



**DISEÑO DE NUEVOS TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y
ESENCIAS PARA LA NUEVA LICORERA DE BOYACÁ**

Sebastián Salazar Ramos

Informe de prácticas para optar por el título de
Ingeniero Mecánico

Asesor interno
Profesor Edwar Andrés Torres López

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica
Medellín, Antioquia, Colombia
Enero del 2024

Cita	(Salazar Ramos, 2024)
Referencia	(Salazar Ramos, 2024). DISEÑO DE NUEVOS TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS PARA LA NUEVA LICORERA DE BOYACÁ.
Estilo APA 7 (2020)	[Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDIO)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a todas las personas que de una u otra forma han contribuido a mi formación, no solo como profesional, sino también como persona, a cada una de ellas mi más sentido mensaje de agradecimiento. Quiero hacer mención a mis padres y hermana, puesto que han sido el bastión para afrontar numerosos retos a nivel personal y han contribuido a mi crecimiento académico y profesional.

Agradecimientos

En esta sección quiero expresar mis agradecimientos a todas las personas involucradas en mi formación profesional, teniendo como principal actor a la Universidad de Antioquia. Esto incluye a mis profesores y compañeros de estudio. De igual forma quiero expresar mi agradecimiento a la compañía Giravan SAS, la cual me abrió las puertas durante 6 meses y me acompañó en el proceso de aprendizaje para afrontar diversos retos en el área de Ingeniería. También quiero hacer mención especial a mi asesor interno Edwar Andrés Torres, gracias por impulsarme a mejorar como Ingeniero en formación y a dignificar nuestra profesión.

CONTENIDO

RESUMEN	10
Abstract.....	11
1. Introducción.....	12
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Antecedentes.....	13
2. Justificación.....	15
3. Objetivos.....	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
4. Marco teórico.....	17
4.1. Elaboración de bebidas alcohólicas.....	17
4.2 Estándares para el diseño, cálculo y construcción de tanques.....	18
4.3 Fabricación de tanques	19
4.4 Estado actual de la planta de la NLB.....	20
4.5 Condiciones para los tanques de preparación de aguardiente y esencias.....	22
5. Metodología.....	23
6. Resultados.....	25
6.1. Área de construcción civil y plano de construcción y diseño	25
6.2. Tanque de preparación de aguardiente	28
Cálculo de los espesores de anillo.....	29
Cálculo del espesor del fondo	30
Espesor de techo.....	32
Sistema de venteo.....	32
Tubuladuras de salida y entrada de productos	33

Cilindro lateral	33
Tapa y fondo toriconicos.....	35
Sobresano de izaje.....	35
Orejas de izaje	36
Brida de torreta.....	36
Sobresano manhole superior	37
Base de patas de tanque	37
Patas de tanque.....	38
Sobresano de pata.....	39
Sobresano manhole lateral	40
Impulsores-aspas de agitación	40
Omegas de agitación	41
Buje sistema de agitación.....	41
Base de trípode de agitación	42
Torreta motorreductor	42
6.3. Tanque de esencias	43
Cilindro lateral	44
Fondo toriconico	44
Tapa fija	45
Sobresano ménsula de soporte	45
Ménsula de soporte	46
6.4. Plano de los tanques de fabricación de aguardiente y esencias.....	46
7. Conclusiones.....	54
8. Referencias	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Partes de un tanque para almacenamiento de fluidos a presión atmosférica.	19
Figura 2. Fabricación de un tanque en acero inoxidable.....	20
Figura 3. Estado actual de la planta de la nueva licorera de Boyacá, se identifican trasiegos existentes y sistemas de bombeo.	21
Figura 4. Espacio disponible para la ubicación de los nuevos tanques.	22
Figura 5. Estructura o sistema de agitación tanque de jarabe presente en la FLA.....	23
Tabla 1. Dimensiones propuestas para la fabricación de cada tanque	25
Tabla 2. Verificación de volúmenes para cumplir volumen útil pactado para cada tanque.....	26
Figura 6. Plano PYD del proyecto NLB.	27
Figura 7. Convecciones utilizadas en plano PYD.	28
Tabla 3. Datos de diseño del tanque para preparación de aguardiente.	28
Tabla 4. Datos para el diseño del tanque de preparación.	29
Tabla 5. Selección de espesor de lámina para el diámetro del tanque a diseñar.....	30
Figura 8. Disposición de sobresano en un <i>manhole</i> circular del tanque de almacenamiento.	31
Tabla 6. Dimensiones de los sobresanos según los accesorios que posea un tanque.....	31
Figura 9. Sistema de venteo tradicional a partir de un cuello de ganso.	32
Figura 10. Diseño del sistema de venteo para tanque de preparación de aguardiente.	33
Figura 11. Diseño del cilindro lateral para el tanque de aguardiente.	34
Figura 12. Desarrollo del retal para los tres cilindros laterales.	34
Figura 13. Desarrollo de tapa y fondo toriconicos.	35
Figura 14. Desarrollo de sobresanos para las orejas de izaje.	35
Figura 15. Desarrollo y corte de las orejas de izaje.	36
Figura 16. Desarrollo y corte de brida de la torreta de agitación.	37
Figura 17. Desarrollo y corte de sobresano para <i>manhole</i> superior.	37
Figura 18. Corte de base para pata de tanque.....	38
Figura 19. Resultados de la simulación del comportamiento de las patas del tanque considerando el desplazamiento y factor de seguridad.	38
Figura 20. Corte de las patas para el tanque.....	39
Figura 21. Desarrollo y soldadura de sobresano para pata de tanque.	39
Figura 22. Desarrollo y soldadura de sobresano para <i>manhole</i> lateral ovalado.	40
Figura 23. Desarrollo y corte de aspas del sistema de agitación.....	40

Figura 24. Corte y ubicación de las omegas del sistema de agitación.	41
Figura 25. Corte y mecanizado de buje de teflón.....	42
Figura 26. Proceso de doblado y mecanizado de la base del trípode del sistema de agitación.....	42
Figura 27. Desarrollo de la torreta que sostendrá el motorreductor del sistema de agitación.	43
Tabla 7. Datos de diseño del tanque para preparación de esencias.....	43
Figura 28. Desarrollo del cilindro lateral para tanques de esencias.	44
Figura 29. Desarrollo del cilindro lateral para tanques de esencias.	45
Figura 30. Desarrollo y corte de la tapa fija para los tanques de esencias.	45
Figura 31. Desarrollo de sobresano para el sistema de soporte de los tanques de esencias.....	46
Figura 32. Desarrollo y doblado de la ménsula de soporte.	46
Figura 33. Plano de aprobación tanque de aguardiente.....	47
Figura 34. Plano de fabricación 1 tanque aguardiente	48
Figura 35. Plano de fabricación 2 tanque aguardiente.	49
Figura 36. Plano de fabricación 3 tanque aguardiente.	50
Figura 37. Plano de fabricación 4 tanque aguardiente.	51
Figura 38. Plano de aprobación tanque de esencias	52
Figura 39. Plano de fabricación 1 tanque de esencias.....	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones propuestas para la fabricación de cada tanque	25
Tabla 2. Verificación de volúmenes para cumplir volumen útil pactado para cada tanque.....	26
Tabla 3. Datos de diseño del tanque para preparación de aguardiente.	28
Tabla 4. Datos para el diseño del tanque de preparación.	29
Tabla 5. Selección de espesor de lámina para el diámetro del tanque a diseñar.....	30
Tabla 6. Dimensiones de los sobresanos según los accesorios que posea un tanque.....	31
Tabla 7. Datos de diseño del tanque para preparación de esencias.....	43

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

- *NLB** Nueva Licorera de Boyacá.
- *API 650** American Petroleum Institute, norma de cálculo, diseño y fabricación de tanques que contiene fluidos, los cuales se encuentran a una presión de operación igual a la atmosférica, en algunos casos pueden encontrarse operando a una presión menor a 18 kPa, estos tanques se cuentan a una temperatura igual o menor a 96 °C.
- *API 620** American Petroleum Institute, norma de cálculo, diseño y fabricación de tanques de almacenamiento de fluidos de grandes dimensiones, los cuales son fabricados a partir de acero al carbono.
- *ASME** American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos)
- *FLA** Fábrica de Licores de Antioquia.
- *m** Unidad de metros en sistema internacional.
- *cm** Unidad de centímetros en sistema internacional

RESUMEN

La Nueva Licorera de Boyacá (NLB) es una empresa industrial comercial, especializada en la producción y comercialización de alcoholes y licores, la cual tiene como sede la ciudad de Tunja, en el departamento de Boyacá. En Licorera de Boyacá, fundada en 1924, se han realizado diversas actualizaciones, siendo la más reciente en 2003. Por tanto, se puede afirmar que sus sistemas de producción y control de calidad se encuentran desactualizados o no cumplen con requerimientos modernos relativos al manejo de productos para consumo humano y especificaciones técnicas para el manejo de alcohol y licores. Para actualizar sus sistemas de producción, la NLB plantea una serie de requerimientos en los cuales expone la necesidad de adquirir un nuevo tanque de producción de aguardiente principal, el cual debe tener una capacidad nominal de 30000 litros y cinco (5) nuevos tanques de producción de esencias, los cuales deben suplir la demanda de esencia según la referencia de aguardiente a preparar en planta y deben contar con una capacidad nominal de 120 litros cada uno. Partiendo de los requerimientos planteados por NLB, la empresa EPI, de la mano de Giravan SAS, decide realizar los diseños de fabricación, operación e instalación de estos nuevos tanques. En este trabajo se abordarán las consideraciones conceptuales que se requirieron para realizar el diseño conceptual de los tanques mencionados anteriormente, haciendo énfasis en parámetros operativos relacionados con el proceso de soldadura.

Palabras clave: acero inoxidable, tanques de preparación y almacenamiento, norma API 650, soldadura en aceros inoxidables.

ABSTRACT

Nueva Licorera de Boyacá (NLB) is a commercial industrial company, specialized in the production and commercialization of alcohol and liquors, headquartered in the city of Tunja, in the department of Boyacá. Licorera de Boyacá, founded in 1924, has undergone several updates, the most recent being in 2003. Therefore, it can be said that its production and quality control systems are outdated or do not comply with modern requirements regarding the handling of products for human consumption and technical specifications for handling alcohol and liquors. In order to update its production systems, the NLB raises a series of requirements in which it exposes the need to acquire a new main liquor production tank, which should have a nominal capacity of 30,000 liters and five (5) new essence production tanks, which should supply the demand of essence according to the reference of liquor to be prepared in the plant and should have a nominal capacity of 120 liters each. Based on NLB's requirements, EPI, together with Giravan SAS, decided to design, manufacture, operate and install these new tanks. This work will address the conceptual considerations that were required for the conceptual design of the tanks mentioned above, with emphasis on operational parameters related to the welding process.

Keywords: stainless steel, preparation and storage tanks, API 650 standard, welding in stainless steels.

1. INTRODUCCIÓN

El área de preparación, almacenamiento y trasiego de aguardientes de la Licorera de Boyacá registró su última actualización en el año 2003, por lo que se hace necesario implementar algunos cambios en pro de mejorar la capacidad de producción de la planta y preservar la seguridad de las personas involucradas en los procesos de producción. La desactualización del sistema presenta una barrera tecnológica importante en términos de automatización, fiabilidad y eficiencia referentes al proceso de producción de diferentes referencias de aguardiente o ron. Estas referencias se fabrican en la zona denominada como salón de preparación, la cual cuenta con condiciones de cerramiento y manejo de alcohol especiales, al ser considerada, por norma, una zona con riesgo de explosión, donde todos sus sistemas eléctricos y electrónicos deben cumplir los requerimientos exigidos en la norma colombiana (Decreto 1686 de 2012).

Se han realizado modificaciones y actualizaciones de equipos, lo que ha derivado en quiebre con las normas de seguridad, lo que hace imperante recuperar y mejorar estos requerimientos en el proceso. Adicionalmente deben implementarse otros cambios normativos como las Buenas Prácticas de Manufactura - BPM, que no permite el uso de algunos materiales en contacto con el licor, por lo que la planta, en este momento, no se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento (Flores, 2010).

Para lograr la actualización del sistema y mejora global, es necesario fabricar dos nuevos tipos de tanques, con el objetivo de disminuir las preparaciones diarias segmentadas (límite de almacenamiento), aumentar la eficiencia del proceso de preparación en términos de tiempo, identificar claramente las esencias involucradas según el tipo de aguardiente a preparar, priorizar la seguridad del personal de planta y estandarizar el producto final. En la actualidad se hacen mezclas de 3000 litros, lo que implica la preparación de 10 o 12 mezclas por día, lo que conlleva a mayores costos de energía, mano de obra y una variabilidad en el producto de lote a lote. Con el nuevo sistema –los nuevos tanques– se pretende disminuir la variabilidad al mínimo al realizar una preparación diaria a diferencia de las 12 actuales, gracias a que el nuevo tanque de preparación constara con una capacidad nominal de 30000 litros, contando adicionalmente con sistemas de seguridad como sensores de horquilla vibrante, para evitar derrames, o la implementación de celdas de carga para estandarizar recetas y procedimientos según requerimientos de la Licorera de Boyacá.

De igual forma, la actualización del sistema incluye la adecuación de tres tanques existentes, los cuales deben de ser modificados para contar con sistemas de medición como nivel tipo regleta y sistemas de prevención de derrames como o son los sensores de seguridad tipo horquilla vibrante.

1.1. Planteamiento del problema

Partiendo de los requerimientos planteados por parte de NLB, se desea realizar el diseño de dos (2) nuevos tipos de tanques, uno para la elaboración de aguardientes según la referencia deseada y otro para la preparación y el almacenamiento de cinco (5) tipos diferentes de esencias que se utilizarán según la referencia de aguardiente a realizar. Para realizar el diseño de cada uno de los tanques, en primera instancia se deben conocer las instalaciones físicas.

1.2. Antecedentes

La fabricación de tanques atmosféricos es una aplicación ingenieril que data de 1495, año estimado en el cual Leonardo Da Vinci realiza el diseño de un recipiente a presión con el objetivo de almacenar agua. Aunque cronológicamente este puede ser el primer registro del diseño de un tanque a presión, el mayor avance a nivel teórico y práctico respecto al diseño y fabricación de estos tanques se ubica en la revolución industrial (siglo XVIII), suceso en el cual se da el auge de la utilización de vapor de agua para generar a través de la transformación de la energía química contenida en este fluido trabajo mecánico útil. A partir del año 1920, la ASME establece desde la sección I hasta la VII criterios de operación y construcción para calderas de vapor (Flores s.f)

El código ASME para la construcción de calderas de potencia, está dividido en las siguientes secciones:

- Sección I - Calderas de Potencia: enmarca la definición de lo que es una caldera de potencia, sus usos más frecuentes y las características generales de estos sistemas en cuanto a almacenamiento de fluidos y condiciones de seguridad.
- Sección II - Especificación de Materiales: definen las características operativas de los materiales involucrados en la fabricación de las calderas de potencia, donde se definen propiedades físicas, normativas y estándares utilizados para caracterizar materiales y de esta forma orientar sobre la elección de un material según los requerimientos operacionales de la caldera de potencia.
- Sección III - Requisitos generales para División 1 y División 2: Proporciona reglas para la selección de materiales, diseño, fabricación, instalación, examen y prueba de los componentes involucrados en la construcción de una caldera de potencia.
- Sección IV - Calderas para Calefacción: Proporciona reglas y lineamientos de diseño y construcción para calderas de calentamiento de vapor, calderas de calentamiento de agua, calderas de suministro de agua caliente, y para accesorios para sistemas de calefacción en general.
- Sección V - Pruebas no Destructivas: Define los procedimientos a realizar (forma correcta de aplicarlos) para corroborar que los procesos de construcción aplicados a la caldera o tanque fueron adecuados y cumplen con la normativa vigente según el tipo de tanque. Estos procedimientos no destructivos generalmente están orientados a verificar la calidad de las soldaduras aplicadas durante el proceso de fabricación de la caldera, de este modo se define los métodos más efectivos para detectar en los cordones de soldaduras discontinuidades, defectos o irregularidades que permitan descartar o aprobar

las soldaduras realizadas en el tanque o caldera a fabricar, todo esto enmarcado en estándares previamente definidos.

- Sección VI - Reglas y Recomendaciones para el cuidado y operación de las calderas de potencia: Brinda lineamientos para alargar la vida útil del tanque a fabricar y recordaciones operativas para asegurar la eficiencia del tanque y la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento.
- Sección VII - Guía y recomendaciones para el cuidado de Calderas de Potencia: Complemento de la sección VI.
- Sección VIII - Recipientes a Presión: Define las principales diferencias en términos de diseño, construcción y operación de tanques o calderas que funcionan a una presión interna mayor a la atmosférica, donde se incluyen chaquetas térmicas o fases intermedias con las que debe contar el tanque según los requerimientos operativos (Bruce y Will, 2005).

Este código de construcción es aplicado a lo largo del mundo, donde anualmente se realizan modificaciones y nuevas recomendaciones para evitar fallas operativas que pongan en riesgo la vida útil del tanque fabricado y la vida del personal que se encuentre cerca del mismo. A partir de este código, y reuniendo información suministrada por fabricantes, compradores y operarios la API, se define el estándar 650, el cual es un código no restrictivo que define características de diseño, fabricación y montaje de tanques de almacenamiento soldados; es preciso aclarar que aunque la norma API 650 está orientada al almacenamiento de productos derivados del petróleo, ha sido escalada para el almacenamiento de diferentes productos como agua, destilados de alcohol y diferentes productos químicos en estado líquido o gaseoso.

El objetivo principal del código API 60, teniendo en cuenta sus diferentes secciones y temáticas desarrolladas es facilitar la compra y la fabricación de tanques de almacenamiento atmosféricos.

Tomando en cuenta estos antecedentes y las normas descritas, la compañía EPI SAS de mano de Giravan han desarrollado diferentes tanques de almacenamiento para diversas compañías en Colombia y países aledaños, teniendo como más reciente antecedente la actualización de la planta de preparación de aguardiente de la FLA, en la cual se realizó la construcción de 19 tanques de almacenamientos de capacidad de 25000 litros útiles y 2 tanque destinados a la preparación de esencia y jarabe, los cuales son 2 ingredientes fundamentales en la elaboración de las diferente referencias de aguardiente ofrecidas por esta compañía.

2. JUSTIFICACIÓN

El proceso de diseño de diferentes componentes dentro de la Ingeniería involucra una serie de características que deben tenerse en cuenta para lograr que el componente diseñado conserve un equilibrio entre funcionalidad, mantenibilidad y aplicabilidad dentro del contexto donde se requiere, por esta razón este documento abarca las diferentes consideraciones que se tienen en cuenta para realizar el diseño de 2 tanques de almacenamiento de producto específicos, los cuales deben cumplir con los requerimientos establecidos previamente por NLB, además, deben tener dimensiones óptimas para evitar dañar o modificar de manera notoria la construcción civil de la planta existente de NLB. Estos tanques deben acoplarse de manera adecuada a las redes establecidas en el plano PYD y deben diseñarse teniendo en cuenta los materiales disponibles en el comercio (láminas de acero, bobinas de acero, procesos de soldadura convencionales), de esta manera el diseño también debe tener en cuenta viabilidad en términos de construcción y costos de fabricación, permitiendo de esta forma realizar el tanque dentro de las instalaciones de EPI SAS, para posterior a esto ser desplazado hacia las instalaciones de la planta de NLB, ubicada en la ciudad de Tunja.

Dentro de este trabajo se abarcarán consideraciones de diseño de los diferentes componentes con los que debe contar los tanques a fabricar, puesto que según la normativa que rige el diseño de estos tanques se deben tener en cuenta elementos operativos como lo son las tubuladuras de entrada y salida de los tanques, elementos de mantenimiento como son manhole superior, manhole lateral, elementos de izaje como las orejas de izaje, elementos de soporte como las patas del tanque y demás elementos relacionados al sistema de sensorica como pueden ser el sensor de horquilla tipo vibrante, celdas de carga para registrar el volumen del tanque en tiempo real y las válvulas actuadas y manuales acopladas al sistema del tanque.

El desarrollo de lámina y la distribución de la misma también sirve como una guía para crear un registro ordenado de todos los componentes con el fin de establecer un centro de costos para proyectos de similares características.

Todas estas características involucradas en el proceso de diseño se constatan o comparan con diseños o construcciones pasadas elaboradas en la compañía donde se realizó el proceso de semestre de industria, permitiendo así establecer tiempos de trabajo, cronogramas de actividades y posibilidades de mejora para futuros proyectos llevados a cabo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar el diseño de los nuevos tanques de preparación de aguardiente y preparación de esencias en la Nueva Licorera de Boyacá, teniendo en cuenta requerimientos de diseño, operación y restricciones físicas de la planta de producción.

3.2 Objetivos específicos

- Definir las características operacionales, de diseño y montaje de la obra civil y de los tanques de la NLB.
- Diseñar bajo la norma API 650 un tanque de 30000 litros, en acero inoxidable, para realizar el proceso de preparación de aguardiente en la Nueva Licorera de Boyacá.
- Diseñar bajo la norma API 650 tres tanques de 300 litros, para la preparación de diferentes esencias, según la referencia de aguardiente a elaborar.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Elaboración de bebidas alcohólicas

La elaboración del aguardiente tiene como principal objetivo obtener una bebida de alta graduación mediante la destilación de otra de bajo contenido alcohólico. Para llegar a obtener ron, por ejemplo, no es suficiente con fermentar la caña de azúcar puesto que la graduación alcohólica máxima que se presenta tras un proceso de fermentación no es superior al 8-12% v/v. Esto se debe a que el etanol inhibe la división celular de las moléculas de azúcar (Sorora y Pineda, 1965).

El etanol es un líquido incoloro, volátil, combustible y con un punto de ebullición de 78 °C. Es el componente principal de todas las bebidas alcohólicas¹. Ciertas bebidas son el resultado de la fermentación producida por hongos o microbios, llamados levaduras, al alimentarse de los azúcares, convirtiéndolos en etílico y gas carbónico en una reacción exotérmica. Otras simplemente se obtienen tras poner en contacto el alcohol vínico con la sustancia que le aportará sabor y aroma. Mediante la destilación, puede separarse el alcohol del resto de componentes. Según su graduación y tratamiento se distinguen (Madrid, 2016):

- Los aguardientes simples son aquellos que proceden de la destilación de materias vegetales, que le aportan el aroma y sabor. Su graduación alcohólica debe estar comprendida entre 30-80 %v/v. En función de las materias primas y el proceso de obtención destacan los aguardientes de vino, orujo, caña, melazas de caña, frutas, sidra y cereales.
- Los aguardientes compuestos son los que presentan aromas, colores o sabores distintos del aguardiente simple original por la adición de sustancias maceradas o de infusiones de productos vegetales, esencias, azúcares u otras bebidas alcohólicas. Se distingue dentro de este grupo:
 - Alcoholes destilados. Aquellos cuya graduación está entre 80-96% v/v.
 - Alcoholes rectificadas. Se obtienen mediante destilación y rectificación de aguardientes y alcoholes destilados. Su contenido alcohólico es superior a 96% v/v.

El alcohol es un líquido claro, incoloro con olor característico y sabor picante. Es fácilmente inflamable, al entrar en ignición a temperatura ambiente, y sus vapores forman mezclas explosivas con el aire a concentraciones bajas. Los vapores pueden arder por cualquier fuente de ignición (como calor, llama, chispas, descargas estáticas, etc.). Por ello, de acuerdo con ARP SUR² existen múltiples requerimientos para su procesamiento y almacenamiento como:

- El área debe ser fresca, seca y protegida de la luz directa del sol. El tanque preferiblemente debe quedar en una zona exterior a edificios, de todas formas, debe quedar retirado de áreas de alta circulación de personal, elevadores, edificios, puertas o pasillos.

¹ Tomado de: <https://quimica.laguia2000.com/compuestosquimicos/etanol-y-bebidas-alcoholicas>.

² Ver más en: https://www.arlsura.com/files/almacenamiento_seguro_alcohol.pdf

- El área siempre debe tener excelente ventilación ya que el etanol es muy volátil y se pueden acumular valores fácilmente en corto tiempo.
- Los muros y los techos de la bodega de almacenamiento deben ser incombustibles.
- Eliminar toda fuente de ignición como cigarrillos encendidos, llamas abiertas, calor o descargas electrostáticas en la zona del tanque y en sus accesos o salidas.
- Almacenar lejos de materiales incompatibles (cualquier agente oxidante).
- Construir alrededor muros de contención que retengan un 110% del volumen total del tanque, para contener los posibles derrames. El suelo y los muros de contención deben ser impermeables. * El solo cemento no es impermeable.
- Instalar en el tanque venteaderos de presión y válvula de alivio.
- Idealmente, el orificio respirador del tanque debe contar con un supresor de llama.
- Los equipos mecánicos y eléctricos tales como bombas, sistemas de ventilación y de iluminación no deben ser generadores de chispas.
- Los tanques y las tuberías de conducción siempre deben estar conectados a tierra.
- Los tanques deben ser de material metálico porque el plástico representa un riesgo adicional (acumula cargas estáticas aumentando el riesgo de incendio).

4.2 Estándares para el diseño, cálculo y construcción de tanques

De acuerdo con Gudiño y Rubio (2017), a nivel mundial, las normativas aplicables a la construcción de tanques son las ASME (American Society of Mechanical Engineers), las API (American Petroleum Institute) y las AWS (American Welding Society).

Entre estas, la construcción y modificación de tanques de almacenamiento se rige principalmente por los estándares de la American Petroleum Institute (API), la cual establece lineamientos para el diseño, construcción, inspección y mantenimiento preventivo y correctivo de tanques de almacenamiento de aceros soldados para productos relacionados con derivados del petróleo u otras sustancias (Andrades, 2009). Entre estos se destacan:

- La API 620: empleado para el diseño de grandes tanques de tipo horizontal o vertical, los cuales operan en presiones y temperaturas menores a 15 psi y 93 °C.
- La API 650: útil para la construcción de tanques soldados, donde su presión interna está a 2,5 psi a 90 °C.

Esta normativa proporciona pautas a detalle para realizar la fabricación, asegurar la vida útil de los tanques fabricados y brindar seguridad estructural de tanques de almacenamiento que contiene líquidos a presión atmosférica. La norma API 650 incluye en su contenido especificaciones para diferentes aspectos, como lo pueden ser el diseño estructural, los materiales

más utilizados, procedimientos técnicos de soldadura y los métodos de inspección a través de END para así garantizar la integridad y seguridad operativa de los tanques puestos en funcionamiento.

4.3 Fabricación de tanques

El API 620 y 650 establecen lineamientos para la construcción de tanques para almacenamiento de fluidos, empleando materiales como aceros al carbono y aceros inoxidable. Los tanques de acero inoxidable son comúnmente utilizados en para el almacenamiento de alimentos sólidos y líquidos como el agua, leche, jugos, refrescos, y bebidas alcohólicas como vino, cerveza, entre otros. En el caso específico de la industria de alimentos y bebidas, los metales utilizados son los aceros inoxidables, siendo muy empleados el AISI 304 y AISI 316, gracias a su resistencia a la corrosión, resistencia mecánica, apariencia y propiedades higiénicas, resistencia a altas y bajas temperaturas, buenas propiedades de soldabilidad, mecanizado, corte, doblado y plegado, y bajo costo.

Los tanques están compuestos, grosso modo, de tres elementos: cuerpo (o casco), manhole y tapas. Según el diseño y uso específico pueden contar con instrumentos de control y medición, de agitación, calefacción, aislamiento térmico y otros, según las necesidades del proyecto (Grupo Acura, 2021).



Figura 1. Partes de un tanque para almacenamiento de fluidos a presión atmosférica.

Para tanque de grandes de grandes dimensiones, el cuerpo y las tapas, son fabricados a partir de laminas, las cuales son conformadas y unidas mediante procesos de soldadura, como se presenta en la Figura 2.



Figura 2. Fabricación de un tanque en acero inoxidable.

El estándar API 650 define los criterios tanto para la fabricación como la evaluación del conjunto soldado y el sistema completo. Estos requerimientos son de riguroso cumplimiento, lo cual implica que tanto la fabricación como la evaluación deben estar a cargo de personal calificado tanto para la interpretación de las instrucciones como para la realización de las operaciones allí definidas.

4.4 Estado actual de la planta de la NLB

Inicialmente, se realizó un diagnóstico de los sistemas existentes en la NLB, el cual arrojó los siguientes resultados:

- Actualmente el sistema cuenta con un tanque de mezclado de 10000 litros, con una (1) bomba de trasiego hacia ocho (8) tanques de almacenamiento de acero inoxidable, cada uno de 5000 litros. La descarga desde el tanque de mezclado hasta otro tanque requiere del traslado del operario entre los tanques, para realizar una inspección visual del nivel del tanque y la manipulación de válvulas para dirigir el flujo.
- Adicionalmente, para poder realizar el bombeo desde el tanque de mezclado hasta los tanques de almacenamiento se deben accionar válvulas manuales para el ducto de llenado de estos tanques. El proceso de llenado de los tanques existentes no es posible con las bombas actuales, debido a que los trasiegos aéreos no tienen la capacidad de soportar el flujo de las dos bombas existentes funcionando al tiempo.
- Los tanques de acero inoxidable tienen válvulas actuadas en la parte inferior, pero la descarga se debe hacer manual a una de las dos líneas que se tienen para envío de producto. Además, solo se cuenta con dos filtros prensa fijos y cada vez que se quiere enviar producto por una de las líneas se deben manipular válvulas manuales para conectar el filtro a la línea de llegada e interconectarlo con la línea de salida.
- La tubería carece de marcación, lo cual se presta para equívocos en el proceso. Su instalación se hizo en diferentes materiales (acero inoxidable y PVC), lo cual no cumple normatividad de inocuidad toda vez que tiene elementos roscados donde eventualmente se presenta acumulación de microorganismos.
- No se tiene un control sobre la cantidad de producto que se despacha al área de envasado, ni de la cantidad de producto que desde envasado retorna, por lo que actualmente no se conoce la eficiencia real del proceso de llenado.

- Referente a los tanques existentes, se encontró que el tanque de preparación carece de un sistema de estabilidad óptimo, puesto que está soportado por cuatro perfiles circulares de un SCH menor a 10, por lo que presenta un riesgo alto en términos de funcionamiento. Este tanque no cuenta con un sistema de medición que permita identificar la cantidad de aguardiente en su interior, lo que genera incertidumbre en la cantidad de producto que llega a la zona de envasado.
- El estado actual de la zona de preparación puede evidenciarse en la Figura 3, donde se puede identificar que algunos trasiegos se encuentran clausurados, además del espacio en donde se ubicará el nuevo tanque de preparación.

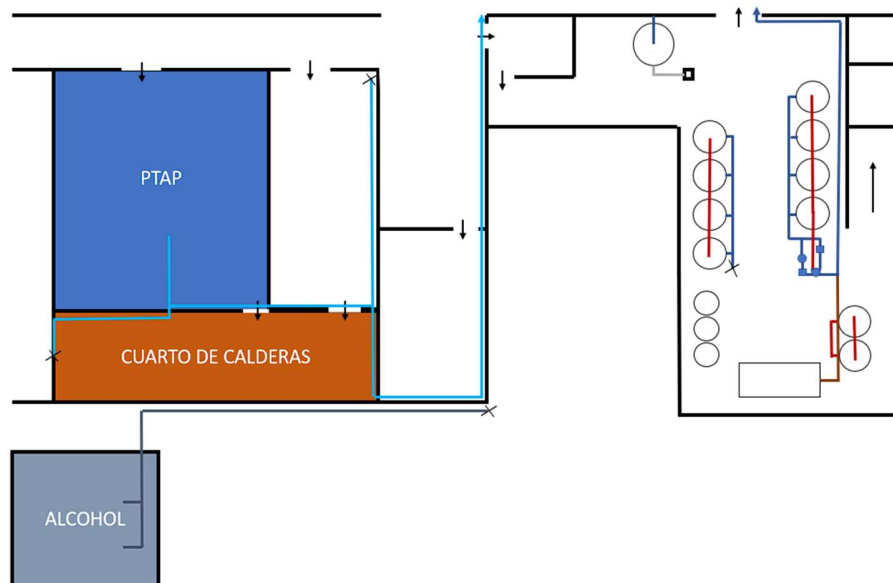


Figura 3. Estado actual de la planta de la nueva licorera de Boyacá, se identifican trasiegos existentes y sistemas de bombeo.

La identificación de las características físicas de la planta es de suma importancia porque permite evidenciar restricciones, en cuanto al espacio de los tanques a fabricar y a adecuar. Una de las principales características a tener en cuenta es la altura máxima que puede tener el tanque de preparación, puesto que, de los cuatro tanques a construir, este es el que presenta mayor tamaño. Además, cuenta con un sistema de agitación unido a un motor reductor, por lo que se debe tener en cuenta este espacio para programar el montaje en posición final del tanque y asegurar que el espacio restante permita realizar en algún momento mantenimiento preventivo o correctivo, según sea el caso. A partir de esto se logra identificar que la planta cuenta con un sistema de cerchas, las cuales se encuentran a una altura de 5,5 metros, además, posee una altura máxima de 6,5 metros, definiéndose a si las restricciones de espacio para este tanque. En la Figura 4 se pueden identificar las alturas descritas y el espacio disponible en el salón de preparación de aguardiente.



Figura 4. Espacio disponible para la ubicación de los nuevos tanques.

Una vez finalizada la toma de medidas para levantar la obra civil existente, es de suma importancia identificar las necesidades del cliente en cuanto a las prestaciones de cada tanque, puesto que estos requerimientos condicionaran la naturaleza del tanque a fabrica. De esta manera se identifica que NLB requiere:

4.5 Condiciones para los tanques de preparación de aguardiente y esencias

El cliente requiere para el tanque de almacenamiento un sistema que permita identificar la cantidad de producto almacenado, por lo que se propone acoplar un sistema de pesaje, el cual cuenta con tres celdas de carga, las cuales envían la información a una tarjeta sumadora, para posteriormente a través de un tratado de datos se vea reflejada la masa total del tanque en un *display*.

De igual forma, se demanda de un sistema que informe cuando se alcanza un nivel de líquido equivalente al 80% de su capacidad, con el fin de evitar derrames y pérdida de producto. Para suplir esta necesidad se propone la instalación de un sensor de horquilla vibrante en la tapa superior de este tanque, el cual al ser activado al contacto con el líquido generara vibración (señal análoga), la cual transforma en una señal digital que indique que el nivel de líquido del tanque fue alcanzado. En este tanque se realizarán las recetas de aguardiente según demanda, por lo que debe contar con un sistema de agitación que permita homogenizar la mezcla según la cantidad de alcohol, esencia, agua y jarabe entren en él (en ese orden).

Para los tanques de esencias, es preciso que dos de los tanques existentes sean modificados según algunos requerimientos como poseer un sistema de toma de muestras, que permita extraer de cada tanque una pequeña porción de producto para ser analizada en el laboratorio de la planta. Además, contar con una regla de nivel que permita identificar de manera visual la cantidad de producto almacenado en cada tanque, este medidor deberá estar graduado con la altura alcanzada por el fluido. Para la preparación efectiva de una esencia, cada tanque debe contar con un sistema de agitación estilo tripala, que al ser impulsado por un motor reductor de características específicas (1 HP) permita la homogenización de producto. Un ejemplo de este sistema de agitación es la estructura del tanque de jarabe presente en la Fábrica de licores de Antioquia, la cual se puede ver en la Figura 5.

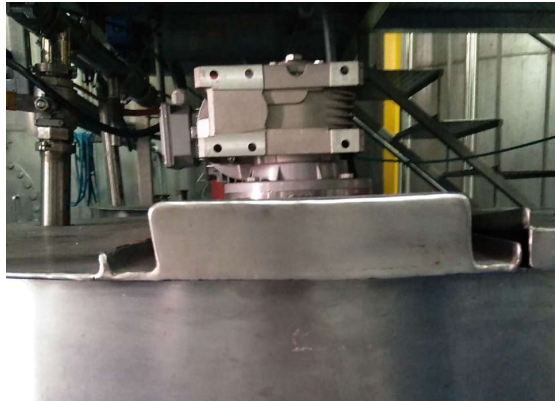


Figura 5. Estructura o sistema de agitación tanque de jarabe presente en la FLA.

5. METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto se realizará en seis etapas, descritas a continuación.

1. **Recolección de información:** En primera instancia, se debe realizar una visita a las instalaciones de NLB, esto con el fin de establecer las características físicas de la planta, determinar espacios disponibles para ubicar los tanques fabricados y referenciar posibles restricciones para el desplazamiento de estos.
2. **Planos de la obra civil:** Una vez se realice la visita a la planta, se debe levantar la obra civil en un software de dibujo CAD, para identificar de manera cuantitativa los espacios disponibles y las posibles posiciones finales de cada tanque, tanto los que serán fabricados como aquellos a modificar. El levantamiento de la obra civil es de gran ayuda, puesto que permite identificar las condiciones operativas de la planta, estas condiciones operativas se definen como las posiciones de los puntos ceros de los servicios que deben llegar a cada tanque (aire para controlar válvulas actuadas, conexiones eléctricas para las bobinas de las válvulas y todo tipo de soportes que deban tener las instalaciones realizadas en planta). La obra civil debe plasmarse en planos técnicos, que al ser revisados darán cuenta de las posiciones más favorables para los tanques y de la ubicación de los gabinetes de control y potencia para cada sistema instalado.
3. **Evaluación y aprobación de los planos de obra civil:** Una vez se realicen estos planos, se presentarán a los ingenieros a cargo del proyecto en la NLB; estos definirán cambios o mejoras en los sistemas presentados, de esta forma se define claramente el alcance final del proyecto a ejecutar.
4. **Diseño de los tanques:** Una vez definidas las restricciones del proyecto y el diseño de la obra civil, se procede con el diseño de un tanque de preparación (30000 litros) y dos de esencias (300 litros), fabricados en acero inoxidable, empleando el estándar API650.
5. **Evaluación y aprobación de los diseños de los tanques:** Una vez se realicen estos planos, se presentarán a los ingenieros a cargo del proyecto en la NLB, quienes definirán

cambios o mejoras en los sistemas, teniendo en cuenta los requerimientos de fabricación del API 650, del cliente (NLB), así como las restricciones de montaje y transporte.

6. Elaboración del informe final: será construido el informe final de la práctica empresarial.

6. RESULTADOS

6.1. Área de construcción civil y plano de construcción y diseño

En primera instancia fue preciso definir las características físicas de la construcción civil de la planta de NLB, con el fin de detectar las posibles restricciones físicas que pueda tener el tanque y definir la posición final del mismo. La vista a la planta arroja la siguiente información que es importante tener en cuenta.

La planta cuenta con una entrada de puerta corrediza que posee una longitud horizontal máxima de 3,2 m y una altura de 3,3 m, por lo que se decide en primera instancia que el tanque debe entrarse “acostado” o de manera horizontal, ya que para alcanzar el volumen solicitado por el cliente la altura promedio de estos tanques es de aproximadamente 4 m. Para los tanques de esencia no se encuentra una restricción que pongan en peligro la entrada de estos tanques a la planta existente. De igual forma mediante un medidor laser se determina que la altura máxima de trabajo para la zona de preparación de aguardiente es de 6,5 m, por lo que considerando que el mantenimiento del sistema de agitación (aproximadamente 30 cm para que el operario pueda extraer el motor del sistema) se tiene de aproximadamente 6,2 m disponibles para la altura total del tanque de preparación de aguardiente.

A partir de los datos recolectados se procede a realizar el plano de proyecto y diseño (PYD) del proyecto de NLB, teniendo en cuenta las líneas de trasiego que deben entrar en cada tanque, diferenciando su posición y el tipo de producto que pasa por cada red de tubería.

Con la construcción del plano PYD es necesario determinar las dimensiones externas de cada tanque, con el fin de realizar los diseños geométricos de la distribución de lámina, según el material para cada pieza o los elementos que deba estar presente en cada tanque (1 preparación y 2 de esencias). A partir de los volúmenes útiles en la Tabla 1 se proponen las siguientes medidas para cada tanque:

Tanque fabricado	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Volumen (litros)
Tanque preparación de aguardiente	4500	3000	30000
Tanque de esencia	680	550	200

Tabla 1. Dimensiones propuestas para la fabricación de cada tanque

Estas medidas deben corroborarse teniendo como valor semilla o de partida los volúmenes útiles de cada tanque en litros. Para realizar la verificación de los volúmenes para cada tanque se tiene que:

$$\text{Area transversal (m}^2\text{)}: \frac{\pi}{4} * (\text{diámetro}^2)$$

$$\text{Volumen calculado (m}^3\text{)} = \text{Area transversal} * \text{Altura}$$

$$\text{Volumen (lts)} = \text{Volumen calculado} * 1000$$

La Tabla 2 presenta la verificación de volúmenes para cada tanque.

n	Altura (m)	Diámetro (m)	Área transversal (m²)	Volumen calculado (m³)	Volumen (litros)
Tanque preparación	4,50	3,00	7,068	31,808	31808,6
Tanque de esencias	0,68	0,55	0,237	0,161	161,5

Tabla 2. Verificación de volúmenes para cumplir volumen útil pactado para cada tanque.

De esta forma se establece que los datos de entrada para cada tanque son:

- Tanque de preparación de aguardiente: Altura de los anillos de 4,5 m y diámetro nominal de 3 m.
- Tanque de esencias: Altura del anillo de 0,65 m y diámetro nominal de 0,55 m.

Los requerimientos planteados por NLB y los cambios o sugerencias planteados por parte de Giravan SAS permiten construir el PYD donde se diferencian todas las rutas de trasiego planteadas en el proyecto. El plano final se presenta en la Figura 6.

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

27

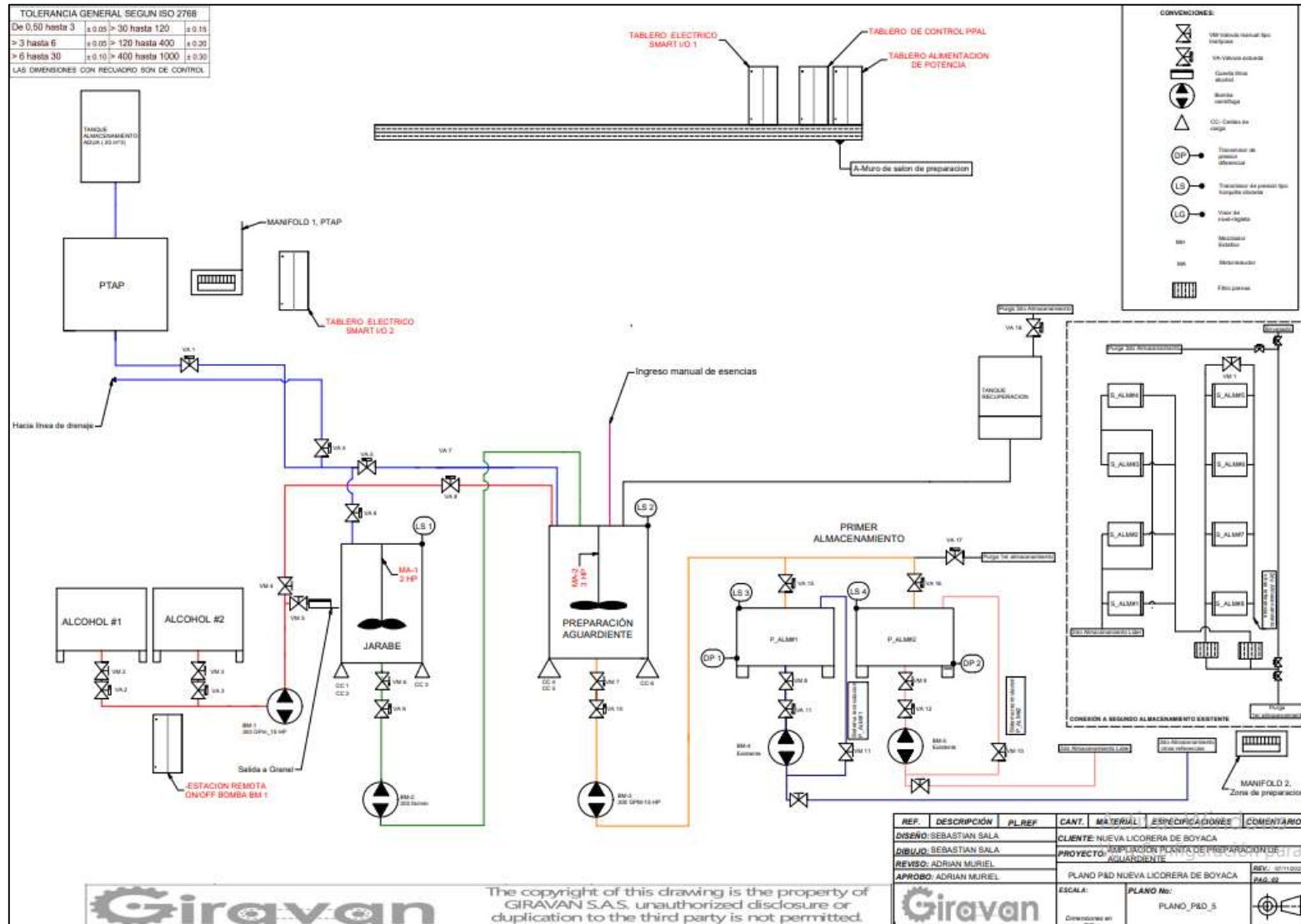


Figura 6. Plano PYD del proyecto NLB.

Para brindar mayor claridad respecto a los componentes incluidos en el plano PYD diseñado para el proyecto actual, la Figura 7 presenta las convenciones utilizadas en dicho plano, donde se incluyen elementos de automatización y control y la conexión entre tanques nuevos y existentes.

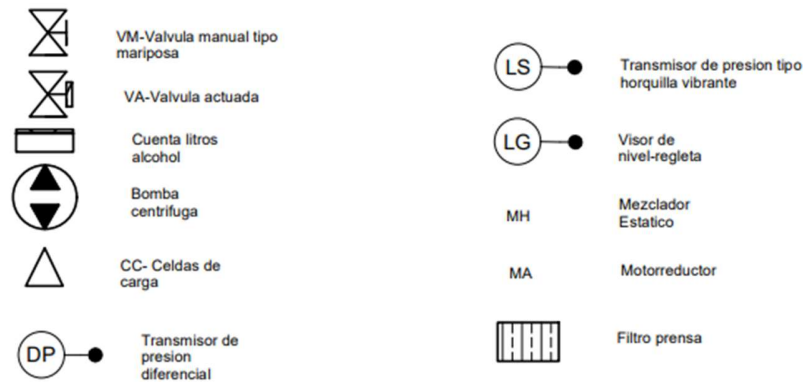


Figura 7. Convecciones utilizadas en plano PYD.

Partiendo de los datos iniciales, se inicia con el proceso de diseño para ambos tanques planteados en el proyecto descrito.

6.2. Tanque de preparación de aguardiente

Las siguientes memorias resumen las labores de análisis del tanque de preparación aguardiente de la NLB. Se utilizó como guía para el análisis de diseño la norma API 650, por el método de 1 pie, sección 5.6.3 de la norma API 650. Los datos de diseño se presentan en la Tabla 3.

Díámetro interno (mm)	3000
Altura (mm)	4500

Tabla 3. Datos de diseño del tanque para preparación de aguardiente.

La selección del material se realiza teniendo como referencia la tensión admisible del material a seleccionar, puesto que este debe estar en la capacidad de soportar las cargas internas del tanque que surgen como producto de la columna de líquido almacenada al interior de este. De igual forma, el material seleccionado debe presentar un buen comportamiento en términos de resistencia a la corrosión, puesto que estará expuesto a fluidos como el alcohol y jarabe (azúcar más agua) que pueden acelerar este proceso, lo que puede generar debilitamiento de la estructura general del tanque y contaminación del producto a elaborar. Por esta razón se determina que el tanque debe fabricarse en un acero inoxidable que posea facilidad para ser conformado y que pueda encontrarse con facilidad en el mercado en formato bobina o en láminas de gran tamaño (5 x 10). A partir de esto y teniendo en cuenta las memorias de cálculo con las que cuenta la empresa, se decide realizar el tanque en acero inoxidable SAE 304. El acero SAE 304 es una aleación de acero inoxidable que pertenece a la serie 300 de aceros inoxidables auténticos. Como acero posee las siguientes características:

- En su composición química posee un contenido de cromo (Cr) entre 18-20%, níquel (Ni) de 8-10.5%, y pequeñas cantidades de manganeso, silicio, fósforo y azufre.
- El acero SAE 304 es de estructura austenítica, lo que significa que tiene una estructura cristalina específica regular cubica a temperaturas ambiente y elevadas (normalmente después del proceso de recocido).
- Su límite elástico es de 210 MPa mientras la resistencia máxima a la tracción es de 564 MPa.
- Tiene una excelente resistencia a la corrosión, especialmente en entornos poco favorables para los aceros como la exposición al agua, productos químicos y a la atmósfera.
- Mantiene su resistencia a temperaturas elevadas y es resistente a la oxidación hasta ciertos límites de temperatura.
- Es fácil de trabajar y se puede soldar con métodos comunes, aunque puede ser susceptible a la corrosión intergranular después de la soldadura en ciertas condiciones.
- Debido a su buena resistencia a la corrosión, el acero SAE 304 se utiliza comúnmente en la fabricación de equipos para la industria alimentaria, química, farmacéutica y en aplicaciones arquitectónicas. También se utiliza en la producción de utensilios de cocina y en la fabricación de equipos para la industria del petróleo y el gas.

Por su parte, el fluido a almacenar posee una gravedad específica (G) de 0,963 y una temperatura (T) de 40 °C.

Cálculo de los espesores de anillo

Para esto se tienen en consideración los datos de diseño definidos en la Tabla 4.

Esfuerzo máximo admisible[MPa]	S	140
Eficiencia de junta suponiendo que prueba radiográfica parcial	E	70%

Tabla 4. Datos para el diseño del tanque de preparación.

Según la API 650 apéndice S, el espesor se define como:

$$t = \frac{4,9 + D(H - 0,3)G}{S_d * E} + ca$$

Donde:

t: espesor de diseño del cuerpo (mm).

D: diámetro nominal del tanque [m] H: Altura de diseño para el líquido (m).

G: gravedad específica del líquido almacenado, definido por el cliente.

S: esfuerzo admisible para la condición de diseño (MPa).

E: eficiencia de junta.

Ca: valor estimado por el cliente respecto a una configuración especial anti corrosión.

Por tanto, el espesor máximo de los anillos es:

$$t_d = \frac{4.9 * 3 * (4.5 - 0.3) * 0,963}{(140) * 70\%} + ca$$

$$t_d = 0.6066 + ca$$

Dado este espesor es bajo, la norma especifica un espesor para anillos mínimo de 3/16'' (5 mm), para este tipo de tanque con base en la Tabla 5.

Diámetro nominal del Tanque		Espesor nominal de lámina	
(m)	(ft)	(m)	(ft)
< 15	< 50	5	3/16
15 hasta < 36	50 hasta < 120	6	1/4
36 hasta 60	120 hasta 200	8	5/16
> 60	> 200	10	3/8

Notas:

1. A menos que se especifique otra cosa por el comprador, el diámetro nominal del tanque deberá ser el diámetro de la línea media de las láminas del anillo inferior del cuerpo.
2. Los espesores especificados están basados en requerimientos de montaje
3. Cuando se especifique por parte del cliente, lamina con un espesor nominal mínimo de 6 mm puede sustituir lamina de ¼ pulgada.
4. Para diámetros menores que 15 m pero mayores que 3,2 m, el espesor nominal de las placas del cuerpo no podrá ser inferior a 6mm.

Tabla 5. Selección de espesor de lámina para el diámetro del tanque a diseñar.

Cálculo del espesor del fondo

- Espesor mínimo para plato del fondo: Para este tipo de tanque atmosférico, la norma especifica que todas las láminas del fondo deben tener un espesor nominal mínimo de 5 mm (3/16 in) y 70 kPa (10,2 lb/ft²).
- Espesor de sobresanos para accesorios (incluido *manhole* lateral y superior): Un sobresano o ruana es un elemento fabricado en el mismo material que un tanque el cual se encuentra unido al mismo y a un accesorio en cuestión (Figura 8). Éste cumple la función de disminuir el esfuerzo que soportara el accesorio en comparación a si el accesorio se suelda directamente a la periferia del tanque. Es decir, que son refuerzo fabricados en lamina que aseguran la rigidez estructural, tanto del tanque como del accesorio unido a él, estos sobresanos o ruanas usualmente se acoplan a elementos como *manholes* superiores y laterales (entradas con compuerta que permiten el ingreso de un operario al tanque), patas de tanque, torretas para sostener el sistema de agitación en caso de que exista, tubuladuras de entrada y salida si son muy grandes. En este caso el tanque diseñado tendrá sobresanos.



Figura 8. Disposición de sobresano en un *manhole* circular del tanque de almacenamiento.

En la tabla 3-3, del API 650 está listado el espesor que correspondería a los refuerzos que requieren los diferentes accesorios que puede tener el tanque, pero también dice lo siguiente:

3.7.1.4 Cuando un tamaño intermedio a los tamaños listados en la tabla 3-3 por 3.14 es especificado por el comprador, la construcción de detalles y esfuerzos será conforme a la apertura más grande listada en las tablas. El tamaño de las aperturas o conexiones del tanque deberán no ser mayores que el máximo tamaño dado en la tabla apropiada.

En este caso, la mayor apertura (como es de esperarse) es la del *manhole*, que tiene un diámetro de 500 mm; por lo tanto, la tabla nos indica:

Tabla 3-3—Espesores de placas de cubierta de manhole del casco y bridas empernadas

Column 1 Max. Design Liquid Level m (ft) H	Column 2 Equivalent Pressure ^a kPa (psi)	Column 3				Column 4				Column 5			
		mínimo espesor de la plancha de cubierta				mínimo espesor de la brida empernada							
		500 mm (20 in.) Manhole	600 mm (24 in.) Manhole	750 mm (30 in.) Manhole	900 mm (36 in.) Manhole	500 mm (20 in.) Manhole	600 mm (24 in.) Manhole	750 mm (30 in.) Manhole	900 mm (36 in.) Manhole				
6.4 (21)	63 (9.1)	8 (5/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	6 (1/4)	6 (1/2)	8 (5/16)	10 (3/8)				
8.2 (27)	80 (11.7)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	14 (7/8)	6 (1/2)	8 (5/16)	10 (3/8)	11 (7/16)				

Tabla 6. Dimensiones de los sobresanos según los accesorios que posea un tanque.

Como no debe tomarse un tamaño intermedio entre los valores, la altura más grande para el tanque es 4,5 m, lo que nos indica un espesor mínimo de 5 mm (3/16”).

Espesor de techo

El cliente solicita un techo toriconico, por lo tanto, es un techo auto soportado. Por consiguiente, el espesor nominal mínimo debe ser 5 mm (3/16 in). Esto es soportado con base en la norma API 650, donde se define:

3.10.2.2. Las láminas del techo deben tener un espesor nominal mínimo de 5 mm (3/16) más la tolerancia de corrosión. Para techos cónicos auto soportados puede ser necesario el uso de espesores mayores (ver 3.10.5 o 3.10.6).

3.10.2.4. Todos los elementos estructurales del techo deben tener un espesor nominal mínimo de 0,17" (4.3 mm). El método para dar protección a la corrosión a estos elementos se debe acordar entre el cliente e el fabricante.

Sistema de venteo

El venteo se utiliza para controlar la presión interna del tanque, evitando así posibles daños o incluso rupturas debido a la acumulación de presión al interior, debido a la acumulación de gases.

Este sistema regularmente está constituido por un niple y dos (2) codos (formando un sistema de retorno). La norma API aplicada establece que los sistemas de cuello de ganso (sistema de venteo) deben tener un diámetro mayor a las tubuladuras de salida del tanque, debido a que las tubuladuras de salida del tanque diseñado son de 2" de diámetro, se selecciona un sistema de venteo de diámetro 3", conformado así por un niple o tramo recto de 15 cm de largo y dos (2) codos a 90 grados formando un a "U", los 3 componentes serán de SCH 10, la cual es una designación para el espesor. En esquema de este sistema se presenta en la Figura 9

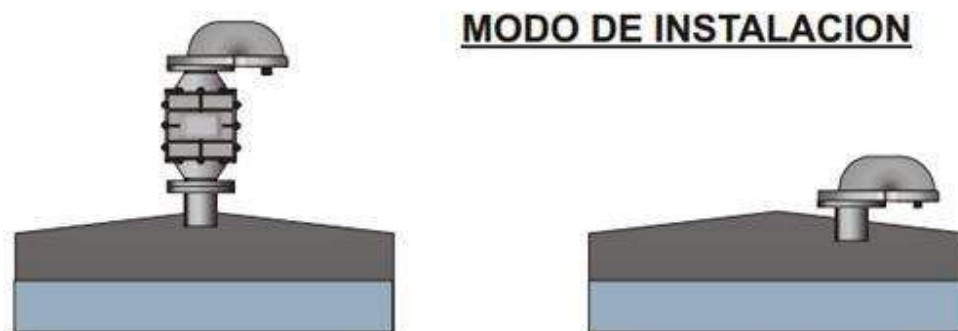


Figura 9. Sistema de venteo tradicional a partir de un cuello de ganso.

Por lo tanto, el diseño final de esta pieza se presenta en la Figura 10.

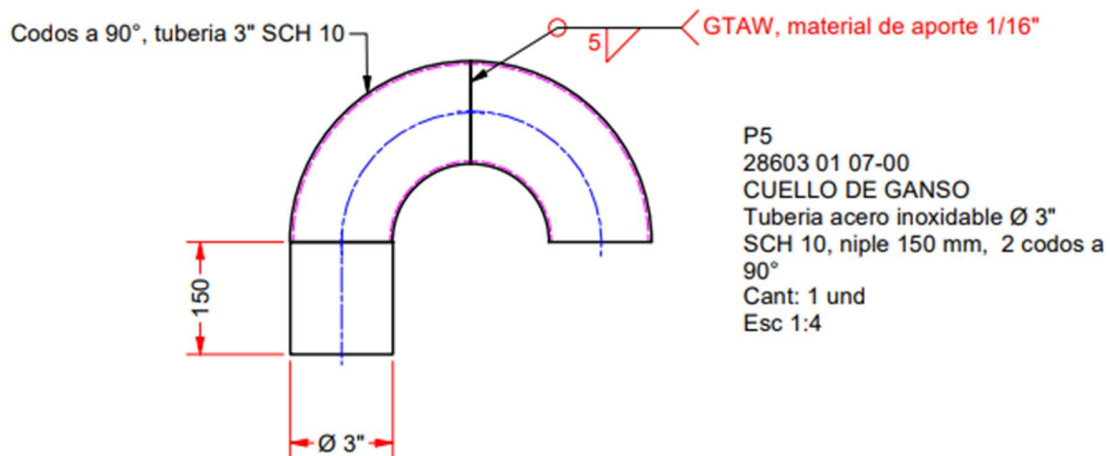


Figura 10. Diseño del sistema de venteo para tanque de preparación de aguardiente.

Tubuladuras de salida y entrada de productos

A partir de los requerimientos pactados por el cliente, y como la norma API no restringe el tamaño de tubuladuras para la fabricación de un tanque, se selecciona una salida y entrada de productos diseñada en tubería tipo alimento (espesor nominal de 3 mm), con una longitud de 10 cm y un diámetro de 2".

Cilindro lateral

Previamente se definió que el cilindro lateral debe tener una altura total de 4,5 m. Por lo tanto, se decide diseñar el cilindro con láminas de espesor de 5 mm (3/16"). Además, se debe tener en cuenta que la construcción de los techos y el cilindro lateral se realiza con acero inoxidable en presentación tipo bobina.

El material base del cilindro (bobina) viene en una presentación de 1,5 m, por lo tanto, se requieren 3 retales o segmentos de bobina para alcanzar la altura total de 4,5 m. A partir de esto se debe calcular el desarrollo de los retales de lámina para alcanzar un diámetro total de 3 m. En este caso y para conservar el diámetro nominal de 3000 mm, se toma un diámetro total de 3010 mm, ya que se suma los dos espesores para completar el diámetro necesario para conservar el volumen especificado anteriormente. En el proceso de diseño se debe especificar que los cordones de soldadura se deben desalinear, con el objetivo de reducir los esfuerzos resultantes del empuje ocasionado por el fluido almacenado, además, es preciso mencionar que en el cordón de soldadura es más probable que ocurra un defecto en la pieza soldada.

$$Longitud_{retal(altura\ 4,5\ m)} = 2 * \pi * radio\ cilindro$$

$$Longitud_{retal(altura\ 4,5\ m)} = 3010 * \pi = 9456,19 \rightarrow 9457\ mm\ de\ longitud$$

La Figura 11 presenta el diseño lateral para el tanque de almacenamiento, mientras la Figura 12 presenta el desarrollo de retal para la construcción de los tanques.

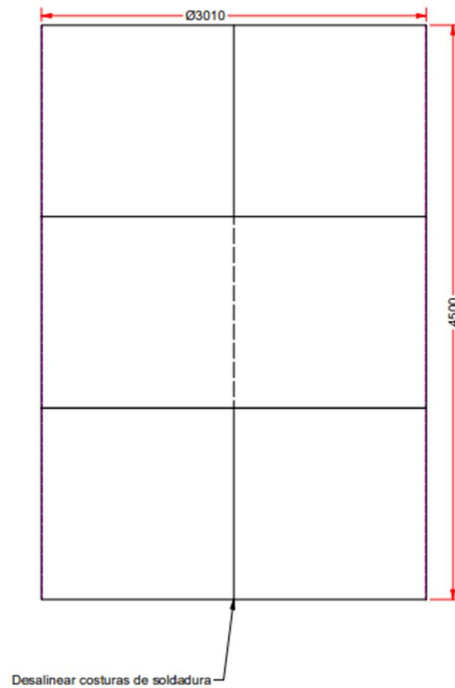


Figura 11. Diseño del cilindro lateral para el tanque de aguardiente.

P1
28603 01 01-00
LAMINA LATERAL CILINDRO
Lamina Acero inoxidable 3/16"x1500 x 9425 mm
Cant: 3 und
Esc 1:30

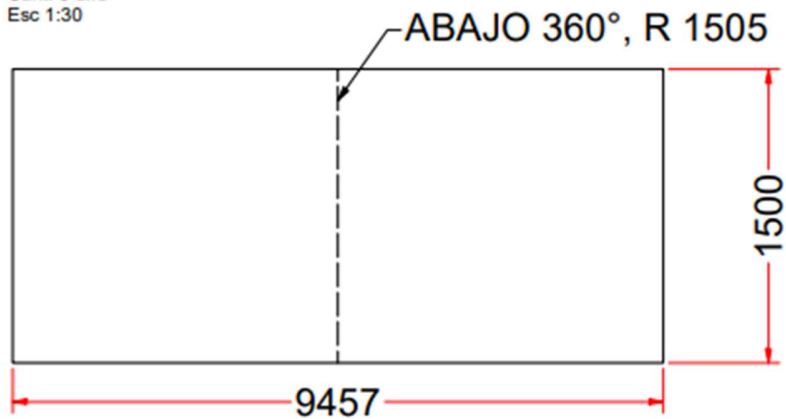


Figura 12. Desarrollo del retal para los tres cilindros laterales.

Tapa y fondo toriconicos

El tipo de techo y fondo utilizados en el diseño de este tanque son del tipo toriconico, es decir que se debe realizar el desarrollo de un cono con una altura de embobamiento. Se debe tener en cuenta que para realizar estos elementos se debe trabajar en una prensa hidráulica activada con pisador, esto con el fin de realizar el cerramiento del cono y darle a la pestaña la forma ovalada para poder ser acoplado a un retal del cilindro. Según las consideraciones de diseño aportadas por los compañeros del taller y operarios de la prensa, se deja una ventaja de aproximadamente 5 cm a cada lado del perímetro nominal, es decir, que se le suman 52 mm a cada lado para realizar el desarrollo. La Figura 13 presenta el desarrollo de la tapa y el fondo toriconicos.

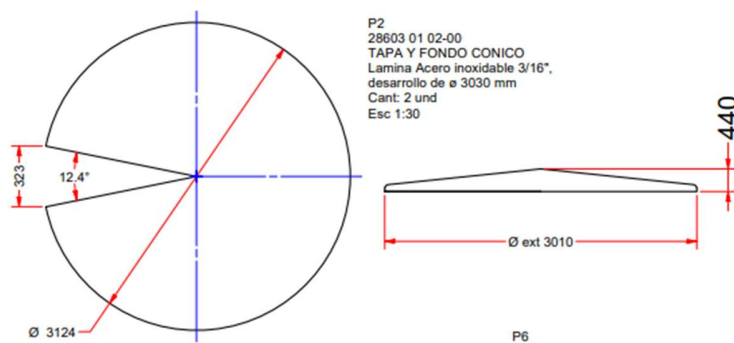


Figura 13. Desarrollo de tapa y fondo toriconicos.

Sobresano de izaje

Los sobresanos de izaje son elementos que irán acoplados al tanque y a las orejas de izaje del tanque, ya que son elementos que permiten levantar y ubicar mediante diferenciales o cadenas el tanque en su posición final. Se realiza el diseño con 3 sistemas de izaje, con el fin de equilibrar el peso del tanque. Estos sobresanos se realizan en lámina de 3/16” de espesor, se tiene en cuenta que se les debe dar la misma curvatura de la pestaña de la tapa toriconica, por lo que también debe diseñarse teniendo en cuenta el dado acoplado a la prensa hidráulica. El tamaño del desarrollo se diseña a partir del tamaño del diferencial presente en la planta de producción del tanque. Las características de los sobresanos se presentan en la Figura 14.

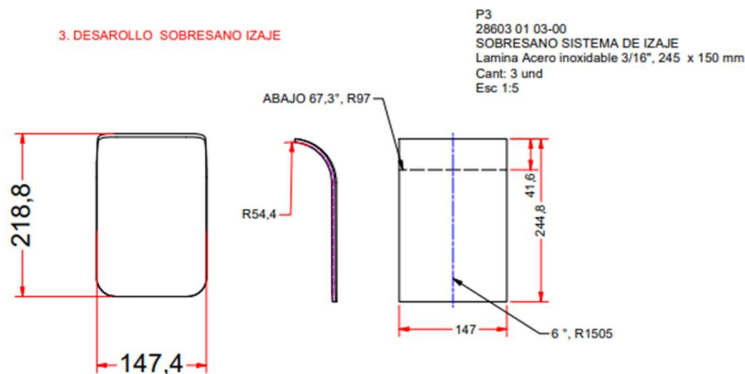


Figura 14. Desarrollo de sobresanos para las orejas de izaje.

Orejas de izaje

Las orejas de izaje son elementos acoplados a los sobresanos de izaje, las cuales deben tener un agujero que permita que una cadena pase por ella para así posicionar el tanque. Estas orejas deben ser de mayor espesor que los sobresanos, puesto que allí resultara una reacción normal de magnitud distribuida debido al peso del tanque en vacío, de esta forma se aumenta el espesor utilizando lamina de 5/8" de espesor. Las medidas y demisiones se establecen de acuerdo con la dimensión de la cadena presente en el taller de fabricación del tanque. Esta oreja debe realizarse mediante una latilla de trazado, ya que por su forma es complejo trazar a partir de medidas del plano de fabricación. Los detalles de las orejas de izaje se presentan en la Figura 15.

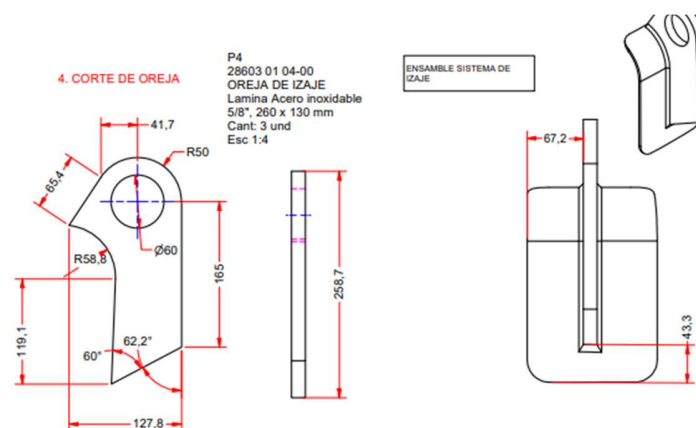


Figura 15. Desarrollo y corte de las orejas de izaje.

Brida de torreta

Una brida es un elemento que permite apoyar un componente y restringir su movimiento respecto a otro componente. En este caso esta brida permite apoyar el motorreductor para evitar que el peso de este se apoye directamente sobre la torreta de agitación. El motorreductor elegido tiene una masa aproximada de 75 kilogramos, por lo que esta brida debe tener un espesor considerable para soportar dicha masa.

El diámetro de la brida debe ser mayor o igual al diámetro de la torreta de agitación, para que de este modo se pueda realizar la sujeción mediante espárragos o tornillos con tuerca, esto con el fin de asegurar la mantenibilidad del motorreductor según la necesidad. Esta brida debe contar con un agujero que permita que el eje del motorreductor sobrepase la pieza y pueda girar de manera libre. Por esta razón debe mecanizarse y darle una tolerancia de deslizamiento para evitar roces que interfieran en la rotación del eje de agitación. De igual forma, para asegurar que el motor no presente movimientos parásitos, se realiza el diseño de un registro de aproximadamente 4,5 mm, para así encajar el registro positivo que posee el motor en este registro. Los detalles geométricos de la torreta de agitación son presentados en la Figura 16.

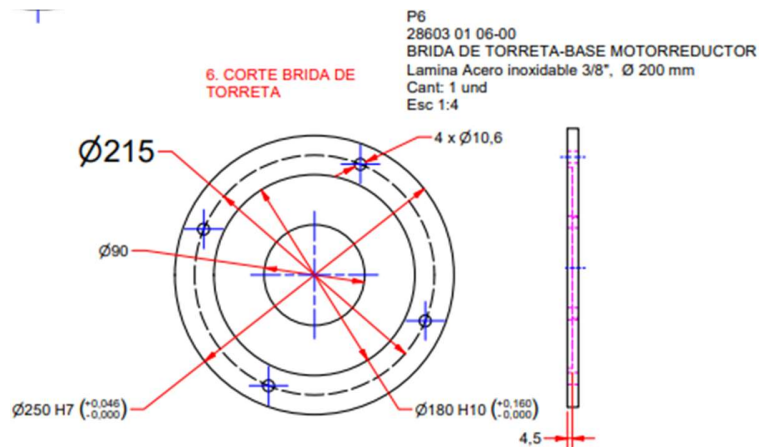


Figura 16. Desarrollo y corte de brida de la torreta de agitación.

Sobresano manhole superior

Como se mencionó anteriormente, este sobresano es un refuerzo que estará ubicado en la tapa del tanque, con el objetivo de soportar el peso del *manhole* superior y así evitar la aparición de defectos en la soldadura o unión *manhole*-tapa. La norma dictamina que el espesor mínimo para una abertura de 500 mm (diámetro *manhole*) es de 1/4", por lo que se diseña este sobresano con este espesor y con un diámetro de 600 mm, para así dejar 50 mm a cada lado del *manhole*. Los detalles de este elemento se muestran en la Figura 17.

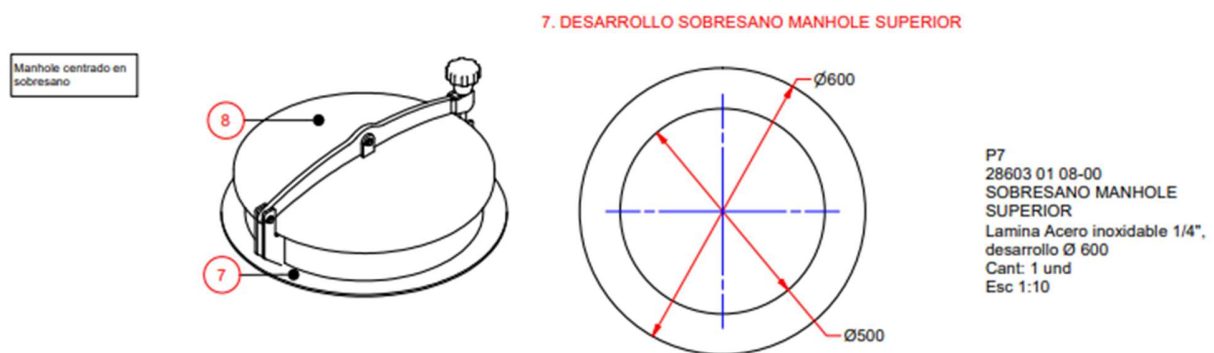


Figura 17. Desarrollo y corte de sobresano para *manhole* superior.

Base de patas de tanque

Son las bases que irán unidas a las patas cilíndricas del tanque y a las celdas de carga, por lo que deben tener la capacidad de abarcar en su totalidad una circunferencia de diámetro 6", ya que esta es la dimensión de la pata, además, deben mecanizarse 4 agujeros para realizar la sujeción entre las celdas de carga escogidas para registrar la masa de la columna de agua almacenada en el tanque. Según el catálogo otorgado por el fabricante de las celdas de carga, los agujeros de sujeción se encuentran igualmente espacios a una distancia de 165 mm uno del otro, por lo que se determina

esta configuración para abarcar en su totalidad el área de la celda de carga. Las especificaciones de este elemento se presentan en la Figura 18.

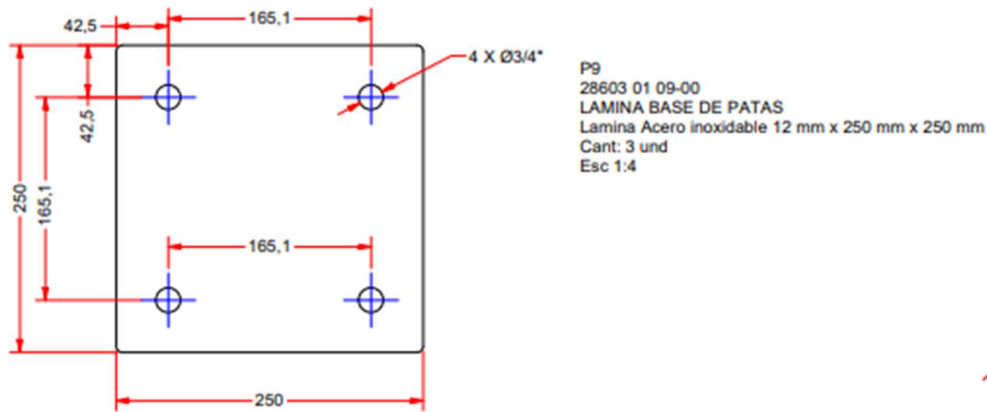


Figura 18. Corte de base para pata de tanque.

Patatas de tanque

La elección de las patas para el tanque de preparación tiene como principal característica que se debe realizar un análisis estructural en el que se válida la elección de la pata y su configuración. En este caso se toma la decisión de fabricar las patas con tubería en acero inoxidable de diámetro nominal de 6" SCH 40, es decir que tiene un espesor de aproximadamente 10 mm. La carga seleccionada para el análisis estructural es de 12,5 toneladas, puesto que las celdas de cargas seleccionadas tienen la capacidad de soportar y censar máximo 37,5 toneladas, además, el peso del tanque se apoyará en 3 patas, con el fin de equilibrar de manera adecuada el peso del fluido a almacenar. Al dividir 37,5 toneladas sobre las 3 patas, se tiene que cada pata deberá soportar 125000 N, de este modo se debe asegurar que el desplazamiento no es considerable y que el factor de seguridad sea igual o mayor a dos (2). Al realizar la simulación del elemento usando el software Inventor, el análisis desplazamiento y factor de seguridad arroja los resultados dispuestos en la Figura 19.

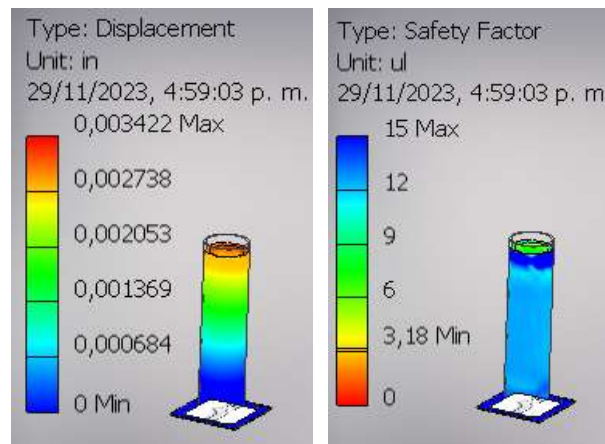


Figura 19. Resultados de la simulación del comportamiento de las patas del tanque considerando el desplazamiento y factor de seguridad.

Dado el análisis y los resultados arrojados, se selecciona una pata de 6" de diámetro nominal y SCH 40, cuyas características geométricas se presentan en la Figura 20.

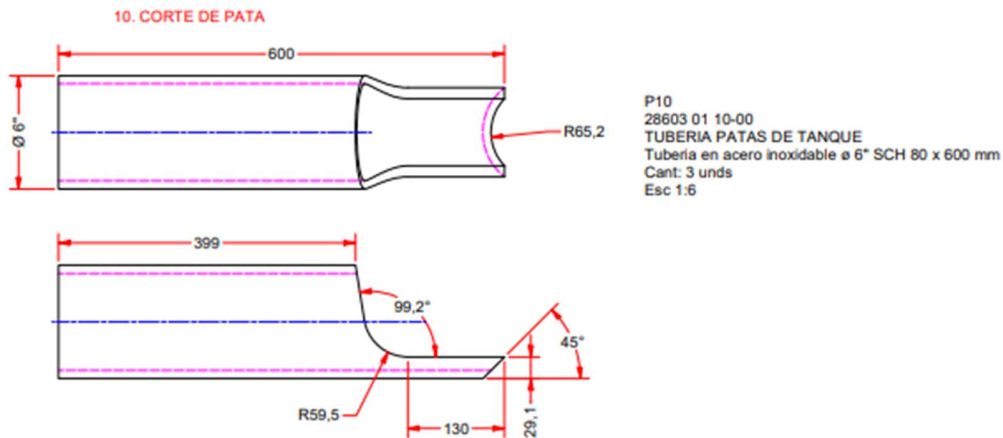


Figura 20. Corte de las patas para el tanque.

Sobresano de pata

Este sobresano o refuerzo debe acoplarse en el corte de cada pata, para posterior a esto realizar la soldadura al tanque de aguardiente. Este sobresano, al igual que los sobresanos del sistema de izaje, debe cortarse a partir de un retal de lámina, después se lleva a la prensa hidráulica donde se le debe dar la misma curvatura que tiene el fondo toriconico del tanque de aguardiente. Es preciso mencionar que a partir del inicio del fondo el sobresano debe de tener una altura mínima de 15 cm, esto con el objetivo de aumentar el área de contacto del refuerzo para disminuir la presión en la pata. Además, se debe respetar el espacio donde se tapaná la pata, puesto que al estar operando en un ambiente con diversos fluidos (agua, jarabe, alcohol), se debe evitar que estos se almacenen al interior de la pata del tanque. Las especificaciones del elemento se presentan en la Figura 21.

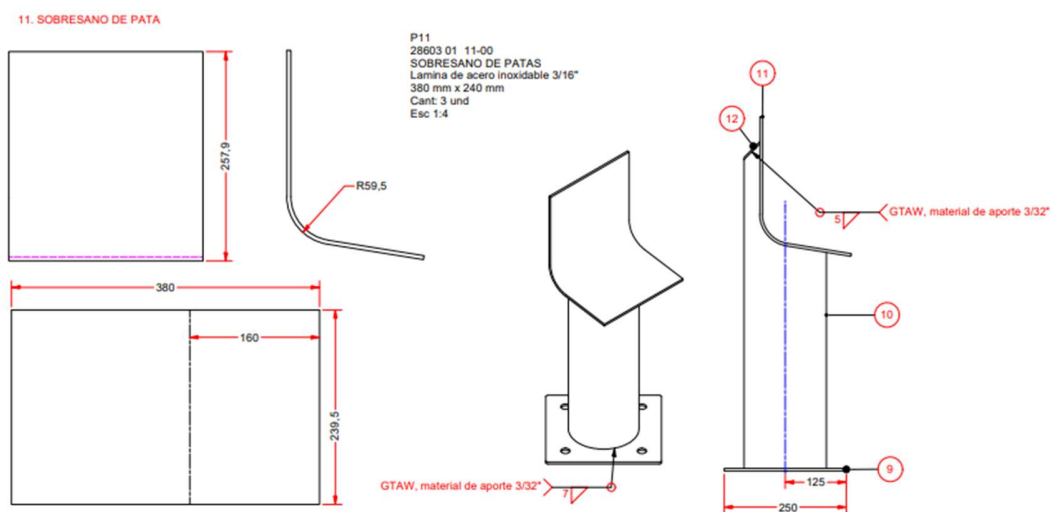


Figura 21. Desarrollo y soldadura de sobresano para pata de tanque.

Sobresano manhole lateral

Similar al sobresano del manhole superior, este sobresano debe conformarse en un espesor mayor, puesto que la norma expresa que el espesor mínimo para este tipo de abertura es de 1/4", además, se debe considerar que este sobresano debe tener una geometría similar al manhole latera, puesto que este es de forma ovalada y con el fin de asegurar tofo el perímetro de este, el sobresano debe ser estar a una escala del manhole utilizado. En este caso la Figura 22 presenta el sobresano diseñado a partir de la posición del manhole lateral y su forma.

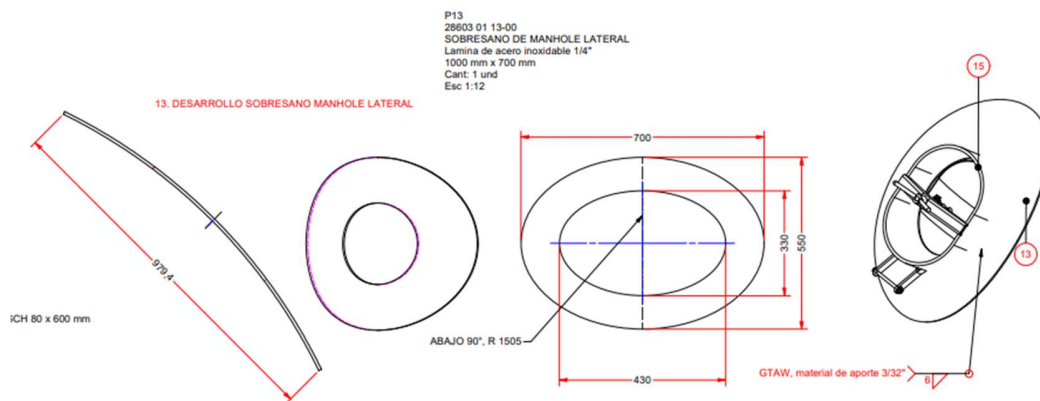


Figura 22. Desarrollo y soldadura de sobresano para manhole lateral ovalado.

Impulsores-aspas de agitación

Estas aspas de agitación son una extensión del eje acoplado al motorreductor, los cuales tiene el propósito de homogenizar la mezcla una vez se añaden todos los ingredientes para realizar una referencia de aguardiente. Se diseñan con este largo para evita que choquen con las paredes internas del tanque, puesto que el sistema de agitación no se encuentra centrado en la tapa del tanque. Además, se diseñan en este calibre para evitar que el peso del sistema entero exceda el límite del momento generado por el motor, generando así que este trabaje a una menor eficiencia. Los detalles de las aspas de agitación son presentados en la Figura 23.

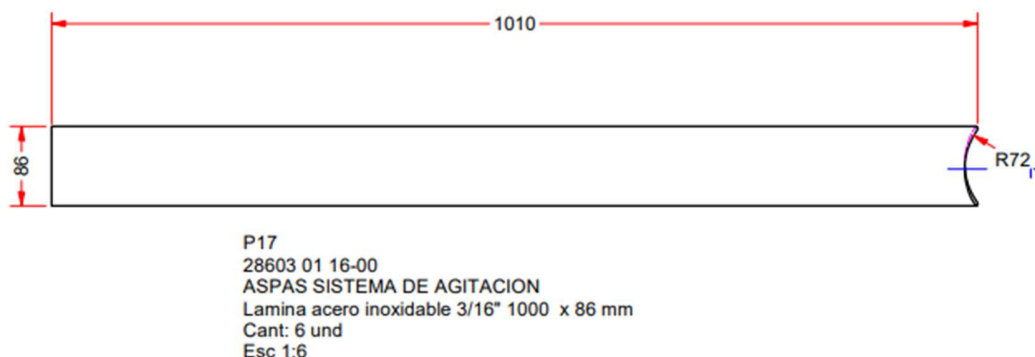


Figura 23. Desarrollo y corte de aspas del sistema de agitación.

Omegas de agitación

Las omegas de agitación son los sistemas que permiten fijar las aspás al eje de agitación. Estas omegas deben mecanizarse para que tengan la forma del eje de agitación seleccionado para el sistema completo. Por esta razón la circunferencia de la omega está diseñada para abrazar un eje de 3” de diámetro nominal SCH 40. Estas omegas deben contar con un sistema de fijación que permita unir una a otra, debido a que cada nivel de agitación cuenta con 2 omegas, esta sujeción se diseña a partir de 2 tornillos con arandela de 5/8” de diámetro. Las características constructivas de las omegas de agitación se pueden identificar en la Figura 24.

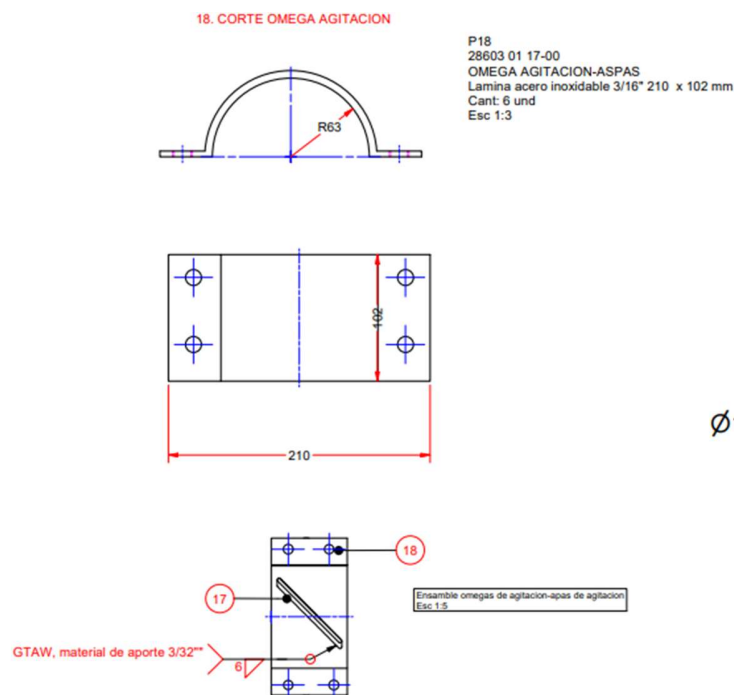


Figura 24. Corte y ubicación de las omegas del sistema de agitación.

Buje sistema de agitación

Un buje es una pieza cilíndrica o tubular que se utiliza para reducir la fricción entre dos partes móviles. Se coloca generalmente en el interior de un agujero o hueco y actúa como un cojinete, permitiendo el movimiento suave y controlado entre las partes circundantes. Para reducir la fricción entre el eje de agitación y el soporte que permite sostener el sistema completo, se adapta un buje de teflón, el cual debe ser mecanizado para encajar de manera apretada entre el soporte y el eje de agitación, por esta razón se define un ajuste H5, referente a un ajuste con mazo de goma. Los detalles para su fabricación se describen en la Figura 25.

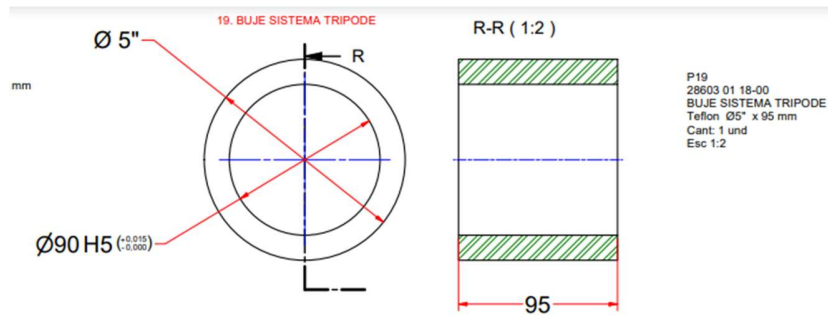


Figura 25. Corte y mecanizado de buje de teflón.

Base de trípode de agitación

La base de agitación es un elemento que permite mantener alineado el eje de agitación y sostener el sistema fijándolo al fondo del tanque de preparación de aguardiente. En esta base se situará el buje de teflón y el eje de agitación, embonando el eje dentro del buje, por esta razón el diámetro interno de la base del trípode debe tener un ajuste apretado o restrictivo, puesto que debe impedir que el eje de agitación “baile” y se genere un movimiento ruidoso e inadecuado. Para este ajuste se utiliza un H18. El diámetro interno debe ser casi idéntico al diámetro del tubo que formara el eje del sistema de agitación. La Figura 26 permite una mejor interpretación de este elemento.

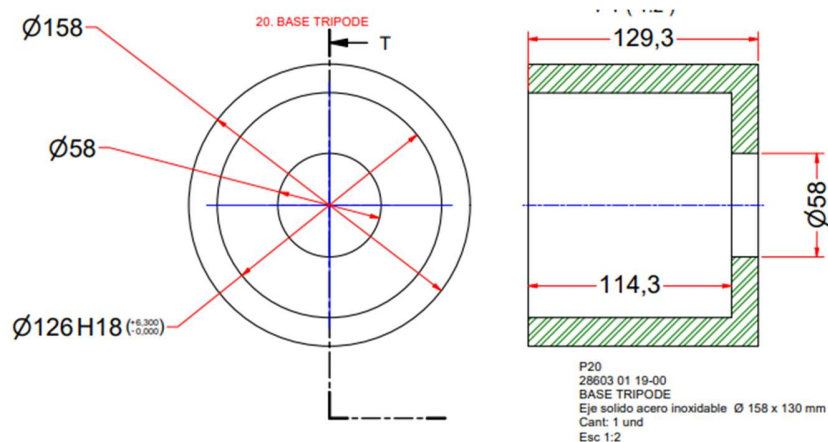


Figura 26. Proceso de doblado y mecanizado de la base del trípode del sistema de agitación.

Torreta motorreductor

Una torreta es un elemento que permite sostener un elemento rotacional de transmisión de potencia, como un motorreductor. Esta torreta de agitación es una estructura que sostiene y posiciona varios agitadores o elementos de agitación, como hélices o paletas, en un recipiente o tanque. Este elemento permite realizar el mantenimiento de los componentes del motorreductor sin necesidad de desmontar el sistema de transmisión de potencia, además, permite modificar la altura de la posición del motorreductor según la necesidad o las restricciones físicas que pueda tener un

montaje. Debido a la restricción de espacio en la planta de NLB, esta torreta se diseña con una altura mínima de 200 mm, para así asegurar que al menos la mano de un operario podrá ingresar por las ventanas que tendrá esta torreta.

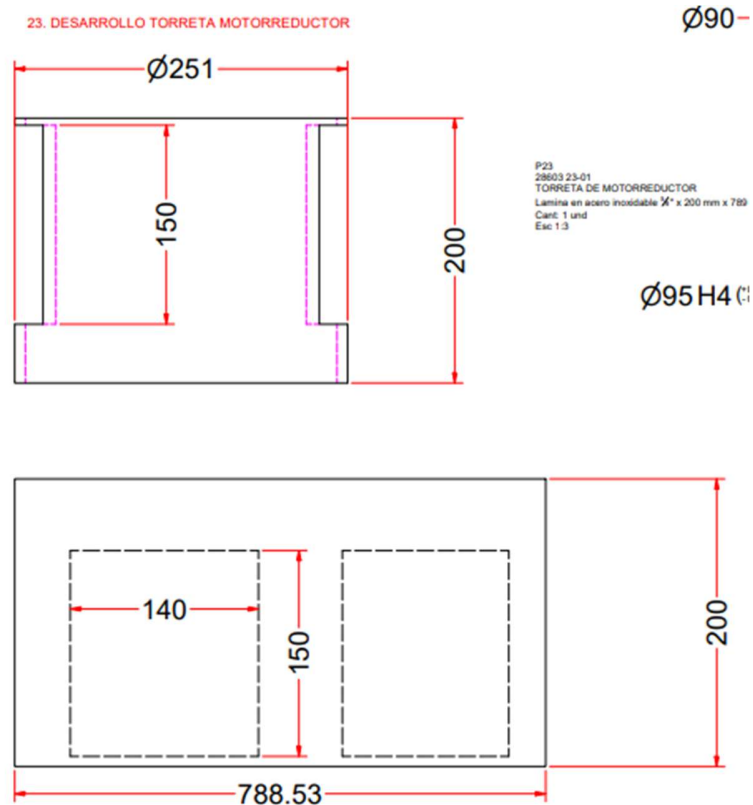


Figura 27. Desarrollo de la torreta que sostendrá el motorreductor del sistema de agitación.

Con esto finalizan la descripción para el diseño de los elementos que constituyen el tanque de preparación de aguardiente.

6.3. Tanque de esencias

Las siguientes memorias resumen las labores de análisis para el diseño del tanque de preparación esencias de la NLB.

Se utilizó como guía para el análisis de diseño la norma API 650, por el método de un (1) pie, sección 5.6.3 de la norma API 650. Además, se tuvo como referencia 3 tanques que se encontraban presentes en la planta de producción de EPI, con volúmenes útiles similares a los establecidos previamente. Los datos para el diseño se presentan en la Tabla 7.

Diámetro (mm)	80
Altura (mm)	50

Tabla 7. Datos de diseño del tanque para preparación de esencias.

Con relación a los materiales empleados, se trata del acero inoxidable SAE 304, cuyas características fueron descritas en la sección 6.2.

Con esta información, se procede con el diseño de los elementos constitutivos del tanque.

Cilindro lateral

Para el cilindro lateral de los tanques de esencia, es necesario determinar la longitud del retal que debe ser doblado y soldado para conformar el cilindro lateral de los tanques de esencias. Para ello se desarrolla la siguiente ecuación.

$$Longitud_{retal(altura\ 4,5\ m)} = 2 * \pi * radio\ cilindro$$

$$Longitud_{retal(altura\ 4,5\ m)} = 552 * \pi = 1734\ mm\ de\ longitud$$

Los resultados para el desarrollo de cilindro lateral se presentan en la Figura 28.

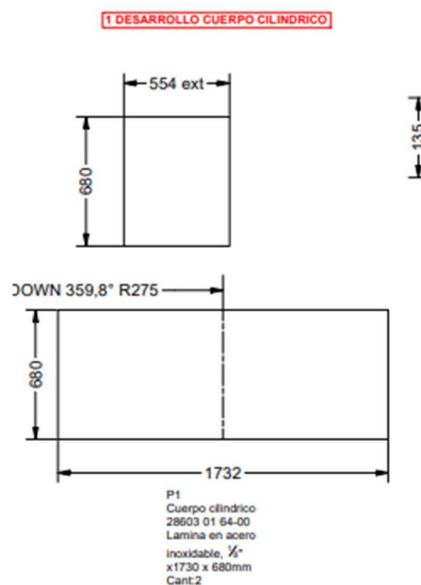


Figura 28. Desarrollo del cilindro lateral para tanques de esencias.

Fondo toriconico

Partiendo de la necesidad de NLB, se plantea el diseño de un fondo toriconico que permita por gravedad evacuar la esencia preparada al interior de este tanque, permitiendo que el trasiego de esencia hacia el tanque de preparación de aguardiente se realice en el menor tiempo posible. Al igual que el fondo del tanque de aguardiente, el desarrollo debe tener en cuenta que se debe aumentar la circunferencia respecto al diámetro final del tanque, puesto que la realización de las pestañas para poder acoplar cilindro y fondo requiere de mínimo 10 mm para poder trabajar en la

prensa hidráulica. En este caso se deja aproximadamente 15 mm a cada lado para permitir darle la curvatura al fondo. Los detalles de diseño se presentan en la Figura 29.

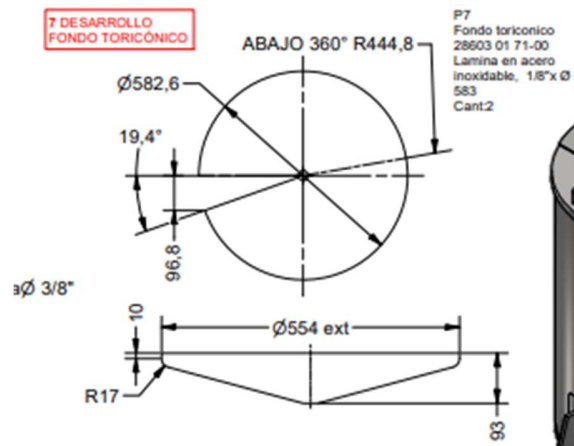


Figura 29. Desarrollo del cilindro lateral para tanques de esencias.

Tapa fija

La tapa fija de los tanques de esencia es un elemento plano que permite unificar el cilindro con la tapa móvil del mismo tanque, puesto que la acción de la esencia base se hará de manera manual por parte de un operario de la planta. Esta tapa fija debe cubrir un 60% de la circunferencia nominal del tanque, para así evitar que la sección de la tapa móvil sea demasiado pesada para el operario en turno. El diseño de la tapa fija es presentado en la Figura 30.

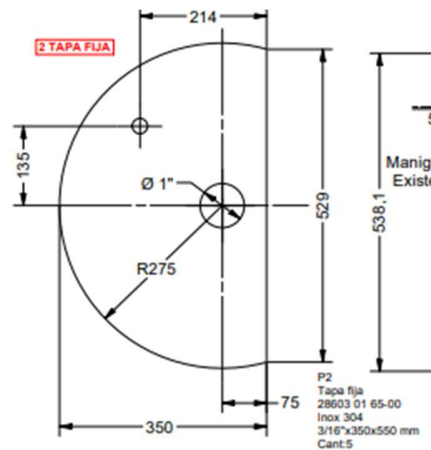


Figura 30. Desarrollo y corte de la tapa fija para los tanques de esencias.

Sobresano ménsula de soporte

Similar a los sobresanos descritos en el tanque de preparación, este sobresano cumple la tarea de disminuir los esfuerzos entre el sistema de soporte y el cilindro vertical. De este modo se

diseña un sobresano que debe doblarse según la circunferencia del cilindro y las medidas de la ménsula a utilizar. Este sobresano se diseña en lámina de 3/16" de espesor, puesto que la columna de fluido almacenada no presenta una gran carga para el sistema de sujeción. La Figura 31 presenta los detalles constructivos del sobresano para el soporte.

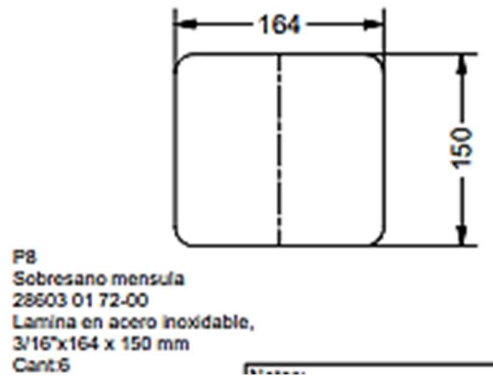


Figura 31. Desarrollo de sobresano para el sistema de soporte de los tanques de esencias.

Ménsula de soporte

En este caso los tanques diseñados estarán soportados sobre una base existente conformada por PTS de acero inoxidable de 4" x 4" x 3 mm de espesor, debido a esto los tanques de esencias no cuentan con patas para ser sostenidos, en cambio, estos se sostendrán mediante una sujeción de tornillos entre las ménsulas y la mesa de soporte. Por esta razón se diseña una ménsula en lámina de 3/8" para soportar el peso total del tanque más la columna de fluido almacenada. Los detalles para la fabricación de la ménsula se presentan en la Figura 32.

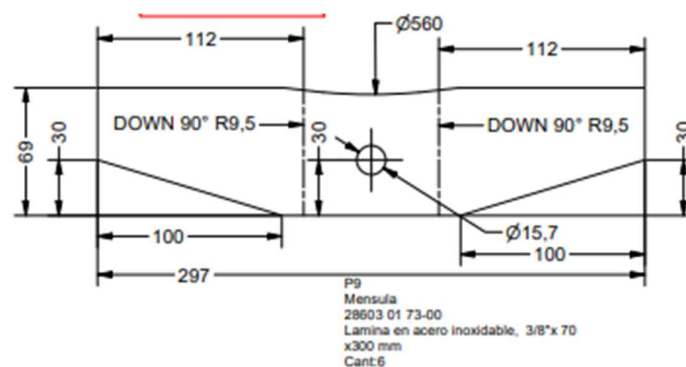


Figura 32. Desarrollo y doblado de la ménsula de soporte.

6.4. Plano de los tanques de fabricación de aguardiente y esencias

A continuación, se presentan los planos de aprobación, fabricación y detalle para la fabricación de los tanques de preparación de aguardiente y preparación de esencias para el proyecto de modernización de la NLB.

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

47

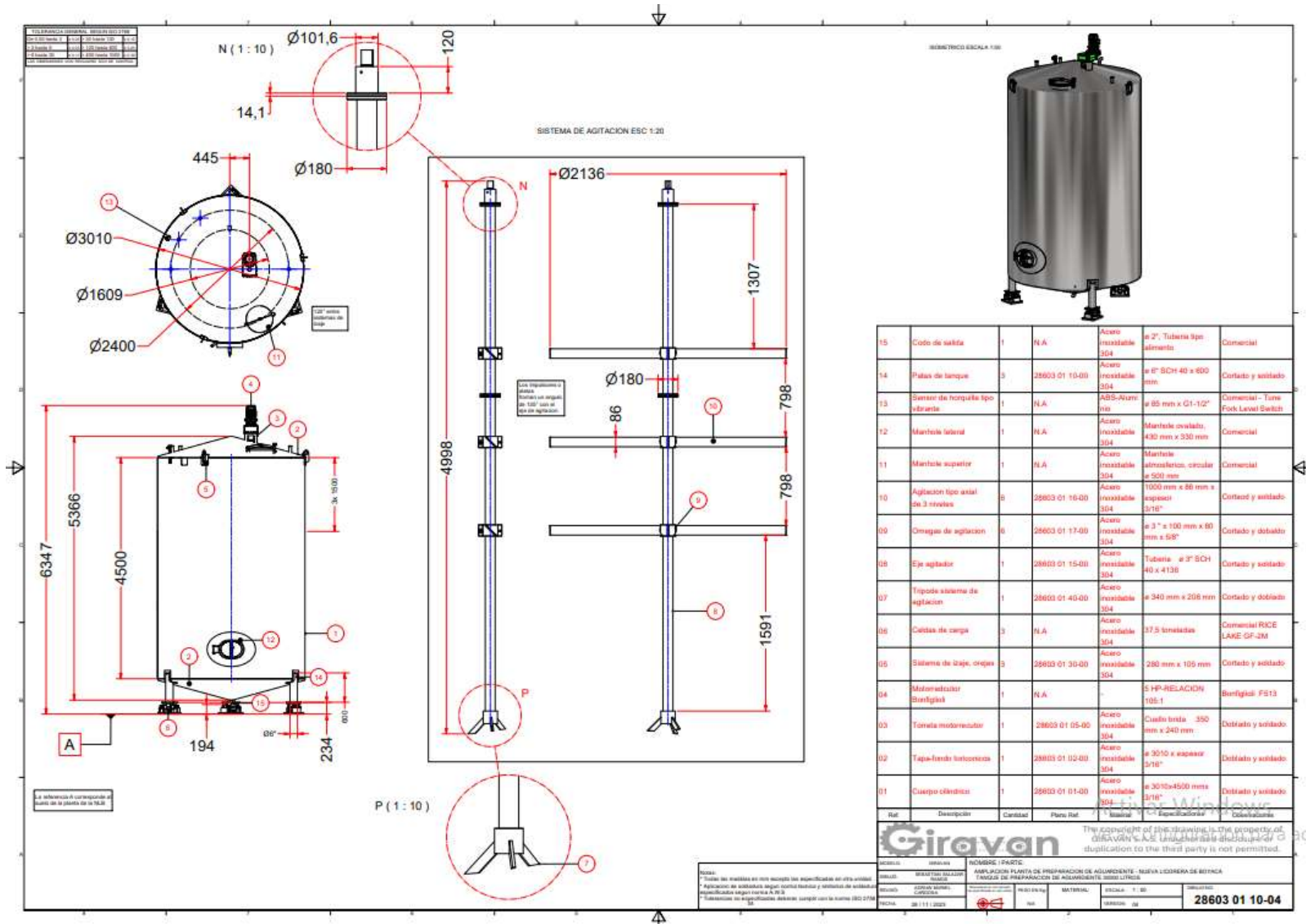


Figura 33. Plano de aprobación tanque de aguardiente.

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

48

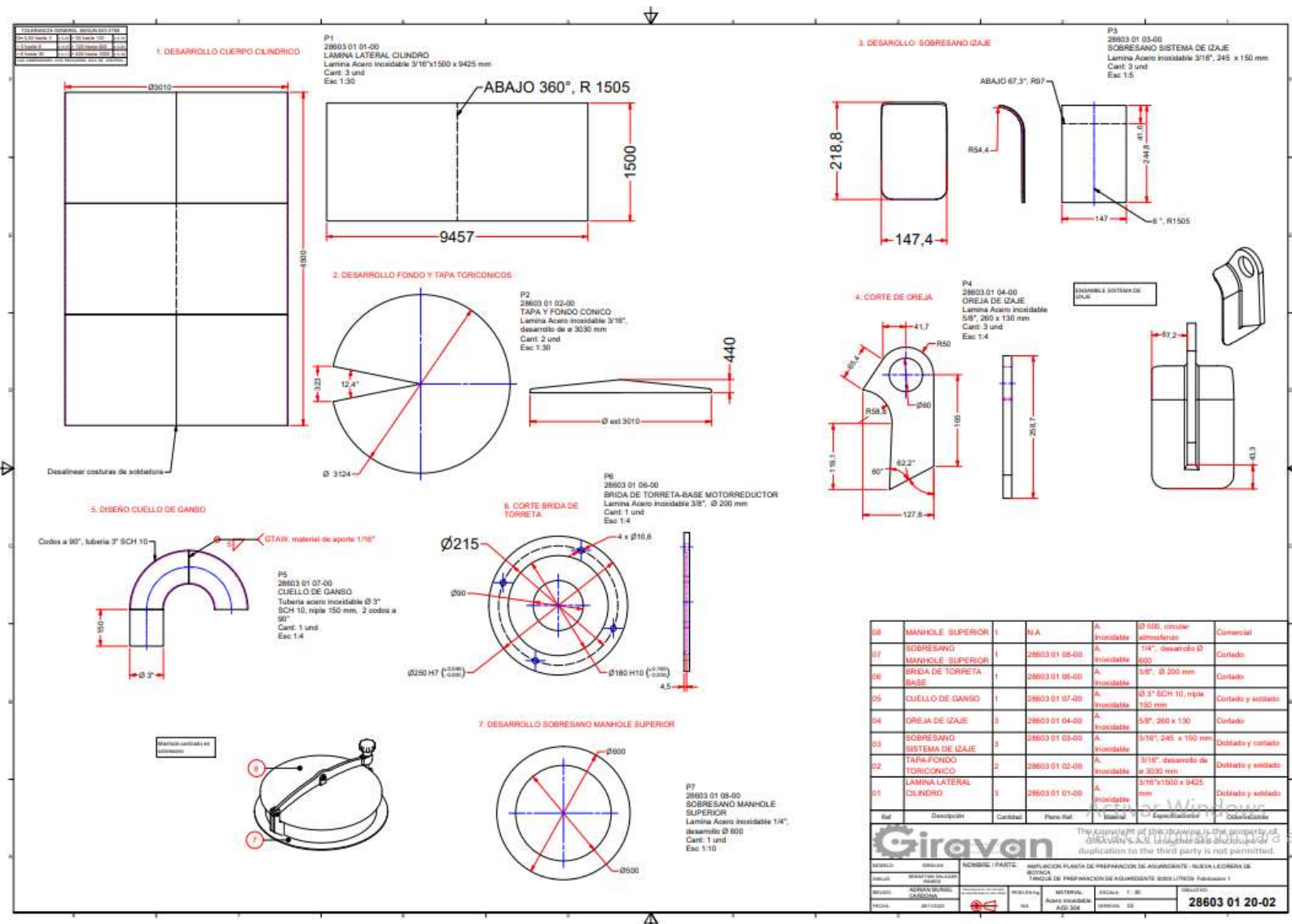


Figura 34. Plano de fabricación 1 tanque aguardiente

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

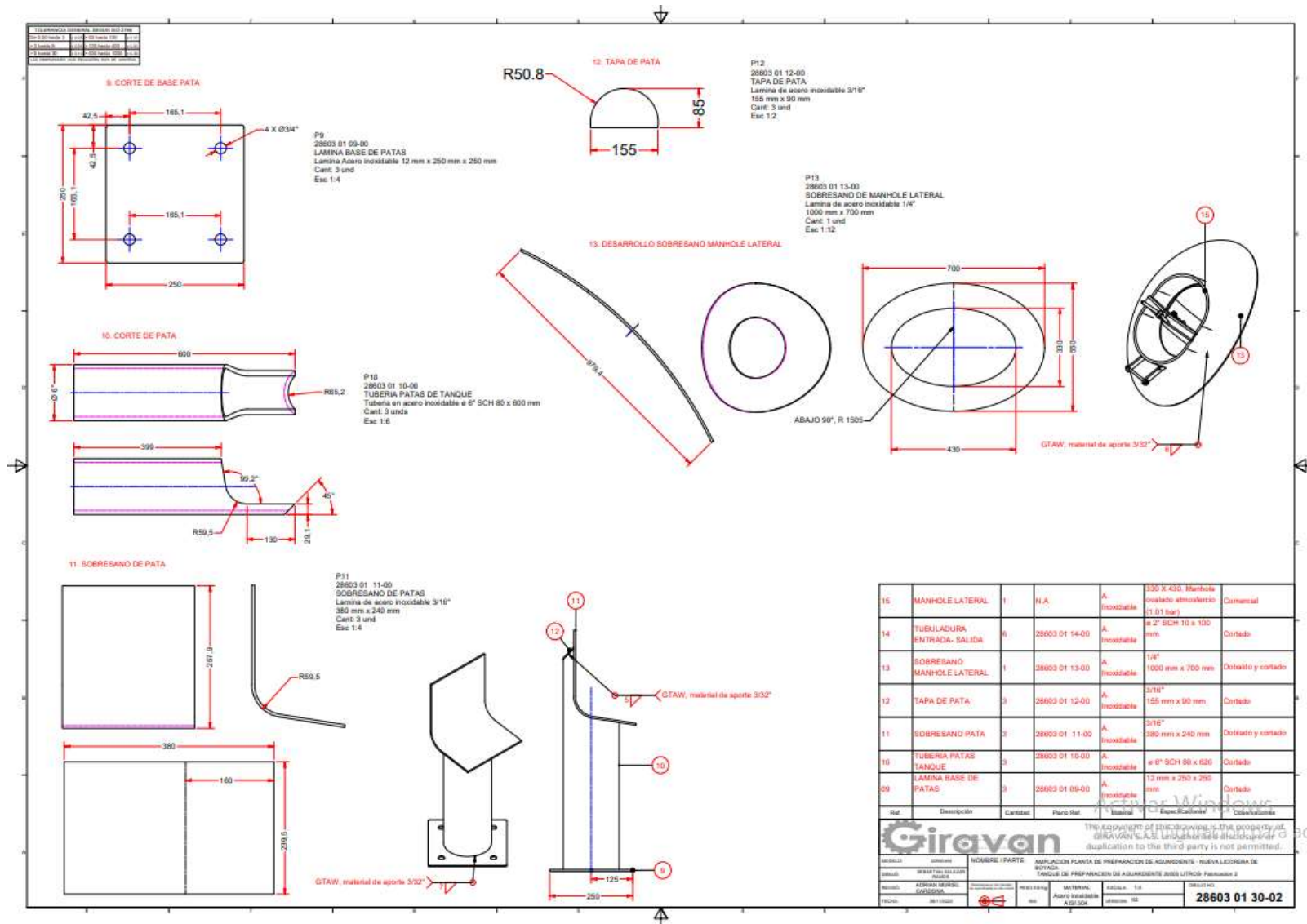


Figura 35. Plano de fabricación 2 tanque aguardiente.

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

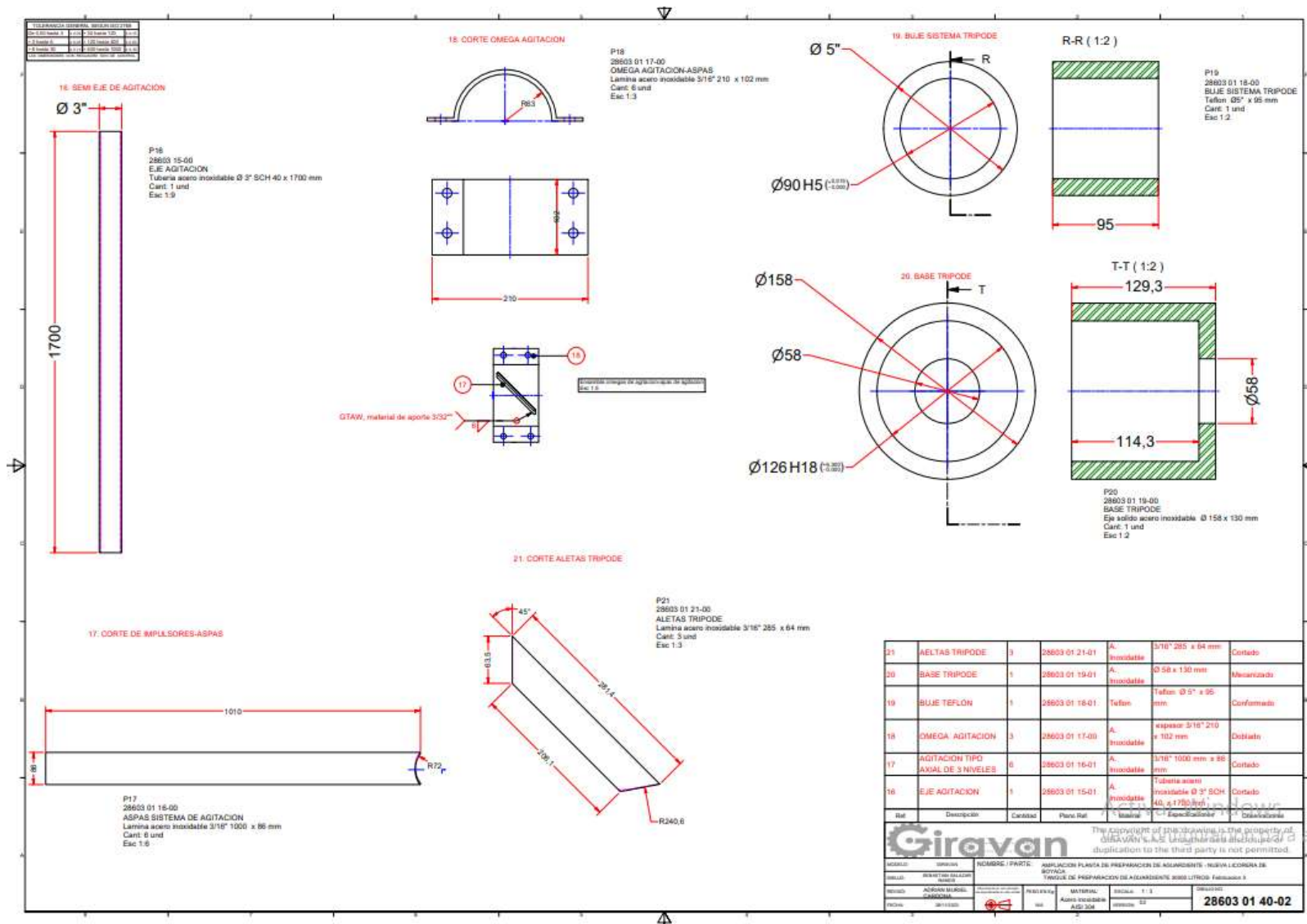


Figura 36. Plano de fabricación 3 tanque aguardiente.

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

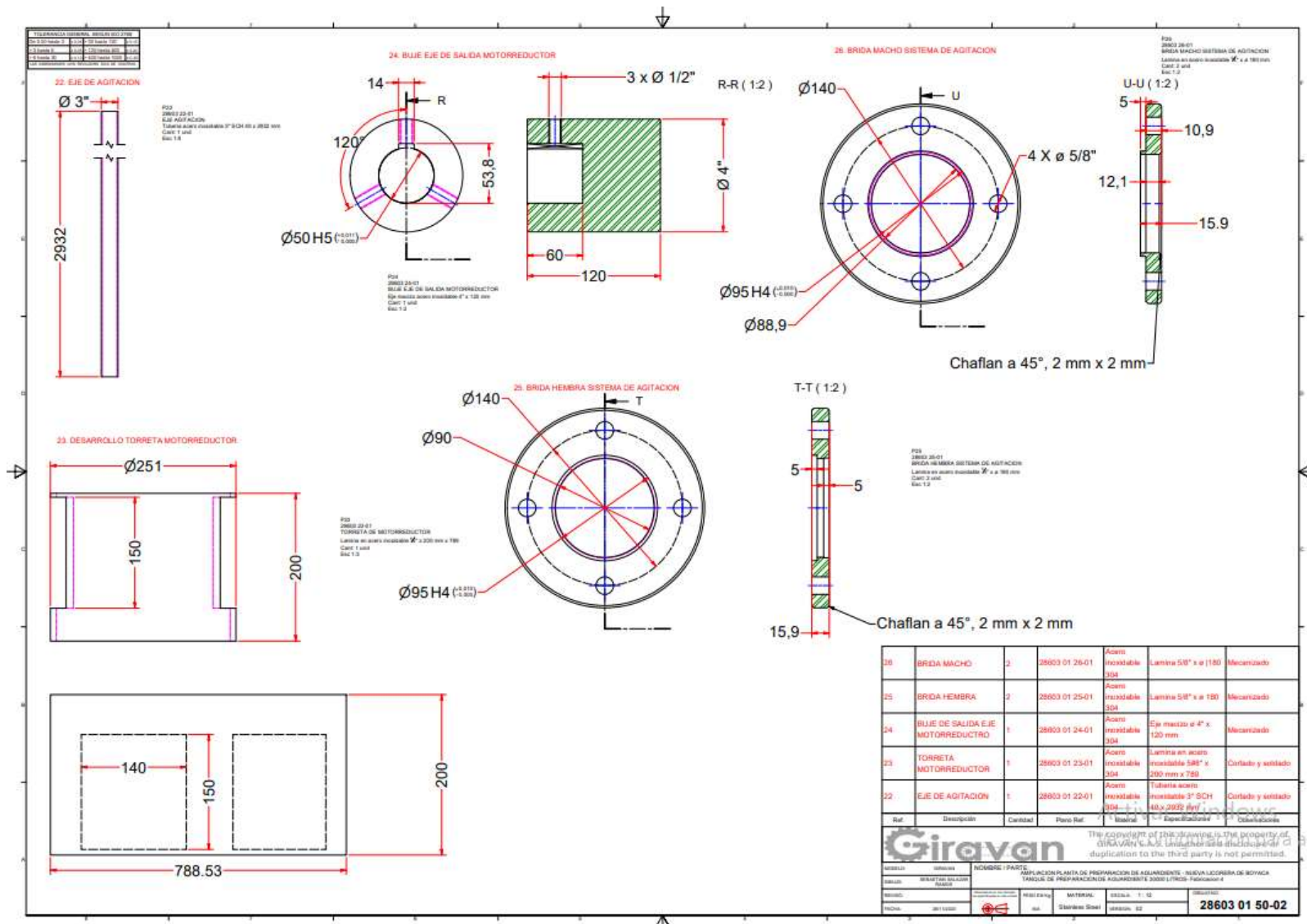


Figura 37. Plano de fabricación 4 tanque aguardiente.

DISEÑO TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS NLB

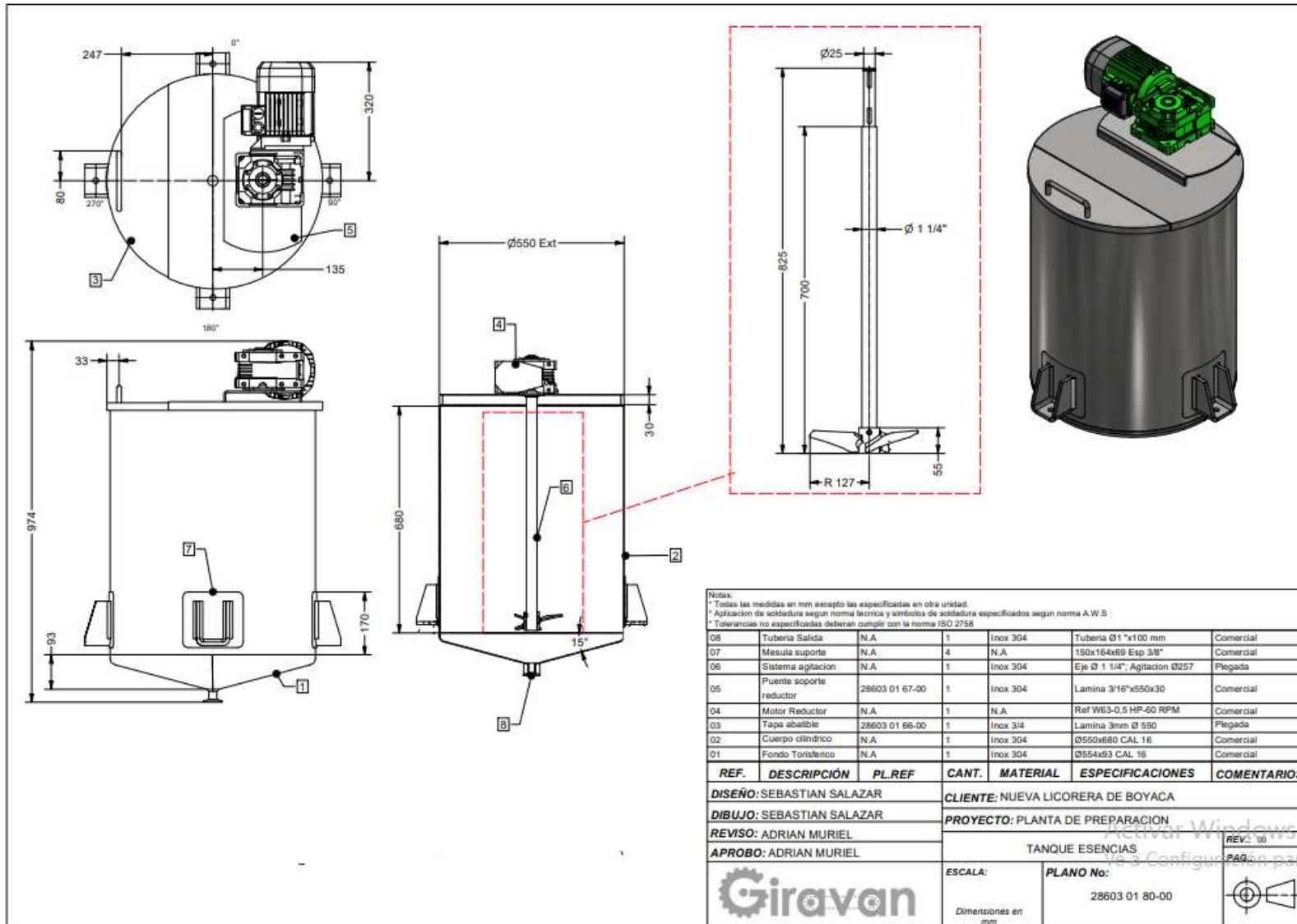


Figura 38. Plano de aprobación tanque de esencias

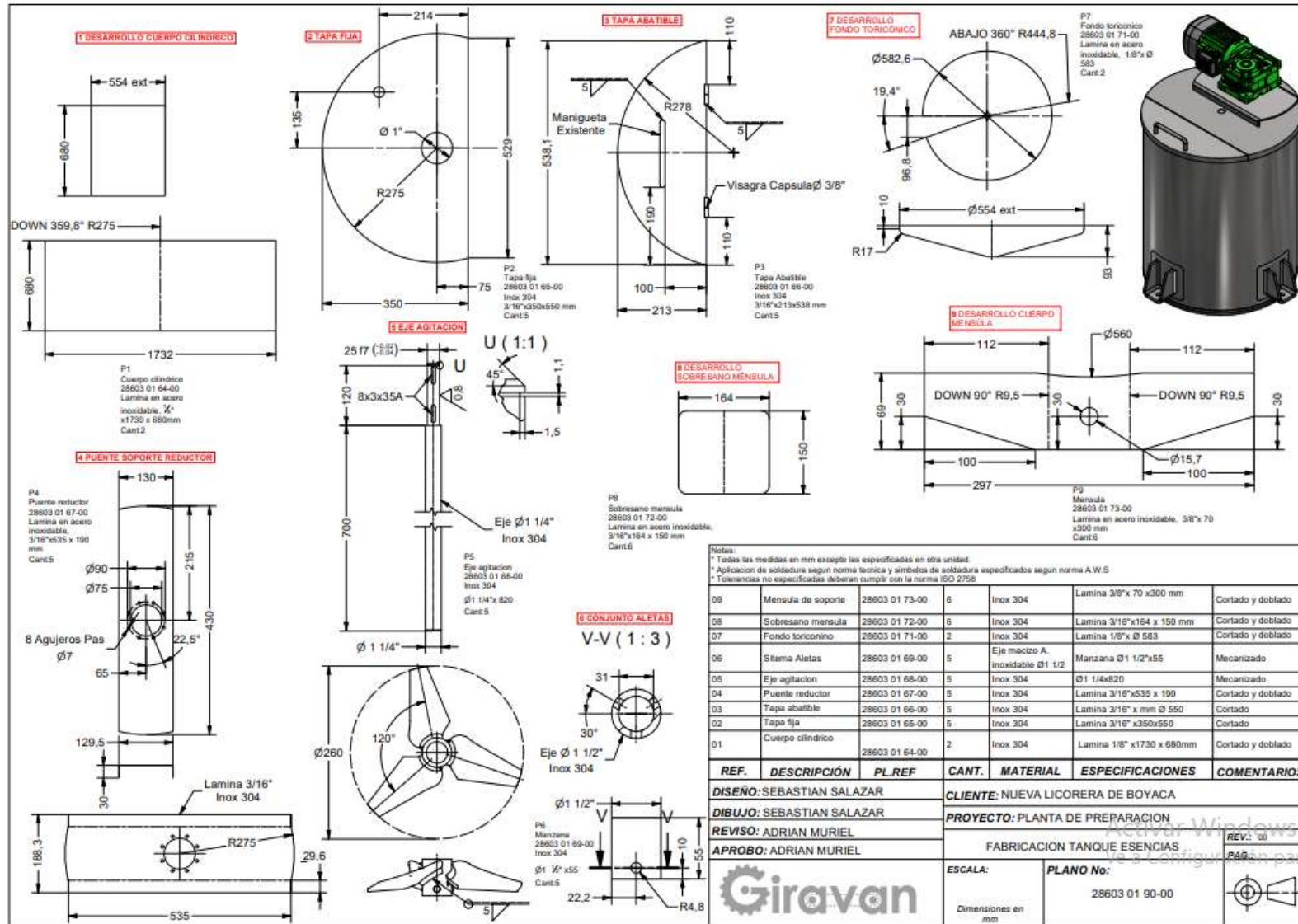


Figura 39. Plano de fabricación 1 tanque de esencias.

7. CONCLUSIONES

- Fueron definidas las restricciones civiles y las características operacionales, para el diseño y montaje de la obra civil y de los tanques fabricación de aguardiente y esencias para la NLB, ambos bajo los criterios establecidos en el estándar de la American Petroleum Institute API 650: Tanques soldados para almacenamiento de petróleo.
- La aplicación de la norma API 650 y la norma API 620 se puede considerar como no restrictiva, puesto que las normas aplicadas en algunos puntos no establecen procedimiento a seguir (tipo de tubuladuras según trasiegos de tubería relacionados con el tanque a fabricar), por lo que al aplicar esta norma es de suma importancia relacionar las decisiones tomadas con otras normas como el ASME para fabricación de calderas de potencia.
- Fueron construidos los planos de fabricación denominados como 1, 2, 3 y 4, los cuales han sido revisados y aprobados para iniciar el proceso de fabricación y montaje de los tanques.
- La viabilidad de construcción de un tanque de gran capacidad de almacenamiento (alturas de cilindro mayor a 2 metros) se debe verificar mediante dos elementos principales: i) es posible realizar la fabricación en planta o ii) es posible realizarla dentro de la zona donde se adecuará el tanque para su funcionamiento y si es factible realizar el transporte y la entrada a planta sin necesidad de modificar de gran manera la estructura civil existente del lugar donde se adecuará el tanque. Estas características son importantes a la hora de la fabricación puesto que determinaran la proporción entre diámetro interno y altura total de un tanque de almacenamiento.
- La construcción de un tanque en acero debe realizarse teniendo en cuenta la facilidad que se tiene para conseguir formatos de lámina según el tipo de acero, puesto que el diseño de diferentes componentes variara según la distribución de lámina y los elementos disponibles en el lugar de construcción.
- En el campo de la construcción de tanques de almacenamiento de diferentes fluidos, es importante definir el diseño teniendo en cuenta la mantenibilidad del sistema en un tiempo futuro, puesto que el diseño debe abarcar el tiempo de vida útil del tanque completo.
- La fabricación de componentes para diferentes sistemas debe tener en cuenta la forma en que se conformaran estos componentes (maquinas a utilizar, materiales a emplear, viabilidad de espacio y transporte), puesto que en muchas ocasiones el diseño realizado en planos difiere enormemente con lo diseñado en un taller, lo cual es un escenario indeseado dentro de un proceso de diseño y construcción.

8. REFERENCIAS

Andrades, L. (2009). Aplicación y justificación de la norma API 650: comparación con la norma 2369 of. 2003.

ARP SURA (s.f). Almacenamiento seguro de alcohol. Disponible en línea en: https://www.arlsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=873%3Aresolucion-962-de-2011&catid=91%3Aresoluciones&Itemid=415&%3A~%3Atext=Se%20deben%20tener%20y%20cumplir%20un%20di%C3%A1metro%20de%205%20cm

Bruce, B y Will, C (2005). Casting Guidebook to ASME Section VIII Div.1 Fourth Edition

Flores, C. (2010). Buenas prácticas de manufactura (BPM). Revista Electrónica Ingeniería Primero-ISSN, 2076, 3166.

Flores, M (s.f). Consideraciones para el diseño y fabricación de recipientes a presión y tanques atmosféricos. Disponible en línea en: <https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1022/190/1/MONO-ETSI-FLORES.RAMIREZ%20%281%29.pdf>

Grupo Acura (2021). Tanques de acero inoxidable: beneficios, tipos y procesos. Disponible en línea en: <https://grupoacura.com/es/blog/tanques-de-acero-inoxidable>

Gudiño, P. y Rubio, S (2017). Diseño y construcción de un tanque en acero inoxidable para un sistema de tratamiento de aguas residuales del Hospital Monte SINAI, Quito: Escuela Politécnica Nacional

Madrid, A. (2016). Ingeniería y producción de alimentos, AMV Ediciones, 1ª edición.

Nueva Licorera de Boyacá (2022). Quiénes somos. Disponible en línea en: <https://nlb.com.co/quienes-somos/>.

Soroa, J. y Pineda, J. (1965). Industrias transformadoras de frutas y hortalizas

Departamento de Ingeniería Mecánica

DISEÑO DE NUEVOS TANQUES DE PREPARACIÓN DE AGUARDIENTE Y ESENCIAS PARA LA NUEVA LICORERA DE BOYACÁ



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Ingeniería

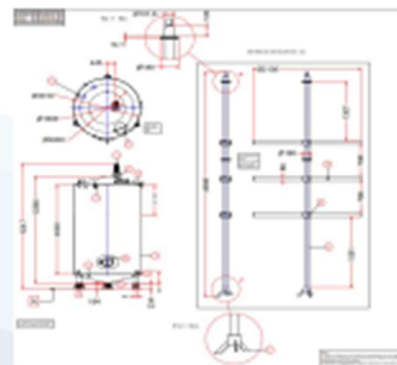
PRACTICANTE: Sebastian Salazar Ramos

ASESORES: Edwar Andrés Torres López

PROGRAMA: Ingeniería Mecánica

SEMESTRE DE LA PRÁCTICA: 2023-2

La Nueva Licorera de Boyacá (NLB) es una empresa industrial comercial, especializada en la producción y comercialización de alcoholes y licores, la cual tiene como sede la ciudad de Tunja, en el departamento de Boyacá. En Licorera de Boyacá, fundada en 1924, se han realizado diversas actualizaciones, siendo la más reciente en 2003. Para actualizar sus sistemas de producción, la NLB plantea una serie de requerimientos en los cuales expone la necesidad de adquirir un nuevo tanque de producción de aguardiente principal, el cual debe tener una capacidad nominal de 30000 litros y cinco (5) nuevos tanques de producción de esencias.



INTRODUCCIÓN:

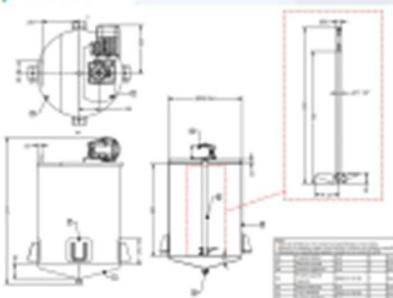
Para lograr la actualización del sistema y mejora global, en la NLB es necesario fabricar dos nuevos tipos de tanques, con el objetivo de disminuir las preparaciones diarias segmentadas (límite de almacenamiento), aumentar la eficiencia del proceso de preparación en términos de tiempo, identificar claramente las esencias involucradas según el tipo de aguardiente a preparar, priorizar la seguridad del personal de planta y estandarizar el producto.

METODOLOGÍA:

- Recolección de información: Visita instalaciones NBL, toma de datos y diagnóstico de operación.
- Planos de la obra civil: Levantamiento de obra civil en software de dibujo CAD
- Evaluación y aprobación de los planos obra civil: Aprobación por parte de ingenieros NBL, definición de restricciones físicas
- Diseño de tanques en Software: Diseño de elementos tanque de preparación (30.000 Lt) y tanque de esencias (120 Lt)
- Evaluación y aprobación de diseños: Tomando como base norma API 650 se proponen cambios o mejoras por parte de NBL
- Elaboración de informe final o dossier.

RESULTADOS:

- Elaboración de planos de aprobación y diseño.



OBJETIVOS:

General:

Realizar el diseño de los nuevos tanques de preparación de aguardiente y preparación de esencias en la NBL, teniendo en cuenta requerimientos de diseño, operación y restricciones físicas de la planta de producción.

Específicos:

- Diseñar bajo la norma API 650 un tanque de 30000 litros, en acero inoxidable, para realizar el proceso de preparación de aguardiente en la NBL
- Diseñar bajo la norma API 650 tres tanques de 300 litros, para la preparación de diferentes esencias, según la referencia de aguardiente a elaborar.

CONCLUSIONES:

- Se definieron restricciones civiles y operacionales para los dos tipos de tanques a fabricar, ambos diseñados bajo el estándar de la American Petroleum Institute API 650: Tanques soldados para almacenamiento de petróleo.
- Se han definido planos de diseño y aprobación para los dos tanques a fabricar
- Se definen elementos de mantenimiento y rutas de diseño para cada elemento según el tanque