



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES DE
COCIMIENTO DE MOSTO EN LA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE CERVEZA.**

EMILIO VLADIMIR LUX MONROY

Asesorado por: Ing. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

Guatemala, julio de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES
DE COCIMIENTO DE MOSTO EN LA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE
CERVEZA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EMILIO VLADIMIR LUX MONROY

ASESORADO POR: ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
AL CONFERÍRSELE EL TITULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahám Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Pedro Kubes Zacek
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Edgar Orlando Pinzón Trangay
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES
DE COCIMIENTO DE MOSTO EN LA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE
CERVEZA,**

tema que me fuera asignado por la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Mecánica con fecha 14 de Julio de 2003.

EMILIO VLADIMIR LUX MONROY

DEDICATORIA

A:

DIOS

Por ser el guía en todo mi caminar

MIS PADRES

AGUSTÍN LUX CORTEZ
JOSEFINA MONROY DE LUX
Como recompensa a sus múltiples sacrificios

MI ESPOSA

MARLENE DE LUX
Por su apoyo incondicional

MIS HIJOS

DENNIS, MARÍA JOSÉ Y ALEJANDRA
Su cariño me motiva a seguir adelante

MIS HERMANOS

MANUEL, HEIDI Y MIGUEL
Gracias por su apoyo y cariño

MI FAMILIA EN GENERAL

En especial a mi tío DIEGO LUX
Gracias por apoyarme en todo momento

MI ASESOR

ING. CARLOS PÉREZ
Gracias por darme su amistad y apoyo

MIS AMIGOS

Con cariño sincero

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
LISTADO DE SÍMBOLOS	VI
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	X
INTRODUCCIÓN	XI
1. APLICACIÓN DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO	1
1.1. Utilidad de los tanques de cocimiento de mosto en el proceso de elaboración de cerveza	1
1.2. Dimensiones	2
1.3. Capacidades	3
1.4. Ubicaciones	3
1.5. Presión de Trabajo	4
1.6. Temperatura de Trabajo	5
2. MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO	7
2.1. Láminas	7
2.1.1. Aceros inoxidables	7
2.1.1.1. Aceros Martensíticos	8
2.1.1.2. Aceros Ferríticos	9
2.1.1.3. Aceros Austeníticos	9
2.1.1.4. Aceros Duplex	9
2.1.2. Normas para Aceros Inoxidables	10

2.1.3. Tipos de Aceros Inoxidables	10
2.1.3.1. Acero AISI 304	11
2.1.3.2. Acero AISI 316 & 316 L	12
2.1.3.3. Acero AISI 321	12
2.1.4 Aceros al Carbono	13
2.2. Tuberías	14
2.2.1. Dimensiones	14
2.2.2. Cédulas	15
2.2.3. Aislamientos	16
3. PROCESO DE SOLDADURA UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO	19
3.1 Soldadura GTAW	19
3.2 Equipo para Soldadura	20
3.2.1. Gases	21
3.2.2. Antorchas o Pistolas	24
3.2.3. Electrodos	26
3.2.4. Recomendaciones para el mejor uso del Tungsteno	27
3.2.5. Tipos de corrientes utilizadas en la soldadura	28
3.3. Defectos de soldadura	30
3.3.1. Soplo Magnético	30
3.3.2. Porosidad	31
3.3.3. Falta de Penetración	31
3.3.4. Socavaciones	31
3.3.5. Contaminación de la soldadura	32
3.4. Posiciones de Trabajo	32
3.5. Simbología	33
3.5.1 Símbolos para posiciones de soldadura	33

3.6. Seguridad en el manejo de soldadura GTAW	34
4. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL TANQUE DE COCIMIENTO DE MOSTO	37
4.1. Cimentación del Tanque	37
4.2. Soportes del Tanque	38
4.3. Láminas del cuerpo del Tanque	39
4.4. Cúpula del Tanque	39
4.5. Ingreso y Salida del Tanque	40
4.6. Tubería para la instalación de Válvulas y Sensores	41
4.7. Pruebas o ensayos de calidad	42
4. MONTAJE DE ACCESORIOS EXTRAS EN LOS TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO	45
5.1. Bombas	45
5.2. Sensores	46
5.3. Válvulas	46
5.4. Bridas	48
5.5. Codos	48
6. EJEMPLO DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN TANQUE DE COCIMIENTO DE MOSTO	51
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Casa de cocimiento de mosto.	4
2. Máquina para soldadura GTAW.	21
3. Antorcha para soldadura GTAW.	26
4. Ubicación de los soportes del tanque de cocimiento de mosto.	38
5. Ubicación de las partes del tanque de cocimiento.	39
6. Plantilla para la construcción de la cúpula del tanque de cocimiento.	40
7. Ubicación de tubería en el tanque de cocimiento de mosto.	41
8. Soportes del tanque de cocimiento de mosto.	52
9. Secuencia a seguir en la construcción y el montaje del tanque de cocimiento de mosto.	54

TABLAS

I. Equivalencias internacionales de las normas para acero inoxidable.	10
II. Clasificación de los aceros al carbono.	13
III. Rangos de fabricación de tubería calibrada.	15
IV. Rangos de fabricación de tubería según el número de cédula.	16
V. Sensores utilizados en los tanques de cocimiento de mosto.	47

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
AISI	Instituto Americano del Hierro y Acero, American Iron and Steel Institute.
°C	Grado Celsio
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
GTAW	Soldadura de Arco Gas Tungsteno, Gas Tungsten Arc Weldin.
HI	Hectolitro, equivalente a 100 litros

GLOSARIO

Anclaje	Conjunto de elementos destinados a fijar maquinaria o equipo firmemente al suelo.
Austenita	Denominación de la estructura cristalina CCC del hierro.
Bridas	Reborde circular en el extremo de los tubos metálicos para acoplar unos a otros con tornillos.
Coagulable	Cuajar, solidificar lo líquido.
Emisivo	Capacidad de un material para emitir energía radiante.
Ferromagnético	Propiedad de los materiales que, como el hierro, tienen muy alta permeabilidad magnética, se imantan y pueden llegar a la saturación.
Gas	Inactivo, ineficaz, incapaz de reacción.
Inerte	
Licuar	Hacer líquida una cosa sólida o gaseosa
Mosto	Bebida alcohólica hecha con granos germinados de cebada u otros cereales fermentados en agua.

Refractario	Material que resiste la acción de altas temperaturas sin alterarse.
Templar	Enfriar bruscamente en agua, aceite, etc., un material calentado por encima de determinada temperatura, con el fin de mejorar ciertas propiedades suyas.
Torio	Elemento químico radiactivo de número atómico 90. se encuentra en minerales de las tierras raras. De color plomizo, dúctil y maleable, arde muy fácilmente en el aire. aleado, con tungsteno sirve para proporcionarle dureza.
Tungsteno	Elemento químico de número atómico 74. Metal escaso en la corteza terrestre, se encuentra en forma de óxido y de sales en ciertos minerales. De color gris acerado, muy duro y denso, tiene el punto de fusión más elevado de todos los elementos.

RESUMEN

En el proceso de elaboración de cerveza existe una fase denominada cocimiento de mosto que consiste en una mezcla de cereales y lúpulos con agua para formar una mezcla fermentada el cual es llevado a una temperatura arriba de la temperatura ambiente para que se precipiten las proteínas y el mosto sea esterilizado.

En esta fase se utilizan tanques elaborados con materiales, cuidadosamente, seleccionados, para evitar su contaminación con sustancias nocivas para la salud, por lo cual en el presente estudio técnico, se abarca un tema relacionado con la selección correcta de los materiales, desde la cimentación, soportes, láminas y tuberías adecuadas, para usar en la construcción del tanque, así como las normas establecidas para la correcta utilización de los mismos.

A continuación se propone el proceso de soldadura correcto a utilizar para armar y montar el tanque de cocimiento, así como el equipo correcto, gases, posiciones de trabajo y ensayos de calidad a utilizar en este proceso.

El montaje de las partes que conforman el tanque de cocimiento es el tema que trata de una manera detallada desde que se hace la cimentación, luego se construyen los soportes que sostienen los asientos en donde se monta el cuerpo del tanque, prosiguiendo con la instalación de las tuberías tanto de vapor como de ingresos y salidas del tanque, también la instalación de los accesorios necesarios para su buen funcionamiento.

OBJETIVOS

◆ GENERAL

Elaborar un estudio técnico para la construcción y el montaje de tanques de cocimiento de mosto en la industria de elaboración de cerveza.

◆ ESPECÍFICOS

1. Especificar la aplicación de los tanques, así como su ubicación, capacidad y presión de trabajo en el proceso de elaboración de cerveza.
2. Identificar cuáles son los materiales mas adecuados para la construcción de los tanques de cocimiento de mosto.
3. Proponer el tipo de soldadura más adecuado para la construcción de los tanques de cocimiento de mosto.
4. Especificar el procedimiento para la construcción y el montaje de los tanques de cocimiento de mosto.

INTRODUCCIÓN

La construcción del equipo que interviene, directamente, en el proceso de elaboración de cerveza, es una etapa que necesita un estricto control de calidad, debido al tipo y calidad de cerveza que desea producirse, es por eso que este estudio es respecto de la forma de seleccionar, adecuadamente, los materiales, para evitar la contaminación del producto que resultaría al seleccionar los materiales inadecuados.

Teniendo en cuenta los materiales adecuados para la construcción del tanque de cocimiento de mosto, se propone la manera mas adecuada de unir las partes para formar el tanque, mediante la selección de un método adecuado de soldadura.

Además, se tratan temas relacionados con el montaje, proponiendo una forma adecuada de hacer el mismo, así como el montaje de la tubería, equipos y accesorios para el correcto funcionamiento del tanque. Se introduce al operador una forma sencilla y rápida de lograr el montaje para ahorrar tiempo y disminuir los costos de construcción y montaje.

Para lograr que este estudio se ponga en práctica, se necesita la especialización de los operadores, en cuanto a seguir las normas de calidad que son requeridas por la empresa encargada de la construcción y montaje, siguiendo al pie de la letra las especificaciones de los planos de diseño y montaje; y, siguiendo las normas de seguridad industrial adecuada para evitar contratiempos con accidentes en el trabajo.

1. APLICACIÓN DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO

La cerveza es una bebida resultante de la fermentación alcohólica, mediante levadura seleccionada, de un mosto procedente de la malta, germinación, secado y tostado de los granos de cebada, a la que se han agregado lúpulos y sometido a un proceso de cocción. Tras filtrar la cerveza, se procede a su envasado en botellas, latas o barriles.

El inicio de fabricación consiste en mezclar la cebada con agua cuidadosamente tratada en el tanque de maceración, con esa mezcla, el almidón de la cebada se transforma en azúcar, a través de la descomposición por las enzimas de la cebada, esa mezcla pasa por un filtro, reteniendo el bagazo del líquido, llamado mosto el cual es bombeado para el tanque de cocción, en ese tanque, el mosto recibe el lúpulo.

La cocción tiene varias funciones, la más importante es la esterilización del mosto, acción bactericida.

1.1. UTILIDAD DE LOS TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA

El cocimiento es la primera etapa de la elaboración de cerveza, la cual comienza con la trituración de la cebada malteada. Seguidamente, en el tanque se mezcla la cebada malteada, ya molida, con las hojuelas de maíz y agua.

Esta mezcla se bombea luego hacia la cuba de filtración, para que se separe el líquido denominado mosto, el cual es transferido a una tanque donde es hervido, mientras se le dosifica una cantidad determinada de lúpulo, durante aproximadamente 90 minutos, posteriormente, el mosto es enfriado a 10°C, y se le agrega la levadura a la salida del enfriador, luego comienza el proceso más complejo de la elaboración de la cerveza: la fermentación, en las plantas se lleva a cabo en gigantescos tanques cilindro-cónicos de acero inoxidable durante la fermentación, cuya duración normal es de 7 días, la levadura transforma los azúcares del mosto en alcohol etílico, gas carbónico y un gran número de compuestos aromáticos adicionales que proporcionan a la cerveza su típico carácter, una vez concluida la fermentación, se inicia el proceso de maduración, el cual es realizado a temperaturas entre 0°C y -1°C, durante 2 semanas aproximadamente, tiempo en el cual la cerveza joven se madura alcanzando el agradable aroma y el noble sabor característico de una cerveza de calidad, mediante la filtración se clarifica la cerveza, dándole brillantez y estabilidad físico-química, el gas carbónico, producido durante la fermentación y extraído para su purificación, es reinyectado a la Cerveza a su salida de filtración para otorgarle al producto final su frescura, apetitividad y espuma características, concluyen, así, las tres semanas aproximadas del proceso de elaboración de la Cerveza.

1.2. DIMENSIONES

Las dimensiones, de los tanques se toman con base a la capacidad de hectolitros que desea producir la planta, depende del tipo de productos que se agrega al cocimiento del mosto, también depende del tipo de cocimiento.

1.3. CAPACIDADES

La capacidad de los tanques de cocimiento depende de la producción de cerveza de la planta, se tienen que tomar en cuenta la evaporación del mosto, corrientemente un tanque de cocimiento de mosto con capacidad de 500 HI de mosto final, debe evaporar un 15% o sea 75 HI

El mosto en el tanque de cocimiento se evapora de un 12 a un 18 % durante un tiempo de 90 a 120 minutos. Esto supone un fuerte hervor del mosto, requisito indispensable para la precipitación de proteínas, además la isomerización de las sustancias amargas de lúpulo requiere el tiempo de cocción indicado. La coloración adecuada y reducción de otros componentes son deseables pero no fundamental para obtener una perfecta fermentación y aroma de la cerveza.

1.4. UBICACIONES

Generalmente el tanque de cocimiento de mosto se coloca junto al tanque de maceración y clarificación el cual se coloca en la denominada casa de cocimiento.

Figura 1. Casa de Cocimiento de Mosto



Fuente: Florida Bebidas S.A.

1.5. PRESIÓN DE TRABAJO

Existen tres diferentes maneras para efectuar la cocción del mosto: La cocción atmosférica, la cocción a baja presión (0.5 Kg./cm² aprox.),Y la cocción a alta presión (3 Kg./cm² aprox.). En los tanques de cocimiento de mosto más modernos se utiliza el sistema de baja y alta presión, en el sistema de baja presión el mosto dulce se calienta a presión atmosférica hasta el punto de ebullición mediante un intercambiador exterior, posteriormente se presuriza la instalación aumentando la temperatura del mosto hasta los 105-112°C durante 10-15 minutos y por ultimo se despresuriza el sistema reduciéndose la temperatura de mosto. El sistema se complementa generalmente con la instalación de intercambiadores de calor que permiten recuperar el calor de los vapores de ebullición para precalentar el agua que calentara el mosto a la entrada del sistema, desde aproximadamente 80 °C hasta 96 °C.

En los sistemas de alta presión el mosto se recoge en el tanque a 72°C y se calienta sucesivamente en tres intercambiadores de calor hasta 140°C manteniéndose a esta temperatura durante 3-5 minutos, a una presión de 6 bares para que no hierva. Posteriormente, el mosto sufre un enfriamiento por etapas en dos tanques de expansión, utilizándose los vapores en los intercambiadores de calor.

Independientemente del sistema de cocción utilizado, el agua utilizada para refrigerar el mosto a la salida de su clarificación se utiliza para precalentar mosto antes de la cocción, con lo que se consigue un importante ahorro energético.

1.6. TEMPERATURA DE TRABAJO

La Cocción del mosto en los tanques se eleva a 108°C - 110°C, pudiendo llegar incluso a 113°C, se logra así una buena coagulación de proteínas y una aceptable isomerización de los ácidos amargos, de esta forma se puede reducir el tiempo de cocción hasta 60 – 70 minutos.

También se puede elevar la temperatura de 120°C – 1,500°C lo que permitirá reducir el tiempo de cocción en forma drástica.

El tiempo que se requiere mantener el mosto a 1400°C es de solo 3 minutos, en ese tiempo se produce la precipitación proteínica, con la consiguiente eliminación del nitrógeno coagulable, el amargor respecto al sistema convencional se mantiene y los colores son más claros. Tampoco afecta a la formación de espuma.

2. MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO

Debido a que el cocimiento de mosto es una etapa en el proceso de elaboración de cerveza, la cual es para consumo humano, se tiene que tomar en cuenta que los materiales para la construcción de los tanques sean de características que no contaminen el producto al entrar en contacto con él, por lo cual este capítulo se trata de mostrar las características del acero inoxidable el cual es el material mas adecuado para utilizarlo en la construcción de los tanques de cocimiento de mosto.

2.1 LÁMINAS

Para la construcción del cuerpo del tanque de cocimiento de mosto, utilizaremos láminas de acero inoxidable, las cuales encontraremos en el mercado de distintas medidas y aleaciones, según el tipo de acero inoxidable que existe.

2.1.1 ACEROS INOXIDABLES

El acero inoxidable es un producto con una larga historia en el mercado, cuyo consumo se ha popularizado debido principalmente a sus características de resistencia a la corrosión y facilidad en su limpieza, que también evita la contaminación de los productos que entran en contacto con él.

La variedad de productos fabricados con acero inoxidable es muy amplia, y que incluyen tanques de proceso y almacenamiento, líneas de conducción, utensilios de cocina, mesas de trabajo para distintos usos que van desde el doméstico hasta el quirúrgico, tornillos, válvulas, conexiones y otros accesorios afines.

Se utiliza también en construcción como elemento decorativo cuya belleza es fácil de preservar y da un complemento arquitectónico de valor artístico.

Los aceros inoxidables no solo resuelven las necesidades del usuario le proporcionan también una garantía durante la vida útil y la seguridad de que el material no contaminará el medio ambiente como residuo sólido, ya que al terminar la vida útil del producto, el acero inoxidable no requiere tecnologías adicionales para fundirse y obtener un nuevo producto, de hecho actualmente un artículo fabricado de acero inoxidable integra un 50% de chatarra.

2.1.1.1 ACEROS MARTENSÍTICOS

Son aleaciones hierro - cromo, con contenidos de carbono relativamente altos, identificados por la serie AISI 400 (AISI: American Iron and Steel Institute). Poseen una mediana resistencia a la corrosión y son susceptibles de modificar sus niveles de resistencia mecánica, elevándola de manera considerable, al igual que la dureza, mediante un tratamiento térmico adecuado (Bonificado). La soldabilidad es muy deficiente; son ferromagnéticos.

2.1.1.2 ACEROS FERRÍTICOS

Aleaciones básicamente de cromo, con bajos contenidos de carbono, también clasificados dentro de la serie AISI 400; adecuada resistencia a la corrosión y buena resistencia mecánica que no es posible modificar por tratamientos térmicos; perfecta soldabilidad en calibres muy delgados; al igual que el grupo anterior, son ferromagnéticos.

2.1.1.3. ACEROS AUSTENÍTICOS

Con cromo y níquel como elementos aleantes, contenido de carbono que va desde los rangos más bajos hasta los altos, clasificados dentro del grupo de la serie AISI 300; excelente resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas, buenas propiedades mecánicas que son susceptibles de mejorar mediante procesos de deformación en frío, excelente soldabilidad y conformabilidad, muy buenas propiedades criogenias, no son magnéticos.

2.1.1.4. ACEROS DUPLEX

Contiene cromo y níquel, aunque en porcentajes menores que todos los anteriores descritos, así como mínimos contenidos de carbono, no están contemplados dentro de las designaciones AISI, presentan una micro estructura compuesta por una mezcla de cristales de austenita y ferrita, excelente resistencia a la corrosión, especialmente a la causada por picaduras, soldabilidad y conformabilidad acondicionables a usos típicos, son ferromagnéticos.

2.1.2. NORMAS PARA ACEROS INOXIDABLES

Los tipos de aceros inoxidable más utilizados en la industria alimenticia, y de bebidas, tienen que cumplir con normas internacionales, las cuales tienen sus equivalencias según el país en donde se aplican, en la siguiente tabla se muestran las equivalencias internacionales.

TABLA I. EQUIVALENCIAS INTERNACIONALES DE LAS NORMAS PARA ACERO INOXIDABLE

NORMAS PARA ACEROS INOXIDABLES – EQUIVALENCIAS INTERNACIONALES							
AISI	SAE	DIN N°	DIN	UNI	AENOR	BS	JIS
ESTADOS UNIDOS	ESTADOS UNIDOS	ALEMANIA	ALEMANIA	ITALIA	FRANCIA	GRAN BRETAÑA	JAPON
302	30302	1.4319	X5CrNi 18-7	X10CrNi 18-09	Z10CN18.9	302 S26	SUS 302
303	30303	1.4305	X10CrNiS 18-9	X10CrNiS 18-9	Z8CNF18.9	303 S21	SUS 303
304	30304	1.4301	X5CrNi 18-10	X5CrNi 18-10	Z6CN 18.9	304 S18	SUS 304
316	30316	1.4401	X5CrNiMo 17.12.2	X5CrNiMo 17.12	Z6CND 17.11.2	316 S25	SUS 316
321	30321	1.4541	X6CrNiTi 18.10	X6CrNiTi 18.11	Z6CNT 18.10	321 S31	SUS 321
410	51410	1.4006	X10 Cr13	X10 Cr13	Z10 C13	410 S21	SUS 410
416	51416	1.4005	X12 CrS13	X12 CrS13	Z11 CF13	416 S21	SUS 416
420	51420	1.4021	X20 Cr13	X20 Cr13	Z20 C13	420 S37	SUS 420.J1
430	51430	1.4016	X6 Cr17	X8 Cr17	Z8 C17	430 S17	SUS 430

FUENTE: Tubos y Productos Industriales del Istmo, S.A. de C.V.
Especialistas en Aceros Inoxidables.

2.1.3 TIPOS DE ACEROS INOXIDABLES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO

El acero inoxidable es una aleación, base hierro, con contenidos de otros elementos que no hacen combinación química entre sí, pero producen una excelente resistencia a la corrosión (herrumbre). Su clasificación se hace atendiendo a la micro estructura interna, la cual es una resultante de los elementos aleantes presentes en el acero. Como consecuencia de esto, se puede obtener diferentes agrupaciones de acero inoxidable.

Según la norma AISI los aceros inoxidable se clasifican por la utilidad que se les dará, los mas usados son los siguientes: AISI 303, 304,310-310S,316-316L,321,410,416,430 y 431. Los más recomendables para la construcción de tanques de cocimiento de mosto son los aceros AISI 304, AISI 316 y AISI 321. A continuación se detallarán las características de los aceros recomendables para la construcción de los tanques de cocimiento de mosto.

2.1.3.1 ACERO AISI 304

Este acero tiene una aleación de C% 0.08 max, Cr% 19 , Ni% 10, una denominación según: DIN X5CrNi189 W, No 1.4301, AISI 304.

Es un acero inoxidable y refractario austenítico, aleado con CR y Ni y bajo contenido de C que presenta una resistencia a la corrosión muy enérgica. Este tipo de acero es resistente contra corrosión intercrystalina a temperaturas de hasta 920°C. (1700°F.) en servicio continuo y 870°C. (1600°F.) en servicio intermitente, su bajo contenido de carbono lo hace muy apropiado para someterse a procesos de soldaduras, tiene propiedades para ser embutido profundo y no es templable ni magnético. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, tanques de fermentación, almacenamiento, barriles, maquinaria industrial como en los cuerpos de bombas y tubos.

Estado de entrega: Apagado (austenizado), en barras o laminas según AISI. Las Propiedades mecánicas en estado de entrega: son las siguientes: Dureza: 160 Brinell, Resistencia a la tracción: 50-70 Kg./mm². Las laminas vienen de medidas disponibles de 2 X 1 mts, 4´ x 8´ pies y/o 3´x 10´ pies, y los diámetros: desde 3/16" hasta 2".

2.1.3.2 ACERO AISI 316 & 316L

El acero AISI 316 tiene una aleación: C% 0.08 max, Cr% 17, Ni% 12, Mo% 2.5, y el acero AISI 316L una aleación: C% 0.03 max, Cr% 17, Ni% 12, Mo% 2.5 se denomina según: DIN X2CrNiMo 1812 W, AISI 316, No 1.4435, es un acero inoxidable austenítico, antimagnético, no templable, y con buenas propiedades de ductilidad y soldabilidad.

Con bajo contenido de C alta resistencia a la corrosión energética e intercrystalina resistente contra muchos agentes químicos agresivos como también a la atmósfera marina. La adición de molibdeno le confiere una resistencia a la corrosión considerablemente mayor que las demás aleaciones de la serie 18-8, en particular bajo condiciones de corrosión ácida, a temperaturas de hasta 870 °C. (1 600 °F.) en atmósfera ordinaria. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, papelera, construcción y piezas soldadas.

Su estado de entrega es: Apagado (austenizado), en barras o laminas según AISI. Las Propiedades mecánicas en estado de entrega son: Dureza 120-180 Brinell y Resistencia a la tracción 46-71 kg/mm². Las Laminas vienen en medidas disponibles de: 2 X 1 mts, 4' x 8' pies y/o 3' x 10' pies y diámetros: desde 3/16" hasta 2".

2.1.3.3 ACERO AISI 321

Es un Acero Inoxidable Austenítico, antimagnético, no templable, con una adición de Titanio que le confiere una excelente resistencia a la corrosión bajo procesos de soldadura y trabajo a temperaturas de hasta 920 °C. (1 700 °F.).

Su aplicación principal es en equipos que no sea posible someter a recocido, ó que trabajen en el rango de temperatura s de 430 °C. (800 °F.) a 820 °C. (1 500 °F.) y posteriormente sometidos a enfriamiento lento.

Sus principales aplicaciones son en sistemas de escape para aviones, tanques sometidos a soldadura, partes para hornos, turbocargadores, divisiones de fuego, etc.

2.1.4 ACEROS AL CARBONO

Es el acero que debe principalmente sus propiedades distintivas al Carbono que contiene, la variedad de aplicaciones del acero para fines de ingeniería se debe a la amplia gama de propiedades mecánicas que se pueden obtener por cambios en el contenido de carbono y con el tratamiento térmico.

Los aceros al carbono pueden subdividirse de manera general en tres grupos, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

TABLA II. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS AL CARBONO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE CARBONO	APLICACIÓN
DE BAJO CONTENIDO DE CARBONO	0.05 a 0.25 %	En donde se requiere una resistencia moderada y una plasticidad considerable
ACEROS PARA MAQUINARIA	0.30 a 0.55 %	Pueden tratarse térmicamente para desarrollar una alta resistencia
ACEROS PARA HERRAMIENTAS	0.60 a 1.30 %	Este rango contiene también los aceros para rieles y resortes

Fuente: Marks Manual del Ingeniero Mecánico Pag. 6-28

Las aplicaciones de los aceros al carbono son diversas, desde laminas, tubos clavos de alambre, hasta, ejes, bielas brocas helicoidales etc.

La aplicación principal en la construcción y montaje de tanques de cocimiento, es de orden estructural, por su facilidad para soldarse y proporciona importantes ahorros en el aspecto económico, ya que las piezas que no están directamente en contacto con el producto, se pueden construir de acero al carbono, los cuales se encuentran en forma de placas, perfiles, tablestacados, o pilotes, barras, varilla, todo del tipo laminado en caliente.

2.2. TUBERÍAS

En general, el termino tubería se aplica de manera amplia al tubo, accesorios, válvulas y otros componentes que conducen líquidos, gases, lechadas, etc. Por tubo se entiende aquellos productos tubulares con dimensiones y hechos con materiales de uso común en conductos y conexiones. En general utilizaremos tubo especial, el cual es conformado por aquellos productos tubulares como los que se utilizan en calderas, intercambiadores de calor, transporte de fluidos, instrumentos etc.

2.2.1 DIMENSIONES

EL tubo especial de presión se produce con el diámetro exterior real y el espesor de pared mínimo o promedio especificados por el comprador, se puede hallar acabado en caliente o en frío, normalmente, se designan los tubos por el calibre o numero de cédula.

TABLA III. RANGOS DE FABRICACIÓN DE LA TUBERÍA SEGÚN SU CALIBRE

TUBERÍA CALIBRADA DE ACERO INOXIDABLE (TUBING) RANGOS DE FABRICACIÓN		
CALIBRE	DIÁMETRO	
	Plg.	Mm.
22	¼ a ¾	6.4 a 19.1
20	¼ a 1	19.1 a 25.4
18	5/16 a 2	7.9 a 50.8
16	5/16 a 3	7.9 a 76.2
14	½ a 4	12.7 a 101.6
12	½ a 4	12.7 a 101.6
L max. 12.8 m		42'

Fuente: IDASA Internacional de Acero

Según la norma ASTM A-249 y ASTM A-269 se aplica para tubería calibrada (Tubing) de acero inoxidable austenítico con costura, siendo los más comunes 304 y 316 en grados N y L en diferentes calibres y diámetros, se utilizan para calderas, sobrecalentadores, intercambiadores de calor y condensadores.

2.2.2 CÉDULAS

Desde hace más de 100 años, se designaban los tubos como estándar, extrafuerte, y doble extrafuerte. No había estipulaciones para el tubo común de pared delgada y no había espesores estándar intermedios entre las tres cédulas, las cuales cubrían límites demasiado grandes para que resultaran económicas, sin pesos intermedios.

El número de cédula se obtiene aproximadamente por la siguiente fórmula
 No. de Cédula = $1000 \times P/SE$, en la que P es la presión de operación en lb./plg². S el esfuerzo permisible en las/pulg² y E es el factor de calidad.

**TABLA IV. RANGOS DE FABRICACION DE LA TUBERIA SEGÚN EL NUMERO DE
CEDULA**

TUBERIA CEDULA (PIPE) DE ACERO INOXIDABLE RANGOS DE FABRICACIÓN		
CÉDULA	DIÁMETRO	
	Plg.	Mm.
5	½ a 10	12.7 a 254.0
10	1/8 a 48	3.2 a 1,219.2
40	1/8 a 6	3.2 a 152.4
80	3/8 a 2	9.5 a 50.8
L max. 12.8 mt. 42'		

Fuente: IDASA Internacional de Acero

Según la norma ASTM A-312 se aplica para tubería de acero inoxidable con y sin costura en cédula 5,10,40 y 80 para aceros inoxidables austeníticos. Los tipos más comunes son 304 y 316 en grado N y L para ambientes corrosivos y altas temperaturas.

2.2.3 AISLAMIENTOS

El valor de un recubrimiento o forro de un tubo de vapor se mide por su capacidad para reducir las pérdidas de calor. Existen muchos aislantes para tubo, en el caso de aislamientos de tubería que conduce el vapor y agua caliente a los tanques de cocimiento de mosto existen los productos de fibra mineral en cualquiera de sus presentaciones, además de satisfacer las necesidades de ahorro directo en el consumo de energía, reducen los costos de producción a corto plazo requeridos para el control de la temperatura y reducción de contaminantes atmosféricos emitidos hacia el medio ambiente en sistemas que operan a alta temperatura.

El preformado de fibra mineral (de roca) se recomienda para aislar térmicamente tuberías y accesorios como codos, tees, bridas, válvulas de proceso, etc. que manejan vapor de alta y baja presión, condensados, refrigerantes, gases líquidos a baja temperatura como en industrias petroquímica, hoteles, químicas, alimenticias y otras.

Temperaturas de Servicio de -49°C hasta 750°C (-56°F hasta 1382°F). Se presenta en piezas preformadas color crema de 91 cm. (36") de longitud y diámetros desde 1.3 cm (1/2") hasta 50.08 cm. (20") y espesores desde 2.5 cm. (1") hasta 10.1 cm. (4") y densidad de 128 kg./m^3 (8lb. /ft^3).

Para acabado final sobre tanques, equipos, ductos, tuberías y accesorios en interiores o exteriores después de haberse aplicado en sistemas termo aislante que operen a baja o alta temperatura para protegerlos de ácidos, agua y el sol. Se utiliza el rollo tipo 304 y 430-2B.

Después de haber sido aplicado el laminado requieren poco mantenimiento, se presenta en rollos de color plata y se surte en 1.22 ó 91 cm. de ancho (36" ó 48") .

3. PROCESO DE SOLDADURA UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO

3.1. SOLDADURA GTAW

Para la construcción y montaje de los tanques de cocimiento de mosto, se utiliza comúnmente la soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), debido a que ningún otro método de soldadura se le compara cuando se trata de la cantidad de materiales soldables y combinaciones de materiales, cuando otros métodos fracasan, el sistema GTAW es el adecuado, es reconocido principalmente por la calidad de soldadura y se utiliza por ejemplo en las centrales de fuerza nuclear y las industrias alimenticias.

La soldadura GTAW es un proceso de soldadura con arco eléctrico y gas, en el cual se utiliza un gas inerte para proteger la zona de soldadura de la atmósfera que la circunda. El calor necesario para la soldadura es provisto por un arco eléctrico muy intenso, el cual es establecido entre un electrodo de tungsteno prácticamente no consumible y la pieza de trabajo. En cualquier tipo de soldadura, la mejor soldadura obtenible es aquella que tenga propiedades químicas, metalúrgicas y físicas iguales al metal base. Para poder obtener tales condiciones, el área de fusión debe ser protegida de la atmósfera durante la operación de soldadura, de otro modo el Oxígeno y el Nitrógeno atmosférico se combinarían rápidamente con el área de fusión y resultaría una soldadura frágil y porosa.

En la soldadura GTAW, la zona de soldadura es protegida de la atmósfera por un gas inerte, el cual es alimentado a través de la antorcha.

3.2. EQUIPO PARA SOLDADURA GTAW

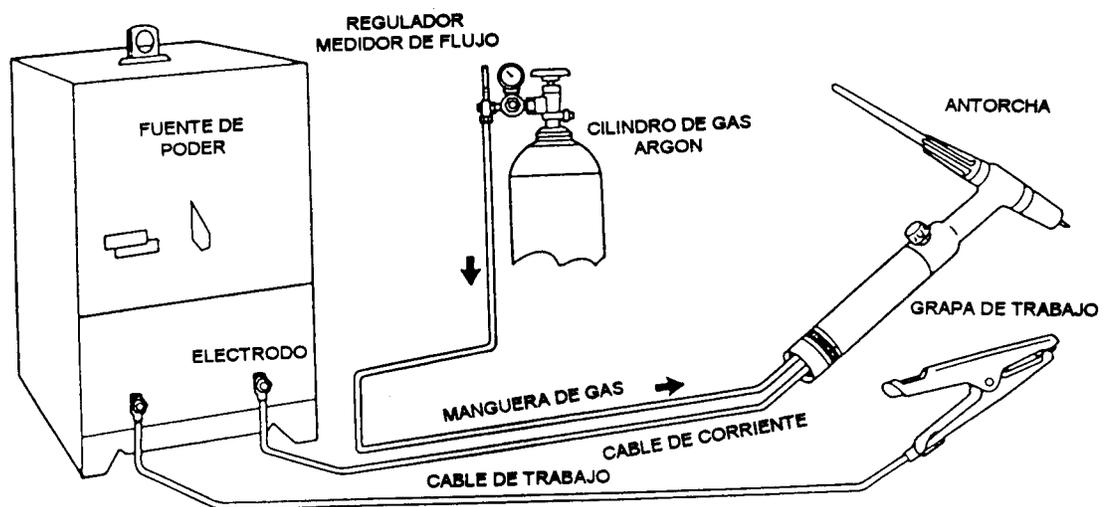
Antes de iniciar un trabajo con soldadura GTAW, el soldador deberá conocer, minuciosamente los componentes del equipo a utilizar. Leer cuidadosamente las instrucciones del fabricante, tener en cuenta que los principios son los mismos, pero dependiendo de la marca del equipo, así será su manejo.

La maquina que se va a utilizar en el proceso tiene que tener características especiales diferentes a las maquinas de Soldadura Eléctrica por Arco (SEA), en cuanto a voltaje y amperaje se refiere. Se puede utilizar una maquina generadora de combustión interna accionada por Diesel o Gasolina, una transformadora o una rectificadora si se utiliza corriente directa (CD) con las dos polaridades, por ejemplo, para soldar aluminio (CA O CC+) y para acero inoxidable (CC -).

Generalmente las maquinas para soldar GTAW son rectificadores basados en la técnica de convertidor de CD, con esta técnica se reduce el consumo energético, el peso y las dimensiones de los equipos convencionales. Con la avanzada electrónica controlada por microprocesadores, se obtienen, entre otras ventajas, rapidez en la regulación y excelentes características en la soldadura.

La técnica del convertidor se basa en el principio siguiente: el equipo esta compuesto por un rectificador, un inversor, un transformador, un inductor, y la unidad de control. El primer paso es la rectificación de la corriente primaria para después convertirla a una frecuencia muy alta en un módulo de transistores, después se transforma la corriente a un nivel adecuado para soldar, luego se rectifica la corriente, pasa por un inductor que la equilibra y se controla al final por la electrónica basada en microprocesadores.

FIGURA 2. MÁQUINA PARA SOLDADURA GTAW



Fuente: Manual de operación Lincoln Electric IM682

3.2.1. GASES PARA LA SOLDADURA GTAW

Los gases más utilizados son el Argón y el Helio. Se utilizan mezclas en porcentajes diferentes de ambos gases, según la soldadura que se va a ejecutar.

El argón es un gas noble, monoatómico, cuyo punto de fusión es de -189.3 C ; se extrae del aire por destilación fraccionada del aire líquido: su peso atómico es 39.944, o sea, aproximadamente 10 veces superior al del helio. El argón más puro que se puede utilizar para la soldadura es el que tiene un 99.99 de argón y el resto de oxígeno.

El porcentaje de oxígeno que debe tener el gas argón para la soldadura de acero inoxidable y del cobre y sus aleaciones es del 0.1 % y de nitrógeno de 0.5 al 1.5 % como máximo para las aleaciones ligeras como el aluminio, el magnesio, el antimonio, etc. El % de oxígeno debe ser inferior al 0.01% y el nitrógeno menor del 0.20 %.

Se puede controlar perfectamente cuando el argón tiene una débil cantidad de oxígeno, lo que se aprecia cuando el material aportado es de aspecto brillante y blanco, pero si por el contrario el contenido de oxígeno es excesivo, el color del metal aportado es de un gris algo oscuro. Mientras que durante la operación de soldar el caudal de gas argón debe ser de 6 a 10 litros por minuto, utilizando gas helio se debe trabajar con un caudal de 20 litros por minuto. Aquí se puede apreciar perfectamente la diferencia de peso que existe entre ambos gases.

El helio es un gas noble, se encuentra en pequeñas proporciones en la atmósfera, fue identificado inicialmente en el sol (Helios = Sol) por el análisis del espectro de luz procedente de este astro. Se obtiene principalmente en los manantiales de gas de petróleo en los Estados Unidos. Su peso atómico es de 4,003. Se licúa a -259 C y su densidad es 0.1784.

La misión de los gases es proteger al tungsteno y al metal aportado o no aportado. A este último se le protege especialmente contra la acción del oxígeno y el nitrógeno del aire de la atmósfera. Según sea la aplicación del gas, así será también la soldadura de distintos materiales, partiendo de la base, que utilizando el sistema de soldar GTAW, casi todos los materiales son soldables, al menos dentro de los metales que conocemos.

El gas argón suelda aluminio, magnesio y cobre en espesores inferiores a 4 mm. El helio soldando una misma pieza, con diámetros de tungsteno igual, con la misma longitud de arco, midiendo las tensiones en voltios y la intensidad en amperios, en comparación con el argón mantiene una tensión más elevada. Por consiguiente, con el helio se consigue más potencia de arco, lo que hace que se caliente más el metal base, y como es lógico conseguir mayor penetración del metal aportado. Se ha de tener en cuenta, después de lo explicado, que para las soldaduras de piezas de espesores grandes, siempre que sea posible se debe utilizar helio. Se obtiene otra gran ventaja de conseguir más penetración y se puede soldar con más velocidad.

Las mezclas de gases como 80% de helio y 20% de argón son utilizables al soldar aluminio y magnesio en máquinas automáticas. El argón con gas hidrógeno, con un 20% de hidrógeno suelda níquel y plata, y para la soldadura de los aceros inoxidable el argón debe tener una mezcla de hidrógeno en un 10%. Con esta mezcla, se produce menos porosidad en la soldadura. En nuestro medio, es más utilizado el argón por ser más económico que el helio; proporciona un arco mucho más estable y se obtiene un mejor cebado de arco.

En trabajos especiales como tanques y tuberías de acero inoxidable en transporte de productos de consumo humano, se utiliza un gas protector para el cordón de raíz; esto es con el fin de neutralizar la acción del oxígeno de la atmósfera, el cual al ser introducido y como pesa más que el oxígeno, va sacando a este del interior del tubo. Esto se consigue tapando ambas bocas del tubo y aplicando una manga con argón u otro gas que neutralice el Oxígeno. Siempre es indispensable abrirle un orificio al tapón para que deje salir el oxígeno y que la presión del gas no se concentre en el cordón de raíz, lo que traería fallas técnicas.

3.2.2. ANTORCHAS O PISTOLAS

La antorcha consiste en un cuerpo metálico con componentes de cerámica y plástico conectada al cable eléctrico de la máquina y aislado convenientemente para evitar descargas eléctricas al operario. El gas inerte corre a través de la antorcha y lo dirige para proteger el electrodo y la pieza que se va a soldar.

La antorcha utilizada en la soldadura GTAW deberá cumplir las siguientes funciones:

1. Mantener en posición correcta el electrodo de tungsteno
2. Proveer la conexión eléctrica al electrodo
3. Proveer el gas inerte necesario para proteger el electrodo y la zona de soldadura
4. Aislar el electrodo y sus conexiones del soldador

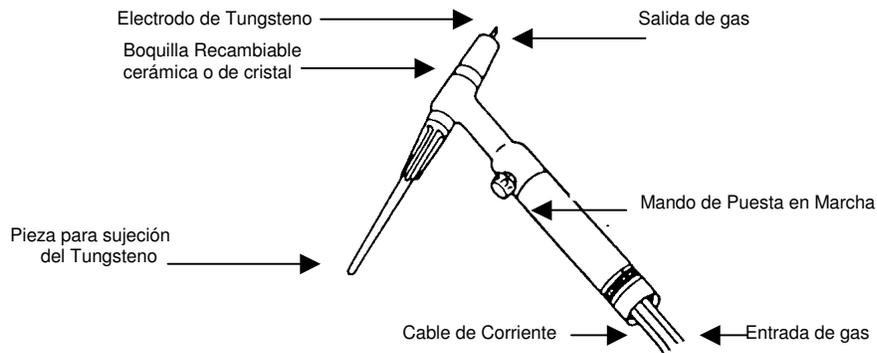
Los conocimientos son simples para montar y desmontar las partes de las antorchas, por ejemplo, las antorchas traen las boquillas de cobre según el amperaje que se va a utilizar.

La taza difusora que es una pieza de cerámica o cobre que se ajusta a la boquilla por medio de una rosca y su forma y material también depende del amperaje y su posición de soldar y las de cobre para elevado amperaje y las de cerámica para amperajes reducidos (menores de 200) y su único cuidado es no golpearla y cambiarla al ser astillada o estar muy quemada, pues al estar lastimada ya no mantiene la atmósfera protectora en la posición requerida. Si la máquina posee enfriamiento por agua de las boquillas, se deben mantener las conducciones en buen estado, revisándolas constantemente.

Las antorchas con boquilla de cobre se deben limpiar regularmente en su interior, pues las proyecciones metálicas pueden quemar los empaques de goma. El resto de los componentes de la antorcha no necesita un mantenimiento muy estricto, sino únicamente un poco de atención en los cuidados clásicos de limpieza, soplar con aire el polvo, apretar las tuercas que se aflojan, etc.

El regulador del gas inerte hay que mantenerlo constantemente en observación cumpliendo con las medidas que el fabricante indica para mantenerlo en buen estado, así como las mangueras y sus adaptadores.

FIGURA 3. ANTORCHA PARA SOLDADURA GTAW



Fuente: Manual de Operación Lincoln Electric IM682

3.2.3. ELECTRODOS

Es importante elegir el tungsteno adecuado para cada caso de soldadura. El diámetro y la calidad de la limpieza del tungsteno son factores importantes a la hora de conseguir una cierta garantía de metal aportado, al mismo tiempo que proporciona una mejor estabilidad en el arco.

Según su diferente composición, los tungstenos pueden ser:

- de tungsteno puro
- de tungsteno con 1 a 2% de torio
- de tungsteno con 1 a 2% de circonio

El tungsteno puro produce una potencia de arco más suave, por lo que se aconseja esta clase para cuando se deban soldar piezas de pequeños espesores.

El torio aumenta el poder emisor del tungsteno, cuando por un descuido se introduce el tungsteno entre el metal aportado, éste se contamina rápidamente; Para evitarlo o para que esta contaminación sea menos grave, se emplea el torio, pero en metales especiales es preferible usar el circonio, por el poder de transportación de los electrones.

Ambos, circonio y torio tienen la propiedad que la intensidad no debe concentrarse puntualmente en una marcha catódica, soportan más corriente eléctrica, y se puede disponer de mayor estabilidad del arco al estar exentos de fluctuaciones.

3.2.4. RECOMENDACIONES PARA EL MEJOR USO DEL TUNGSTENO

Habrán un arco estable cuando el tungsteno esté completamente limpio; Deberá conservar su aspecto brillante después de haber terminado la soldadura; esto se consigue observando las siguientes indicaciones:

- a. Antes de comenzar a soldar, se debe dejar salir un poco de gas, con el fin de eliminar todo el aire que pueda haber en el interior del conducto de la pistola o antorcha y lo mismo después de cada terminación, la mancha azulada en el tungsteno nos indica que está contaminado.
- b. El tungsteno nunca debe tocar ni al metal aportado, ni al baño de fusión, ni al metal base, y si por cualquier circunstancia ocurriera esto, y el tungsteno se contaminara como es lógico, se debe pasarle la piedra de esmeril para quitarle dicha contaminación.

- c. El arco debe cebarse siempre en un trozo de cobre y nunca en acero o cualquier otro metal, pues se corre el peligro de contaminar el tungsteno.
- d. La longitud del tungsteno respecto a la pieza deberá mantenerse para evitar sobrecalentamiento. Esto varía de acuerdo con la posición de las piezas y la posición de soldar.

3.2.5. TIPOS DE CORRIENTES UTILIZADOS EN SOLDADURA GTAW

De acuerdo con el trabajo que se va a realizar, se puede aplicar para soldar con este sistema corriente alterna o corriente continua.

En la corriente continua se pueden emplear las dos polaridades que son polo positivo (polaridad inversa) y polo negativo (polaridad directa). No es recomendable utilizar el polo positivo y polaridad inversa en el proceso GTAW, ya que al estar el tungsteno conectado al lado positivo, los electrones circulan de la pieza a él, o sea, del polo negativo (polaridad directa) al polo positivo (polaridad inversa), dándole al electrodo un calentamiento excesivo, con el consiguiente peligro de que se funda el tungsteno, además del que pasan partículas de tungsteno al metal depositado.

Con esta polaridad, se consigue menor penetración; el arco es menos estable, por consiguiente, este tipo de polaridad solamente es aplicable en casos excepcionales, pero con una intensidad inferior a los 80 amperios.

Al conectar el electrodo al polo negativo, se da más cantidad de calor al metal base, y se logra con esto mayor penetración del metal aportado. Esta polaridad es perfecta para soldar los metales cuya capa de óxido se funde a una temperatura inferior que el metal base.

La polaridad directa no sirve para soldar metales ligeros como el aluminio, magnesio y antimonio, porque la capa de óxido de estos metales, tiene una temperatura de fusión superior a la del mismo metal, como a continuación puede verse con el aluminio: punto de fusión del aluminio 660 °C, punto de fusión de la alúmina 2,030 °C.

El soldar estos metales con esta polaridad no elimina ese óxido, por lo que se deberá de utilizar la corriente alterna que es excelente para estos metales.

Como es sabido, la corriente alterna cambia de período en nuestro medio, a 60 ciclos por segundo, por lo que el electrodo está alternando cuando el tungsteno es negativo, y hace que el baño de fusión se sobrecaliente, y en el positivo se purifica; en este estado es cuando la capa de óxido o alúmina se rompe, pudiendo así soldarse perfectamente el metal de base. Como estos cambios de polaridad se realizan tan rápidamente, no da tiempo a que ese óxido se vuelva a formar, y se consigue una buena penetración y al mismo tiempo una perfecta limpieza del baño de fusión.

Para la soldadura de aceros con mediano contenido de carbono (30 %) utilizado en perfiles, tuberías y planchas, no se usa por lo general la soldadura GTAW por su costo. Este tipo de aceros se utiliza en construcciones de estructuras metálicas de edificios, puentes, herrería, etc. Salvo en condiciones muy especiales como, por ejemplo para soldar el cordón de penetración en tuberías de alta presión, se utiliza el sistema GTAW, y se utiliza la corriente continua.

En aceros inoxidable, independiente si son austénicos, ferríticos o martensíticos, se utiliza preferentemente este sistema (GTAW), la corriente que se va a utilizar debe ser continua, así como el electrodo conectado al polo negativo (CD -). El amperaje que se va a utilizar va en proporción con el espesor del metal a soldar.

3.3. DEFECTOS EN SOLDADURA

Los defectos en soldadura son comunes en cualquier material que se suelde, en acero inoxidable al soldar tubería, los defectos se consideran altamente peligrosos exista o no alta presión en tuberías.

3.3.1. SOPLO MAGNÉTICO

Es una desviación del arco eléctrico que se forma entre el electrodo de tungsteno y la pieza a soldar. Se debe principalmente a las fuerzas magnéticas que actúan entre los cables de conexión; las piezas que se van a soldar u otros agentes conductores de la electricidad que se encuentren en el área de soldadura, se conoce porque al estar soldando se observa que el arco eléctrico “baila” de un lado para otro y cuesta mantener el charco de fusión en la dirección que se quiere. Cuando esto sucede, la primera medida que se debe tomar es afilar de nuevo el electrodo; seguidamente, cambiar de posición la masa que sirve de tierra y acercarla lo más posible al lugar donde se está soldando y colocar entre la pieza y la masa de tierra una plancha de cobre. También una presión muy alta del gas inerte que está usando puede ser motivo de una desviación del arco; el electrodo es de un diámetro muy grande o muy baja intensidad (amperaje) de trabajo.

3.3.2. POROSIDAD

La porosidad en una soldadura si es causada por falta de limpieza en la pieza o contaminación del electrodo es fácil visualmente detectarla. Si por el contrario por la poca presión de gas penetra oxígeno, nitrógeno u otros elementos dañinos, se forma una oclusión gaseosa interna esto únicamente se puede detectar utilizando rayos X. La porosidad u oclusión gaseosa es uno de los defectos más graves al soldar tubería de alta presión, por eso se recomienda al terminar un montaje de tubería, hacer la prueba de rayos X, que es la única forma de detectar ese defecto.

3.3.3. FALTA DE PENETRACIÓN

La falta de penetración se observa del lado posterior a la soldadura efectuada. El problema se presenta cuando visualmente no se puede detectar por la longitud o el diámetro de la tubería. En ese momento, al igual que el defecto anterior, únicamente los rayos X pueden determinar la causa, y esto puede deberse al utilizar una presión de gas protector del cordón de penetración más alta que la usada en el de protección del cordón principal. Otra causa es la falta de intensidad (amperaje) para el electrodo que se va a utilizar o falta de preparación en las piezas que se van a soldar (poca separación, falta de bisel, etc.).

3.3.4. SOCAVACIONES

Cuando se utiliza un amperaje más alto que el recomendado, cuando el ángulo de la antorcha respecto a la pieza a que se va a soldar no es adecuado o al utilizar un movimiento del electrodo no adecuado.

El resultado serán socavaciones en el cordón efectuado, este defecto es fácil de detectarlo visualmente; por eso, es conveniente observar el primer tramo soldado para corregirlo si se encuentra una falla visual.

3.3.5. CONTAMINACIÓN DE LA SOLDADURA

Se puede detectar únicamente con rayos X. El defecto de la soldadura se presenta cuando utilizamos una piedra de esmeril no adecuada para afilar el electrodo de tungsteno y donde previamente se ha utilizado para otros metales, los cuales se adhieren al electrodo. Al encender el arco se funden con el metal de base. Para evitarlo, es conveniente siempre afilar el electrodo, cebarlo (encender el arco y observar que el preflujo este conectado) en una pieza de cobre para descontaminarlo. Este defecto también puede darse al utilizar el material de aporte con las características diferentes al metal base; por esa razón, es conveniente como primer paso identificar la aleación del metal al soldar y utilizar como metal de aporte el adecuado.

3.4. POSICIONES DE TRABAJO

Hay tres posiciones principales en la soldadura: horizontal, vertical y bajo techo. En cada una de estas tres posiciones, hay otras que aunque tengan nombre distinto pertenecen a ellas. En la horizontal, tenemos la soldadura plana, en la vertical la soldadura horizontal- vertical, y en la bajo techo la de bisel y en ángulo.

Las soldaduras planas y horizontales son las más baratas; yendo después en orden de costo, las verticales y luego las de bajo techo. Por este motivo, los constructores deberán proyectar de manera que la mayor parte de las soldaduras, se puedan hacer en posición plana y horizontal.

3.5. SIMBOLOGÍA

Para soldar es indispensable el uso de la corriente de la polaridad y de las posiciones indicadas. Para distinguirlas, se han utilizado símbolos que figuran al pie de cada uno de los electrodos. Dichos símbolos son:

~ para corriente alterna + para polo positivo

= para corriente directa - polo negativo

$\boxed{\sim}$ = Corriente alterna

$\boxed{= +}$ = Corriente directa polo positivo

$\boxed{= -}$ = Corriente directa polo negativo

$\boxed{= \pm}$ = Corriente directa polo positivo o negativo

$\boxed{= + \sim}$ = Corriente directa polo positivo o corriente alterna

$\boxed{= \pm \sim}$ = Corriente directa polo negativo o corriente alterna

$\boxed{= + \sim}$ = Corriente directa polo positivo o negativo corriente alterna

3.5.1. SÍMBOLOS PARA POSICIONES DE SOLDADURA

h = Para soldar en todo plano horizontal, menos en ángulo

o = Para soldar la junta de un ángulo de 90°

a = Para soldar en posición vertical ascendente

d = para soldar en posición vertical descendente

s = para soldar sobre cabeza

v = para soldar horizontalmente sobre un plano vertical

3.6. SEGURIDAD EN EL MANEJO DE SOLDADURA GTAW

Toda persona encargada de maniobrar un equipo de soldadura GTAW deberá estar familiarizado con las indicaciones que sobre el tema han editado las instituciones gubernamentales y las indicadas por empresas privadas que distribuyen estos equipos. Para información más completa de las empresas sobre estos temas, se deben consultar las normas americanas ANSIZ49.1 “Seguridad al Cortar y Soldar “ y ANSIZ49.2 “ Prevención de fuegos en el uso de los procesos de corte y soldadura “. El manejo de gases comprimidos en CGA P-1. Adicional a esto, las áreas potenciales de riesgo y los cuidados que se deben tener son los siguientes.

- a. Los gases comprimidos en los cilindros portátiles hay que maniobrarlos cuidadosamente; evitar los golpes y sujetarlos correctamente, transportarlos con el capuchón de seguridad colocado, y no lastimar las válvulas de acople de mangueras.
- b. Antes de conectar el regulador a los cilindros, hay que abrir momentáneamente la llave para que partículas dañinas sean expulsadas.
- c. La válvula debe estar al lado contrario del operador
- d. Después de conectar el equipo, se deben abrir lentamente las llaves de las válvulas para evitar que se dañen los componentes internos de las mismas. La válvula principal se debe abrir ligeramente para poder cerrarla rápidamente en un momento de riesgo.

- e. Proteger al operario de los rayos dañinos que emite el arco eléctrico, infrarrojos, ultravioleta, luminosos, de los humos que se producen y de la temperatura de las piezas que se van a soldar. Utilizar guantes, careta especial de soldar, anteojos plásticos, mangas, polainas y mascarilla.
- f. La conexión de la tierra deberá estar lo mas cerca posible del área de soldadura, para evitar soplo magnético.
- g. Cuando desmonte el electrodo de tungsteno, debe asegurarse de que la máquina este desconectada (off).
- h. Nunca enfríe la antorcha directamente con agua, pues puede dañar las partes internas y contaminar la boquilla.
- i. Nunca hay que lubricar con aceite las partes del equipo, preferiblemente utilizar grafito seco.
- j. Remover todo el material inflamable cerca del perímetro del área de trabajo.
- k. Respetar las normas eléctricas que para el efecto dicte la empresa encargada del suministro de energía eléctrica.

4. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL TANQUE DE COCIMIENTO DE MOSTO

La construcción del tanque de cocimiento se tiene que hacer por partes, iniciando ordenadamente con la cimentación, mientras otro equipo de personas se encarga de la construcción de los soportes, el cuerpo del tanque, la cúpula y la parte inferior por separado, otro equipo especializado para la construcción de la tubería que llevara el tanque en sus ingresos y salidas, para lograr un buen resultado y para optimizar los recursos económicos y el tiempo.

Luego sigue el montaje el cual tiene un proceso lógico, empezando por el cuerpo del tanque luego la parte inferior, continuando por la cúpula, teniendo instalado el tanque, se proceden al montaje de las tuberías los accesorios extras, como lo son los ingresos y salidas, los instrumentos de medición, las bombas, la instalación de la tubería de vapor concluyendo con el recubrimiento de aislante térmico y el recubrimiento de este con laminas refractarias.

4.1. CIMENTACIÓN DEL TANQUE

Para lograr una buena cimentación para colocar las bases de los soportes del el tanque de cocimiento se tiene que hacer de concreto, puesto que este tiene que soportar grandes esfuerzos de compresión, la resistencia proyectada del concreto esta basada en un periodo de tiempo de 28 días. Este es el tiempo que toma el concreto para fraguar y alcanzar la resistencia de compresión proyectada. Si el concreto es colocado en el lugar de la obra o prefabricado, siempre necesita los tres ingredientes: agua, cemento y agregado.

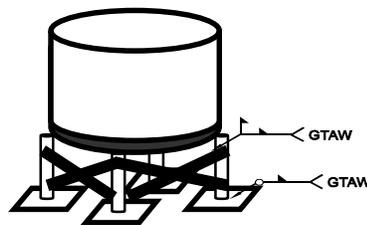
Cambiando las proporciones de los ingredientes, puede cambiarse la resistencia de compresión del concreto, por ejemplo, concreto con proporciones diferentes pueden ser hechos con resistencias como 1500 PSI o tan altas como 8000 PSI en 28 días. Los resultados son principalmente diferencias en la durabilidad y el costo total del concreto.

El concreto tiene que tener 15 cm. de espesor con una parrilla de acero estructural A36 a la cual se soldaran los pernos de los anclajes antes de agregar el concreto, la medida de los pernos de 16 cm. de los cuales 10 cm. irán en la fundición y los otros 6 cm. se colocaran salidos para instalar sobre ella una platina de 10 mm. de espesor que sirve de asiento a la base de los soportes la cual es la encargada de transmitir las cargas al cimiento.

4.2. SOPORTES DEL TANQUE

Los soportes del tanque generalmente son 4, distribuidos y soldados uniformemente alrededor del asiento de este, se utiliza tubería de acero con medio contenido de carbono apoyado sobre una platina atornillada a los anclajes, los soportes se refuerzan con vigas "I" soldadas de un soporte al otro en forma de transversal.

FIGURA 4. UBICACIÓN DE LOS SOPORTES DEL TANQUE DE COCIMIENTO DE MOSTO

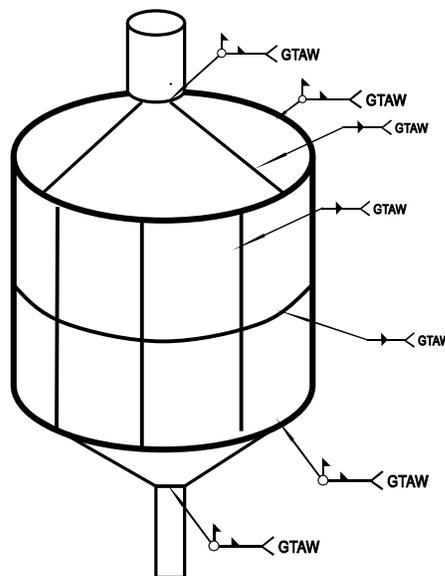


Fuente: Elaboración Propia

4.3. LÁMINAS DEL CUERPO DEL TANQUE

Las láminas del cuerpo del tanque se construyen generalmente de planchas de acero inoxidable las cuales son roladas para darle la forma ovalada y luego unir las para darle forma cilíndrica al tanque, soldadas en ambos lados.

FIGURA 5. UBICACIÓN DE LAS PARTES DEL TANQUE DE COCIMIENTO



Fuente: Elaboración Propia

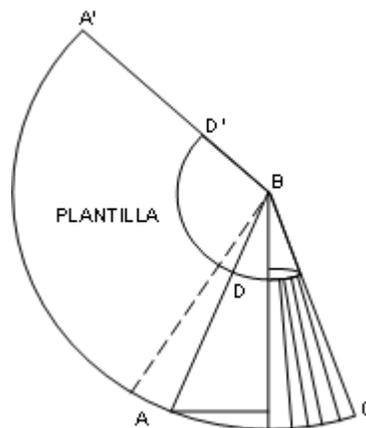
4.4. CÚPULA DEL TANQUE

La cúpula del tanque se construye de láminas de acero inoxidable las cuales han sido cortadas a través de plantillas que se fabrican por medio de proyecciones de figuras geométricas, en este caso para hacer una plantilla para la cúpula del tanque, o sea, un cono truncado, se hace rotar un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos para hacer simétricamente un cono truncado.

Teniendo las plantillas se unirán por medio de soldadura GTAW en ambos lados para darle la forma a la cúpula del tanque, luego ya formada la pieza el montaje sobre el cuerpo del tanque se hará en el campo, se unirá con el cuerpo del tanque con soldadura en ambos lados.

El mismo proceso se aplica para la construcción de la parte inferior del tanque de cocimiento.

FIGURA 6. PLANTILLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CÚPULA DEL TANQUE DE COCIMIENTO



Fuente: Elaboración Propia

4.5. INGRESO Y SALIDA DEL TANQUE

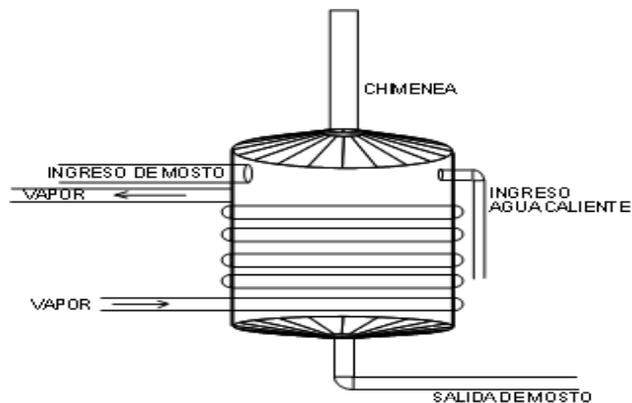
Los tanques de cocimiento tienen dos ingresos y dos salidas:

El primer ingreso es de mosto el cual se ubica en la parte superior del tanque, y en el otro extremo se coloca el de agua caliente la cual sirve para precalentar el mosto.

La salida del mosto se hace en la parte inferior del tanque, y la salida de los vapores de cocción se hace por medio de la chimenea la cual es ubicada en la parte superior del tanque.

La tubería de acero inoxidable de los ingresos y salidas del tanque, se unen a este mediante la soldadura, las tuberías que transportan el vapor se se ubican alrededor del tanque transmitiendo el calor por convección, y luego para evitar la pérdida de calor en el medio ambiente se cubre todo el cuerpo del tanque con fibra mineral aproximadamente de 5 cm. de espesor, la cual es sostenida con planchas de fibra refractaria.

FIGURA 7. UBICACIÓN DE TUBERÍA EN EL TANQUE COCIMIENTO DE MOSTO



Fuente: Elaboración Propia

4.6. TUBERÍA PARA LA INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y SENSORES

Las instalaciones de los tramos de tubería recta para la colocación de válvulas y sensores serán unidas por medio de soldadura GTAW, los extremos de la tubería se biselan en un ángulo de 45.

Para la colocación de las válvulas y sensores se utiliza el tubo de pared delgada en tamaños de 2 plg. y menores para uso con conexiones y accesorios abocinados, unidos con soldadura blanda.

Para colocar las válvulas y los sensores que son roscados, se pueden producir roscas rectas y cónicas, la ANSI publica las capacidades de presión para las conexiones roscadas y se graban o realzan en el cuerpo de cada conexión o accesorio, para formar la tubería, se cortan las roscas en los extremos del tubo para acoplarlas con las de la conexión.

Las uniones de las tuberías con bridas se utilizan en sistemas donde hay que desarmar con frecuencia o para facilitar el mantenimiento de las conexiones del equipo. El éxito en la instalación de las bridas depende de lograr la superficie correlativa correcta entre la cara de la brida y el asiento de la empaquetadura a fin de tener una unión hermética. El tubo que acopla con los extremos de las bridas puede estar roscado o ser para soldar a tope, conexión deslizable.

La selección de las empaquetaduras o juntas y la uniformidad del apretamiento de los tornillos son de máxima importancia. Las empaquetaduras se deben seleccionar para que sean compatibles con los fluidos y las condiciones de temperatura y presión.

4.7. PRUEBAS O ENSAYOS DE CALIDAD

Existe una gran variedad de métodos para determinar la calidad de las soldaduras, dentro de estos métodos encontramos los no destructivos que son

los mas utilizados de acuerdo a las posibilidades económicas y técnicas de los diferentes fabricantes.

El método que se utiliza con mas frecuencia en la determinación de la calidad de la soldadura en los tanques de cocimiento de mosto es el método radiográfico, es uno de los más costosos, pero debido al estricto control de calidad en la construcción de equipo para el manejo de alimentos, es necesaria la utilización de este.

Con este método puede dar una buena estimación del porcentaje de soldaduras malas en una estructura.

El uso de maquinas de rayos x portátiles, donde el acceso es un problema y el uso de radio o cobalto radioactivo para tomar radiografías, son métodos de prueba excelentes. Son satisfactorios en soldaduras de tuberías de acero inoxidable y para la soldadura de las uniones de las laminas del tanque de cocimiento y para las soldaduras a tope, no son satisfactorios para soldaduras de filete ya que las radiografías son difíciles de interpretar.

Una desventaja adicional de estos métodos es el peligro tanto a los técnicos como a los trabajadores cercanos, debido a esto se requiera la inspección nocturna, solo cuando unos pocos trabajadores se encuentren cerca del área de inspección.

Las soldaduras que no tengan la calidad especificada deberán ser quitadas, nuevamente ejecutadas y vueltas a inspeccionarse.

5. MONTAJE DE ACCESORIOS EXTRAS EN LOS TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO

5.1. BOMBAS

En los tanques de cocimiento de mosto se coloca un solo tipo de bomba para el suministro de agua de alimentación, y para alimentación y evacuación del mosto dentro del tanque de cocimiento.

Las bombas que se utilizan pueden clasificarse como rotodinámicas, de tipo centrifugas (multietapas) de eje horizontal, para alimentar de agua al tanque de cocimiento se tienen que disponer de dos bombas, una de las cuales esta en funcionamiento, mientras la otra queda de reserva para sustituir a la principal cuando le ocurra un desperfecto o mientras se le da mantenimiento a esta.

Para la alimentación y la evacuación de mosto se utilizan el mismo tipo de Bombas ya que también son útiles para transportar fluidos viscosos y que contienen sólidos.

Es deseable que las bombas y sus unidades motrices se puedan remover de sus montajes, en consecuencia, se fijan con pernos a las superficies maquinadas, que a su vez están conectadas con firmeza en la cimentación, estas superficies maquinadas suelen ser parte de una placa de base en la cual ya se ha alineado la bomba y su unidad motriz. Las placas de base son de hierro fundido o de acero estructural.

Para la instalación de la bomba para obtener un resultado bueno, se tienen que seguir las especificaciones de los fabricantes, la localización seleccionada para la instalación debe estar lo mas cerca posible de la fuente de fluido, compatible con los requisitos de dejar suficiente espacio libre para permitir el acceso para la operación, inspección y mantenimiento.

Otro aspecto muy importante es que la unidad de bombeo se debe montar en una cimentación de suficiente tamaño y rigidez para soportar la unidad misma mas el peso del fluido que contendrá durante la operación y mantener una alineación exacta.

La tubería debe tener soportes independientes y estar anclada para evitar esfuerzos sobre la bomba.

5.2. SENSORES

Para mantener un control de las variables dentro del tanque de cocimiento como la presión, la temperatura del agua de alimentación, el nivel, el vapor sobrecalentado en las tuberías alrededor del tanque etc. se utilizan tres tipos de instrumentos electrónicos: sensores, controladores y convertidores, (tabla V) los cuales al intercomunicarse, forman un lazo de control para las variables antes mencionadas.

5.3. VÁLVULAS

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación, paso de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial o total.

Los tipos de válvulas mas usadas en los tanques de cocimiento de mosto son las válvulas de mariposa, las cuales pueden ser manuales o neumáticas, y son instaladas en las tuberías por medio de bridas.

Las válvulas de mariposa son de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación. En el tanque de cocimiento de mosto se instalan tres válvulas de mariposa una en la tubería de ingreso de mosto, otra en la tubería de salida de este, y la tercera en el ingreso de agua de alimentación.

TABLA V. SENSORES UTILIZADOS EN LOS TANQUES DE COCIMIENTO DE MOSTO

Sensores de nivel del tanque	Se obtiene de 3 aparatos electrónicos que toman medidas de alto medio y bajo nivel, reciben una señal de presión la cual es convertida en señales de salida de 4 a 20 miliamperios por cada sensor, luego son enviadas a un controlador electrónico
Sensor de presión en la cúpula del tanque	Recibe una señal de presión por medio de un sensor electrónico al cual le llega la señal por medio de una tubería de acero inoxidable.
Sensor de presión de vapor en la tubería	Este sensor electrónico, recibe la señal de presión en la tubería de conducción de vapor por medio de una tubería de acero de menor diámetro, que la conduce hacia el sensor para ser enviada en forma de señal eléctricas a un controlador electrónico convierte la señal de presión del vapor sobrecalentado en una señal de salida de 4 a 20 miliamperios
Sensor de temperatura de vapor sobrecalentado	La temperatura es percibida por una termo copla (elemento primario), esta manda una señal al sensor de temperatura el cual se encarga de convertir en una señal de salida de 4 a 20 miliamperios
Sensor de flujo de agua de alimentación	Es un sensor electrónico recibe una señal de presión diferencial creada por una placa de orificio, la cual esta instalada en la tubería de conducción del agua de alimentación. La señal diferencial de presión es convertida en una señal de salida de 4 a 20 miliamperios por el sensor, el cual la envía a un controlador electrónico

5.4. BRIDAS

Las uniones con bridas se utilizan en las tuberías para transportar el mosto debido a que hay que desarmar con frecuencia o para facilitar el mantenimiento de las conexiones del equipo. El éxito en la instalación de las bridas depende de lograr la superficie correlativa correcta entre la cara de la brida y el asiento para la empaquetadura a fin de tener una unión hermética. El tubo que acopla con los extremos de las bridas puede estar roscado o ser para soldar a tope, conexión deslizable o soldadura.

Para el montaje de las bridas el grado óptimo de apriete se consigue cuando se llega uniformemente a un esfuerzo de 30,000 lb/plg² (206,850 KN/m²) en cada espárrago o tornillo de las bridas.

Puede obtenerse también tracción uniforme en los tornillos de las bridas empleando una llave de torsión; las superficies de apoyo de las tuercas deben tener un buen acabado a maquina y las roscas tienen que lubricarse apropiadamente para conseguir resultados de confianza con una llave de ese tipo

5.5. CODOS

Los codos que se colocan en la tubería que transporta el mosto siempre tienen que ir unidos al tubo con soldadura a tope.

Los codos mas utilizados son los codos de 45° y 90° los cuales son los más comunes en el mercado

Los codos de ángulos especiales que varían desde 1 a 45° tienen la misma dimensión de centro a cara dadas para los codos de 45°, y los de más de 45° hasta 90° tienen las mismas dimensiones de centro a cara dadas para los codos de 90°. La designación angular de un codo es su deflexión respecto de la corriente en línea recta y es igual al ángulo entre las caras de sus bridas.

6. EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL TANQUE DE COCIMIENTO DE MOSTO

A continuación se solicita la construcción y montaje de un tanque de cocimiento de mosto, según especificaciones hechas por los diseñadores, para lograr un buen resultado en la construcción y montaje se tiene que hacer una buena planificación, a continuación se propone dividirla en cuatro fases de la siguiente manera.

1. Construcción de la cimentación y montaje del asiento y los soportes del tanque
2. Construcción de la parte inferior, la cúpula y el cuerpo del tanque
3. Montaje del cuerpo del tanque
4. Montaje de los ingresos y salidas del tanque

En la primera fase es hacer la fundición de la cimentación en donde se ubicaran los anclajes de los soportes que sostendrán el tanque de cocimiento.

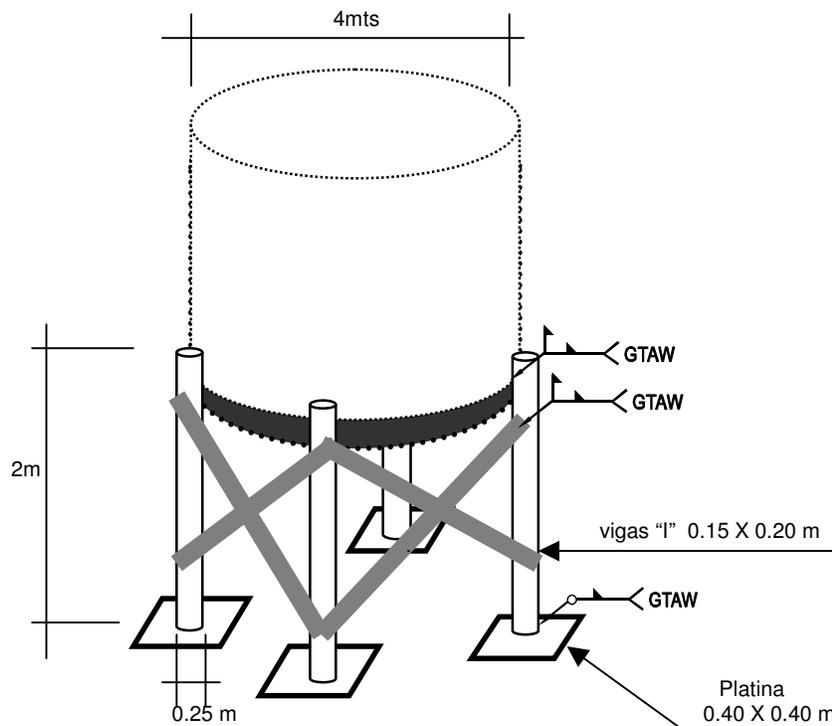
Se inicia haciendo un estudio de suelos, siempre hay que ubicar los cuatro a nivel y a una distancia igual uno del otro.

Teniendo las dimensiones del tanque se construyen la base en donde se asienta el tanque, la cual es de concreto de 10 cm. de espesor, reforzado con acero de construcción, el cual es unido a los 4 soportes del tanque que miden 0.25 m. de diámetro, por medio de soldadura GTAW, según especificaciones de los planos.

Los cuatro tubos que soportan el asiento del tanque son de 2 m. y el material es acero negro, reforzado con vigas "I", de 0.15 X 0.20 m.

Después de la fundición de los anclajes y soportes se espera al menos 28 días que es el tiempo requerido para que el concreto frague normalmente.

FIGURA 8. SOPORTES DEL TANQUE DE COCIMIENTO.

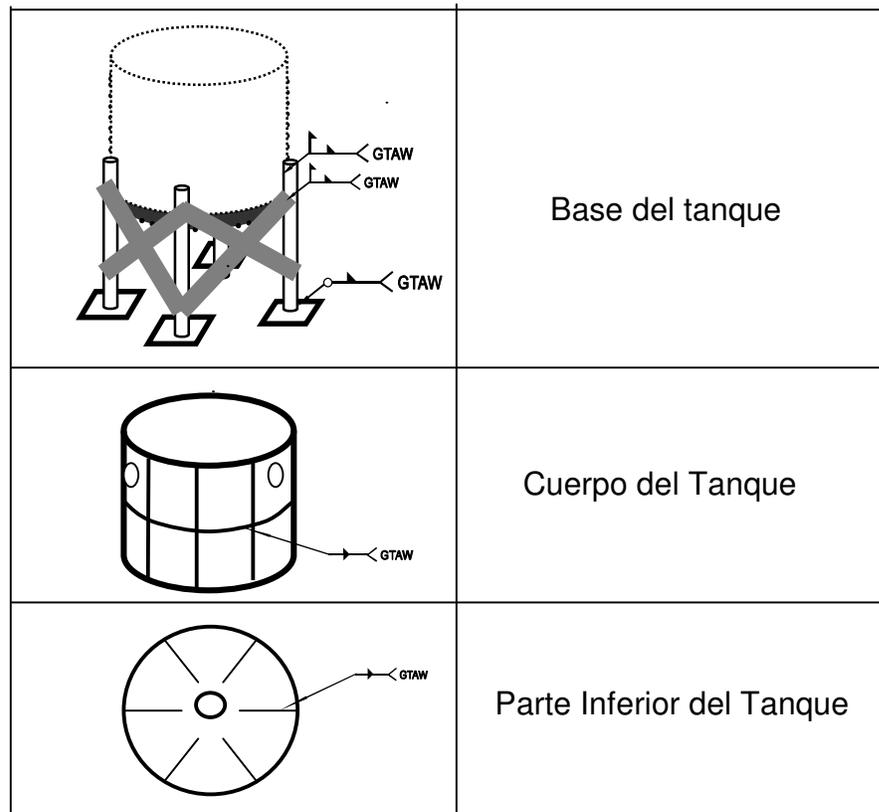


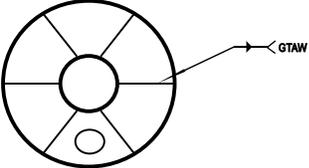
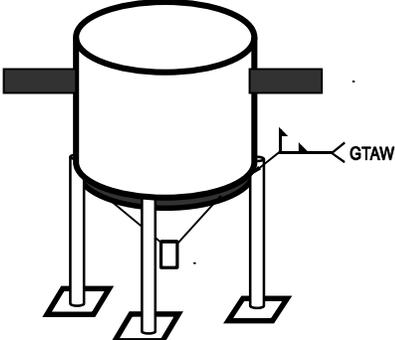
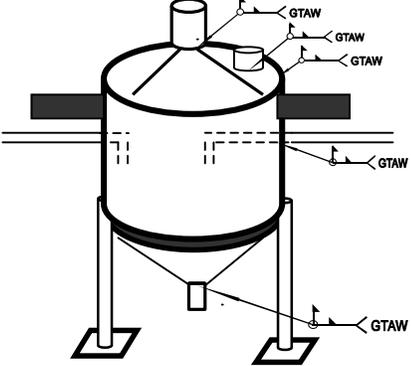
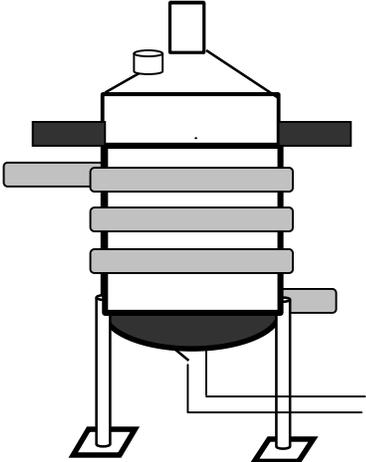
Fuente: Elaboración propia

Mientras la fase uno esta en proceso, se puede iniciar la fase dos, para optimizar tiempo y recursos, se utiliza otro equipo de personas especializadas para la construcción del cuerpo del tanque el cual se hace en una instalación adecuada cerca del lugar en donde se ubicara finalmente el tanque.

Para el cuerpo del tanque se seleccionan los materiales adecuados en este caso laminas de acero inoxidable AISI 304 (2.1.3.1) es él mas adecuado para utilizar en la industria alimenticia y es recomendable para trabajo a altas temperaturas, se utiliza planchas en medidas de 1 X 2 m. de ¼ " (0.063 m) las cuales son a roladas para darle la forma cilíndrica al tanque, luego se soldaran en ambos lados, con soldadura GTAW, utilizando corriente directa en polaridad normal, a 250 A. Con un electrodo de tungsteno al 2% de torio de 3.2 mm de diámetro, y como material de aporte alambre de 4.8 mm de diámetro.

FIGURA 9. SECUENCIA A SEGUIR EN ÉL LA CONSTRUCCIÓN Y EL MONTAJE DEL TANQUE DE COCIMIENTO DE MOSTO.



	<p>Cúpula del Tanque</p>
	<p>Montaje del tanque a la base</p>
	<p>Montaje de la cúpula del tanque, ingresos y salidas</p>
	<p>Instalación de la tubería de vapor</p>

Fuente: Elaboración propia

Al mismo tiempo que se construye el cuerpo del tanque, otro equipo especializado se ocupa de armar la cúpula y la parte inferior del mismo los cuales unen las partes con soldadura GTAW en ambos lados, luego de tener la parte inferior, se procede a montarlos en el cuerpo del tanque por medio de soldadura GTAW en ambos lados.

Luego de armado se procede al montaje sobre el asiento del tanque el cual se efectúa por medio de una grúa, se une con los soportes del asiento por medio de soldadura.

A continuación se procede al montaje de la cúpula del tanque la cual es armada en el taller y montada sobre el cuerpo del tanque con soldadura alrededor.

En la cuarta fase, los extremos de la tubería de ingreso de mosto y de agua caliente son soldados directamente al cuerpo del tanque.

A continuación, se soldara en la cúpula del tanque la chimenea, por donde saldrán los vapores de cocción a la atmósfera, también se instalara un ingreso adicional denominado *maihold* el cual es por donde entra la persona encargada de darle mantenimiento al tanque por dentro.

Luego de tener todo el montaje donde se indica según los planos, de diseño, se procede a la instalación de la tubería de vapor, la cual se ubica alrededor del tanque, por ultimo se instala el aislante térmico en este caso es fibra mineral de 0.05 m. de espesor, para luego colocar planchas de refractario alrededor del tanque.

Durante el tiempo que se realiza la construcción y el montaje del tanque es recomendable contar con varios juegos de planos del diseñador, para ir chequeando las etapas y anotando las observaciones necesarias para un mejor control, supervisar que toda la construcción se este realizando según las especificaciones establecidas.

CONCLUSIONES

1. Para obtener una cerveza de primera calidad se tiene que hacer una inversión muy alta en cuanto al proceso de cocción del mosto, debido a que los materiales con los que están fabricados los tanques de cocimiento tienen que cumplir con normas internacionales de control de calidad para no contaminar el producto.
2. Existen dos procesos de soldadura que se pueden utilizar para la construcción de los tanques de cocimiento de mosto, pero el más adecuado, en este caso, es el GTAW, por su facilidad de uso, disposición de gases y equipo en el mercado nacional.
3. Para lograr una construcción del tanque de cocimiento de mosto en el tiempo establecido, se tiene que distribuir el trabajo en equipos especializados, mientras uno se encarga de la cimentación y el montaje de los soportes y asientos del tanque, otro equipo se encarga de la construcción del cuerpo del tanque, para economizar los recursos.
4. El procedimiento adecuado para el montaje del tanque, se hace siguiendo la secuencia de los planos de montaje, empezando por montar el cuerpo junto con la parte inferior y luego la cúpula, a continuación se montan las tuberías, tanto de vapor como las de ingresos y salidas del tanque, a la vez, se instalan los accesorios extras, finalizando con los aislantes térmicos y las láminas refractarias.

RECOMENDACIONES

1. En la construcción del cuerpo del tanque de cocimiento de mosto, el acero inoxidable es el material mas adecuado a utilizarse, tomando en cuenta sus propiedades, en sus denominaciones AISI 304 y AISI 316.
2. Para la soldadura de las partes que componen el tanque de cocimiento se utiliza el método GTAW, el cual es el más adecuado para la soldadura de acero inoxidable.
3. Los operarios que se encargan de la soldadura tienen que ser especializados en el ramo y que conocer e interpretar planos, tanto para construcción y montaje, también, tienen que ser capacitados en el uso de equipo, para cumplir con las normas de seguridad industrial.
4. Es necesario diseñar un plan de acción para seguir la secuencia de montaje del tanque y hacer una evaluación en cada etapa para determinar el cumplimiento en el tiempo establecido.
5. Para cumplir con los requerimientos de calidad, en cuanto a la soldadura se refiere, se propone la utilización de métodos radiográficos, los cuales son los mas adecuados a utilizarse en soldaduras de acero inoxidable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rosales, Robert y O. Rice Associates. **Manual de mantenimiento industrial.** México: Editorial McGraw Hill, 1990. Tomo 2.
2. Avalone Eugene y Baumeister III Theodore. **Manual del ingeniero mecánico.** 3ª ed. México: McGraw Hill, 1996 Tomos del 1 al 2.
3. Méndez Manuel. **Manual de montaje industrial soldadura y defectoscopia.** Cuba: Ministerio de la construcción, 1990 tomo IV