



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE
CILINDROS EN CILCASA, EN RELACIÓN AL REGLAMENTO TÉCNICO
CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05**

Angel Arnoldo Arriaza García

Asesorado por el Ing. Luis Aroldo Ayala Vargas

Guatemala, agosto de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE
CILINDROS EN CILCASA, EN RELACIÓN AL REGLAMENTO TÉCNICO
CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD E INGENIERÍA

POR:

ANGEL ARNOLDO ARRIAZA GARCIA

ASESORADO POR EL ING. LUIS AROLD O AYALA VARGAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CILINDROS EN CILCASA, EN RELACIÓN AL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en enero de 2007.

Angel Arnoldo Arriaza García

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y permitirme culminar esta meta, tan importante en mi vida.
- Mis padres** Arnoldo René Arriaza Rodas y María Elena García de Arriaza, quienes son lo más importante en mi vida, gracias por apoyarme, quererme y creer en mí; este triunfo es de ustedes.
- Mi hermana** Delia María, por alentarme a seguir adelante y apoyarme incondicionalmente
- Mis amigos** Fabián, Gabriel, Rolando, Javier, David Gustavo, Carlos Manuel; por ayudarme dentro y fuera de las aulas de la facultad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 ASPECTOS GENERALES DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS Y CILINDROS DE CENTROAMÉRICA S.A. (CILCASA)	1
1.1 Antecedentes históricos del Ministerio de Energía y Minas	1
1.1.1 Historia del Ministerio de Energía y Minas	1
1.1.2 Visión y Misión del Ministerio de Energía y Minas	2
1.2 Estructura Organizacional de la Dirección General de Hidrocarburos	2
1.3 Funciones y servicios que presta la dirección	4
1.4 Historia de CILCASA	6
1.5 Productos y servicios	7
1.6 Ubicación de CILCASA	7
1.7 Reglamento Técnico Centroamericano	8
2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CILCASA	9
2.1 Análisis de la situación actual de CILCASA	9
2.1.1 Análisis FODA de CILCASA	9
2.1.2 Diagrama Causa - Efecto	11
2.1.3 Monitoreo del MEM sobre fabricación de cilindros	13
2.2 Análisis de los procesos actuales de fabricación	14
2.2.1 Análisis de las especificaciones actuales (COGUANOR 51009)	14

2.2.2	Descripción del procedimiento de fabricación de cilindros	18
2.2.3	Proceso de embutido en frío	20
2.2.4	Diagramas operaciones	21
2.2.5	Diagramas de flujo	24
2.2.6	Diagramas de recorrido	28
2.2.7	Análisis de la maquinaria actual de fabricación	29
2.3	Verificación de la materia prima	31
2.4	Verificación de Cilindros	32
2.4.1	Pruebas de hermeticidad	32
2.4.2	Pruebas de capacidad	33
2.4.3	Pruebas de sello de válvula	33
3	PROPUESTA DE DISEÑO PARA CUMPLIR CON EN EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05	35
3.1	Cambios en el proceso de fabricación	35
3.1.1	Diseño de procesos para cumplir con las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05	35
3.1.2	Diagramas de procesos mejorados	38
3.2	Cambios en la maquinaria y herramientas	45
3.2.1	Calibración de instrumentos de medición	45
3.2.2	Adaptación de la maquinaria de trabajo en frío	46
3.2.3	Cambios en los procesos de soldadura	46
3.2.4	Adaptación del horno para proceso de normalizado	46
3.3	Costos	47
3.3.1	Costos directos	47
3.3.2	Costos indirectos	48

3.3.3	Costos de oportunidad	48
3.3.4	Beneficios	50
4	APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD PARA VERIFICAR QUE LOS CILINDROS CUMPLAN CON EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05	51
4.1	Verificación de la materia prima	51
4.2	Verificación de cilindros	52
4.2.1	Pruebas de hermeticidad	52
4.2.2	Pruebas de capacidad	53
4.2.3	Pruebas de sello de válvula	53
5	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y OCUPACIONAL	55
5.1	Seguridad en la planta	55
5.2	Equipo de seguridad industrial	60
5.3	Seguridad en los procedimientos	65
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	73
	APÉNDICES	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama del Ministerio de Energía y Minas	3
2	Ubicación de CILCASA	7
3	Diagrama de Causa – Efecto	12
4	Esquema del proceso de embutido	22
5	Cabina de sandblast	37
6	Ubicación de las mediciones en la sección de lámina	52
7	Plano de iluminación industrial	56
8	Campana de extracción	57
9	Localización área de la campana	57
10	Plano ubicación extintores	59
11	Formato informe de laboratorio	73
12	Cálculos método cavidad zonal	76

TABLAS

I	Comparación entre la normas	15
II	Procesos de producción	18
III	Costos directos	48
IV	Costos indirectos	49
V	Equipo de seguridad para el área de corte y el área de pulido	60

VI	Equipo de seguridad para el área de embutido	61
VII	Equipo de seguridad para el área soldadura	61
VIII	Equipo de seguridad para el área del horno	62
IX	Equipo de seguridad para el área de las pruebas de hermeticidad	62
X	Equipo de seguridad para el área de sandblast	63
XI	Equipo de seguridad para el área de marcado	63
XII	Equipo de seguridad para el área de pintura	64
XIII	Equipo de seguridad para la bodega de producto terminado	64
XIV	Tiempo Estándar	75

GLOSARIO

Base de sustentación	Pieza metálica de forma circular, rebordeada hacia el interior en su parte inferior, soldada al casquete inferior del recipiente, para sostenerlo y posicionarlo verticalmente; con orificios que permiten la ventilación para disminuir los efectos de corrosión por humedad en el mismo.
Brida	Pieza metálica anular con un orificio concéntrico con rosca cónica, la cual va soldada en el centro del casquete superior del envase cilíndrico y que permite la instalación de la válvula a dicho envase.
Capacidad de agua	Es el volumen de agua expresado en litros o la masa de agua expresada en kg, que el envase cilíndrico puede contener a la temperatura de 15,56°C (60°F).
Casquetes (superior e inferior)	Partes metálicas del recipiente, de forma semiesférica o semielíptica, con o sin faldón recto, o de forma semicapsulada
Cilindro o recipiente portátil	Recipiente metálico, con o sin cordones de soldadura, hermético, rellenable, utilizado

para almacenar y transportar GLP, por su masa y dimensiones puede manejarse manualmente y cumple con los requisitos de este reglamento. Está formado por los siguientes componentes: cuello protector, válvula, brida, cuerpo cilíndrico y base de sustentación.

Cuello protector de la válvula

Parte metálica de forma cilíndrica abierta o cerrada, soldada al casquete superior del cilindro, la cual sirve para la manipulación del mismo y para proteger la válvula contra daños por impacto; tiene aberturas que permiten su conexión con el regulador, así como la ventilación, operación y drenaje.

Cuerpo cilíndrico

Es la parte del cilindro que contiene el producto y que puede estar formado por: casquete superior, casquete inferior y sección cilíndrica o bien por dos casquetes semi-capsulados.

Embutido

Proceso metal-mecánico utilizado para brindar la forma requerida a una lámina, aplicándole una fuerza que obliga al metal a deformarse plásticamente a través de un molde, sin utilizar calor, impactos ni golpes.

Fundente	Sustancia utilizada para limpiar de oxido las superficies metálicas que se van a unir.
Gas licuado de petróleo (GLP)	Es la mezcla formada por hidrocarburos de tres (3) y cuatro (4) átomos de Carbono, predominantemente propano o butano, o ambos, que siendo gaseosa a condiciones normales de presión y temperatura CNPT (101,3 kPa y 25°C) puede ser licuada, convertida en liquido, aplicando presión o enfriamiento, o ambos, para facilitar el almacenamiento, transporte y manejo.
Presión de diseño	Es la presión manométrica a la cual se diseña el recipiente portátil.
Relación de llenado	Es la relación entre la masa del gas licuado contenido en el envase cilíndrico y la masa de la capacidad de agua del mismo, mantenida a una temperatura de 15,56°C (60°F).
Soldadura eléctrica	Es la unión de dos piezas de metal, mediante el calor producido por un arco eléctrico que funde los bordes de las piezas, con o sin un metal de aporte o relleno.

Tara

Es la masa del envase cilíndrico vacío, incluyendo la masa de la válvula.

Válvula

Elemento mecánico de operación manual o automática que integra en su cuerpo un dispositivo para carga y descarga de GLP y un dispositivo para alivio de presión; con o sin dispositivo de máximo nivel de llenado.

RESUMEN

Este trabajo de graduación, fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el Ministerio de Energía y Minas (MEM) y en la Empresa Cilindros de Centroamérica Sociedad Anónima CILCASA. Donde se realizó un diagnóstico para hacer un rediseño de los procesos de fabricación de cilindros.

El ente encargado de supervisar la fabricación de cilindros para envasar Gas Licuado de Petróleo (GLP) en Guatemala es el Ministerio de Energía y Minas por medio de la Dirección General de Hidrocarburos, esta dirección supervisa que las empresas que se dediquen a la fabricación de cilindros cumplan con las especificaciones de los reglamentos que se encuentren vigentes.

La empresa, CILCASA, se dedica a la fabricación de cilindros para transporte de GLP, el proceso utilizado para la fabricación es el que se conoce como embutido profundo y este consiste en hacer dos casquetes elipsoidales a partir de discos de lámina, y luego soldarlos transversalmente. Este proceso tiene que cumplir con ciertas especificaciones dependiendo del país en que se encuentre, en Guatemala, era la norma COGUANOR 51009, actualmente, se encuentra en vigencia el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 que como su nombre lo indica abarca toda la región y de acuerdo con este reglamento se tienen que fabricar ahora los cilindros para transporte de GLP

La adaptación de los procesos de la maquinaria para cumplir con las nuevas especificaciones, requiere de hacer un diagnóstico de la situación actual de la empresa, es decir medir la capacidad de producción, la adaptabilidad de la maquinaria a las nuevas especificaciones, la calibración de los instrumentos de medición.

Hacer diagramas para verificar los posibles tiempos muertos o demoras innecesarias que se pueden encontrar a lo largo del proceso y determinar las causas de los posibles errores que se puedan cometer en el proceso.

Luego de hacer ese diagnóstico se procede a ver las formas en como se pueden corregir los errores, a identificar que demoras son necesarias y cuáles no lo son y la manera en como se pueden eliminar, a ver las posibles mejoras en el proceso es decir que se le puede agregar y que se le puede eliminar al proceso de fabricación para que este quede optimizado.

Al realizar todos los cambios en el proceso necesarios, para cumplir con las especificaciones, el siguiente paso a realizar son los cambios en la maquinaria, para cumplir con las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano.

Analizar los controles de calidad a los que son sometidos los cilindros, según el reglamento RTCA 23.01.29:05, observando cuáles son las pruebas que deben realizarse a los cilindros antes de poder salir al mercado.

OBJETIVOS

General

- Diagnosticar y rediseñar los procesos de fabricación de cilindros, los procedimientos, equipo de seguridad y la maquinaria de la empresa CILCASA, para que cumplan las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05

Específicos

1. Reducción de accidentes y lesiones en el personal operativo, mediante la utilización del equipo mínimo de protección dependiendo del área en la que se encuentre el operador.
2. Mejorar la capacidad de la maquinaria para fabricación de cilindros y observar cuáles son las adaptaciones que se les puede hacer, para cumplir con las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05
3. Mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo, mediante el diseño de nuevas áreas de trabajo que satisfagan las necesidades de los trabajadores
4. Aumentar la producción diaria de cilindros, ya que, con las nuevas especificaciones se reducirá el tiempo de fabricación unitario.

INTRODUCCIÓN

El Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05, es la normativa que entró en vigencia a partir del primer semestre del año 2006, con una prorroga de 6 meses a 1 año, para la implementación del reglamento en las empresas afectadas, para que se verifique la calidad con la que se fabrican los cilindros para transporte de Gas Licuado de Petróleo (GLP) este reglamento es valido para todos los países de Centroamérica y acá en Guatemala sustituye a la norma COGUANOR 51009. El reglamento RTCA 23.01.29:05, tiene muchos puntos en común con la norma COGUANOR 51009, pero también implementa nuevos controles para la fabricación de cilindros para transporte de GLP.

La adaptación de las empresas que fabrican cilindros en Guatemala al reglamento RTCA 23.01.29:05, es de vital importancia, puesto que entre las ventajas que se tienen es que se estandarizan medidas y procedimientos para toda la región, pero lo más importante es que si no se adaptan a la nueva reglamentación, el Ministerio de Energía y Minas no le dará el permiso necesario para que trabajen en Guatemala.

La empresa "Cilindros de Centroamérica Sociedad Anónima" (CILCASA) debe adaptarse a las especificaciones que se establecen en el nuevo reglamento, por lo que acá se da un diagnóstico y se propone un diseño de algunos procesos, así como, también, se observan los posibles cambios que se hará a la maquinaria y a la instrumentación que se utiliza, para hacer cumplir la nueva reglamentación.

1 ASPECTOS GENERALES DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

1.1. Antecedentes históricos del ministerio de Energía y Minas

El conocimiento de la historia del Ministerio de Energía y Minas, su estructura organizacional, así como la Misión y Visión, de la entidad, nos da un panorama más claro sobre las funciones y servicios que presta.

1.1.1 Historia del Ministerio de Energía y Minas

El Ministerio de Energía y Minas fue elevado a categoría de Ministerio el 1 de julio de 1983 a través del Decreto Ley 106-83, publicado en el Diario Oficial. Anterior a esto, conforme a la Ley del Organismo Ejecutivo, correspondía al Ministerio de Economía conocer todo lo relativo a los hidrocarburos, minas y canteras. Por sus complejas atribuciones y funciones, dicho ministerio no estaba en real posibilidad de atender debidamente los numerosos temas relacionados con la exploración, explotación, transformación, transporte y comercialización de los hidrocarburos, así como lo concerniente a la exploración y explotación de minerales metálicos y no metálicos; por lo que para llegar a esta categoría se dieron dos momentos importantes: Por iniciativa del Organismo Ejecutivo, en 1978 se emitió el Decreto 57-78 del Congreso de la República, mediante el cual se creó la Secretaría de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear, llamada por esa ley a conocer las actividades que dejaron de ser competencia del Ministerio de Economía. Posteriormente, en 1983 se emite el Decreto 86-83, mediante el cual se nombra Secretaría de Energía y Minas y se amplían al mismo tiempo sus funciones y atribuciones.

1.1.2 Visión y Misión del Ministerio de Energía y Minas

La Visión y Misión del Ministerio de Energía y Minas (MEM) son los enfoques que da el Ministerio para el cumplimiento de su labor como rector todas las actividades relacionadas a Hidrocarburos, Energía, y Minería

- **Visión**

Somos la institución rectora de los sectores energético y minero, que fomenta el aprovechamiento adecuado del los recursos naturales del país. Conformamos un equipo de trabajo multidisciplinario capacitado que cumple con la legislación y la política nacional, propiciando el desarrollo sostenible; en beneficio de la sociedad.

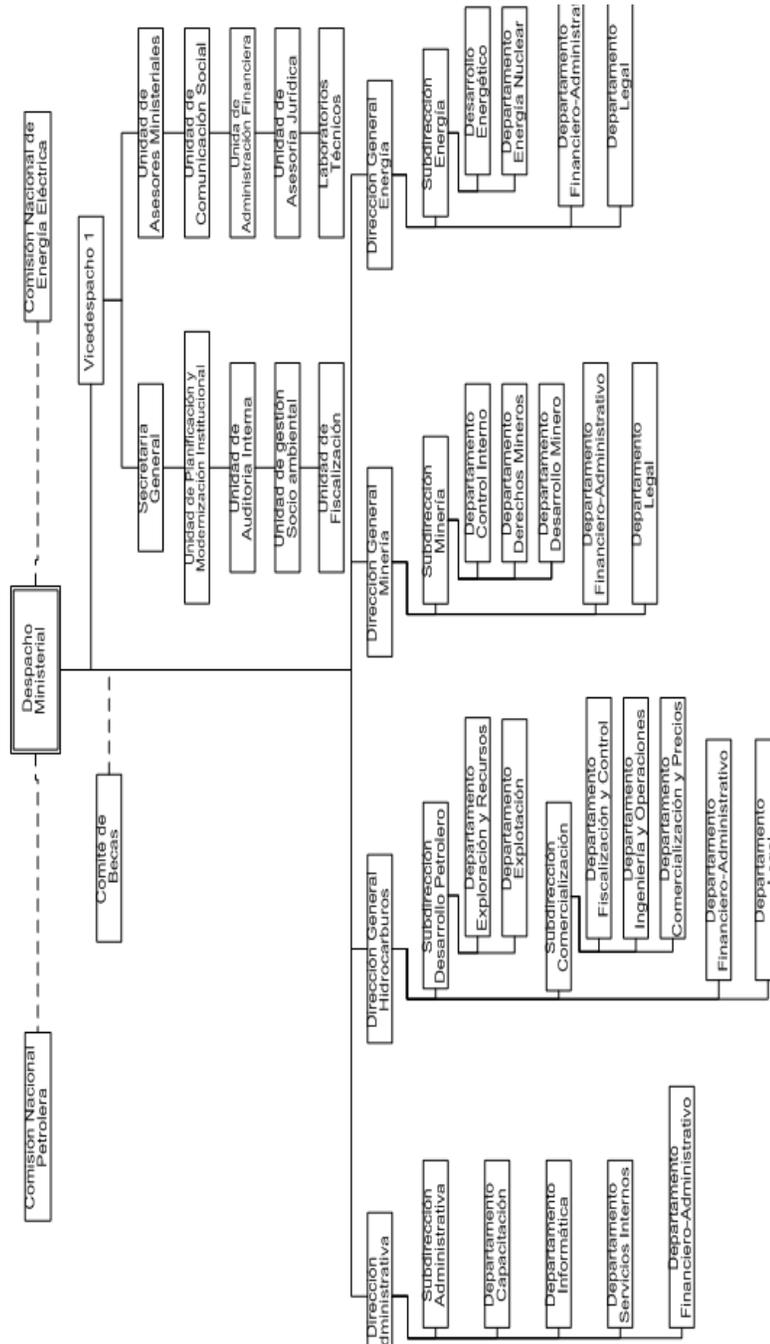
- **Misión**

Propiciar y ejecutar las acciones que permitan la inversión destinada al aprovechamiento integral de los recursos naturales, que proveen bienes y servicios energéticos y mineros velando por los derechos de sus usuarios y de la sociedad en general.

1.2 Estructura organizacional de la Dirección General de Hidrocarburos

La estructura de la Dirección General de Hidrocarburos es una estructura departamentalizada de orden jerárquico, con una manejo administrativo del tipo burocrático, es decir las decisiones siempre vienen del nivel superior hacia los niveles inferiores.

Figura 1. Organigrama del Ministerio de Energía y Minas



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

1.3 Funciones y servicios que presta la Dirección General de Hidrocarburos

➤ Funciones

- Cumplir y hacer que se cumplan las leyes, reglamentos y estipulaciones contractuales concernientes a operaciones petroleras.
- Inspeccionar, vigilar, supervisar y fiscalizar las operaciones petroleras, inclusive la determinación de los volúmenes de hidrocarburos y sus calidades.
- Servir de órgano de información del Ministerio, para el inversionista nacional o extranjero.
- Efectuar los cálculos para monitorear que los precios de los hidrocarburos estén dentro de un rango razonable, tomando en cuenta los factores externos e internos que lo integran.
- Efectuar, controlar y verificar la liquidación y el pago de regalías, participación en la producción.
- Estudiar y emitir dictámenes sobre operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos.

➤ Servicios

El Archivo Técnico del Departamento de Desarrollo Petrolero, de la Dirección General de Hidrocarburos, brinda información en forma gratuita a las entidades o personas que así lo requieran, específicamente en el área de los hidrocarburos, entre estas podemos mencionar:

- Compañías operadoras en el país
- Compañías interesadas en áreas de interés petrolero que no poseen contrato con el Estado.

- Consultores individuales nacionales o extranjeros de las diferentes especialidades que comprende la industria petrolera, como son, geólogos, geofísicos, ingenieros petroleros, etc.
- Estudiantes de Derecho de las diferentes universidades del país cuya consulta se refiere al proceso administrativo que requiere un expediente que es presentado al MEM por las compañías operadoras.
- Estudiantes del nivel básico y diversificado de las instituciones educativas del país, sean estas, públicas o privadas, que tienen interés en el tema del petróleo producido en el país o en el petróleo en términos generales.

El Laboratorio Técnico presta apoyo a las diferentes Direcciones del Ministerio de Energía y Minas para el control y fiscalización de los hidrocarburos que se comercializan en el país. Además, presta el servicio a empresas y personas particulares que requieran verificar la calidad de sus combustibles.

La sección tiene capacidad de realizar análisis físico y químicos de tipo instrumental y de vía húmeda a muestras de, gasolina superior y regular, av-gas, kerosina, jet-A1, diesel 2D, búnker C, Orimulsión, petróleo, alcohol, aceite lubricante, carbón, aserrín y otros.

Dentro de las pruebas que se realizan rutinariamente se pueden mencionar los siguientes: destilación, presión de vapor, corrosión en lámina de cobre, gravedad API, octanaje, inflamabilidad, viscosidad, poder calorífico, cenizas, índice de cetano, agua y sedimento, agua por destilación, azufre, humedad, color, índice de viscosidad y cenizas sulfatadas, gravedad específica, acidez y otros.

1.4. Historia de Cilindros de Centroamérica Sociedad Anónima (CILCASA)

Empresa fundada en el año de 1968, inaugurándola el presidente de ese entonces Lic. Julio Cesar Montenegro. Fue inscrita en el registro de la propiedad industrial desde el 24 de enero de 1968, y el registro tributario unificado, bajo número 72741-5 se inscribió en el registro mercantil el día 6 de junio de 1973, bajo el expediente 16253, partida número 1846, folio 22 del libro 10 de sociedades mercantiles, creada mediante escritura pública fraccionada ante los oficios del notario Roberto Díaz Duran Oliver. Su capital autorizado esta constituido en 40,000 acciones ordinarias de valor nominal de Q10.00 cada una, de las cuales fueron suscritas y pagadas 10,000 en su fecha de creación. Está autorizada para operar en las actividades comerciales, industriales de servicios, representación de casa extranjeras y toda actividad de lícito comercio. Sus bienes más importantes están constituidos por maquinaria para la fabricación de cilindros de metal utilizados para envasar gas propano. Es producto es comercializado en todo el país, así como el área de Centroamérica y el Caribe,

En sus inicios la producción de cilindros era de aproximadamente 100 cilindros diarios, para luego aumentar a 250 cilindros por día. En el año de 1992, se compró una prensa de embutido para aumentar la capacidad de producción en 70% más, por lo que a partir del año 1993, la capacidad era de aproximadamente 425 cilindros al día. En el año de 1997, se hace el estudio de ampliación y se implementa un segundo turno para el año de 1998, lo cual hace que la producción se eleve a 700 cilindros diarios. Para el año de 1999, se adquiere una planta con capacidad, para 400 cilindros diarios, para dar un total de 1100 cilindros diarios.

1.5. Productos y servicios

Los Productos que se fabrican en CILCASA, son cilindros para transporte del Gas Licuado de Petróleo (GLP), los cilindros se fabrican en distintos tamaños con una capacidad desde 4.5 Kg. (10 lb.) hasta una capacidad de 45.4 Kg. (100 lb.) de propano comercial.

Aunque los productos de mayor fabricación son los cilindros que tienen una capacidad de 11.3 Kg. (25 lb.) son los cilindros que se fabrican mayoritariamente (los demás cilindros se fabrican por pedido especial, la producción esta orientada a los cilindros de 25 lb)

1.6. Ubicación de CILCASA

La empresa Cilindros de Centroamérica, Sociedad Anónima (CILCASA) se encuentra localizada en la Avenida Petapa 53-01, Zona 12.

Figura 2. Ubicación de CILCASA



Fuente: <http://www.mapasred.com>

1.7. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05

La entidad encargada de realizar los estudios y adopción de reglamentos técnicos es la Unión Aduanera Centroamericana, este organismo está representado por los sectores Académico, Consumidor, Empresa Privada y Gobierno, de cada uno de los países que lo incluyen. Este organismo mediante los comités técnicos de normalización de todos los estados que son miembros, se encargó de realizar un estudio sobre cilindros de GLP, para regular y estandarizar las especificaciones a todos los países miembros de la entidad. Como Finalización del estudio realizado por el Comité Técnico de Normalización, se llegó a la elaboración de un documento, que luego sería aprobado como: Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05. Recipientes a presión. Cilindros Portátiles para contener GLP. Especificaciones de fabricación. La entidad encargada de su aprobación es: Subgrupo de Medidas de Normalización de la Unión Aduanera haciendo su participación, las siguientes comisiones de cada país integrante:

Por Guatemala COGUANOR

Por El Salvador CONACYT

Por Nicaragua MIFIC

Por Honduras SIC

Por Costa Rica MEIC

Se aplica a los envases cilíndricos portátiles con capacidad desde 4,5 kg (10 lb) hasta 45,4 kg (100 lb) de propano comercial, butano comercial o sus mezclas, los cuales se fabrican con una presión de diseño de 1655 kPa (240 psi) y que se utilizan para el almacenamiento y transporte de gas licuado de petróleo para consumo doméstico, industrial y comercial. No se aplica a los envases cilíndricos de acero diseñados para almacenar gas licuado de petróleo utilizado como combustible de automotores.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CILCASA

2.1 Análisis de la situación actual de CILCASA

Las herramientas que se utilizaron para realizar el análisis de la situación actual de la empresa fueron: Análisis F.O.D.A, Diagrama de Causa-Efecto y los datos que recaba el Ministerio de Energía y Minas, sobre la fabricación de cilindros

2.1.1 Análisis F.O.D.A. de CILCASA

Se realizará un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), para determinar la capacidad que tenga CILCASA de adaptarse al nuevo Reglamento Centroamericano RTCA 23.01.29:05

Fortalezas

- El ser proveedor de cilindros de GLP, de varias empresas de llenado, hace que se tenga una menor inversión en publicidad y mercadeo y se puedan destinar más recursos para adecuar los procedimientos al Reglamento Centroamericano RTCA 23.01.29:05.
- La capacidad de fabricación de CILCASA, se puede aumentar, para poder cumplir con las demandas de producto que se tienen en el mercado nacional como en el extranjero.

Oportunidades

- La empresa CILCASA, debido a lo relativamente sencillo del proceso de fabricación, es más fácil la adaptación hacia los procesos regidos por el Reglamento Técnico Centroamericano
- Debido a la poca competencia que hay en el mercado de cilindros de GLP, hay una mayor oportunidad de crecimiento tanto en el mercado local, como en el mercado extranjero

Debilidades

- La poca automatización en el proceso de la elaboración de cilindros, pues esto hace que la producción sea más lenta y con una probabilidad mayor de cometer errores en el producto final
- La poca capacidad de CILCASA, para adecuarse a la demanda creciente de sus clientes, puede hacer que no logre satisfacer la demanda de cilindros en un corto y/o mediano plazo
- Las demoras innecesarias en el proceso hace que este sea más lento y por lo tanto disminuye la producción de cilindros.

Amenazas

- El TLC, afectará de manera significativa la capacidad en el mercado potencial de CILCASA, pues con la entrada de cilindros importados, otras

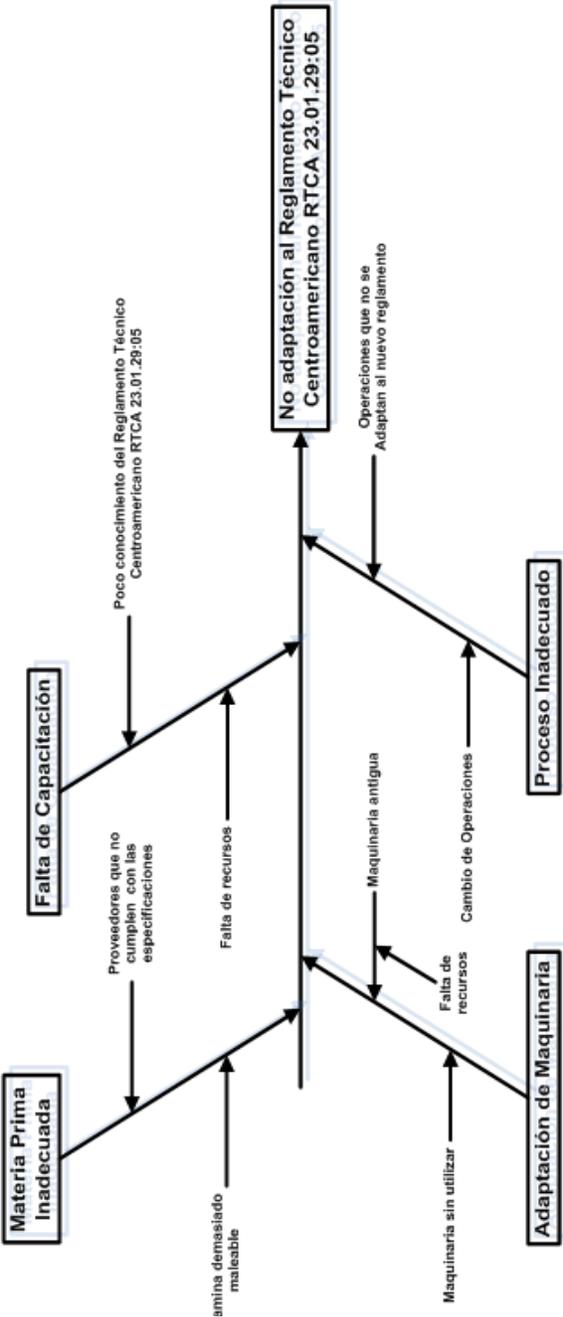
empresas de gas podrían no comprarle a CILCASA sus cilindros sino que importarlos del extranjero

- Si no se adecuan al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05. lo más pronto posible, podrían perder potenciales clientes que podría comprar cilindros a la competencia o bien importarlos desde el extranjero.

2.1.2 Diagrama Causa - Efecto

Como se puede apreciar en el diagrama (ver Figura No.3), hay varias causas por las que la empresa no se adecuado al RTCA 23.01.29:05, las causas propias a la empresa que son: falta de capacitación que se da por el poco conocimiento que se tiene acerca del RTCA 23.01.29:05. Un proceso de fabricación que no se adapta a lo que indica el Reglamento Técnico Centroamericano. La adaptación de la maquinaria, para cumplir con las nuevas especificaciones que indica el RTCA 23.01.29:05. Una causa importante es la Materia Prima que si bien no se fabrica en CILCASA, se debe de tener el proveedor adecuado, para que proporcione la materia prima que cumpla con las especificaciones indicadas.

Figura 3. Diagrama Causa - Efecto



2.1.3 Monitoreo del Ministerio de Energía y Minas (MEM), sobre fabricación de cilindros

El monitoreo consiste en tomar muestras de los cilindros y se hacen pruebas en el laboratorio, para ver si cumplen con las normas de fabricación

La forma de tomar las muestras es periódicas aproximadamente cada 2 semanas se toma una muestra dependiendo del tamaño del lote (generalmente es de 20 cilindros), luego esa muestra es trasladada hacia las instalaciones del Laboratorio de Ensayos No Destructivos localizado en la 24 calle 21-12, zona 12. En el laboratorio se le hacen los ensayos que indica el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 estos ensayos son:

- Inspección Visual
- Espesor de Lámina
- Tara
- Hermeticidad
- Ruptura
- Rayos "X"
- Capacidad de Agua

Luego de realizar los ensayos con las muestras tomadas, se comparan los resultados, con lo que exige la normativa, y se indica si la muestra revisada cumple con la reglamentación, se elabora un informe (ver Anexo No. 1), que se entrega a la Dirección General de Hidrocarburos que posteriormente entrega a las empresas a las que se les hace el análisis. Si el lote es rechazado se devuelve el lote a la empresa, para su arreglo y posteriormente se vuelve a muestrear ese lote, para verificar si cumple con las especificaciones de los ensayos.

2.2 Análisis de los procesos actuales de fabricación

Los procesos de fabricación actuales pueden ser analizados mediante un cuadro comparativo entre la norma actual y la norma anterior, además se presentan los diagramas de procesos, para un mejor entendimiento de los procesos

2.2.1 Análisis de las especificaciones actuales (COGUANOR 51009)

La norma actual de fabricación es la norma COGUANOR 51009 y esta difiere un poco con algunas clasificaciones y especificaciones de fabricación al RTCA 23.01.29:05

Tabla I Comparación entre la norma COGUANOR 51009 y el RTCA 23.01.29:05

COGUANOR 51009	RTCA 23.01.29:05	ANÁLISIS COMPARATIVO
<p>Clasificación de los cilindros</p> <p>Clase 1: Envase Cilíndrico de acero, sin cordones de soldadura</p> <p>Clase 2: Envase cilíndrico de acero de 2 piezas con costuras (casquete inferior y casquete superior).</p> <p>Clase 3: Envase cilíndrico de aleación de acero de 2 piezas con costuras (casquete inferior y casquete superior).</p> <p>Clase 4: Envases cilíndricos de acero de 3 piezas con costuras (casquete inferior, cuerpo cilíndrico y casquete superior)</p>	<p>Clasificación de los cilindros</p> <p>Clase 1: Envase Cilíndrico de acero, sin cordones de soldadura</p> <p>Clase 2: Envase cilíndrico de aleación de acero de 2 piezas unidas por un cordón de soldadura circunferencial</p> <p>Clase 3: Envase cilíndrico de 3 piezas, con cordón de soldadura longitudinal, pudiendo ser de acero o de aleación de acero</p> <p>Clase 4: Envase cilíndrico de dos piezas de aluminio, unidas por un cordón de soldadura circunferencial</p>	<p>Cambia la clasificación de los cilindros, porque ahora se agrega a la clasificación los cilindros de aluminio, y se pone en una sola clasificación los cilindros fabricados de acero y los fabricados con aleación de acero</p>
<p>Medidas del cilindro</p> <p>Cilindros de hasta 11.3 kg (25 lb) Diámetro Externo Max.: 31 cm Altura máxima: 50 cm</p> <p>Cilindros de más de 11.3 kg (25 lb) Diámetro Externo Max. 38 cm Altura Máxima: 120 cm</p>	<p>Medidas del cilindro</p> <p>Cilindros de hasta 11.3 kg (25 lb) Diámetro Externo Max; 31.0 ÷ 1 cm Altura máxima: 50 ÷ 1 cm</p> <p>Cilindros de más de 11.3 kg (25 lb) Diámetro Externo Max. 38 ÷ 1 cm Altura Máxima: 120 ÷ 1 cm</p>	<p>En el reglamento RTCA 23.01.29:05 se da ahora una tolerancia mínima y máxima sobre la que pueden variar las medidas de los cilindros.</p>

<p>Relación de llenado</p> <p>La relación de agua varía de acuerdo a la densidad específica del líquido y va desde un 41% hasta un 53%</p>	<p>Relación de llenado</p> <p>Se especifica una relación de llenado de un 42% para todas las capacidades de los cilindros</p>	<p>En el nuevo reglamento se especifica una relación de llenado constante independientemente del gas que se este utilizando. En la norma anterior se tenía que comparar con una tabla sobre las distintas relaciones de llenado para cada elemento a utilizar</p>																																
<p>Capacidad de agua</p> <p>Se permite una tolerancia máxima para la capacidad del cilindro de un 5%</p>	<p>Capacidad de agua</p> <p>La capacidad de agua se rige de la siguiente manera:</p> <table border="1" data-bbox="856 662 1331 951"> <thead> <tr> <th colspan="2">Capacidad de GLP</th> <th colspan="2">Capacidad de Agua</th> </tr> <tr> <th>Kg</th> <th>Lb</th> <th>kg</th> <th>lb</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.5</td> <td>10</td> <td>10.7</td> <td>23.8</td> </tr> <tr> <td>9.1</td> <td>20</td> <td>21.7</td> <td>47.6</td> </tr> <tr> <td>11.3</td> <td>25</td> <td>26.9</td> <td>59.5</td> </tr> <tr> <td>15.9</td> <td>35</td> <td>37.9</td> <td>83.3</td> </tr> <tr> <td>18.1</td> <td>40</td> <td>43.2</td> <td>95.2</td> </tr> <tr> <td>27.2</td> <td>60</td> <td>64.8</td> <td>142.9</td> </tr> </tbody> </table>	Capacidad de GLP		Capacidad de Agua		Kg	Lb	kg	lb	4.5	10	10.7	23.8	9.1	20	21.7	47.6	11.3	25	26.9	59.5	15.9	35	37.9	83.3	18.1	40	43.2	95.2	27.2	60	64.8	142.9	<p>Ya no se permiten tolerancias en la capacidad de agua de los cilindros, es decir o cumple con lo que se especifica en el nuevo reglamento o los cilindros son rechazados.</p>
Capacidad de GLP		Capacidad de Agua																																
Kg	Lb	kg	lb																															
4.5	10	10.7	23.8																															
9.1	20	21.7	47.6																															
11.3	25	26.9	59.5																															
15.9	35	37.9	83.3																															
18.1	40	43.2	95.2																															
27.2	60	64.8	142.9																															
<p>Tratamientos térmicos</p> <p>Elevar la temperatura en forma lenta y uniforme de un mínimo de 600°C hasta 650°C que se mantendrá por un tiempo de 2.4 min por cada milímetro de espesor de lámina. Luego se enfriara hasta una temperatura de 300°C por un tiempo no menor de 10 min y posteriormente hasta la temperatura ambiente abrigado de las corrientes de aire</p>	<p>Tratamientos térmicos</p> <p>Elevar la temperatura en forma lenta y uniforme de un mínimo de 600°C hasta 650°C, la cual se mantiene durante 7 minutos como mínimo. Luego se enfría uniformemente hasta alcanzar una temperatura de 220°C y posteriormente hasta la temperatura ambiente protegido de las corrientes de aire y sin utilizar sistemas forzados de enfriamiento</p>	<p>El proceso de enfriamiento cambia porque se establece que la temperatura se reduce hasta 220°C y luego se reduce a la temperatura ambiente, sin utilizar sistemas de enfriamiento forzado, algo que no estaba especificado en el antiguo reglamento</p>																																

<p>Acabado del cilindro</p> <p>Utilización de una película de pintura anticorrosiva antes de aplicar la pintura que dará el acabado final</p>	<p>Acabado del cilindro</p> <p>Utilización de una película de pintura anticorrosiva con un espesor de 76 micrones, de espesor o de un tratamiento químico que produzca una película anticorrosiva en todo el cilindro. Sobre el acabado anticorrosivo (pintura o tratamiento químico) aplicar una capa de pintura adecuada para metales.</p>	<p>Se da la oportunidad de utilizar un tratamiento químico en vez de una película de pintura anticorrosiva. También se da el espesor que debe de tener la pintura anticorrosiva sobre el cilindro</p>
<p>Marcado del cilindro</p>	<p>Marcado del cilindro</p> <p>No lleva los datos de las inspecciones originales y la primera inspección</p>	<p>Los datos de las inspecciones originales y de la primera inspección son importantes para llevar un control sobre los cilindros y su tiempo de utilización en el mercado.</p>

2.2.2 Descripción del procedimiento de fabricación de cilindros

A continuación se presenta una tabla con todas las actividades que se realizan en la planta para poder hacer un cilindro de GLP, las actividades comprenden desde el marcado del disco, hasta que el cilindro esta finalizado y pintado.

Tabla II Procedimiento de fabricación

No	ACTIVIDAD
1	Traslado de disco a marcadora
2	Estibado de disco
3	Marcado de disco
4	Estibado de disco
5	Traslado de disco a pulido para ser procesado
6	Traslado de disco a pulido
7	Estibado de disco
8	Pulido de disco
9	Estibado de disco procesado
10	Enjabonado de disco
11	Operador toma disco y lo inserta en embutidora
12	Espera a que máquina embuta disco
13	Ayudante recibe coco
14	Estiba coco en banda transportadora
15	Traslada a router
16	Corte de base
17	Traslado a lavadero
18	Lavado manual de coco
19	Estiba coco en banda transportadora
20	Traslado a pegado de base de sustentación
21	Pegado de coco con base de sustentación
22	Estibado en banda transportadora
23	Estibado de medio cuerpo del cilindro

Continuación	
24	Traslado a ensamblaje
25	Operador toma base y lo posiciona en maquina
26	Operador toma cuello y lo ensambla a base
27	Activa válvula de prensa
28	Maquina une base y cuello
29	Operador coloca puntos de soldadura
30	Operador desactiva válvula de prensa
31	Quita cilindro de maquina ensambladora
32	Tira hacia un lado el cilindro
33	Ayudante estiba cilindros procesados
34	Traslado de cilindros a soldadoras circulares
35	Soldador toma cilindro y lo instala en circular
36	Activa soldadora
37	Inicia proceso de soldadura
38	Desactiva sistema
39	Quita cilindro de soldadora
40	Traslada cilindro a revisión
41	Se revisa el cilindro completo
42	Se traslada a prueba hidrostática
43	Se instala cilindro en base para prueba
44	Se activa sistema (presurizado con agua)
45	Se apaga sistema para desmontar cilindro
46	Se estiba hacia abajo cilindro para sacar agua
47	Se montan cilindros en carreta para traslado
48	Se trasladan hacia el horno
49	Se estiban cilindros
50	Se enciende el horno
51	Se instalan cilindros en ganchos del horno
52	Se activa el funcionamiento del carril
53	Se espera a que pasen 2 vueltas
54	Se desmontan los cilindros horneados

Continuación	
55	Se trasladan hacia limpieza
56	Se estiban
57	Se espera a que se enfríen
58	Se procede a limpiar
59	Se trasladan a marcado de serial
60	Se marca serial
61	Se trasladan a revisión
62	Se estiban
63	Se procede a revisarlos
64	Se trasladan a pintura
65	Se estiban
66	Se instalan en ganchos del carreol
67	Se inicia proceso de pintura
68	Se bajan cilindros
69	Se instalan en carreta
70	Se trasladan a ultimo detalle de pintura
71	Se pintan últimos detalles
72	Se trasladan a bodega

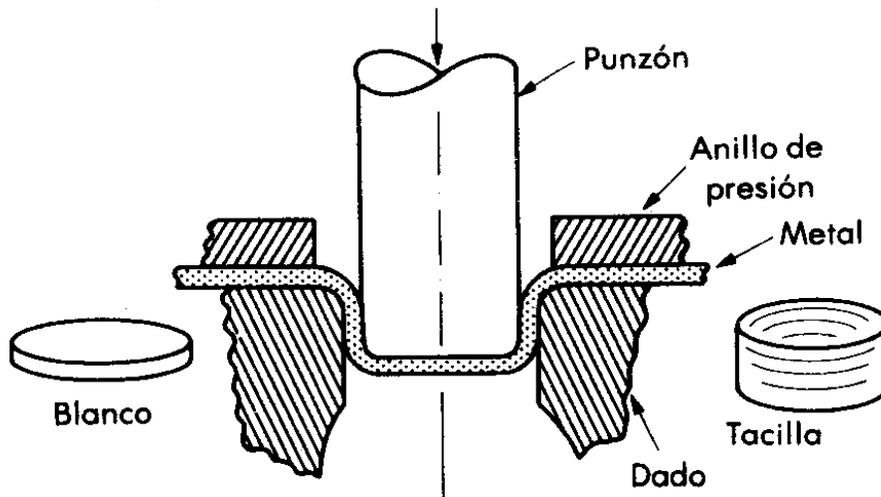
2.2.3 Proceso de embutido en frío

El embutido profundo es una extensión del prensado en la que a un tejo de metal, se le da una tercera dimensión considerable después de fluir a través de un dado. El prensado simple se lleva a cabo presionando un trozo de metal entre un punzón y una matriz, así como al indentar un blanco y dar al producto una medida rígida.

Este proceso puede llevarse a cabo únicamente en frío, cualquier intento de estirado en caliente, produce en el metal un cuello y la ruptura. El anillo de presión, evita que el blanco se levante de la superficie del dado, dando arrugas

radiales o pliegues que tienden a formarse en el metal fluyendo hacia el interior desde la periferia del orificio del dado.

Figura 4. Esquema del proceso de embutido



Fuente: http://personales.com/mexico/mexico/Documentaciones_Cs/Fig04.gif

2.2.4 Diagrama de operaciones de proceso

La metodología que se utilizó en la toma de tiempos fue el método continuo para la toma de tiempos, ya que los tiempos de operación son relativamente cortos, por lo que este método es el que mejor se adapta a este tipo de operación. Este método consiste en tomar los tiempos con un cronometro, mientras este sigue corriendo y los tiempos se establecen mediante la resta del tiempo de lectura menos la lectura del tiempo anterior.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Actual
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 1/2

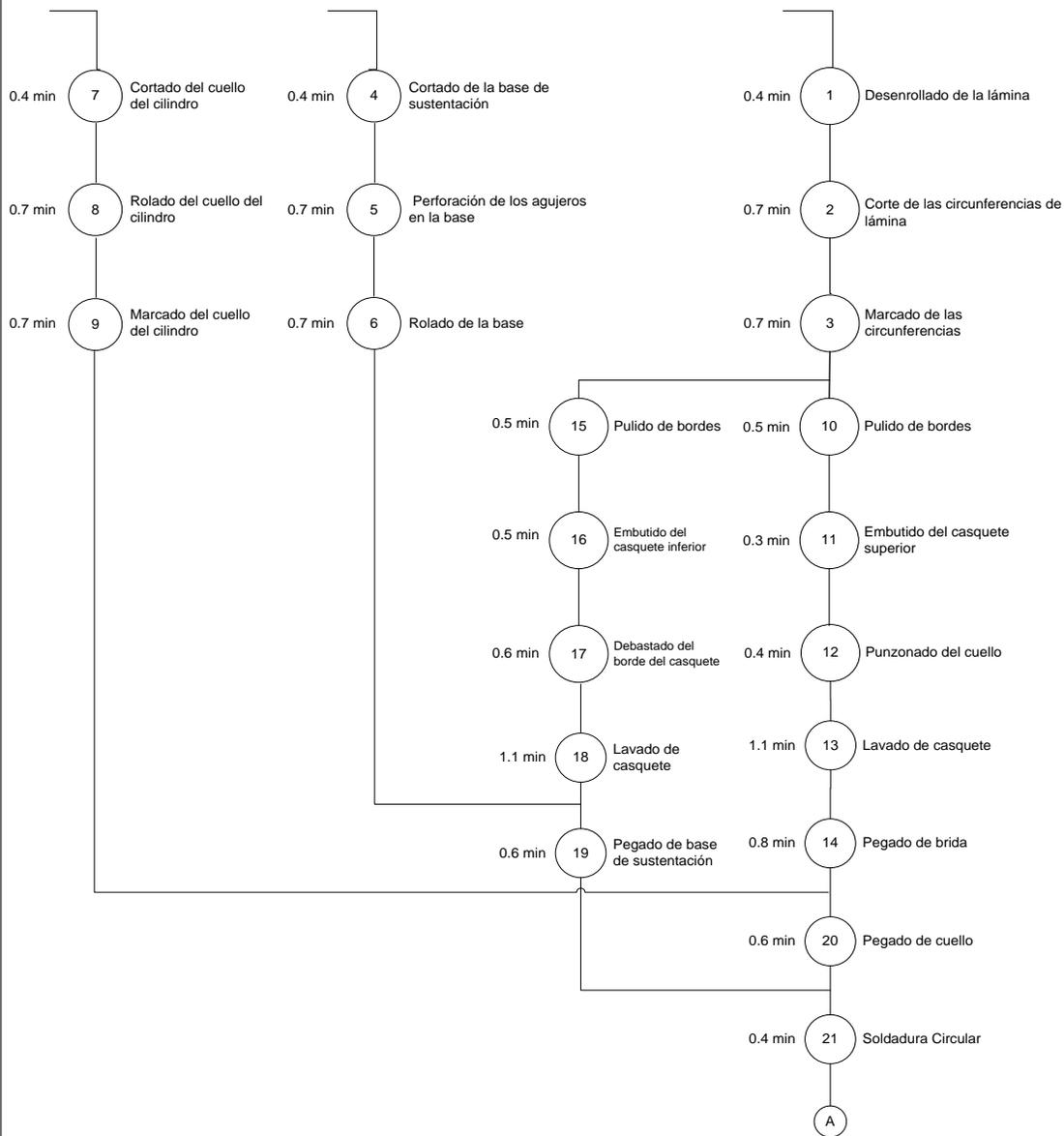
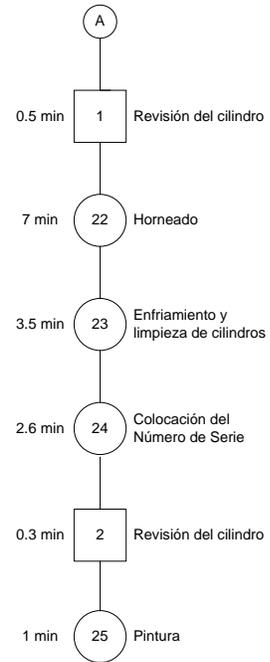


DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Actual
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 2/2



RESUMEN

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
○	Operación	25	-	26.9 min
□	Inspección	2	-	0.8 min
-	TOTAL	27	-	30.4 min

3.2.5 Diagrama de flujo de proceso

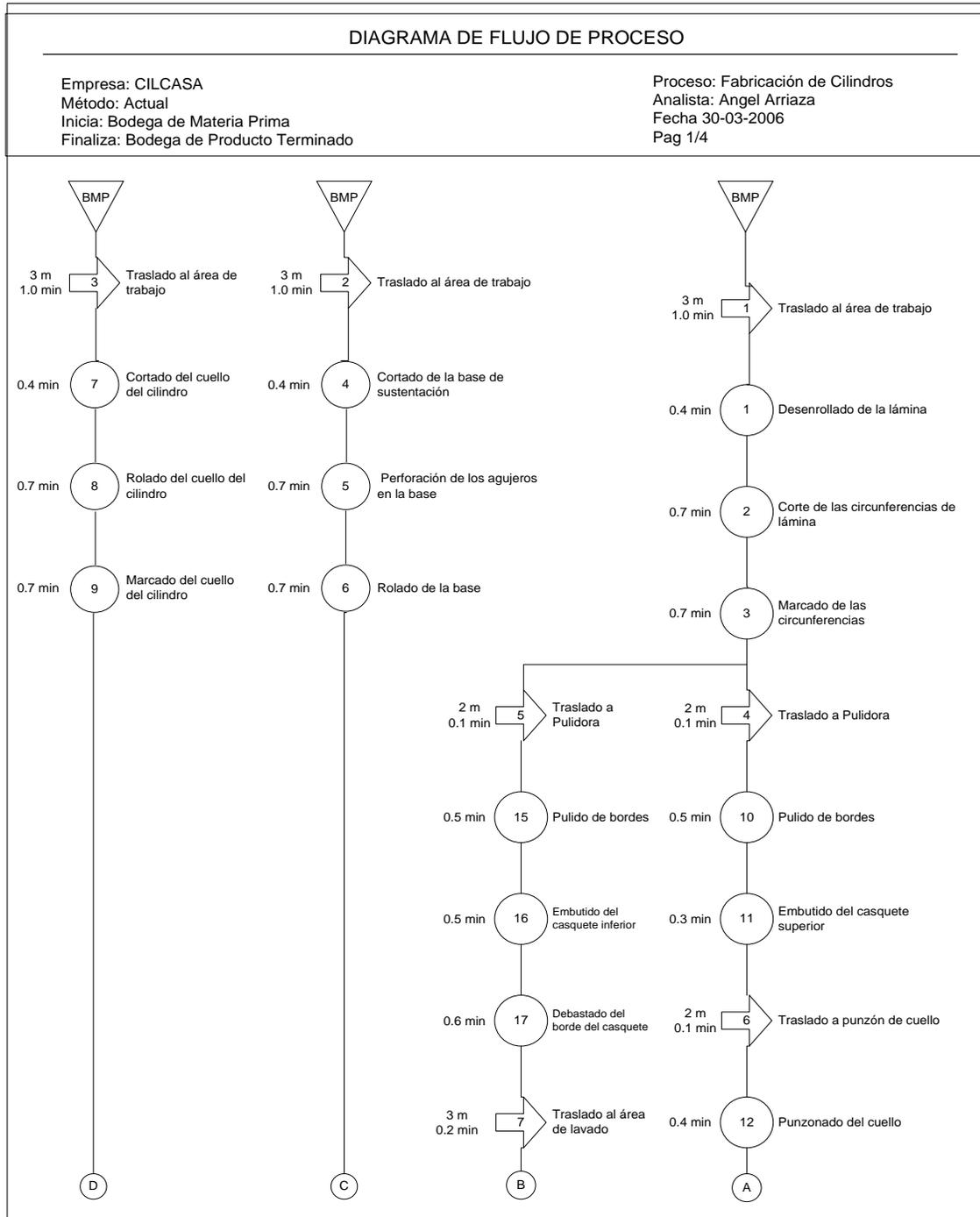


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Actual
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 2/4

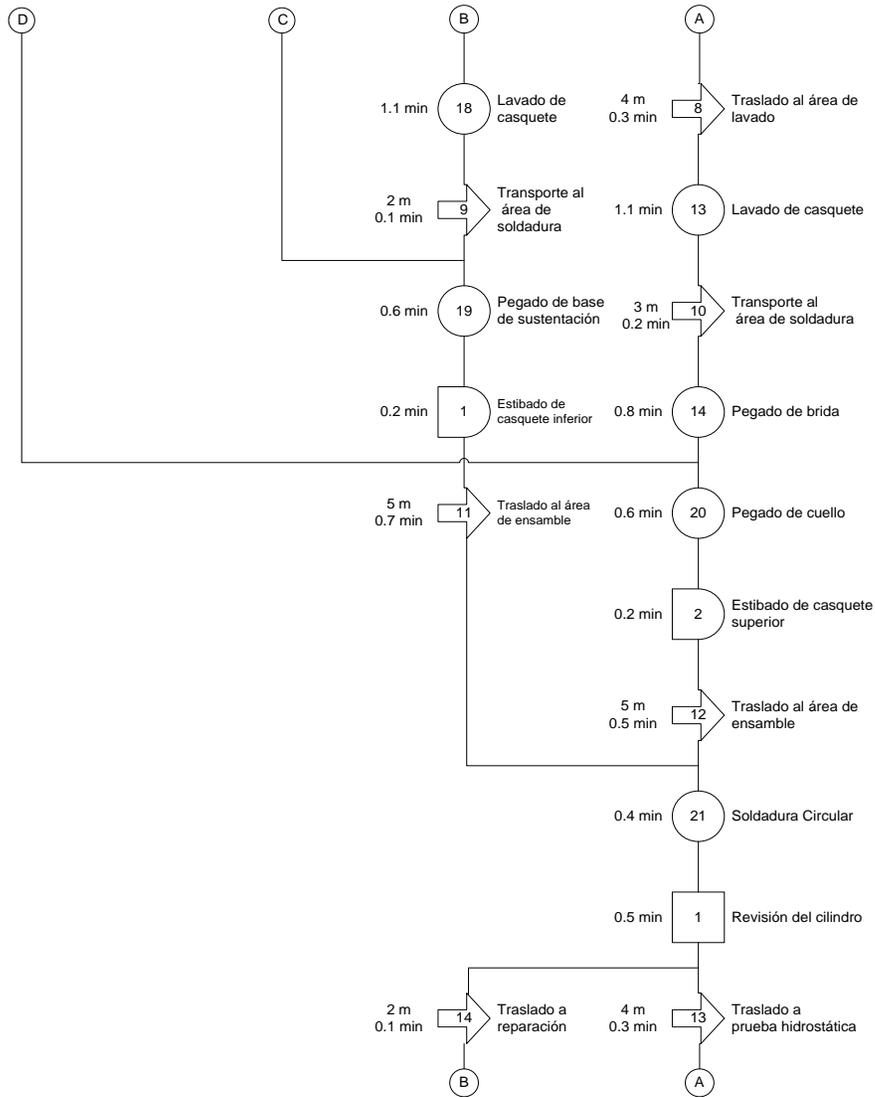


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
Método: Actual
Inicia: Bodega de Materia Prima
Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
Analista: Angel Arriaza
Fecha 30-03-2006
Pag 3/4

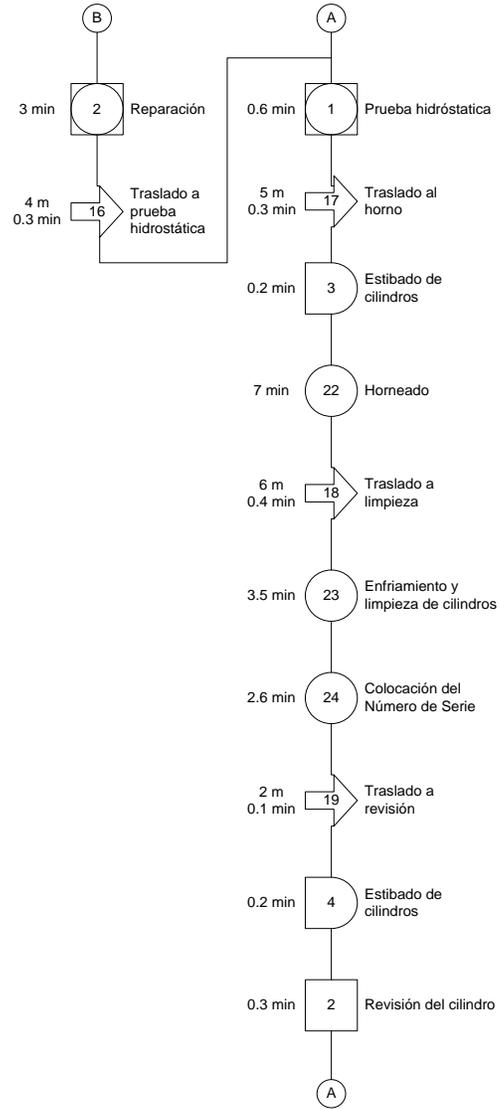
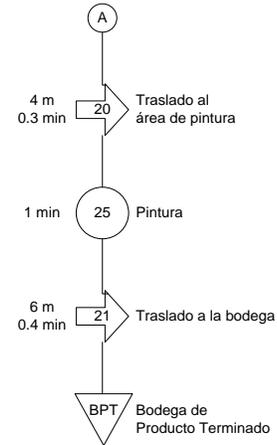


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Actual
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 4/4



RESUMEN

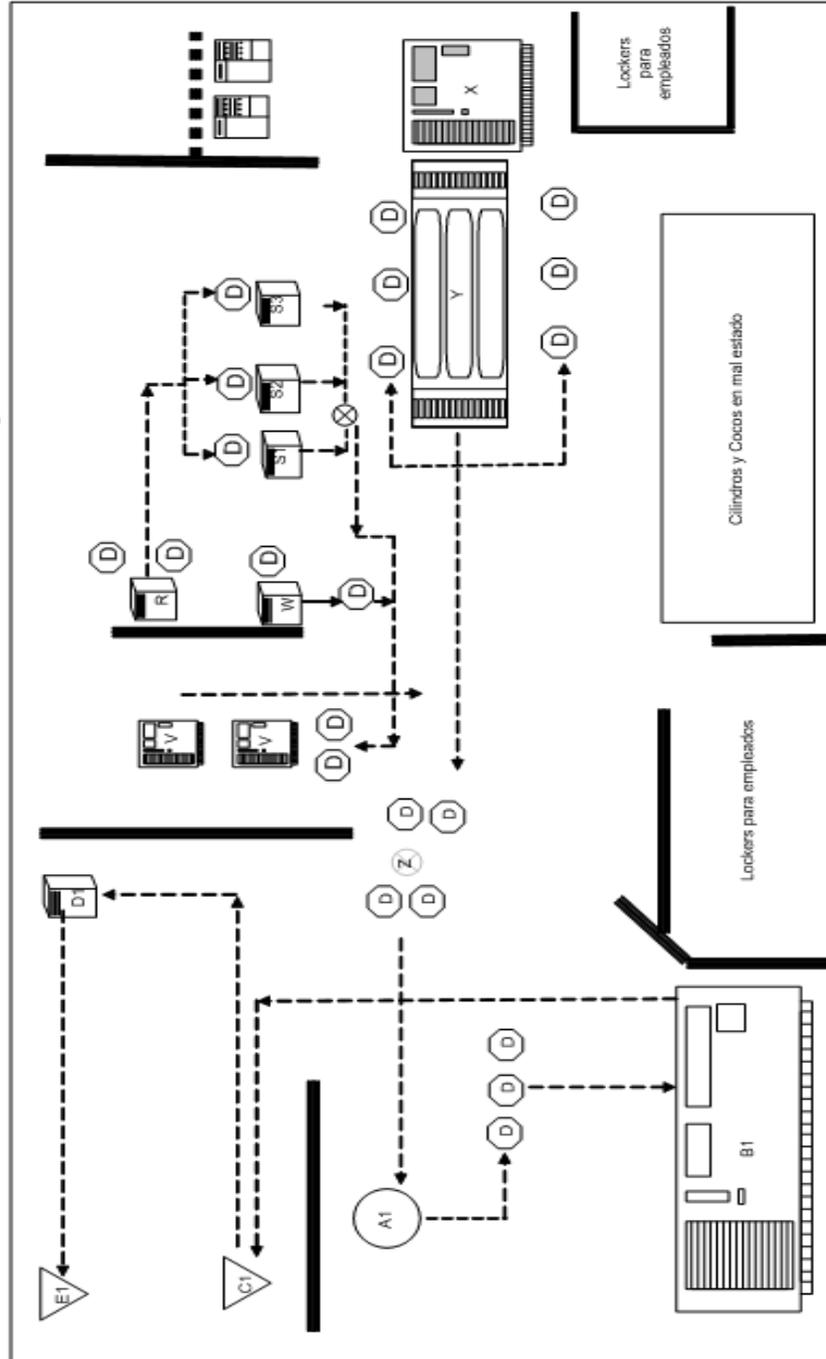
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
○	Operación	25	-	26.9 min
➡	Traslado	21	70 m	7.5 min
□	Inspección	2	-	0.8 min
◻	Combinada	2	-	3.6 min
D	Demora	4	-	0.8 min
-	TOTAL	54	70 m	39.6 min

2.2.5 Diagrama de recorrido

DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Fecha 30-03-2006
 Pag 1/1

Empresa: CILCASA
 Método: Actual



Nomenclatura:
 R: Ensamble
 S: Cilindros
 T: Compresores
 U: Revisión

V: Prueba Hidrostática
 W: Reparación
 X: Horno
 Y: Carriles

Z: Serie del Cilindro
 A1: Revisión
 B1: Bodega
 C1: Bodega

D1: Envaluladora
 E1: Bodega Prod. Terminado

2.2.6 Análisis de la maquinaria actual de fabricación

La utilización de una maquinaria que sea eficiente y confiable trae buenos resultados a la planta pues esto representa que no habrá paros de producción, no programados y que no se tendrán mayores inconvenientes en el manejo de la maquinaria, además contar con las especificaciones necesarias es de vital importancia, para cumplir con los reglamentos necesarios.

- Cortadora

Esta es la maquina que se encarga de cortar los círculos de la lámina de metal, para posteriormente ser sometidos al proceso de embutido. La maquina trabaja mediante la utilización de unas cuchillas afiladas, que cortan sobre la lámina la circunferencia con la medida necesaria.

La maquina no puede trabajar con la precisión necesaria, ya que las cuchillas no tienen el filo necesario, para cortar las circunferencias limpiamente (sin ninguna imperfección en los bordes), por lo que se hace necesario pulir los bordes de las circunferencias, cuando estas pasan después de la cortadora.

- Embutidoras

Se trabaja con 2 embutidoras diferentes que trabajan a velocidades distintas la embutidora CM1 y la embutidora “Ecuatoriana”. La forma de trabajar de las embutidoras es similar, se le aplica un lubricante a los círculos de metal, luego se colocan en la embutidora que les da la forma de casquetes elipsoidales.

La embutidora CM1 y la Ecuatoriana difieren solamente en lo que se refiere a velocidad la primera trabaja a una velocidad de 2 embutidos por minuto y la otra saca 3 embutidos por minuto.

El principal problema con las embutidoras es que los moldes y los troqueles están demasiado gastados, esto hace que los casquetes salgan con imperfecciones tanto en el fondo del mismo como en los bordes. Estas imperfecciones van desde pequeñas arrugas en los bordes y en el fondo, hasta que no centre bien el molde y el casquete salga mal embutido. Otro problema es que hay dos embutidoras que se encuentran en la planta, pero no funcionan (no se han encontrado los repuestos necesarios para que funcionen), por lo que estorban en el proceso de producción.

- Router

Maquina que se utiliza para cortar los bordes de los casquetes, para hacer encajar el casquete superior con el casquete inferior, al casquete inferior se le hace un debastamiento en la orilla para que se logre una mejor unión y así hacer más fácil la soldadura.

A pesar de la antigüedad de la maquinaria, esta se encuentra en buen estado y realiza los cortes de buena manera. El problema con el es que no se da abasto, para la producción ya que como se hacen cortes diferentes a los casquetes superior e inferior, primero se tiene que producir casquetes inferiores o superiores y después se cambian las cuchillas, para hacer el corte respectivo

- Soldadora circular

La soldadura circular se utiliza para unir los casquetes superiores e inferiores de los cilindros, por medio de una soldadura aplicada a toda la sección.

El tipo de soldadura que se utiliza es una soldadura de arco sumergido, tiene como detalle más característico el empleo de un flujo continuo de material protector en polvo o granulado, llamado flux. Esta sustancia protege el arco y el baño de fusión de la atmósfera, de tal forma que ambos permanecen invisibles

durante la soldadura. Parte del flux funde, y con ello protege y estabiliza el arco, genera escoria que aísla el cordón, e incluso puede contribuir a la aleación. El resto del flux, no fundido, se recoge tras el paso del arco para su reutilización.

Debido a lo antigua de la maquinaria, a veces la soldadura suele ser más porosa de lo que debería ser; las partes que quedan demasiado porosas, se quitan con cincel y se pasa de nuevo por la soldadura circular (si es demasiado grande la parte que se ha removido) o se llena con soldadura eléctrica si son pequeños espacios. La boquilla que deja caer el flux, es demasiado grande, para llenar algunos espacios pequeños, y esto hace que el flux, no penetre en algunos pequeños espacios que quedan al unir el casquete superior con el inferior.

2.3 Verificación de la materia prima

La materia prima que se adquiere viene de Rusia y de China; se compra en Rusia la lamina que se utiliza para el cuerpo del cilindro y en China la materia prima utilizada para hacer el cuello y la base, denominada fleje.

La lámina para hacer los casquetes debe de cumplir con las especificaciones que indica el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 (ver Anexo No. 2) y tiene una medida de ancho 1070 mm y de espesor 2.16 mm. Los flejes se compran en dos medidas el del cuello que tiene un ancho de 136 mm y 2.16 mm de espesor y el de la base que tiene 80 mm de ancho y 2.16 de espesor.

La lámina se corta en discos para posteriormente formar el cilindro, cada rollo de lámina rinde un aproximado de 1800 discos, luego se vuelve a procesar, para obtener un sobrante que está entre un 5% y 8%, y ese se vende después

Para comprobar que la materia prima cumple con las especificaciones que se trabaja, se hace una medición de espesores en varios puntos de la lámina antes de ser cortada. Las mediciones suelen realizarse cuando se cambia de lámina o cuando las medidas en la lámina varían demasiado entre los distintos puntos de medición.

Las mediciones para el fleje solamente se realizan en la lámina, no se hacen mediciones en los cuellos o en las bases, ya formadas, pues las especificaciones no son tan estrictas en lo que se refiere a cuellos y bases.

Las condiciones actuales de la materia prima, no son las mejores, ya que al no tener un lugar específico donde guardarse, se ve afectada, por agentes externos como el polvo y propensa al ataque de óxido, que puede echar a perder la materia prima almacenada.

2.4 Verificación de los cilindros

La verificación de los cilindros se hace mediante las pruebas que se establecen en la norma RTCA 23.01.29:05, sobre las pruebas que debe de pasar un cilindro antes de salir al mercado.

2.4.1 Prueba de hermeticidad

La prueba de hermeticidad debe de ser aplicada a todos los cilindros que se produzcan. El procedimiento que se sigue para realizar la prueba de hermeticidad es el siguiente:

- Esperar a que el cilindro salga del horno.
- Llenar el cilindro con agua hasta una presión de 240 psi

- Revisar el cilindro, para verificar si tiene alguna fuga, si es detectada alguna, se marca y se regresa al área de reparación, para que sea reparada.

2.4.2 Prueba de capacidad

El procedimiento para realizar la prueba de capacidad es el siguiente:

- Tomar una muestra al azar de los cilindros que han salido del horno
- Pesar los cilindros vacíos
- Llenarlos con agua
- Pesar los cilindros llenos de agua

La capacidad de agua se determina restando el peso del cilindro vacío del peso del cilindro lleno de agua, con una tolerancia del 5%

2.4.3 Prueba de sello de válvula

La prueba de sello de válvula consiste en sumergir el cilindro lleno de aire comprimido en un contenedor lleno de agua y verificar que no tenga ninguna fuga (si hay alguna fuga se verán burbujas de aire en el agua) si pasa esta prueba, el cilindro pasa a la bodega de producto terminado si tuviera alguna fuga ya sea en la brida o en la válvula se manda a reparación (si es en la brida) o se cambia la válvula de llenado, si es ahí el problema.

3. PROPUESTA DE DISEÑO PARA CUMPLIR CON EN EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05

3.1 Cambios en el proceso de fabricación

Los cambios en los procesos de fabricación, son necesarios para poder cumplir con la norma RTCA 23.01.29:05.

3.1.1 Diseño de procesos para cumplir con las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05

La propuesta consiste en eliminar las demoras en el proceso, adaptar un método de limpieza de los cilindros, recomendar una pintura que se adapte a los requerimientos del reglamento RTCA 23.01.29:05 y realizar cambios en la maquinaria para garantizar que se cumplan con las nuevas especificaciones de trabajo.

Las operaciones que son consideradas demoras son todas aquellas que por alguna u otra razón atrasan el proceso. Las demoras en el proceso de fabricación de cilindros son causadas por diversos factores entre ellos una distribución inadecuada, personal insuficiente.

La eliminación de las mismas consistirá en evitar las estibaciones de los cilindros en la áreas de trabajo, es decir que el cilindro que llegue al área del horno, colocarlo dentro del horno, así no se espera que llegue una determinada cantidad de cilindros, porque eso lo que ocasiona es un tiempo muerto en ese punto.

El otro punto donde se puede eliminar una demora es antes de que se llegue a la revisión del número de serie del cilindro, ahí lo que se puede hacer es que cuando llegue el cilindro revisarlo, y no esperar a que se acumulen cilindros, en espera de ser revisados.

Otro punto a considerarse es la limpieza de los cilindros actualmente se hace con agua y una esponja, al salir del horno, debido a esto hay que esperar a que el cilindro se enfríe, y luego de eso proceder a la limpieza del mismo, este procedimiento es demasiado tardado y no cumple con la función de ayudar a que se mejore la adhesión de la pintura al mismo.

Por ese motivo se propone que se adapten varias cabinas de sandblast, para que se le aplique este proceso a los cilindros que salen del horno luego del tratamiento térmico. El sandblast consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con "sandblast" es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. Dentro de los abrasivos más frecuentemente empleados en este sistema encontramos:

- Arena sílice
- Óxido de aluminio
- Carburo de silicio
- Perla de vidrio
- Abrasivo plástico
- Granalla de acero

Las cabinas de sandblast, tendrán más o menos la siguiente forma

Figura 5. Cabina de sandblast



Fuente: <http://www.chipaxa.com/imagenes/CabinaEconomica.jpg>

Cada cabina cuenta con un colector de dos bolsas, para volver a reutilizar el abrasivo, además de contar con un motor de $\frac{1}{2}$ Hp.

Se recomienda utilizar como abrasivo el que se conoce como granalla de acero de forma angular, ya que este abrasivo es especial para dejar las superficies listas para un recubrimiento, además de que puede ser reutilizado varias veces.

El lugar indicado para realizar el proceso del sandblast es después de la realización de la prueba de hermeticidad, debido a que en la prueba de hermeticidad se llenan los cilindros agua y por lo tanto la superficie generalmente se moja. Si la superficie se moja luego de haber aplicado el sandblast, es muy probable que se genere una capa de óxido, por lo que no es recomendable colocarlo antes de la prueba de hermeticidad.

La ventaja de utilizar el proceso del sandblast, radica en que se hace una mejor limpieza de los cilindros, y se prepara la superficie para que la pintura se impregne mejor y no sea necesaria una doble aplicación de la misma.

Se recomienda la utilización de dos cabinas para que no se forme un cuello de botella a la espera del proceso del sandblast y así poder agilizar el proceso final

3.1.2 Diagramas de procesos mejorados

La metodología utilizada para estandarizar el tiempo de las operaciones, fue tomar lecturas de tiempos, luego tomar un factor de actuación del operario, luego determinar una tolerancia, para la realización de las operaciones. Con estos datos se procede a calcular el tiempo estándar (Tabla de tiempo estándar, ver apéndice) de la actividad realizada

Los datos que se utilizaron son los siguientes:

Factor de Actuación: 0.80

Tolerancia de las operaciones: 20%

$$T_N = FA \times TP$$

$$T_N = \text{Tiempo Normal}$$

$$T_E = T_N \times (1 + \text{tolerancia})$$

$$FA = \text{Factor de Actuación}$$

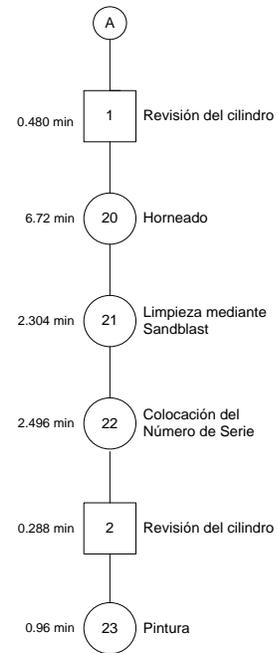
TP = Tiempo Promedio

T_E = Tiempo Estándar

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Mejorado
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 2/2



RESUMEN

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
○	Operación	23	-	23.81 min
□	Inspección	2	-	0.77 min
-	TOTAL	25	-	24.58 min

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Mejorado
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 1/3

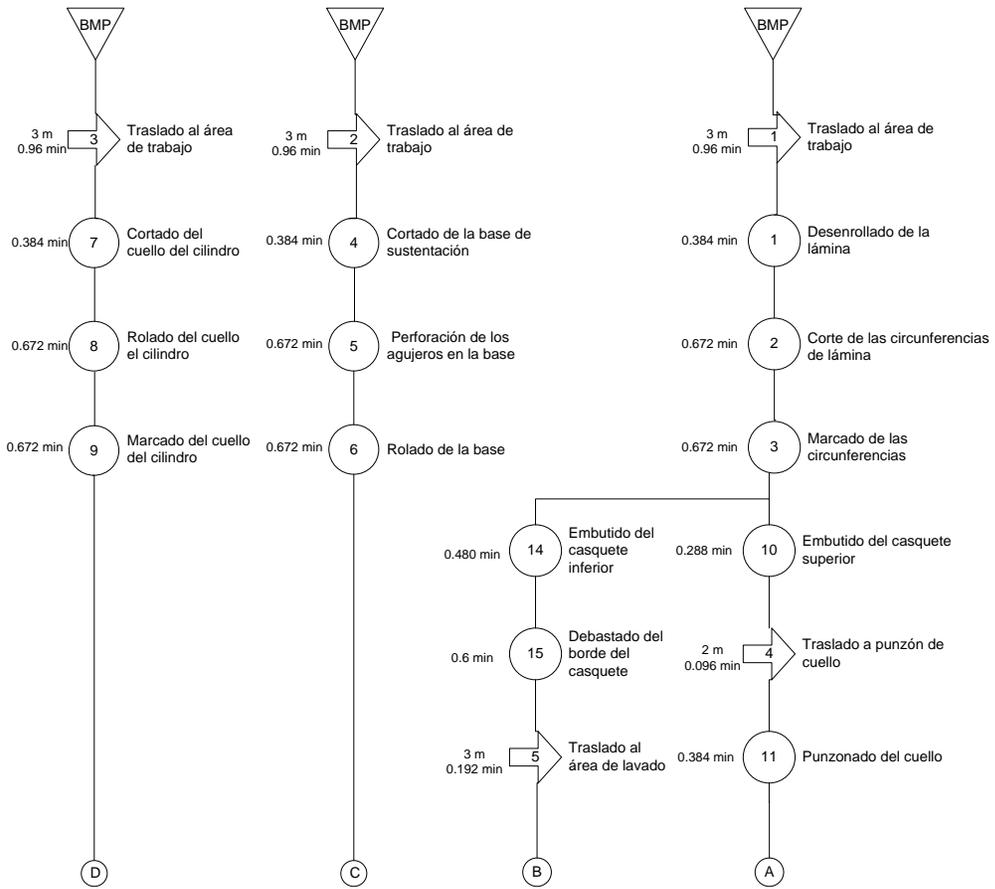


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Mejorado
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 2/3

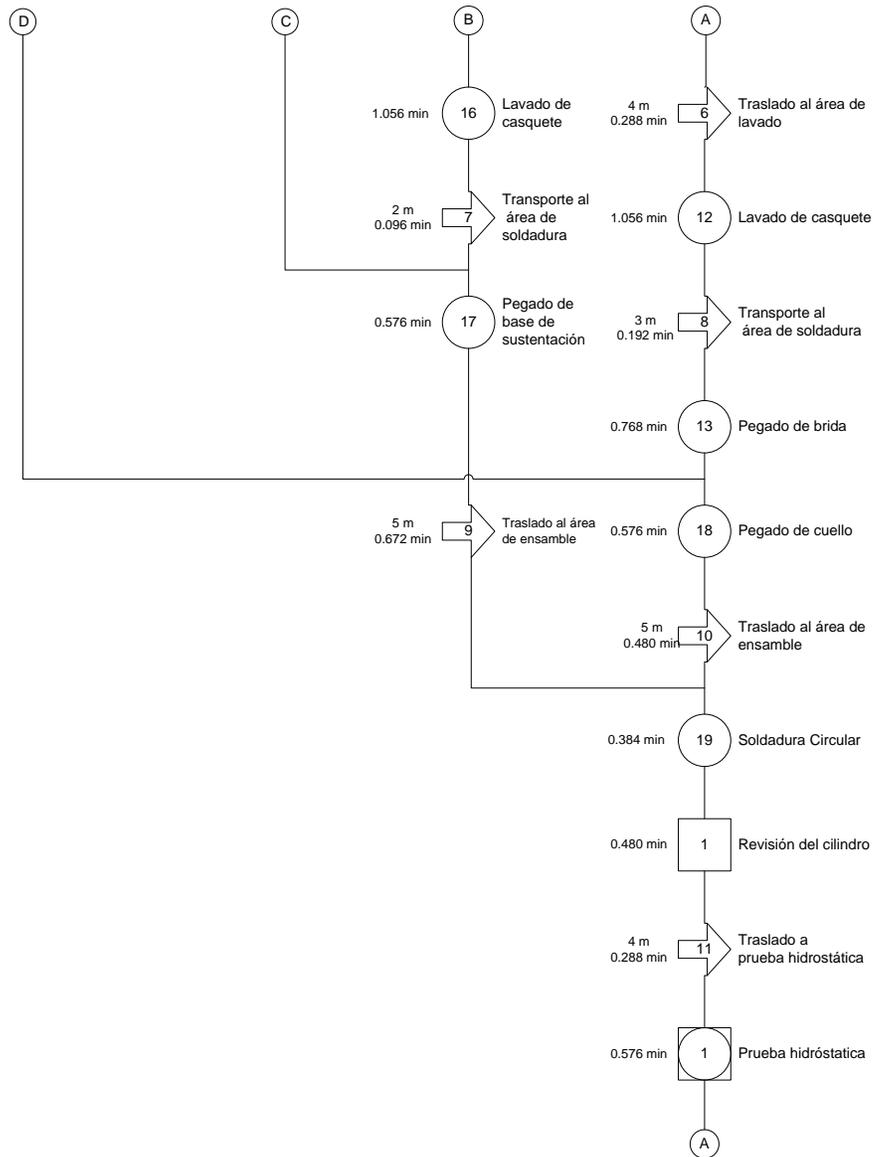


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Mejorado
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag 3/3

RESUMEN

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
○	Operación	23	-	23.81 min
➔	Traslado	16	57 m	6.62 min
□	Inspección	2	-	0.77 min
◻	Combinada	1	-	0.58 min
D	Demora	-	-	-
-	TOTAL	42	57 m	31.78 min

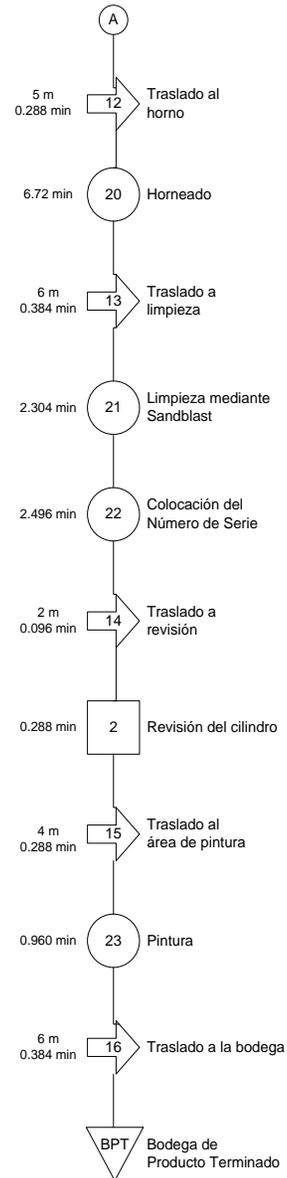
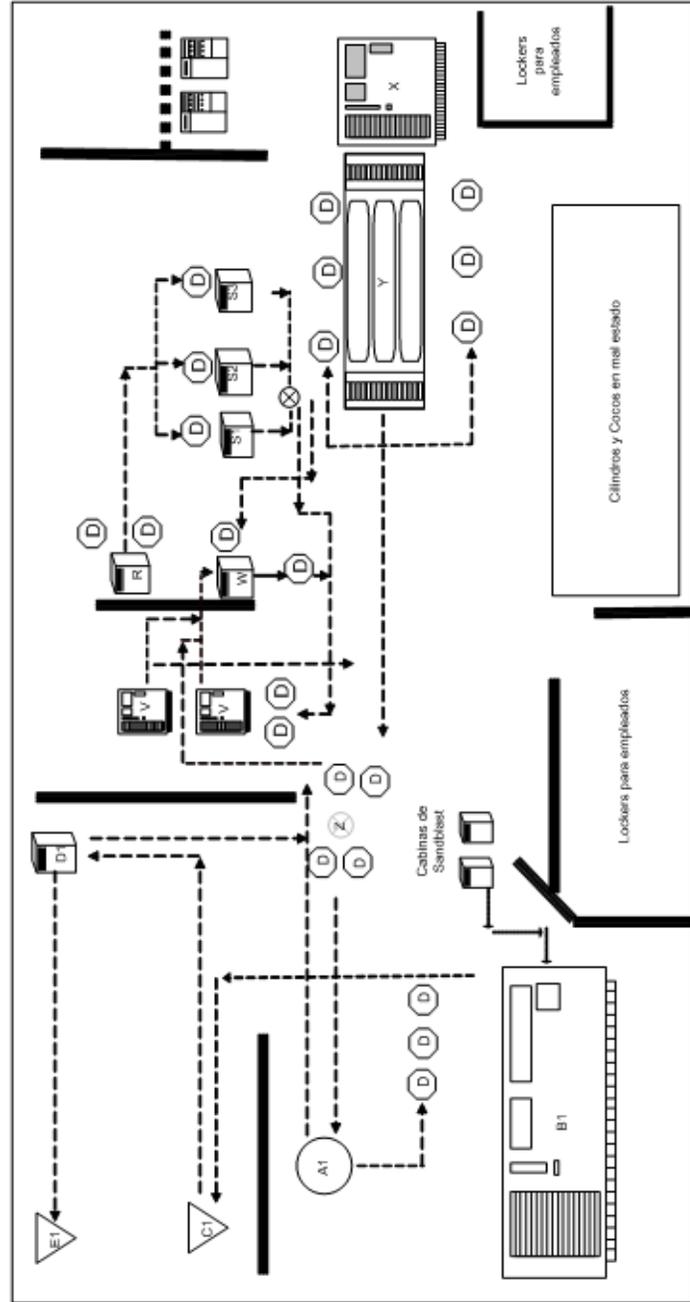


DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO

Empresa: CILCASA
 Método: Mejoramiento
 Inicia: Bodega de Materia Prima
 Finaliza: Bodega de Producto Terminado

Proceso: Fabricación de Cilindros
 Analista: Angel Arriaza
 Fecha 30-03-2006
 Pag. 1/1



Nomenclatura:
 R: Ensamble
 S: Circulares
 T: Compresores
 U: Revision

V: Prueba Hidrostática
 W: Reparación
 X: Hoimo
 Y: Cariles

Z: Serie del Cilindro
 A1: Revisión
 B1: Pintura
 C1: Bodega

D1: Envalvadora
 E1: Bodega Prod. Terminado

3.2 Cambios en la maquinaria y herramientas

Se deben de hacer ciertos cambios en las herramientas y la máquina que se utilizan para la fabricación de cilindros y así poder cumplir con las nuevas tolerancias que especifica el reglamento RTCA 23.01.29:05 (ver Anexo No. 2)

3.2.1 Calibración de instrumentos de medición

Los instrumentos que habría que calibrar serían el medidor de espesores, manómetros, balanzas y los moldes de las troqueladoras.

El medidor de espesores solo se tiene que volver a calibrar la tolerancia y se adapta un nuevo proceso, para tomar las medidas del espesor de lámina.

El nuevo procedimiento consiste en hacer distintas medidas en la lámina, para verificar la uniformidad de la misma. Se deben de tomar 7 medidas al inicio del rollo y otras 7 medidas, para el final del rollo, con el fin de determinar la uniformidad del rollo de lámina para el cuerpo del cilindro.

Calibrar los manómetros que se utilizan en la prueba de hermeticidad para que puedan mantener la presión constante durante un lapso de tiempo a 3310 kPa

Calibrar las balanzas, para poder realizar los ensayos de la tara y de capacidad de agua, para que se pueda leer el peso de los cilindros en Kilogramos como en libras (las libras son opcionales)

Cambiar los moldes de las troqueladoras, para marcar la información que pide el reglamento técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 (ver Anexo No. 2)

3.2.2 Adaptación de la maquinaria de trabajo en frío

La maquinaria de trabajo en frío que sufrirá cambios es la marcadora y cortadora de discos, y la embutidora tanto la CM1 como la Ecuatoriana

La máquina cortadora de discos debe de cambiar su troquel, ya que ahora el diámetro del cilindro terminado debe ser de 31 cm. \pm 1 cm. de tolerancia, lo que hace que los discos que son cortados tengan un diámetro mayor, el problema de trabajar con los moldes antiguos es que son de 30 cm. Estos todavía cumplen con la tolerancia máxima de \pm 1 cm. pero ya no existe margen de error, el otro problema que se deriva de esto es que los discos que se cortan son con un diámetro mayor, y si los cortes no se hacen como se deben de hacer en la lámina se corre el riesgo de desperdiciar demasiada lámina, los cortes en la lámina se deben hacer de tal manera de dejar un máximo de residuo entre el 5% y el 8%, que posteriormente es vendido como producto de desecho.

Los cambios en la maquinaria de embutido son varios, hay que aumentar en un 1cm el diámetro del molde que se utiliza para el proceso de embutido. Ajustar los troqueles de las embutidoras, para que tengan el mismo centro con el nuevo molde, y así mejorar la calidad del proceso.

Las dos máquinas embutidoras que se encuentran en la planta sin funcionar deberían de moverse y colocarse en un lugar donde no estorben, la otra alternativa es tomar medida de los repuestos y mandarlos hacer a un taller de metalizado, ya que la empresa que distribuye la maquinaria no tiene operaciones en Guatemala (no hay repuestos en Guatemala).

3.2.3 Cambios en los procesos de soldadura

El proceso de soldadura que se utiliza actualmente cumple con la reglamentación tanto de la norma actual de fabricación (COGUANOR 51009) y del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05, lo que se puede hacer es tratar de que la soldadura sea más limpia (tenga menos salpicaduras) y por lo tanto sea más fuerte, esto se puede lograr mediante la adición de mejores fundentes o flux y limpiando la salida del material que se utiliza en la salida de la soldadura de arco sumergido.

Para la aplicación de los puntos de soldadura del cuello y de la base del cilindro se pueden mejorar las estaciones de trabajo de los soldadores colocándoles campanas de extracción (ver Figura No. 8) o mejorando la ventilación existente en los puestos de trabajo de cada uno. El electrodo utilizado es el electrodo estándar para acero al carbón el electrodo E-6013.

3.2.4 Adaptación del horno para proceso de normalizado

La adaptación del horno para el tratamiento térmico que indica el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 que indica que se debe llegar a una temperatura máxima de 650°C y luego debe reducirse gradualmente hasta una temperatura de 220°C por un tiempo estimado de 7 min; para lograr este procedimiento se hace que el movimiento de los ganchos del horno sea mucho más despacio y así el cilindro logre llegar a la temperatura máxima en la segunda vuelta que da en el horno. (En la primera vuelta es muy difícil elevar la temperatura de los cilindros de la temperatura ambiente a la que establece el RTCA 23.01.29:05).

3.3 Costos

Una forma de poder medir el costo del diseño del proyecto, es midiendo los costos que influyeron, para hacer el diseño de una propuesta para poder cumplir con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05.

3.3.1 Costos directos

Costos directos son todos aquellos que influyen directamente en la elaboración del proyecto, los costos directos se desglosan de la siguiente manera:

Tabla III Costos directos

Insumos	Cantidad	Precio Unitario	Total
Papel (Hojas)	500	Q 0.10	Q 50.00
Fólderes	15	Q 1.25	Q 18.75
Ganchos	15	Q 0.25	Q 3.75
Tinta (Cartuchos)	1	Q 150.00	Q 150.00
Lapiceros	2	Q 1.00	Q 2.00
Lápices	2	Q 1.00	Q 2.00
Borrador	1	Q 1.00	Q 1.00
Calculadora	1	Q 75.00	Q 75.00
Energía Eléctrica (Kwh.)	100	Q 1.10	Q 110.00
Total			Q 412.50

3.3.2 Costos indirectos

Costos Indirectos son todos aquellos que no influyen directamente en la elaboración del proyecto, pero se incurre en ellos para elaborar el proyecto (Ver Tabla IV)

Tabla IV Costos indirectos

Insumos	Cantidad	Precio Unitario	Total
Gasolina (galones)	25	Q 23.00	Q 575.00
Tiempo (Horas)	30	Q 18.75	Q 562.50
Total			Q 1,137.50

La gasolina se toma como la cantidad de veces que se tuvo que ir a la universidad, tomando en cuenta que cada viaje significaba el gasto de 1 galón, a lo largo de los 6 meses se hicieron 25 visitas a la universidad, para trámites, reuniones, y otras actividades de la universidad.

3.3.3 Costos de oportunidad

Los costos de oportunidad son los que se tienen por la realización del proyecto, y que se pudieran invertir en otra situación.

El costo de oportunidad para CILCASA, conlleva la pérdidas que resultarían de no adaptarse al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05, ya que si no se cumple con esta normativa, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), se verá en la obligación de No autorizar a CILCASA, para que pueda producir cilindros para transporte de GLP.

3.3.4 Beneficios

Los beneficios que se obtienen con la realización del proyecto son en un corto plazo el que la fabrica Cilindros de Centroamérica pueda seguir fabricando Cilindros para transporte de GLP, con el aval del Ministerio de Energía y Minas. En un mediano y largo plazo una mayor apertura al mercado centroamericano de cilindros de GLP, ya que el reglamento se aplica a todos los países de Centro América, por lo que se podrían exportar cilindros desde Guatemala hacia los demás países de Centro América sin necesidad de hacer cambios en los procesos según el país al que se desee exportar.

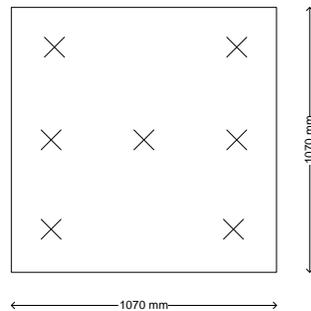
4. APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD PARA VERIFICAR QUE LOS CILINDROS CUMPLAN CON EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 23.01.29:05

4.1 Verificación de la materia prima

La verificación de la calidad del producto se hace desde la materia prima hasta el producto final. La materia prima para la fabricación de cilindros son rollos de lámina de acero de 1070 mm. de ancho y una medida de grosor de 2.16 mm., esta lámina se utiliza para hacer los casquetes que forman el cilindro. Además se trabaja también con rollos de lámina con medidas de 136 mm. de ancho y 2.16 mm. de espesor, que son utilizados para la elaboración de los cuellos y también se utiliza una lámina de 80 mm. de ancho y 2.16 mm. de espesor, esta última lámina se utiliza para la elaboración de la base del cilindro.

La verificación de la materia prima se hace por medio de un medidor de espesores, el cual mide el espesor de la lámina, las mediciones se deben de hacer preferentemente a lo largo de todo el rollo de lámina, pero como ese es un proceso demasiado largo, se recomienda hacer 7 mediciones en una sección de la lámina que se encuentre en el inicio de la misma y otras 7 mediciones en una sección al final del rollo de lámina. Estas recomendaciones son para la lámina que se utiliza en el casquete principal. Para los flejes (lámina que se utiliza par el cuello y las bases), se recomiendan hacer 3 mediciones al inicio como al final del rollo de lámina.

Figura 6. Ubicación de las mediciones en la sección de lámina



4.2 Verificación de cilindros

Las pruebas para la verificación de cilindros constan de una prueba de hermeticidad, de capacidad y de sello de válvula.

4.2.1 Prueba de hermeticidad

Esta prueba debe efectuarse al 100% de los recipientes portátiles fabricados luego de haberles aplicado el tratamiento térmico.

Los aparatos a utilizar son:

Bomba hidráulica con una presión mínima de 3310 kPa

Manómetro con escala de 0 a 4900kPa

La prueba consiste en presurizar internamente hasta llegar a una presión de prueba de 3310 kPa, que es equivalente a dos veces la presión de diseño manteniéndose esta presión durante un tiempo mínimo de 30 segundos, para revisar las uniones. Este ensayo se debe de realizar a temperatura ambiente.

4.2.2 Prueba de capacidad

La prueba se efectúa en una báscula con división mínima de 100 g.

El procedimiento para realizar la prueba es el siguiente:

- Determinar el peso del cilindro, sin la válvula
- Llenar el cilindro con agua
- Determinar el peso del cilindro con agua
- Restar el valor del peso del cilindro vacío al del cilindro lleno

El resultado obtenido por el procedimiento de la prueba de capacidad, se multiplica por la relación máxima de llenado que es del 42%, y se obtiene la capacidad de GLP del cilindro, el valor obtenido debe ser igual o mayor a la capacidad nominal marcada en el cuello del cilindro.

4.2.3 Prueba de sello de válvula

La prueba del sello de válvula consiste en determinar si no existen fugas en la unión que hay entre la válvula y la brida de unión con el cilindro. El procedimiento a seguir es el siguiente

- Colocar la válvula en la brida y enroscar hasta el tope manualmente
- Colocar el cilindro con la válvula enroscada en la máquina envalvuladora
- Sacar el cilindro de la máquina envalvuladora
- Llenar el cilindro con aire
- Sumergir el cilindro en un recipiente con agua, hasta que quede cubierto de agua por completo
- Revisar si existe alguna fuga de aire en la unión de la brida con la válvula

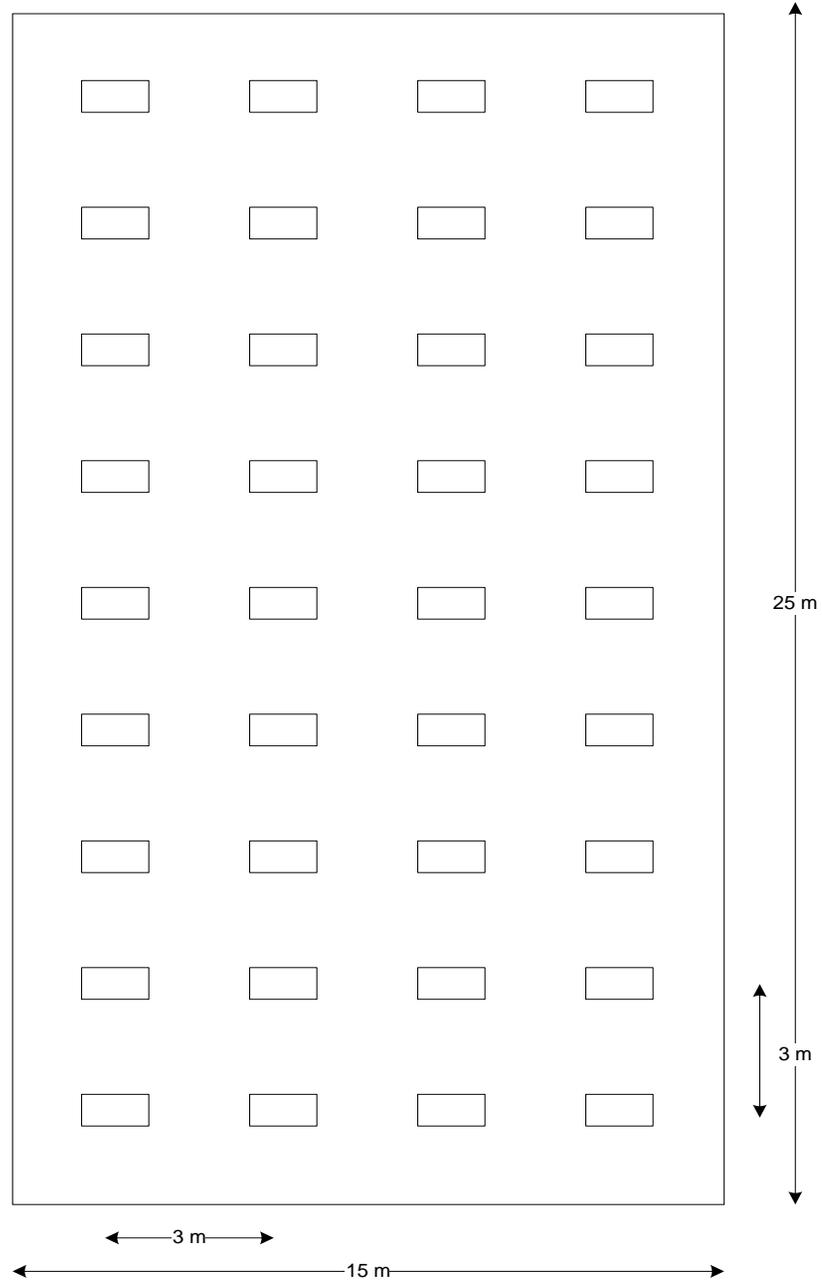
5. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y OCUPACIONAL

5.1 Seguridad en la planta

La seguridad en la planta de producción incluye varios aspectos, que van desde la iluminación adecuada, una ventilación que cumpla con los requisitos necesarios, el manejo de los materiales inflamables, una buena señalización en la planta en donde se indiquen, las áreas con mayores.

- a. La iluminación natural de ciertas áreas de la planta es inadecuada, por lo que se necesita una iluminación artificial para poder observar mejor el trabajo que se está desempeñando. Las áreas que necesitan más iluminación son las áreas donde se realizan procesos de soldadura tanto de soldadura eléctrica (para soldar los cuellos y las bases a los casquetes), como la soldadura de arco sumergido (soldadura en que se utiliza para soldar los casquetes superiores e inferiores). Para corregir esto, se hizo un estudio de iluminación industrial mediante el método de Cavidad Zonal (ver Apéndice), para la planta y se determino un nuevo diseño para la iluminación de la planta (ver figura 7).
- b. La ventilación de las áreas también es bastante importante, pues se cambia el aire contaminado, por aire limpio (en la medida de lo posible), las áreas que necesitan una ventilación forzada (extractores de aire) son las áreas de soldadura y el área de pintura. Para el área de soldadura se necesita una campana de extracción, por cada soldador, el humo que desprenden de los electrodos resulta ser muy caliente, y como el área es pequeña, no se ventila de la manera correcta, una campana de extracción ayudará a que los soldadores logren trabajar de una manera más eficiente.

Figura 7. Plano de iluminación industrial



Cantidad de Luminarias: 36 luminarias
Lámparas por luminaria: 3 lámparas
Tipo de Lámpara: Fluorescente High Output de 6450 lúmenes
Flujo Lumínico: 652,000 lúmenes
Método Utilizado: Cavidad Zonal

- c. En el área de pintura, los vapores que emana la pintura son irritantes, para las personas que trabajan en esa área, es necesario entonces adecuar una campana de extracción (ver figura 8 y figura 9) para poder mantener a los operadores con la menor cantidad de vapores tóxicos posibles.

Figura 8. Campana de extracción

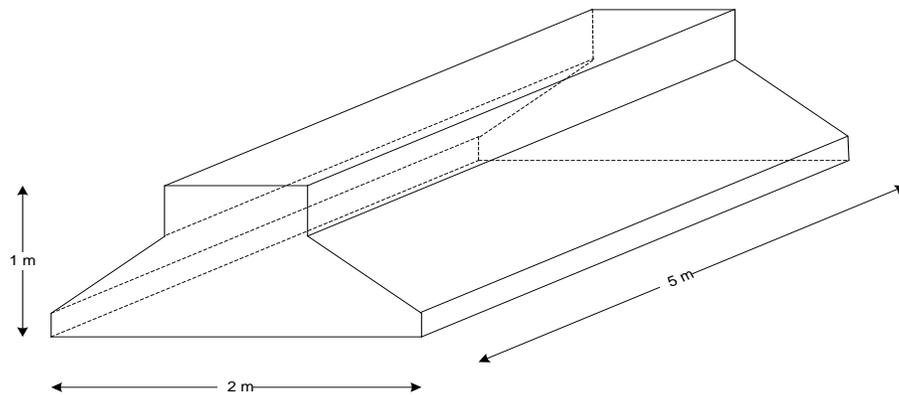
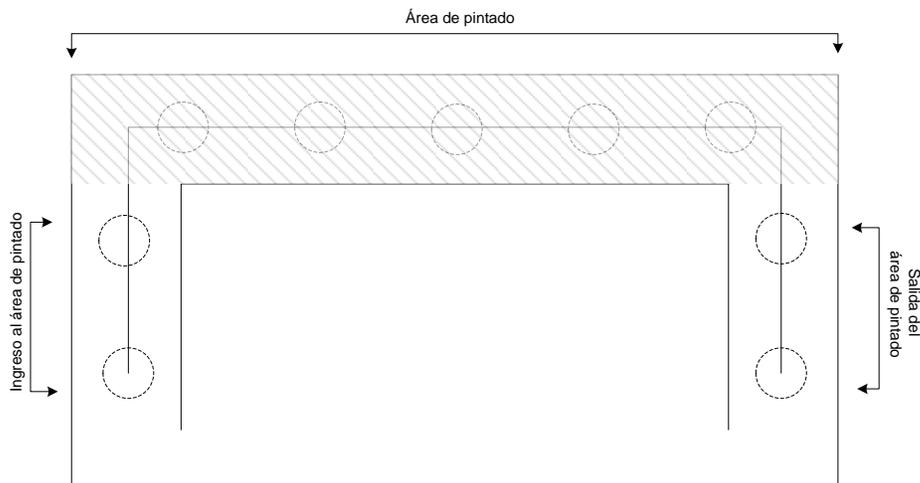


Figura 9. Localización área de la campana



Área Sombreada = Área donde se colocara la campana de extracción

- d. La señalización de las áreas es de vital importancia ya que se trabaja con montacargas y/o carretillas, para mover la materia prima y transportar las distintas partes que conforman el cilindro durante todo el proceso. Se deben de indicar con pintura los caminos que deben de seguir los montacargas y las carretillas, para evitar que las personas sigan esa ruta, y también se deben establecer pasos peatonales (lugares en donde se puedan mover las personas libremente), para evitar accidentes. Se deben de señalar también las áreas de mayor peligro para los trabajadores, con alguna señal de peligro y colocar la indumentaria necesaria para entrar en una determinada área.

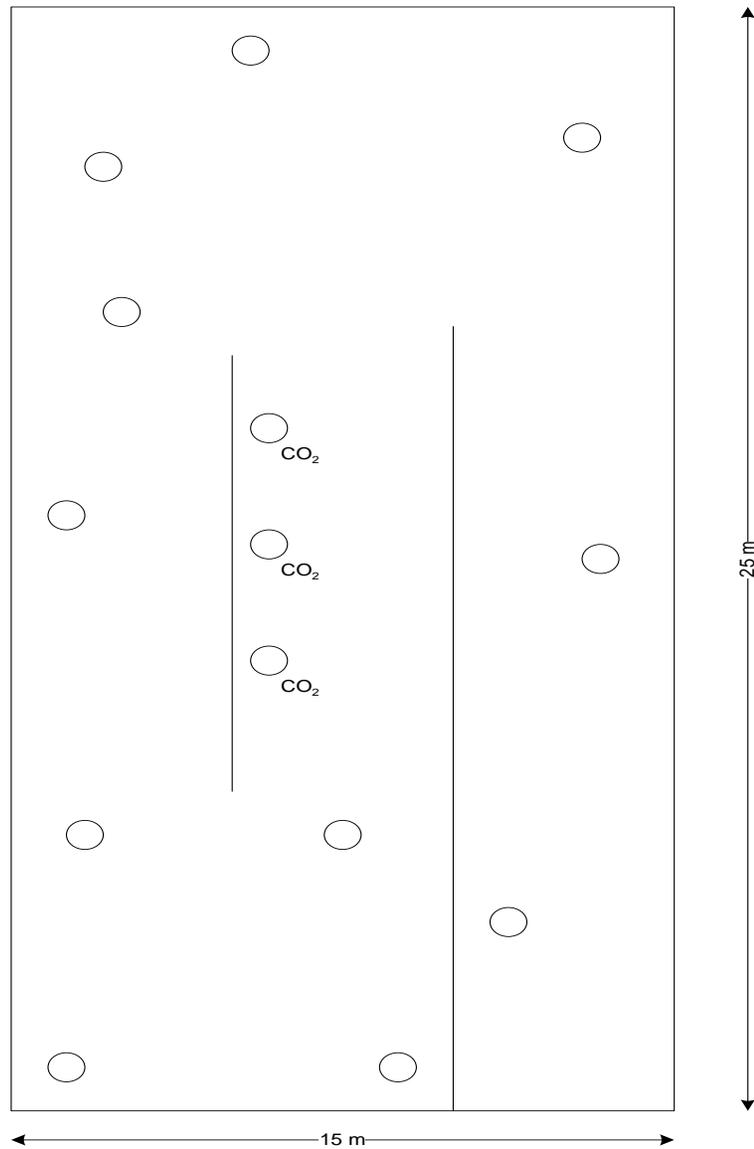
- e. El manejo de materiales inflamables como pueden ser la pintura, lubricantes y otros elementos se debe de hacer con sumo cuidado ya que el trabajo que se hace en determinadas áreas (soldadura, horno) hace que se tengan chispas o que se manejen altas temperaturas, por lo que el manejo y almacenaje de estos materiales debe de hacerse alejado de estas áreas.

- f. El área donde se realizan las pruebas de hermeticidad debe de contar con drenajes suficientes para evitar que se acumule agua en el piso, pues esto podría causar algún tipo de accidente en las personas que laboran en esa área, además se debe de colocar un tipo de piso antideslizante, para mejorar la seguridad de las personas que laboran en esa área

- g. El uso de sistemas de soldadura, un horno para tratamientos térmicos, y productos inflamables, hace de suma necesidad el hecho de contar con extintores por toda la planta, los extintores a utilizar son los del tipo ABC, debido a que se adaptan a la mayor parte de combustibles, los de CO₂

son utilizados para no dañar equipo que pudiera ser dañados con el polvo utilizado en los otros extintores. Entre los proveedores se encuentran Productos del Aire, F. Mansilla y Cía. S. A., que además brindan asesoramiento y servicio a los extintores.

Figura 10. Plano ubicación extintores



5.2 Equipo de seguridad industrial

El equipo de seguridad que se debe de utilizar depende del área en la que se encuentre el operario, este equipo de seguridad es independiente del uniforme de los trabajadores (el uniforme consiste en una bata azul de tela y botas de trabajo, con punta de acero), para una mejor explicación se divide el equipo de seguridad según el área de trabajo en donde se encuentre:

Área de corte y área de pulido

Tabla V Equipo de seguridad para el área de corte y el área de pulido

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Anteojos 3M Confort 2730 Transparente	La línea Confort ofrece, además de comodidad, protección y diseño moderno, la posibilidad de un ajuste personalizado. Todas ellas pueden utilizarse como protección frente a impactos y radiación ultravioleta
	Guante Vaqueta Paseo DRIVER`S Bil-Vex	Protege la mano o una parte de ella contra riesgos mecánicos
	Tapón 3M 1110 Auto-expansible con cordel	Los tapones auditivos de espuma desechables con cordón que cae alrededor del cuello, lo que permite a los trabajadores retirar e insertar de nuevo los tapones en forma repetida durante el día laboral. NRR 29 dB
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de suspensión que exceden los requisitos aplicables para un casco Tipo I (impacto superior), establecidos por la norma ANSI Z89.1 2003, Clase E
	Delantal cuero descarnado marca DASI	Delantal de cuero descarnado con refuerzo de goma plomada.

Área de embutido

Tabla VI Equipo de seguridad para el área de embutido

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Guante Vaqueta Paseo DRIVER`S Bil-Vex	Protege la mano o una parte de ella contra riesgos mecánicos
	Tapón 3M 1110 Auto-expansible con cordel	Los tapones auditivos de espuma desechables con cordón que cae alrededor del cuello, lo que permite a los trabajadores retirar e insertar de nuevo los tapones en forma repetida durante el día laboral. NRR 29 dB
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de suspensión que exceden los requisitos aplicables para un casco Tipo I (impacto superior), establecidos por la norma ANSI Z89.1 2003, Clase E

Área de soldadura (arco sumergido y eléctrica)

Tabla VII Equipo de seguridad para el área de soldadura

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Campera de descarné para soldador con broche y cierre	Campera de cuero de descarné para Soldador Con Broche y Cierre. Protege al usuario de las proyecciones de metal fundido y el contacto de corta duración con la llama.
	Guante descarné para soldador forrado Welding G2 CI Bil-Vex	El Guante de Descarné Soldador Forrado Welding G2 CL de Bil-Vex, está confeccionado con un descarné de muy buena calidad color gris.
	Respirador 3M 8515 N95 para soldadura	Respirador para humos de soldadura brinda protección contra polvos, humos y neblinas sin aceite. Cuenta con válvula Cool Flow (MR), medio electrostático avanzado, filtro de carbón activado y bandas ajustables
	Careta par soldador fotosensible variable SW	Careta de Polipropileno resistente al impacto. Arnés regulable con ajuste a cremallera. Esta careta posee un Visor Fotosensible Variable bajo Norma ANSI Z87.1
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de suspensión que exceden los requisitos aplicables para un casco Tipo I (impacto superior), establecidos por la norma ANSI Z89.1 2003, Clase E

Área del horno

Tabla VIII Equipo de seguridad para el área del horno

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Guante Vaqueta Paseo DRIVER`S Bil-Vex	Protege la mano o una parte de ella contra riesgos mecánicos
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de suspensión que exceden los requisitos aplicables para un casco Tipo I ,establecidos por la norma ANSI Z89.1 2003,Clase E
	Delantal cuero descarne marca DASI	Delantal de cuero descarne con refuerzo cuero con refuerzo de goma plumada.

Área de las pruebas de hermeticidad

Tabla IX Equipo de seguridad para el área de las pruebas de hermeticidad

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Anteojos 3M Confort 2730 Transparente	La línea Confort ofrece, además de comodidad, protección y diseño moderno, la posibilidad de un ajuste personalizado. Todas ellas pueden utilizarse como protección frente a impactos y radiación ultravioleta
	Guante PVC 30 cm 5P-230 Bil-Vex	Guante recubierto de PVC, interior con soporte de algodón, exterior liso. Norma Europea CE
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de suspensión
	Bota PVC Industrial negra, Calfor	Bota Industrial negra. Material de caña y capellada: Compuesto de material PVC Fabricados bajo normas de calidad ISO 9001:2000
	Delantal PVC Bil-Vex	Delantal de PVC en medida 0.90 m x 1.20 m con refuerzo abdominal.

Área de sandblast (El área de sandblast actualmente no se encuentra, pero como forma parte de la propuesta, se dan los implementos de seguridad para esa área)

Tabla X Equipo de seguridad para el área de sandblast

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Guante descarne para soldador forrado Welding G2 CI Bil-Vex	El Guante de Descarne Soldador Forrado Welding G2 CL de Bil-Vex, está confeccionado con un descarne de muy buena calidad color gris.
	Tapón 3M 1110 Auto-expansible con cordel	Los tapones auditivos de espuma desechables con cordón que cae alrededor del cuello
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de suspensión.
	Escafandra ligera para granalla de Acero	Esta escafandra presenta protección ahulada al frente de la escafandra la cual amortigua el rebote del abrasivo así como protección visual extra.

Área de marcado

Tabla XI Equipo de seguridad para el área de marcado

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Anteojos 3M Confort 2730 Transparente	La línea Confort ofrece, además de comodidad, protección y diseño moderno, la posibilidad de un ajuste personalizado. Todas ellas pueden utilizarse como protección frente a impactos y radiación ultravioleta
	Guante Vaqueta	Protege la mano o una parte de ella contra riesgos mecánicos
	Tapón 3M 1110 Auto-expansible con cordel	Los tapones auditivos de espuma desechables con cordón que cae alrededor del cuello
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA son de una estructura de polietileno y un sistema de suspensión

Área de pintura

Tabla XII Equipo de seguridad para el área de pintura

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Facial SW Burbuja Visor Transparente	Facial tipo burbuja con visor envolvente de policarbonato incoloro inyectado, con sistema de recambio rápido. Arnés a cremallera.
	Respirador 3M 9312 P1, para Polvos y Neblinas con válvula	Es fabricado con un Medio Filtrante Electrostático Avanzado, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia
	Guante PVC 30 cm 5P-230 Bil-Vex	Guante recubierto de PVC, interior con soporte de algodón, exterior liso. Norma Europea CE
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA consisten en una estructura de polietileno y un sistema de
	Bota PVC Industrial negra, Calfor	Bota Industrial negra. Material de caña y capellada: Compuesto de material PVC virgen de primera calidad, superflexible, y resistente a la abrasión y tareas o trabajos exigentes. Fabricados bajo normas de calidad ISO 9001:2000
	Traje impermeable de PVC Bil-Vex	Cierre a cremallera con cubre cierre. Cuello interno forrado en corderoy. Respiración en espalda y axilas. Broches de ajuste en puños y tobillos

Bodega de producto terminado

Tabla XIII Equipo de seguridad para la bodega de producto terminado

VISTA	NOMBRE	ESPECIFICACIONES
	Guante Vaqueta Paseo DRIVER`S Bil-Vex	Protege la mano o una parte de ella contra riesgos mecánicos
	Casco MSA V-Guard	Los cascos de protección V-Gard de MSA son de una estructura de polietileno y un sistema de suspensión

5.3 Seguridad en los procedimientos

La seguridad en los procedimientos, va de la mano en la forma de cómo se pueden capacitar a los trabajadores sobre la forma correcta de trabajar, haciéndoles ver que los implementos de seguridad, no son una carga más sino herramientas que les ayudan para que ellos puedan tener un mejor desempeño en la realización de las actividades que realizan en la rutina de trabajo.

Los procesos que tienden a producir más accidentes son los de soldadura ya que por la incomodidad que les genera a los trabajadores todo el equipo de seguridad, se suele dejar a un lado para poder trabajar mejor sin tomar en cuenta que ponen en riesgo su salud, y en el largo plazo corre peligro su vida.

La seguridad en los procedimientos consiste entonces en hacer que todos y cada uno de las personas que trabajan en la planta cumplan con las medidas de seguridad que se dan en el reglamento interno de la planta, además de eso, es necesario que como se indico anteriormente se eliminen las condiciones inseguras, que unidas a las desatenciones de algunos trabajadores, pueden traer como consecuencia que la tasa de accidentes aumente, cumpliendo con estos se puede mejorar la calidad de vida del trabajador.

CONCLUSIONES

1. Se rediseña un nuevo proceso para la fabricación de cilindros que cumple con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05, entre las innovaciones que tiene el proceso está la adición de un proceso de Sandblast, y la eliminación de el pulido de los bordes de los cilindros.
2. En el capítulo 5 se muestra, el equipo de seguridad que debe de llevar el trabajador (clasificados por área de de trabajo), para reducir la taza de accidentes que suceden en la planta.
3. Las adaptaciones que se le hacen a la maquinaria son modificaciones para que se puedan cumplir los estándares que exige el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05, como se puede ver en el Capítulo 3.
4. Se hace un nuevo diseño de la estación de trabajo en el área de pintura y soldadura, agregando una campana de extracción, para mejorar la ventilación del ambiente en esas áreas y disminuir la probabilidad de que se ocasione un accidente.
5. Con el rediseño del proceso y un nuevo diseño en la iluminación de la planta se mejora la productividad de la planta, ya que, el tiempo total de fabricación de los cilindros se reduce en 7.12 minutos.

RECOMENDACIONES

Se sugiere al jefe de producción de CILCASA.

1. La utilización de una cabina de Sandblast, es un proceso que debe de adecuarse lo más rápidamente posible porque esto va agilizar la limpieza de los cilindros y ayudar a que la pintura se impregne mejor en el cilindro.
2. Utilizar el equipo de seguridad industrial que se indica, para que la cantidad de accidentes en la planta disminuya y la producción se mantenga constante por más tiempo.
3. Utilizar las dos embutidoras como líneas de producción de manera que la embutidora Ecuatoriana trabaje los casquetes inferiores y la embutidora CM1 trabaje los casquetes superiores, para tener una mayor eficiencia de la maquinas.
4. Colocar sistemas de ventilación forzada o campanas de extracción en las áreas de soldadura tanto eléctrica como circular, para evitar que se acumulen los vapores tóxicos que se generan por la soldadura.
5. Mejorar la iluminación mediante el nuevo diseño de iluminación de la planta (ver cap. 5), para mejorar las condiciones del trabajador, reducir la fatiga del mismo y obtener una mejora en la productividad de la empresa.

BIBLIOGRAFÍAS

1. COGUANOR 51009 Envases cilíndricos de acero portátiles, especificaciones, almacenamiento y transporte 1993
2. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 Recipientes a presión. Cilindros portátiles para contener GLP. Especificaciones de Fabricación
3. Smith, William F. “**Propiedades mecánicas de los metales**” Tercera Edición, México 1998
4. Besterfield, Dale “**Muestreos de aceptación**”, Cuarta Edición
5. Shigley E. “**Diseños de soldadura**” Ultima Edición, México 2002

ANEXOS

Figura 11. Formato informe de laboratorio

INFORME DE CILINDROS	
Nombre de la Empresa	Empresa que fabrica los cilindros
Número de Lote	Número de lote de los cilindros muestreados
Muestra de Cilindros	Cantidad de Cilindros que son muestreados
Fecha de Muestreo	Fecha en que se realiza el muestreo
Cantidad de cilindros defectuosos	Cantidad de cilindros que NO superan las pruebas del laboratorio
Observaciones	Defectos encontrados en los cilindros, o alguna observación especial que se deba de añadir

APÉNDICE

Tabla XIV Tiempo estándar

Tiempo Promedio	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
1.000	0.800	0.960
0.400	0.320	0.384
0.700	0.560	0.672
0.700	0.560	0.672
1.000	0.800	0.960
0.400	0.320	0.384
0.700	0.560	0.672
0.700	0.560	0.672
1.000	0.800	0.960
0.400	0.320	0.384
0.700	0.560	0.672
0.700	0.560	0.672
0.300	0.240	0.288
0.100	0.080	0.096
0.400	0.320	0.384
0.300	0.240	0.288
1.100	0.880	1.056
0.200	0.160	0.192
0.800	0.640	0.768
0.600	0.480	0.576
1.100	0.880	1.056
0.100	0.080	0.096
0.600	0.480	0.576
0.700	0.560	0.672
0.600	0.480	0.576
0.500	0.400	0.480
0.400	0.320	0.384
0.500	0.400	0.480
0.300	0.240	0.288
0.100	0.080	0.096
0.600	0.480	0.576
0.300	0.240	0.288
7.000	5.600	6.720
0.400	0.320	0.384
2.400	1.920	2.304
2.600	2.080	2.496
0.100	0.080	0.096
0.300	0.240	0.288
0.300	0.240	0.288
1.000	0.800	0.960
0.400	0.320	0.384

Figura 13. Cálculos método cavidad zonal

Medidas : 25m × 15m × 5m
 Tipo de trabajo : Taller grueso → Tipo D = 500 Lux
 Piso Gris → $P_{pi} = 0.50$
 Paredes Marfil → $P_p = 0.70$
 Cielo Gris → $P_c = 0.50$
 Mantenimiento Deficiente → $K = 0.50$

$$h_{cc} = 0.90 \text{ m} \quad R_{CC} = \frac{5 h_{cc} (25+15)}{25 \times 15} = 0.48$$

$$h_{ca} = 3.20 \text{ m} \quad R_{CA} = \frac{5 h_{ca} (25+15)}{25 \times 15} = 1.70$$

$$h_{cp} = 0.90 \text{ m} \quad R_{CP} = \frac{5 h_{cp} (25+15)}{25 \times 15} = 0.48$$

$$P_{CP} = 0.46 \quad \varphi = \frac{Lux \times Area}{K_1 \times K} \quad \varphi_{\text{lámpara}} = \frac{\phi_{total}}{\# \text{ de lámparas}}$$

$$P_{CC} = 0.46 \quad \varphi = \frac{500 \times 375}{0.61 \times 0.50} \quad \varphi = \frac{614838}{36}$$

$$K_2 = 0.58 \quad \varphi = 614,838 \text{ lumenes} \quad \varphi = 17,780 \text{ lumenes}$$

$$\text{Factor de Corrección} = 1.05$$

$$K_1 = 0.61$$

Espaciamiento entre lámparas = 3.0 m
 Espaciamiento pared lámpara = 0.50 m
 Cantidad de lámparas = 36
 Tipo de lámpara = Fluorescente High Output de 6450 lumenes

Distribución de Luminarias

