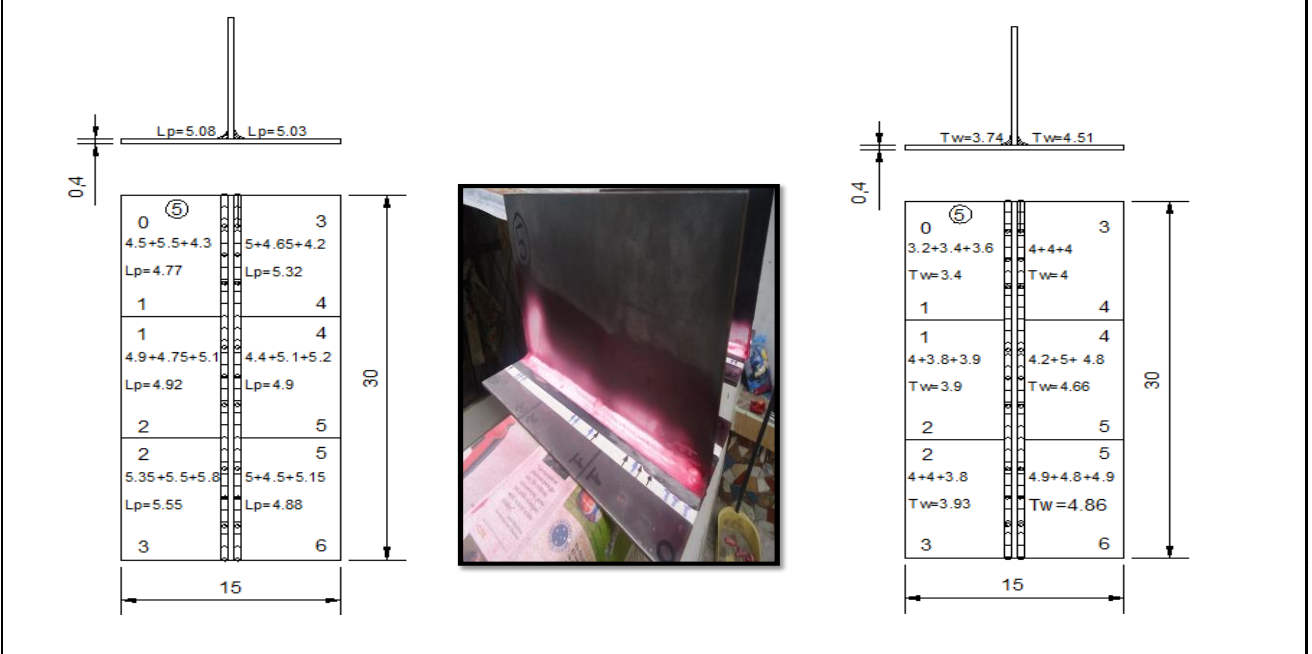
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVIÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

		INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO					PT 5					
END - UTA										FIM-PT-005		
DATOS GENERALES												
Probeta N:	5		Identificación:				F 005					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica											
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:		27 de Febrero del 2014		Cuidad:		Ambato			
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:			Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA												
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Maquina		Semiautomático					
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS	E 6011-E7018	Diámetro	3.2 mm	3.2 mm			
		Protección:	Fundente	Revestim	Tipo	Celulósico	Corriente:	DC				
		Posición:	A Tope:	3G	Filete:		Tubería o Plancha		√			
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:					
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático					
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Tamaño					
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular		Spray					
		Protección:	Gas		Composición		Velocidad de Flujo					
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o Plancha					
	Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:						
	MATERIAL BASE											
	MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
		Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	Simple	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√	
Abertura de raíz:		N/A	Longitud de Pierna:	5,08 mm 5,03 mm	Garganta:	3,74 mm 4,51 mm	Soldadura efectiva:	30 cm				
EQUIPOS												
CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal		
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de Aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal		
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal		
ESQUEMA												
												

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																										
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad				Observaciones (Norma s: API 650-ASME Sección VIII)	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO			
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio		Final			Pasa	No Pasa		
																		B	M	B	M					
1	0-1	9	11	1,2	62	2	1	44	0,4	1						√							So:0,8 mm< Acceptable		√	
		18	4,8	0,8	72	0,6	2	57	0,5	2													en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
		26	4,4	0,4																				Po:2,5mm<Acceptable	√	
2	1-2				15	0,8	1									√							en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					20	2	2																			
					45	1,4	3																			
					50	1	4																			
					95	1,9	5																			
3	2-3	95	1,5	0,5	55	1,8	1								√							So:0,8mm< Acceptable		√		
					63	4,9	2																en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					70	1,8	3																			
4	3-4				24	1	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√			
					67	0,6	2																			
					82	0,9	3																			
					90	1,2	4																			
5	4-5				40	1	1									√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√			
					60	0,9	2																			
					80	0,6	3																			
					94	0,6	4																			
6	5-6				2	1,5	1								√							en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√			
					10	1,8	2																			
			23	1	3																					



Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



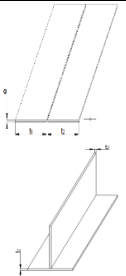
Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. Se presenta socavaduras que se da por un elevado voltaje así como porosidad que es causado por un arco corto. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

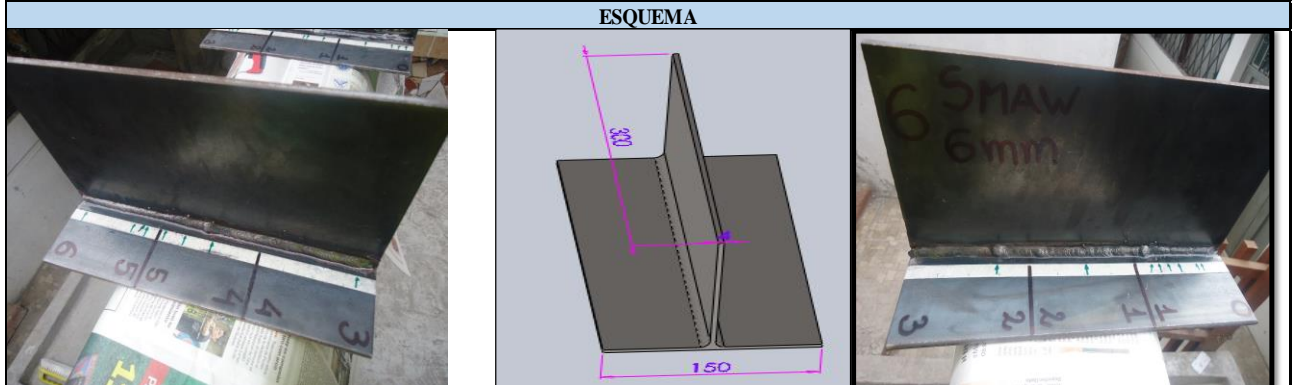
	INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	PT 6	
END - UTA			FIM-PT-006

DATOS GENERALES			
Probeta N:	6	Identificación:	F 006
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	05 de Febrero del 2014
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA									
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático		
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS	E 6011-E7018	Diámetro	3.2 mm	3.2 mm
		Protección:	Fundente	Revestim	Tipo	Celulósico	Corriente:	DC	
		Posición:	A Tope:	3G	Filete:		Tubería o Plancha		√
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:		
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático		
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Tamaño		
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular		Spray		
		Protección:	Gas		Composición		Velocidad de Flujo		
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o Plancha		
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:				

MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNION	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	Simple	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	N/A	Longitud de Pierna:	5,17 mm 5,93 mm	Garganta:	4,17 mm 4,63 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			

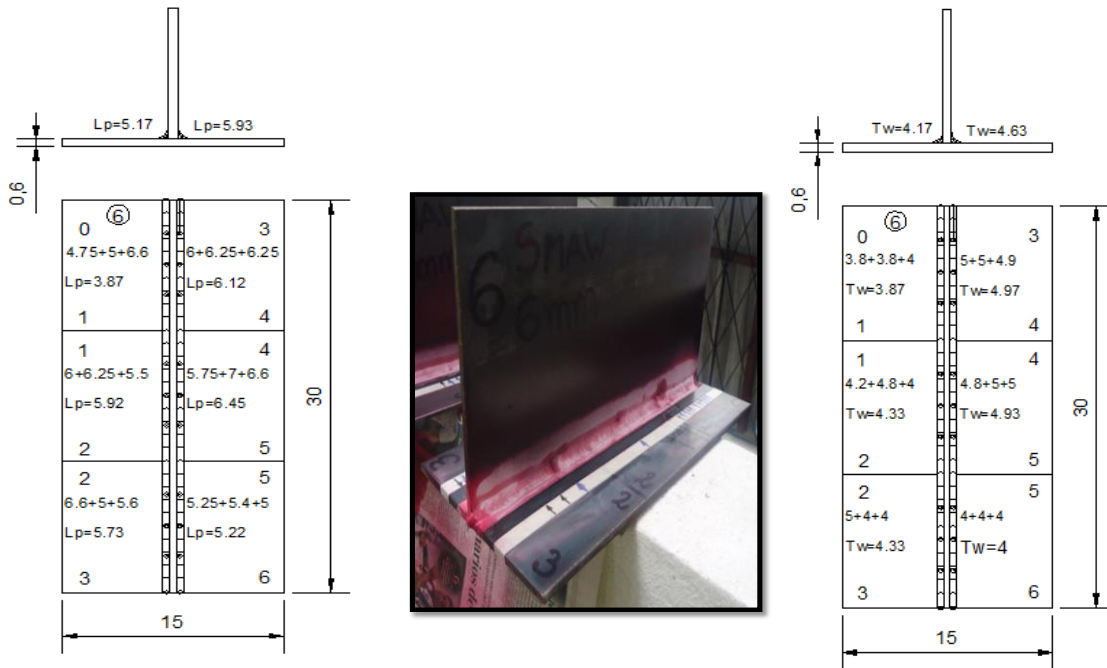
EQUIPOS										
CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnafl ux	Secado	Evaporación Normal
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de Aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnafl ux	Secado	Evaporación Normal
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnafl ux	Secado	Evaporación Normal



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																								
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas		Continuidad		Uniformidad			CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO				
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Díametro	Cantidad	Localización	Díametro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	N o existe	Inici	Longit	Pasa	No Pasa			
																		B	M	B	M			
1	0-1	12	6	0,4	63	2	1	36	0,8	1							√	√			So:0,8mm< Acceptable		√	
		27	3	0,9	73	2,3	2	40	0,6	2											en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
		32	3	1	79	2,8	3	46	0,6	3											Po:2,5mm<Acceptable		√	
		52	4	1				69	1,3	4														
2	1-2				14	2,3	1									√					en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					47	0,8	1										√				en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					60	0,78	2																	
3	2-3				15	1	1									√		√			en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					10	0,58	2																	
					78	1,8	3																	
4	3-4				94	5	1,1	36	3,6	1	67	0,6	1			√					So:0,8 mm< Acceptable		√	
					36	3,6	1	45	2	2	80	0,52	2								en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
								87	0,82	3												Po:2,5mm<Acceptable	√	
5	4-5				13	3	1	17	1,8	1	8	0,3	1			√		√			So:0,8 mm< Acceptable		√	
					28	2	0,5														en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
					84	2,3	0,5															Po:2,5mm<Acceptable	√	
					87	3	0,4																	



Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. Se presenta socavaduras que se da por un elevado voltaje así como porosidad que es causado por un arco corto. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	PT 7	
END-UTA			FIM-PT-007

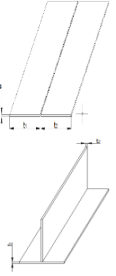
DATOS GENERALES

Probeta N:	7	Identificación:	F 007		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014	Ciudad:	Ambato
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

		Tipo:		Con Máquina		Semiautomático			
		Smaw	Electrodo:	Manual	Especificación AWS	Clasificación AWS	Diámetro		
PROCESO DE SOLDADURA		Protección:	Fundente		Tipo	Corriente:			
		Posición:	A Tope:		Filete:	Tubería o Plancha			
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	Múltiple:			
	Gmaw	Tipo:	Manual	✓	Con Máquina	Semiautomático			
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.18	Clasificación AWS	ER 705-6	Tamaño	0.9 mm	
		Modo de Transferencia	Corto circuito	✓	Globular		Spray	✓	
		Protección:	Gas	Ar-Co2	Composición	80-20	Velocidad de Flujo	15-20 m/min	
		Posición:	A Tope:		Filete:	1F	Tubería o Plancha		✓
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	✓	Múltiple:		

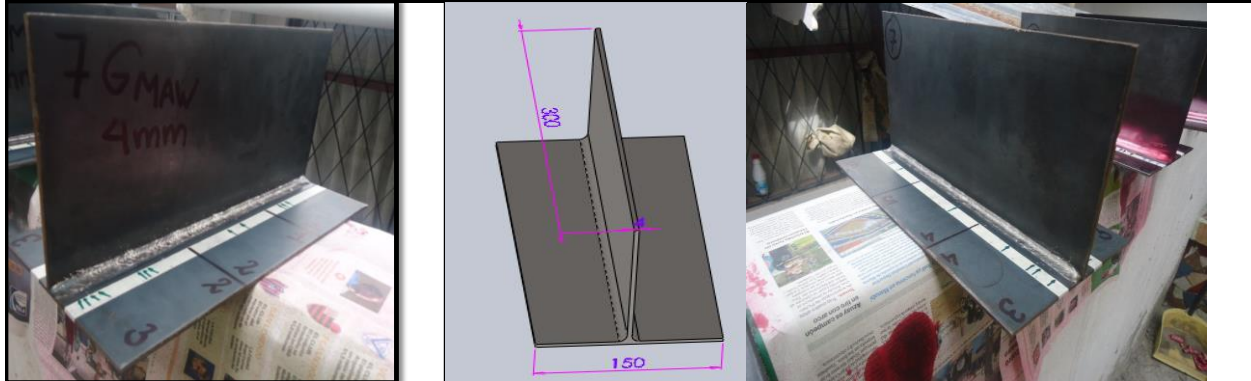
MATERIAL BASE

MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	simple	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	✓	
	Abertura de raíz:	N/A	Longitud de Pierna:	5,22 mm 5,96 mm	Garganta:	5,11 mm 5,76 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			

EQUIPOS

	Tipo:	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	Marca:	Secado	Evaporación Normal
CLEANER	Pulverizador en Aerosol	SKC-S	5 min	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
PENETRADOR	Pulverizador en Aerosol	SKL-SP2	15 min	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	
REVELADOR	Pulverizador en Aerosol	SKD-S2	10 min	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal	

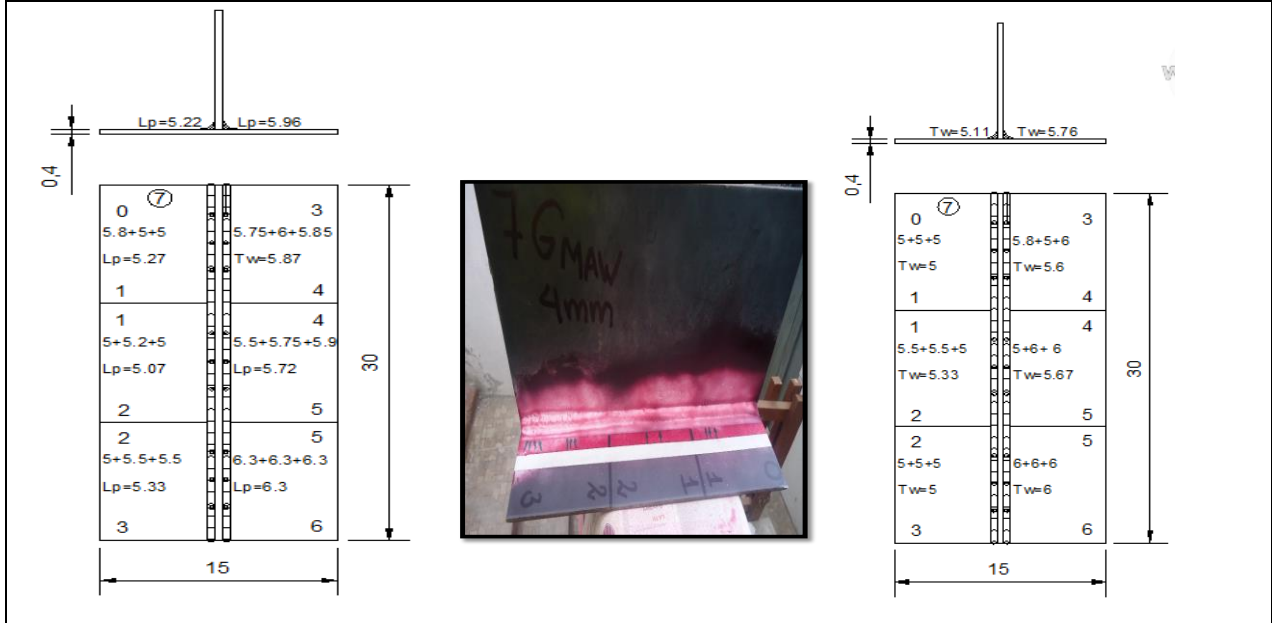
ESQUEMA



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																								
N°	Tramo	Socavaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas			Continuidad		Uniformidad			Observaciones (Norma S: API 650-ASME Sección VIII)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Dímetro	Cantidad	Localización	Dímetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	B	M	B			M	Pasa
1	0-1				46	0,6	1																	
					63	2	2																	
					73	1,2	3																	
					80	1,3	4																	
2	1-2				34	1,5	1	30	0,2	1														
					55	2,2	2																	
					70	0,8	3																	
3	2-3				14	0,9	1																	
					40	1,2	1																	
					44	1,1	2																	
					48	1	3																	
					83	2	4																	
					84	2,2	5																	
					87	1,8	6																	
					89	1,5	7																	
4	3-4				96	1,5	8																	
					10	0,4	1																	
					12	1,6	2																	
					29	2	3																	
					32	0,9	4																	
					60	1	5																	
5	4-5				62	0,7	6																	
					18	0,8	1																	
6	5-6				33	1,9	2																	
					38	1	1	95	0,96	1														
					58	1,2	2																	
					60	1,2	3																	
			80	1	1																			

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)

ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA



Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. Se presenta porosidad que es causado por un arco corto y por una corriente inadecuada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	27 de Febrero del 2014

	INFORME DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO	PT 8	
END - UTA			FIM-PT-008

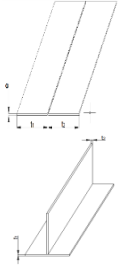
DATOS GENERALES

Probeta N°:	8	Identificación:	F 008
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	27 de Febrero del 2014
Realizado	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro	
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:	
		Posición:	A Tope:		Filete:		Tubería o Plancha	
	Gmaw	Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:	
		Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático	
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.18	Clasificación AWS	ER 705-6	Tamaño	0.9 mm
		Modo de Transferencia:	Corto circuito	√	Globular		Spray	√
		Protección:	Gas	Ar-Co2	Composición	80-20	Velocidad de Flujo	15-20 m/min
		Posición:	A Tope:		Filete:	2F	Tubería o Plancha	√
	Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:		

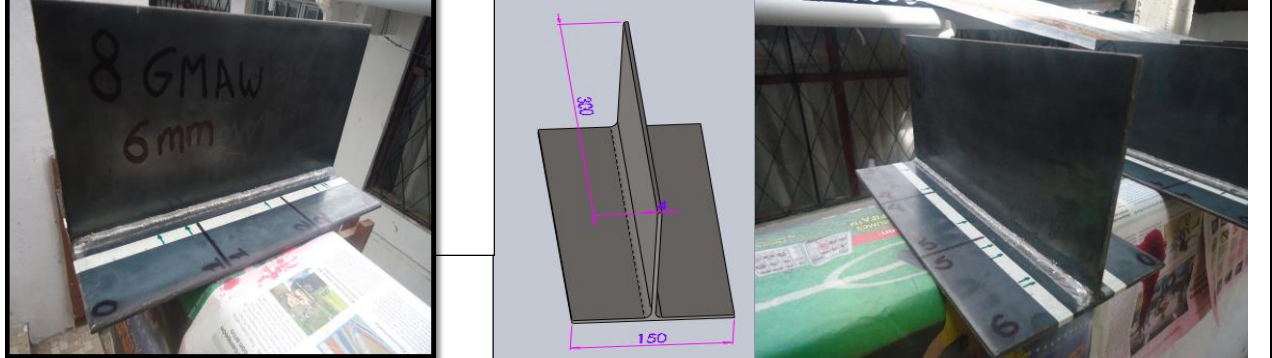
MATERIAL BASE

MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	15 mm	
	Unión:	Filete	Tipo de Bisel:	simple	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	N/A	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Longitud de Pierna:	6,08 mm 5,959mm	Garganta:	5,24 mm 4,43 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			

EQUIPOS

CLEANER	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKC-S	Tiempo:	5 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal
PENETRADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de Aplicación	SKL-SP2	Tiempo:	15 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal
REVELADOR	Tipo:	Pulverizador en Aerosol	Modelo de aplicación	SKD-S2	Tiempo:	10 min	Marca:	Magnaflux	Secado	Evaporación Normal

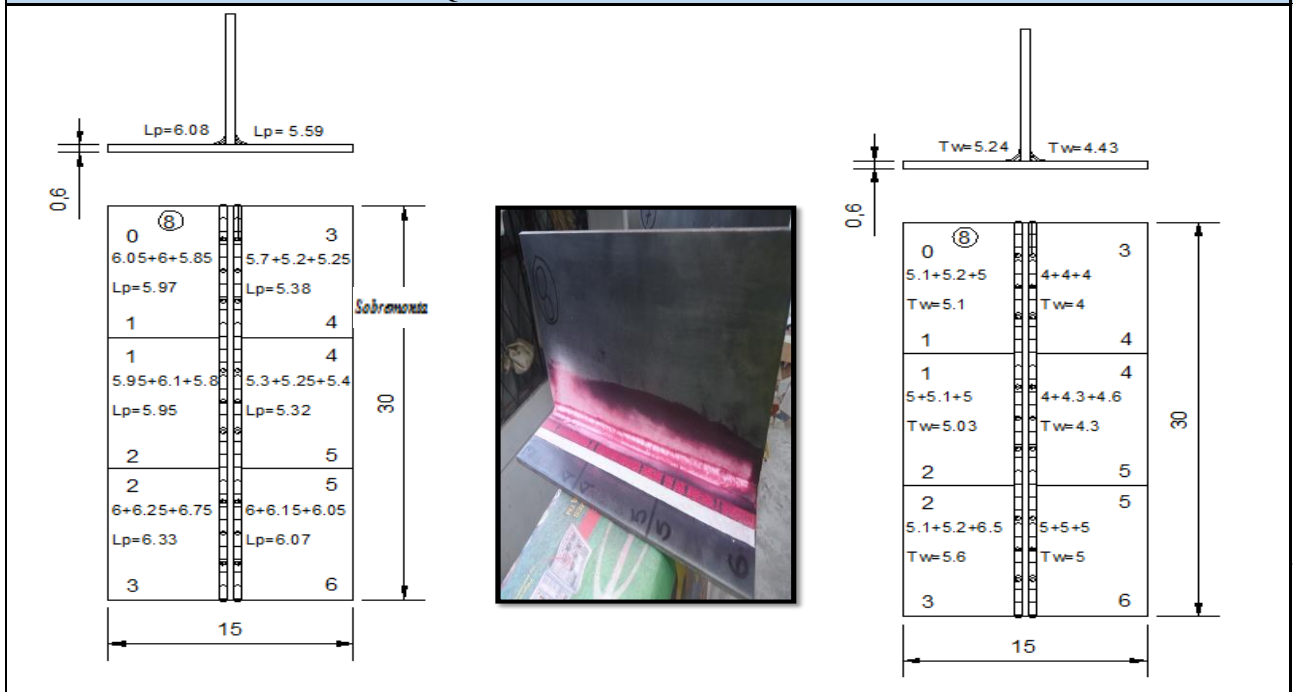
ESQUEMA



JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR																									
N°	Tramo	Montaduras			Salpicaduras			Porosidad			Fisuras		Grietas		Continuidad		Uniformidad		Observaciones (Norma S: API 650-ASME Sección VIII)		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO				
		Localización	Longitud	Profundidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Diámetro	Cantidad	Localización	Longitud	Localización	Longitud	Cantidad	Existe	No existe	Inicio			Final		Pasa	No Pasa	
																		B	M	B	M				
1	0-1				63	1	1	5	0,4	1							√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					90	1,3	2																Po:2,5mm<Acceptable	√	
2	1-2				70	0,8	1										√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					78	1,2	2																		
3	2-3				47	1,6	1										√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					63	2	2																		
					67	1,9	3																		
4	3-4				16	0,7	1										√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					27	1,5	2																		
					87	1,6	3																		
5	4-5				70	7	1									√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√		
6	5-6				14	1,6	1										√						en 1 pulg. <20 Sa=Acceptable	√	
					28	1,2	2																		
					62	1,9	3																		
					65	1,8	4																		
					94	2,6	5																		

Nota: Los parámetro de medición son los siguientes: B= buena, M= mala, √=De cuerdo, Lp= Longitud de pierna, Tw= Tamaño de garganta, Po=Porosidad, Sa=Salpicaduras So= Socavadura. Las medidas estas expresadas en Milímetros (mm)



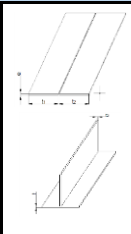
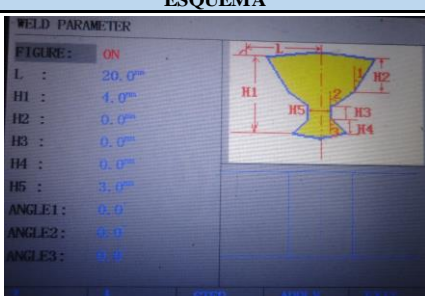
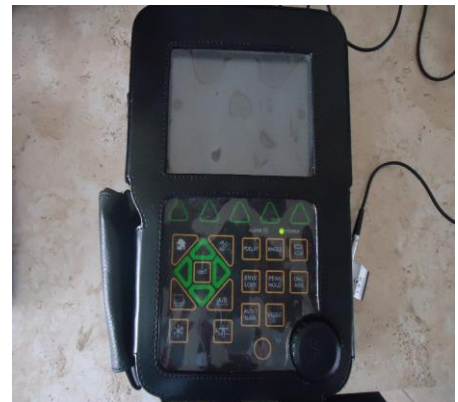
ESQUEMA DE TAMAÑO PIERNA Y GARGANTA





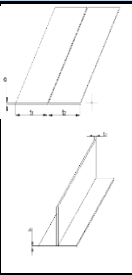


Observaciones: El cordón de soldadura presenta mas salpicaduras gracias las tintas penetrantes que generalmente no tiene importancia respecto a la inspección y calidad de la soldadura en este caso que se recomienda según la Norma API 650 que en 1 pulgada (2,54 cm) máximo debe haber 20 salpicaduras para poder ser aceptada, y su formación se debe a la presencia de humedad. Se presenta porosidad que es causado por un arco corto y por una corriente inadecuada. La interpretación de resultado determinara el rechazo como aceptable a la probeta. Mediante esta técnica se pudo ver mas defectos en el cordón de soldadura en comparación con el ensayo Visual.

ELABORADO POR: Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA DE ELABORACIÓN
REVISÓ: Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	27 de Febrero del 2014



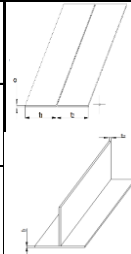
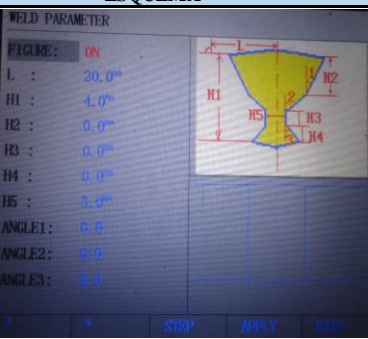
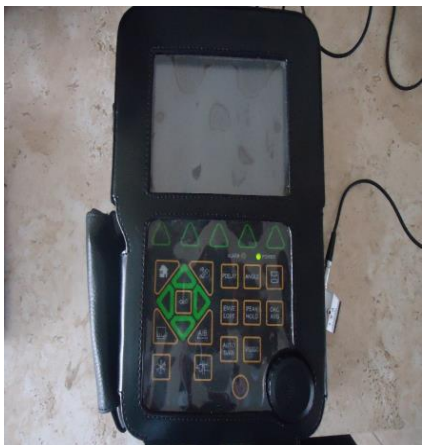
4.1.6.3 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS MÉTODO ULTRASONIDO

		INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO				UT 1					
END - UTA								FIM-UT-001			
DATOS GENERALES											
Probeta N:	1		Identificación:			T 009					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica										
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	10 de Junio del 2014		Cuidad:	Ambato				
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual:	√	Con Máquina:	Semiautomático:					
		Electrodo:	Especificación AWS:	A.5.1	Clasificación AWS:	E 6010-E7018	Diámetro:	3,2 mm	3,2 mm		
		Protección:	Fundente:	Revestimiento	Tipo:	Celulósico	Corriente:	DC			
		Posición:	A Tope:	2G	Filete:		Tubería o Plancha:	√			
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual:		Con Máquina:	Semiautomático:					
		Electrodo:	Especificación AWS:		Clasificación AWS:		Diámetro:				
		Modo de Transferencia:	Corto circuito:		Globular:		Spray:				
		Protección:	Gas:		Composición:		Velocidad de Flujo:				
		Posición:	A Tope:		Filete:		Plancha o tubería:				
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:						
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación:	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud:	30 mm	Ancho:	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	Rectangular	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo	90	Limpieza:	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Tamaño de cordón:	1,396 mm	Longitud de cara de raíz:	0 mm	Soldadura efectiva:	30 cm			
EQUIPOS											
EQUIPO	Marca:	MITECH		Modelo:	MFD800B		Numero de serie:	UT1008015			
PALPADORES											
N°	Identificación	Tamaño	Tipo		Frecuencia(MHz)	Ángulo (Grados)					
1	T017	8x9	Angular		4	60					
PARAMETROS GENERALES DE INSPECCION					EQUIPO (MFD800B)						
Ganancia		Parámetros de la norma		Velocidad del Sonido							
40 db		máximo 40 db		3230 m/s							
Retardo de Señal		Norma		Acople							
4,72 mm		Asme sección 5 Artículo 4		Aceite							
ESQUEMA											
											



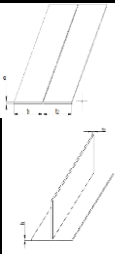
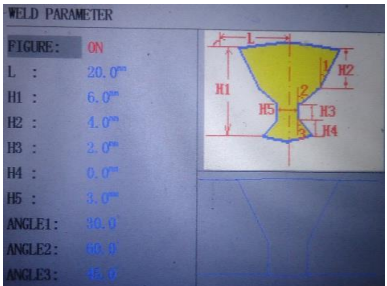

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR														
N°	Tramos	Palpador	Decibeles				Discontinuidades					PASA	NO PASA	OBSERVACIONES
			nivel de indicación	nivel de referencia	Factor de atenuación	calificación indicación	Longitud	Profundidad	Distancia angular	Distancia desde				
										x	y			
a	b	c	d											
1	0-1	1	8	40	4	28	22	0,7	30,7	22	0,7	√		
		1	40	40	4	-4	23	0,2	31,5	23	0,2		√	
		1	24,8	40	4	11,2	22,7	0,6	30,8	22,7	0,6	√		
		1	30,5	40	4	5,5	22,8	0,5	30,9	22,8	0,5	√		
		1	27,5	40	4	8,5	22,2	0,9	30,3	22,2	0,9	√		
2	1-2	1	42,2	40	4	-6,2	21,5	1,3	29,4	21,5	1,3		√	
		1	30	40	4	6	21	1,6	28,9	21	1,6	√		
		1	47,5	40	4	-12	20,8	1,7	28,7	20,8	1,7		√	
		1	56,5	40	4	-21	21,1	1,5	28,9	21,1	1,5		√	
3	2--3	1	26,5	40	4	9,5	15,9	3,5	23	15,9	3,5	√		
		1	29	40	4	7	25,6	1,1	34,1	25,6	1,1	√		
		1	40,2	40	4	-4,2	30	6	39,2	30	6		√	
		1	40,2	40	4	-4,2	31	3,8	39,8	31	3,8		√	
		1	33,5	40	4	2,5	15,6	3,3	22,6	15,6	3,3	√		
OBSERVACIONES: El calculo de d se realizo con la formula $d=(b-a-c)$ segun los parametros de la norma Asme seccion V y Norma AWS D1.1														
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio							VERIFICO: Ing. Mg. Juan Paredes				FECHA DE ELABORACIÓN			
REVISO: Lic. Gonzalo Villavicencio							VALIDO: Ing. Mg. Juan Paredes				27 de Febrero del 2014			

		INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO				UT 2					
END - UTA								FIM-UT-002			
DATOS GENERALES											
Probeta N:	2		Identificación:			T 0010					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica										
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	10 de Junio del 2014		Cuidad:	Ambato				
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual	√	Con Máquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.1	Clasificación AWS:	E 6010-E7018	Diámetro:	3,2 mm	3,2 mm		
		Protección:	Fundente:	Revestimiento	Tipo:	Celulósico	Corriente:	DC			
		Posición:	A Tope:	3G	Filete:		Tubería o Plancha		√		
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:	√	Múltiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Máquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS:		Tamaño:				
		Modo de Transferencia	Corto circuito:		Globular:		'spray				
		Protección:	Gas:		Composición:		Velocidad de Flujo				
		Posición:	A Tope:		Filete:		Plancha o tubería				
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:						
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTMA	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	V	Espesor Real:	5,7 mm	Ángulo	60	Limpieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Tamaño de cordón:	1,92 mm	Longitud de cara de raíz	2mm	Soldadura efectiva	30 cm			
EQUIPOS											
EQUIPO	Marca:	MITECH		Modelo:	MFD800B	Numero de serie:	UT1008015				
PALPADORES											
N°	Identificación	Tamaño	Tipo		Frecuencia (MHz)		Ángulo (Grados)				
1	T018	8x9	Angular		4		60				
PARÁMETROS GENERALES DE INSPECCIÓN					EQUIPO (MFD800B)						
Ganancia		Parámetros de la norma		Velocidad del Sonido							
40 db		máximo 40 db		3250 m/s							
Retardo de Señal		Norma		Acople							
4,72 mm		Asme sección 5 Artículo 4		Aceite							
ESQUEMA											
											

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR														
N°	Tramos	Palpador	Decibeles				Discontinuidades					PASA	NO PASA	OBSERVACIONES
			nivel de indicación	nivel de referencia	Factor de atenuación	calificación indicación	Longitud	Profundidad	Distancia angular	Distancia desde				
										x	y			
			a	b	c	d								
1	0-1	1	21,8	40	4	14,2	29	5	38,1	29	5	√		
		1	42	40	4	-6	30,4	4,1	39,7	30,4	4,1		√	
		1	59,8	40	4	-23,8	30,1	4,3	39,4	30,1	4,3		√	
		1	35,2	40	4	0,8	29,4	4,7	38,6	29,4	4,7	√		
		1	60,2	40	4	-24,2	30	4,4	39,3	30	4,4		√	
2	1--2	1	22,2	40	4	13,8	29,6	4,6	38,8	29,6	4,6	√		
		1	25	40	4	11	34,5	1,8	44,4	34,5	1,8	√		
		1	33,2	40	4	2,8	24,8	4,6	33,2	24,8	4,6	√		
		1	35,7	40	4	0,3	26,9	5,8	35,7	26,9	5,8	√		
		1	36,1	40	4	-0,1	27,2	6	36,2	27,2	6		√	
3	2--3	1	36,5	40	4	-0,5	21,8	2,9	29,8	21,8	2,9		√	
		1	39,8	40	4	-3,8	27,5	5,8	36,4	27,5	5,8		√	
		1	27	40	4	9	27,1	6	35,9	27,1	6	√		
		1	35,8	40	4	0,2	30,5	4,1	39,8	30,5	4,1	√		
		1	31,8	40	4	4,2	27,3	5,9	36,2	27,3	5,9	√		
		1	41,2	40	4	-5,2	28,8	5,5	37	28,8	5,5		√	
OBSERVACIONES:														
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio							VERIFICO: Ing. Mg. Juan Paredes				FECHA DE ELABORACIÓN			
REVISO: Lic. Gonzalo Villavicencio							VALIDO: Ing. Mg. Juan Paredes				27 de Febrero del 2014			

		INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO				UT 3					
END - UTA								FIM-UT-003			
Probeta N:		3		Identificación:		T 0011					
Solicitante:		Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica									
Dirección:		Av. Los Chasquis		Fecha:		10 de Junio del 2014		Ciudad: Ambato			
Realizado por:		Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual:	Con Máquina:	Semiautomático:						
		Electrodo:	Especificación AWS	Clasificación AWS	Diámetro						
		Protección:	Fundente	Tipo	Corriente:						
		Posición:	A Tope:	Filete:	Tubería o Plancha						
		Técnica:	Aportación:	Oscilante:	Múltiple:						
	Gmaw	Tipo:	Manual	✓	Con Máquina:	Semiautomático					
		Electrodo:	Especificación AWS	A.5.18	Clasificación AWS	ER 705-6	Tamaño:	0.9 mm			
		Modo de Transferencia:	Corto circuito	✓	Globular	spray					
		Protección:	Gas:	Ar-Co2	Composición:	80-20	Velocidad de Flujo:	15-20 m/min			
		Posición:	A Tope:	2G	Filete:	Tubería o Plancha					
Técnica:		Aportación:	Oscilante:	✓	Múltiple:						
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación:	ASTM A36	Espesor Nominal:	4 mm	Longitud:	30 mm	Ancho:	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	Rectangular	Espesor Real:	3,7 mm	Ángulo:	90	Limpieza:	✓	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta:	2,67 mm	Longitud de cara de raíz:	0 mm	Soldadura efectiva:	30 mm			
EQUIPOS											
EQUIPO	Marca:	MITECH	Modelo:	MFD800B	Numero de serie:	UT1008015					
PALPADORES											
N°	Identificación	Tamaño	Tipo		Frecuencia (MHz)	Ángulo (Grados)					
1	T019	8x9	Angular		4	60					
PARÁMETROS GENERALES DE INSPECCIÓN					EQUIPO (MFD800B)						
Ganancia		Parámetros de la norma		Velocidad del Sonido							
40 db		máximo 40 db		3230 m/s							
Retardo de Señal		Norma		Acople							
4,72 mm		Asme sección 5 Artículo 4		Aceite							
ESQUEMA											
											

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR														
N°	Tramos	Palpador	Decibeles				Discontinuidades					PASA	NO PASA	OBSERVACIONES
			nivel de indicación	nivel de referencia	Factor de atenuación	calificación indicación	Longitud	Profundidad	Distancia angular	Distancia desde				
										x	y			
			a	b	c	d								
1	0--1	1	29,8	40	4	6,2	28,9	3	38	28,9	3	√		
		1	20,2	40	4	15,8	28,7	2,9	37,8	28,7	2,9	√		
		1	19,8	40	4	16,2	30,3	3,8	30,8	30,3	3,8	√		
2	1--2	1	33,8	40	4	2,2	28,3	2,6	37,3	28,3	2,6	√		
		1	39,5	40	4	-3,5	32,6	2,8	42,3	32,6	2,8		√	
		1	49,2	40	4	-13	29,8	3,5	39	29,8	3,5		√	
		1	46,2	40	4	-10	30,3	3,8	39,6	30,3	3,8		√	
3	2--3	1	45	40	4	-9	28,4	2,7	37,4	28,4	2,7		√	
		1	36	40	4	0	27,2	2	36,1	27,2	2	√		
		1	47	40	4	-11	29,1	3,1	38,2	29,1	3,1		√	
		1	34,8	40	4	1,2	26	1,3	34,7	26	1,3	√		
		1	44,5	40	4	-8,5	29,9	3,6	22,6	29,9	3,6		√	
OBSERVACIONES:														
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio							VERIFICO: Ing. Mg. Juan Paredes				FECHA DE ELABORACIÓN			
REVISO: Lic. Gonzalo Villavicencio							VALIDO: Ing. Mg. Juan Paredes				27 de Febrero del 2014			

		INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO				UT 4					
END - UTA								FIM-UT-004			
DATOS GENERALES											
Probeta N:	4		Identificación:			T 0012					
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica										
Dirección:	Av. Los Chasquis		Fecha:	10 de Junio del 2014		Ciudad:	Ambato				
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas					
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA											
PROCESO DE SOLDADURA	Smaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		Clasificación AWS		Diámetro				
		Protección:	Fundente		Tipo		Corriente:				
		Posición:	A Tope		Filete:		Tubería o Plancha				
		Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:				
	Gmaw	Tipo:	Manual		Con Maquina		Semiautomático				
		Electrodo:	Especificación AWS		A.5.18	Clasificación AWS		ER 705-6	Tamaño		
		Modo de Transferencia	Corto circuito		Globular		'spray				
		Protección:	Gas		Ar-Co2	Composición		80-20	Velocidad de Flujo		
		Posición:	A Tope		3G	Filete:		Tubería o Plancha		√	
Técnica:	Aportación:		Oscilante:		Múltiple:						
MATERIAL BASE											
MATERIAL Y DISEÑO DE UNIÓN	Tipo:	Acero	Especificación	ASTM A36	Espesor Nominal:	6 mm	Longitud	30 mm	Ancho	12 mm	
	Unión:	Tope	Tipo de Bisel:	V	Espesor Real:	5,7mm	Ángulo	60	Lim pieza	√	
	Abertura de raíz:	3,2 mm	Sobremonta	2,56 mm	Longitud de cara de raíz	2 mm	Soldadura efectiva		30 cm		
EQUIPOS											
EQUIPO	Marca:	MITECH		Modelo:	MFD800B		Numero de serie:		UT1008015		
PALPADORES											
N°	Identificación	Tamaño	Tipo			Frecuencia (MHz)		Ángulo (Grado)			
1	T020	8x9	Angular			4		60			
PARÁMETROS GENERALES DE INSPECCIÓN					EQUIPO (MFD800B)						
Ganancia		Parámetros de la norma		Velocidad del Sonido							
40 db		máximo 40 db		3250 m/s							
Retardo de Señal		Norma		Acople							
4,72 mm		Asme sección 5 Artículo 4		Aceite							
ESQUEMA											
											

JUNTAS SOLDADAS A INSPECCIONAR														
N°	Tramos	Palpador	Decibeles				Discontinuidades					PASA	NO PASA	OBSERVACIONES
			nivel de indicación	nivel de referencia	Factor de atenuación	calificación indicación	Longitud	Profundidad	Distancia angular	Distancia desde				
			a	b	c	d				x	y			
1	0-1	1	70	40	4	-34	20,1	1,9	27,8	20,1	1,9		√	
		1	62,8	40	4	-26,8	24,8	4,6	33,2	24,8	4,6		√	
		1	53,2	40	4	-17,2	22,5	3,3	30,5	22,5	3,3		√	
		1	68,8	40	4	-32,8	31,1	3,7	40,6	31,1	3,7		√	
		1	56,2	40	4	-20,2	19,5	1,6	27,2	19,5	1,6		√	
2	1-2	1	63,8	40	4	-27,8	26,5	5,6	35,2	26,5	5,6		√	
		1	55	40	4	-19	27	5,9	35,8	27	5,9		√	
		1	23,8	40	4	12,2	24,5	4,5	32,9	24,5	4,5	√		
3	2-3	1	39,5	40	4	-3,5	24,6	4,5	33,1	24,6	4,5		√	
		1	27,5	40	4	8,5	27,2	6	36	27,2	6	√		
		1	23,5	40	4	12,5	24,1	4,2	32,5	24,1	4,2	√		
		1	33,8	40	4	2,2	23,5	3,9	31,8	23,5	3,9	√		
		1	43,5	40	4	-7,5	23,9	4,1	32,2	23,9	4,1		√	
OBSERVACIONES:														
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio						VERIFICO: Ing. Mg. Juan Paredes				FECHA DE ELABORACIÓN				
REVISO: Lic. Gonzalo Villavicencio						VALIDO: Ing. Mg Juan Paredes				27 de Febrero del 2014				

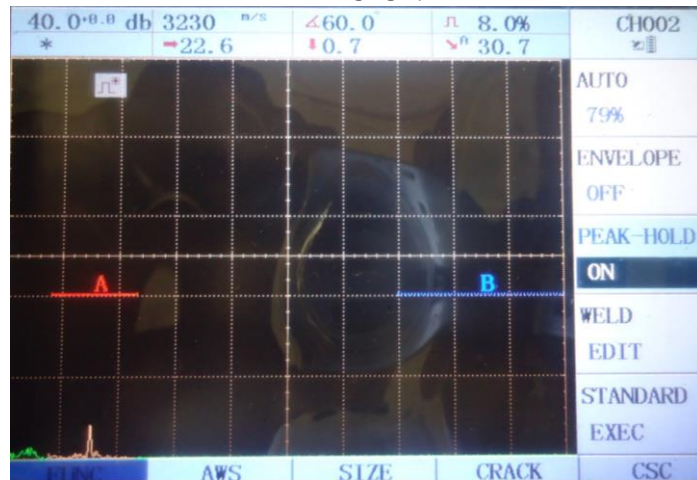
4.1.6.4 FOTOGRAFÍAS DE PROCESO DE MEDICIÓN POR EL MÉTODO DE ULTRASONIDO

Se realizó fotografías de las mediciones con el Equipo de Ultrasonido para poder realizar las fichas en Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento para posteriormente poder calificar e Inspeccionar los cordones de soldadura.

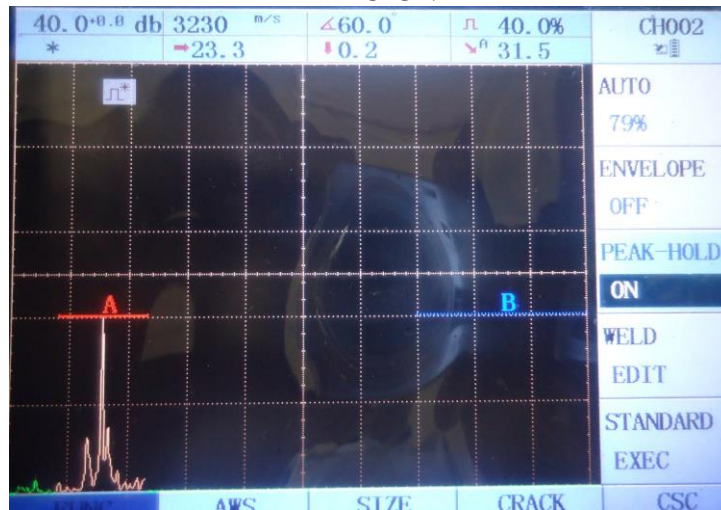
	FOTOS DE MEDICIÓN POR ULTRASONIDO EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO		F1	
				FIM-F1-001

DATOS GENERALES				
Probeta N:	1	Tramo:	0-1	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica			
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Ciudad: Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

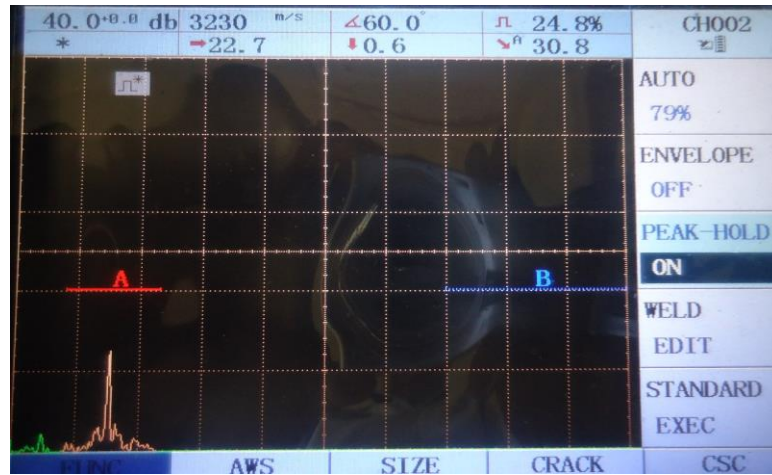
MEDICIÓN 1



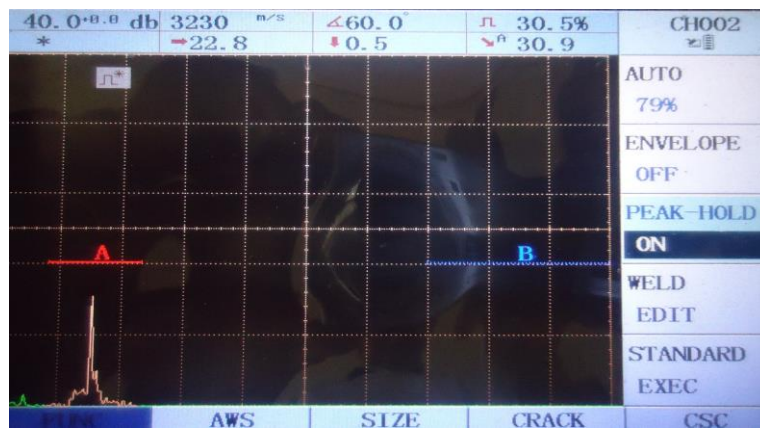
MEDICIÓN 2



MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F1

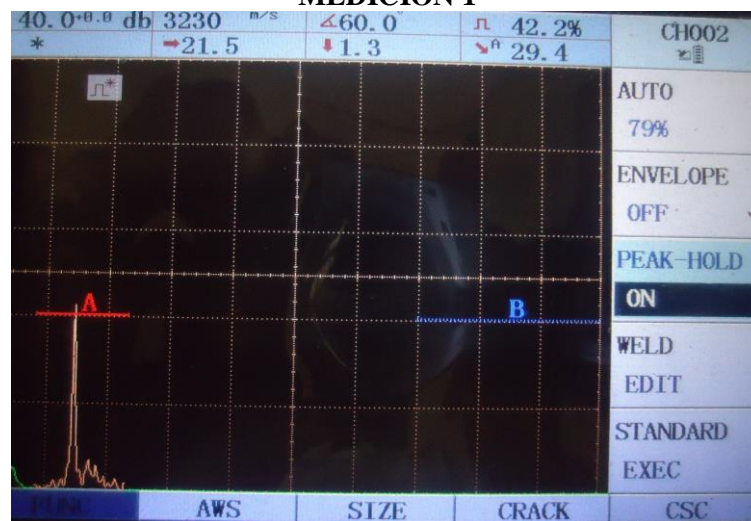


FIM-F2-002

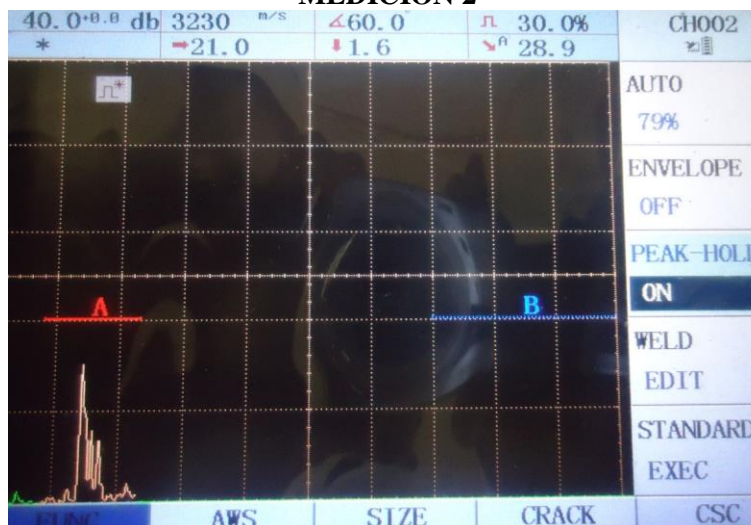
DATOS GENERALES

Probeta N:	1	Tramo:	1-2		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

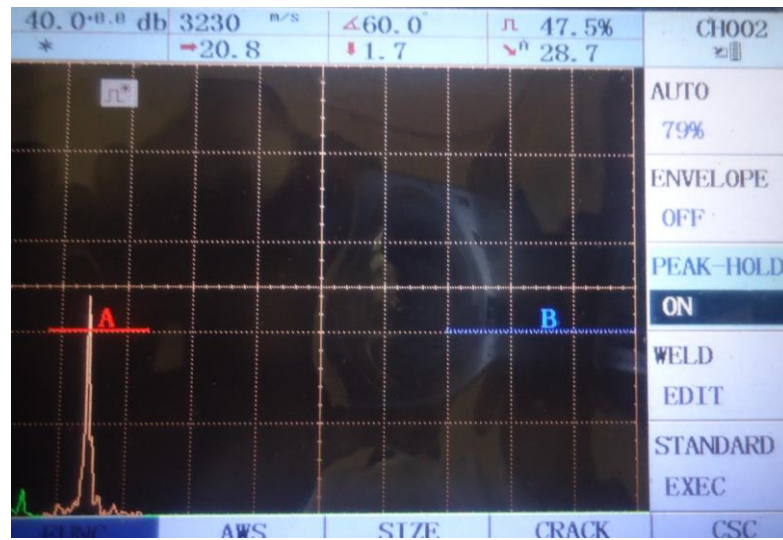
MEDICIÓN 1



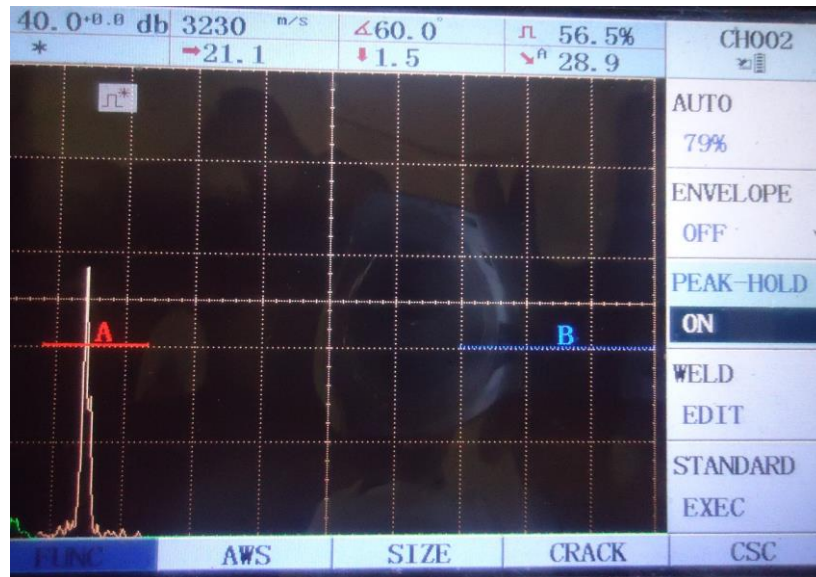
MEDICIÓN 2



MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	21 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F1

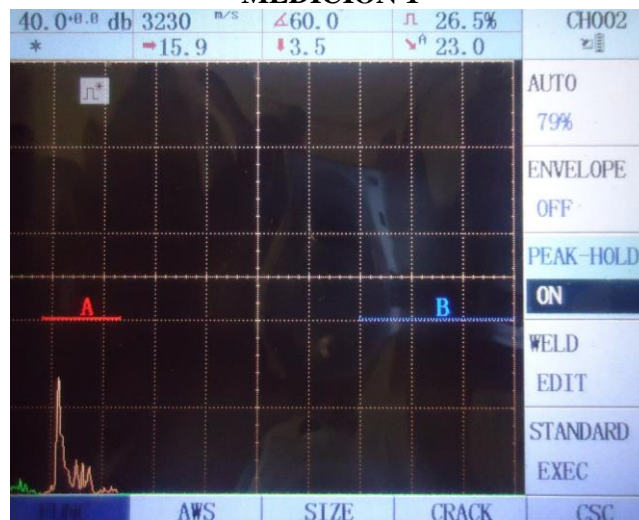


FIM-F2-002

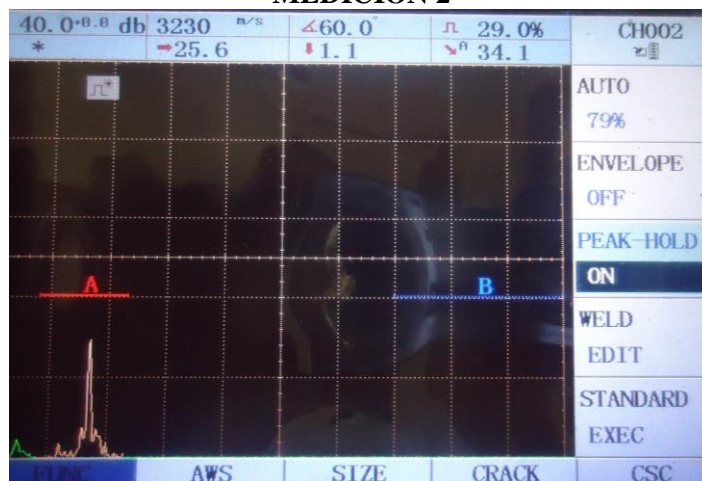
DATOS GENERALES

Probeta N:	1	Tramo:	2-3
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014
		Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

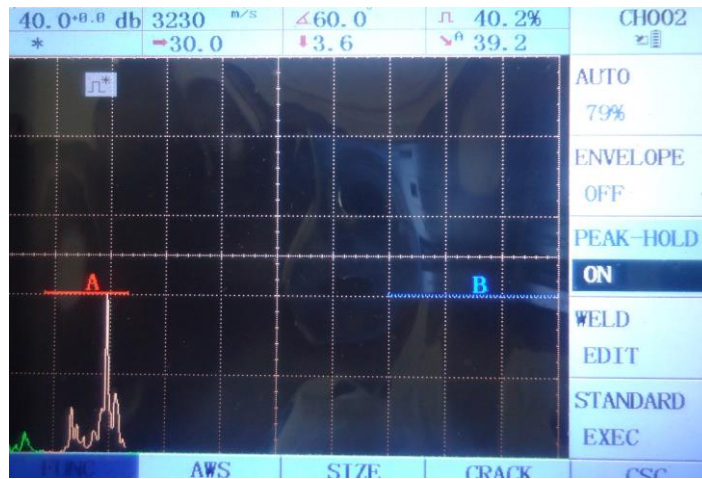
MEDICIÓN 1



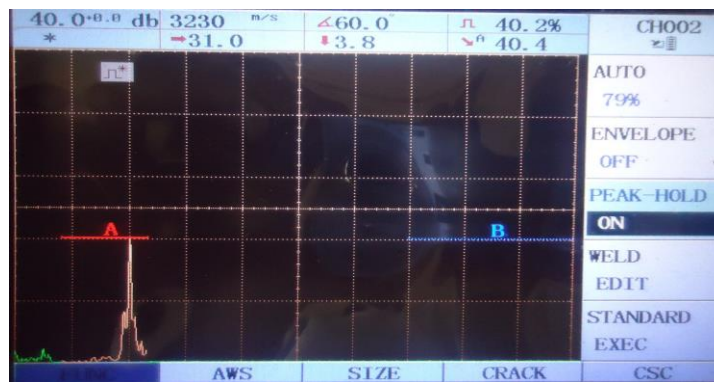
MEDICIÓN 2



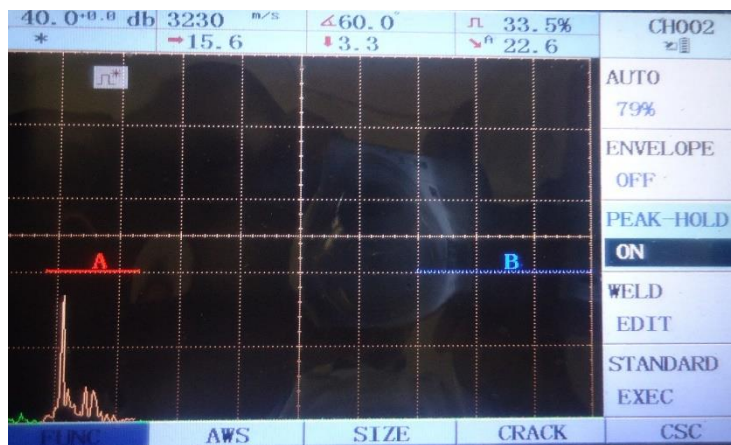
MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F2

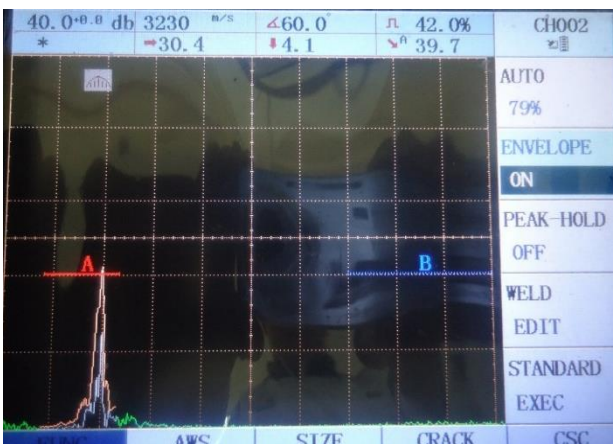


FIM-F2-002

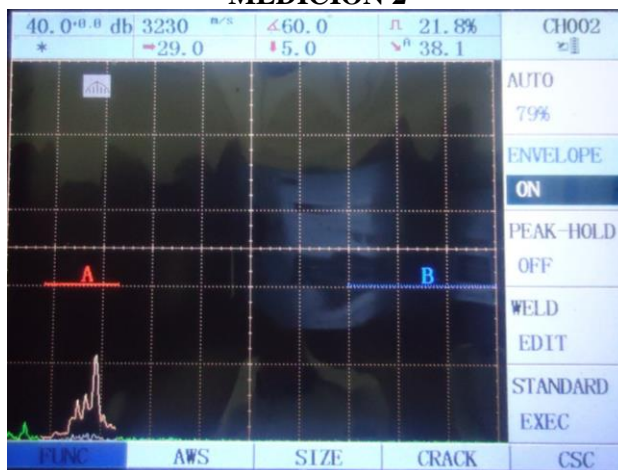
DATOS GENERALES

Probeta N:	2	Tramo:	0-1		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

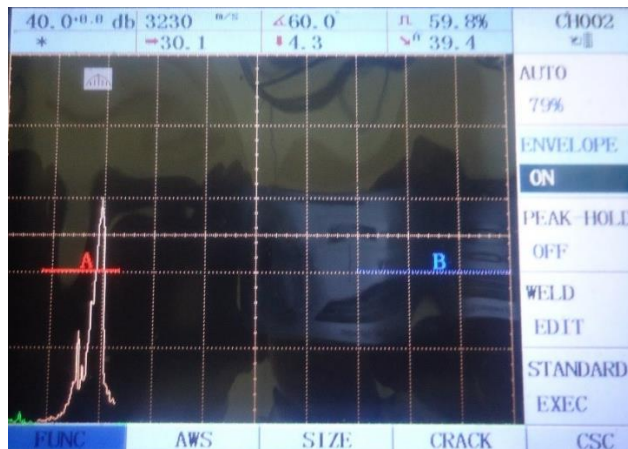
MEDICIÓN 1



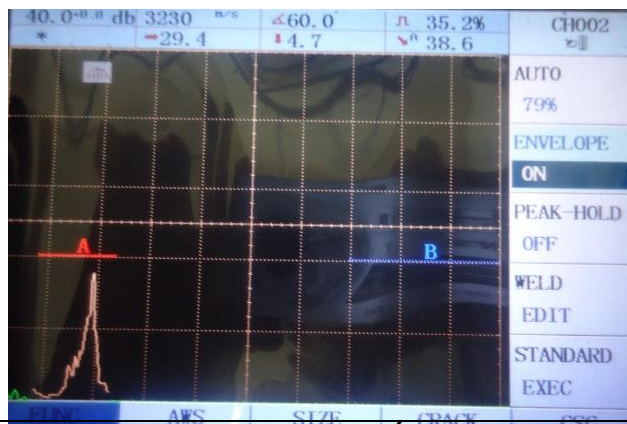
MEDICIÓN 2



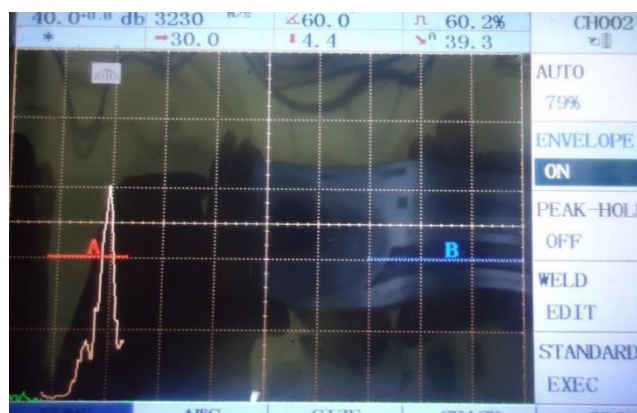
MEDICIÓN 3





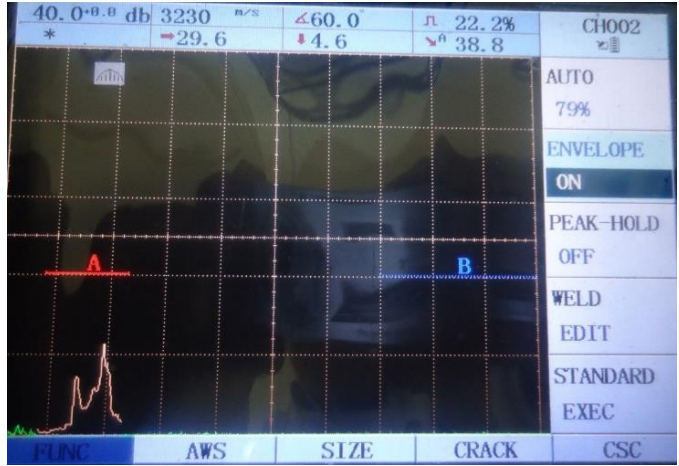
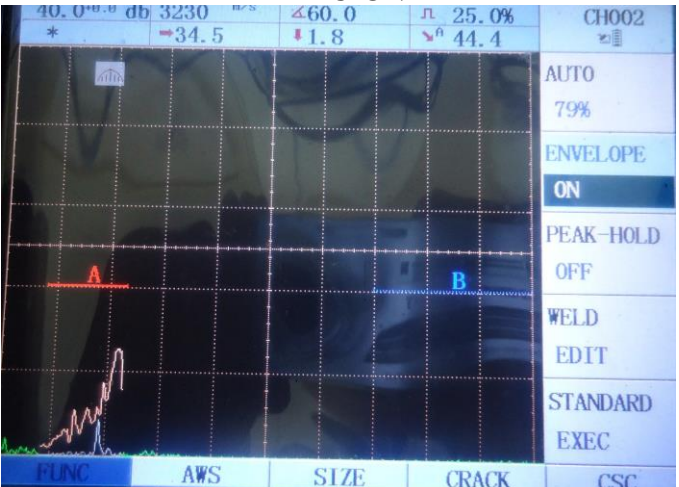
MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



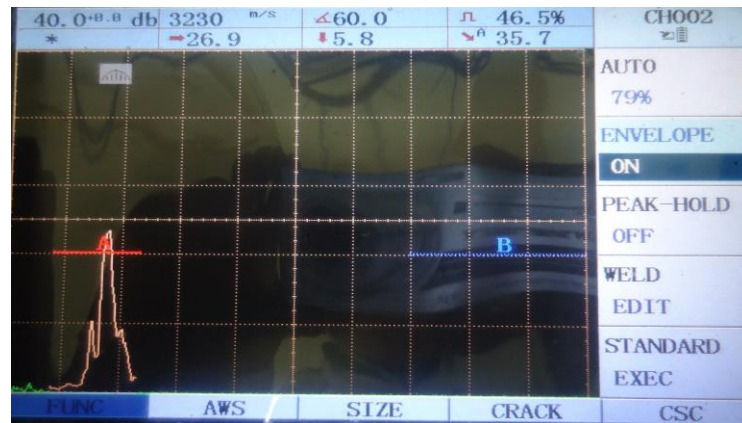
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014

	FOTOS DE MEDICIÓN POR ULTRASONIDO EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO		F2	 FIM-F2-002	
DATOS GENERALES					
Probeta N:	2	Tramo:	1-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>30/05/2014</i>	Ciudad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
MEDICIÓN 1					
					
MEDICIÓN 2					
					

MEDICIÓN 3







MEDICIÓN 4



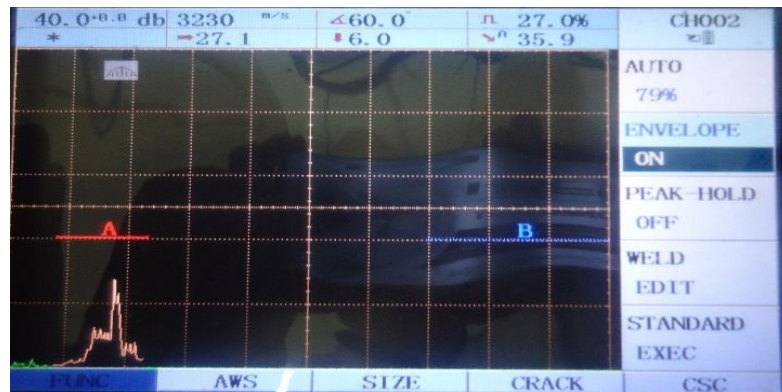
MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014

	FOTOS DE MEDICIÓN POR ULTRASONIDO EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			F2	 FIM-F2-002
	DATOS GENERALES				
Probeta N:	2	Tramo:	2-3		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/06/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
MEDICIÓN 1					
					
MEDICIÓN 2					
					

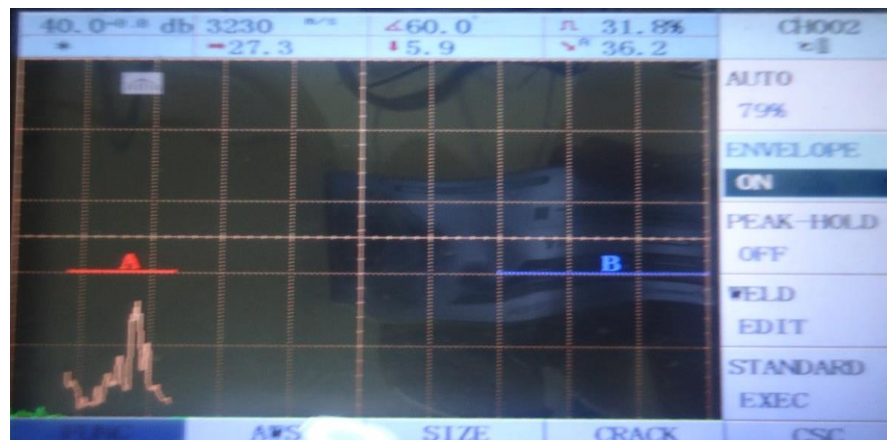
MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F3

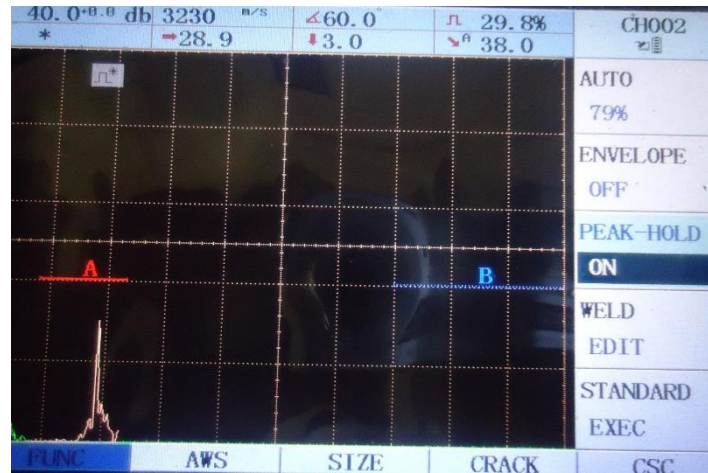


FIM-F3-003

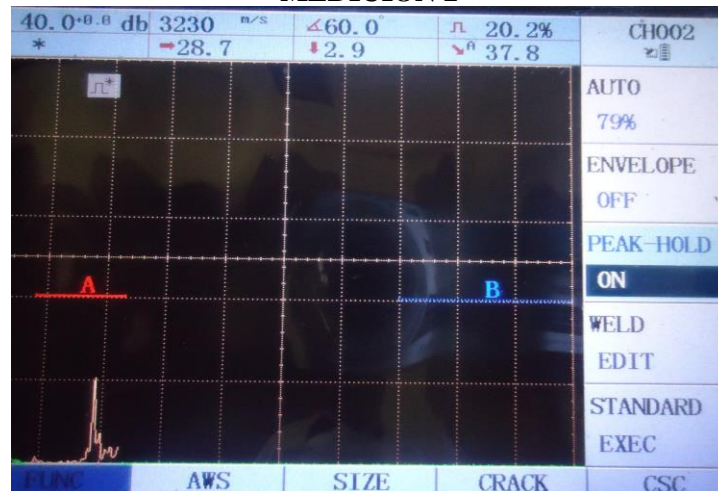
DATOS GENERALES

Probeta N:	3	Tramo:	0-1		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

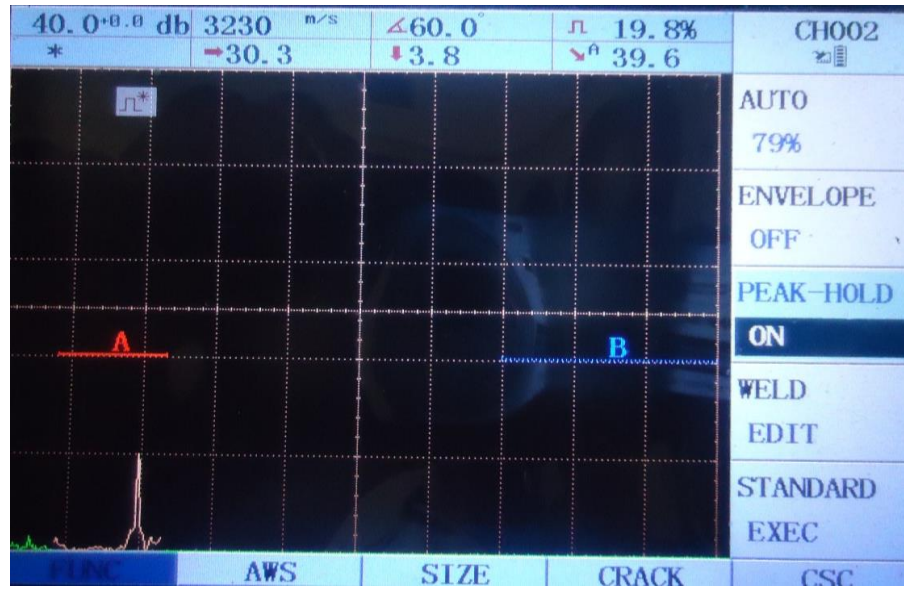
MEDICIÓN 1



MEDICIÓN 2



MEDICIÓN 3



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F3

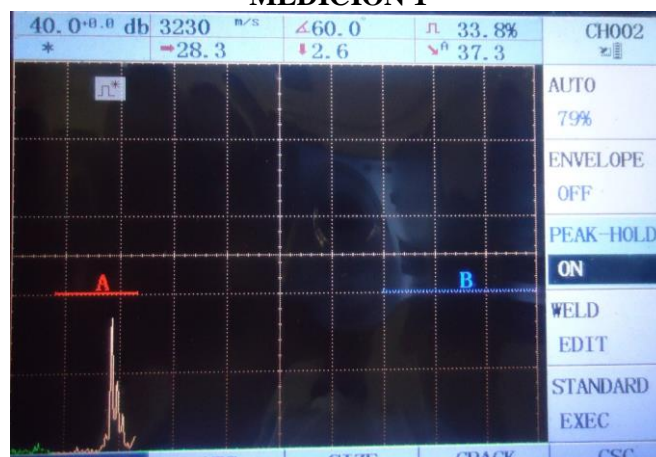


FIM-F3-003

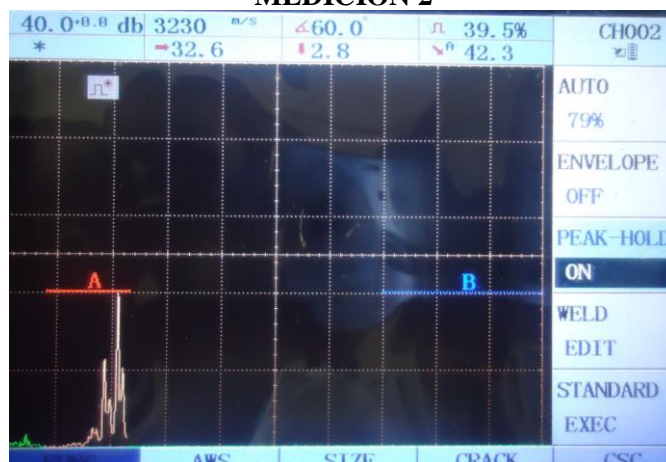
DATOS GENERALES

Probeta N:	3	Tramo:	1-2
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
Cuidad:	Ambato		

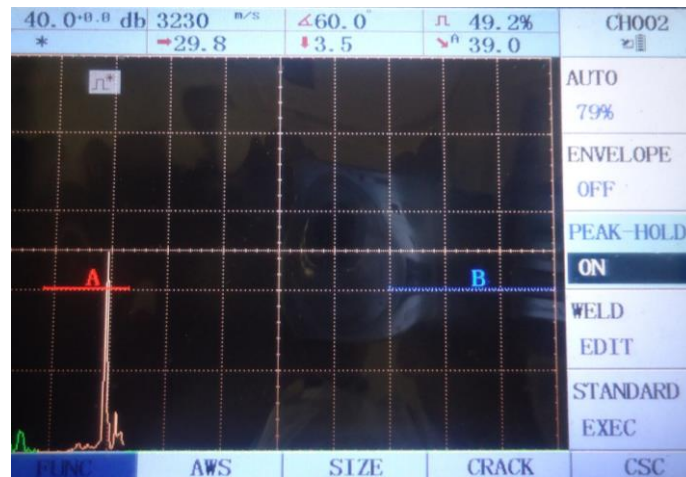
MEDICIÓN 1



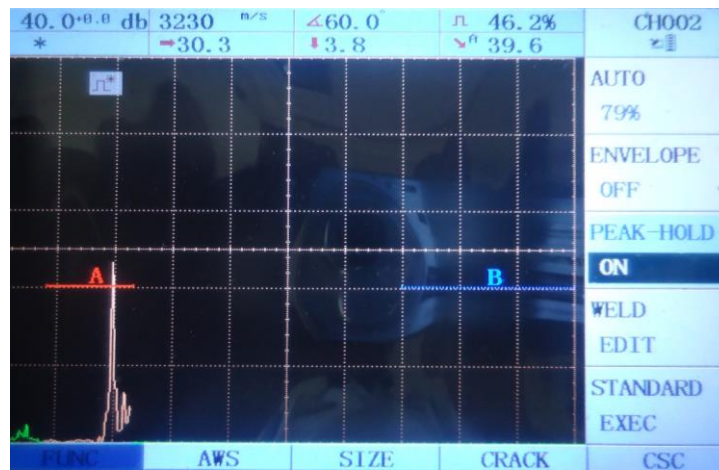
MEDICIÓN 2





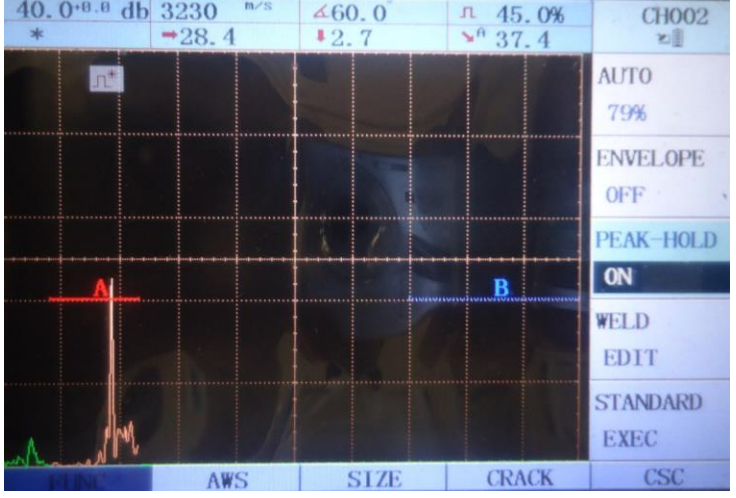

MEDICIÓN 3



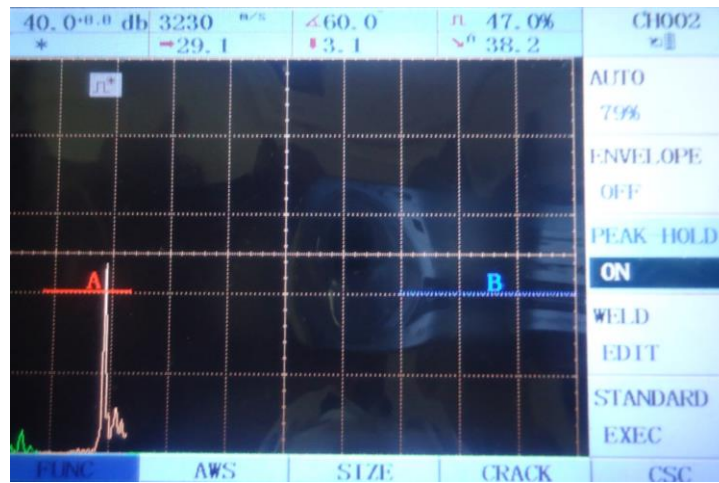
MEDICIÓN 4



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014

	FOTOS DE MEDICIÓN POR ULTRASONIDO EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			F3	 FIM-F3-003
DATOS GENERALES					
Probeta N:	3	Tramo:	2-3		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
MEDICIÓN 1					
					
MEDICIÓN 2					
					

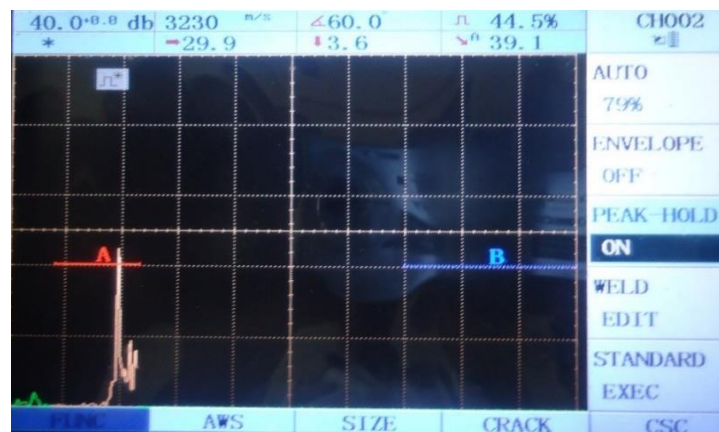
MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F4

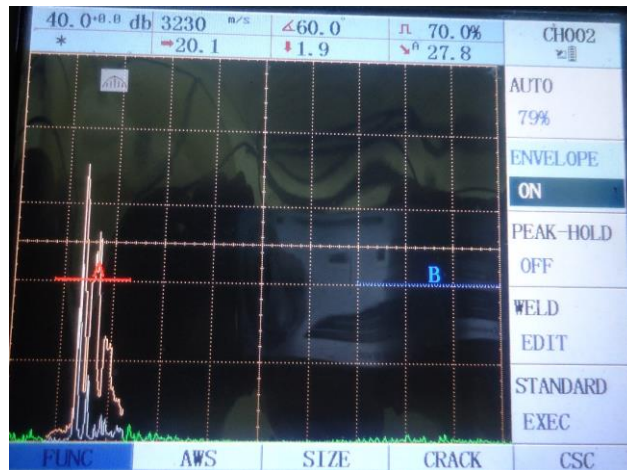


FIM-F4-004

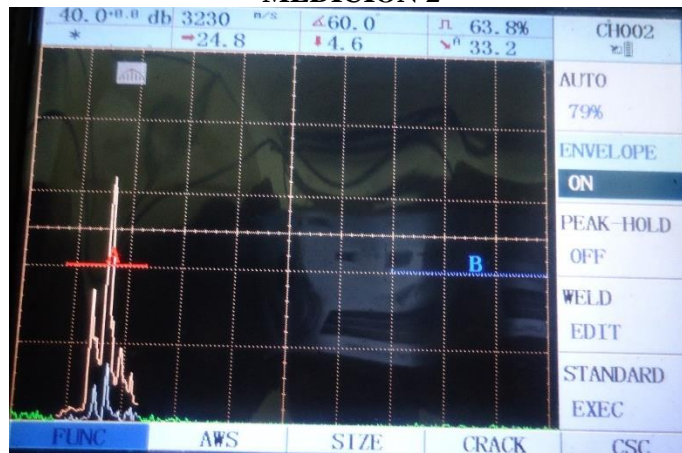
DATOS GENERALES

Probeta N:	4	Tramo:	0-1		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

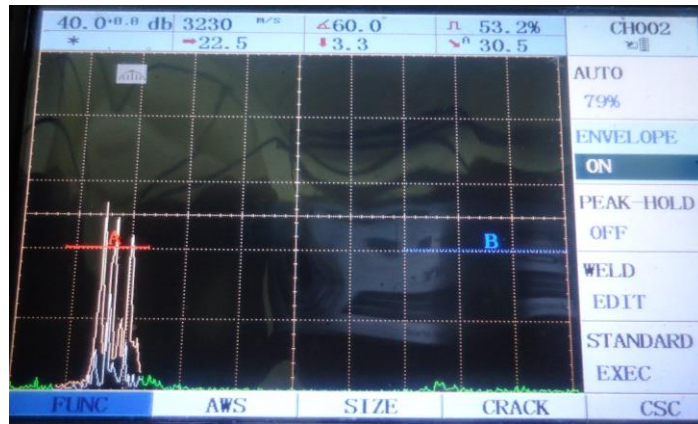
MEDICIÓN 1



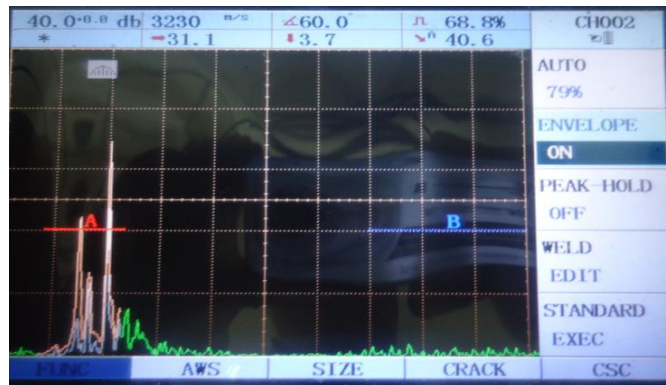
MEDICIÓN 2



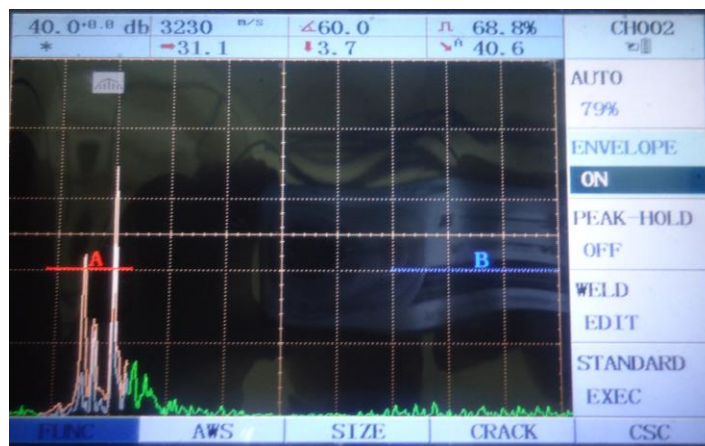
MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F4

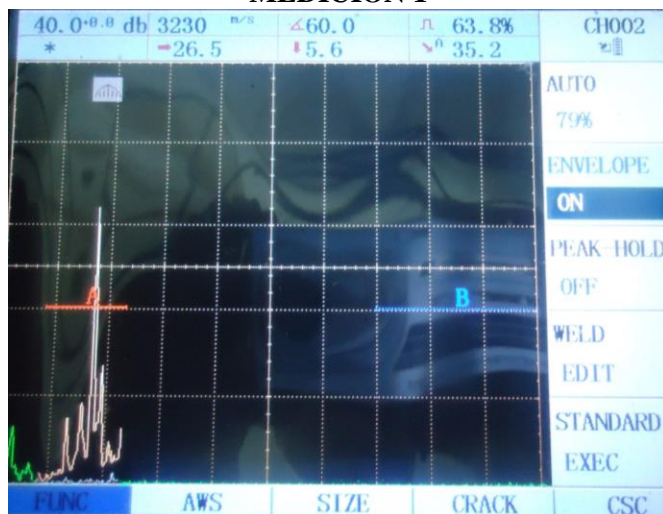


FIM-F4-004

DATOS GENERALES

Probeta N:	4	Tramo:	1-2
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014
Cuidad:	Ambato		
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

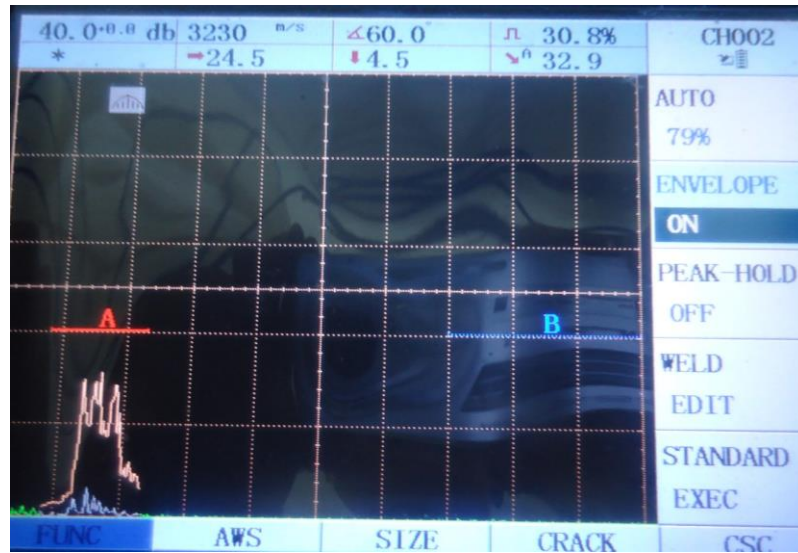
MEDICIÓN 1



MEDICIÓN 2



MEDICIÓN 3



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014



**FOTOS DE MEDICIÓN POR
ULTRASONIDO EN JUNTAS
SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

F4

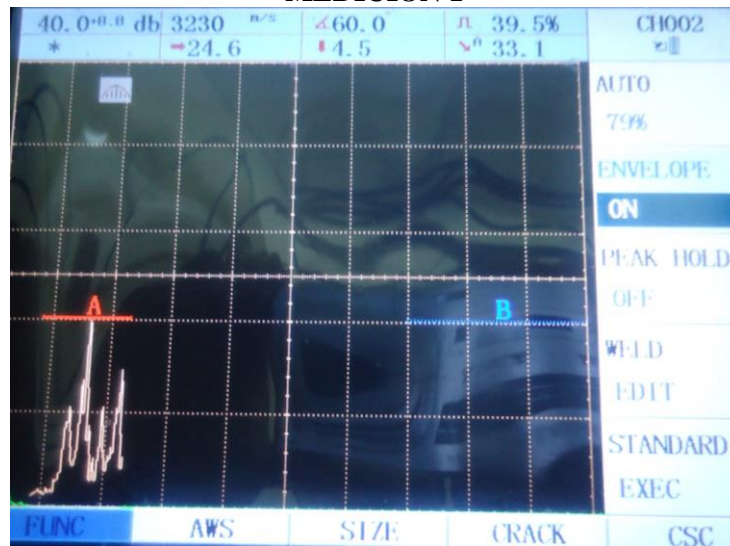


FIM-F4-004

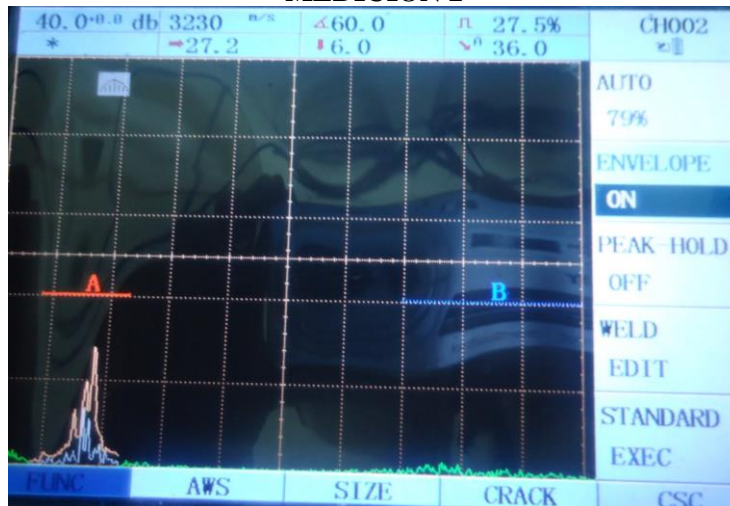
DATOS GENERALES

Probeta N:	4	Tramo:	2-3		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	30/05/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

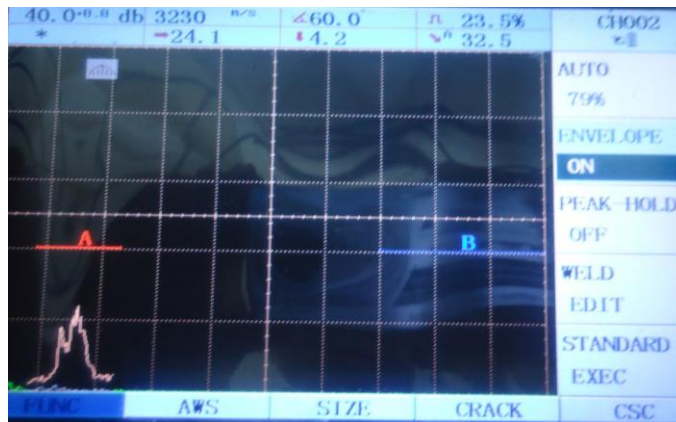
MEDICIÓN 1



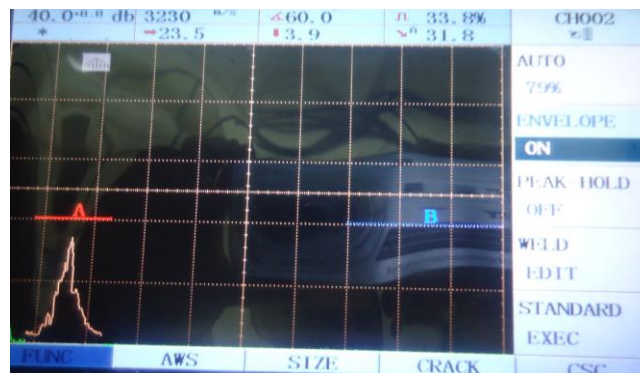
MEDICIÓN 2



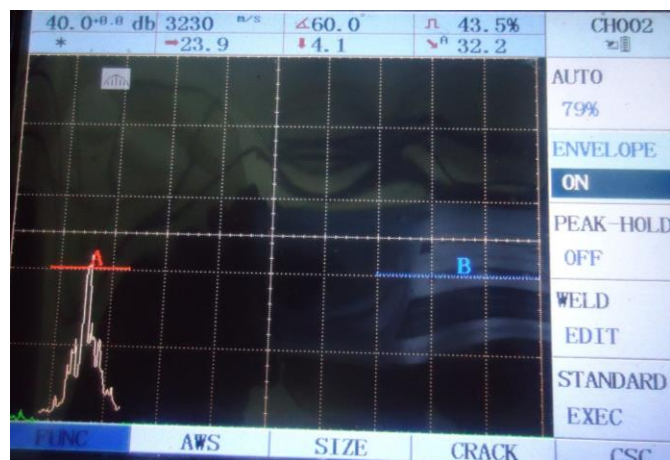
MEDICIÓN 3



MEDICIÓN 4



MEDICIÓN 5



ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	30 de Mayo del 2014





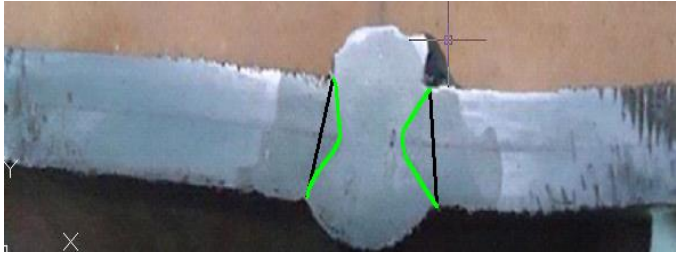
4.1.7 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO NORMA API 650

Para Inspección por Ultrasonido los criterios de Aceptación rechazo deberán ser acordados entre el fabricante y el Inspector.






Para los líquidos penetrantes los criterios de Aceptación y rechazo serán establecidos en el código ASME VIII división 1, apéndice 8, párrafo 8-3, 8-4 y 8-5






4.1.7.1 MACROGRAFÍAS JUNTAS SOLDADAS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.



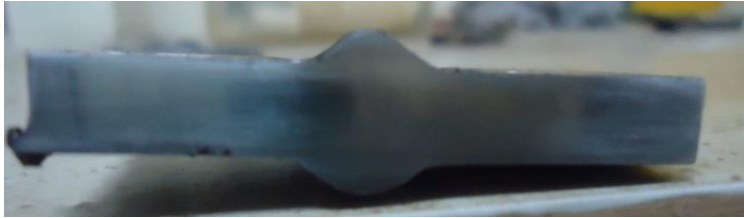
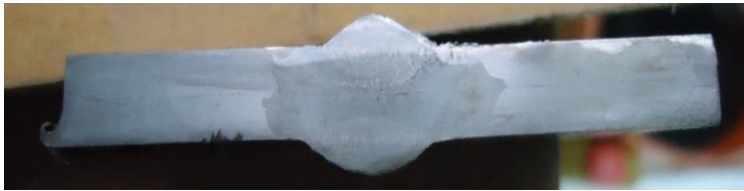
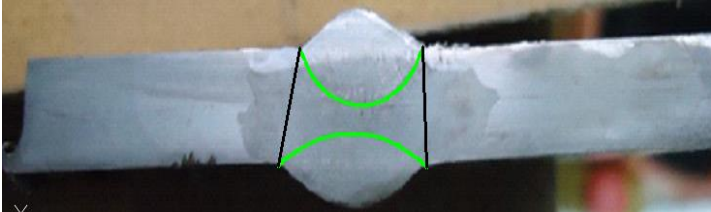
La realización de las macrografías en las diferentes juntas soldadas a tope y filete en tanques de almacenamiento nos ayudara a identificar las principales discontinuidades presentes en los cordones de soldadura para poder diferenciar procesos de soldadura así como espesores de placa y compara los resultados que se realizó con los métodos de ensayo no destructivos (VT, PT,UT)



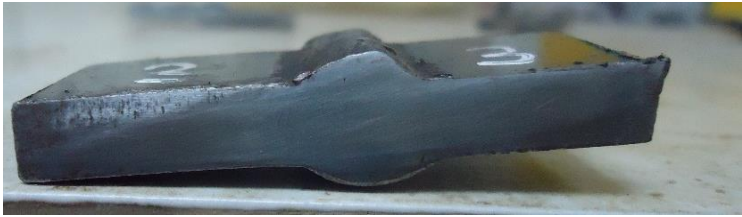

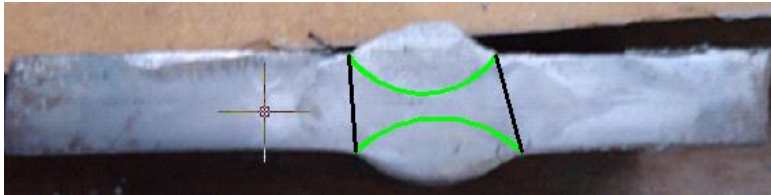
	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 1	 FIM-MA-001
DATOS GENERALES						
Probeta N:	1	Identificación:	T 013-1			
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>					
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>	
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 1 T001 (PROCESO SMAW 4mm INICIO – NITAL 4)						
<p style="text-align: center;">Probeta en estado Normal</p> 						
<p style="text-align: center;">Probeta atacada con NITAL 4</p>  <p style="text-align: center;">Probeta Graficada la zona de soldadura</p> 						
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 01 con identificación T001 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta buena penetración de raíz, buena fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, mordeduras, existe porosidad internas en el cordón de soldadura.</p>						
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 1	
	FIM-MA-001					
DATOS GENERALES						
Probeta N:	1	Identificación:		T 013-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>					
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21 /05/ 2014</i>	Ciudad:	<i>Ambato</i>	
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>			
PROBETA 1 T001 (PROCESO SMAW 4 mm FINAL – NITAL 4)						
Probeta en estado Normal 						
Probeta atacada con NITAL 4  Probeta Graficada la zona de soldadura 						
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 01 con identificación T001 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta buena penetración de raíz, buena fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura, metal base desguiado.						
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 2	
FIM-MA-002						
DATOS GENERALES						
Probeta N:	2	Identificación:	T 014-1			
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>					
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>	
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 2 T002 (PROCESO GMAW 4 mm INICIO – NITAL 4)						
Probeta en estado Normal						
						
Probeta atacada con NITAL 4						
						
Probeta Graficada la zona de soldadura						
						
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 02 con identificación T002 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, mediana fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura</p>						

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			MA 2	 FIM-MA-002
DATOS GENERALES					
Probeta N:	2	Identificación:	T 014-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha	<i>21/05/2014</i>	Ciudad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		Supervisor	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>	
PROBETA 2 T002 (PROCESO GMAW 4 mm FINAL – NITAL 4)					
Probeta en estado Normal 					
Probeta atacada con NITAL 4  Probeta Graficada la zona de soldadura 					
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 02 con identificación T002 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, buena fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura					
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			MA 3	 FIM-MA-003
DATOS GENERALES					
Probeta N:	3	Identificación:	T 015-1		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 3 T003 (PROCESO SMAW 6 mm INICIO – NITAL 4)					
<p>Probeta en estado Normal</p> 					
<p>Probeta atacada con NITAL 4</p>  <p>Probeta Graficada la zona de soldadura</p> 					
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 03 con identificación T003 del Inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta incompleta penetración de raíz, incompleta fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura</p>					
ELABORADO Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			MA 3	 FIM-MA-003
DATOS GENERALES					
Probeta N:	3	Identificación:	T 015-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 3 T003 (PROCESO SMAW 6 mm FINAL – NITAL 4)					
Probeta en estado Normal 					
Probeta atacada con NITAL 4  Probeta Graficada la zona de soldadura 					
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 03 con identificación T003 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta incompleta penetración de raíz, incompleta fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura					
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014



**INFORME DE MACROGRAFÍA EN
JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

MA 4



FIM-MA-004

DATOS GENERALES

Probeta N:	4	Identificación:	T 016-1
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica		
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha	21/05/2014
		Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

PROBETA 4 T004 (PROCESO GMAW 6 mm INICIO – NITAL 4)

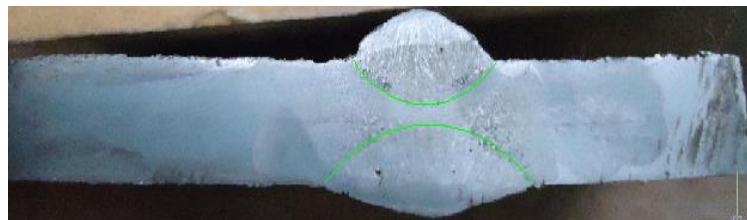
Probeta en estado Normal



Probeta atacada con NITAL 4





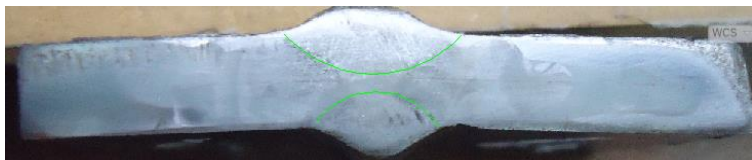






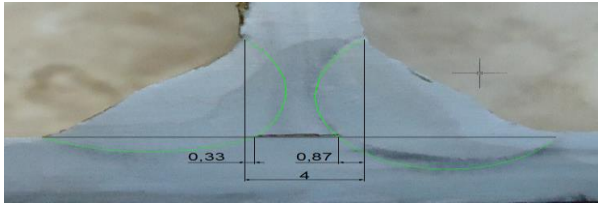
Probeta Graficada la zona de soldadura





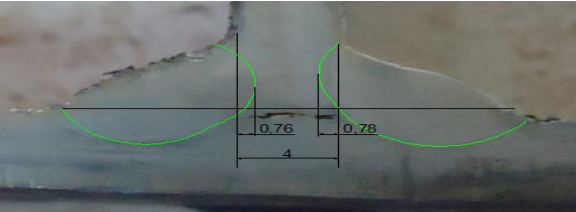






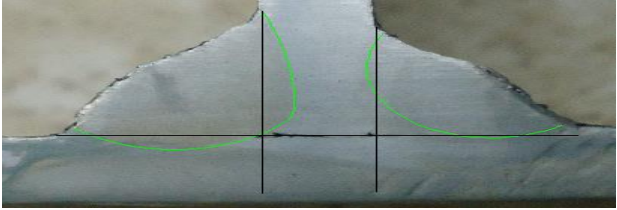
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 04 con identificación T004 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mala penetración de raíz, mala fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, mordeduras, existe porosidad internas en el cordón de soldadura.





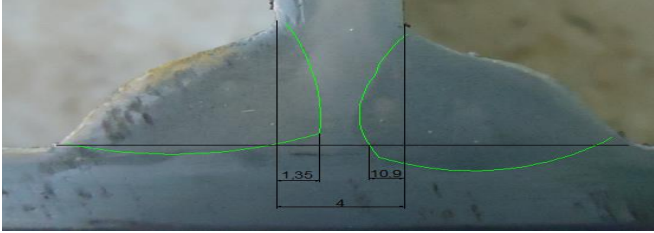
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	31 de Mayo del 2014





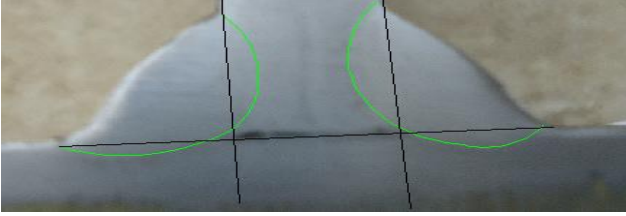
	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			MA 4	 FIM-MA-004
DATOS GENERALES					
Probeta N:	4	Identificación:	T 016-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 4 T004 (PROCESO GMAW 6 mm FINAL – NITAL 4)					
Probeta en estado Normal 					
Probeta atacada con NITAL 4  Probeta Graficada la zona de soldadura 					
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 4 con identificación T004 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta incompleta penetración de raíz, incompleta fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura</p>					
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	






	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 5	
						FIM-MA-005
DATOS GENERALES						
Probeta N:	5	Identificación:	F 09-1			
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>					
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>	
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>			
PROBETA 5 F005 (PROCESO SMAW 4 mm INICIO – NITAL 4)						
<p style="text-align: center;">Probeta en estado Normal</p> <div style="text-align: center;">  </div>						
<p style="text-align: center;">Probeta atacada con NITAL 4</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">Probeta Graficada la zona de soldadura</p>  </div>						
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 5 con identificación F005 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta buena penetración de raíz, buena fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura, irregularidad en el momento de la soldadura</p>						
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	





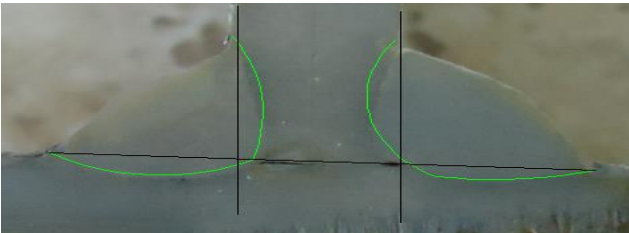
	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 5	
						FIM-MA-005
DATOS GENERALES						
Probeta N:	5	Identificación:	F 09-2			
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica					
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	21/05/2014	Ciudad:	Ambato	
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
PROBETA 5 F005 (PROCESO SMAW 4 mm FINAL – NITAL 4)						
Probeta en estado Normal						
						
Probeta atacada con NITAL 4						
						
Probeta Graficada la zona de soldadura						
						
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 5 con identificación F005 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, mediana fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.						
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	






	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 6	
DATOS GENERALES						
Probeta N:	6	Identificación:			F 10-1	
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica					
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	21/05/2014	Cuidad:	Ambato	
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
PROBETA 6 F006 (PROCESO GMAW 4 mm INICIO – NITAL 4)						
Probeta en estado Normal						
						
Probeta atacada con NITAL 4						
						
Probeta Graficada la zona de soldadura						
						
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 6 con identificación F006 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta incompleta penetración de raíz, incompleta fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.						
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			MA 6	 FIM-MA-006
DATOS GENERALES					
Probeta N:	6	Identificación:	F 10-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 6 F006 (PROCESO GMAW 4 mm FINAL – NITAL 4)					
<p style="text-align: center;">Probeta en estado Normal</p> 					
<p style="text-align: center;">Probeta atacada con NITAL 4</p>  <p style="text-align: center;">Probeta Graficada la zona de soldadura</p> 					
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 6 con identificación F006 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta buena penetración de raíz, completa fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.</p>					
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 7	 FIM-MA-007
DATOS GENERALES						
Probeta N:	7	Identificación:	F 11-1			
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica					
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	21/05/2014	Cuidad:	Ambato	
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
PROBETA 7 F007 (PROCESO SMAW 6 mm INICIO – NITAL 4)						
<p style="text-align: center;">Probeta en estado Normal</p> 						
<p style="text-align: center;">Probeta atacada con NITAL 4</p>  <p style="text-align: center;">Probeta Graficada la zona de soldadura</p> 						
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 7 con identificación F007 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, mediana fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.</p>						
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				MA 7	 FIM-MA-007
DATOS GENERALES						
Probeta N:	7	Identificación:	F 11-2			
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>					
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>	
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 7 F007 (PROCESO GMAW 6 mm final – NITAL 4)						
<p style="text-align: center;">Probeta en estado Normal</p> 						
<p style="text-align: center;">Probeta atacada con NITAL 4</p>  <p style="text-align: center;">Probeta Graficada la zona de soldadura</p> 						
<p>OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 7 con identificación F007 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, mediana fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.</p>						
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			MA 8	 FIM-MA-008
DATOS GENERALES					
Probeta N:	8	Identificación:	F 12-1		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 8 F008 (PROCESO SMAW 6 mm INICIO – NITAL 4)					
Probeta en estado Normal 					
Probeta atacada con NITAL 4  Probeta Graficada la zona de soldadura 					
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 8 con identificación F008 del inicio realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, mediana fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.					
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		31 de Mayo del 2014	

	INFORME DE MACROGRAFÍA EN JUNTAS SOLDADAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	MA 8	 FIM-MA-008		
DATOS GENERALES					
Probeta N:	8	Identificación:	F 12-2		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>21/05/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PROBETA 8 F008 (PROCESO GMAW 6mm FINAL – NITAL 4)					
Probeta en estado Normal 					
Probeta atacada con NITAL 4  Probeta Graficada la zona de soldadura 					
OBSERVACIONES: Se puede observar en la probeta 8 con identificación F008 del final realizado ensayo micrográfico, las cuales presenta mediana penetración de raíz, mediana fusión entre el material base y el cordón de soldadura, no se observa fisuras, porosidad o mordeduras internas en el cordón de soldadura.					
ELABORADO POR: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing.Mg. Juan Paredes	FECHA		
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	31 de Mayo del 2014		

4.1.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y TABULACIÓN DE RESULTADOS

Mediante tablas procedemos a un registro de discontinuidades, con los diferentes parámetros que indica la Norma correspondiente, así como los parámetros Métodos de Ensayo no destructivos y comparación de las diferentes continuidades que existe en las juntas soldadas. Por medio de planos ubicaremos las discontinuidades en cada probeta que se realizó para poder ser más exactos en nuestro informe final.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Mediante la siguiente tabla se puede hacer una interpretación de resultados de cada una de las probetas así como los respectivos ensayos no destructivos: Ensayo Visual Ensayo por Tintas Penetrantes, Ensayo por Ultrasonido así como las macrográficas en juntas soldadas A tope y Filete en Tanques de Almacenamiento

Tabla 4-19 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ensayo Visual

INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS A TOPE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO									
PROBETA	TRAMO	DEFECTOS	CANTIDAD	NORMA APLICADA	PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		RESULTADOS	
						PASA	NO PASA		
T 001	0--1	Salpicadura	1	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1--2	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	2--3	Socavadura	1		Debe ser menor de 0,8 mm	√		10	33,33%
T 002	0--1	Socavadura	1	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1--2					√		10	33,33%
	2--3	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
T 003	0--1	Salpicadura	3	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1--2	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	2--3	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
T 004	0--1	Salpicadura	3	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1--2	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	2--3	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
Observaciones: Para juntas soldadas que si se aceptan según la norma se calificara con 10 si no pasa o califica cera contado como 0, para los parámetros que no se encuentran en norma en este caso salpicaduras que es el criterio del inspector e impresa se calificara con 5 si no pasa y con 10 si pasa									

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Se puede observar que en las probetas mediante el ensayo no destructivo visual (VT) existe defectos como son las salpicaduras, socavaduras que mediante la comparación de la Norma API 650 nos da los criterios de aceptación y rechazo. Los defectos encontrados fueron señalados con una cinta para su visualización y su posterior informe.

Tabla 4-20 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Tope (VT)

PROBETA	RESULTADOS		% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
T 001	10	33,33%	100,00%
	10	33,33%	
	10	33,33%	
T 002	0	0%	66,66%
	10	33,33%	
	10	33,33%	
T 003	10	33,33%	100%
	10	33,33%	
	10	33,33%	
T 004	10	33,33%	100%
	10	33,33%	
	10	33,33%	

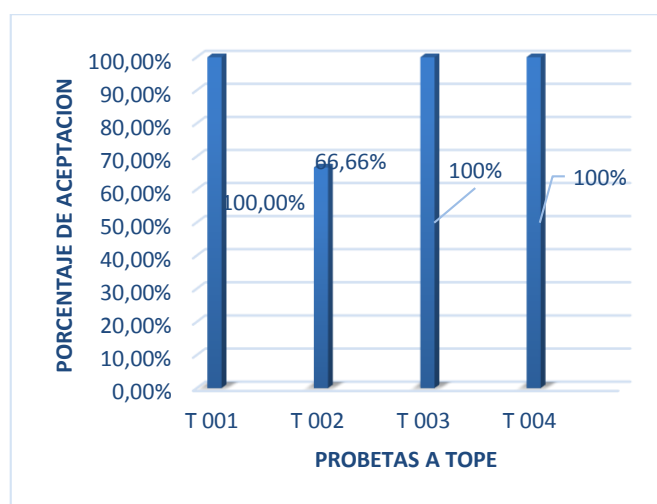


Gráfico 4-19 Porcentaje de aceptación Probetas

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Se puede observar que en las juntas soldadas a tope existieron salpicaduras que en este caso fueron aceptadas, así como socavaduras que mediante la Norma API 650 no da un parámetro de medición que en este caso no se acepta.

A continuación se evaluó por cada junta soldada y se procede a su calificación Probetas: T001 nos da un porcentaje de 100 %, T002 con un porcentaje de 66,66%, T003 y T004 tienen un porcentaje del 100% lo cual indica que las probetas son aceptadas.

Tabla 4-21 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Filete Ensayo Visual

INSPECCIÓN VISUAL EN JUNTAS SOLDADAS A FILETE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO									
PROBETA	TRAMO	DEFECTOS	CANTIDAD	NORMA APLICADA	PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		RESULTADOS	
						PASA	NO PASA		
F 001	0--1	Socavadura	3	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	1--2	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	3--4	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	4--5	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
F 002	0--1	Socavadura	3	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	1--2	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3					√		10	16,67%
	3--4	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	4--5	Socavadura	1		Debe ser menor de 0,4 mm		√	0	0%
F 003	0--1	Salpicadura	3	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
		Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3	Salpicadura	7		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras		√	10	16,67%
	3--4	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	4--5	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	5--6	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
F 004	0--1	Salpicadura	2	API 650 Sección VI (Párrafo 6.5.1-6.5.2)	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	1--2	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	3--4	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	4--5	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
5--6	Salpicadura	4	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%		

Observaciones: Para juntas soldadas que si se aceptan según la norma se calificara con 10 si no pasa o califica cera contado como 0, para los parámetros que no se encuentran en norma en este caso salpicaduras que es el criterio del inspector e impresa se calificara con 5 si no pasa y con 10 si pasa

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Tabla 4-22 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Filete (VT)

PROBETA	RESULTADOS		% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
	0	16,67%	
F 001	0	0%	83,35%
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	
F 002	0	0%	50,01%
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	0	0%	
F 003	0	0%	100%
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	
F 004	0	0%	100%
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	
	10	16,67%	

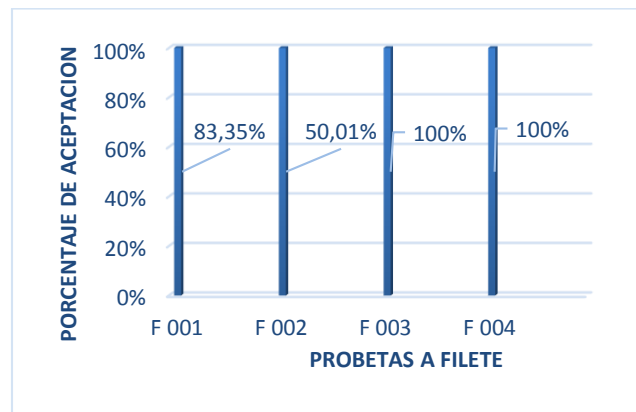


Gráfico 4-20 Porcentaje de aceptación Probetas
Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Se puede observar que en las juntas soldadas a Filete existieron salpicaduras que en este caso fueron aceptadas, así como socavaduras que mediante la Norma API 650 no da un parámetro de medición que en este caso no se acepta.

A continuación se evaluó por cada junta soldada y se procede a su calificación Probetas: F001 nos da un porcentaje de 83,35 %, F002 con un porcentaje de 50,01 %, F003 y F004 tienen un porcentaje del 100% lo cual indica que las probetas son aceptadas mediante la comparación de la Norma API 650.

Tabla 4-23 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ensayo por Tintas Penetrantes

INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES EN JUNTAS SOLDADAS A TOPE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO									
PROBETA	TRAMO	DEFECTOS	CANTIDAD	NORMA APLICADA	PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		RESULTADOS	
						PASA	NO PASA		
T 005	0-1	Salpicadura	3	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 , Literal 8.1-8.2	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1-2	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	2-3	Socavadura	1		Debe ser menor de 0,8 mm		√		0
T 006	0-1	Socavadura	1	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 , Literal 8.1-8.2	Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1-2					√		10	33,33%
	2-3	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
T 007	0-1	Salpicadura	3	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 , Literal 8.1-8.2	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1-2	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	2-3	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
T 008	0-1	Salpicadura	3	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 , Literal 8.1-8.2	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	1-2	Salpicadura	5		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%
	2-3	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	33,33%

Observaciones: Para juntas soldadas que si se aceptan según la norma se calificara con 10 si no pasa o califica cera contado como 0, para los parámetros que no se encuentran en norma en este caso salpicaduras que es el criterio del inspector e impresa se calificara con 5 si no pasa y con 10 si pasa

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Mediante el ensayo no destructivo por Líquidos penetrantes (PT) nos ayuda a encontrar y a visualizar de una mejor manera defectos que con el ensayo visual (VT) no se pudo ver, tales como son: salpicaduras, porosidades, socavaduras así como si existe continuidad en el cordón de soldadura. Para poder diferenciar entre los defectos ya encontrados en el ensayo visual se puso otra cinta que nos ayudó a poder diferenciar entre los dos métodos así cuantos defectos se pudo encontrar después del ensayo visual para una posterior realización de nuestro informe.

Tabla 4-24 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Tope (PT)

PROBETA	RESULTADOS		% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
T 005	10	33,33%	66,66%
	10	33,33%	
	0	0%	
T 006	0	0%	66,66%
	10	33,33%	
	10	33,33%	
T 007	10	33,33%	100%
	10	33,33%	
	10	33,33%	
T 008	10	33,33%	100%
	10	33,33%	
	10	33,33%	

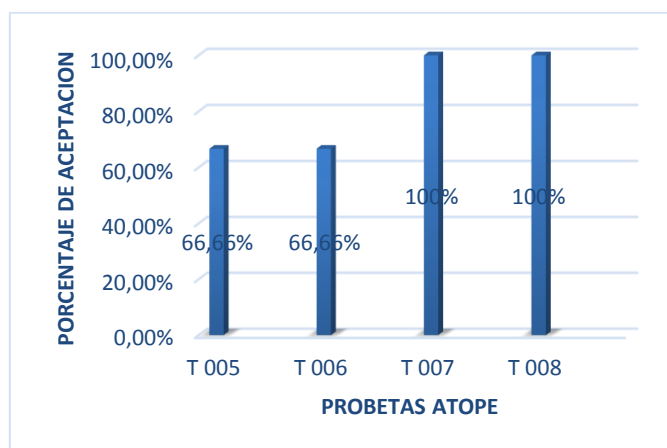


Gráfico 4-21 Porcentaje de aceptación Probetas
Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Se puso observar que mediante el ensayo por tintas penetrantes podemos tener más defectos en los cordones de soldadura a Tope de las diferentes probetas para tener una mejor apreciación para posteriormente sean evaluadas mediante La norma API 650 Y ASME sección VIII

A continuación se evaluó por cada junta soldada y se procede a su calificación Probetas: T005 nos da un porcentaje de 66,66%, T006 con un porcentaje de 66,66%, T007 y T008 tienen un porcentaje del 100% lo cual indica que las probetas son aceptadas.

Tabla 4-25 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Filete Ensayo por Tintas Penetrantes

INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES EN JUNTAS SOLDADAS A FILETE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO									
PROBETA	TRAMO	DEFECTOS	CANTIDAD	NORMA APLICADA	PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		RESULTADOS	
						PASA	NO PASA		
F 005	0--1	Socavadura	3	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 Literal 8.1-8.2	Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√			
		Porosidad	2		El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√			
	1--2	Salpicadura	5		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	3--4	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	4--5	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
5--6	Salpicadura	3	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%		
F 006	0--1	Socavadura	4	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 Literal 8.1-8.2	Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√			
		Porosidad	5		El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√	√		
	1--2	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	3--4	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	4--5	Socavadura	2		Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
		Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√			
		Porosidad	3		El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√			
	5--6	Socavadura	4		Debe ser menor de 0,8 mm		√	0	0%
Salpicadura		1	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√					
Porosidad		1	El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√					
F 007	0--1	Salpicadura	4	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 Literal 8.1-8.2	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
		Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√			
		Porosidad	2		El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√			
	2--3	Salpicadura	8		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras		√	5	8,33%
	3--4	Salpicadura	6		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,6%
	4--5	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	5--6	Salpicadura	4		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
Porosidad	1	El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√						
F 008	0--1	Salpicadura	2	API 650 -ASME SECCIÓN VIII Apéndice 8 Literal 8.1-8.2	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,6%
		Porosidad	1		El diámetro de las porosidades debe ser menor que 2,5 mm	√			
	1--2	Salpicadura	2		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	2--3	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	3--4	Salpicadura	3		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
	5--6	Salpicadura	1		En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%
		Salpicadura	5	En 1 pulgada (2,5 cm) no debe haber mas de 8 salpicaduras	√		10	16,67%	

Observaciones: Para juntas soldadas que si se aceptan según la norma se calificara con 10 si no pasa o califica cera contado como 0, para los parámetros que no se encuentran en norma en este caso salpicaduras que es el criterio del inspector e impresa se calificara con 5 si no pasa y con 10 si pasa

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Tabla 4-26 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Filete (PT)

PROBETA	RESULTADOS	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
F 005	0	0%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
F 006	0	0%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	0	0%
	0	0%
F 007	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
F 008	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%
	10	16,67%

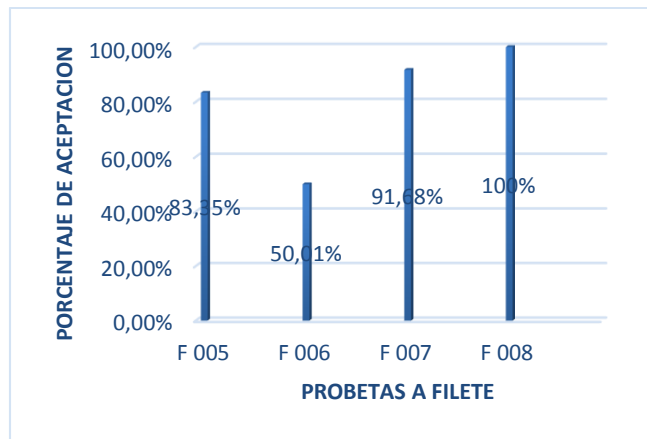


Gráfico 4-22 Porcentaje de aceptación Probetas
Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Se puede observar que mediante el ensayo por tintas penetrantes podemos tener más defectos en los cordones de soldadura a Filete de las diferentes probetas para tener una mejor apreciación para posteriormente sean evaluadas mediante La norma API 650 Y ASME sección VIII

A continuación se evaluó por cada junta soldada y se procede a su calificación Probetas: F005 nos da un porcentaje de 83,35 %, F006 con un porcentaje de 50,01 %, F007 y F008 tienen un porcentaje del 100% lo cual indica que las probetas son aceptadas mediante la comparación de la Norma API 650

Tabla 4-27 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ultrasonido

INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO EN JUNTAS SOLDADAS A TOPE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO							
PROBETA	TRAMO	Valor de D=B-A-C (Decibeles)	NORMA APLICADA	PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		RESULTADOS
					PASA	NO PASA	
T 009	0--1	28	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
		-4		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		11,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
		5,5		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
		8,5		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
	1--2	-6,2	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		6		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
		-11,5		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-20,5		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
	2--3	9,5	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
		7		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
		-4,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-4,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		2,5		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,15%
T 0010	0--1	14,2	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia	√		7,69%
		-6		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-23,8		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		0,8		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,69%
		-24,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
	1--2	-27,8	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-19		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		12,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,69%
	2--3	-3,5	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		8,5		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,69%
		12,5		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,69%
		2,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		7,69%
		-7,5		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%

Observaciones: Se procedió a medir la aceptabilidad que tiene en cada cordón de soldadura según los parámetros de la Norma API 650 y Norma ASME sección V artículo IV, se utilizó la fórmula $(d=b-c-a)$, y como parámetro máximo se estableció 40 Db para ser aceptada.

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Tabla 4-28 Tabulación de resultados en Juntas soldadas a Tope Ultrasonido

INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO EN JUNTAS SOLDADAS A TOPE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO							
PROBETA	TRAMO	Valor de D=B-A-C (Decibeles)	NORMA APLICADA	PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		RESULTADO
					PASA	NO PASA	
T 0011	0--1	6,2	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia	√		8,33%
		15,8		Máximo 40 db de Ganancia	√		8,33%
		16,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		8,33%
	1--2	2,2	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia	√		8,33%
		-3,5		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-13,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-10,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
	2--3	-9	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia		√	8,33%
		0		Máximo 40 db de Ganancia	√		8,33%
		-11		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		1,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		8,33%
		-8,5		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
T 0012	0--1	-34	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-26,8		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-17,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-32,8		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-20,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
	1--2	13,8	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
		11		Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
		2,8		Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
		0,3		Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
		-0,1		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
	2--3	-0,5	API 650 -ASME SECCIÓN V ARTICULO IV	Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		-3,8		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%
		9		Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
		0,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
		4,2		Máximo 40 db de Ganancia	√		6,25%
	-5,2		Máximo 40 db de Ganancia		√	0%	

Observaciones: Se procedió a medir la aceptabilidad que tiene en cada cordón de soldadura según los parámetros de la Norma API 650 y Norma ASME sección V artículo IV, se utilizó la fórmula (d=b-c-a), y como parámetro máximo se estableció 40 Db para ser aceptada.

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Tabla 4-29 Resultados finales y porcentajes juntas soldadas a Filete (UT)

PROBETA	RESULTADOS	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
T 009	28,60%	57,20%
	7,15%	
	21,45%	
T 0010	15,38%	46,14%
	7,69%	
	23,07%	
T 0011	24,99%	50%
	8,33%	
	16,66%	
T 0012	0%	43,75%
	25%	
	18,75%	

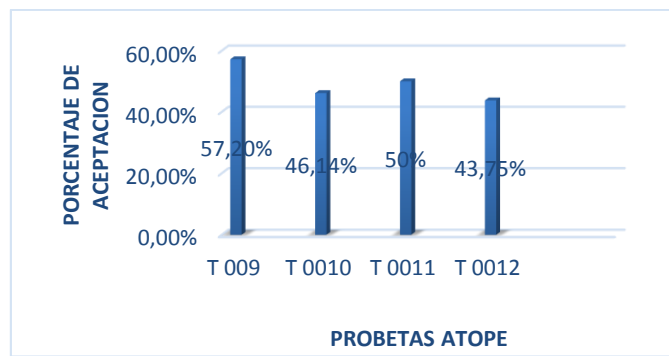


Gráfico 4-23 Porcentaje de aceptación Probetas

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Se puede observar que mediante el ensayo por Ultrasonido podemos tener más defectos en los cordones de soldadura a Tope de las diferentes probetas para tener una mejor apreciación para posteriormente sean evaluadas mediante La norma API 650 Y ASME sección V artículo IV.

A continuación se evaluó por cada junta soldada y se procede a su calificación Probetas: T009 nos da un porcentaje de 57,20 %, T0010 con un porcentaje de 46,14 %, T0011 con un porcentaje de 50 % y T0012 tienen un porcentaje del 43,75% lo cual indica que las probetas son aceptadas mediante la comparación de la Norma API 650 y Norma ASME sección V artículo IV

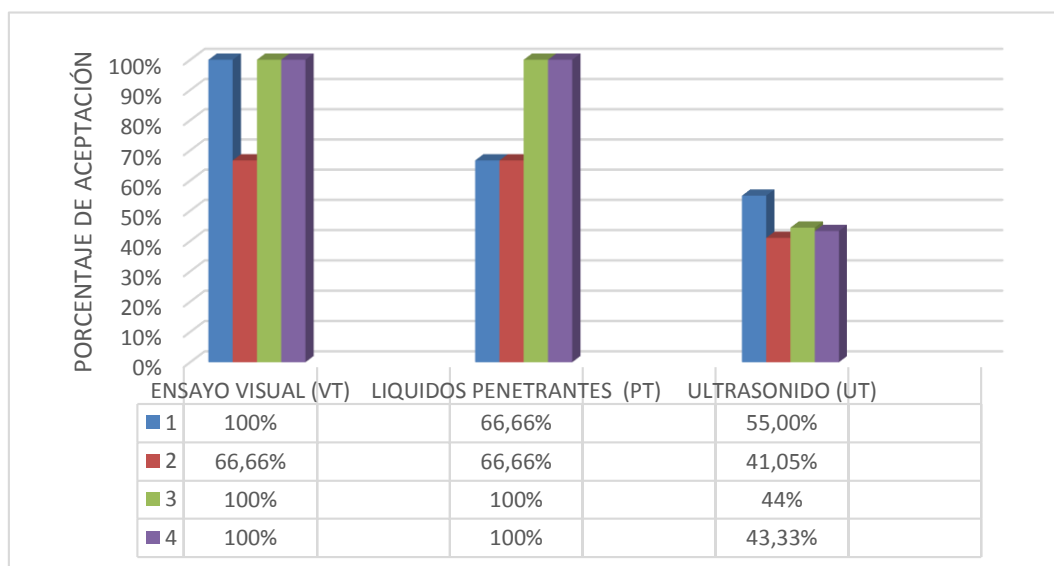
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El Estudio de los Métodos de Ensayos no Destructivos bajo la Norma Api 650 mejorará la calidad de Juntas Soldadas en Tanques de Almacenamiento.

Ho: Aplicación de métodos de ensayos no destructivos bajo la norma API 650 mejorará la calidad de juntas soldadas en tanques de almacenamiento.

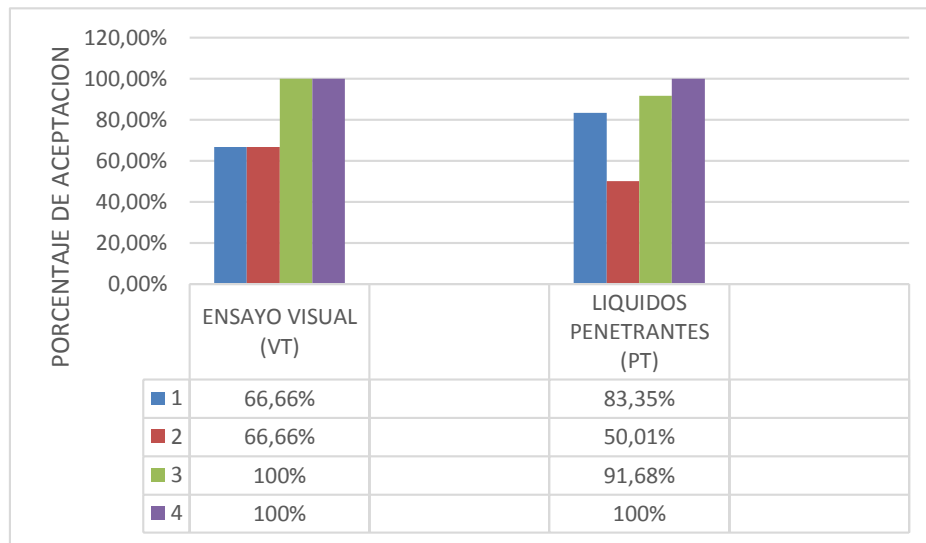
A continuación se muestra la verificación de nuestra Hipótesis por medio del método estadístico comparativo, por ser estudios de casos, que corresponde a los porcentajes de los diferentes métodos de ensayos no destructivos (VT,PT,UT) en relación al porcentaje de discontinuidades encontradas, que se realizó en las juntas soldadas ASTM A36 de 4 y 6 mm por los procesos de soldadura GMAW Y SMAW en juntas soldadas a Tope y A Filete. Dejando en claro que nuestra investigación está bien guía para poder dar solución a nuestro problema planteado.

PROBETAS A TOPE						
PROBETA	ENSAYO VISUAL (VT)		ENSAYO LÍQUIDOS PENETRANTES (PT)		ENSAYO ULTRASONIDO (UT)	
	CÓDIGO PROBETA	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS	CÓDIGO PROBETA	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS	CÓDIGO PROBETA	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
1	T001	100%	T 009	66,66%	T 017	55,00%
2	T002	66,66%	T 0010	66,66%	T 0018	41,05%
3	T003	100%	T 0011	100%	T 019	44%
4	T004	100%	T 0012	100%	T 020	43,33%



Se puede observar que mediante el Método de ensayo no destructivo por Ultrasonido es más preciso ya que da valores y parámetros más exactos para la calificación y la evaluación de los cordones de soldadura a Tope en Tanques de Almacenamiento según la norma API 650, el Método de Líquidos penetrantes ayuda a ver de mejor manera las discontinuidades superficiales a diferencia del método por ensayo visual.

PROBETAS A FILETE				
PROBETA	ENSAYO VISUAL (VT)		ENSAYO LÍQUIDOS PENETRANTES (PT)	
	CÓDIGO PROBETA	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS	CÓDIGO PROBETA	% DE ACEPTACIÓN DE LAS PROBETAS
5	T005	66,66%	T 013	83,35%
6	T006	66,66%	T 0014	50,01%
7	T007	100%	T 0015	91,68%
8	T008	100%	T 0016	100%



Se puede observar que mediante el Método de ensayo no destructivo por Líquidos penetrantes es más preciso en las juntas soldadas a filete dando valores y parámetros para la calificación y la evaluación a diferencia del método de ensayo no destructivo visual en los cordones de soldadura a Filete en Tanques de Almacenamiento según la norma API 650, Líquidos penetrantes ayuda a ver de mejor manera las discontinuidades superficiales a diferencia del método por ensayo visual.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Se pudo observar que los parámetros más actuales de control de calidad en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento bajo la Norma API 650 no están acorde a los requerimientos de calificación y evaluación en juntas soldadas para los diferentes métodos de ensayo no destructivos (VT, PT, UT), no presentan un parámetro específico de calificación. Según se pudo notar en las Fichas de los métodos de ensayo no destructivos (VT, PT, UT, pág. 79, 95,111).
- b) Se notó en las juntas soldadas tanto A Tope como a filete con los diferentes procesos de Soldadura (Smaw, Gmaw), las discontinuidades más comunes fueron salpicaduras, mordeduras, porosidad en pequeños casos encontramos fisuras y grietas. Como se puede notar en la interpretación de resultados de cada método de ensayo no destructivo (pág. 161,165,169)
- c) Se observa que el método más efectivo de Ensayo no destructivo en el Método por ultrasonido ya que tiene parámetros de calificación más específicos y regidos por la Norma Api 650 y la Norma ASME sección V artículo IV así la sensibilidad y cobertura que presenta el equipo el momento de evaluar el cordón de soldadura ya que es un método de evaluación volumétrico, en cambio para calificación superficial el más efectivo fue el método por Líquidos penetrantes en Juntas soldadas en tanques de almacenamiento.
- d) Se pudo analizar que la aplicación de la norma API 650 en evaluación y calificación de juntas soldadas en tanques de almacenamiento es referencial a

la Norma ASME tanto en el Procedimiento y parámetros de evaluación por diferentes métodos de ensayos no destructivos (VT, PT, UT).

- e) Se evaluó las juntas soldadas tanto a Tope como filete con los diferentes métodos de soldadura tales como (Smaw y Gamaw) bajo los parámetros de la Norma API 650 cual da parámetros de calificación y procedimiento junto con la Norma ASME que ayuda a evaluar los cordones de soldadura y poder analizar y comparar cual fue el mejor método de ensayo no destructivo y así establecer procedimientos y parámetros de evaluación acorde a las normas.

RECOMENDACIONES

- a) Actualizar permanentemente el parámetro más actual de control de calidad en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento, esto va impulsar y mejorar el proceso de calificación y evaluación de los procesos de soldadura.
- b) Por parte de los inspectores tomar en cuenta cuales son las discontinuidades más comunes que se presenta en las Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento para poder evaluar o dar un criterio de inspección VALIDO y que sea de mucho ayuda para la empresa.
- c) Dar la relevancia y la importancia al calificar y evaluar con el método de ensayo no destructivo por Ultrasonido ya que es un método que tiene los parámetros de calificación establecidos y su medida es precisa depende del tipo de transductor y equipo que se use para la calificación de juntas soldadas en Tanques de almacenamiento.
- d) A nivel de Autoridades de la Institución, gestionar para que exista campeonatos internos relacionados con el Deporte de Voleibol, para que los estudiantes

conozcan las técnicas de voleibol así como su reglamento y poder mejorar el desempeño competitivo en los encuentros Intercolegiales de la Provincia de Tungurahua.

- e) Realizar un procedimiento de evaluación e inspección en Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento que ayuden tanto al inspector como la empresa a dar criterios precisos y válidos, y poder establecer parámetros de evaluación y control regidos a la Norma AP 650.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

TEMA: “Procedimiento de Inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento bajo la Norma API 650- ASME Sección V Artículo V por el método de Ultrasonido (MFD800B)”.

Los ensayos no destructivos se han realizado en los laboratorios de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Existe algunos parámetros que se deben poner a consideración el momento de realizar ensayos no destructivos por el Método de Ultrasonido, como el material que se va hacer ensayado tomando en cuenta además la disposición geométrica de la pieza, tiempo, el espesor de placa, como también las características del Equipo de Ultrasonido (MFD800B), la sensibilidad del equipo así como tener en cuenta los parámetros de calibración, así como los parámetros básicos como son el rango, la ganancia o energía que se le va a dar al equipo de ultrasonido, la distancia y anchura de la reglilla (Gate), el tipo de velocidad de sonido con el cual se va a trabajar según el tipo de transductor el cual se va a utilizar angular (3230 m/s) y longitudinal (5920 m/s), los parámetros y figuras correspondiente a la junta soldada la cual se va ensayar.

Teniendo en cuanta las consideraciones anteriores y los parámetros de medición del Equipo de Ultrasonido acudimos a las normas donde existen los parámetros de calibración del equipo así como la calificación y evaluación de las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento, normas como son: Norma API 650, donde se encuentra los requerimientos para realizar los ensayos no destructivos por el método de

Ultrasonido, Norma Asme Sección V que trata los parámetros de calificación y evaluación de juntas soldadas en tanques de almacenamiento en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

Para la elaboración de las Probetas nos tomamos como referencia la Norma API 650 que directamente se auxilia en la Norma ASME Sección IX, cual indica las medidas así las especificaciones como se debe realizar la soldadura en diferentes espesores y materiales, posiciones de soldadura que se debe realizar, tipo de juntas soldada específicamente en En tanques de Almacenamiento.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Analizando el tipo de material a ser usado ASTM A36 que se encuentra especificado en la Norma API 650 Sección II, , el proceso de soldadura más comunes (GMAW-SMAW), tipo de junta soldada (A Tope- Filete), espesores de palca de 4 y 6 mm respectivamente para proceder a la calibración adecuada, Analizamos los beneficios que tiene realizar los ensayos no destructivos por el Método de Ultrasonido mediante el equipo (MDF800B) resulta con muchos parámetros positivos a considerar el momento de ser evaluado las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento, gracias a la sensibilidad y precisión del equipo de Ultrasonido se puede realizar una evaluación en el cordón de soldadura muy exacto y preciso y realizar un informe basado en los requerimientos necesario presentados en la norma correspondientes. El ensayo no destructivo por Ultrasonido no es de suma importancia para realizar el ensayo el medio en que va hacer evaluado la junta soldada, lo que sí es de suma importancia la visibilidad y claridad para realizar la evaluación en las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

Como resultado de todo el trabajo de Investigación quedará a disposición el procedimiento de inspección de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento en el área de materiales de la Carrera de Ingeniería mecánica de la Universidad Técnica de

Ambato, la información así como los parámetros de evaluación sobre los ensayos no destructivos por el Método de Ultrasonido están sujetos en la Norma API 650 y la Norma ASME Sección V contribuirá con la investigación y la nutrición de conocimientos en los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica en el Campo de Materiales.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación es de **Interés** porque nos indica el procedimiento que se debe seguir para realizar Ensayos no destructivos por el método de Ultrasonido en material especificado en la Norma API 650 así como los procesos que se debe ejecutar el momento de realizar los cordones de soldadura, **Novedoso** porque podemos llegar a tener un gran aumento en la calificación y evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento por el método de Ultrasonido para una posterior mejora de la junta soldada o si necesita una reparación completa, evitando fallas en el cordón de soldadura.

De **Utilidad** por lo que existe la necesidad de crear un procedimiento de ensayo no destructivo por la sensibilidad del equipo así como la precisión que tiene en el momento de calificar juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento, es **Importante** porque nos permitirán refrescar el conocimiento de la utilización y manipulación del Equipo de Ultrasonido en diferentes espesores así como en diferentes materiales y poder utilizar la Norma API 650 así como la Norma ASME Artículo V en el momento de calificar y evaluar los cordones de soldadura en Tanques de Almacenamiento.

Factible ya que se realizara un procedimiento que tenga los parámetros y características necesarias para que se pueda evaluar y calificar las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento según el requerimiento de la Norma, Beneficiarios serán los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato así como personal de la Empresa INDUACERO S.A. de la Ciudad de

Latacunga. **Original** ya que fue creado y realizado pensando en solucionar el problema planteado en nuestra investigación, mirando la manera más sencilla que se pueda evaluar y calificar los cordones de soldadura en Tanques de Almacenamiento por el Método de Ultrasonido, y saber cuánto incide en la calificación de las juntas soldadas en comparación a los otros métodos de Ensayos no Destructivos (VT,PT)

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un procedimiento de inspección y evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento mediante Ensayos no Destructivo por el método de Ultrasonido (MFD800B).

6.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Establecer los parámetros del proceso de soldadura en juntas soldadas de los Tanques de Almacenamiento
- Determinar los criterios de aceptación y rechazo que establece la norma ASME Sección V artículo V para este método
- Determinar el proceso de calibración del equipo correspondiente a la norma AWS D.1.1 antes de ejecutar la inspección.
- Establecer el proceso de ejecución de inspección y evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento mediante Ultrasonido y determinar los tipos de discontinuidades que se presenta.

- Analizar los costos y beneficios que se tiene el momento de calificar y evaluar juntas soldadas en tanques de Almacenamiento por el método de Ultrasonido.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 ECONÓMICO

Tabla 6-1 Costos para el Desarrollo del Ensayo no destructivo por método de Ultrasonido

PROCESO	EQUIPO Y MATERIAL	COSTO USD
Limpieza Superficial	Limpiar el cordón de soldadura (Thinner-Diluyente)	5
	Trapos de limpieza	5
	Huaipe	4
	Lima y Lijas	10
Calibración del Equipo de Ultrasonido (MFD-8000B)	Galgas de Calibración	1000
	Manual de usuario del Equipo de Ultrasonido	30
Realización del Ensayo	Ultrasonido	12000
	Aceite	10
	Transductores Angulares	400
Operación y Revisión	Asesoría Técnica	100
Evaluación	Presentación de Informe y Fichas UT	200
TOTAL		13764

Fuente:(Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

Los parámetros de evaluación nos permiten determinar que el proyecto tenga factibilidad y pueda ser realizado de forma adecuada y acorde a los parámetros de la Norma aplicada para ensayos no destructivos por el Método de Ultrasonido.

6.5.2 ANÁLISIS TECNOLÓGICO EQUIPO (MFD-800B)

Analizados los parámetros necesarios para la ejecución del ensayo no destructivo por el método de Ultrasonido se pudo verificar que es factible realizarlo en juntas soldadas

en tanques de almacenamiento, ya que para la realización de este método nos auxiliamos en la Norma API 650 (sección VI) así como en la Norma ASME (sección V) donde nos da parámetros de evaluación e inspección de los cordones de soldadura en tanques de Almacenamiento, mediante las normas se puede realizar un procedimiento de evaluación e inspección ya que se cuenta con el equipo tecnológico necesario para dicha inspección.

6.5.3 ANÁLISIS AMBIENTAL

El ensayo no destructivo por el método de Ultrasonido no es contaminante para el medio ambiente ya que para la evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento no se utiliza productos químicos, ya que este método trabaja según la trayectoria de propagación de ondas sonoras con ciertos intervalos de frecuencia entre 20 y 500 kHz.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 NORMAS DE APLICACIÓN EN JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Tabla 6-2 Normas aplicadas en la Inspección y Evaluación en Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento por el método de Ultrasonido

NORMAS	SECCIÓN	CONTENIDO
API 650	V párrafo 6,3	En cuanto se requiere hacer Inspección por el método de Ultrasonido se hará según lo requerido en el artículo 5 de la Sección V del código ASME y en el párrafo 6,3 del código API 650, los criterios de aceptación y rechazo serán acordados entre el Fabricante e Inspector.
ASME	V Artículo 4	Describe los requerimientos a ser utilizados en la selección y desempeño de métodos de pruebas Ultrasónicas. Estas evaluaciones se usaran para pruebas Ultrasónicas y dimensionamiento de las indicaciones para compáralas con estándares de aceptación.

ASME	V Artículo 5	Los requerimientos de calibración deben seleccionarse de acuerdo con la norma aplicable. (a) El bloque de calibración debe ser del mismo diámetro, espesor y composición nominales, así como de la misma condición de tratamiento térmico que el producto que está siendo examinado. (b) El bloque de calibración debe ser lo suficientemente largo para simular el manejo del producto que está siendo examinado con el equipo de examen.
------	--------------	--

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

6.6.2 MATERIALES Y TIPO DE JUNTAS UTILIZADAS EN JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

6.6.2.1 MATERIALES

Los materiales utilizados en la construcción de tanques deberán ser conformes con las especificaciones que figuran en esta sección, con sujeción a las modificaciones y limitaciones indicadas en la presente norma. El material producido a las especificaciones distintas de las enumeradas en esta sección se puede emplear, siempre que el material este certificado a cumplir con todos los requisitos de una especificación de material que figuran en la presente norma y el uso del material de que se apruebe por el comprador. La propuesta del fabricante deberá identificar las especificaciones de materiales que se utilizarán.

6.6.2.2 ESPECIFICACIONES ASTM

Las placas que se ajusten a las siguientes especificaciones ASTM son aceptables siempre y cuando las placas están dentro de los límites establecidos:

- a. ASTM A 36M / A 36 para las placas a un espesor máximo de 40 mm (1,5 pulg.). Ninguna de las especificaciones para las materias accesorias que figuran en la norma ASTM A 36M / A 36

b. ASTM A 131 M / A131, Grado A, para las placas de un grosor máximo de 12,5 mm (0,5 in.); Grado B para las placas a un espesor máximo de 25 mm (1 in.); CS Grado de placas a un grosor máximo de 40 mm (1,5 pulg (2 in.); y Grado EH36 para las placas a un espesor máximo de 45 mm. (1,75 pulg.)

c. ASTM A 283m / A 283, Grado C, para las placas a un espesor máximo de 25 mm (1 in.).

d. ASTM A 285M / A 285, Grado C, para las placas a un máximo espesor de 25 mm (1 in.).

e. Grados ASTM A 516m 380, 415, 450, 485 / A 516, los grados 55, 60, 65 y 70, para las placas a un grosor máximo de 40 mm (1,5 pulg.)

f. ASTM A 537M / A 537, Clase 1 y Clase 2, para las placas de un grosor máximo de 45 mm (1,75 pulg.) [Placas de inserción a un grosor máximo de 100 mm (4 pulgadas)].

g. Grados ASTM A 573m 400, 450, 485 / A 573, los grados 58, 65 y 70, para las placas a un grosor máximo de 40 mm (1,5 pulg.).

h. ASTM A 633m / A 633, los grados C y D, para las placas a un grosor máximo de 45 mm (1,75 pulg.)

j. ASTM A 678m / A 678, Grado A, para las placas a un grosor máximo de 40 mm (1,5 pulg.) [Placas de inserción a un grosor máximo de 65 mm (2,5 pulg.)] Y Grado B para las placas a un espesor máximo de 45 mm (1,75 pulg.)

6.6.2.3 ESPECIFICACIONES ISO

Placa con ISO 630 en los grados E 275 y E 355 es aceptable dentro de las siguientes limitaciones:

- a. Grado E 275 en Cualidades C y D para la placa de un espesor máximo de 40 mm (1,5 pulg.) Y con un contenido máximo de manganeso del 1,5% (calor).
- b. Grado E 355 en Cualidades C y D para la placa de un espesor máximo de 45 mm (1,75 in.) [Placas de inserción para un espesor máximo de 50 mm (2 pulg.)].

6.6.2.4 JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES

Doble unión soldada a tope: Una junta entre dos partes de tope se extiende en aproximadamente el mismo plano que está soldado por ambos lados.

Junta a tope de un solo soldado con respaldo: unión entre dos piezas de tope se extiende aproximadamente en el mismo plano que está soldado por un solo lado con el uso de una barra de tira u otro material de soporte adecuado.

Doble unión soldada vuelta: Una unión de dos miembros superpuestos en el que los bordes superpuestos de los dos miembros se sueldan.

Conjunta de un solo soldado de vuelta: Una unión de dos miembros superpuestos en el que el borde superpuesto de un miembro es soldado con una soldadura.

Soldadura a tope: Una soldadura colocada en una ranura entre dos elementos de apoyo. Los surcos pueden ser cuadrados, en forma de V (simple o doble), o en forma de U (simple o doble), o pueden ser biselado simple o doble.

Soldadura a Filete: Una soldadura de sección transversal aproximadamente triangular que une dos superficies en aproximadamente ángulos rectos, como en una junta de solape, el primer golpe conjunta, o junta de esquina.

Soldadura completa a Filete: Una soldadura filete cuyo tamaño es igual al espesor del miembro más delgado unido.

Soldadura de Tachuela: Una soldadura hecho para mantener las partes de una soldadura en la alineación adecuada hasta que se hagan las soldaduras definitivas

6.6.3 PARÁMETROS INICIALES DEL MÉTODO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO

Según (Pardo, 2014) La técnica ultrasónica está basada en el hecho de que los materiales sólidos son buenos conductores de las ondas acústicas, por lo cual las ondas ultrasónicas, no sólo se reflejan en las interfaces, sino que también lo hacen en las discontinuidades internas (separaciones del material, inclusiones, etc). El efecto de la interacción de las ondas acústicas con los materiales es mejor cuando se tienen longitudes de onda muy pequeñas, lo cual se traduce en altas frecuencias de estas. Esto implica que las ondas ultrasónicas deban ser usadas en un rango de frecuencias entre 0.5 MHz y 25 MHz obteniéndose magnitudes de milímetros para la longitud de onda.

Limitándose a las pruebas en los objetos para determinar posibles discontinuidades en los materiales, mediante la inspección ultrasónica se puede detectar, ubicar, evaluar y hacer un diagnóstico de los defectos encontrados.

En la detección de discontinuidades la principal herramienta de la técnica ultrasónica es el Transductor o sonda.

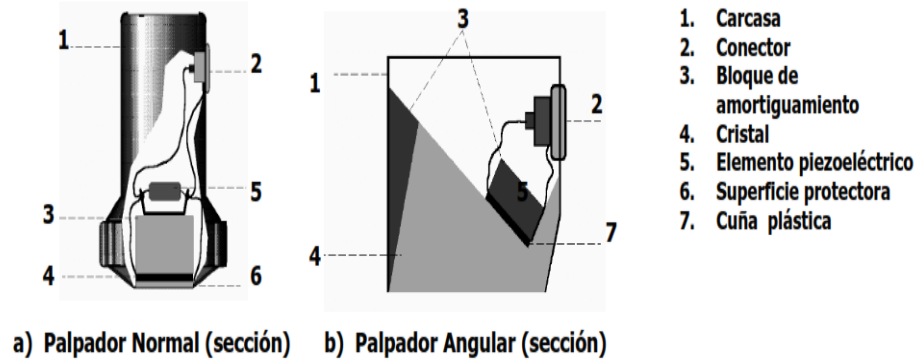


Gráfico 6-1 Tipos principales de Transductor

Fuente: Pardo, M. A. (24 de Mayo de 2014). *es.scribd.com*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de *es.scribd.com*: <http://es.scribd.com/doc/227881567/2-Procedimiento-ultrasono>

El elemento piezoeléctrico (Oscilador) del transductor se excita por una descarga eléctrica sumamente corta y transmite un pulso ultrasónico. El mismo elemento por otro lado genera una señal eléctrica cuando recibe una señal ultrasónica, causando así su oscilación.

El transductor se coloca sobre la superficie del objeto de prueba, aplicando entre estos un líquido acoplante con el propósito de que las ondas acústicas puedan ser transmitidas al material, luego el inspector ultrasónico examina el objeto de prueba, moviendo el transductor a través de toda la superficie, mientras observa en la pantalla del equipo (osciloscopio), las posibles señales causadas por las reflexiones del haz en discontinuidades internas.

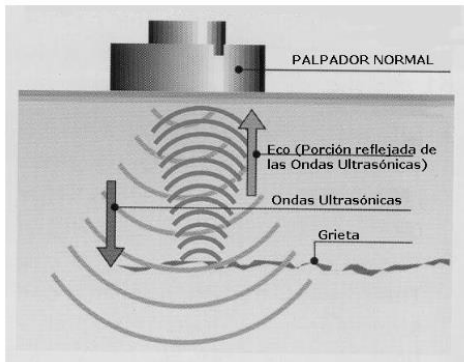


Gráfico 6-2 Detección de discontinuidades a través de Ondas

Fuente: Pardo, M. A. (24 de Mayo de 2014). *es.scribd.com*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de *es.scribd.com*: <http://es.scribd.com/doc/227881567/2-Procedimiento-ultrasonido>

En la figura 6.2 se muestra la forma en la cual a través de ondas ultrasónicas se pueden detectar discontinuidades presentes en el interior de los materiales.

6.6.3.1 TIPOS DE ONDAS ULTRASÓNICAS

Según (Gutierrez, 2013) Todo material con propiedades elásticas puede ser sede de la propagación de ondas sónicas y ultrasónicas, en tanto las fuerzas elásticas son capaces de retraer las partículas a su posición de reposo.

En los cuerpos que poseen una estructura cristalina (por ejemplo metales en estado sólido) las partículas que forman la red pueden ser desplazadas de sus posiciones de equilibrio describiendo oscilaciones con trayectorias diversas, en función de la energía mecánica aplicada, originando distintos tipos de ondas ultrasónicas: Ondas longitudinales, Ondas transversales, Ondas superficiales, Ondas de Lamb.

a) ONDAS LONGITUDINALES.

Según (Gutierrez, 2013) Se tienen ondas longitudinales cuando la dirección de oscilación de las partículas es paralela a la dirección de propagación de la onda.

En los líquidos y los gases sólo es posible la propagación de este tipo de ondas mecánicas.

En el Gráfico 6,4, se esquematiza la propagación del ultrasonido mediante ondas longitudinales. Se observa que si la onda ultrasónica incide normalmente a la superficie, la propagación de la misma dentro del material provocará la oscilación de las partículas alrededor de su posición de equilibrio pero en la misma dirección de propagación. En un instante dado podríamos imaginar que la posición de las partículas en el material sería la que se indica en la parte inferior, en la cual se observan zonas en que las partículas se han alejado entre sí y zonas en que se han acercado, esto se debe a que el cambio de fase de las oscilaciones crea zonas donde las partículas se aproximan entre sí, de forma particularmente densa, alternándose estas zonas de compresión con zonas enrarecidas. Una imagen cronológica de la onda mostraría que estas zonas se crean constantemente a partir del borde de excitación y que viajan a través del cuerpo a una velocidad constante y a intervalos constantes hacia la derecha.

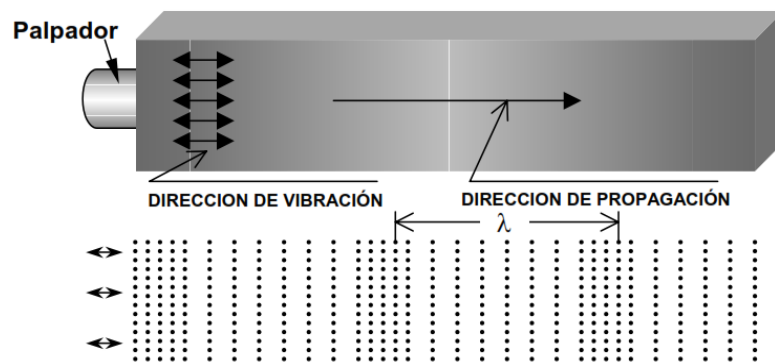


Gráfico 6-3 Representación esquemática de la propagación de ondas longitudinales.

Fuente: Gutierrez, A. (12 de Febrero de 2013). *es.scribd.com*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de *es.scribd.com*: <https://es.scribd.com/doc/52654791/5/PARAMETROS-DE-LAS-ONDAS-ULTRASONICAS>

b) ONDAS TRANSVERSALES.

Según (Gutierrez, 2013) Se tienen ondas transversales cuando la dirección de oscilación de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación de la onda ultrasónica.

Esto se verifica en los materiales sólidos cuando la onda ultrasónica penetra en el material con un cierto ángulo respecto a la superficie.

En el Gráfico 6.4 se ha esquematizado la propagación de las ondas transversales. En este caso se observa que las partículas se alejan y acercan a su posición de equilibrio en dirección normal a la propagación de la onda manteniendo constante sus distancias relativas.

La longitud de onda λ está dada por la distancia entre dos puntos consecutivos que han alcanzado su máximo alejamiento de la posición de equilibrio en un mismo sentido.

Los gases y líquidos no pueden transmitir ondas transversales (excepto líquidos altamente viscosos, en los que se pueden transmitir pero de forma altamente amortiguada), ya que sus moléculas apenas ofrecen resistencia al deslizamiento transversal y por lo tanto no existen vínculos elásticos que los ligen a su posición cero.

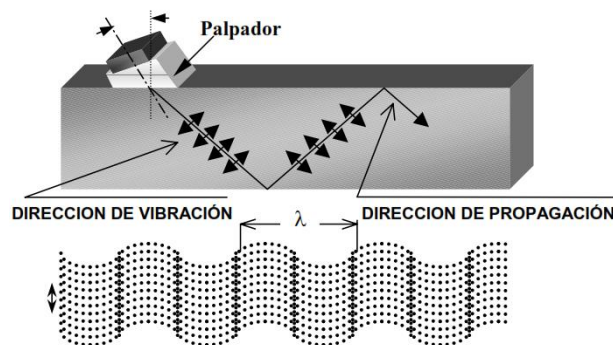


Gráfico 6-4 Representación esquemática de la propagación de ondas transversales.

Fuente: Gutierrez, A. (12 de Febrero de 2013). *es.scribd.com*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de es.scribd.com: <https://es.scribd.com/doc/52654791/5/PARAMETROS-DE-LAS-ONDAS-ULTRASONICAS>

c) ONDAS SUPERFICIALES

Según (Ramirez, 2010) Las ondas de superficie se consideran como un tipo especial de ondas transversales, pueden ser comparadas con un cuerpo que flota en la superficie del agua, dado que viajan en la superficie del material y lo penetran solamente una profundidad equivalente a una longitud de onda.

La cantidad de energía que poseen las Ondas de Rayleigh, a una profundidad de una longitud de onda, es aproximadamente un veinticincoavo ($1/25$) de la energía en la superficie. Las ondas de Rayleigh difieren del oleaje pues, en las ondas que se generan en la superficie del agua la oscilación de la partículas es circular en las ondas superficiales es elíptica (ver Gráfico 6.5).

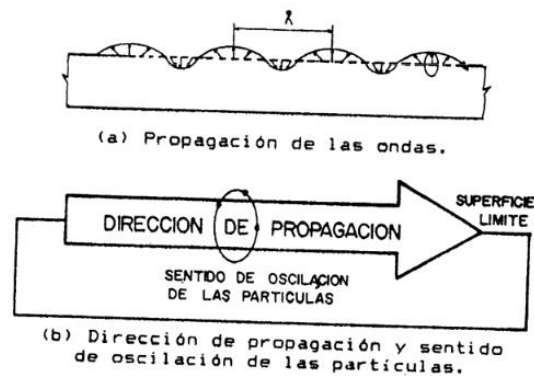


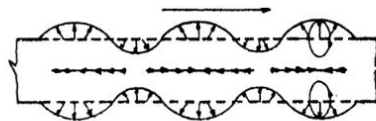
Gráfico 6-5 Características de superficies de las Ondas

Fuente: Ramirez, J. (6 de Junio de 2010). *sistendca.com*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de sistendca.com

d) ONDAS LAMB

Según (Ramirez, 2010) Cuando los ensayos ultrasónicos son llevados a cabo en materiales sumamente delgados, o sea, cuando el espesores del misma orden que la longitud de onda, se producen varios tipos de onda de chapa. Ocurren vibraciones complejas de las partículas, en todo el espesor del material que modifican las ondas de superficie.

La velocidad de las ondas de Lamb depende no solamente de las características del material bajo ensayo, sino también del espesor, de la frecuencia de la onda y del tipo de onda.



(a) Propagación de las ondas.



(b) Dirección de propagación y sentido de oscilación de las partículas.

Gráfico 6-6 Características de las ondas Lamb simétricas

Fuente: Ramirez, J. (6 de Junio de 2010). *sistendca.com*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de *sistendca.com*

6.6.3.2 FRECUENCIAS

Según (Rimoldi, 2012) Más allá de todas las divisiones que puedan ser hechas se sabe que no todo el rango de frecuencias es audible para el oído del ser humano. Solamente es un cierto rango el cual puede diferir entre individuos y que puede variar con la edad.

El límite inferior de audibilidad se halla alrededor de 16Hz y el superior alrededor de 20KHz. Los rangos de interés son:

Subsónico: $f < 16\text{Hz}$, en este rango no se escucha ningún tono, solo se notará presión.

Sónico: $16\text{Hz} = f = 20\text{KHz}$, rango audible por el ser humano.

Ultrasónico: $f > 20\text{KHz}$.

Las frecuencias utilizadas en los ensayos ultrasónicos se encuentran en el rango de 0,5 a 25 MHz.

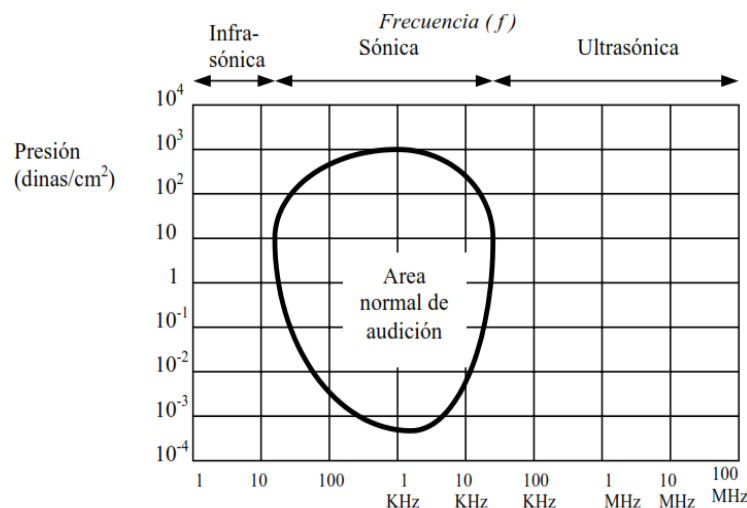


Gráfico 6-7 El espectro Acústico

Fuente: Rimoldi, C. (29 de Junio de 2012). www.aero.ing.unlp.edu.ar. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de www.aero.ing.unlp.edu.ar

6.6.3.3 TRANSDUCTORES DE CONTACTO

Según (Rimoldi, 2012) Son utilizados para las Inspecciones que necesitan contacto con la pieza y son, generalmente, manipulados a mano. Estos poseen sus componentes

protegidos por una carcasa ergonómica y una interface que impide el desgaste de la cara que roza con las piezas a analizar.

Requieren de un medio de acople como grasas, aceites o agua para remover la película de aire entre el cabezal y el componente analizado.

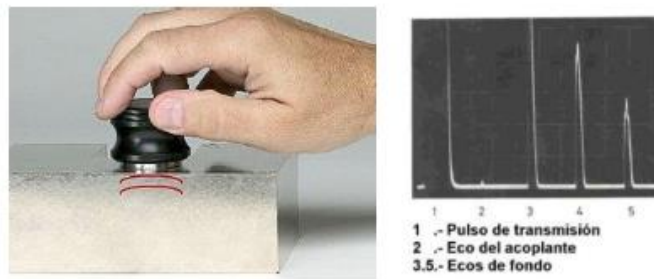


Gráfico 6-8 Cabezal de Contacto

Fuente: Rimoldi, C. (29 de Junio de 2012). *www.aero.ing.unlp.edu.ar*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de *www.aero.ing.unlp.edu.ar*

6.6.3.4 TRANSDUCTORES PARA SUPERFICIES CURVAS

Según (Rimoldi, 2012) Los cabezales planos mostrados en las figuras anteriores son utilizados para superficies planas. Si la superficie a analizar es curva se utilizan interfaces curvas para una mejor adaptación a dichas formas.



Gráfico 6-9 Diferentes tipos de Cabezales Curvos

Fuente: Rimoldi, C. (29 de Junio de 2012). *www.aero.ing.unlp.edu.ar*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de *www.aero.ing.unlp.edu.ar*

6.6.3.5 TRANSDUCTORES DE DOBLE CRISTAL

Según (Mundo, 2012) Poseen dos cristales piezoeléctricos independientes en la misma carcasa. Uno de los elementos transmite la señal ultrasónica y otro la recibe. Ambos elementos pueden diferenciarse entre sí al buscarse las mejores características de emisión en el “Emisor” y las mejores características de recepción en el “Receptor”. Una barrera acústica entre ambos cristales evita la transmisión de uno al otro. Ambos cristales se encuentran dispuestos en ángulo generando haces cruzados en el material.

Estos cabezales son muy utilizados para medir espesores en piezas delgadas.

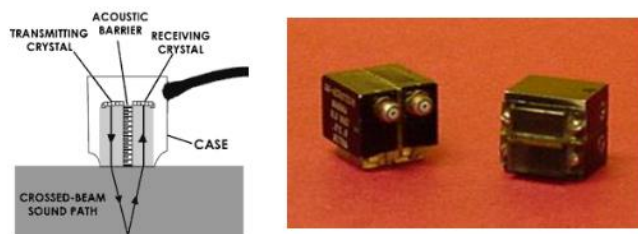


Gráfico 6-10 Transductores de doble cristal

Fuente: Mundo, L. M. (24 de Junio de 2012). www.aero.ing.unlp.edu.ar. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de www.aero.ing.unlp.edu.ar

6.6.3.6 TRANSDUCTORES ANGULARES

Según (Mundo, 2012) Los cabezales angulares utilizan una interface en forma de cuña la cual genera un ángulo entre el haz emitido y la normal a la superficie analizada. Esto introduce ondas refractadas de corte en el material al mismo tiempo que dichas ondas son reflejadas en las paredes de la pieza mejorando la detección de imperfecciones en cordones de soldaduras. También son utilizados para generar ondas de superficie para detectar defectos superficiales.

Pueden ser adquiridos con diferentes ángulos fijos o en versiones ajustables. Hay que prestar especial atención que los que poseen ángulos fijos el ángulo de refracción de la onda cambiará según el material utilizado.

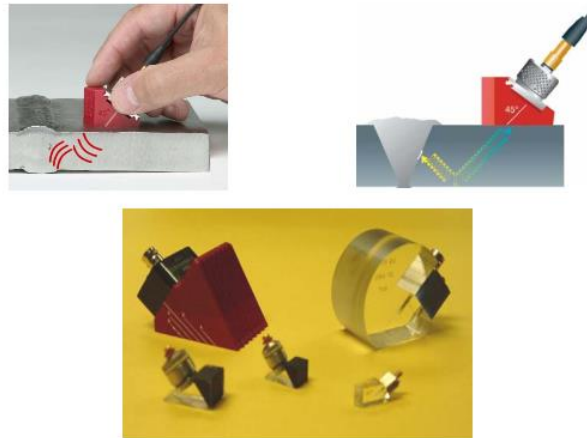


Gráfico 6-11 Configuración Transductores Angulares

Fuente: Mundo, L. M. (24 de Junio de 2012). www.aero.ing.unlp.edu.ar. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de www.aero.ing.unlp.edu.ar

6.6.3.7 VELOCIDAD DEL SONIDO

Según (Espinoza, 2014) La velocidad real en esos materiales puede variar muy significativamente debido a una variedad de causas tales como composición específica o microestructura, orientación de granos o fibras, porosidad y temperatura.

Esto es especialmente cierto en el caso de metales fundidos, fibra de vidrio, plásticos y compuestos.

Para una mejor precisión en la medición de espesor, la velocidad del sonido en un material de prueba dado siempre debe ser medida mediante una calibración de la velocidad en una muestra con espesor conocido.

Material	Ondas Longitudinales	Ondas Transversales
Hierro	4.150	2.790
Acero	6.100	3.200
Cobre	4.750	2.275
Ladrillo	3.000 (barra)	
Hormigón	3.400 (barra)	
Vidrio	5.450	3.270
Corcho	400	225
Madera (Pino)	3.000	1.870
Goma (Blanda)	1.025	
Goma (Dura)	2.200	950

Gráfico 6-12 Velocidad de ondas Sonoras a 20 °C, en m/s
Fuente: Blanco, F. (20 de Octubre de 2005). *www6.uniovi.es*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2014, de *www6.uniovi.es*:

6.6.3.8 HAZ DE ULTRASONIDO

Según (Ramirez, 2010) En el ensayo de ultrasonido, la anchura del haz sonoro es, generalmente, considerado constante en toda su longitud. En realidad, el haz no es totalmente recto. Si medimos la intensidad del haz sonoro a varias distancias del transductor, veremos que es posible distinguir tres zonas diferentes, tal y como se muestra en el Gráfico 6.4 Estas zonas son conocidas como; Zona Muerta, Zona de Campo Cercano o Zona de Fresnel, y Zona de Campo Lejano o Zona de Fraunhofer

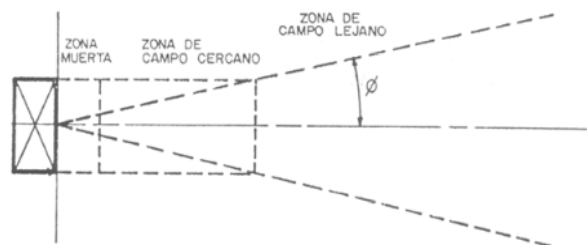


Gráfico 6-13 Diagrama del haz ultrasónico mostrando las diferentes zonas de intensidad.

Fuente: Ramirez, J. (6 de Junio de 2010). *sistendca.com*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de *sistendca.com*

a) ZONA MUERTA.

Según (Ramirez, 2010) La zona muerta se debe a la interferencia producida por las vibraciones del cristal; y su presencia en el haz, está determinada por el tiempo de oscilación, o sea, el tiempo requerido por el cristal par a generar el pulso de vibración.

b) ZONA DE CAMPO CERCANO.

El efecto producido por la zona de campo cercano o Zona de Fresnel (ver Gráfico 6.10), de un haz ultrasónico es, a veces, ignorado o desconocido, teniendo una gran importancia par a la validez de los resultados.

La energía es irradiada en todas la direcciones, a partir del punto de origen, y la presión acústica varía presentándose con máximos y mínimos; sin embargo, el haz tendría una forma totalmente esferoidal, de no ser por la existencia de los lóbulos laterales o secundarios, que no son más que zonas de fluctuación de la intensidad, producidas por efecto de los bordes del cristal, según el principio de Huygens (ver Gráfico 6.11).

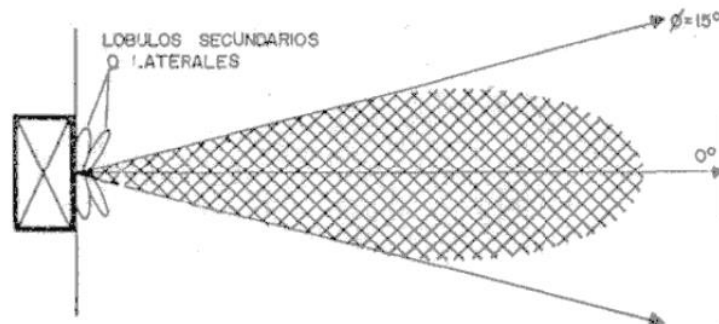


Gráfico 6-14 Geometría del haz para un transductor con un ángulo de divergencia de 15

Fuente: Ramirez, J. (6 de Junio de 2010). *sistendca.com*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de *sistendca.com*

d) Zona de Campo Lejano.

Según (Ramirez, 2010) Inmediatamente después de la zona de interferencia, o zona de campo cercano, comienza la zona de campo lejano, o Zona de Fraunhofer. En ésta zona, la intensidad o la presión sonora se estabiliza, teniendo mayor magnitud alrededor del eje imaginario del haz (ver Gráfico 6.10), y va disminuyendo hacia los límites del mismo. De la misma forma, con aumentos de la distancia, desde el límite entre las zonas de campo cercano y lejano, la presión disminuirá exponencialmente por efecto de varios factores productores de pérdidas (ver Gráfico 6.12). Uno de estos factores se denomina: divergencia del haz.

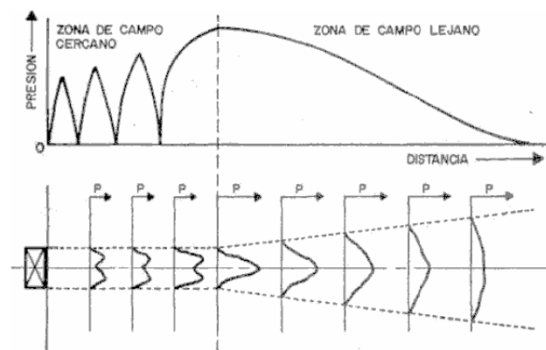


Gráfico 6-15 Distribución de la presión acústica a lo largo del recorrido del haz.

Fuente: Ramirez, J. (6 de Junio de 2010). *sistendca.com*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de *sistendca.com*

6.6.4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO ULTRASONIDO

Según (Gómez, 2010) “Ultrasonidos Nivel II, Editorial Fundación Confederal” a la hora de clasificar las fuentes de generación de ultrasonidos parece apropiado realizarla en función de su frecuencia pudiéndose establecer entonces tres grandes grupos a saber:

- Baja frecuencia: (comprendidos entre 10 y 100 KHz) siendo los que desde el punto de vista industrial tienen mayores aplicaciones.

- Media frecuencia: (de un rango de 100 KHz a 10 MHz) de uso en aplicaciones terapéuticas.
- Alta frecuencia: (abarca desde 1 MHz a 10 MHz) estando sus aplicaciones principales en fines médicos y aparatos de control no destructivo.

A partir de la documentación consultada y conociendo los tres grandes grupos de las aplicaciones de los ultrasonidos, a continuación se detallan las aplicaciones típicas en diferentes campos:

- En procesos industriales como: comunicaciones, navegación y pesca, química, biología, soldadura, mecanizado, colada-modelo.
- Utilizadas en control de calidad, para ensayos de: defectología, metrología y caracterización.
- En construcciones navales y metálicas, para el control de productos semielaborados, y de uniones.

Los ultrasonidos son ondas del mismo tipo que los sonidos audibles, diferenciándose únicamente en la frecuencia de operación. Los ultrasonidos operan con frecuencias por encima de la zona audible del espectro acústico.

Estas ondas pueden ser:

- Infrasonías - o sonidos no audibles por el oído humano. Corresponden a esta zona, las oscilaciones cuya frecuencia es menor de 16 Hz.

- Sónica - o sonidos audibles, comprendida en la gama de frecuencia de oscilación, de 16 a 20.000 Hz.

Para conocer cuando una onda sonora se aproxima al máximo de frecuencia soportable por el oído (20 KHz), es el momento en el que el sonido empieza a molestar en el oído: “Umbral de dolor”.

- Ultrasónica - es aquella donde la frecuencia de las oscilaciones es superior a 20 KHz.

El ensayo de ultrasonidos es un método de ensayo no destructivo que se basa en el uso de una onda acústica de alta frecuencia, no perceptible por el oído humano, que se transmite a través de un medio físico, para la detección de discontinuidades internas y superficiales o para medir el espesor de paredes entre otras aplicaciones.

Para llevarlo a cabo se utiliza un material piezoeléctrico insertado dentro de un transductor (Gráfico 6-16). Ese cristal piezoeléctrico transmite a la pieza una onda ultrasónica que se propaga a través de la pieza y que es detectada por el receptor, originando una señal eléctrica que es amplificada e interpretada por el equipo de medida.

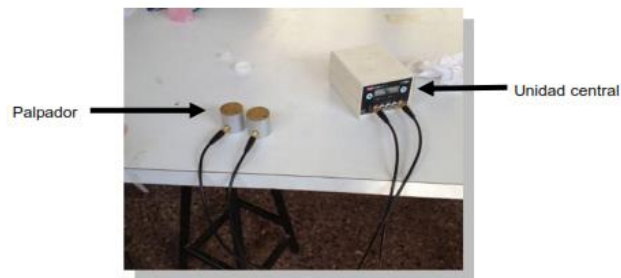


Gráfico 6-16 Equipo de Ultrasonido

Fuente: Pellicer, V. (20 de Junio de 2013). *riunet.upv.es*. Recuperado el 11 de Enero de 2015, de *riunet.upv.es*:

6.6.5 EQUIPO MITECH MFD800B

Según (MITECH, 2010) El MFD800B es un detector ultrasónico digital avanzado con una pantalla TFT LCD de varios colores y una serie de nuevas características para satisfacer los requisitos de inspección desafiantes. Combina potente detección de fallas y capacidades de medición, extenso almacenamiento de datos y la capacidad de transferir datos detallados de inspección a la PC a través del puerto USB de alta velocidad.

El instrumento incorpora muchas funciones de procesamiento de señal avanzadas, incluyendo un ancho de banda de 15 MHz RF para permitir pruebas de materiales delgados, filtros de banda estrecha para mejorar la relación señal-ruido en aplicaciones de alta ganancia, un pulsador pico para aplicaciones que requieren altas frecuencias, y un emisor de ondas cuadradas ajustable para optimizar la penetración en materiales gruesos.

El instrumento puede ser ampliamente utilizado en la localización y dimensionamiento de grietas ocultas, huecos, y discontinuidades similares en soldaduras, piezas forjadas, ejes, tanques y recipientes a presión, turbinas y componentes estructurales.

6.6.5.1 FUNCIONES

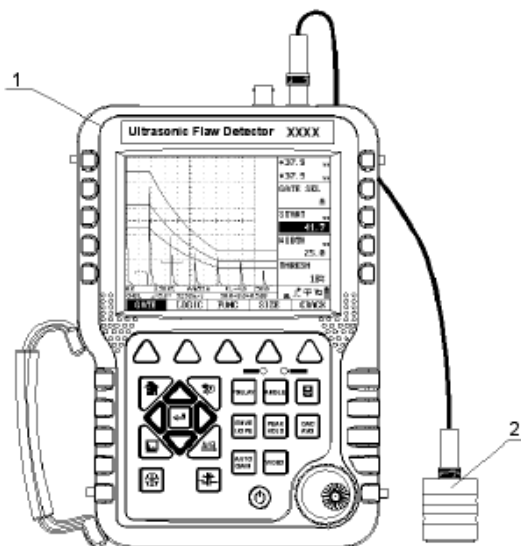
- Semiautomático calibración de dos puntos: Calibración automática de transductor traslado de origen y / o velocidad del material.
- Localización de fallas: ruta de sonido pantalla en vivo, proyección (distancia de la superficie), profundidad, amplitud,
- Defecto de dimensionamiento: falla automática de tamaño utilizando AVG / AVG o DAC, velocidades de informes de aceptación o rechazo defecto.

- Lectura Digital: Grosor / Profundidad se puede mostrar en lectura digital cuando se utiliza una sonda normal y de trayectoria, Distancia superficie y profundidad se visualizan directamente cuando la sonda ángulo está en uso.
- Tanto el DAC y el método de evaluación de la amplitud de AVG están disponibles.
- AWS D1.1.
- Función de corrección de la superficie curva
- Función Auto-ganancia
- Sobre: Visualización simultánea del A-scan en tiempo real a una tasa de actualización de 60 Hz y un sobre de visualización A-scan
- Retención de picos: Comparar formas de onda pico congelados vivir A-Scans de interpretar fácilmente los resultados de las pruebas.
- Congelación de Pantalla: La Pantalla de congelación tiene forma de onda y datos de la trayectoria de sonido.

6.6.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

La figura derecha da una descripción del sistema de instrumento.

1 la Unidad Principal
2 Sonda (Transductor)



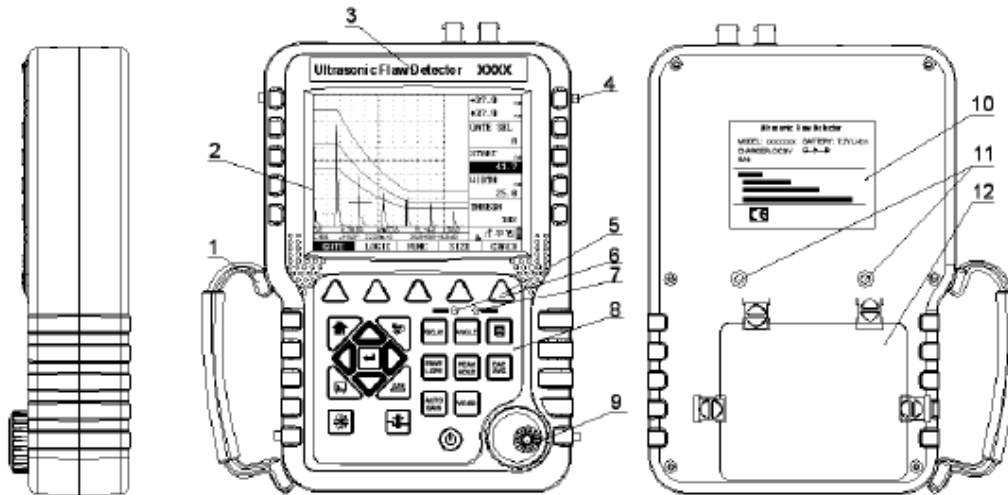










Gráfico 6-17 Equipo MITECH de Ultrasonido MFD800B

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). *www.periziebaffigi.com*. Retrieved Enero 12, 2015, from *www.periziebaffigi.com*

1. Cinturón
2. Pantalla LCD
3. Marca del Equipo
4. Ganchos
5. Teclas de menú
6. LED de alarma
7. LED de Energía
8. Teclado
9. Mando giratorio
10. Código del Equipo
11. Soportes
12. Batería

a) FUNCIONES DEL EQUIPO DEL ULTRASONIDO MFD800B

Tabla 6-3 Funciones del teclado del Equipo MFD800B

	Para encender el instrumento o apagado.		Selecciona las funciones de calibración ángulo.
	Tecla Inicio. Maneja selección de modos de visualización. O regresa a la principal, cuando en el menú.		Guarda los datos obtenidos
	Retraso del punto cero de la sonda.		Inicia o detiene la función Auto-Ganancia
	Congelar pantalla del Equipo		Desactiva la función encima, pantalla aumenta

	Amplia el pico a una pantalla completa		Gira la función de retención de pico y se apaga.
	Tecla selecciona los submenús ganancia o cambia el paso de los db.		Inicia o se detiene la grabación de un segmento de la pantalla
	Funciones de la reglilla, seleccionar las funciones de la reglilla		Clave DAC-AVG selecciona los menús de DAC / AVG
	Selección del Rango		confirma o cambia la selección actual

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). *www.periziebaffigi.com*. Retrieved Enero 12, 2015, from *www.periziebaffigi.com*

6.6.5.3 MENÚ Y SUB-MENÚ DEL EQUIPO DE ULTRASONIDO MITECH MFD800B

a) FUNCIONES DE LAS TECLAS DEL EQUIPO DE ULTRASONIDO

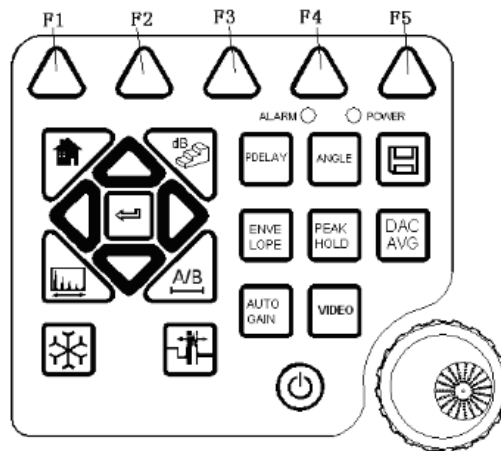


Gráfico 6-18 Teclado del Equipo MFD800B

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). *www.periziebaffigi.com*. Retrieved Enero 12, 2015, from *www.periziebaffigi.com*

El instrumento está diseñado para dar al usuario un acceso rápido a todas las funciones del instrumento. Su sistema de menú fácil de usar permite a cualquier función que se accede con no más de tres pulsaciones de teclas.

Para acceder a cualquier función: Pulse una de las cinco teclas de menú (F1 ~ F5) para seleccionar un menú. Los menús a través de la parte inferior de la pantalla serán inmediatamente reemplazados por los submenús contenidos en el menú seleccionado. Pulse una tecla de menú (F1 ~ F5) para seleccionar el submenú que contiene la función deseada.

Teclas especiales tales como ganancia, Puerta, Rango, Calibración Probeta, Calibración Angular, Congelador, Auto-Ganancia, retención de picos y etc. se agrupan para facilitar el control de pulgar. Este diseño permite el acceso directo a los parámetros de configuración importantes instrumentos y proporciona funcionamiento fácil y rápido en situaciones difíciles de inspección.

b) MENÚ BÁSICO



BASIC

b-1) RANGO

Según (MITECH, 2010) El grupo de funciones le permite hacer el ajuste básico de la gama de visualización. La visualización en la pantalla debe ser ajustada para el material a ser probado y para la sonda utilizada.

La calibración requiere el uso de patrón calibrado hecho del mismo material que la pieza de ensayo. Antes de la calibración de la combinación del instrumento / sonda, el rango de la pantalla de visualización A-Scan (el valor espesor del material representado por la anchura horizontal total de la pantalla) normalmente se establece en un valor igual o ligeramente mayor que el estándar de calibrado.

- Activar el submenú BÁSICO (que se encuentra en el menú BÁSICO) presionando la tecla de menú inferior. Tres funciones aparecerán en el lado derecho de la pantalla de visualización.

- Seleccione el elemento de función titulada Rango. Vas a notar que Rango tiene dos modos de ajuste grueso y fino. Modos grueso y fino se seleccionan pulsando repetidamente.

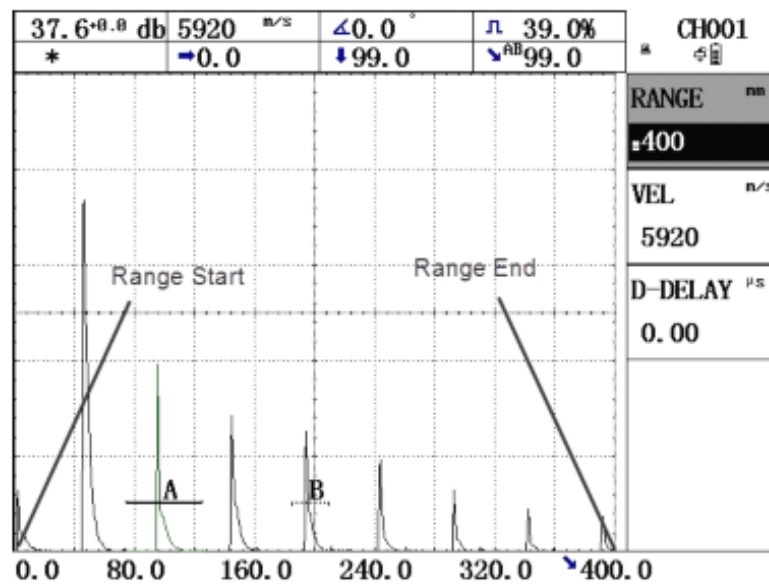


Gráfico 6-19 Selección del Rango

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). www.periziebaffigi.com. Retrieved Enero 12, 2015, from www.periziebaffigi.com

b-2) GANANCIA

Según (MITECH, 2010) La Ganancia del instrumento, lo que aumenta y disminuye la altura de un A-Scan que aparece, se ajusta con las funciones de ganancia. La ganancia incluye la ganancia básica, la ganancia de corrección.

La ganancia básica y la ganancia de corrección también se muestran en la esquina superior derecha de la pantalla. El máximo de la ganancia total (la ganancia de base más la ganancia de desplazamiento, más la ganancia de la corrección) es de 110 dB.

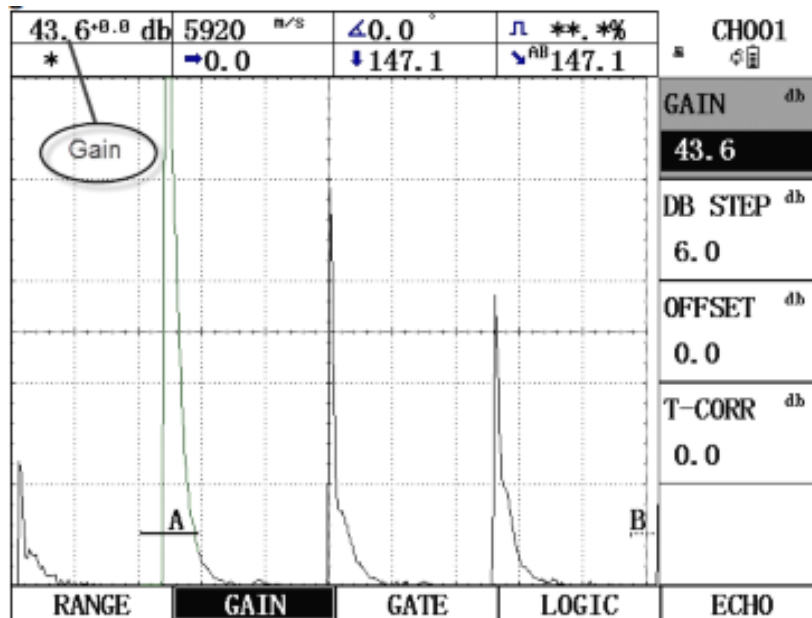


Gráfico 6-20 Selección de la Ganancia del Equipo

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). www.periziebaffigi.com. Retrieved Enero 12, 2015, from www.periziebaffigi.com

b-3) REGLILLA (GATE)

Según (MITECH, 2010) Las reglillas monitorean el rango del objeto de prueba donde se espera detectar un defecto.

Si un eco es superior o inferior de la reglilla, una señal de alarma se envía a través de la alarma LED. La reglilla elige el eco para el tiempo de vuelo-digital o medición de la amplitud. El instrumento tiene dos reglilla: reglilla A y de la puerta B. Puerta de A y B son independientes uno de otro. A-Scan señales que cruzan de las reglillas A o B se evalúan a los efectos de la detección de fallas y evaluación de material de grosor. Cuando la señal cruza la A o B, el punto máximo (pico) de la señal (en la reglilla

específica) se utiliza para fines de evaluación. El valor medido se indica en la línea de estado.

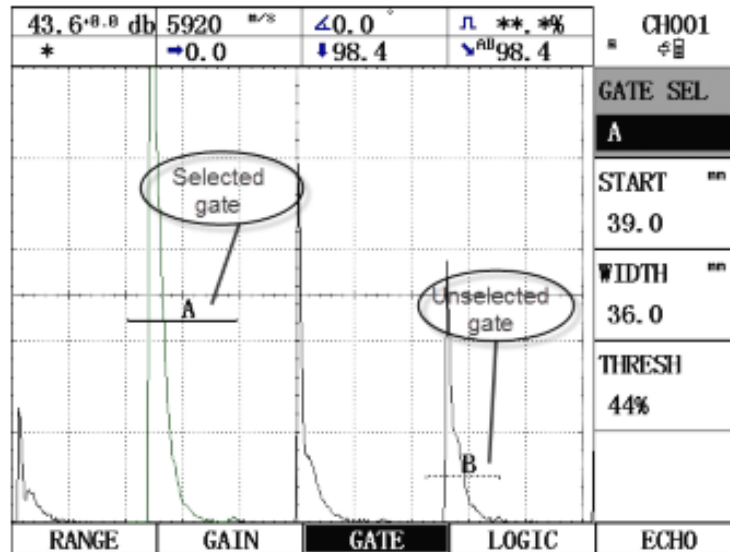


Gráfico 6-21 Reglillas de medición

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). www.periziebaffigi.com. Retrieved Enero 12, 2015, from www.periziebaffigi.com

c) MENÚ CALIBRACIÓN



c-1) SELECCIÓN DEL

TIPO DE SONDA

Puede utilizar la función SONDA para activar la separación emisor-receptor. Los siguientes modos están disponibles:

LONGITUDINAL: Para el funcionamiento del transductor de haz recto sola (se visualizará). Las tomas de conexión de la sonda se conectan en paralelo.

ANGULAR: Para el funcionamiento transductores de haz único.

DUAL: - Para el uso con doble elemento (TR) sondas; la toma de la mano derecha está conectado con la entrada del amplificador mientras que el pulso inicial está disponible en la toma de la mano izquierda.

A TRAVÉS DE: - Modo A través de la transmisión por el uso de dos sondas de un solo elemento; el receptor está conectado con la derecha, el generador de impulsos está conectado con la izquierda.

- Activar el submenú SONDA (ubicado en el menú CAL) pulsando la tecla de menú inferior.

- Seleccione el elemento de función SONDA titulado.

- Para cambiar el modo de sonda, gire la perilla. Cada modo de sonda disponible se representa mediante un icono que se muestra cerca de la esquina inferior derecha de la pantalla cada vez que se indica que el modo de sonda.

c-2) P-DELAY

Según (MITECH, 2010) Cada sonda tiene una línea de retardo entre el elemento transductor y la superficie de acoplamiento. Esto significa que el pulso inicial debe pasar primero a través de esta línea de retardo antes de que la onda de sonido puede entrar en el objeto de prueba. Puede compensar esta influencia de la línea de retardo en la función P-DELAY.

d) MENÚ FUNCIÓN



Establecer los parámetros para calibrar la figura de soldadura según sus especificaciones de la placa o junta soldada hacer analizada. Pueden permitir el rasgo de Figura de soldadura descubriendo las partes de soldadura usando el transductor

angular o transversal. Los parámetros de soldadura deberían ser puestos antes de la utilización de este rasgo.

Después de que los parámetros de soldadura han sido puestos correctamente la figura de soldadura aparecerá sobre la pantalla.

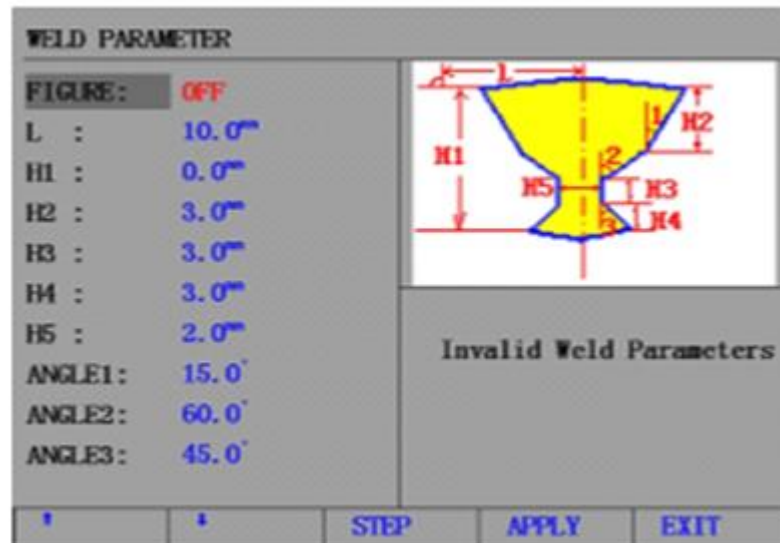


Gráfico 6-22 Figura de Soldadura

Fuente: MITECH. (2010, Diciembre 27). www.periziebaffigi.com. Retrieved Enero 12, 2015, from www.periziebaffigi.com.

6.6.6 CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ULTRASONIDO

Según (Navas, 2013) Para la ejecución de la calibración de los sistemas de los métodos por Ultrasonidos, se utilizó bloques o trozos con discontinuidades artificiales o superpuestas, que son usados para dos propósitos. Uno de los cuales se refiere a la determinación de las características de operación del instrumento y del transductor, la otra a establecer y reproducir los ecos de indicación de respuesta del instrumento durante los ensayos de piezas o probetas.

Cuando estos bloques son utilizados para determinar las características de operación de un equipo por el método de Ultrasonido, o para establecer una reproducción de las condiciones de ensayo, llamados “Bloques de Calibración”. Cuando estos son usados para comprar la altura de un eco o discontinuidad o la ubicación de la discontinuidad en la probeta a ser ensayada, con respecto a la discontinuidad de referencia que se encuentra en el bloque de calibración, son llamadas “Bloques de Referencia”. En algún caso, los mismos bloques de calibración pueden ser usados para propósitos específicos de calibración como referencia.

6.6.6.1 BLOQUES NORMALIZADOS DE REFERENCIA

Según (Belzyt, 2010) En el ensayo no destructivo por el método de Ultrasonido, todas las indicaciones de discontinuidades o defectos son comparadas con las recibidas de un bloque normalizados según la norma de referencia. Estos son utilizados para estandarizar los equipos ultrasónicos en ensayos a probetas o piezas en general. La estandarización se realiza por dos importantes razones y fundamentales:

- Analizar el conjunto del equipo con el transductor que se trabaje según cual sea la necesidad así cuando sea requerida.
- Seleccionar el nivel de sensibilidad o ganancia que tiene el equipo de Ultrasonido para la detección de discontinuidades según dimensiones aplicaciones que se va a realizar en la probeta- piezas según sus dimensiones en la pieza a ser ensayada.

La evaluación de las discontinuidades se efectuó por comparación de sus indicaciones con las recibidas de una discontinuidad artificial de dimensiones conocidas, a la misma profundidad y en un bloque normalizado de referencia del mismo material.

Entre los bloques de referencia o calibración normalizadas más comunes y más utilizadas, se encuentra cuatro tipos, que son:

- Alcoa Serie A, que es sete de bloques área- amplitud
- Alcoa Serie B, sete de bloques distancia- amplitud, también son conocidos como Hitt.
- Serie ASTM E-127 (American Society for Testing Materials), set de bloque área- amplitud y distancia- Amplitud.
- Bloques I.I.W. (International Institute of Welding) Bloques V-1, Bloques V-2 Bloque de Calibración en Resolución.

A continuación nombraremos el set de bloques que nos compete y con el cual se trabajó para el proceso de evolución y referencia en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

a) BLOQUE DE REFERENCIA I.I.W. V-1

Según (Belzyt, 2010)El bloque de referencia I.I.W. V-1, es el bloque de calibración por excelencia, utilizado para el ajuste en distancia y sensibilidad de transductores, tanto normales rectangulares así como los angulares. Puede ser obtenido en dos tipos y en dimensiones tanto en sistema Ingles (pulgadas) como internacionales (Métrico Decimal). Su versión Tipo 2, donde la única variación es el radio de una pulgada cercano al punto focal, el cual es destituido por una ranura a cada lado del espesor en el propio punto focal.

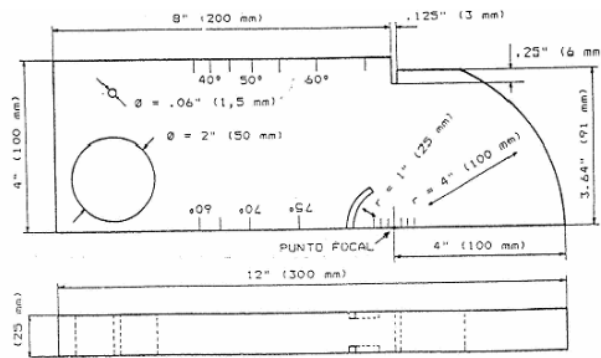


Gráfico 6-23 Bloque I.I.W. V-1, Tipo 1

Fuente: Belzyt, X. (Junio de 01 de 2010). <http://www.sistendca.com>. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.sistendca.com>:

b) BLOQUE DE REFERENCIA I.I.W. V-2

Según (Belzyt, 2010) Existe un bloque de referencia que se utiliza para la calibración de transductores angulares, en cuanto a la base de tiempo se refiere, que es también conocido con el nombre de bloque miniatura. Este bloque está basado en los mismos conceptos de diseño que el el bloque I.I.W. V-1, pero es más liviano.

El bloque miniatura, al igual que el bloque de calibración I.I.W. V-1, puede ser usado para la calibración de transductores normales como angulares, de acuerdo a la calibración en distancia.

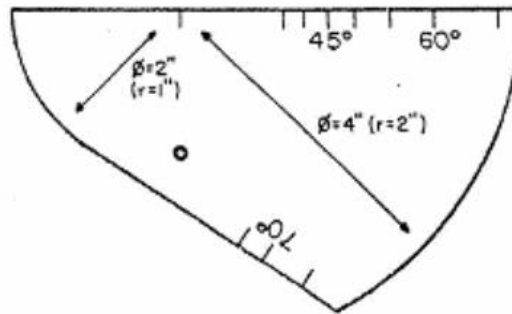


Gráfico 6-24 Bloque de calibración I.I.W. V-2

Fuente: Belzyt, X. (Junio de 01 de 2010). <http://www.sistendca.com>. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.sistendca.com>

6.6.6.2 CALIBRACIÓN SEGÚN ASME

Según (Belzyt, 2010) Por su parte, La sociedad Americana de Ingeniería Mecánica (ASME- American Society For Mechanical Engineer), estable, en el artículo 4 de la Sección V, una serie de factores que deben ser tomados en cuenta al momento de

efectuar la calibración de las funciones del instrumento. De la misma forma, establece un bloque básico de calibración con una serie de discontinuidades artificiales.

El espesor T del bloque de calibración va de acuerdo con el espesor del cordón de soldadura a ser Inspeccionado, aunque se puede saber mediante la Tabla, en la que se define Tanto el espesor del bloque de referencia como el diámetro de los agujeros dependiendo de rangos prestablecidos del espesor t de la junta soldada de la probeta o pieza a ensayar.

ESPESOR DE LA SOLDADURA (t)	ESPESOR DEL BLOQUE DE CALIBRACIÓN (T)	DIÁMETRO DEL AGUJERO
2" < t ≤ 4"	3" ó t	3 / 16"
4" < t ≤ 6"	5" ó t	1 / 4"
6" < t ≤ 8"	3" ó t	5 / 16"
8" < t ≤ 10"	3" ó t	3 / 8"
10" < t ≤ 12"	3" ó t	7 / 16"
12" < t ≤ 14"	3" ó t	1 / 2"
t > 14"	-----	*

*Para cada incremento el espesor "t" de dos pulgadas, el diámetro del agujero aumentará en 1/16".

Gráfico 6-25 Espesores de los bloques de Calibración

Fuente: Belzyt, X. (Junio de 01 de 2010). <http://www.sistendca.com>. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.sistendca.com>

6.6.6.3 APLICACIÓN DEL BLOQUE DE REFERENCIA I.I.W V-1

Su aplicación o ejecución, en cuanto a transductor normales, se refiere a la calibración en distancia, para lo cual se utiliza los espesores de una y cuatro pulgadas.

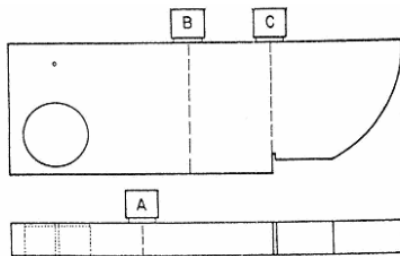


Gráfico 6-26 Aplicación del Bloque I.I.W. V-1 para la calibración de transductores Normales

Fuente: Belzyt, X. (Junio de 01 de 2010). <http://www.sistendca.com>. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.sistendca.com>

En la gráfica se puede observar tres posiciones para los transductores (A,B Y C) . En la posición A, el transductor está dispuesto a medir una distancia en pulgadas, y en la posición B, cuatro pulgadas. De esta manera, puede ser efectuada la calibración del instrumento para la distancia mínima de cuatro pulgadas, con una distancia de referencia de una pulgada y la distancia

Para la calibración y el análisis de las condiciones de operatividad de los transductores angulares, se puede utilizar tanto el bloque I.I.W. V-1 como el bloque miniatura. En cuanto al bloque de referencia I.I.W V-1, este puede ser utilizado para obtener: (1) el punto real de salida del haz ultrasónico; (2) El ángulo real del haz ultrasónico del transductor, (3) la calibración en amplitud y sensibilidad. En la figura se muestra las diferentes posiciones de ubicación de los transductores en el bloque I.I.W.

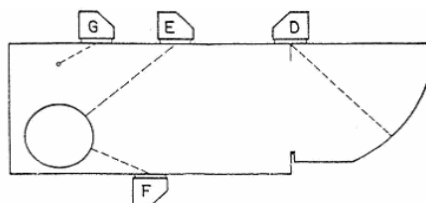


Gráfico 6-27 Calibración de transductores angulares mediante el bloque I.I.W

Fuente: Belzyt, X. (Junio de 01 de 2010). <http://www.sistendca.com>. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.sistendca.com>

6.6.7 INSPECCIÓN

6.6.7.1 PERSONAL.

Según (Ramirez, 2010) Es necesario que el personal responsable de llevar a cabo ensayos, esté entrenado y altamente calificado, comprendiendo a cabalidad todo lo concerniente a equipos, técnicas, materiales y procedimientos de ensayo, de acuerdo a los siguientes niveles de calificación:

a) NIVEL 1.

El personal con calificación "Nivel I" debe estar preparado para realizar, según instrucciones escritas, calibración de equipos, ensayos y evaluación de resultados.

b) NIVEL 2.

El personal con calificación "Nivel II" debe estar preparado para realizar;

|calibración de equipos, interpretar y evaluar resultados con respecto a códigos y especificaciones. Debe estar en capacidad de preparar instrucciones escritas y reportar resultados de ensayo.

c) NIVEL 3.

El personal con calificación "Nivel III" debe ser responsable de establecer técnicas, interpretar códigos y designar el método de ensayo junto con la técnica a ser usada. Debe tener una gran experiencia práctica en ésta técnica y estar familiarizado con otras técnicas de Ensayo no Destructivo.

6.6.8 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

6.6.8.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN E INSPECCIÓN (NORMA API 650)

Cuando se requiere hacer inspección por ultrasonido se hará según lo requerido en el artículo 4 de la sección V del código ASME y en el párrafo 6.3 del código API 650.

Que se refiere a la evaluación e inspección de Juntas soldadas en tanques de Almacenamiento:

API 650: En cuanto se requiere hacer Inspección por el método de Ultrasonido se hará según lo requerido en el artículo 5 de la Sección V del código ASME y en el párrafo 6,3 del código API 650. El personal que ejecuta e interpreta las radiografías deberá estar calificado y certificado por el fabricante del tanque de acuerdo con los lineamientos del estándar recomendado en ASNT SNT-TC-1A. Los criterios de aceptación deberán ser acordados entre el Fabricante y el Comprador.

6.6.8.2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN E (NORMA ASME SECCIÓN V ARTÍCULO V)

Según (Muñoz, 2012) ASME: Describe los requerimientos a ser utilizados en la selección y desempeño de métodos de pruebas Ultrasónicas. Estas evaluaciones se usaran para pruebas Ultrasónicas y dimensionamiento de las indicaciones para compáralas con estándares de aceptación.

Las normas de aceptación y rechazo están de acuerdo por el comprobador y fabricante o en acuerdo al código ASME V Artículo 5

Esta norma debe aplicarse a menos que otras normas estén especificadas para aplicaciones especificadas dentro de esta división.

Todas las imperfecciones que producen una amplitud mayor que el 20% del nivel de referencia se investigara ala magnitud que el operador pueden determinar la forma, identidad, y situación de todas estas imperfecciones y pueden evaluarse por lo que se refiere a las normas de aceptación dadas en a y b

a.- Imperfecciones que son interpretadas como grietas, falta de fusión, o penetración incompleta son inaceptadas sin tener en cuenta la longitud.

b. Todas las imperfecciones de tipo linear son inaceptables si la amplitud excede el nivel de referencia y la longitud de la imperfección excede lo siguiente:

1. 1/4in (6mm) para t arriba de 3/4 in (19mm)

2. 1/3in para t de 3/4 in (19mm) a 2 1/4 in (57mm)

3. 3/4in (19mm) para t sobre 2 1/4 in (57mm)

Donde t es el espesor de la soldadura, excluyendo cualquier refuerzo permitido. Para una junta soldada a tope dos miembros que tiene diferentes espesores en la soldadura, t es el espesor de estos dos espesores. Si una soldadura de penetración completa incluye una soldadura de filete, los espesores de la garganta del filete deben incluidos en t.

a) REPORTE DE EXAMINACIÓN

Según (Muñoz, 2012) El constructor prepara un reporte de la Inspección untrasonica y una copia de este por el constructor antes del reporte de datos del constructor haya sido firmado por el inspector. El reporte contendra la informacion requerida por el codigo ASME en la seccion V.

El constructor debe también mantener un registro de todas las imágenes de las áreas incorrectas teniendo respuestas que excedan el 50% del nivel de referencia. Estos registros deberán localizar cada área, el nivel de respuesta, las dimensiones, la profundidad bajo la superficie, y clasificación.

Tabla 6-4 Linealidad de la altura de pantalla

LINEALIDAD DE LA ALTURA DE PANTALLA NORMA ASME ARTÍCULO V		
Ajuste de la indicación en % de la pantalla Total	Cambio del control del dB	Límites de la indicación de la pantalla total
80 %	-6 dB	32 a 48 %
80 %	-12 dB	16 a 24 %
40 %	+ 6dB	64 a 96 %
40 %	+12 dB	63 a 96 %

Fuente: Muñoz, F. (24 de Noviembre de 2012). *es.scribd.com*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de *es.scribd.com*: <http://es.scribd.com/doc/114258743/ASME-Art-5-Ultrasonido#scribd>

6.7 METODOLOGÍA

Para la parte de la metodología, se efectúa un procedimiento de inspección de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento por el método de Ultrasonido con el equipo MITECH MFD800B, para dicho procedimiento se tomó en cuenta los criterios de Aceptación y Rechazo de las Normas API650 Sección 6 Y Norma ASME sección V artículo V correspondiente al ensayo no destructivo por el método de Ultrasonido.

En este procedimiento de inspección tiene una secuencia con procesos y actividades que sigue una secuencia estructurada como se presenta a continuación en el procedimiento de Inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento por el Método de Ultrasonido, un procedimiento tiene una estructura como a continuación se presenta. Así:

a) **OBJETIVO:** Establece con suma claridad el "por qué" del procedimiento referente a cada proceso.

b). **ALCANCE:** Define los extremos de aplicación del procedimiento de inspección de Juntas Soldadas en Tanques de Almacenamiento.

c) **DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA:** Cita la toda la documentación con la cual se ha elaborado toda el procedimiento de inspección.

d) **GENERALIZACIÓN:** Da información de una manera general que ayude a entender el procedimiento de inspección.

e) **REALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO:**

Describe: -Los procesos esenciales en cual se va a trabajar

-Las actividades que son el objetivo del procedimiento de inspección de juntas soldadas.

- Descripción de las actividades correspondientes a cada proceso.

- Registros que se cuenta en el procedimiento y formatos de la inspección de soldadura.

6.7.1.1 PROCEDIMIENTO POR MEDIO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO POR EL MÉTODO DE ULTRASONIDO

A continuación se presenta el Procedimiento de inspección de Juntas soldadas por Ensayos no destructivos por el Método de Ultrasonido con el equipo de Inspección MITECH MFD800B.



MAPA DE PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN

MP 1

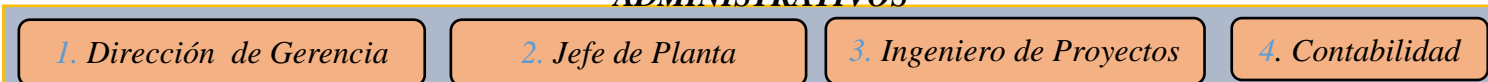


FICM-MP-001

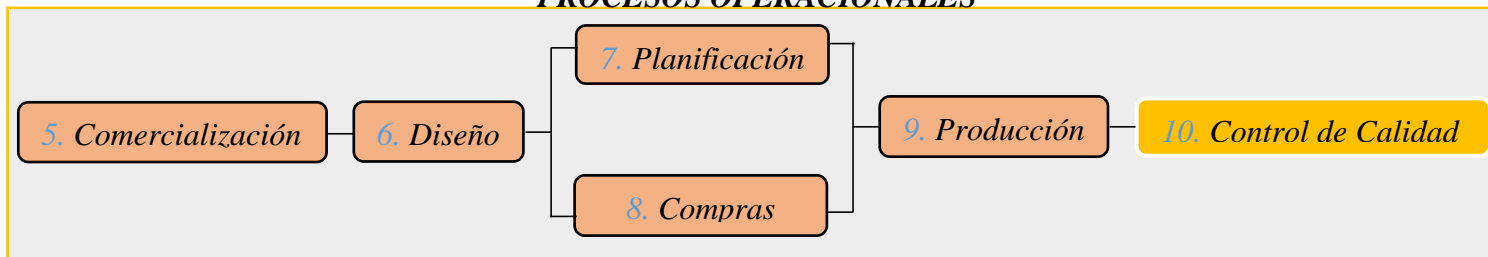
DATOS GENERALES

Ultrasonido:	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	05/02/ 2015	Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		

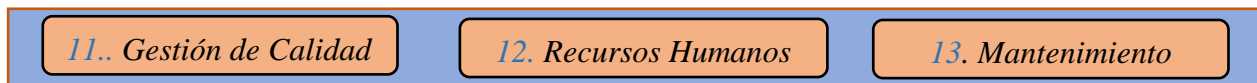
ADMINISTRATIVOS



PROCESOS OPERACIONALES



PROCESOS DE SOPORTE





CLIENTE

CLIENTE

Nota: MP: Mapa de procesos, FICM: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	05/02/2015

	PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURA MEDIANTE EL MÉTODO DE ULTRASONIDO (UT)			CVP 1	
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD					
<i>GESTIÓN DE GERENCIA</i>		<i>JEFE DE PLANTA</i>		<i>INGENIERO DE PROYECTOS</i>	
<i>CONTABILIDAD</i>					
PRODUCCIÓN	P1 10.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE SOLDADURA	P2 10.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	P3 10.3 CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE	P4 10.4 INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE JUNTAS	DESPACHO
<i>GESTION HUMANA</i>		<i>RECURSOS HUMANOS</i>		<i>MANTENIMIENTO</i>	
Nota: CVP: Cadena de Valor de Procesos, P1-P4: Procesos Operacionales					
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio			VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes		FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio			VALIDÓ: Ing. Mg. Juan Paredes		05/02/2015



CADENA DE VALOR- ACTIVIDADES QUE INTERVIENE EN CADA PROCESOS

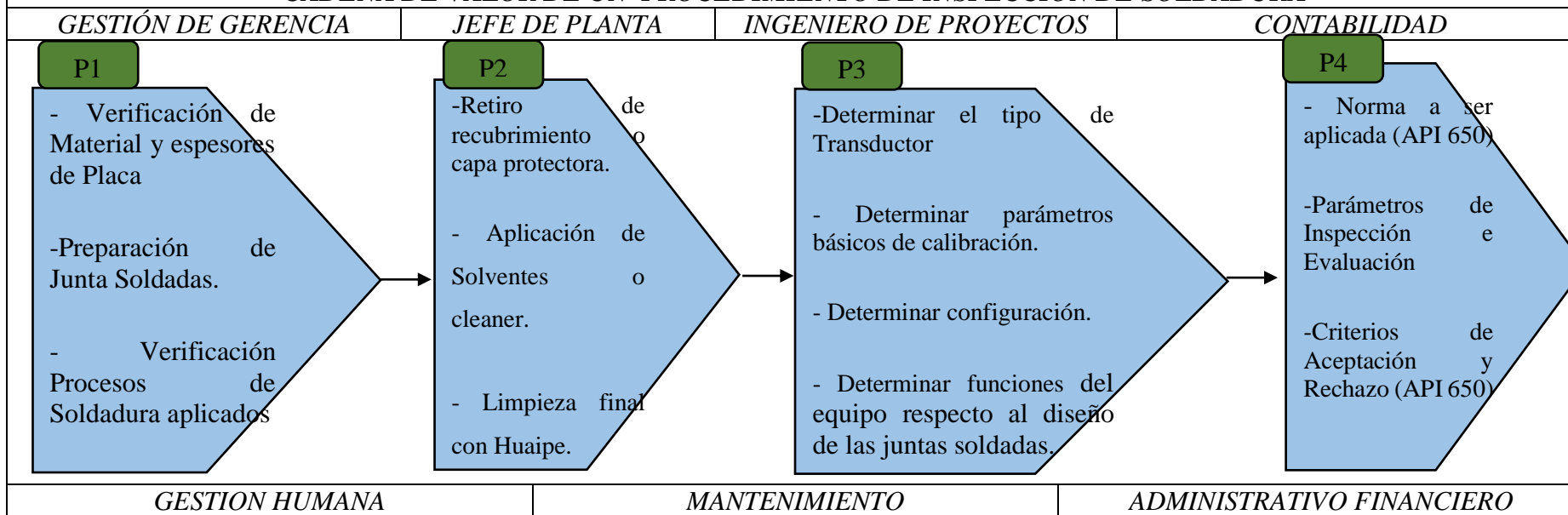
CVA 1






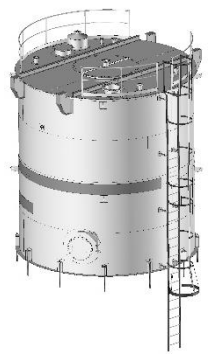
FICM-001




Ultrasonido:	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	05/02/ 2015	Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

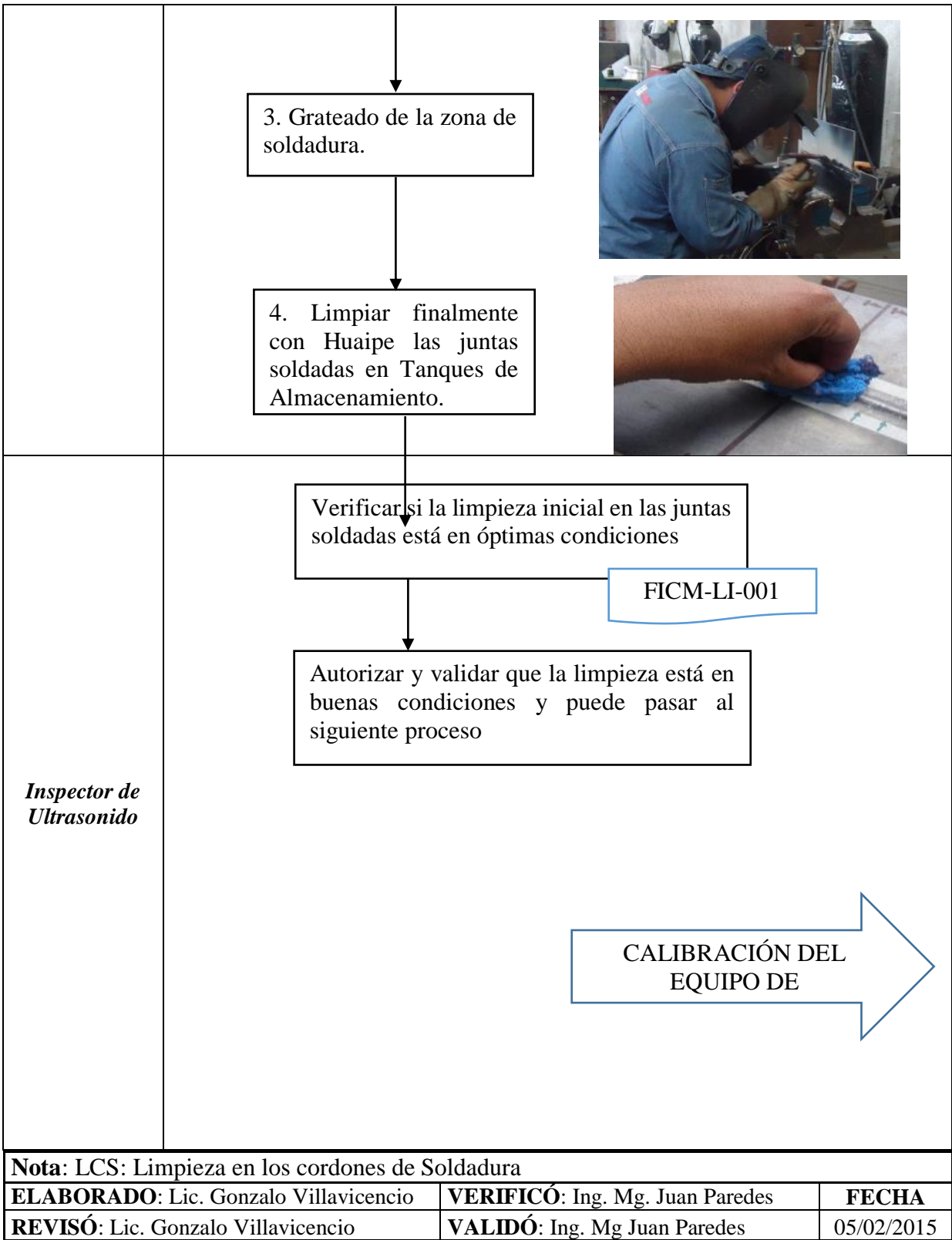
CADENA DE VALOR DE UN PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA



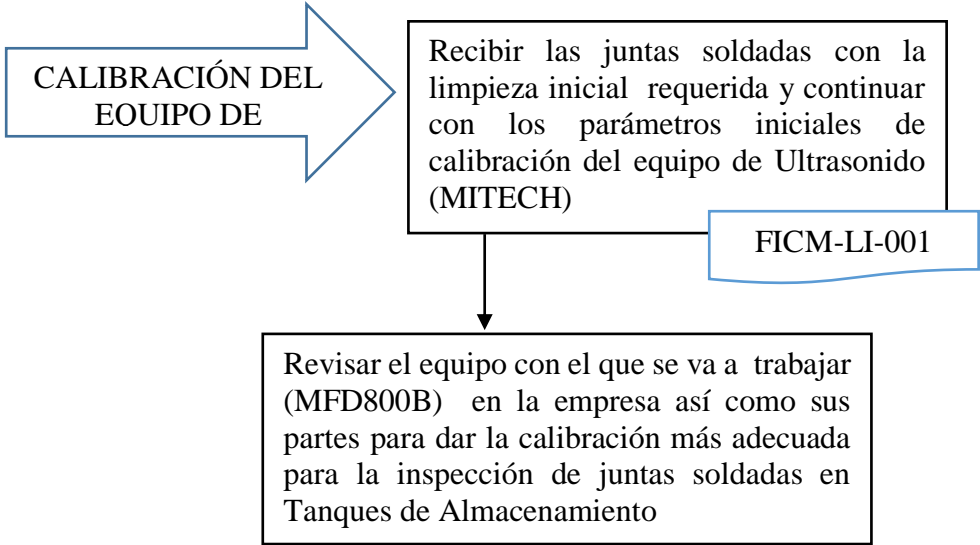



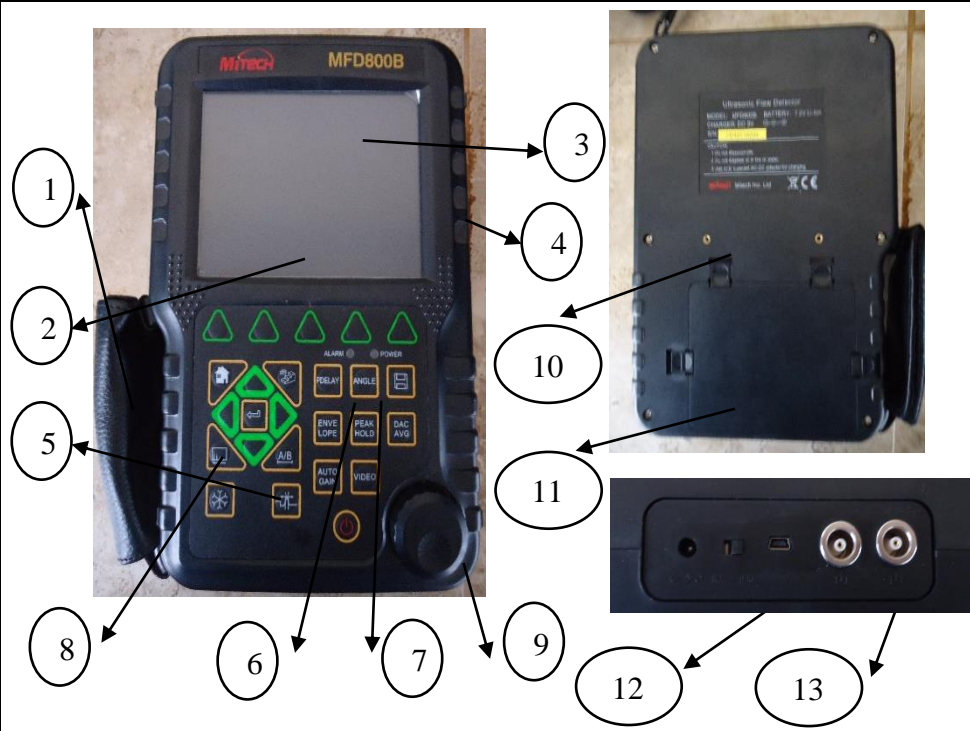
Nota: CVA: Cadena de Valor de un Procedimiento de Soldadura, P1-P4: Procesos Operacionales		
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	05/02/2015

	PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SOLDADURA	OPS 1	 FICM-OPS-001
DATOS GENERALES			
<i>Ultrasonido</i>	MITECH	<i>Identificación:</i>	MFD-800B
<i>Solicitante:</i>	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>		
<i>Dirección:</i>	<i>Av. Los Chasquis</i>	<i>Fecha:</i>	05/02/2015
<i>Cuidad:</i>	<i>Ambato</i>		
<i>Realizado por:</i>	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	<i>Supervisor:</i>	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>
<i>Objetivo:</i>	<i>Determinar los parámetros principales de soldadura en las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.</i>		
<i>Alcance:</i>	<i>Estos parámetros de soldadura estas referenciados en la Norma API 650 relacionado con Tanques de Almacenamiento</i>		
Jefe de planta o Supervisor	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">   </div> <div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> PRODUCCIÓN → Recibir de producción las partes ensambladas mediante juntas soldadas realizadas en el proceso de fabricación de Tanques de Almacenamiento. </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Establecer una orden de verificación de los parámetros de soldadura (Tipo de Juntas soldada) para cordones de soldadura realizadas en el proceso de fabricación en Tanques de Almacenamiento. <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">FIM-TJ-001</div> </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Determinar si hay que realizar cambios en los parámetros de soldadura ya establecidos. </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Autorizar la Ejecución de las juntas soldadas con los parámetros generales de soldadura (material, espesor, proceso de soldadura) ya verificados y aprobados. <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">FICM-AN-001</div> </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Autorizar y verificar si las juntas soldadas están en óptimas condiciones y están bajo los parámetros de soldadura establecidos, para pasar al siguiente proceso <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">LIMPIEZA</div> </div> </div> </div>		
Nota: OPS: Obtencion de los Parametros de Soldadura			
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	05/02/2015	

	PROCEDIMIENTO PARA REALIZACIÓN DE LIMPIEZA EN LOS CORDONES DE SOLDADURA			LCS 1	 FICM-LCS-001
DATOS GENERALES					
<i>Ultrasonido</i>	MITECH	<i>Identificación:</i>		MFD-800B	
<i>Solicitante:</i>	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
<i>Dirección:</i>	<i>Av. Los Chasquis</i>	<i>Fecha:</i>	05/02/2015	<i>Ciudad:</i>	Ambato
<i>Realizado por:</i>	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		<i>Supervisor:</i>	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>	
<i>Objetivo: Determinar los procesos necesarios para obtener una limpieza óptima de los cordones de soldadura en Tanques de Almacenamiento</i>			<i>Alcance: Estos parámetros de limpieza son válidos para juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento (Norma API 650)</i>		
Inspector	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> LIMPIEZA </div> <div style="flex-grow: 1;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Revisar las juntas soldadas según los parámetros de soldadura ya aprobados por el Ingeniero de Proyectos. </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Redactar un registro con el tipo de limpieza necesaria en cada junta soldada en Tanques de Almacenamiento </div> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;"> FICM-LJS-001 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Recibir el registro y la orden para proceder a realizar procesos iniciales de limpieza en los cordones de soldadura </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Autorizar y Ejecutar los procesos de limpieza iniciales en las juntas soldadas en tanques de almacenamiento. (Firma en el Registro FICM-LJS-001) </div> </div> </div>				
Operario	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex-grow: 1;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 1. Retirar el recubrimiento o capa protectora de la junta soldada. </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 2. Aplicar solventes o cleaner en los cordones de soldadura. </div> </div> <div style="flex-grow: 1;">  </div> </div>				

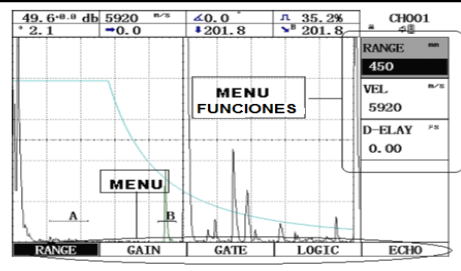


	PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ULTRASONIDO MITECH- MFD-800B			CEU	 FCIM-CEU-001
DATOS GENERALES					
Ultrasonido	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>05/02/ 2015</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>	
Objetivo: <i>Determinar los parámetros de calibración en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento con el Equipo de Ultrasonido MFD-800B</i>			Alcance: <i>Estos parámetros de calibración estarán acorde a la norma ASME Sección IV y en juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.</i>		
Inspector	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> 1. Unidad Principal. 2. sonda (transductor). 3. Acoplante </div>				



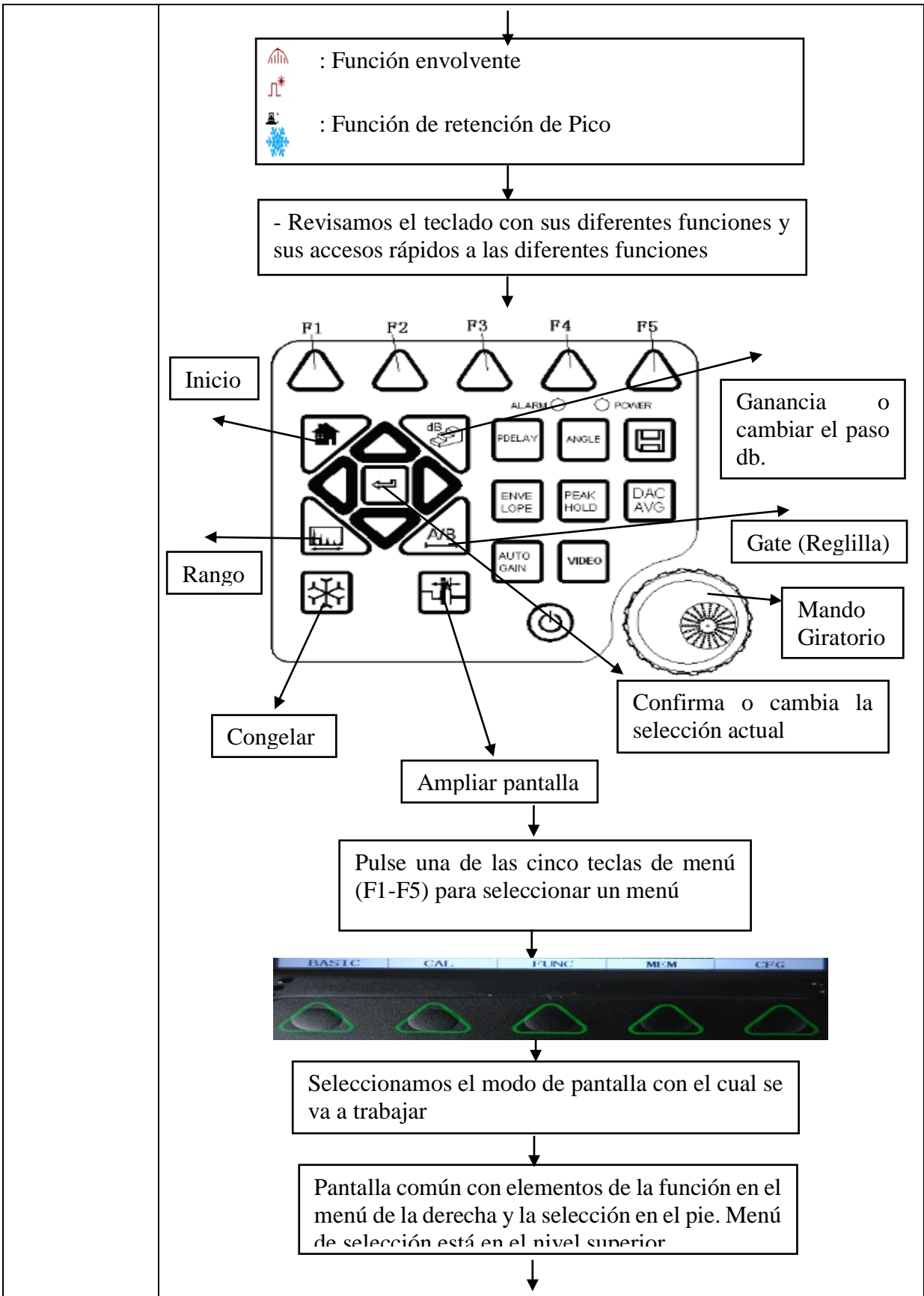
1. Cinturón 2. Pantalla LCD 3. Marca del Equipo 4. Ganchos 5 Teclas de menú 6. LED de alarma 7. LED de Energía 8. Teclado 9. Mando giratorio 10. Código del Equipo 11 Batería 12 sonda del cable del puerto de transmisión 13 sonda de cable de puerto (recibir datos)

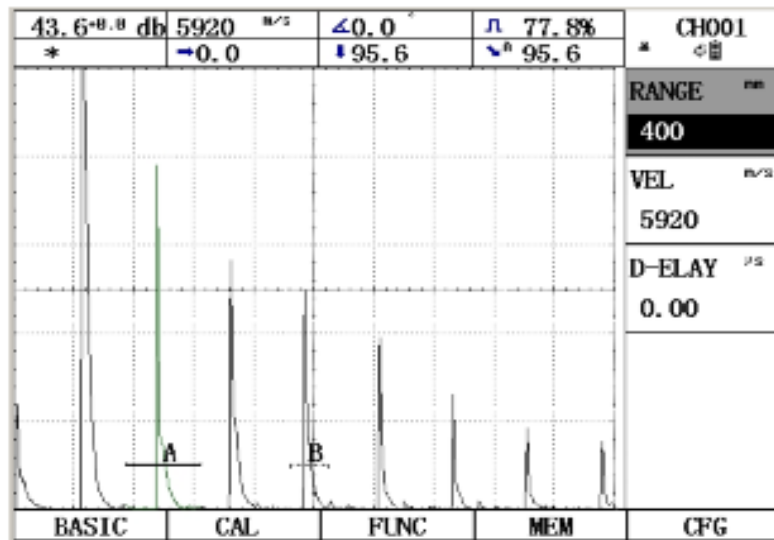
Revisar los parámetros de básicos de configuración del Equipo de Ultrasonido (MFD800B), revisamos el menú principal con sus especificaciones esenciales, como: rango,



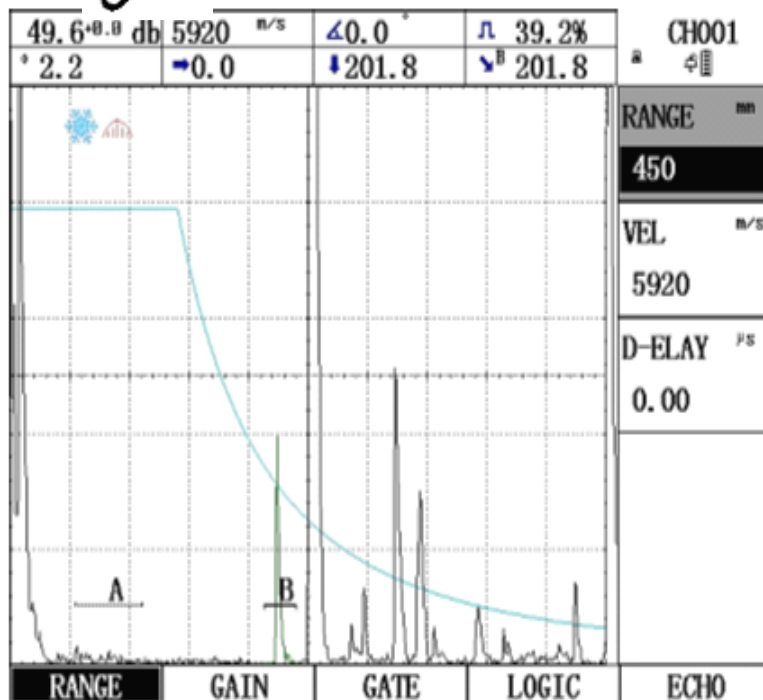
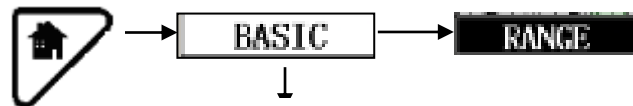
Observamos los iconos de estado en la esquina superior derecha y el área de pantalla que muestra el estado del sistema.

- : Indica la capacidad de la batería
- : Sonda de haz recto
- : Sonda de haz de ángulo
- : Sonda de doble elemento
- : A través de modo de transmisión

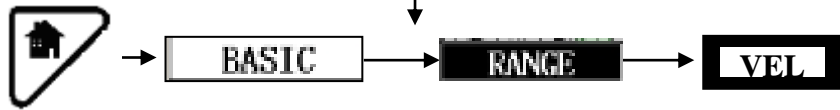




Escogemos el **RANGO** el cual es el valor del espesor del material representado por la anchura horizontal total de

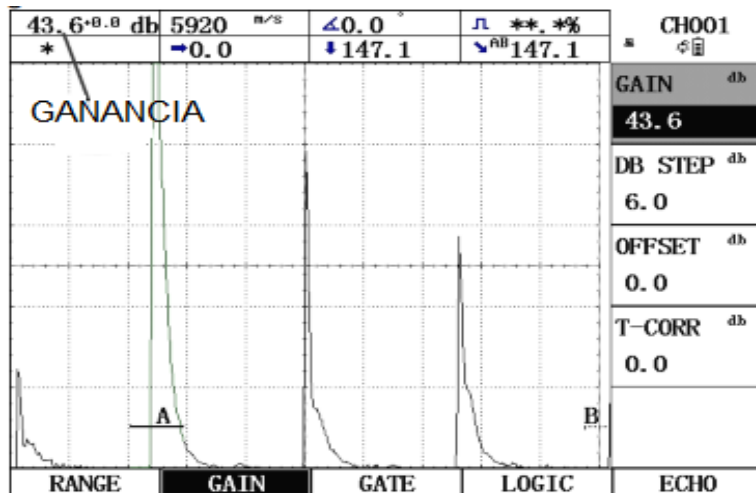
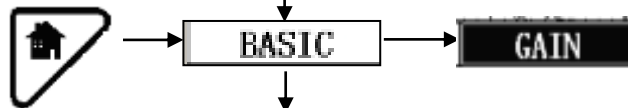


Ajustar la velocidad del material

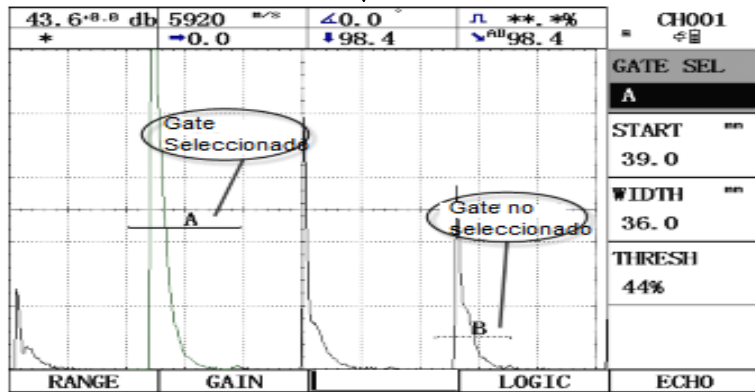
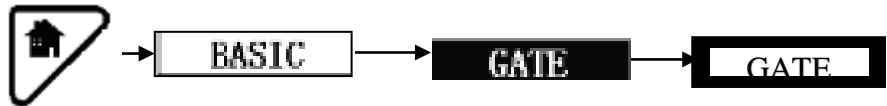


Material	Velocidad Del Sonido	Velocidad Del Sonido
	Longitudinal	Transversal
ACERO	5920 m/s	3230 m/s
ALUMINIO	6300 m/s	380 m/s
HIERRO	4150 m/s	2790 m/s

Escogemos la **GANANCIA** el cual su propósito es la evaluación del defecto, según la norma (ASME, API 650) que se aplique, si el pico sobre paso la ganancia predeterminada se toma como un defecto o discontinuidad si el pico es menor se acepta.

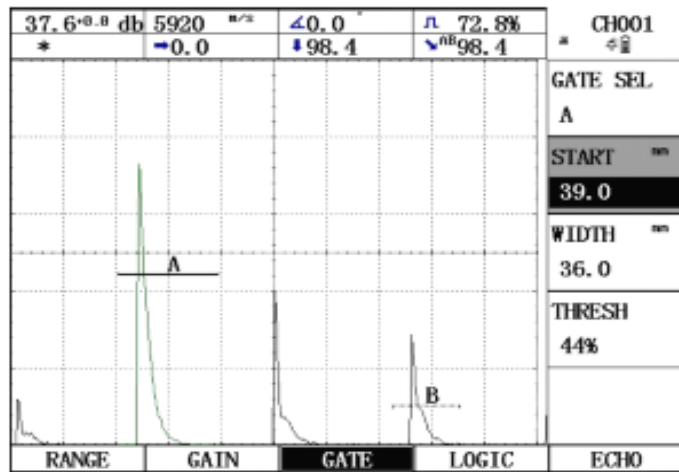
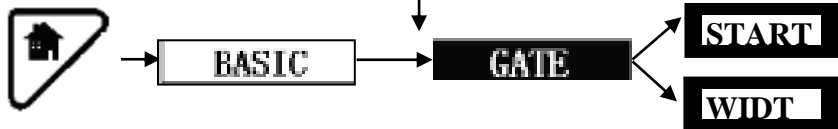


Escogemos el **GATE (REGLILLA)** monitorear el rango del objeto de prueba donde se espera detectar un defecto. Si un eco es superior o inferior de la reglilla, una señal de alarma se envía. La reglilla elige el eco para el tiempo de vuelo-digital o medición de la amplitud.

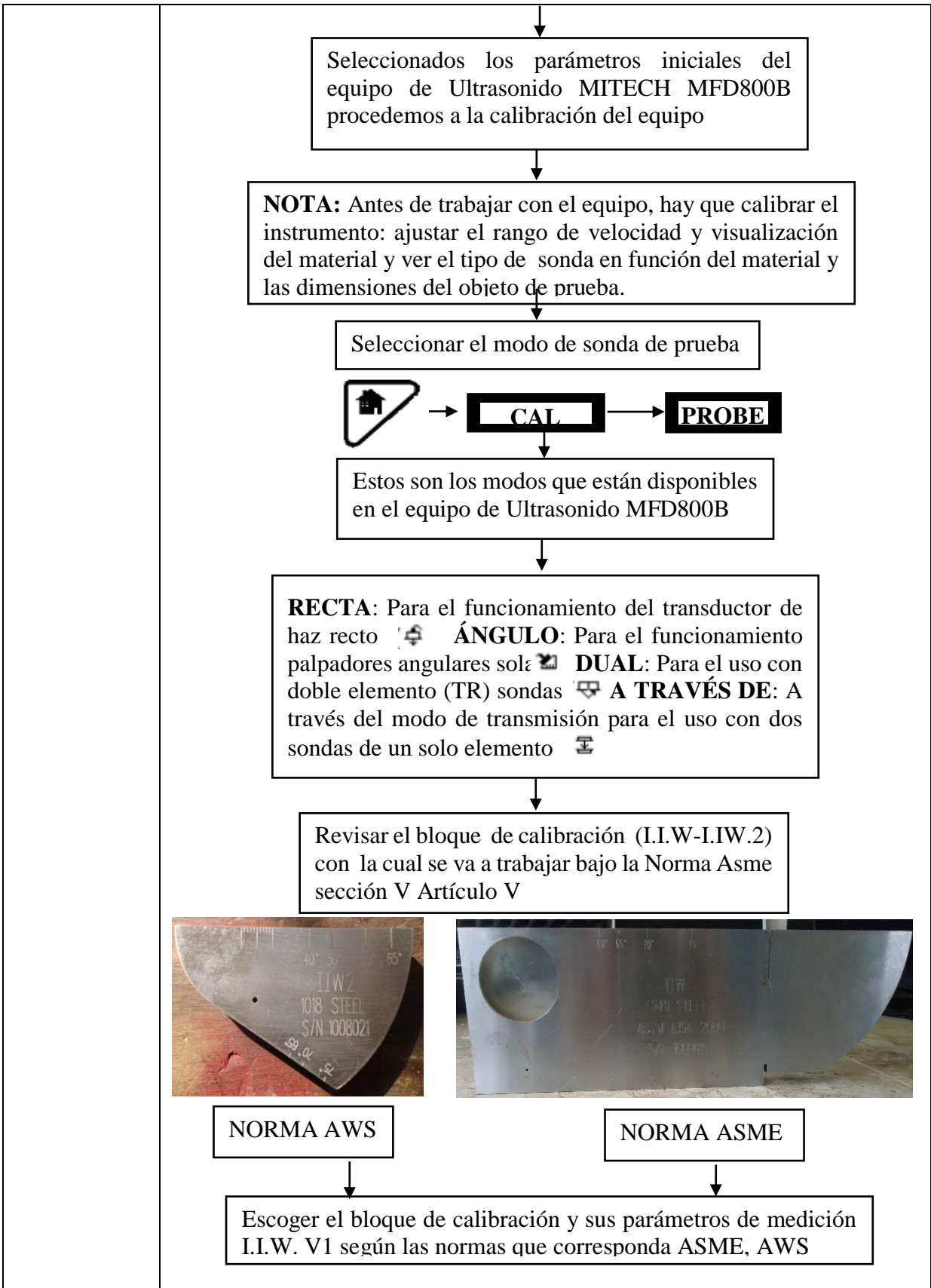


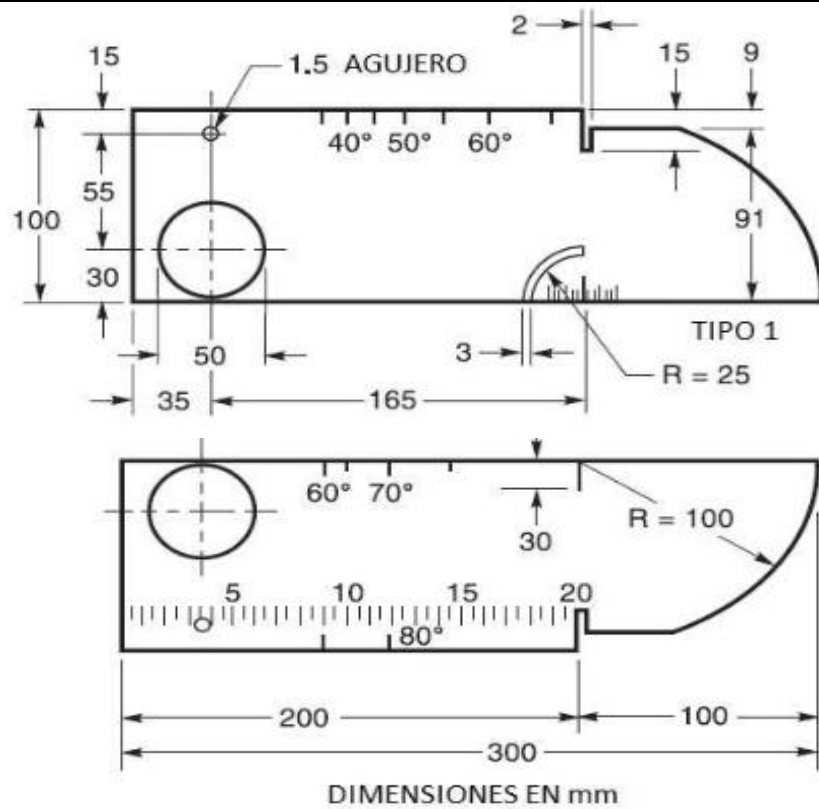
Se puede seleccionar la reglilla directamente con el comando del teclado

Proceder a poner el inicio o comienzo de la reglilla así como el ancho el cual va ayudar a poder ver el pico de la discontinuidad que detecte el equipo de ultrasonido



Se puede seleccionar la reglilla directamente con el comando del teclado





↓

Verificar el espesor referente al bloque de calibración

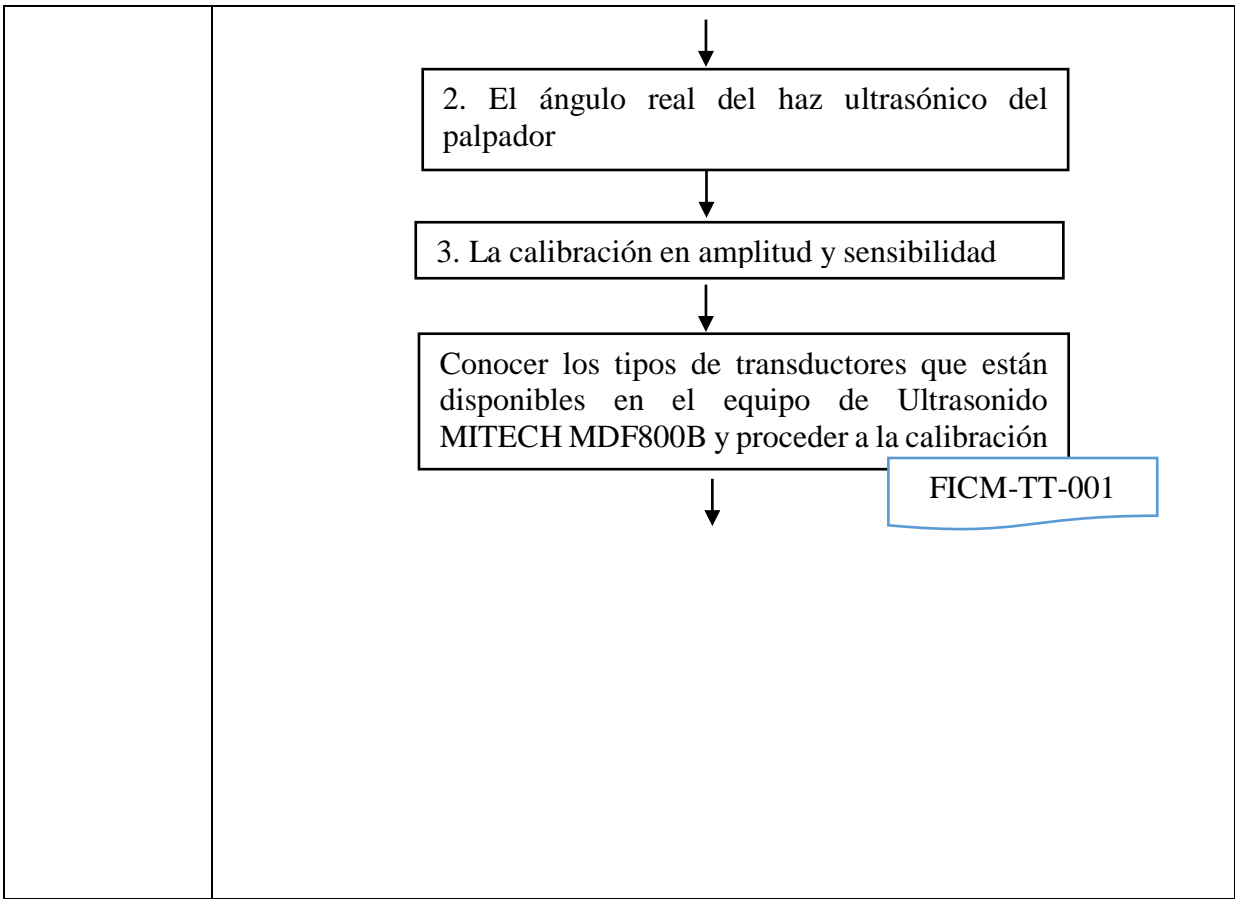
↓

ESPESOR DE SOLDADURA (t)	ESPESOR DE BLOQUE DE CALIBRACION (T)	DIAMETRO DEL AGUJERO
2'' < t ≤ 4''	3'' o t	3/16''
4'' < t ≤ 6''	5'' o t	1/4''
6'' < t ≤ 8''	3'' o t	5/16''
8'' < t ≤ 10''	3'' o t	3/8''
10'' < t ≤ 12''	3'' o t	7/16''
12'' < t ≤ 14''	3'' o t	1/16''
t > 14''	-----	-----

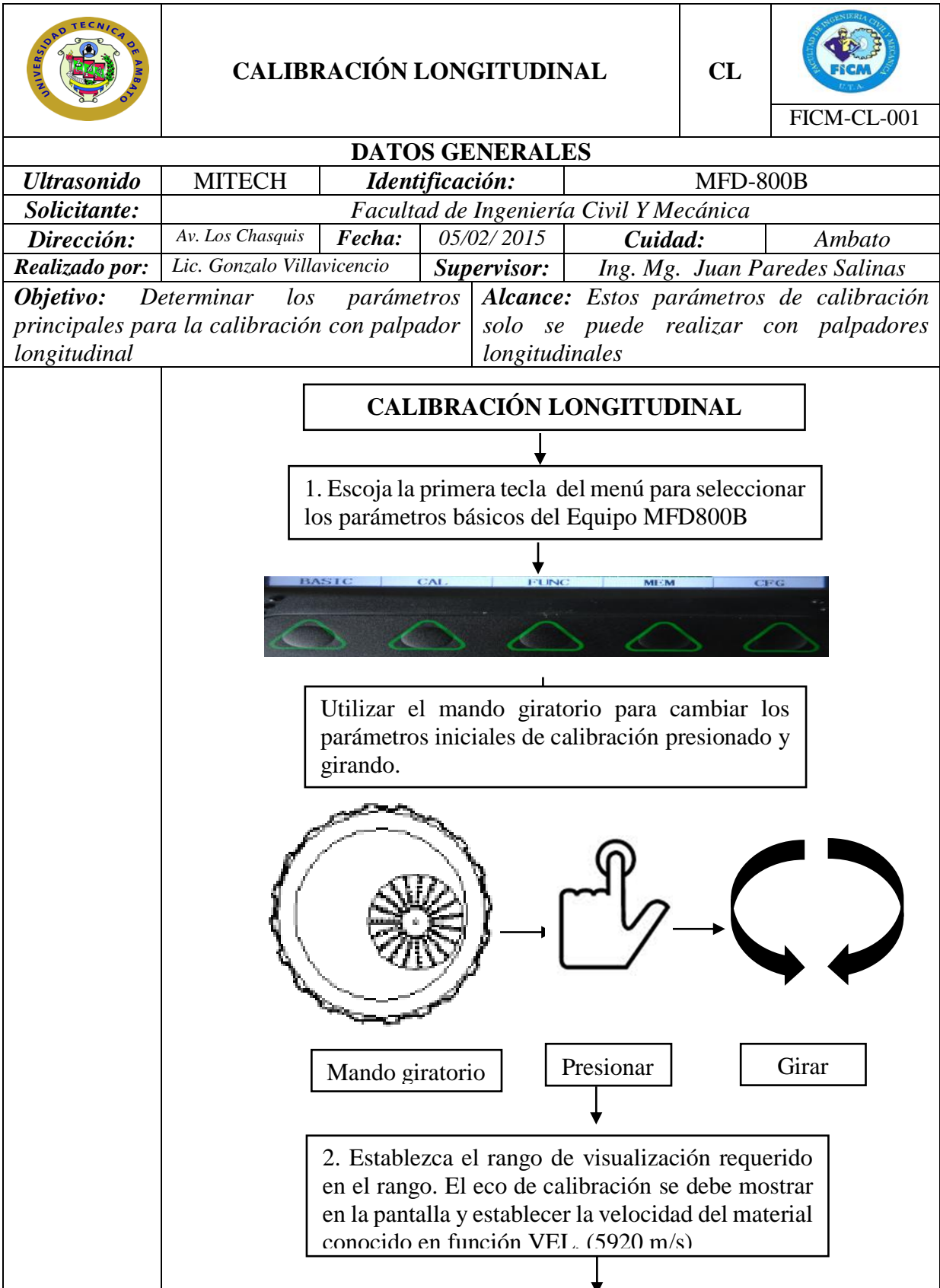
↓

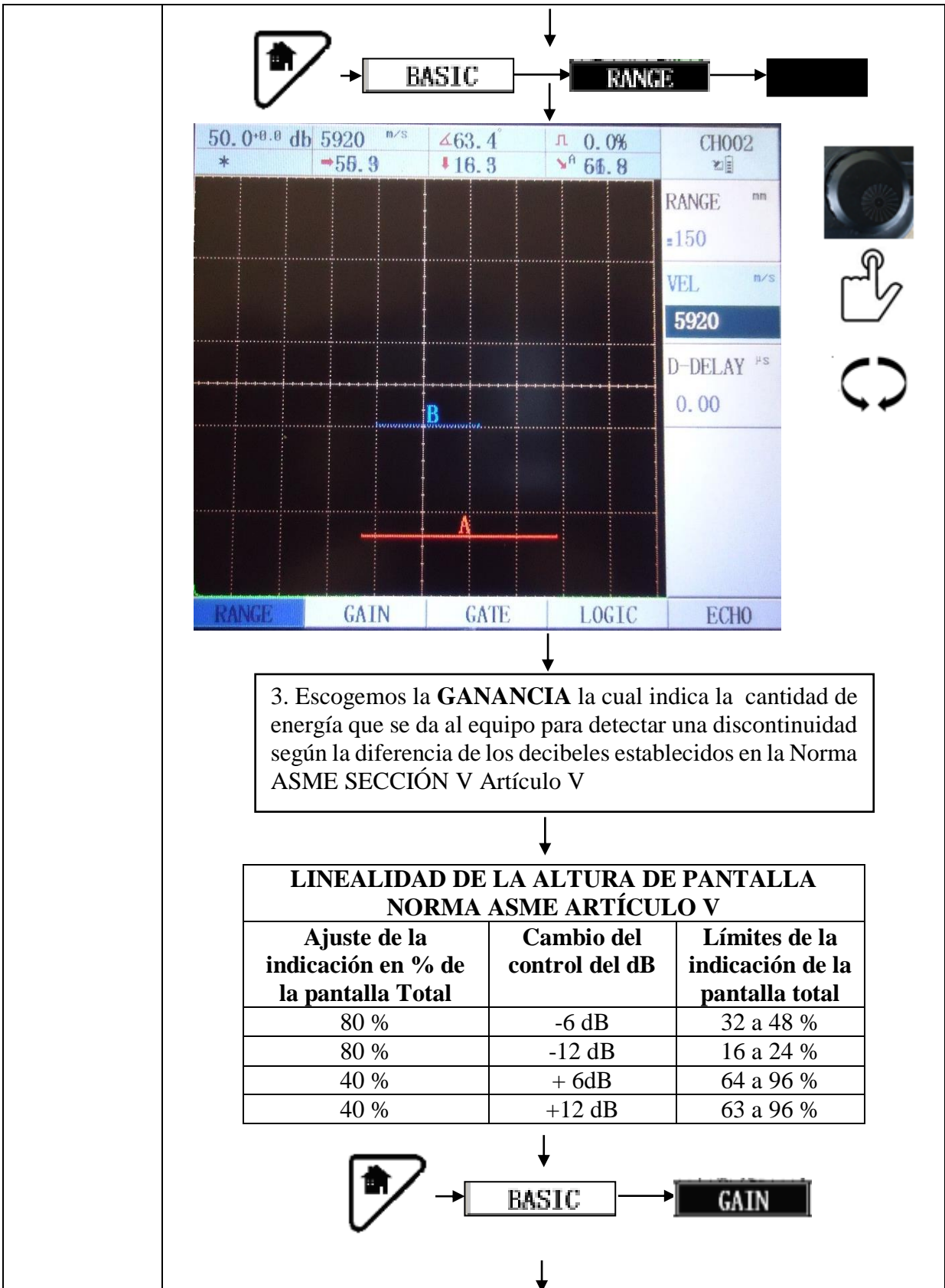
Utilizar el bloque de calibración para la determinación de:

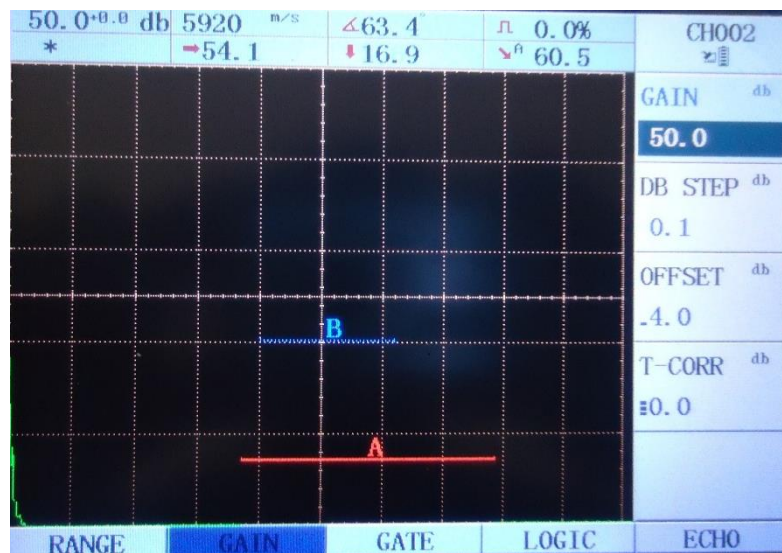
- ↓
1. El punto real de salida del haz ultrasónico



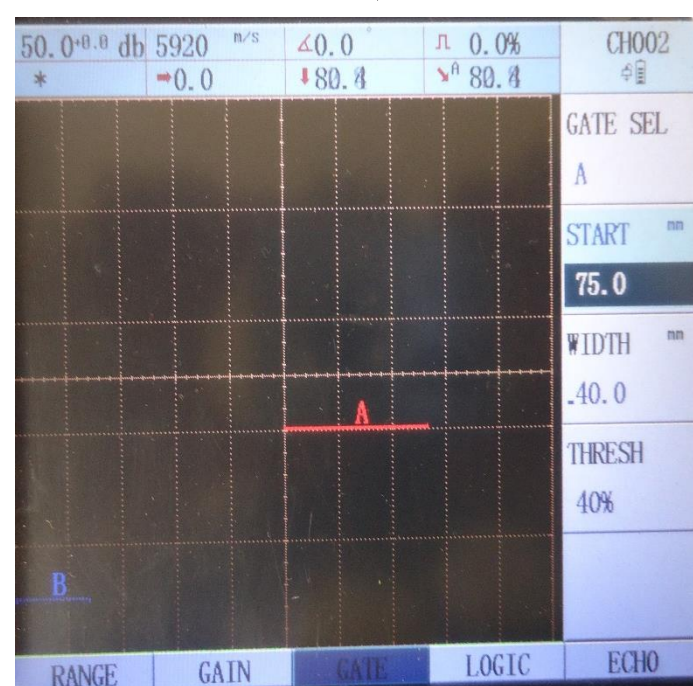
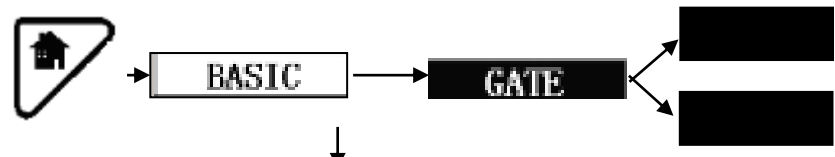
Nota: CEU: Calibracion Equipo Ultrasonido		
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	05/02/2015

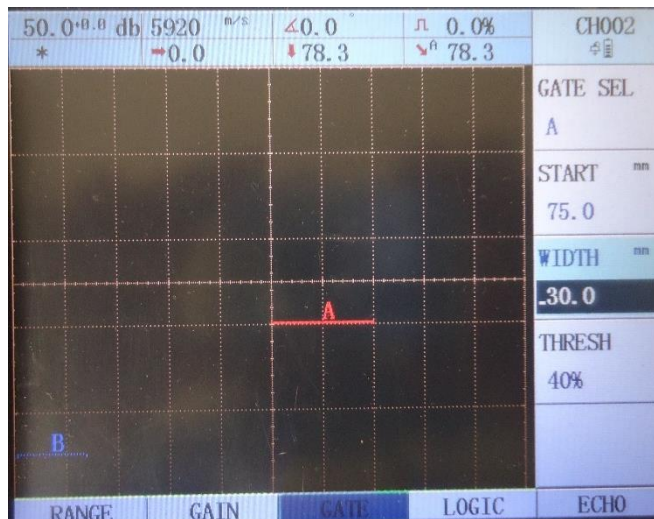






4. Coloque la reglilla sobre uno de los ecos de calibración hasta que el camino del eco sea indicado en la línea de medida.

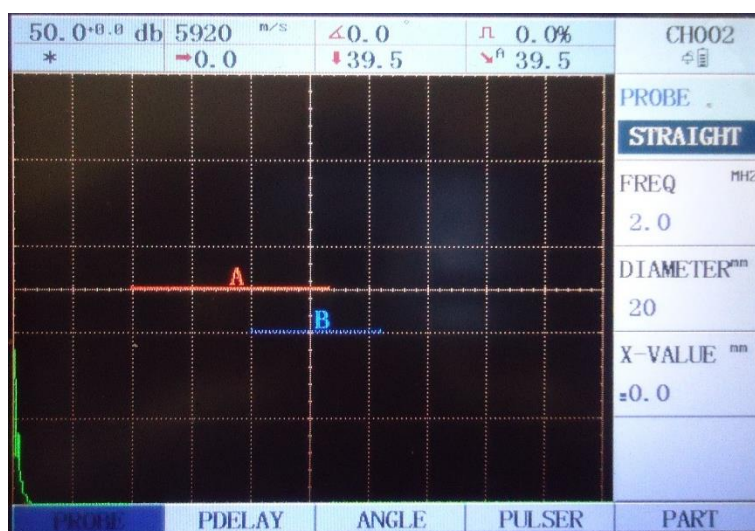
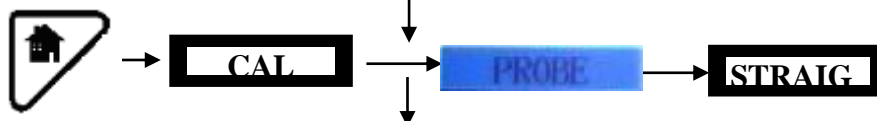




5. Escoja la segunda tecla del menú para seleccionar los parámetros de calibración.



6. Establecer el tipo de sonda en este caso sonda de haz longitudinal



8. Cambiamos con la manilla de mando a straight o sonda de haz longitudinal así como el diámetro la frecuencia según el tipo de transductor longitudinal que se escoja.

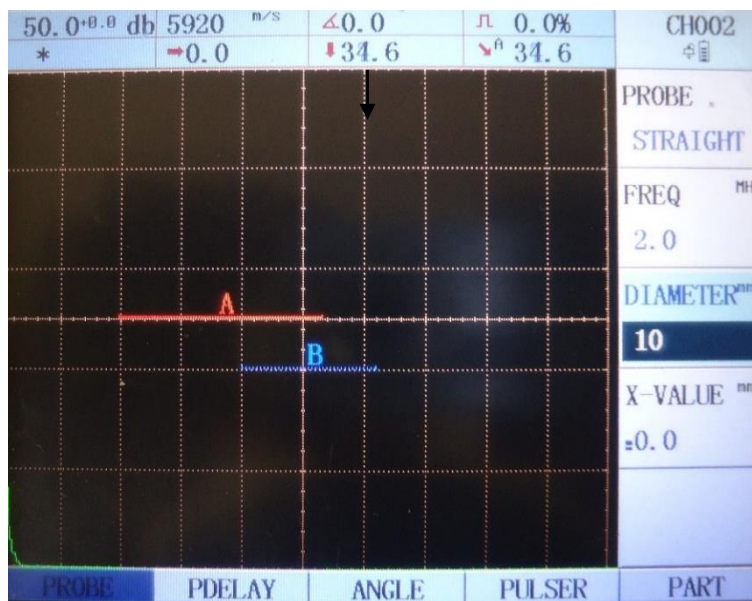
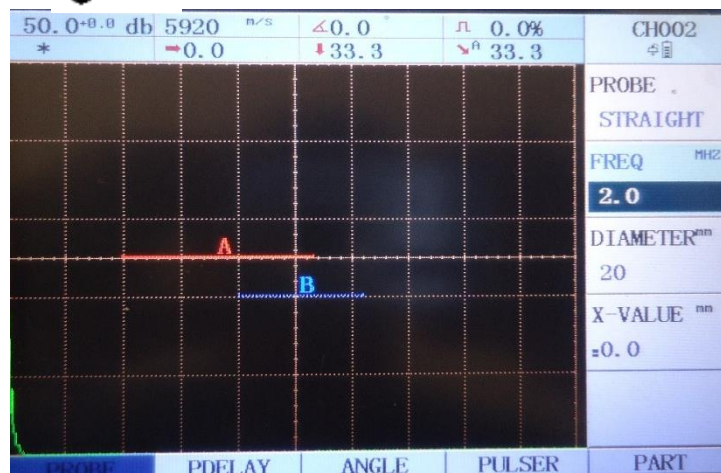


CAL

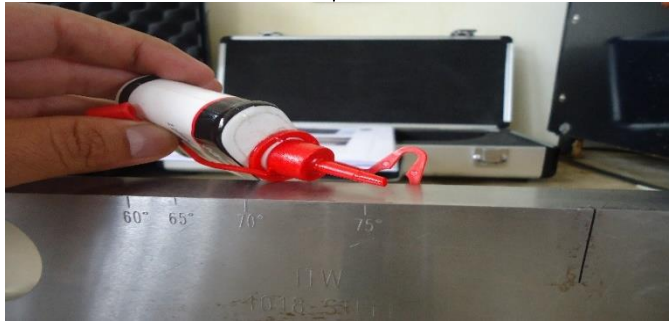
PROBE

FREQ

DIAMETER



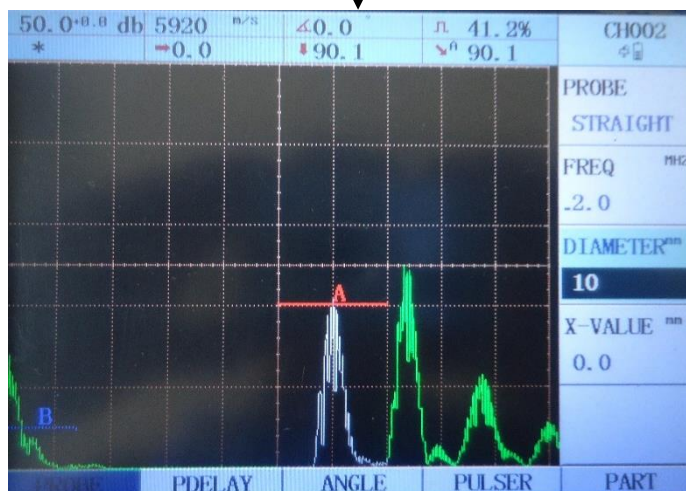
9. Proceder a poner el acoplante en la zona de la galga en donde se va ubicar el palpador



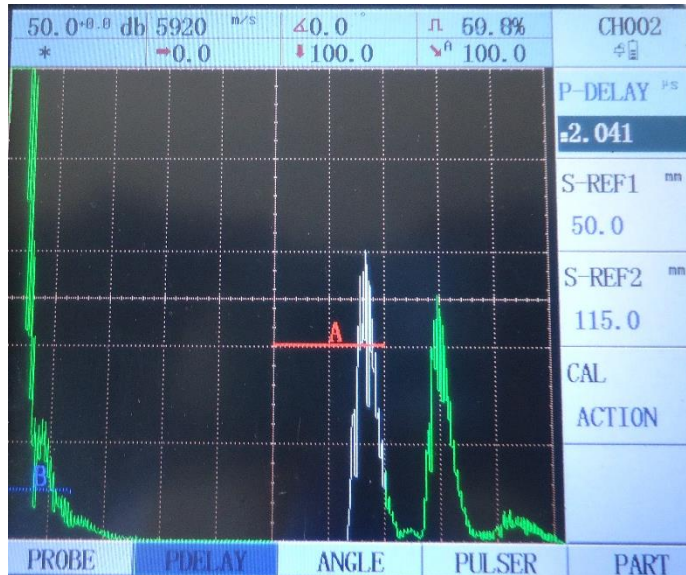
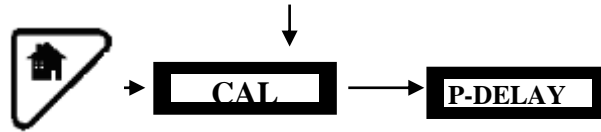
10. Acople el transductor en el bloque de



11. Observar las primeras mediciones y picos que nos da en el equipo de ultrasonido con la galga I.I.W. y el palpador longitudinal



12. Después de esto, el cambio el ajuste de la función en P-DELAY hasta que nos indique el valor real o la distancia de la galga I.I.W que es de 100.



NOTA: Esto completa la calibración del instrumento a la velocidad del material de 5920 m/s con un intervalo de calibración de aumentado en 50 mm al espesor del material.

Nota: CL: Calibracion Longitudinal

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio

VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes

FECHA

REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio

VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes

05/02/2015



CALIBRACIÓN TRANSVERSAL O ANGULAR

CT



FICM-CT-001

DATOS GENERALES

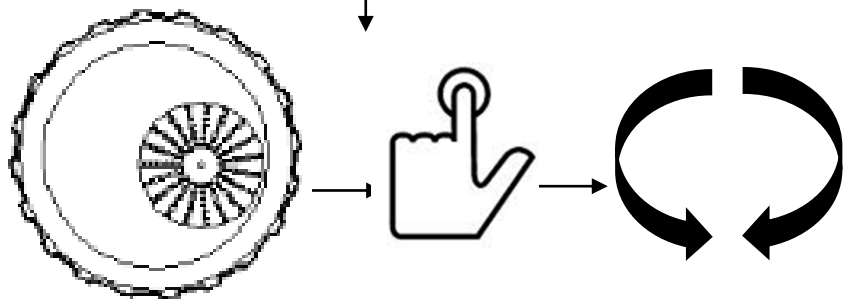
Ultrasonido	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	05/02/ 2015	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	
Objetivo: Determinar los parámetros principales para la calibración con el transductor transversal o angular			Alcance: Estos parámetros de calibración solo se puede realizar con el transductor transversal o angular		

CALIBRACIÓN TRANSVERSAL

1. Escoja la primera tecla del menú para seleccionar los parámetros básicos del Equipo MFD800B



Utilizar el mando giratorio para cambiar los parámetros iniciales de calibración presionado y girando.

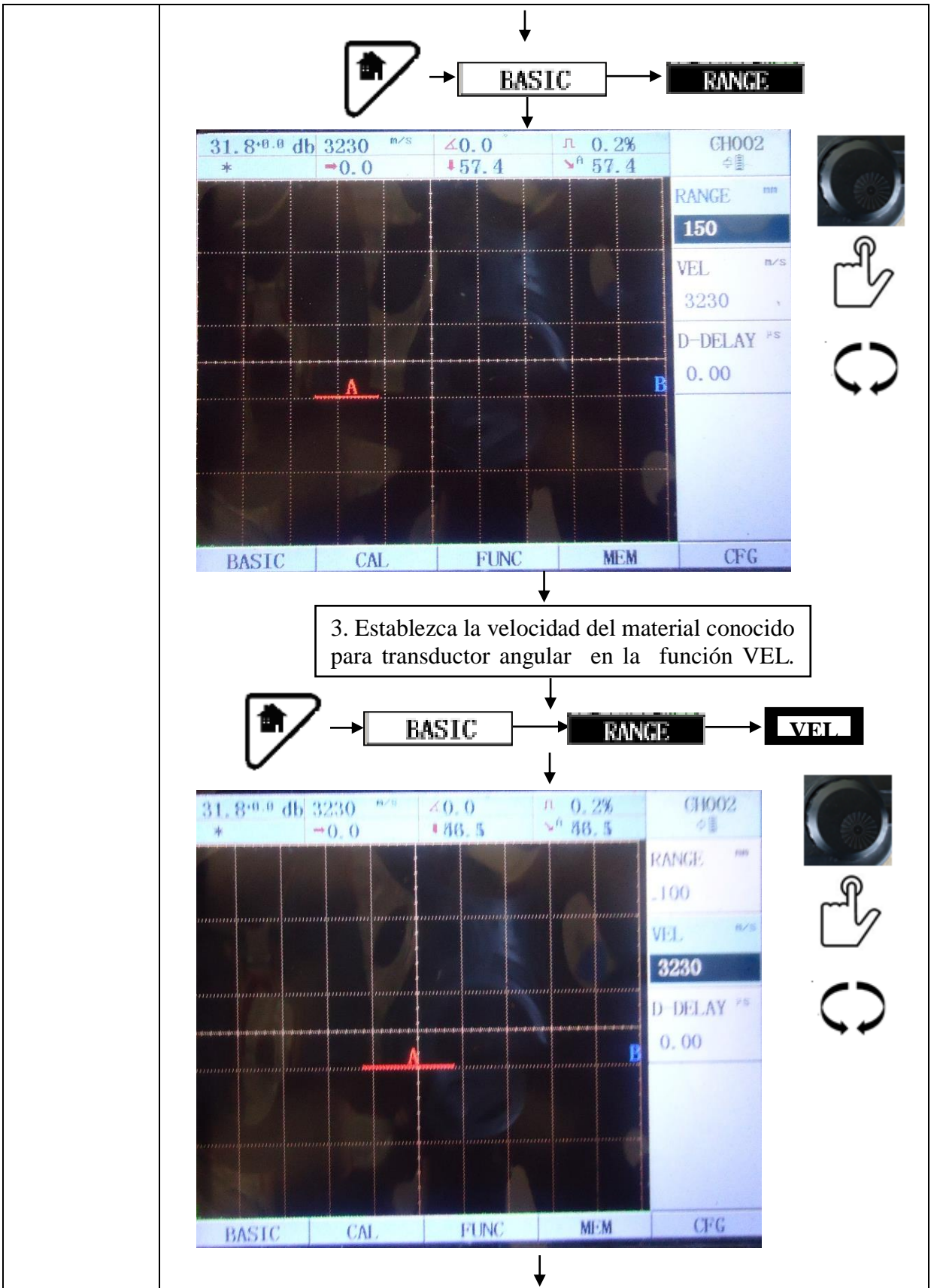


Mando giratorio

Presionar

Girar

2. Establezca el rango de visualización requerido en el rango. El eco de calibración se debe mostrar en la pantalla.



4. Escogemos la **GANANCIA** la cual indica la cantidad de energía que se da al equipo para detectar una discontinuidad según la diferencia de los decibeles establecidos en la Norma ASME SECCIÓN V Artículo V

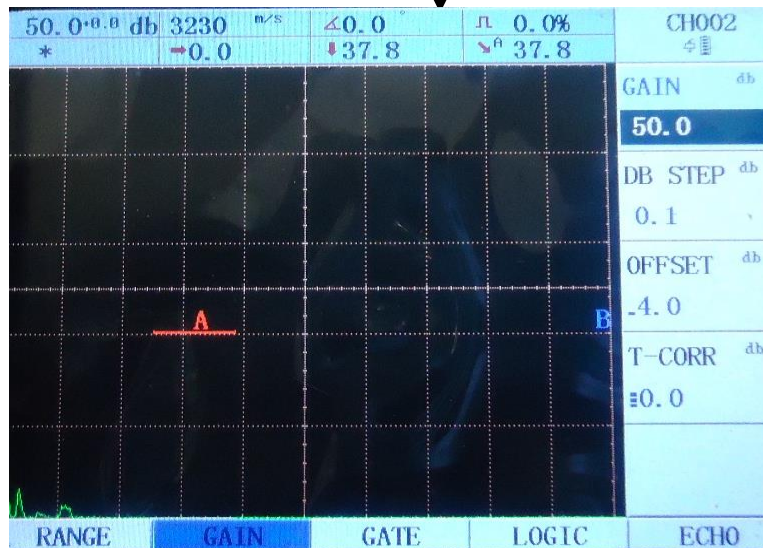
**LINEALIDAD DE LA ALTURA DE PANTALLA
NORMA ASME ARTÍCULO V**

Ajuste de la indicación en % de la pantalla Total	Cambio del control del dB	Límites de la indicación de la pantalla total
80 %	-6 dB	32 a 48 %
80 %	-12 dB	16 a 24 %
40 %	+ 6dB	64 a 96 %
40 %	+12 dB	63 a 96 %



BASIC

GAIN



5. Coloque la reglilla sobre uno de los ecos de calibración hasta que el camino del eco sea indicado en la línea de medida.



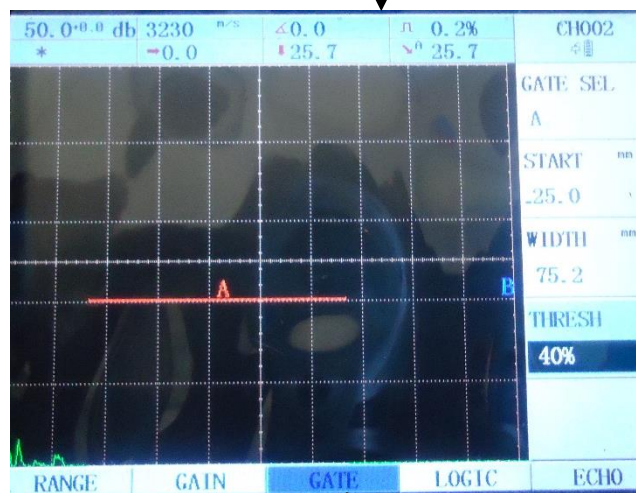
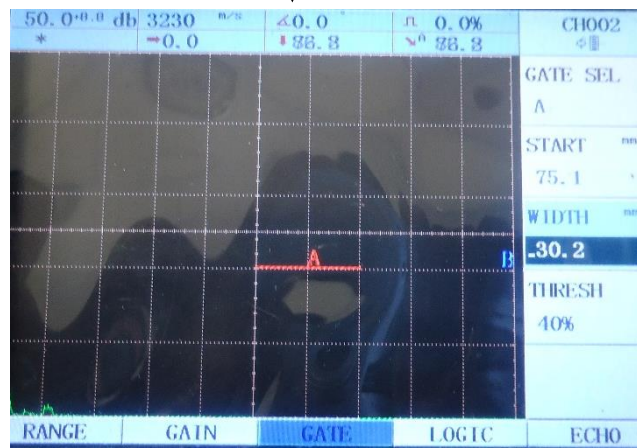
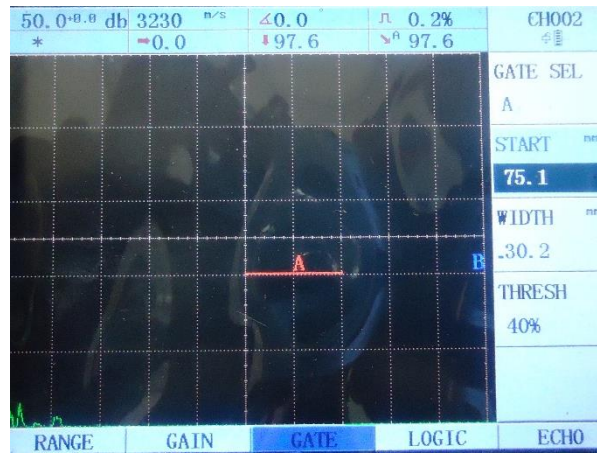
BASIC

GATE

START

WIDT

THRESH



6. Escoja la segunda tecla del menú para seleccionar los parámetros de calibración.



7. Establecer el tipo de sonda en este caso sonda de haz angular.

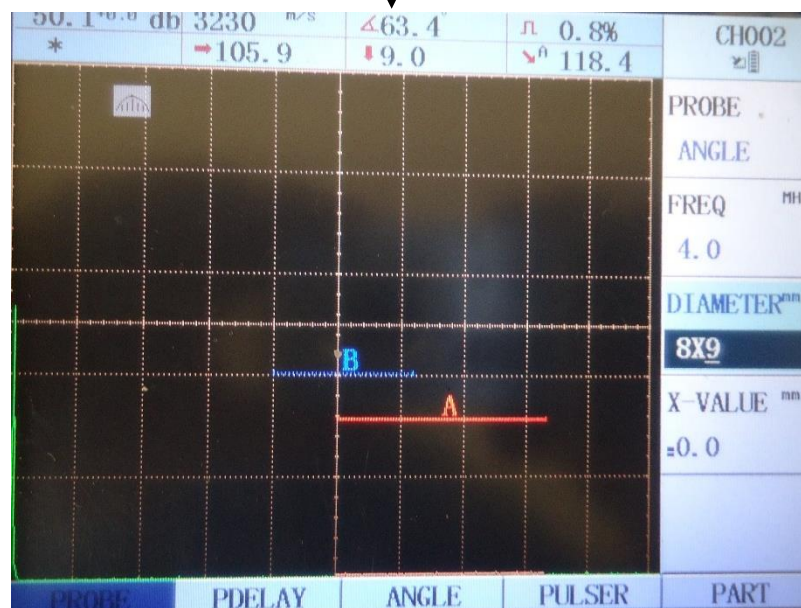
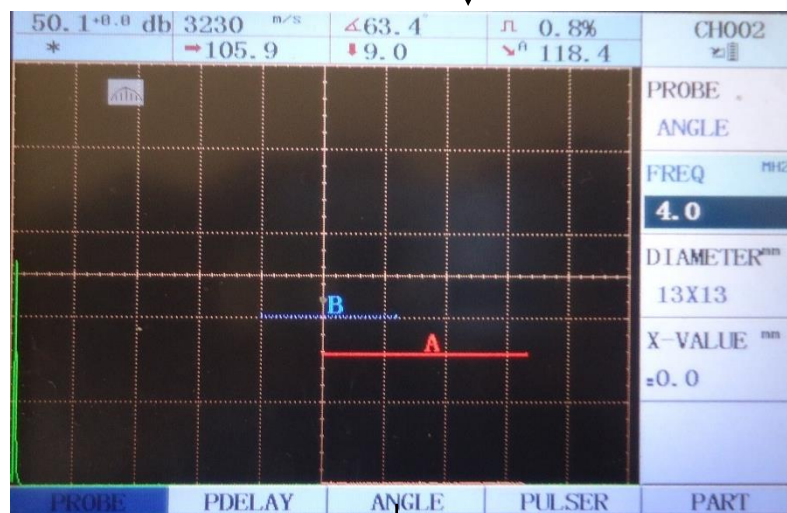


8. Cambiamos con la manilla de mando a Angle o sonda de haz angular así como el diámetro la frecuencia del material piezoeléctrico según el tipo de transductor transversal que se escoja.



Frecuencia 4Mz, Diámetro 8x9, Angulo 60°

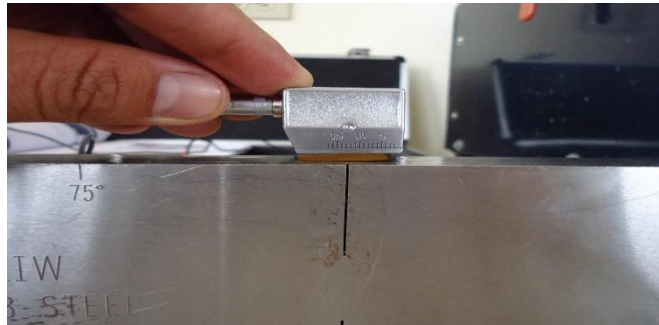




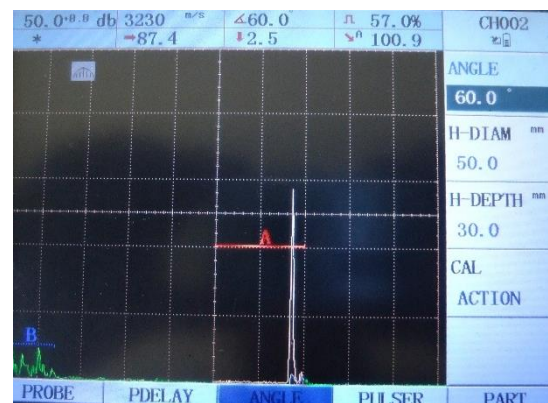
9. Proceder a poner el acoplante en la zona de la galga en donde se va ubicar el transductor



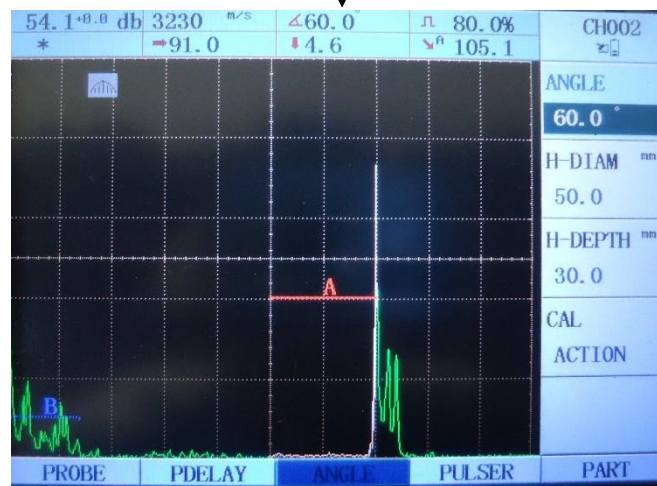
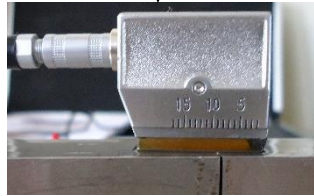
10. Acople el transductor en el bloque de calibración para medir la distancia y el ángulo del bloque de calibración



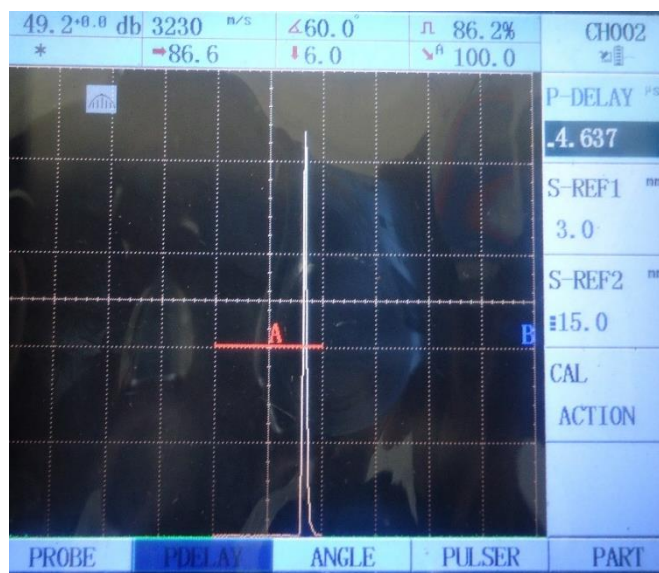
11. Movemos el transductor angular en la línea de referencia hasta ubicar el pico más alto, el cual va indicar el punto de salida del haz.



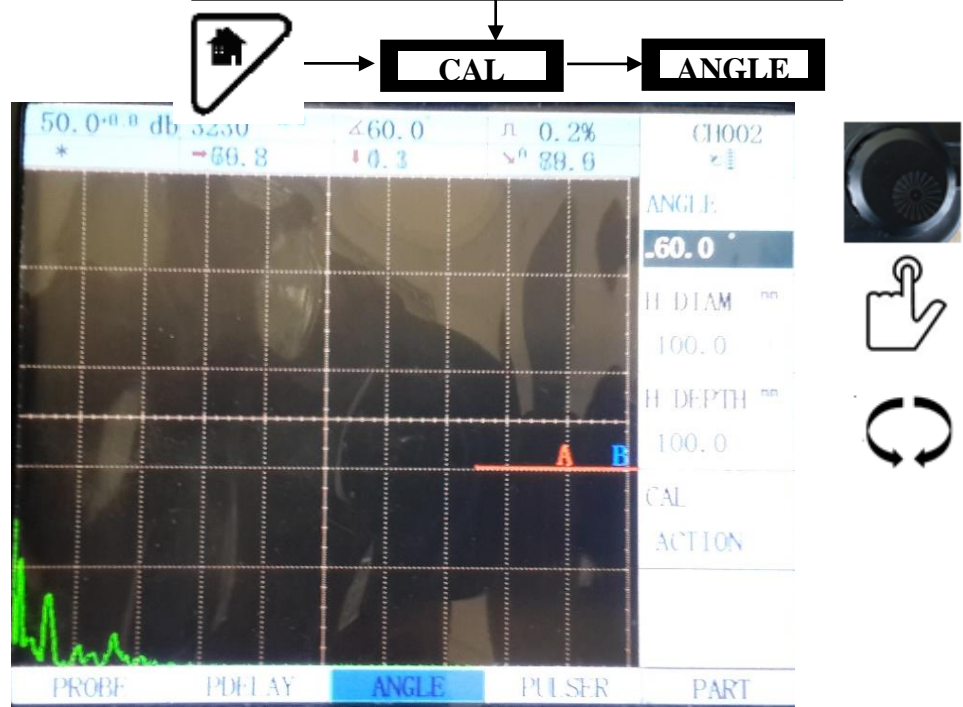
12. Después de observar cual es el pico más alto según los puntos del transductor procedemos a regular la distancia.



13. Después de esto, el cambio el ajuste de la función en P-DELAY hasta que nos indique el valor real o la distancia de la galga I.I.W que es de 100.



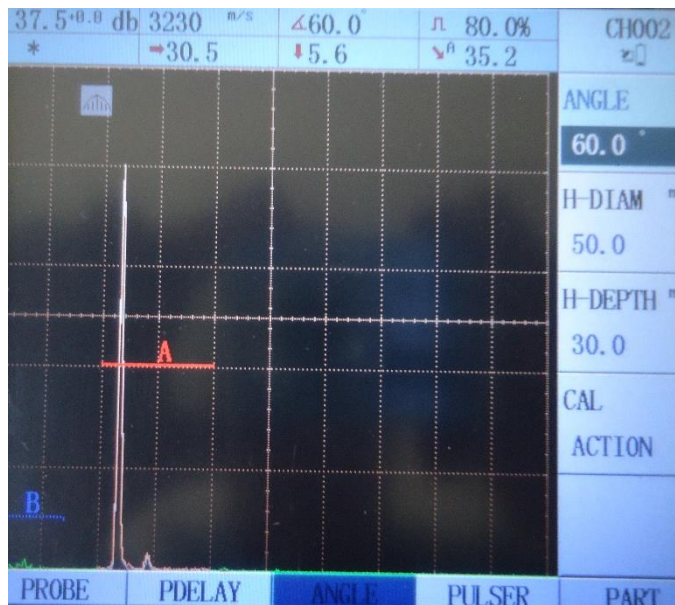
14. Proceder a poner el ángulo con el cual se va a trabajar y realizar la calibración (60°)



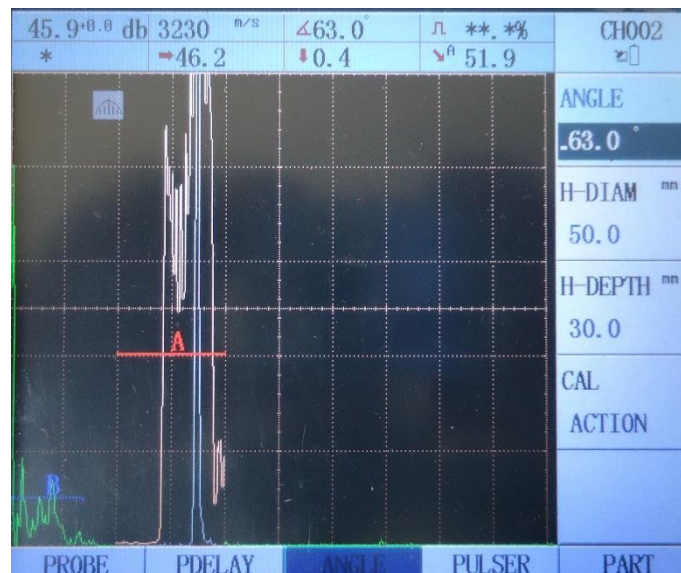
15. Ubicamos el transductor angular para poder realizar la medición del ángulo en la galaga de calibración I.IW.



16. Movemos el transductor angular en la línea de referencia hasta ubicar el pico más alto, el cual va indicar el punto de salida del haz.



17. Realizar las primeras mediciones en el punto de calibración de la galga para poder proceder a regular el ángulo de calibración

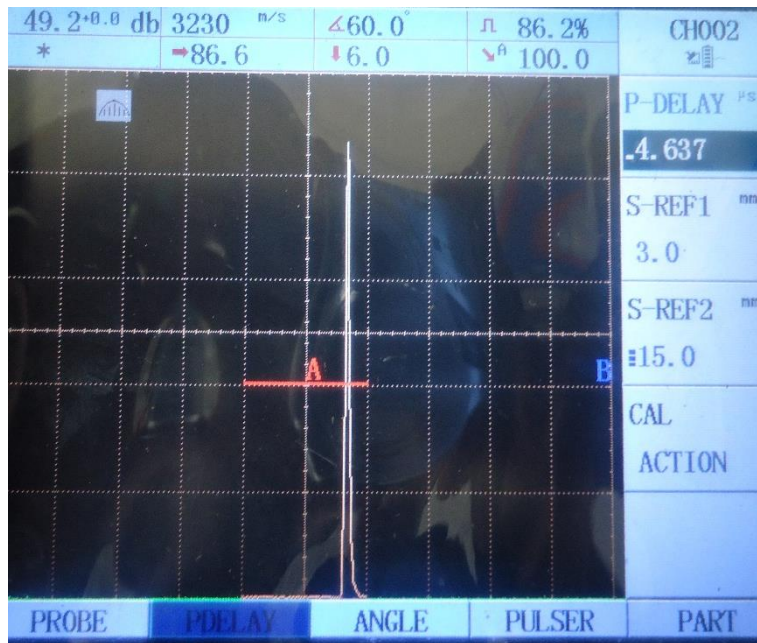


19. Después de esto, el cambio el ajuste de la función el P- DLAY hasta que nos los parámetros de calibración de manera angular y comprar valores y proceder a la inspección

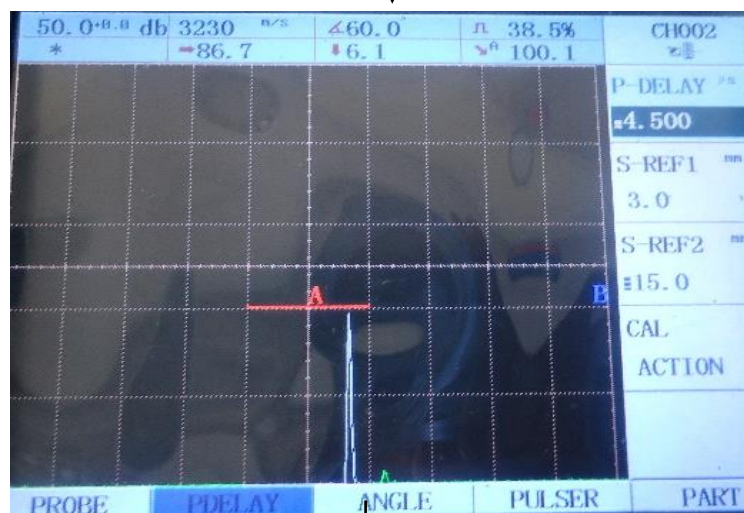


CAL

P-DELAY



20. Revisamos el Angulo en el equipo de ultrasonido en la galga de calibración lo cual nos debe dar (60 grados)



21. Revisar si las mediciones con el traductor y la galga son las indicadas y cumple con los parámetros de calibración del equipo de



NOTA: Esto completa la calibración del instrumento a la velocidad del material de 3230 m/s con un intervalo de calibración de aumentado en 50 mm al espesor del material.

Nota: CT: Calibracion Transversal - angular

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio

VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes

FECHA

REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio

VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes

05/02/2015



CALIBRACIÓN FIGURA DE SOLDADURA

CFS



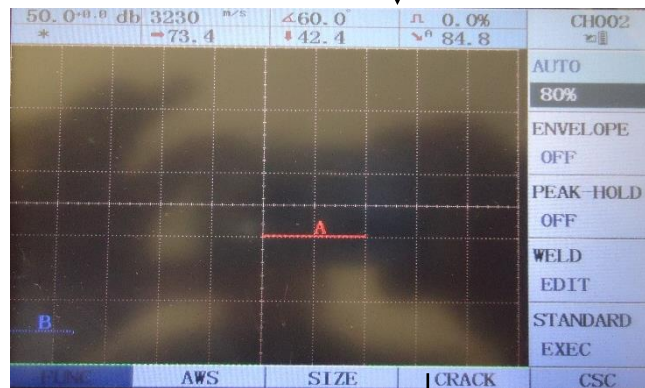
FICM-CFS-001

DATOS GENERALES

Ultrasonido	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Dirección:	Av. Los Chasquis	Fecha:	05/02/ 2015	Cuidad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
Objetivo: Determinar los parámetros principales para la calibración de la figura de soldadura.			Alcance: Estos parámetros de calibración solo se puede realizar con los parámetros del transductor transversal o angular		

CALIBRACIÓN FIGURA DE SOLDADURA

1. Escoger la tercera tecla del menú para seleccionar los parámetros de calibración.

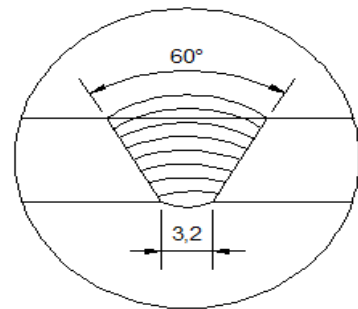
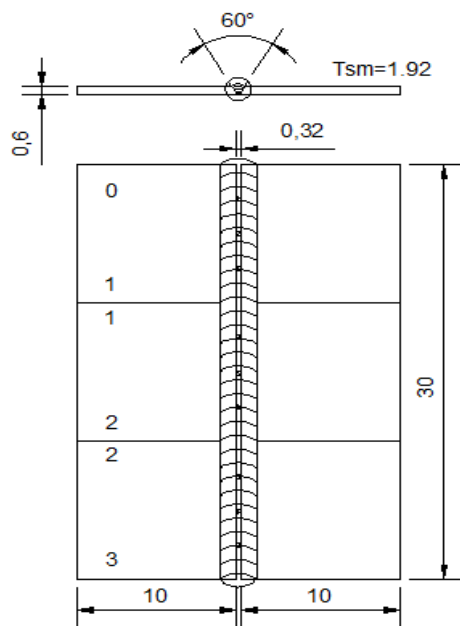
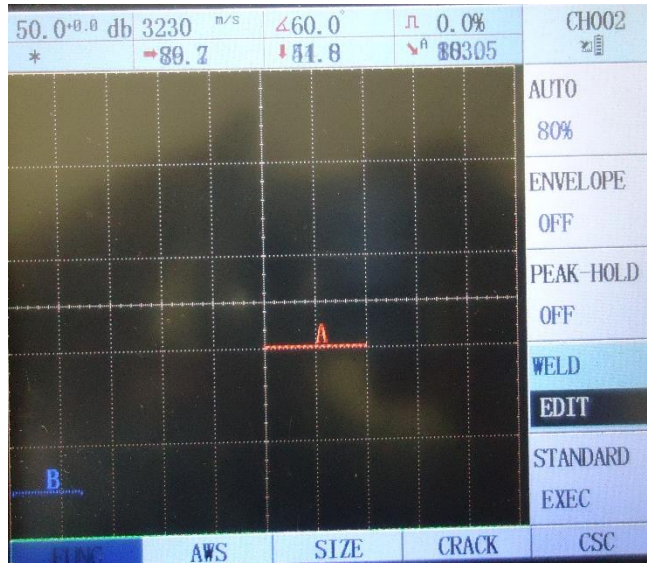


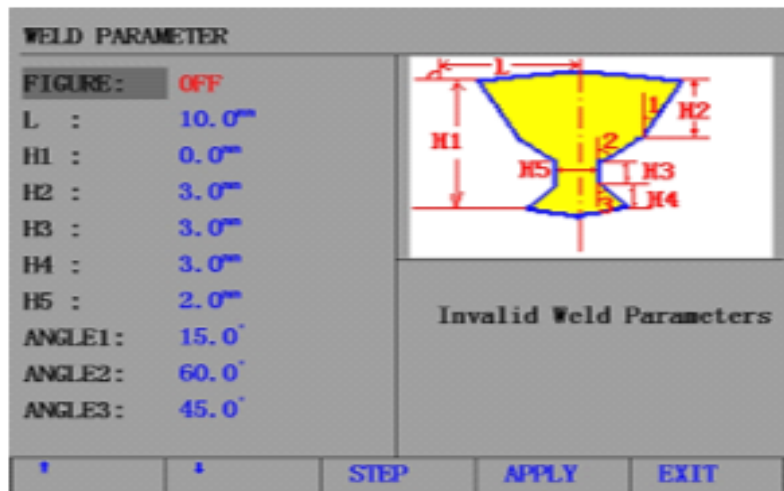
Establecer los parámetros para calibrar la figura de soldadura según sus especificaciones de la placa o junta soldada hacer analizada



FUN

EDIT



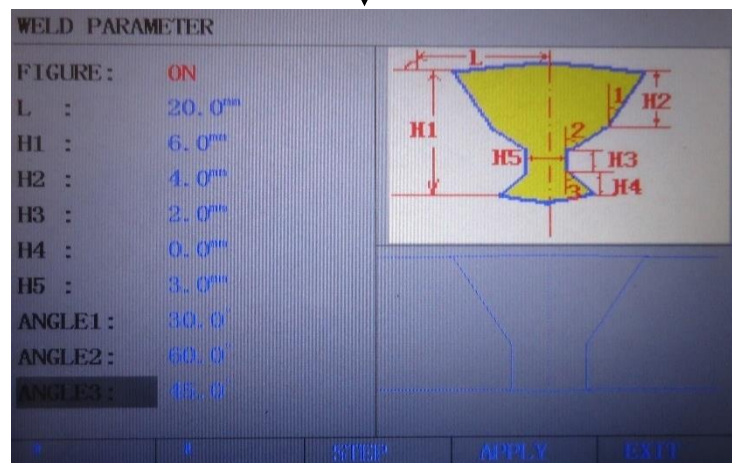



NOTA: Pueden permitir el rasgo de Figura de soldadura descubriendo las partes de soldadura usando el transductor angular o transversal.

Los parámetros de soldadura deberían ser puestos antes

Después de que los parámetros de soldadura han sido puestos correctamente la figura de soldadura aparecerá sobre la pantalla.

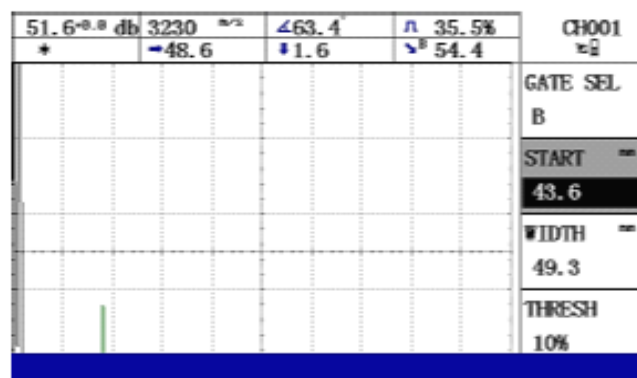
Aplicar los parámetros de ajuste y volver a la pantalla principal cuando el ajuste completó.



Observe el eco máximo del defecto y coloque la reglilla sobre el eco máximo. Entonces presione  para activar la función de la figura de soldadura.

Esto apuntará hacia fuera para introducir la distancia del centro de soldadura al frente de sonda. Medida y entrada aquel valor

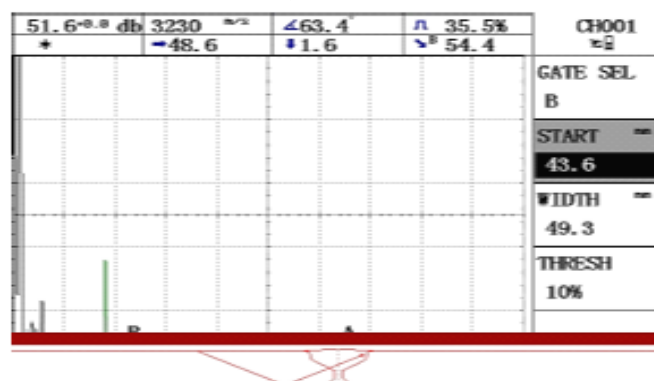
Finalmente presione la tecla debajo de Aceptar.

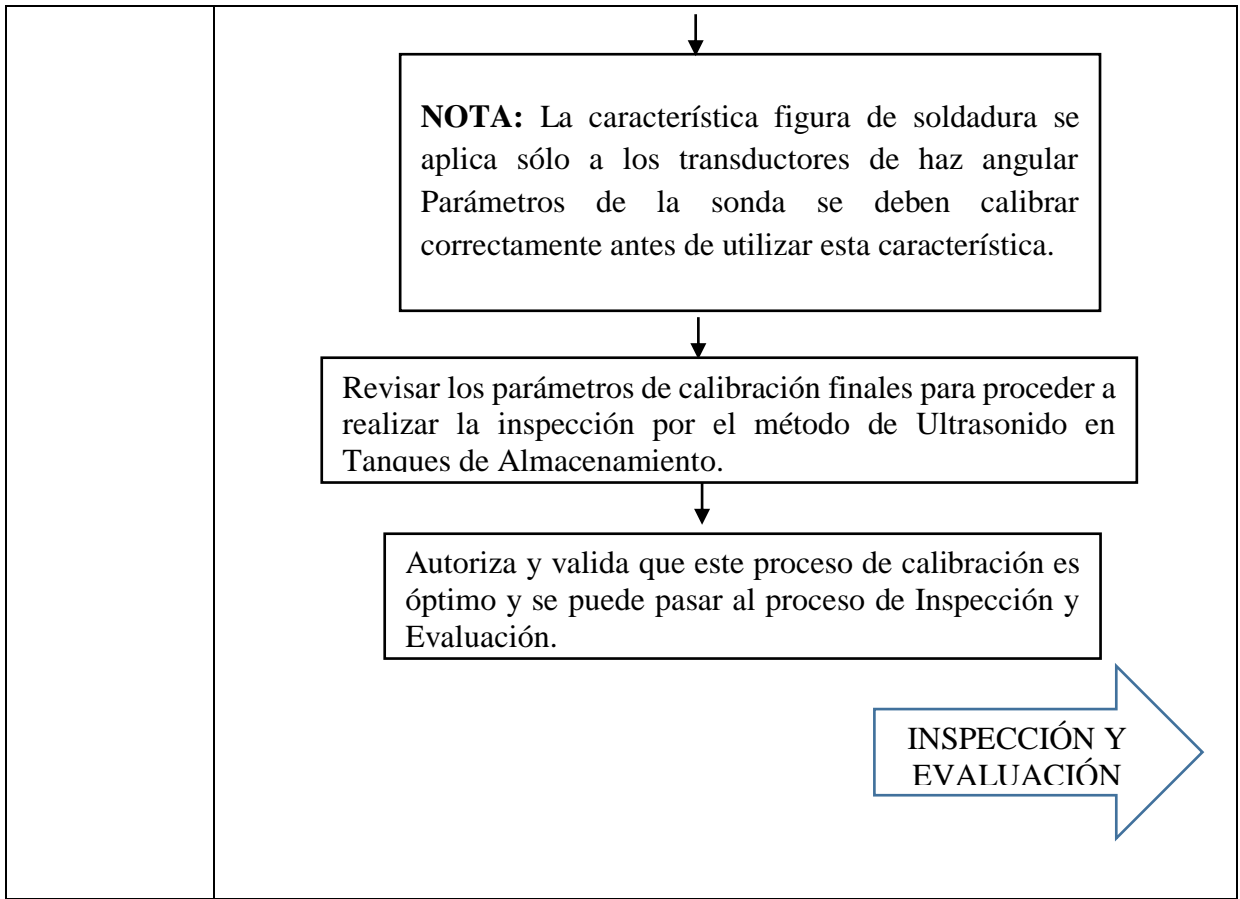


Distance from weld center to probe:



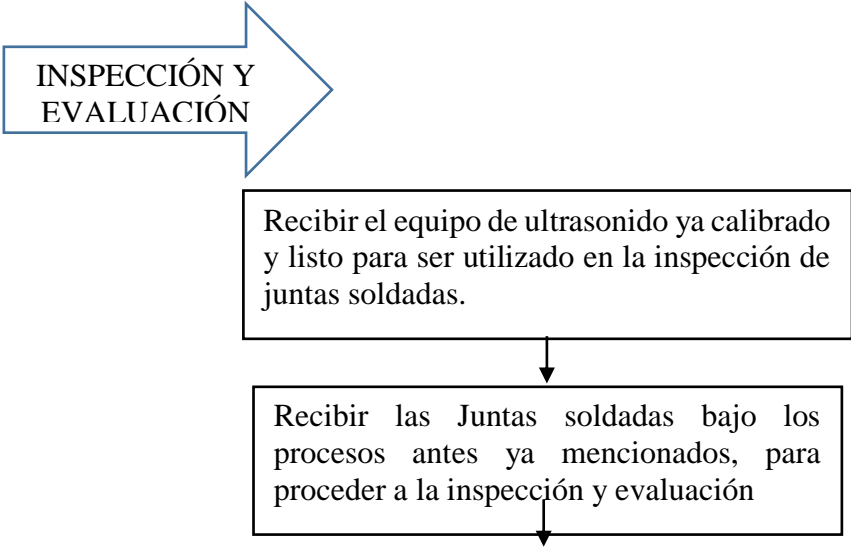
La figura de soldadura muestra un el icono '+' que indica la posición del defecto.

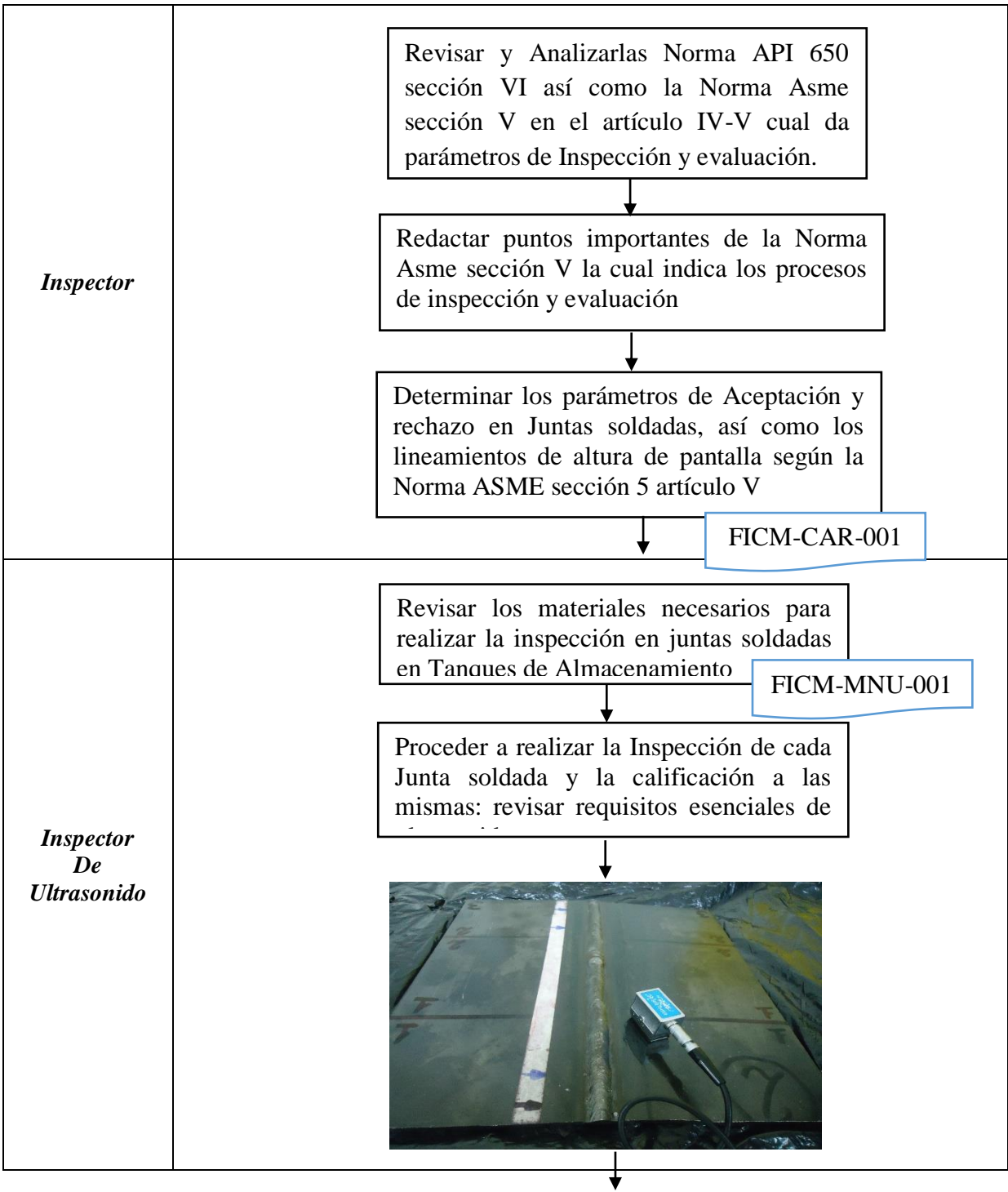
Presione cualquier llave para salir de la demostración de figura de soldadura.

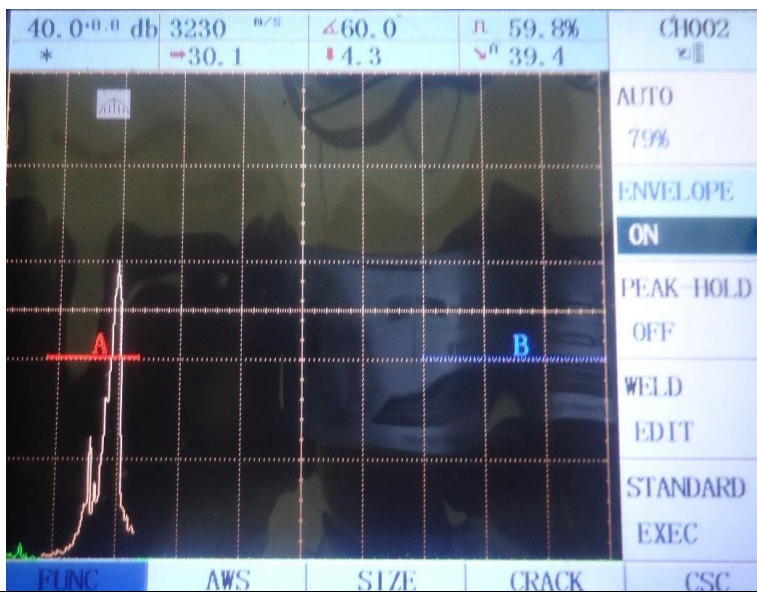
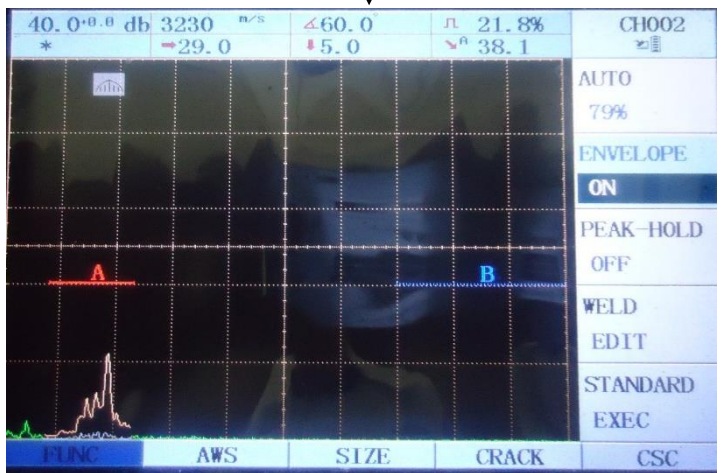
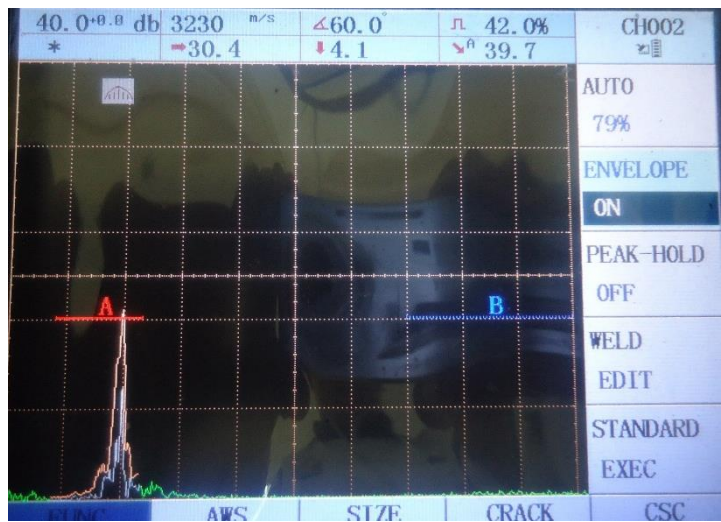


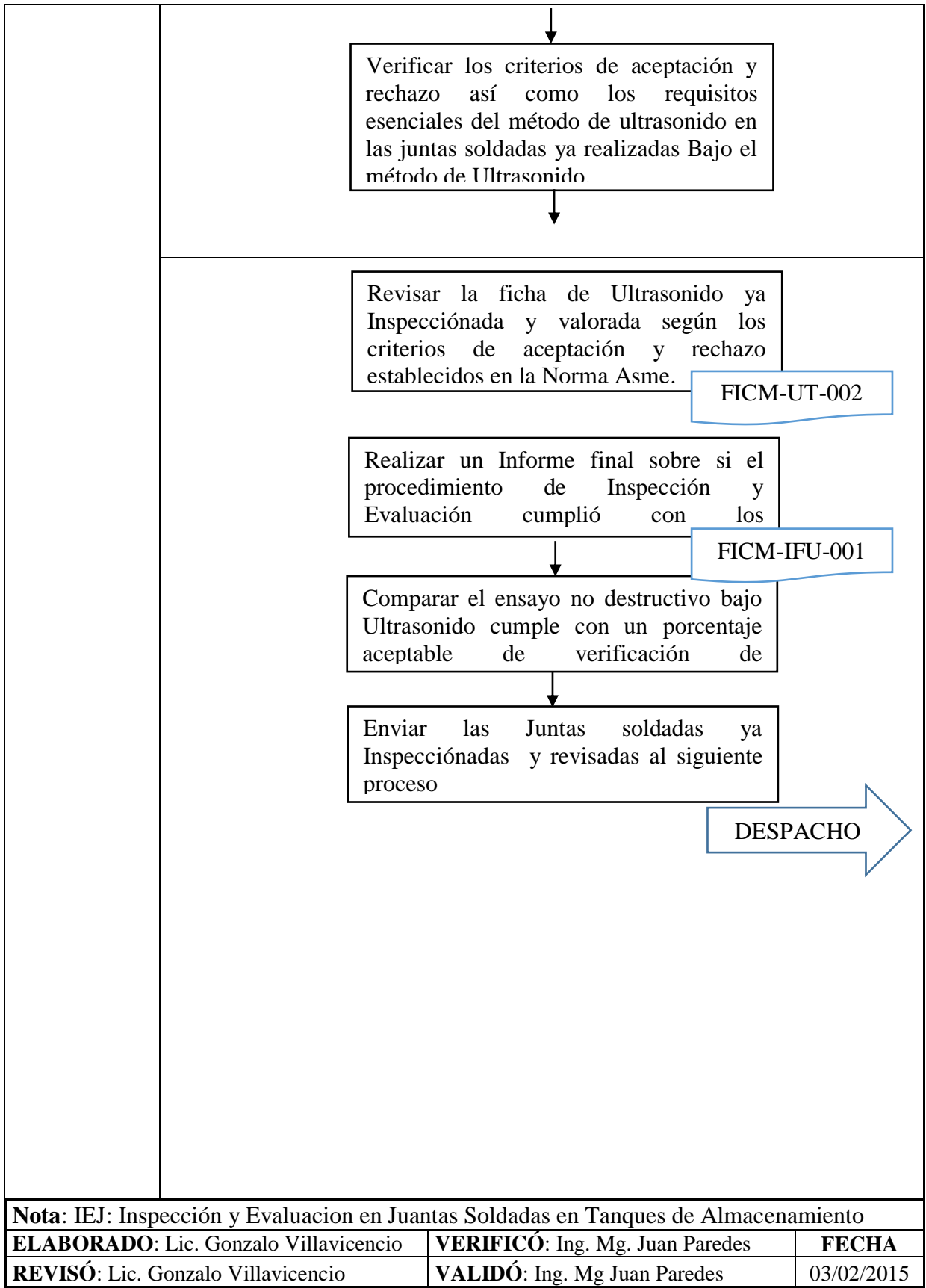




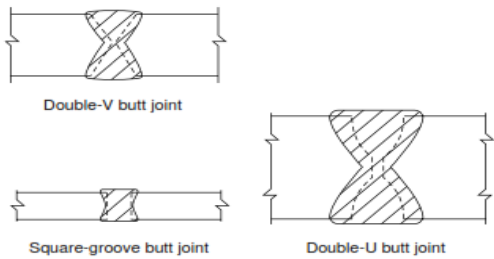
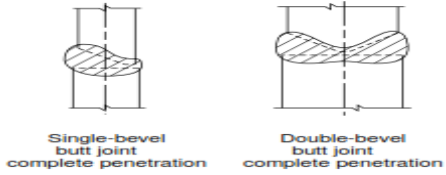
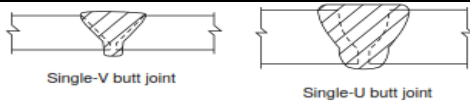
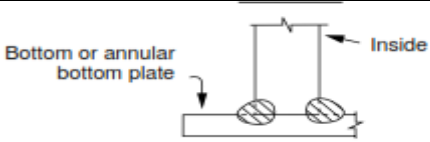
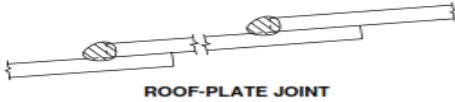
Nota: CFS: Calibracion Fifura de Soldadura		
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	22/01/2015

	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO			IEJ	 FICM-IEJ-001
DATOS GENERALES					
Ultrasonido	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>18/12/2014</i>	Ciudad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
Objetivo: Realizar la inspección y evaluación de juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento bajo la Norma API 650 – ASME			Alcance: Estos parámetros Inspección y Evaluación están acorde la Norma ASME Sección V Artículo IV		
Ingeniero de Proyecto	<div style="text-align: center;">  <pre> graph TD A[INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN] --> B[Recibir el equipo de ultrasonido ya calibrado y listo para ser utilizado en la inspección de juntas soldadas.] B --> C[Recibir las Juntas soldadas bajo los procesos antes ya mencionados, para proceder a la inspección y evaluación] </pre> </div>				







	REGISTRO TIPO DE JUNTA SOLDADA			TJ	
				CÓDIGO	
DATOS GENERALES					
Método END:	Ultrasonido (UT)	Orden del Producto:	UT0001		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Producto:	<i>Tanque de Almacenamiento</i>	Fecha:	<i>18/12/2014</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
CÓDIGO API 650 SECCIÓN 3 TIPO DE JUNTAS SOLDADAS					
Juntas Planas					
Juntas Horizontales					
Juntas a Tope					
Juntas a Filete					
Juntas a Traslape					
Nota: Marque con una x el tipo de junta que corresponda a su criterio, para realizar la junta soldada.					
Nota: TJ: Tipo de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento					
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		18/12/2014	



REGISTRO PARÁMETROS GENERALES DE SOLDADURA

AN



CÓDIGO

FICM-AN-001

Método END:	Ultrasonido (UT)	Orden del Producto:	UT0002		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Producto:	Tanque de Almacenamiento	Fecha:	18/12/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

PARÁMETROS DE SOLDADURA DEFINIDOS

MATERIAL	ESPEORES			TIPO DE JUNTA			PROCESO DE SOLDADURA			
	4 mm	6mm	10mm	A tope	Filete	Translape	SMAW	GMAW	GTAW	FCAW
ASTM A 36/ A36										
ASTM 131M/A 131 Grados										
ASTM A 283M/A 283 Grados C										
ASTM 285 M/A 285 Grado C										
ASTM 285 M/A 285 Grado C										
ASTM A 516M grados 380, 415										
ASTM A 531M/A clases 1y2										
ASTM A 573 M/A grados 450										
ASTM A 633M/A 633 grados Cy D										
ASTM A 662M/A grados ByC										
ASTM 678/A 678 grados Ay B										

Nota: AN: Analisis de soldadura en Tanques de Almacenamiento

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	08/01/2015



REGISTRO DE LIMPIEZA EN JUNTAS SOLDADAS

LJS



CÓDIGO

FICM-LJS-001

Método END:	Ultrasonido (UT)	Orden del Producto:	UT0003
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>		
Producto:	<i>Tanque de Almacenamiento</i>	Fecha:	<i>18/12/2014</i>
		Ciudad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>		Supervisor:
			<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>

LIMPIEZA COORDONES DE SOLDADURA (Fondo- Techo)

JUNTA SOLDADA				TIPO DE CONTAMINATE					TIPO DE LIMPIEZA				
				Corrosion	Salpicadura	Polvo y suciedad	Aceite y Grasa	Residuos adhesivos	Por solventes	Manual	Cepillado	Granallado	Pulido
Seccion	Ite m	Codigo (Anillo)	# Junta soldada										
ANILLOS		A001											
		A002											
		A003											
		A004											
		A005											
		A006											
		A007											
		A008											
		A009											
		A00n											



REGISTRO DE LIMPIEZA EN JUNTAS SOLDADAS

LJS



CÓDIGO



FICM-LJS-001










Método END:	Ultrasonido (UT)	Orden del Producto:	UT0003		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Producto:	Tanque de Almacenamiento	Fecha:	18/12/2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		









LIMPIEZA COORDONES DE SOLDADURA (ARMAZON LATERAL)

JUNTA SOLDADA				TIPO DE CONTAMINATE					TIPO DE LIMPIEZA				
				Corrosion	Salpicadura	Polvo y suciedad	Aceite y Grasa	Residuos adhesivos	Por solventes	Manual	Cepillado	Granallado	Pulido
Seccion	Item	Codigo	# Junta soldada										
ANILLOS		AL001											
		AL002											
		AL003											
		AL004											
		AL005											
		AL006											
		AL007											
		AL008											
		AL009											
		AL00n											

Nota: LJS: Limpieza Junta Soldadas	Firma de Verificación:	
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	08/01/2015

	REGISTRO: LIMPIEZA INICIAL JUNTAS SOLDADAS						LI				
							CÓDIGO			FICM-LI-001	
DATOS GENERALES											
Método END:		Ultrasonido (UT)			Orden del Producto:		UT0004				
Solicitante:		Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica									
Producto:		Tanque de Almacenamiento			Fecha:		29/01/ 2015		Ciudad:		Ambato
Realizado por:		Lic. Gonzalo Villavicencio			Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETROS DE LIMPIEZA INICAL											
JUNTAS SOLDADAS			RETIRA EL RECUBRIMIENTO		APLICO SOLVENTES		LIMPIEZA FINAL		CALIDAD DE LIMPIEZA		
Seccion	Armazon	CODIGO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	BUENA	MALA	
ANILLOS	LATERAL										
	FONDO										
	TECHO										
<p>Nota: Marque con una x o indique el valor de juntas soldadas que se presenta, así indique la calidad de la junta soldada y si se realizó el tipo de limpieza indicado</p>											
<p>Nota: LI: Limpieza Inicial juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.</p>											
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio					VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes				FECHA		
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio					VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes				08/01/2014		



	REGISTRO DEL TIPO DE TRANSDUCTOR		TT		
			CÓDIGO		FICM-TT-001
DATOS GENERALES					
Método END:	Ultrasonido (UT)	Orden del Producto:	UT0005		
Solicitante:	Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica				
Producto:	Tanque de Almacenamiento	Fecha:	18/12/ 2014	Ciudad:	Ambato
Realizado por:	Lic. Gonzalo Villavicencio	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas		
PARAMETROS DE LIMPIEZA INICAL					
TIPO DE TRANSDUCTOR PIEZOELECTRICO					
IMAGEN	TRANSDUCTOR				
	2MHz Ø 10				
	4MHz Ø 10				
	2MHz 8x9x70				
	4MHz 8x9x60				
	2MHz 8x9x60				
	4MHz 8x9x45				
Nota: Marque con una x o indique el valor el tipo de transductor hacer utilizado para la inspección de las juntas soldadas.					
Nota: TT: Tipo de Transductor Existente					
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio		VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes		FECHA	
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio		VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes		29/01/2015	

	REGISTRO: MATERIALES NECESARIOS PARA INSPECCIÓN DE ULTRASONIDO	MNU			
		CÓDIGO	FICM-MNU-001		
DATOS GENERALES					
Método END:	Ultrasonido (UT)	Orden del Producto:	UT0001		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Producto:	<i>Tanque de Almacenamiento</i>	Fecha:	<i>03/02/ 2015</i>	Ciudad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
MATERIALES NECESARIOS PARA PROCEDER A AREALIZAR ULTRASONIDO					
MATERILAES UTILIZADOS EN ENSAYO UT					
MATERIAL	IMAGEN	ESCOGER			
EQUIPO DE ULTRASONIDO					
CABLE DE TRANSMISION					
TRANSDUCTORES					
PALPADORES					
ACOPLANTE					
GALGA DE CALIBRACION					

CARGADOR EQUIPO		
CASCO		
GUANTES		
TRAPOS DE LIMPIEZA		
LINEAS DE VIDA		

Nota: Marque con una x o indique el valor de juntas soldadas que se presenta, así indique la calidad de la junta soldada y si se realizó el tipo de limpieza indicado

Nota: MNU: Materiales Necesarios para Ultrasonido.		
ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	11/12/2014

	PARÁMETROS DE CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO			CAR	 FICM-CAR-001
DATOS GENERALES					
Ultrasonido	MITECH	Identificación:	MFD-800B		
Solicitante:	<i>Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica</i>				
Dirección:	<i>Av. Los Chasquis</i>	Fecha:	<i>29/01/ 2015</i>	Cuidad:	<i>Ambato</i>
Realizado por:	<i>Lic. Gonzalo Villavicencio</i>	Supervisor:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</i>		
PARAMETROS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO					
<p>Las normas de aceptación y rechazo estan de acuerdo por el comprobador y fabricante o en acuerdo al codigo ASME V Artículo 5</p>					
<p>Esta norma debe aplicarse a menos que otras normas esten especificadas para aplicaciones especificadas dentro de esta division.</p>					
<p>Todas las imperfecciones que producen una amplitud mayor que el 20% del nivel de referencia se investigara ala magnitud que el operador puede determinar la forma, identidad, y situacion de todas estas imperfecciones y pueden evaluarse por lo que se refiere a las normas de aceptacion dadas en a y b</p>					
<p>a.- Imperfecciones que son interpretadas como grietas, falta de fusion, o penetracion incompleta son inaceptadas sin tener en cuenta la longitud.</p>					
<p>b. Todas las imperfecciones de tipo linear son inaceptables si la amplitud excede el nivel de referencia y la longitud de la imperfeccion excede lo siguiente:</p>					
<p>1. 1/4in (6mm) para t arriba de 3/4 in (19mm)</p>					
<p>2.1 /3in para t de 3/4 in (19mm) a 2 1/4 in (57mm)</p>					
<p>3. 3/4in (19mm) para t sobre 21/4 in (57mm)</p>					

Donde t es el espesor de la soldadura, excluyendo cualquier refuerzo permitido. Para una junta soldada a tope dos miembros que tiene diferentes espesores en la soldadura, t es el espesor de estos dos espesores. Si una soldadura de penetración completa incluye una soldadura de filete, los espesores de la garganta del filete deben incluidos en t.

REPORTE DE EXAMINACIÓN

El constructor prepara un reporte de la Inspección ultrasonica y una copia de este por el constructor antes del reporte de datos del constructor haya sido firmado por el inspector. El reporte contendrá la información requerida por el código ASME en la sección V. El constructor debe también mantener un registro de todas las imágenes de las áreas incorrectas teniendo respuestas que excedan el 50% del nivel de referencia. Estos registros deberán localizar cada área, el nivel de respuesta, las dimensiones, la profundidad bajo la superficie, y clasificación.

LINEAMINUTOS ALTURA DE PANTALLAS

LINEALIDAD DE LA ALTURA DE PANTALLA NORMA ASME ARTÍCULO V			ESCOGER ALTURA DE PANTALLA
Ajuste de la indicación en % de la pantalla Total	Cambio del control del dB	Límites de la indicación de la pantalla total	
80 %	-6 dB	32 a 48 %	
80 %	-12 dB	16 a 24 %	
40 %	+ 6dB	64 a 96 %	
40 %	+12 dB	63 a 96 %	

Nota: Marque con una x o indique el valor de juntas soldadas que se presenta, así indique la altura de pantalla según la Norma ASME

Nota: CAR: Criterios de Aceptación y Rechazo

ELABORADO: Lic. Gonzalo Villavicencio	VERIFICÓ: Ing. Mg. Juan Paredes	FECHA
REVISÓ: Lic. Gonzalo Villavicencio	VALIDÓ: Ing. Mg Juan Paredes	03/02/2015

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL ENSAYO NO DESTRUCTIVO POR EL MÉTODO DE ULTRASONIDO

A continuación se presenta un análisis del costo de ensayos no destructivos por el método de Ultrasonido por medio de Equipo MITECH MFD800B.

Tabla 6-5 Costos de Evaluación por el Método de Ultrasonido

COSTOS ENSAYO NO DESTRUCTIVO POR EL MÉTODO DE ULTRASONIDO				
EQUIPO MITECH MFD800B				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costos
Equipo Ultrasonido	u	1	\$50	\$ 10
Galgas de Calibración	u	1	\$10	\$ 2
Transductor Angular	u	1	\$ 10	\$ 2
Cable de Transferencia de información	u	1	\$ 10	\$ 1
Sub-total 1				\$15
MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo- Hora	Costos
Profesional a cargo	u	1	\$ 10	\$ 10
Técnico	u	1	\$ 7	\$ 17
Sub-total 2				\$27
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costos
Cleaner	u	0,10	\$ 50	\$ 5
Brochas	u	0,03	\$ 2	\$ 0,060
Paño Limpiador	u	0,10	\$ 5	\$ 0,50
Energía Eléctrica	w	20	\$ 0,12	\$ 2,40
Marcador	u	0,05	\$ 5	\$ 0,25
Subtotal 3				\$ 8,21
PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (1+2+3)			\$ 50,21
	INDIRECTOS (22%)			\$ 11,04
	COSTO TOAL POR CADA 1 M			\$ 61,25

Fuente: (Elaborado por Gonzalo Villavicencio)

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez finalizado el trabajo de investigación, el mismo que fue desarrollado para ayudar en el proceso de inspección, Evaluación y calificación de las Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento Tanto para Empresa INDUACERO así como para los Laboratorios de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica, nos pudimos dar cuenta que existen la aplicación de un varios métodos de inspección en las Juntas soldadas como son inspección Visual (VT), inspección por Líquidos penetrantes (PT), inspección por partículas magnéticas pero específicamente el método de Ultrasonido no se tenía establecido y conocido los parámetros de calibración y evaluación mediante la Norma ASME Sesión V artículo V

La investigación propone mejorar la evaluación de las juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento por el método de Ultrasonido ya que se ha comprobado que es de mayor precisión que los otros métodos de Inspección Tanto Superficiales como Volumétricos.

Esta investigación puede servir como referencia para desarrollar otros procedimientos en juntas soldadas con las diferentes Normas de Aplicación así como los criterios de Aceptación y Rechazo.

Al momento del desarrollo del ensayo no Destructivo por el Método de Ultrasonido tratar que la probeta esté en condiciones óptimas de limpieza ya que el método de Ultrasonido es muy sensible y puede dar datos erróneos de las discontinuidades existentes en la Junta Soldada y así podría distorsionar la calidad del ensayo.

Al momento de la toma de resultados podemos utilizar instrumentos de ayuda para visualizar de mejor manera los resultados obtenidos en la pantalla del Equipo de Ultrasonido MITECH MFD800B, (Cámara, linterna, etc.)

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES BIBLIOGRÁFICA

1. Arcos, J. (2011). *Asociación uruguaya de ensayos no destructivos*. Recuperado el 23 de Mayo de 2013, de www.aendur.ancap.com.uy: <http://www.aendur.ancap.com.uy/boletin/CaliSolda.pdf>
2. Banesto, F. (2010). *Observatorio tecnológico de soldadura. Ensayos no destructivos*. Recuperado el 04 de Junio de 2013, de www.obtesol.es: http://www.obtesol.es/index.php?option=com_content&task=view&id=181&Itemid=
3. Belzyt, X. (Junio de 01 de 2010). <http://www.sistendca.com>. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.sistendca.com>: <http://www.sistendca.com>
4. Blanco, F. (20 de Octubre de 2005). www6.uniovi.es. Recuperado el 23 de Noviembre de 2014, de www6.uniovi.es: www6.uniovi.es/usr/fblanco/TemaII.2.4.ACUSTICAS.B.pdf
5. Caceres, I. (2012). *Procesos de Soldadura*. Recuperado el 06 de Junio de 2013, de campuscurico.otalca.cl: http://campuscurico.otalca.cl/~fespinos/Isidro_Gomez_Caceres.pdf
6. Callister, W. (2009). *Introducción a la ciencia e Ingeniería de los materiales*. México: Ediciones Limusa Wiley.
7. Colombia, U. N. (23 de Abril de 2011). *Ensayos en Juntas Soldadas*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de www.slideshare.net: <http://www.slideshare.net/diales/ensayo-de-uniones-soldadas>
8. Cossettini, O. (23 de Noviembre de 2009). *Inspección de tanques (API 653, 570, 510 y STI SPOO1)*. Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de

www.tecnocoating.com: <http://www.tecnocoating.com.ar/v3/mfl/Inspección-de-tanques-Aereos-de-almacenamiento-de-hidrocarburos.php>

9. Espinoza, D. (19 de Mayo de 2014). *www.vibrobal.com*. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de www.vibrobal.com: www.vibrobal.com
10. Galacia, S. (2011). *Tanques de Almacenamiento*. Recuperado el 21 de Julio de 2013, de es.scribd.com: <http://es.scribd.com/doc/91953770/TANQUES-DE-ALMACENAMIENTO>
11. Galvery, W. (2007). *Guía de soldadura para el técnico profesional*. México: Ediciones Limusa.
12. García, R. (2003). *Soldadura: Aplicaciones y práctica*. México D.F: Alfaomega.
13. Gregt, T. (12 de Mayo de 2012). *Propiedades de los Materiales*. Recuperado el 19 de Mayo de 2013, de www.unedcervera.com: http://www.unedcervera.com/c3900038/ciencia_materiales/propiedades_mecanicas.html(traccion
14. Guaman, E. (20 de Abril de 2010). *www.slideshare.net*. Recuperado el 23 de Junio de 2013, de www.slideshare.net: <http://www.slideshare.net/pelonsanchez/diseo-de-tanques-de-almacenamiento-17181966>
15. Gutierrez, A. (12 de Febrero de 2013). *es.scribd.com*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de es.scribd.com: <https://es.scribd.com/doc/52654791/5/PARAMETROS-DE-LAS-ONDAS-ULTRASONICAS>

16. Hernandez, O. (2012). *Tanques de Almacenamiento*. Recuperado el 23 de Junio de 2013, de [www.slideshare.net: http://www.slideshare.net/nactav/diseo-de-tanques-de-almacenamiento](http://www.slideshare.net/nactav/diseo-de-tanques-de-almacenamiento)

17. Lara, N. (2011). *Importancia de la Inspección en la Fabricacion De Componentes Soldados*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2013, de www.esabna.com:
<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.esabna.com%2Fmx%2Fsp%2Feduccion%2Fupload%2FInspecci3n-en-Fabricacion-2.doc&ei=PedAUo-TGLWu4APtn4H4Dg&usg=AFQjCNG8SG1Fnq0cd707Mhshn7bY7FifZQ&bvm>

18. Lavalle, F. (2010, Febrero 23). Retrieved Septiembre 17, 2013, from www.tytIngenier3a.com.ar:
<http://www.tytIngenier3a.com.ar/contacto.php?ref=pisos-tanques>

19. Luna, C. (12 de Marzo de 2011). *Ensayos No Destructivos En*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2013, de www2.fe.ccoo.es:
<http://www2.fe.ccoo.es/andalucia/docu/p5sd8259.pdf>

20. Maray, S. (2010). *Soldadura En Tanques*. Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de es.scribd.com: <http://es.scribd.com/doc/35373228/API-650-EN-ESPANOL>

21. Mart3nnez, E. (2011, Mayo 09). *An3lisis de la penetraci3n en la soldadura de una estructura met3lica*. Retrieved Junio 15, 2013, from <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=70177679-47b8-4f6e-8049-1637678f001d%40sessionmgr10&vid=42&hid=23>

22. Marusevich, A. (2011, Octubre 26). *Determinaci3n de la tenacidad a la fractura del material de un gasoducto*. Retrieved Junio 15, 2013, from

<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=13&sid=70177679-47b8-4f6e-8049-1637678f001d%40sessionmgr10&hid=23>

23. MITECH. (2010, Diciembre 27). *www.periziebaffigi.com*. Retrieved Enero 12, 2015, from [www.periziebaffigi.com: http://www.periziebaffigi.com/files/MFD800B.pdf](http://www.periziebaffigi.com/files/MFD800B.pdf)
24. Morlan, F. (12 de Enero de 2012). *Introduccion END*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de [www.sistendca.com: http://www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Manual%20Introduccion%20a%20los%20END.pdf](http://www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Manual%20Introduccion%20a%20los%20END.pdf)
25. Mundo, L. M. (24 de Junio de 2012). *www.aero.ing.unlp.edu.ar*. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de [www.aero.ing.unlp.edu.ar: http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedrasarchivosApunte%20Ultrasonido%2012.pdf](http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedrasarchivosApunte%20Ultrasonido%2012.pdf)
26. Muñoz, F. (2012, Noviembre 24). *es.scribd.com*. Retrieved Enero 12, 2015, from [es.scribd.com: http://es.scribd.com/doc/114258743/ASME-Art-5-Ultrasonido#scribd](http://es.scribd.com/doc/114258743/ASME-Art-5-Ultrasonido#scribd)
27. Naranjo, G. (2010). *Tutoría de Investigación Científica* (Segunda ed., Vol. 3). Quito, Ecuador.
28. Navas, C. S. (2013, Octubre 12). *es.scribd.com*. Retrieved Enero 12, 2015, from [es.scribd.com: https://es.scribd.com/doc/175553408/Reemplazo-de-Radiografia-por-Ultrasonido-en-la-construccion-de-Tanques-de-Almacenamiento-API-650](https://es.scribd.com/doc/175553408/Reemplazo-de-Radiografia-por-Ultrasonido-en-la-construccion-de-Tanques-de-Almacenamiento-API-650)
29. Pardo, M. A. (24 de Mayo de 2014). *es.scribd.com*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de [es.scribd.com: http://es.scribd.com/doc/227881567/2-Procedimiento-ultrasonido#scribd](http://es.scribd.com/doc/227881567/2-Procedimiento-ultrasonido#scribd)
30. Pastor, M. (2012). *Introducción a la metalurgia de la soldadura*. Ecuador.

31. Pellicer, V. (20 de Junio de 2013). *riunet.upv.es*. Recuperado el 11 de Enero de 2015, de [riunet.upv.es:
httpriunet.upv.es/bitstream/handle/10251/35207/PROYECTO%20DEFINITIVO.
pdfsequence=1](http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/35207/PROYECTO%20DEFINITIVO.pdf?sequence=1)
32. Pereira, U. d. (05 de Noviembre de 2010). *Ensayos no Destructivos*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de [blog.utp.edu.com:
http://blog.utp.edu.co/metalografia/2010/11/05/ensayos-no-destructivos/](http://blog.utp.edu.co/metalografia/2010/11/05/ensayos-no-destructivos/)
33. Ramirez, J. (2010, Junio 6). *sistendca.com*. Retrieved Febrero 15, 2015, from [sistendca.com:
http://sistendca.com/DOCUMENTOS/Curso%20Ultrasonido%20Basico.pdf](http://sistendca.com/DOCUMENTOS/Curso%20Ultrasonido%20Basico.pdf)
34. Remyre, T. (2011). *Equipos de Almacenamiento Tanques*. Recuperado el 03 de Mayo de 2013, de [www.webaero.net:
http://www.webaero.net/Ingenieria/equipos/Estaticos/Tanques/Bibliografia_D
ocumentacion/previsualizacion/prev_ORIA_Curso%20de%20tanques%20de
%20almacenamiento%20de%20fluidos%20segun%20API%20650.pdf](http://www.webaero.net/Ingenieria/equipos/Estaticos/Tanques/Bibliografia_Documentacion/previsualizacion/prev_ORIA_Curso%20de%20tanques%20de%20almacenamiento%20de%20fluidos%20segun%20API%20650.pdf)
35. Rimoldi, C. (29 de Junio de 2012). *www.aero.ing.unlp.edu.ar*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de [www.aero.ing.unlp.edu.ar:
http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Apunte%20Ultrasonido%2
02012.pdf](http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Apunte%20Ultrasonido%202012.pdf)
36. Rojano. (2012). *Metalurgia y Soldadura*. Recuperado el 12 de Mayo de 2013, de [www.metalurgiausach.cl:
http://www.metalurgiausach.cl/intranet/a16/Ensayos%20no%20destructivos.p
df](http://www.metalurgiausach.cl/intranet/a16/Ensayos%20no%20destructivos.pdf)
37. Rojano, F. (21 de Abril de 2012). *Ensayos no Destructivos*. Recuperado el 12 de Mayo de 2013, de [www.metalurgiausach.cl:](http://www.metalurgiausach.cl)

<http://www.metalurgiausach.cl/intranet/a16/Ensayos%20no%20destructivos.pdf>

38. Romero, S. (2012, Diciembre 21). *Influencia de la transferencia en la resistencia y dureza de las uniones soldadas obtenidas por el proceso de soldadura GMAW*. Retrieved Junio 15, 2013, from <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=70177679-47b8-4f6e-8049-1637678f001d%40sessionmgr10&vid=11&hid=23>
39. Ruiz, A. (2010). *Aplicación de los métodos de Ensayos No Destructivos*. Espana: Limusa.
40. Toledo, A. (12 de Agosto de 2011). *Servicios Inspección Tanques*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de www.sgs-latam.com: <http://www.sgs-latam.com/es-ES/Mining/Inspection-and-Sampling-Services/Equipment-Inspection-Services/Non-Destructive-Testing.aspx>
41. Williams, H. M. (12 de Febrero de 2011). *Evaluación de Tanques de Almacenamiento*. Recuperado el 12 de Mayo de 2013, de www.hmttank.com: http://www.hmttank.com/es/Services_Tank%20Inspection.htm
42. Zaida, R. (2011). *Ingeniería Metalúrgica*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de www.bugo.com: <http://robotics.dem.uc.pt> – <http://www.bugo.com>
43. Zambrano, R. (2010, Enro). *Microestructura y caracterización de muestras de Tubería API 5L-X65*. Retrieved Junio 15, 2013, from <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=70177679-47b8-4f6e-8049-1637678f001d%40sessionmgr10&hid=23>

CATÁLOGOS Y NORMAS

1. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1981). Código de Dibujo Técnico – Mecánico. Serie de Normalización 009. S/E. Quito – Ecuador.
2. Catálogo de características y propiedades de los electrodos más usados de INDURA.
3. API standard (American Petroleum Institute) 650. Seccion 1 (Scope), welded steel tanks for oil storage, USA 2003. Recuperado en Mayo del 2014.
4. API standard (American Petroleum Institute) 650. Seccion 2 (Material), welded steel tanks for oil storage, USA 2003. Recuperado en Mayo del 2014.
5. API standard (American Petroleum Institute) 650. Seccion 3 (Design), welded steel tanks for oil storage, USA 2003. Recuperado en Mayo del 2014.
6. API standard (American Petroleum Institute) 650. Seccion 6 (Methods of Inspecting Joints), welded steel tanks for oil storage, USA 2003. Recuperado Mayo del 2014.
7. ASME V (The American Society of Mechanical Engineers), ASME (Nondestructive examination article 4 y 5), USA 2003. Recuperado en Marzo 2014.
8. ASME IX (The American Society Of Mechanical Engineers), ASME (qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators), USA 2007. Recuperado en Abril 2014.
9. NORMA AWS D 1.1 (American Welding Society-Structural Welding Code-Steel).

ANEXOS

Gráfico 8-1 Juntas soldadas a TOPE ya FILETE

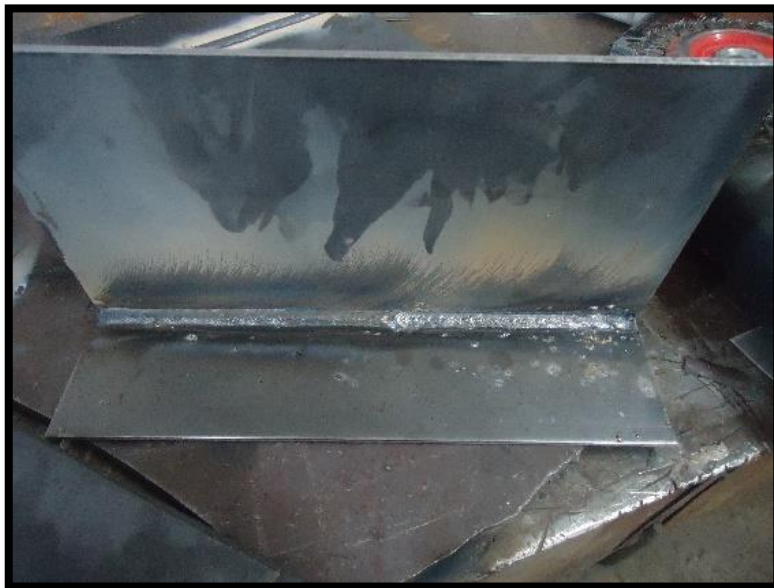


Gráfico 8-2 Soldadura INDUACERO



Gráfico 8-3 Junta a Tope

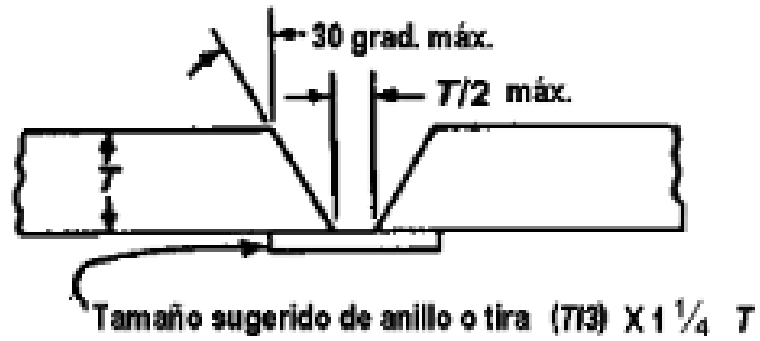
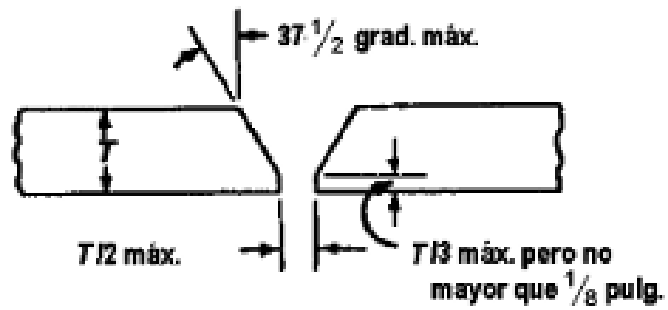


Gráfico 8-4 Junta a Tope Optativa



Fuente: (Norma ASME SECCIÓN IX, Artículo III, pág. 153)

Gráfico 8-5 Soldadura Con Filete Procedimiento

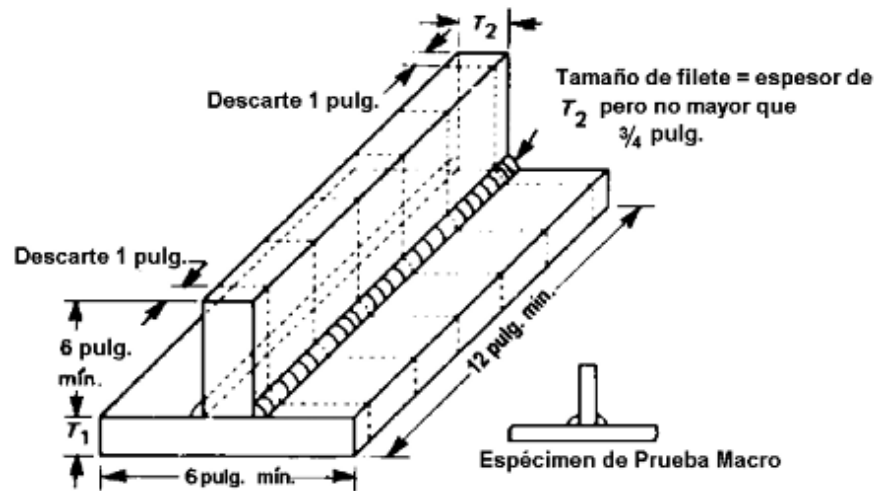
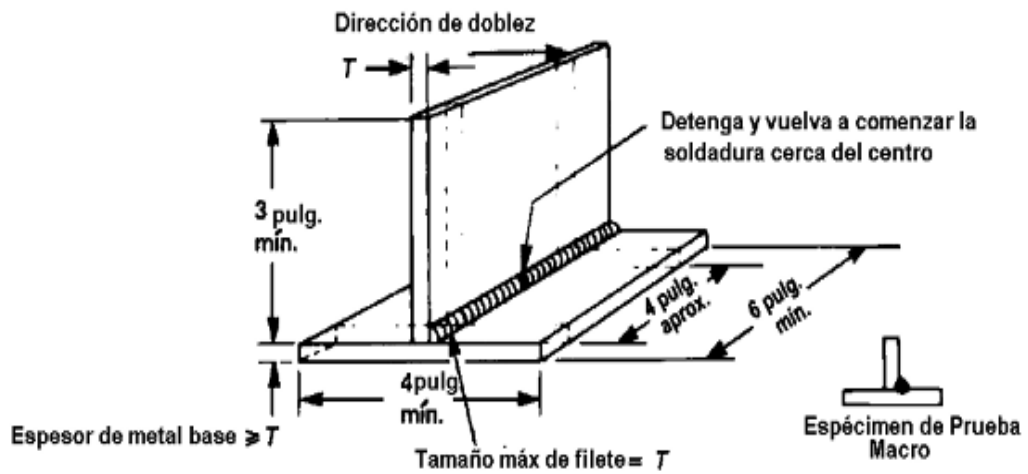


Gráfico 8-6 Soldadura Con Filete- Habilidad



Fuente: (Norma ASME sección IX, Artículo III, pág. 178)

Gráfico 8-7 Variables Esenciales del Método de Ultrasonido

2007 SECTION V

ARTICLE 5

TABLE T-522
VARIABLES OF AN ULTRASONIC EXAMINATION PROCEDURE

Requirement	Essential Variable	Nonessential Variable
Material types and configurations to be examined, including thickness dimensions and product form (castings, forgings, plate, etc.)	X	...
Personnel qualification requirements	...	X
Personnel performance requirements, when required	X	...
The surfaces from which the examination shall be performed	X	...
Surface condition (examination surface, calibration block)	...	X
Couplant: brand name or type	...	X
Technique(s) (straight beam, angle beam, contact, and/or immersion)	X	...
Angle(s) and mode(s) of wave propagation in the material	X	...
Search unit type(s), frequency(ies), and element size(s) shape(s)	X	...
Special search units, wedges, shoes, or saddles, when used	X	...
Ultrasonic instrument(s)	X	...
Calibration [calibration block(s) and technique(s)]	X	...
Directions and extent of scanning	X	...
Automatic alarm and/or recording equipment, when applicable	...	X
Scanning (manual vs. automatic)	X	...
Method for sizing indications	X	...
Computer enhanced data acquisition, when used	X	...
Records, including minimum calibration data to be recorded (e.g., instrument settings)	...	X
Scan overlap (decrease only)	X	...

Gráfico 8-8 Menús y Sub- menú del Equipo de Ultrasonido MITECH MFD800B

BASIC		CAL		FUNC		MEM		CFG		DAC		AVG	
R A N G E	RANGE	P R O B E	PROBE	F U N C	AUTO	W A V E	FILE	S Y S	GRID	D A C	PROGRAM	A V G	PROGRAM
	VEL		FREQ		ENVELOPE		SAVE		FILL		RECORD		RECORD
	D-DELAY		DIAMETER		PEAK HOLD		LOAD		UNIT		FINISH		ADJUST
			X-VALUE		WELD		CLEAR		SCALE		LINE TYPE		FINISH
			STANDARD										
G A I N	GAIN	P D E L A Y	P-DELAY	A W S	INDICAT	C H A N N L	FILE	D I S P /SND	LCD LIGHT	E D I T	EDIT	P A R A	FREQ
	DB STEP		S-REF1		REFRNC		SAVE		SKIN SEL		POINT		DIAMETER
	OFFSET		S-REF2		ATTEN		LOAD		KEY SOUND		ADJUST		REF TYPE
	T-CORR		CAL		RATING		CLEAR		LANGUAGE		DELETE		REF SIZE
										FINISH			
G A T E	GATE SEL	A N G L E	ANGLE	S I Z E	BACK GAIN	V I D E O	FILE	U S B	USB	O F F S E T	DAC-RL	D I A M E T E R	AVG-UL
	START		HL-DIAM		CALC		SAVE				DAC-SL		AVG-ML
	WIDTH		HL-DEPTH				LOAD				DAC-EL		AVG-DL
	THRESH		CAL				CLEAR				SIZE REF		
L O G I C	GATE MODE	P U L S E R	DAMPING	C R A C K	HEIGHT	D I S K	TOTAL	B-SCAN	BSCAN	D E L E T E	DEL DAC	D E L E T E	DEL AVG
	B-LOGIC		ENERGY		POINT-A		USED						
	ALARM		P-WIDTH		POINT-B		AVAIL						
			PRF				USED RATE						
E C H O	RECTIFY	P A R T	THICK	C S C	THICK	R E S E T	ALL CHNL	I N F O	YY/MM/DD	D I S P	DAC DISP	D I S P A Y	AVG DISP
	REJECT		ECHO		O-DIAM		ALL WAVE		HH:MM:SS		GAIN MODE		GAIN MODE
			COLOR				ALL DV		VERSION				
					CSC		RESET ALL		S/N				

ARTICLE 4 ULTRASONIC EXAMINATION METHODS FOR WELDS

T-410 SCOPE

This Article provides or references requirements for weld examinations, which are to be used in selecting and developing ultrasonic examination procedures when examination to any part of this Article is a requirement of a referencing Code Section. These procedures are to be used for the ultrasonic examination of welds and the dimensioning of indications for comparison with acceptance standards when required by the referencing Code Section; the referencing Code Section shall be consulted for specific requirements for the following:

- (a) personnel qualification/certification requirements
- (b) procedure requirements/demonstration, qualification, acceptance
- (c) examination system characteristics
- (d) retention and control of calibration blocks
- (e) extent of examination and/or volume to be scanned
- (f) acceptance standards
- (g) retention of records
- (h) report requirements

Definitions of terms used in this Article are contained in Mandatory Appendix III of Article 5.

T-420 GENERAL

The requirements of this Article shall be used together with Article 1, General Requirements. Refer to T-451 for special provisions for coarse grain materials and welds. Refer to T-452 for special provisions for computerized imaging techniques.

T-421 Written Procedure Requirements

T-421.1 Requirements. Ultrasonic examination shall be performed in accordance with a written procedure which shall, as a minimum, contain the requirements listed in Table T-421. The written procedure shall establish a single value, or range of values, for each requirement.

T-421.2 Procedure Qualification. When procedure qualification is specified by the referencing Code Section, a change of a requirement in Table T-421 identified as an

essential variable from the specified value, or range of value, shall require requalification of the written procedure. A change of a requirement identified as a *nonessential variable* from the specified value, or range of value, does not require requalification of the written procedure. All changes of *essential* or *nonessential* variables from the value, or range of value, specified by the written procedure shall require revision of, or an addendum to, the written procedure.

T-430 EQUIPMENT

T-431 Instrument Requirements

A pulse-echo type of ultrasonic instrument shall be used. The instrument shall be capable of operation at frequencies over the range of at least 1 MHz to 5 MHz and shall be equipped with a stepped gain control in units of 2.0 dB or less. If the instrument has a damping control, it may be used if it does not reduce the sensitivity of the examination. The reject control shall be in the "off" position for all examinations, unless it can be demonstrated that it does not affect the linearity of the examination.

The instrument, when required because of the technique being used, shall have both send and receive jacks for operation of dual search units or a single search unit with send and receive transducers.

T-432 Search Units

T-432.1 General. The nominal frequency shall be from 1 MHz to 5 MHz unless variables, such as production material grain structure, require the use of other frequencies to assure adequate penetration or better resolution. Search units with contoured contact wedges may be used to aid ultrasonic coupling.

T-432.2 Cladding—Search Units for Technique One.¹ Dual element search units using an angled pitch-catch technique shall be used. The included angle between the beam paths shall be such that the effective focal spot of the search unit is centered in the area of interest.

¹ See paragraph T-471 for cladding techniques.

ARTICLE 5 ULTRASONIC EXAMINATION METHODS FOR MATERIALS

T-510 SCOPE

This Article provides or references requirements, which are to be used in selecting and developing ultrasonic examination procedures for parts, components, materials, and all thickness determinations. When 5A, 5B, and 5E documents are referenced, they are located in Article 23. The referencing Code Section shall be consulted for specific requirements for the following:

- (a) personnel qualifications/certification requirements;
- (b) procedure requirements/demonstration, qualification, acceptance;
- (c) examination system characteristics;
- (d) retention and control of calibration blocks;
- (e) extent of examination and/or volume to be scanned;
- (f) acceptance standards;
- (g) retention of records; and
- (h) report requirements.

Definitions of terms used in this Article are contained in Mandatory Appendix III of this Article.

T-520 GENERAL

T-521 Basic Requirements

The requirements of this article shall be used together with Article 1, General Requirements.

T-522 Written Procedure Requirements

T-522.1 Requirements. Ultrasonic examination shall be performed in accordance with a written procedure, which shall, as a minimum, contain the requirements listed in Table T-522. The written procedure shall establish a single value, or range of values, for each requirement.

- 7 **T-522.2 Procedure Qualification.** When procedure qualification is specified by the referencing Code Section, a change of a requirement in Table T-522 identified as an *essential variable* from the specified value, or range of values, shall require requalification of the written procedure. A change of a requirement identified as a *nonessential variable* from the specified value, or range of values, does

not require requalification of the written procedure. All changes of *essential* or *nonessential* variables from the value, or range of values, specified by the written procedure shall require revision of, or an addendum to, the written procedure.

T-530 EQUIPMENT

T-531 Instrument

A pulse-echo type of ultrasonic instrument shall be used. The instrument shall be capable of operation at frequencies over the range of at least 1 MHz to 5 MHz, and shall be equipped with a stepped gain control in units of 2.0 dB or less. If the instrument has a damping control, it may be used if it does not reduce the sensitivity of the examination. The reject control shall be in the "off" position for all examinations unless it can be demonstrated that it does not affect the linearity of the examination.

T-532 Search Units

The nominal frequency shall be from 1 MHz to 5 MHz unless variables such as production material grain structure require the use of other frequencies to assure adequate penetration or better resolution. Search units with contoured contact wedges may be used to aid ultrasonic coupling.

T-533 Couplant

T-533.1 General. The couplant, including additives, shall not be detrimental to the material being examined.

T-533.2 Control of Contaminants

- (a) Couplants used on nickel base alloys shall not contain more than 250 ppm of sulfur.
- (b) Couplants used on austenitic stainless steel or titanium shall not contain more than 250 ppm of halides (chlorides plus fluorides).

T-534 Calibration Block Requirements

The material from which the block is fabricated shall be of the same product form, material specification or

Gráfico 8-11 Parámetros de Rango y Bloque de referencia

ARTICLE 4

3907 SECTION V

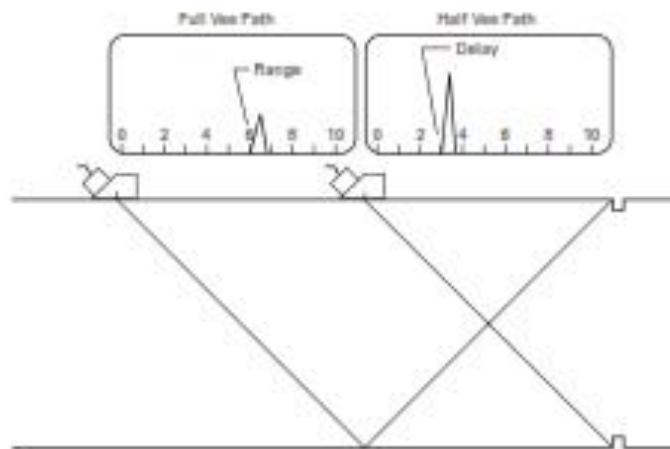
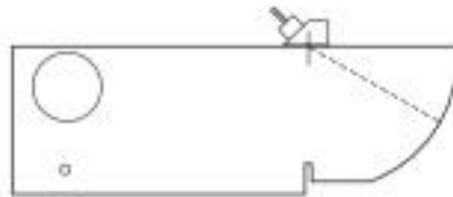
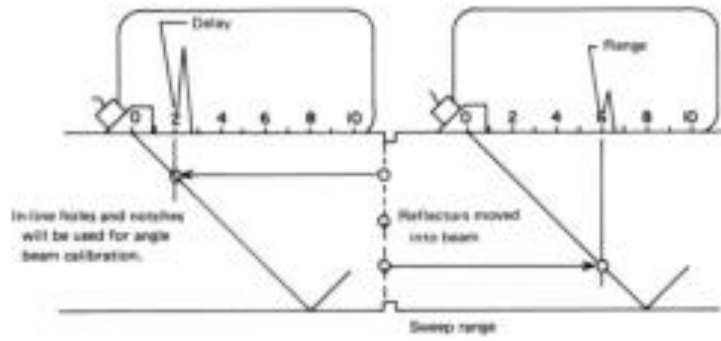


Gráfico 8-12 Parámetros de Inspección por el método de Ultrasonido

8-4

API Standard 650

6.2.2 Magnetic particle examination shall be performed in accordance with a written procedure that is certified by the manufacturer to be in compliance with the applicable requirements of Section V of the ASME Code.

6.2.3 The manufacturer shall determine that each magnetic particle examiner meets the following requirements:

- a. Has vision (with correction, if necessary) to be able to read a Jaeger Type 2 standard chart at a distance of not less than 300 mm (12 in.) and is capable of distinguishing and differentiating contrast between the colors used. Examiners shall be checked annually to ensure that they meet these requirements.
- b. Is competent in the technique of the magnetic particle examination method, including performing the examination and interpreting and evaluating the results; however, when the examination method consists of more than one operation, the examiner need only be qualified for one or more of the operations.

6.2.4 Acceptance standards and the removal and repair of defects shall be in accordance with Section VIII, Appendix 6, Paragraphs 6-3, 6-4, and 6-5, of the ASME Code.

6.3 ULTRASONIC EXAMINATION

6.3.1 When ultrasonic examination is specified, the method of examination shall be in accordance with Section V, Article 5, of the ASME Code.

6.3.2 Ultrasonic examination shall be performed in accordance with a written procedure that is certified by the manufacturer to be in compliance with the applicable requirements of Section V of the ASME Code.

6.3.3 Examiners who perform ultrasonic examinations under this section shall be qualified and certified by the manufacturer as meeting the requirements of certification as generally outlined in Level II or Level III of ASNT SNT-TC-1A (including applicable supplements). Level I personnel may be used if they are given written acceptance/rejection criteria prepared by Level II or Level III personnel. In addition, all Level I personnel shall be under the direct supervision of Level II or Level III personnel.

- ▶ **6.3.4** Acceptance standards shall be agreed upon by the purchaser and the manufacturer.

6.4 LIQUID PENETRANT EXAMINATION

6.4.1 When liquid penetrant examination is specified, the method of examination shall be in accordance with Section V, Article 6, of the ASME Code.

6.4.2 Liquid penetrant examination shall be performed in accordance with a written procedure that is certified by the manufacturer to be in compliance with the applicable requirements of Section V of the ASME Code.

6.4.3 The manufacturer shall determine and certify that each liquid penetrant examiner meets the following requirements:

- a. Has vision (with correction, if necessary) to enable him to read a Jaeger Type 2 standard chart at a distance of not less than 300 mm (12 in.) and is capable of distinguishing and differentiating contrast between the colors used. Examiners shall be checked annually to ensure that they meet these requirements.
- b. Is competent in the technique of the liquid penetrant examination method for which he is certified, including making the examination and interpreting and evaluating the results; however, when the examination method consists of more than one operation, the examiner may be certified as being qualified for one or more of the operations.

6.4.4 Acceptance standards and the removal and repair of defects shall be in accordance with Section VIII, Appendix 6, Paragraphs 6-3, 6-4, and 6-5, of the ASME Code.

6.5 VISUAL EXAMINATION

6.5.1 A weld shall be acceptable by visual inspection if the inspection shows the following:

- a. There are no crater cracks, other surface cracks or arc strikes in or adjacent to the welded joints.
- b. Undercutting does not exceed the limits given in 5.2.1.4 for vertical and horizontal butt joints. For welds that attach nozzles, manholes, closure openings, and permanent attachments, undercutting shall not exceed 0.4 mm ($1/64$ in.).
- c. The frequency of surface porosity in the weld does not exceed one cluster (one or more pores) in any 100 mm (4 in.) of length, and the diameter of each cluster does not exceed 2.5 mm ($3/32$ in.).

6.5.2 A weld that fails to meet the criteria given in 6.5.1 shall be reworked before hydrostatic testing as follows:

- a. Any defects shall be removed by mechanical means or thermal gouging processes. Arc strikes discovered in or adjacent to welded joints shall be repaired by grinding and reworking as required. Arc strikes repaired by welding shall be ground flush with the plate.
- b. Rewelding is required if the resulting thickness is less than the minimum required for design or hydrostatic test conditions. All defects in areas thicker than the minimum shall be feathered to at least a 4:1 taper.
- c. The repair weld shall be visually examined for defects.

6.6 VACUUM TESTING

6.6.1 Vacuum testing is performed using a testing box approximately 150 mm (6 in.) wide by 750 mm (30 in.) long with a clear window in the top, which provides proper visibility to view the area under inspection. During testing, illumination shall be adequate for proper evaluation and

90

91



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**CUESTIONARIO APLICADO A PERSONAL INVOLUCRADO EN EL
PROCESO DE SOLDADURA E INSPECCIÓN DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA INDUACERO S.A.**

Objetivo: “Determinar los procesos de inspección así como los materiales, tipos de soldadura, tipos de Ensayos no destructivos utilizados en los Tanques de Almacenamiento Bajo la Norma API 650”

INSTRUCTIVO:

Procure ser lo más objetivo y veraz seleccionando una respuesta que ayude a encontrar la solución a la misma. Marque con una X o una opinión a la pregunta que es usted crea conveniente.

1. *¿Cuáles son los Procesos de soldadura más comunes que se utiliza para los cordones de soldadura?*

Smaw () Gmaw ()
Gtaw () Fcaw ()
Otros.....

2. *¿Cuál es el material más utilizado para la elaboración de Tanques de Almacenamiento?*

.....
.....

3. *¿Cuáles los espesores más utilizados en los materiales para la elaboración de Tanques de Almacenamiento?*

.....
.....

4. *¿Cuáles son los tipos de Juntas soldadas más usados en Tanques de Almacenamiento?*

A Tope ()
Filete ()
Translape ()
Otros.....
.....

5. *¿Cuáles son los Tipos de Biseles más frecuentes que se utiliza para la soldadura?*

A Tope Bisel tipo:	}	V () X () Doble () Otros.....	A Filete Bisel Tipo:	}	V () X () Doble () Otros.....
--------------------	---	---	----------------------	---	---

6. *¿Con que posiciones más frecuentes de soldadura se elabora los Tanques de Almacenamiento?*

A Tope	}	1G () 2G () 3G () 4G () Otros.....	A Filete	}	1F () 2F () 3 F () 4F () Otros.....
--------	---	--	----------	---	---

7. *¿Qué método de Ensayo no Destructivo se utiliza con mayor Frecuencia?*

Líquidos Penetrantes	()	Partículas Magnéticas	()
Rayos X	()	Ultrasonido	()
Otros.....			
.....			

8. *¿Cuál cree usted que el método más Eficaz para la Inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento?*

Líquidos Penetrantes	()	Partículas Magnéticas	()
Rayos X	()	Ultrasonido	()
Otros.....			
.....			

9. *¿Cuáles son los parámetros que se utiliza para la Evaluación e Inspección de Juntas Soldadas?*

.....

.....

.....

.....

10. *¿Para realizar Probetas de calificación que norma se utiliza?*

.....

.....

.....

11 ¿Bajo qué norma se Aplica los Criterios de Aceptación y Rechazo para los diferentes métodos de Ensayos no Destructivos?

.....
.....
.....

12. Se utiliza otro tipo de Norma aparte de API 650 para la calificación de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento.

SI ()

NO ()

Cual.....

.....

13. ¿Cuáles son las discontinuidades que se presentan más a menudo en las Juntas Soldadas?

Porosidades () Fisuras () Falta de Penetración ()

Socavadura () Concavidad () Salpicaduras ()

14. ¿Existen Inspectores calificados en Tintas Penetrantes para la inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento?

Aprendiz () Nivel I ()

Nivel () Nivel III ()

Otros Curso.....

15 ¿Existen Inspectores calificados en Ultrasonido para la inspección de Juntas soldadas en Tanques de Almacenamiento?

Aprendiz () Nivel I ()

Nivel II () Nivel III ()

Otros Curso.....

16 ¿Los ensayos no destructivos y su Inspección es realizado en la empresa INDUACERO S.A. o en otro lugar?

Si ()

No ()

Donde.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN