



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS DE CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UN  
CILINDRO DE SEGURIDAD EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE  
SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

REALIZADO POR: Renzo A. Valdéz M.

TUTOR: Ing. Julian Aragort

FECHA: 02 de Julio del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS DE CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UN CILINDRO DE SEGURIDAD EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado con su contenido con el resultado: \_\_\_\_\_

**J U R A D O   E X A M I N A D O R**

Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR                      Renzo A. Valdéz M.

TUTOR:                                      Ing. Julian Aragorth

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo de grado a mi Dios, quien me ha dado las fuerzas para vencer cualquier obstáculo en este largo camino, quien conoce el poder Dios dentro de sí, no teme a nada y triunfa.

Le dedico todo mi esfuerzo y voluntad a mi madre, por su constancia y energía al criarme que me mantiene constante, y por sus pensamientos que me arropan como un manto de luz y sabiduría en mis momentos más oscuros, con que su alma luchadora me da las armas necesarias para seguir venciendo barreras a lo largo de mi vida.

Les dedico también mi esfuerzo a mis familiares y amigos que a pesar de mis desvelos me daban estímulo para seguir, por abrirme la puerta de la amistad y compartir momentos hermosos en este camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias te doy mi Dios, por haberme permitido mediante tu amor vivir este momento tan especial para mí y los que me aman. Gracias a mi Madre Darlene por haber sembrado en mí valores con amor, constancia, apoyo y fuerza motivadora para poder desarrollar mi propio conocimiento individual y convertirme en un hombre emprendedor así con ella me enseñó con su ejemplo.

Gracias les doy a mi familia y amigos por los deseos de prosperidad y triunfo que hoy se ha materializado en mí, que con palabras me expresaron su apoyo y confianza, así como a todos los que me colaboraron en mi proyecto.

Gracias a la Universidad Católica Andrés Bello por haberme abierto las puertas a la enseñanza y a los profesores que me formaron con las mejores herramientas para convertirme en profesional.

# UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### **DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS DE CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UN CILINDRO DE SEGURIDAD EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

Autor: Renzo A, Valdéz M

Tutor: Ing. Julian Aragort

#### **Sinopsis**

El presente Trabajo Especial de Grado, se consideró el inicio de una iniciativa a mediano y largo plazo a ser ejecutada en la empresa Inversora Lockey C.A, la cual se establece como un consorcio de varias empresas aliadas, líderes en la producción de sistemas de seguridad bajo su marca comercial CISA de Venezuela. La iniciativa se rige por el cumplimiento del objetivo general, el cual destaca el diseño de un plan de mejoras de calidad del proceso productivo de un cilindro de seguridad en una empresa de manufactura y comercialización de sistemas de seguridad, el cual persigue proponer una lista de soluciones y mejoras factibles a los actuales problemas de calidad que enfrenta la empresa en uno de sus productos más representativos de su inventario, en vías de corregir desviaciones en el proceso y garantizar los estándares de calidad exigidos por los clientes externos.

Para tal fin, se inició un proceso de reconocimiento y descripción de los procesos claves actuales sobre la producción del cilindro de seguridad, tomando en cuenta las dimensiones relevantes implícitas, continuando con una caracterización especial del producto, es decir, en términos de las piezas que componen su ensamblaje y materiales utilizados. Finalmente, se establecieron, a través de herramientas derivadas de la ingeniería de métodos, aquellas propuestas dirigidas a la mejora continua del proceso estudiado, así como la estandarización y evaluación económica de las mismas a ser presentadas a la Empresa, la cual queda a consideración de implementación por su parte.

A continuación el inicio del presente Trabajo Especial de Grado.

Palabras claves: procesos, producto, piezas, mejora continua, propuestas de mejora.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	
INTRODUCCIÓN .....	10
CAPÍTULO I .....	12
EL PROBLEMA .....	12
I.1.    Reseña histórica de la empresa: .....	12
Misión de la Empresa .....	12
Visión de la empresa .....	12
Nuestros valores .....	12
I.2.    Planteamiento del problema:.....	13
I.3.    Objetivos de la investigación:.....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos específicos:.....	15
I.4.    Alcance y limitaciones: .....	15
CAPÍTULO II .....	17
MARCO TEÓRICO .....	17
II.1.    Bases teóricas .....	17
II.1.1.    Gestión de la calidad: .....	17
II.1.2.    Sistemas de gestión de la calidad .....	18
II.1.3.    Etapas para la implantación de un sistema de calidad en la producción. ....	19
II.1.4.    Las siete herramientas básicas para el control de la calidad. ....	20
II.1.5.    ¿Qué es un defecto? .....	20
II.1.6.    ¿Qué es una No conformidad? .....	20
II.1.7.    Muestreo por atributos.....	21
II.1.8.    Muestreo por variables .....	21
II.1.9.    Procedimientos de aceptación basados en el AQL. ....	21
II.1.10.    Enfoque basados en procesos: .....	22
II.1.11.    Normalización .....	23
II.1.12.    Mapeo de procesos. ....	23

II.1.13.	Elaboración de un mapa de procesos.....	23
II.1.14.	Flujograma de procesos.....	24
II.1.15.	Diagrama de operaciones.....	25
II.1.16.	LAYOUT.....	26
II.1.17.	Diagrama de Pareto.....	26
II.1.18.	Diagrama Causa-efecto o Ishikawa.....	27
II.1.19.	Gráficos de control.....	27
II.2.	Bases legales.....	28
II.2.1.	Normativas técnicas NDT.....	28
II.2.2.	Ciclos de producción.....	28
II.2.3.	Normas de colaudó.....	29
CAPÍTULO III.....		30
MARCO METODOLÓGICO.....		30
III.1.	Diseño de investigación:.....	30
III.2.	Tipo de investigación:.....	30
III.3.	Unidades de análisis.....	31
III.4.	Técnicas y herramientas de análisis.....	31
III.5.	Estructura desagregada de trabajo.....	33
CAPÍTULO IV.....		35
SITUACIÓN ACTUAL.....		35
IV.1.	Descripción de las instalaciones de la planta de manufactura.....	35
IV.2.	Descripción de las instalaciones de la planta de ensamblaje.....	35
IV.2.1.	Localización geográfica.....	35
IV.2.2.	Distribución general de la planta de ensamblaje.....	36
IV.3.	Descripción de sectores y área importantes para la manufactura y ensamblaje del cilindro de seguridad 83/7.....	36
IV.4.	Descripción del producto.....	36
IV.5.	Procesos de producción del cilindro de seguridad.....	40
IV.6.	Proceso de inspección de Calidad MP, partes y piezas.....	44
IV.7.	Proceso de inspección de la calidad en la producción.....	45
IV.8.	Proceso de inspección de la calidad en el ensamblaje.....	47

IV.9.	Sistema de calibración.....	48
IV.9.1.	Sistema por atributos: Calibres PASA – NO PASA.....	48
IV.9.2.	Sistema por variable: Medición directa de la medida.....	48
IV.10.	Sistema de control de la calidad aplicados al cuerpo cilindro y cilindrito del cilindro de seguridad 83/7. ....	49
CAPÍTULO V .....		50
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....		50
V.1.	Datos históricos de falla en el colado de cilindros de seguridad 83/7. Período enero-julio 2016. ....	50
V.2.	Análisis de las fallas, causas, efectos y por qué. ....	52
V.3.	Gráficos de control .....	54
V.4.	Gráfico de control para la variable altura de collar. ....	55
V.5.	Gráfico de control atributos para la posición de agujeros en el cuerpo cilindro. ....	56
V.6.	Resumen del análisis.....	58
CAPÍTULO VI .....		59
PLAN DE MEJORAS .....		59
VI.1.	Medidas inmediatas de mejora sobre causas diagnosticadas: .....	59
VI.2.	Plan estructurado para la gestión de calidad.....	60
VI.2.1.	Fundamentos y proyección del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales.....	60
VI.2.2.	Fundamentos y proyección del proceso de control de la calidad en la manufactura interna. ....	63
VI.2.3.	Fundamentos para el proceso de gestión de la calidad del producto terminado:.....	65
VI.2.4.	Mejoras en canales de comunicación para el aseguramiento y control de la calidad. ....	66
VI.2.5.	Plan “Calidad somos todos”.....	67
VI.3.	Evaluación económica y costo de oportunidad. ....	68
VI.3.1.	Costos por adquisición de equipos y tecnologías: .....	70
VI.3.2.	Costos del Plan de Calidad como filosofía empresarial.....	70
CAPÍTULO VII .....		71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		71
VII.1.	Conclusiones.....	71
VII.2.	Recomendaciones .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Antecedentes de la investigación. Fuente: Elaboración propia. ....	17
Tabla 2: Agentes y resultados del sistema EFQM. Fuente: Propia. ....	19
Tabla 3: Elementos de un flujograma de proceso BPM. Fuente: Propia. ....	25
Tabla 4: Herramientas y medios para su aplicación: Fuente propia. ....	32
Tabla 5: Tolerancias de la altura del collar y posición de los agujeros del cuerpo cilindro. Fuente: Ciclo de producción cilindro 83/7 IMASS 550. ....	38
Tabla 6: Tolerancias de la altura del collar y posición de los agujeros del cilindrito. Fuente: Ciclo de producción cilindrito 83/7 IMASS 562. ....	39
Tabla 7: Tabla de operaciones en manufactura para el cilindro de seguridad 83/7. Fuente: Propia. ....	43
Tabla 8: Datos de producción y plan de calidad Imas 550. Cuerpo cilindro. Fuente: Datos Dpto. Calidad. ....	47
Tabla 9: Sistema de control PASA-NO PASA. Fuente: Propia. ....	48
Tabla 10: Valores nominales y tolerancias para la altura de collar. Fuente: Ciclo de producción cilindro 83/7 IMASS 550. ....	55
Tabla 11: Resumen de agujeros no conformes por mordaza IMAS 550. Fuente: Dpto. Calidad. ....	57
Tabla 12: Medidas de mejoras inmediatas sobre causas de falla diagnósticada. Fuente: Propia. ....	60
Tabla 13: Resumen práctico para muestreos de aceptación nivel I MST 105E. Fuente: Propia. ....	61
Tabla 14: Tabla resumen de los Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales. Fuente: Propia. (tabla completa ver anexo N° 26, tomo ANEXOS).....	62
Tabla 15: Tabla resumen de los fundamentos propuestos del proceso de control de la calidad en la manufactura interna: Fuente: Propia (tabla completa en el anexo N° 29, Tomo “ANEXOS”). ....	64
Tabla 16: Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en el ensamblaje: Fuente: Propia. ....	65
Tabla 17: Códigos de comunicación sugeridos para alerta de contingencias. Fuente: Propia. ....	66
Tabla 18: Flujos de caja por ventas de cilindros 83/7 año 2016. Fuente: Propia.....	68
Tabla 19: Costos de adquisición de equipos para la mejora de la comunicación. Fuente: Mercado Libre VE 15/06/2017. ....	70
Tabla 20: Costos del plan de inducción al personal. Fuente: DELC Consulting C.A.....	70

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Modelo EFQM. Fuente: Gestión de la Calidad Total,(Lluís, A, 2012).....	18
Ilustración 2: Etapas para la implantación de un modelo de gestión de calidad. Fuente: Gestión de la Calidad Total, (Lluís, A, 2012).....	19
Ilustración 3: Relación Defecto-No conformidad. Fuente: Propia.....	20

Ilustración 4: Ciclo de mejora continua en la gestión de la calidad. Fuente: Manual ISO 9001:2008 .....	23
Ilustración 5: Contenedor de proceso. Fuente: Bizagui Modeler .....	24
Ilustración 6: Contenedor de procesos con lane definidos. Fuente: Bizagi Modeler .....	24
Ilustración 7: Ejemplo diagrama sinóptico. Fuente: Propia .....	26
Ilustración 9: Cilindro de seguridad CISA 83/7 .....	37
Ilustración 10: Vista isométrica Cuerpo cilindro diseño en SolidWorks. Fuente: Propia .....	37
Ilustración 11: Cotas nominales en mm de la posición de agujeros con respecto al collar del cuerpo cilindro. Fuente: Propia .....	37
Ilustración 12: Visualización de la cota "altura de collar" en el cuerpo cilindro. Fuente: Propia .....	38
Ilustración 13: Vista isométrica cilindrito diseño en Solid Works. Fuente: Propia. ....	38
Ilustración 14: Cotas nominales en mm de la posición de agujeros con respecto al collar del cilindrito. Fuente: Propia .....	39
Ilustración 15: Visualización de la cota "altura de collar" en el cilindrito. Fuente: Propia .....	39
Ilustración 16: Funcionamiento de un cilindro al introducir una llave. Fuente: Propia. ....	40
Ilustración 17: Mapa de procesos para la producción del cilindro de seguridad 83/7 .....	42
Ilustración 29: Calibrador digital usado por los analistas de calidad. Fuente: Propia.....	49
Ilustración 30: Diagrama Causa-Efecto de fallas críticas. Fuente: Propia.....	53
Ilustración 36: Radio transmisores para personal de planta: Fuente: Propia.....	66
Ilustración 37: Ejemplo de sirena de emergencia. Fuente: Propia .....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Porcentaje de incidencia de falla sobre el total de piezas defectuosas enero-julio 2016. Fuente: Dpto. Calidad Ensamblaje .....	50
Gráfica 2: Análisis de Pareto para fallas comunes de funcionamiento en el Cil. Seg. 83/7. Fuente: Propia. ....	51
Gráfica 3: Comportamiento del histórico de falla primer semestre 2016. Fuente: Dpto. Calidad Ensamblaje .....	52

## INTRODUCCIÓN

Inversora Lockey C.A, es una empresa con más de treinta años de experiencia en el mercado venezolano en la manufactura, producción y comercialización de productos dirigidos al mercado de sistemas de seguridad bajo el estandarte de su marca comercial CISA de Venezuela. La calidad de sus productos, ha contribuido por más de tres décadas a establecerse como empresa líder del sector, apalancada por la solidez de la marca frente a la competencia nacional e internacional, respaldada por su antecesora aliada CISA Italia.

Entre sus productos principales se destacan los tradicionales cilindros de seguridad, cerraduras para embutir en puertas, candados normales, anticizalla, cerraduras sobreponer en puertas, etc. Es una empresa, que a pesar de su solidez y estabilidad en el mercado, requiere ampliar sus horizontes en el ámbito de la gerencia de procesos y el seguimiento efectivo de la mejora continua en todas sus actividades y operaciones. En base a esta necesidad, la empresa destaca como prioritario la gestión de la calidad en todos sus productos como punto de partida para dicho propósito. Escogieron un producto emblemático; el cilindro de seguridad 83/7 por ser de alta rotación y participación financiera en el inventario y establecieron el inicio de un proyecto de mejora a mediano y largo plazo a partir del presente TEG.

Tomando en cuenta estas consideraciones, el presente TEG se divide en las siguientes secciones, considerando las pautas para la metodología de la investigación, planteadas en las normas APA 2016:

Capítulo I: El problema. Se destacan la reseña histórica de la empresa, el planteamiento del problema, los objetivos (generales y específicos), el alcance del trabajo y sus limitaciones.

Capítulo II: Marco teórico. Establece todas las bases teóricas que respaldan el actual estudio.

Capítulo III: Metodología. Considera las herramientas metodológicas pertinentes para el estudio.

Capítulo IV: Situación actual. Destaca una descripción integral del proceso productivo del cilindro de seguridad 83/7, planteado desde la recepción de las materias primas hasta el proceso de discriminación del producto terminado y el reproceso y el almacenamiento. También establece el cumplimiento del objetivo número dos (2).

Capítulo V: Diagnóstico de la situación actual. En esta sección se busca explicar a través de una serie de herramientas las causas raíz de aquellos problemas que afectan la calidad del producto y que afectan también el desempeño de las actividades de los procesos involucrados, generando fallas en el mismo.

Capítulo VI: Plan de mejora. Se plantean las posibles soluciones a los problemas determinados anteriormente, enmarcados en un plan estandarizado que puede ser replicable al resto de las familias de productos actualmente comercializados.

Capítulo VII: Análisis económico-técnico. Se estimarán los costos financieros y técnicos implicados en una posible implementación y ejecución de cada una de las propuestas resultantes del presente TEG por parte de la empresa.

Capítulo VIII: Conclusiones y recomendaciones. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio y se dan las recomendaciones adecuadas a la empresa.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### I.1. Reseña histórica de la empresa:

El grupo de empresas Lockey, nace en 1975 con la fusión de Cisa de Venezuela y Fábrica de Artefactos Metálicos C.A., quienes se convierten en manufactureras en Venezuela de cerraduras marca CISA y SCHLAGE. Cajas fuertes, candados, cerraduras de embutir, cerraduras, cerraduras de sobreponer, cilindros, cierrapuertas, llaves y kits de amaestramiento, manillones antipánico. Actualmente CISA forma parte del grupo de empresas de la compañía Ingersoll-Rand; esta empresa establecida en 1871 y siendo la octava compañía más grande sobre la NYSE (bolsa de valores de New York), hoy en día IR es una innovación global y es proveedora de soluciones con el respaldo de marcas fuertes y con puestos líderes dentro de sus mercados. IR cuenta con 10.000 millones de dólares en ingreso anual y más de 50.000 empleados a nivel mundial.

#### Misión de la Empresa

Nuestra gran ambición es ser una organización humana, ejemplar, creativa y rentable, producto de nuestros compromisos con:

- Los Empleados: Proveer un trabajo estable en un sano ambiente laboral que permita el desarrollo como persona, mientras agrega valor.
- La sociedad: Contribuir con el desarrollo social, económico y ambiental de nuestra comunidad para lograr una mejor calidad de vida.
- Los accionistas: Generar rentabilidad sostenida en el tiempo, lograda a través de un crecimiento en las ventas y eficiencia en sus operaciones.

#### Visión de la empresa

Ser una sólida empresa venezolana líder en América Latina, en fabricación y comercialización de bienes y servicios de seguridad, producto del compromiso de nuestra gente.

#### Nuestros valores

- Honestidad: Ser honrado en el uso y manejo de los recursos de la organización. Ser íntegro en el trato con los accionistas, clientes, proveedores y colaboradores.

- Respeto: Considerar la diversidad de ideas y pensamiento. Tratar de manera respetuosa y justa a las personas dentro y fuera de la organización. Cuidar y mantener el medio ambiente mediante reciclaje y la transformación de los desechos.
- Responsabilidad: Cumplir de manera eficiente y oportuna con los compromisos, tareas y objetivos. Honrar la palabra dada. Alcanzar metas con excelencia y calidad. Garantizar seguridad en las condiciones de trabajo. Señalar los obstáculos y dificultades que se puedan presentar en el alcance de las metas propuestas, aunque rebasen las propias competencias. Contribuir a la formación del capital humano de nuestra comunidad.
- Creatividad: Innovar para superar obstáculos, integrarse, crecer, y crear valor. Estar dispuesto al cambio y ser capaz de adaptarse al entorno.
- Colaboración: Contribuir al logro de las metas del grupo Lockey. Privilegiar el trabajo en equipo y la integración.

## **I.2. Planteamiento del problema:**

En el mundo de la producción de bienes y servicios, se busca siempre obtener tasas de productividad y rendimiento incrementales en el tiempo, a través del establecimiento de metas durante los procesos de planificación estratégica de cada Organización. Para lograr esto, las empresas presionan sus capacidades instaladas de producción y respuesta con el fin de satisfacer eficientemente la demanda de los clientes. Sin embargo no basta con “producir más” sino que se debe tomar en cuenta en todo momento la calidad final que obtendrá el cliente al momento de adquirir el producto o servicio deseado. Las mejoras en la calidad de los productos pueden ejercer un impacto directo en los índices productivos y de rentabilidad asociada, entre otros, reducción de costos en reprocesos (recuperaciones de productos terminados) y procesos de devoluciones de clientes.

Esto es una necesidad prioritaria para cualquier organización que desea internacionalizar sus productos, ya que deben cumplir con parámetros de calidad ya establecidos en la normativa actual, los cuales pueden resultar en aprobaciones y certificaciones de calidad que respaldarán la calidad de los productos a nivel internacional.

Inversora Lockey C.A está integrada por un consorcio de empresas aliadas, cuyo objetivo comercial es la manufactura y comercialización de sistemas de seguridad, entre los cuales destacan cilindros de seguridad para puertas, rejas; candados normales y anticizalla, cerraduras para puertas sobreponer y de embutir, entre otros, a través de su marca comercial CISA. Actualmente, son líderes en

el mercado venezolano y ya se encuentran exportando productos a Centroamérica, el Caribe y Colombia pero desean expandir su mercado a través de mayor fiabilidad en sus productos y creación de lazos de fidelidad con los clientes.

Enmarcados en dicha meta, se desea conjuntamente solventar y dar solución a los problemas de calidad actuales sobre cada una de las familias de productos que están manteniendo márgenes de falla y no conformidad entre el 5% y el 7%. Este porcentaje corresponde a la relación entre el número de piezas reingresadas a recuperación (reproceso) sobre el total ingresado al almacén de producto terminado. Luego de superado el reproceso, el porcentaje de desecho (Scrap) se reduce alrededor del 0,3% de la producción total. Básicamente son tres familias de productos que están generando los antes mencionados niveles de reproceso: Cilindros de seguridad, candados normales y cerraduras sobreponer-embutir. La empresa desea diseñar e implementar un “plan de calidad” sobre el cilindro 83/7 Nk perteneciente a la familia Cilindros de seguridad por ser este uno de los particulares con mayor peso en costo y rotación en el inventario; su producción ronda alrededor de las 100.000 unidades mensuales, de las cuales en el año 2016 se reprocesó el 11,04% del total de producto semiterminado elaborado. Este porcentaje no es tolerable y se considera como aceptable en fase I, un descarte menor o igual al 4%, para ello el plan de calidad diseñado deberá tomar en cuenta la evaluación de los puntos críticos de control y aspectos relevantes durante la cadena de operaciones de manufactura del cuerpo cilindro y cilindrito (piezas principales que conforman el sistema del cilindro). Este plan debe tener un carácter estándar que permitirá ser replicado en el resto de las familias de productos comercializados.

Por todo lo antes expuesto, se establece el siguiente planteamiento:

¿Cómo diseñar y establecer un plan de calidad sobre el cilindro de seguridad 83/7 Nk con el objetivo de disminuir el porcentaje de producto semiterminado actual que es enviado al reproceso?

### **I.3. Objetivos de la investigación:**

#### **Objetivo General**

Diseñar un plan de mejoras de la calidad del proceso productivo de un cilindro de seguridad en una empresa de manufactura y comercialización de sistemas de seguridad.

**Objetivos específicos:**

1. Analizar el proceso productivo en función de las dimensiones relevantes del proceso de producción del producto.
2. Caracterizar el producto en términos de su proceso, sus componentes, funcionalidad, materiales y dimensiones.
3. Explicar las causas que generan fallas o problemas en el proceso productivo.
4. Determinar soluciones a las causas de los problemas encontrados.
5. Establecer plan final de soluciones propuestas replicables para el resto de las familias de productos.
6. Estimar los beneficios de las propuestas elaboradas.

**I.4. Alcance y limitaciones:****Alcance:**

El mencionado estudio describirá en primera instancia, la situación actual en la que se encuentra el cilindro de seguridad 83/7 Nk; sus indicadores de calidad para el año 2016, el proceso para su fabricación y ensamblaje, así como las fallas de funcionamiento habituales reportadas desde la línea de colado (Ver glosario de términos “*Colado*”). También comprende la realización de la descripción del producto en sus componentes principales y funcionales. A nivel operativo se evaluará de aquí en adelante el cuerpo cilindro y el cilindrito (Ver glosario de términos “*Cilindrito*”).

Continuará con el análisis de los sistemas y métodos para el control y aseguramiento de la calidad, planos, cotas críticas, formatos y calibres utilizados así como la terminología empleada y los niveles de aceptación de los resultados en las inspecciones.

Derivado de esta acción, se establecen aquellos factores mecánicos y humanos que se encuentran entorpeciendo el eficaz funcionamiento de las piezas así como la eficiente gestión del sistema de calidad actual.

Finalmente, se plantean nuevos métodos, mejorar los actuales, reformular planteamientos y establecer nuevos niveles de aceptación de no conformidades y aumentar la eficiencia durante situaciones eventuales de fallas que pueden presentarse en los procesos y puntos críticos en la cadena de operaciones. Todos estos aspectos deberán quedar enmarcados en un manual de procesos y

procedimientos que deriven del presente TEG, el cual establezca las pautas a seguir por todo el personal técnico, productivo y de calidad.

La realización de una proyección de estimaciones económicas resultantes de la disminución de la actividad en el proceso de recuperación, otorgará a la empresa de los argumentos necesarios para realizar la implementación del sistema de calidad aquí dispuesto. En base a los resultados que se obtengan en un corto y mediano plazo la Empresa podrá replicar este plan al resto de las familias de productos actualmente fabricados.

#### **Limitaciones:**

Las limitantes del presente TEG, se enmarcan básicamente en las posibilidades del manejo de información empresarial, datos del sistema actual de información de uso privado, así como algunas aspectos importantes de seguridad interna y estratégica; diseños, cotas de planos, ciclos de producción y otras informaciones inherentes al sistema productivo; por lo tanto se utilizarán aquellos datos otorgados y permitidos por la empresa.

Las soluciones y métodos aquí próximamente planteados y sugeridos son de libre implementación e interpretación, queda de parte de Inversora Lockey C.A asumir o no la aplicación de dichas sugerencias y soluciones de acuerdo a su plan estratégico y de dirección.

Por último, se está realizando la migración desde el sistema actual de la información SIMA/SIGA a SAP; se describirán los procesos de control y aseguramiento de la calidad como actualmente se encuentran planteados, si en dado caso SAP confiere modificaciones futuras a los sistemas actuales de control, quedan fuera del alcance de esta investigación. Por los momentos, este aspecto no establece una afectación directa al desarrollo del presente TEG.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### II.1. Antecedentes de la investigación

TÍTULO	PERÍODO	AUTOR o AUTORES	APORTE
Diseño de un plan de mejoras de los procesos existentes y elaboración de nuevos procesos en la gerencia gestión red internacional de la empresa CANTV.	2002	Fernández, Vanesa G Tronconis, Hilda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología y diseño de instrumentos para dar respuesta al segundo y tercer objetivo de este TEG,</li> </ul>
Control estadístico de la calidad aplicado al programa de extensión social de salud, caso: préstamos bancarios a sus trabajadores. período 2006 - 2009	2014	Dionisio R., Yudalia J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas del control estadísticos</li> </ul>
Diseño de un plan de mejoras de la calidad para una empresa de refrigeración comercial bajo el enfoque del ciclo PDCA	2011	Domínguez C. Jhonmer A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar la estructura del presente trabajo de investigación bajo el mismo enfoque de de plan de mejoras para el área de Calidad.</li> </ul>

Tabla 1: Antecedentes de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

#### II.2. Bases teóricas

Se establece en esta sección todas las bases teóricas dirigidas a ampliar el conocimiento y dar a entender los fundamentos de la presente investigación:

##### II.2.1. Gestión de la calidad:

La gestión de la calidad se define como “El conjunto de caminos mediante se consigue la calidad; incorporándolo por tanto al proceso de gestión, que es como traducimos el término inglés “management”, que alude a dirección, gobierno y coordinación de actividades” (Udaondo Duran, M., 1992: página 5).

Esta definición sencilla y básica, explica que la gestión de la calidad son aquellas direcciones, vías, planes y proyectos que buscan mejorar las cualidades o *atributos* de un producto o servicio. Se establece así la Gerencia de la Calidad, con toda una estructura departamental en cualquier organización o empresa. El enfoque de la calidad en la actualidad representa al departamento como un garante de

apoyo con impacto en el ámbito *estratégico* a lo largo de la cadena de valor de cualquier empresa. Posee una bidireccionalidad de su impacto, ya que existe la calidad en base a la necesidad de aquellos clientes que se consideran “externos” y de aquellos considerados como “internos”.

Se considera importante: “Son tres las características que sustentan y facilitan la buena marcha de una empresa: plazo, coste y calidad” (Udaondo Duran, M., 1992: página 4).

Adicionalmente se menciona lo siguiente con respecto a la *calidad*: “Existe un interés de la dirección hacia ella, al descubrir que su intervención puede favorecer definitivamente la productividad, la eficacia y la imagen de los productos y servicios suministrados”.

Por tanto, cualquier diseño e implementación de cualquier modelo de calidad dirigido a la mejora de actividades y procesos, generará inequívocamente avances importantes en la productividad y desempeño además de iniciar un proceso de reconocimiento de la marca ante la apreciación de los clientes.

## II.2.2. Sistemas de gestión de la calidad.

“La calidad se fundamenta en un sistema desarrollado de acuerdo a los principios de la gestión de la calidad total (TQM), lo que normalmente se lleva a cabo basándose en un modelo de implantación”. (Cuatrecasas Arbós, L, 2012: página 579).

En Europa, se destaca el modelo EFQM (European Foundation for Quality Management)

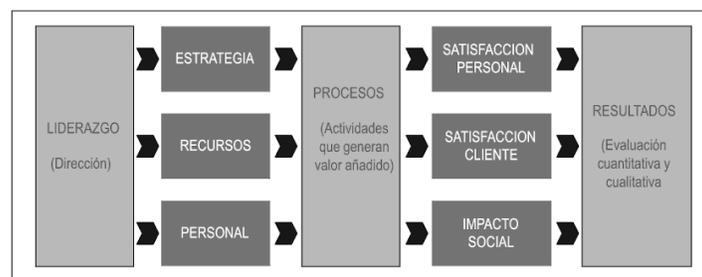


Ilustración 1: Modelo EFQM. Fuente: *Gestión de la Calidad Total*, (Cuatrecasas Arbós, L, 2012).

Este modelo destaca un conjunto de agentes y resultados que definen la calidad de cualquier producto o servicio ofrecido, estos son:

Agentes	Resultados
Liderazgo	Satisfacción al personal
Estrategia	Satisfacción del cliente
Recursos	Impacto social favorable.
Personal	Rendimiento y eficiencia empresarial.
Procesos	

Tabla 2: Agentes y resultados del sistema EFQM. Fuente: Propia.

### II.2.3. Etapas para la implantación de un sistema de calidad en la producción.

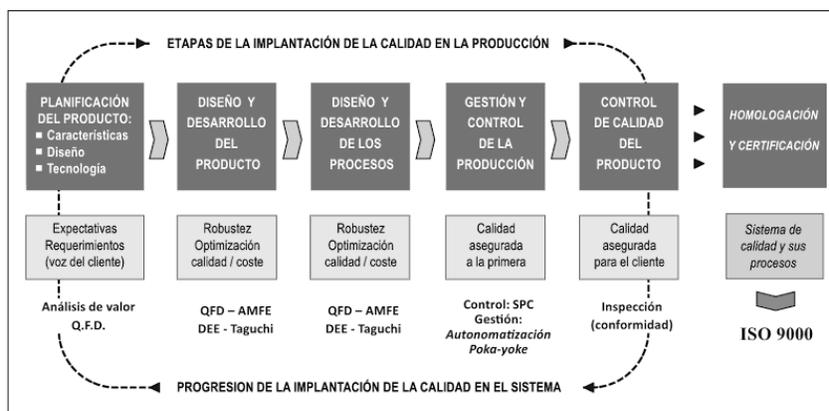


Ilustración 2: Etapas para la implantación de un modelo de gestión de calidad. Fuente: Gestión de la Calidad Total, (Cuatrecasas Arbós, L, 2012).

- Fase de planificación de productos y servicios: Permite planificar los productos y servicios a la medida de los requerimientos de los consumidores.
- Fase de diseño de productos y sus procesos: Asegura que los procesos planteados para el inicio de la producción se encuentren libres de posibles riesgos y fallas. En esta fase se pueden retomar análisis históricos de potenciales mejoras a ser ejecutadas antes del inicio de la producción.
- Fase de realización del producto: Siendo supervisado constantemente con el Control Estadístico de Procesos (SPC), el cual determinará el nivel de calidad que genera el o los procesos analizados. En caso de deficiencias en las máquinas, se establecen estrategias Jidoka; si las fallas se generan por errores humanos se establece el Poka Yoke.
- Fase de control de calidad del producto: Planes de muestreo e inspección del producto terminado.

#### II.2.4. Las siete herramientas básicas para el control de la calidad.

Se establecen como derivación de las herramientas utilizadas para la ingeniería de métodos y control de procesos, estas son:

1. Diagrama de Pareto.
2. Diagramas causa efecto o Ishikawa.
3. Histogramas.
4. Gráficos de control.
5. Diagramas de correlación o dispersión.
6. Hoja de recogida de datos.
7. Estratificación de datos.

#### II.2.5. ¿Qué es un defecto?

En la gestión de la calidad, un defecto es toda característica en un material o un producto que puede comprometer el desempeño del mismo en un sistema o ensamblaje, siendo probable la aparición de una no conformidad a partir del mismo.

#### II.2.6. ¿Qué es una No conformidad?

Una no conformidad es “cualquier aspecto de una unidad del producto que hace que no cumpla alguno de los requisitos, y por tanto, que sea no conforme” (Griful Ponsati, E. y Canela Campos M., 2002: página 56).



*Ilustración 3: Relación Defecto-No conformidad. Fuente: Propia*

Un defecto no siempre genera una no conformidad, puede existir un defecto en una materia prima y aun así logra procesarse generando piezas “conformes”, este tipo de producciones se controlan a través de la “trazabilidad” del proceso. Una no conformidad constituye un motivo real para ejercer el rechazo del producto, debido a que compromete algún término de calidad establecido para el producto.

### **II.2.7. Muestreo por atributos.**

En el muestreo por atributos “se supone definido un criterio inequívoco para determinar la conformidad de las unidades del producto y, en ella, la aceptación o rechazo del lote resulta del número de unidades no conformes halladas en la muestra inspeccionada” (Griful Ponsati, E. y Canela Campos M., 2002: página 58).

### **II.2.8. Muestreo por variables.**

El muestreo por variables “presupone la validez de determinadas hipótesis estadísticas” (Griful Ponsati, E. y Canela Campos M., 2002: página 56). En la realidad se establece más prácticos aquellos métodos que involucran el muestreo por atributos al momento de inspeccionar piezas y ensamblajes durante el proceso de recepción y manufactura; el control por variables se emplea mayormente al momento de realizar el control estadístico del proceso, donde el flujo de información proviene directamente de un puesto de trabajo en el cual es importante mantener un nivel de calidad promedio entre los rangos de tolerancia establecidos.

### **II.2.9. Procedimientos de aceptación basados en el AQL.**

Los procedimientos de aceptación basados en el AQL, son aplicables a situaciones de inspección por atributos, por lo general bajo un esquema lote a lote.

Decisiones iniciales antes de adoptar un plan de muestreo

1. Nivel de calidad aceptable (AQL-NCA): Es el nivel de calidad aceptable porcentual que puede ser aceptado por el consumidor.
2. ¿Qué es un elemento defectuoso? Se debe especificar claramente que características y atributos especiales definen un “producto defectuoso” y debe estar plenamente documentado en el contrato de compra o venta establecido con clientes o proveedores.
3. Fracción de productos recibidos a inspeccionar: Determinada por una cantidad finita de “n” elementos dentro de un universo “N”.

$$\text{Fracción product. insp.} = n/N$$

La cantidad “n” a inspeccionar de un lote determinado puede ser establecido de varias maneras, para ellos se establece los tipos de muestreo: Aleatorio simple o estratificado o simplemente manejar las

cantidades recomendadas en las tablas Military Estándar. En muchos casos conviene esta última opción, debido a que muestrear estadísticamente a través de M.A.S supera el costo aceptado de inspección

### **II.2.10. Enfoque basados en procesos:**

A partir del año 2008, la norma ISO 9001 promueve la adopción de un enfoque basado en procesos; este se basa en la descripción y análisis de cada uno de los puntos, actividades y operaciones en las diversos eslabones del proceso macro productivo. Es decir, se debe establecer previamente el mapeo de procesos y una vez conocidos, detallados y documentados, la gestión de la calidad es un ciclo de mejora continua sobre los mismos, cada día verificando y controlando tanto en el ámbito preventivo como correctivo.

Según el Manual de Gestión de la Calidad (ISO 9001:2008) se establece que:

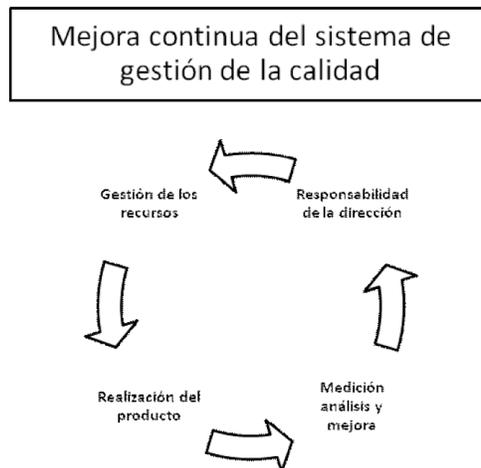
“Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que determinar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad o un conjunto de actividades que utilizan recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un *proceso*”

El enfoque en procesos determina ciertas ventajas con respecto a las estrategias anteriores para el control actividades cuando se considera enmarcado en un sistema de control de la calidad; entre ellas mencionamos:

Según el Manual de Gestión de la Calidad (ISO 9001:2008):

La comprensión y el cumplimiento de los requisitos.

- La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor.
- La obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso.
- La mejora continua de los procesos en base a bjetivas.



*Ilustración 4: Ciclo de mejora continua en la gestión de la calidad. Fuente: Manual ISO 9001:2008*

### **II.2.11. Normalización**

Según el Manual de Gestión de Calidad (ISO 9001:2008),

“La normalización es una actividad que consiste en elaborar, difundir y aplicar normas. Por tanto, ofrece soluciones a situaciones repetitivas, sobre todo en el ámbito de las ciencias, la técnica y la economía, con el objetivo de unificar criterios y utilizar un lenguaje común en cada ámbito concreto”.

La normalización ofrece ventajas a los fabricantes, consumidores y a la administración. Sus objetivos son: Simplificación, comunicación, economía, seguridad, protección al consumidor (nacional e internacional).

### **II.2.12. Mapeo de procesos.**

Mapear procesos consiste en “una metodología que permite orientar y redefinir los principales elementos del proceso para la reinención del mismo de acuerdo a lo que el cliente considera de valor” (Miranda Rivera L., 2006: página 17),

### **II.2.13. Elaboración de un mapa de procesos**

“El mapa de procesos, red de procesos o supuestos operacionales es la estructura donde se evidencia la interacción de los procesos que posee una empresa para la prestación de sus servicios”. (Fontalvo Herrera, T.; Vergara Schmalbach, J., 2010: página 91),

Esta herramienta es ampliamente utilizada en la actualidad para el seguimiento y gestión de las actividades en la cadena de valor. Para el presente trabajo utilizaremos un extracto de la metodología BPM (business process management), que nos permite generar una documentación de fácil análisis y comprensión de procesos desagregados. Una vez documentados y entendidos, se utilizan las herramientas mencionadas en el punto II.4, para detectar nodos, cuellos de botella y puntos críticos donde se establece el interés del investigador.

### II.2.14. Flujoograma de procesos

Un flujoograma de procesos se define como “una expresión sintética del origen y destino de los productos a lo largo de lo que hemos denominado cadena logística” (Anaya Tejero, J., 2007: página 122).

Un flujoograma de procesos posee una codificación específica y una simbología que determina su comprensión y posterior análisis, para construir un flujoograma se requiere identificar un proceso y enmarcarlo en un contenedor de proceso o “pool”.

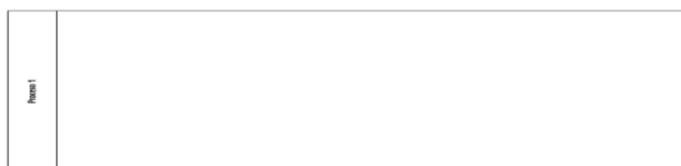


Ilustración 5: Contenedor de proceso. Fuente: Bizagui Modeler

Dentro del contenedor de proceso, se establece los departamentos o áreas encargadas de ejecutar tareas, actividades u operaciones que conforman la cadena del proceso, estos contenedores más pequeños se denominan “lane”.

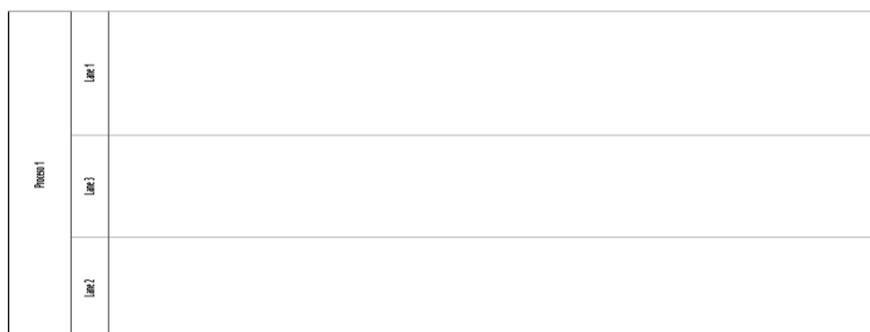


Ilustración 6: Contenedor de procesos con lane definidos. Fuente: Bizagui Modeler

Un flujograma puede contener tantos “lane” como departamentos encargados se considere dentro del proceso.

**Elementos del flujograma:**

Figura	Elemento	Descripción
	INICIO	Describe el inicio de la cadena de actividades perteneciente al proceso descrito
	ACTIVIDAD Y OPERACIÓN	Describe una actividad, operación o tarea a realizar dentro del proceso
	SUBPROCESO	En caso de que exista un proceso interno dentro de otro proceso, este se destaca como un subprocesso.
	DESICIÓN SIMPLE	Se establece una compuerta de decisión en caso de establecer dos vías dentro de un proceso.
	COMPUERTA	Establece la entrada-salida desde o hacia otro proceso
	FINAL DEL PROCESO	Establece la compuerta de finalización del proceso.

*Tabla 3: Elementos de un flujograma de proceso BPM. Fuente: Propia.*

**II.2.15. Diagrama de operaciones**

Los diagramas de operaciones, también denominados diagramas sinópticos, continúan el principio de descripción establecida por el flujograma de procesos con la salvedad, que se utilizan para describir y caracterizar de manera más desagregada y detallada una serie de actividades u operaciones en la producción de un producto o servicio.

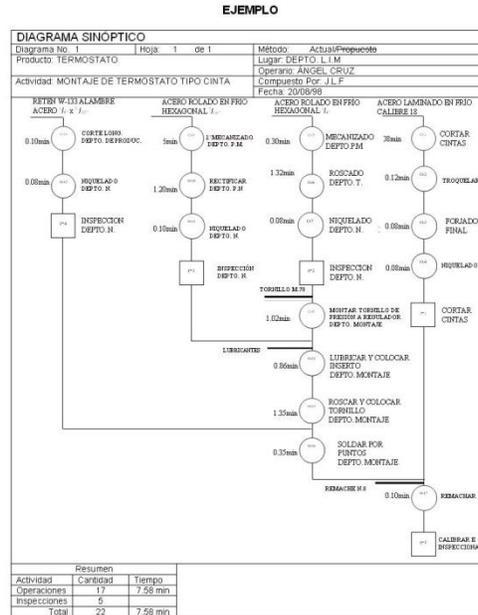


Ilustración 7: Ejemplo diagrama sinóptico. Fuente: Propia

### II.2.16. LAYOUT

Según el manual para la Gestión Asociativa de los Procesos de la Producción (2003) un layout se define como “el arreglo o disposición física de todos los equipos, máquinas, instrumentos de trabajo, etc., en el que los distintos ambientes de la fábrica /comercializadora/empresa de servicio, con miras a obtener el mejor rendimiento y funcionamiento armónico del proceso”

Con el layout podemos involucrar al análisis el factor espacio y recorrido tanto del material como de los recursos que ejecutan tareas (operadores, analistas y supervisores).

### II.2.17. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis y discriminación de los problemas en base a los efectos que los mismos generan en las organizaciones.

“Se trata de analizar los efectos en términos de coste de reparación de cada uno de los efectos o, con carácter más general, en términos de pérdidas económicas derivadas de los efectos” Según (Galgano A.1995: página 180). El análisis Pareto, discrimina aquellos problemas que se creen insignificantes dentro de un proceso específico, los cuales por lo general se ramifican y desembocan en el 80% de los efectos dentro del mismo (Principio del 80-20).

### **II.2.18. Diagrama Causa-efecto o Ishikawa**

Este tipo de herramienta identifica las causas y los efectos de un problema en forma sintética. También puede ser utilizado como herramientas de análisis en la gestión de proyectos (particularmente en la gestión de riesgos) y en la búsqueda de la calidad.

### **II.2.19. Gráficos de control.**

Constituye “un gráfico en el que se representa el comportamiento de un proceso anotando sus datos ordenados en el tiempo. El objetivo principal de los gráficos de control es detectar lo antes posible cambios en el proceso que pueden dar lugar a la producción de unidades defectuosas” (Verdoy P.; Mateu Mahiques J. 2006: página 110).

### **II.2.20. Términos especiales**

*Montadores:* Los montadores son personas especialistas en el ensamblaje manual de productos terminados a partir de piezas semi procesadas o terminadas.

*Colaudo:* Término de origen italiano, sinónimo de inspección bajo ciertos criterios de calidad.

*Cuerpo cilindro:* Componente principal sede de las piezas que conforman el cilindro de embutir; los cilindros convencionales poseen doble perforación para contener dos (2) cilindritos (uno donde se ingresa la llave por el lado interno de una puerta y el otro por el lado externo de la puerta).

*Cilindrino:* El cilindrino es una pieza de forma cilíndrica donde se encuentra la sede de la llave. Este va contenido dentro de un cuerpo cilindro o un candado.

*Ingenio:* Pieza que actúa como “palanca” y realiza la acción de giro del cilindro al ingresar la llave. Esta se encuentra contenida en el cuerpo cilindro ensamblado, entre los dos cilindritos.

*Zuncho:* El zuncho es una pieza de acero troquelada pequeña, cuya función es sostener los cilindritos en su posición dentro del cuerpo cilindro.

*Altura de collar:* Medición que existe entre la cara interna del cuerpo cilindro y el collar (cuello) exterior donde reside el cilindrino. Esta medida es crítica en los criterios de calidad debido a que distorsiones en la misma crean roce o exceso de libertad del cilindrino comprometiendo el funcionamiento del cilindro.

*Posición de agujeros (Cuerpo cilindro):* Medición relativa que existe entre el collar del cuerpo cilindro y cada agujero de los contrapernos en el cuerpo cilindro.

*Posición de agujeros (Cilindrito):* Medición relativa que existe entre el collar del cilindrito y cada agujero de los pernos en el cilindrito.

*Calibres:* Dispositivos de uso práctico para el control de la calidad por atributos, a través de métodos PASA-NO PASA.

### **II.3. Bases legales**

Se establecen en la siguiente sección todos aquellos fundamentos legales que establecen el marco de normativas y reglamentos sobre los procesos de control de calidad actualmente ejecutados por la organización:

#### **II.3.1. Normativas técnicas NDT**

Las normativas técnicas NDT, son un conjunto de referencias internas establecidas desde la gestión del departamento técnico que provienen de las normas de producción establecidas por CISA Italia, dirigidas a guiar las operaciones y procedimientos de inspección sobre las siguientes áreas generales:

- Inspecciones sobre materias primas.
- Inspecciones sobre partes y piezas de proveedores.
- Inspecciones sobre procesos particulares internos.

Su estructura básica es:

- Sección de identificación y actualización de la norma: “NDT-XXX”
- Título de la norma: Ejemplo “Inspección de dureza sobre laminados de latón para llaves INCETA”.
- Sección resumen: Se establece el objetivo de la norma y se define el personal encargado de ejecutarla.
- Sección procedimientos: Se establece paso a paso las operaciones que se deben ir llevando a cabo (mediciones, pruebas técnicas, uso de instrumentos) para realizar el proceso de inspección.

#### **II.3.2. Ciclos de producción**

Los ciclos de producción no fungen como una norma, sino como un plan de trabajo establecido en cada puesto de trabajo y producto manufacturado. Su objetivo es guiar a personal operario y

supervisores de producción y calidad en cada una de las características de cada proceso productivo tanto en su ejecución como control. Los mismos poseen básicamente los siguientes aspectos:

- Nombre de la operación.
- Tiempo estándar de la operación.
- Máquina que ejecuta el proceso o tarea.
- Personal encargado
- Calibradores y cotas (definidas por el código de calibre que las controla para la producción y la calidad y la cota crítica a supervisar).

Utensilios (definidos por los códigos de cada uno de los utensilios que utiliza la máquina para el proceso). Adicional, el ciclo de producción debe estar acompañado por el plano técnico respectivo a la pieza que se esté produciendo.

### **II.3.3. Normas de colauo.**

Las normas de colauo, son un conjunto de referencias internas establecidas desde la gestión del departamento de calidad, dirigidas a guiar las operaciones y procedimientos de inspección de calidad sobre el producto terminado. Su estructura básica es muy parecida a la norma técnica NDT.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

La siguiente sección contempla definir la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo especial de grado, a través del tipo de investigación, su diseño, composición del universo de estudio y las técnicas empleadas para la recolección de datos.

#### **III.1. Diseño de investigación:**

El presente trabajo estará enfocado en la serie de procesos y subprocesos involucrados en la manufactura del cilindro de seguridad 83/7, realizado en el galpón de manufactura y ensamblaje, detalladamente desde el almacén de MP, sector de manufactura y planta de ensamblaje Los Altos.

Los procedimientos aquí realizados se enmarcan expresamente en un diseño y tipo “proyecto factible descriptivo”. Según el Manual de Trabajos de Grado de Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad de Carabobo (1990) el Proyecto Factible consiste en la elaboración de una propuesta viable para buscar una solución posible a un problema de tipo práctico y así satisfacer las necesidades de una institución o un grupo social.

#### **III.2. Tipo de investigación:**

El tipo de investigación llevada en el presente trabajo especial de grado, detalla una serie de factores y aspectos de una realidad actual, procede a su análisis y comprensión con el fin de determinar soluciones a los problemas que surjan o se consideren presentes en el proceso.

La investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos” (Tamayo y Tamayo, M.2004, p. 46).

Posteriormente detalla: “la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta” (Tamayo y Tamayo, M.2004, p. 46).

Los pasos a seguir en una investigación descriptiva son:

- Descripción del problema.
- Definición y formulación de hipótesis.
- Supuestos en que se basan las hipótesis.
- Marco teórico.

- Selección de técnicas de recolección de datos (Población y muestra).
- Categoría de datos.
- Verificación de validez de instrumentos.
- Descripción, análisis e interpretación de datos.

### **III.3. Unidades de análisis.**

La presente investigación definió como unidad de análisis todo ente involucrado en el proceso de manufactura y ensamblaje del cilindro de seguridad. Un “ente” queda establecido como todo facilitador, sea humano o mecánico, que interfiere de manera crítica en el proceso de producción y calidad de las partes que conforman el ensamblaje del producto terminado. También se puede definir como un ente a una unidad de trabajo o un departamento específico. Básicamente se establecen los principales:

- 1) *Unidad operativa almacenamiento MP-PT:* Esta unidad depende de la Gerencia de Gestión y la Gerencia Logística, la cual brinda apoyo humano para el proceso de recepción, transporte y almacenamiento de la materia prima y producto terminado.
- 2) *Unidad operativa de control de calidad:* Esta unidad dependiente de la Gerencia de Calidad, establece las pautas y políticas de inspección de la calidad durante todo el proceso, desde la recepción de materias primas hasta el ensamblaje y almacenaje del producto terminado.
- 3) *Unidades operativas de producción:* Conformado por las múltiples celdas de manufactura (sectores) a lo largo del proceso productivo, las cuales contribuyen al control de procesos y la consolidación del programa de producción. Estos sectores son:
  - ✓ Sector Cilindros.
  - ✓ Sector Cilindritos.
  - ✓ Sector Transfer
- 4) *Unidad operativa de ensamblaje:* Conformada por los montadores terceros y montadores internos.
- 5) *Unidad operativa de logística y planificación:* Se establecerá una descripción breve del proceso de planificación y control de inventarios en la producción.

### **III.4. Técnicas y herramientas de análisis**

El enfoque de la investigación no genera ningún resultado relevante sin una serie de técnicas y herramientas para el análisis de los datos aportados. Es de suma importancia establecer qué métodos serán estructurados en el plan de la investigación y que herramientas establecerán la serie de propuestas

de mejora en cada problema planteado. Ha sido empleada en esta investigación la observación directa, las entrevistas no estructuradas, fuentes documentales directas del sistema de gestión actual de la empresa. Para su análisis se establecieron todas las herramientas de conocimiento general para el análisis de procesos.

- ✓ La observación directa: Es una técnica que comprende el uso de todos los sentidos del investigador en la comprensión de los procesos o los problemas que le afectan. Se establece bajo el esquema de visitas a los galpones de almacenamiento, manufactura y ensamblaje; verificación física de piezas, máquinas y puestos de trabajo.
- ✓ Entrevista no estructuradas: Es una técnica que establece abordar a un individuo que posea experiencia y trayectoria en cierta situación o ambiente, con el fin de obtener parte de su conocimiento y opiniones con respecto a un tema en específico.
- ✓ Fuentes documentales: Conforman todos los datos, reportes que pueden servir como fuentes de información cualitativa o cuantitativa que existen acerca de un problema o un tema. En el presente caso, se tiene los reportes de gestión, planos, diagramas de procesos, layouts de planta, entre otros.
- ✓ Herramientas: Para el análisis de procesos, se deriva de la ingeniería de métodos herramientas como los diagrama de Pareto, análisis ABC, flujogramas y mapas de proceso, diagrama de operaciones, diagrama Ishikawa, por qué – por qué, layouts de recorrido de materiales, gráficos de control e históricos.

Herramienta	Medio utilizado
Diagrama de Pareto	Excel
Flujogramas	Bizagi Modeler
Mapa de procesos	Visio
Diagrama de operaciones	Visio
Diagrama Ishikawa	Visio
Diagrama Por qué – Por qué	Visio
Layouts	Visio
Gráficos de control	Excel
Planos 3D	Solid Works
Gráficos generales	Excel

*Tabla 4: Herramientas y medios para su aplicación: Fuente propia*

### **III.5. Estructura desagregada de trabajo**

A continuación se presenta la estructura desagregada de trabajo en base a los capítulos y objetivos del presente trabajo especial de grado.

Estructura del trabajo especial de grado

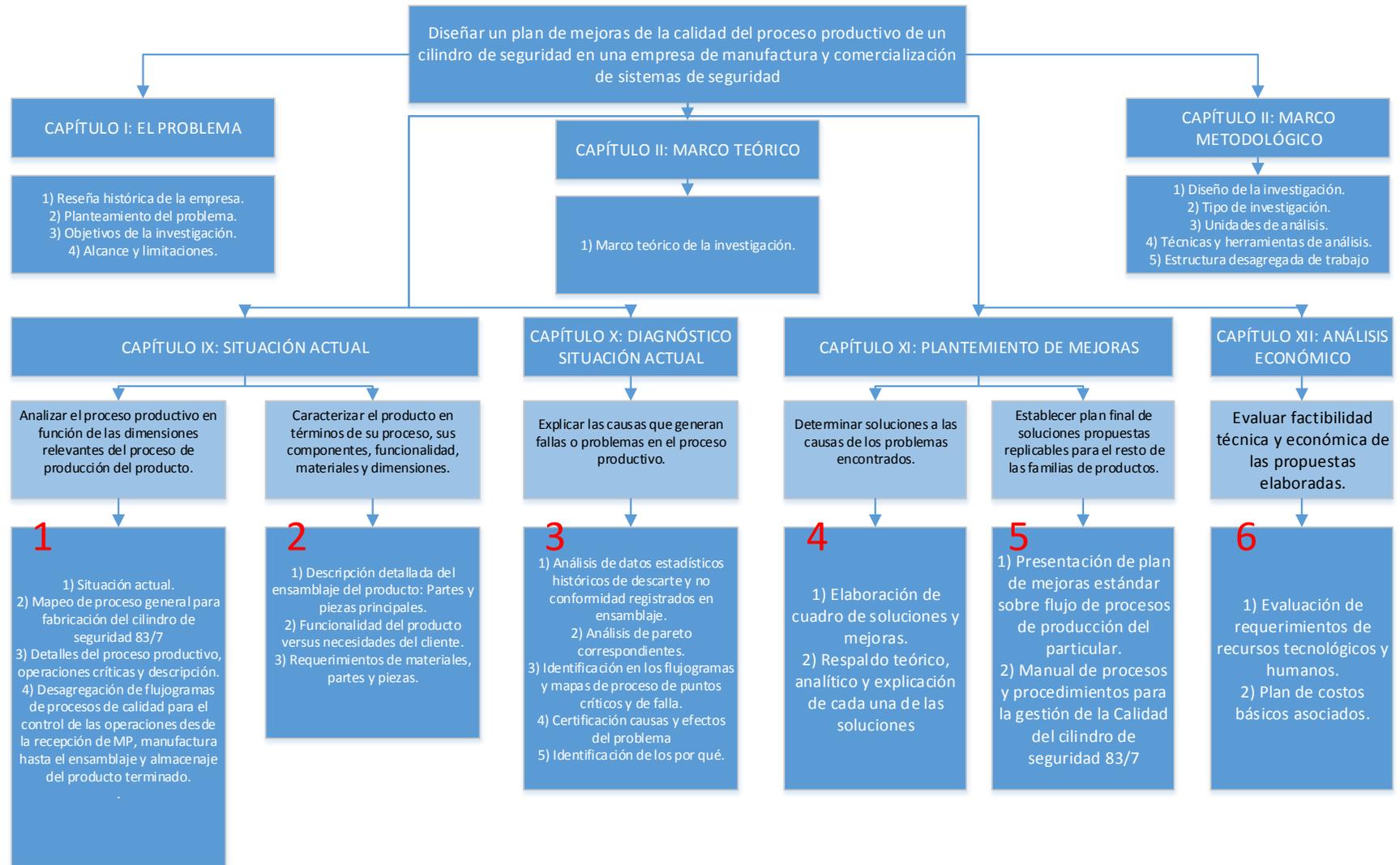


Ilustración 8: Estructura desagregada de trabajo. Fuente Propia

## CAPÍTULO IV

### SITUACIÓN ACTUAL

Inversora Lockey C.A, como se mencionó en el capítulo I, sección I.1, es un consorcio de varias empresas aliadas cuya actividad económica es la creación, fabricación y comercialización de sistemas de seguridad variados, líder en el mercado a través de su marca comercial CISA de Venezuela.

#### **IV.1. Descripción de las instalaciones de la planta de manufactura.**

##### **IV.1.1. Localización geográfica**

Su sede administrativa y de manufactura se encuentra en la calle los Pinos, sector el Tambor, Los Teques, estado Miranda, a continuación se observa una visual satelital del complejo donde se encuentran la sede administrativa, almacenes de materia prima y planta de manufactura (Ver anexo N° 1, 2 y 3, tomo “ANEXOS”).

##### **IV.1.2. Distribución interna**

En los anexos N°4, 5 y 6 del tomo Anexos, se identifican los sectores y áreas relevantes pertenecientes a cada sector

#### **IV.2. Descripción de las instalaciones de la planta de ensamblaje**

Anteriormente se mencionó, que las operaciones de ensamblaje se realizaban una fracción de la producción a través de ensambladores (también llamados montadores) internos y el resto a través de montadores externos (terceros). Desde hace más de diez años se procedió a enfocar el ensamblaje bajo esta política por razones estratégicas de la dirección.

En el edificio de ensamblaje (antigua fábrica de galletas), se realiza el ensamblaje y colaudo de cilindros, candados y cerraduras; el mismo cuenta con tres (3) pisos. El primer piso o PB se encuentra dedicado al almacenamiento de PT. El segundo piso se encarga de ensamblar y colaudar cerraduras así como almacenar y recibir lotes de partes así como producto terminado ensamblado en los montadores externos. Finalmente el tercer piso se dedica a ensamblar y colaudar cilindros y candados.

##### **IV.2.1. Localización geográfica**

Este edificio se encuentra localizado en la Av. Pérez Pisanti, adyacente a la bajada del Tambor, Los Teques, Venezuela. (Ver anexo N° 7 y 8 tomo “ANEXOS”).

Entre la planta de manufactura y ensamblaje existe una distancia lineal de 778.5 m, siendo requerida la contratación de transporte para realizar el traslado de materiales entre las dos plantas. Cabe destacar que no solo se envía partes y piezas para los montajes desde la planta de manufactura hacia la planta de ensamblaje sino que inversamente se envían los productos no conformes y las pruebas especiales de regreso a la planta de manufactura donde se encuentra el almacén de recuperación y la sede principal del departamento de Calidad, Técnico y Producción.

#### **IV.2.2. Distribución general de la planta de ensamblaje.**

En los anexos N° 9 del tomo Anexos, se muestra la distribución general que posee la planta de ensamblaje.

La distribución de la planta de ensamblaje se establece de acuerdo a la actividad que ejerce dentro de los procesos productivos. No se realizó un diagrama de la distribución física debido a que no es relevante cambios en este aspecto que afecten de manera importante el proceso de calidad.

#### **IV.3. Descripción de sectores y área importantes para la manufactura y ensamblaje del cilindro de seguridad 83/7**

A continuación se realizará una breve descripción de los sectores críticos participantes en la manufactura y ensamblaje del cilindro de seguridad 83/7. Estos sectores son los principales encargados de resguardar las operaciones más importantes para la fabricación del producto y en ellos encontramos contenida la cadena de valor y donde más adelante se realizaran los análisis correspondientes en busca de mejoras sustanciales sobre sus procesos. Estos sectores y áreas serán mencionados nuevamente en el momento de caracterizar cada uno de los procesos propuestos. (Ver anexo N° 10 tomo "ANEXOS").

#### **IV.4. Descripción del producto**

El cilindro 83/7, es un sistema de seguridad convencional para cerraduras de embutir en puertas de abatimiento comunes. Su función es activar el mecanismo de la cerradura para que ésta mueva el pestillo de seguridad que tranca la puerta al marco.

Consta de tres (3) componentes fundamentales:

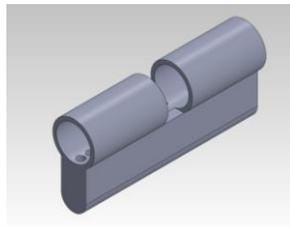
- Juego de llaves CISA
- Cilindro de seguridad.
- Tornillo sujetador.



*Ilustración 9: Cilindro de seguridad CISA 83/7. Fuente: Dpto. de Calidad.*

El ensamblaje del cilindro viene dado por los siguientes componentes principales:

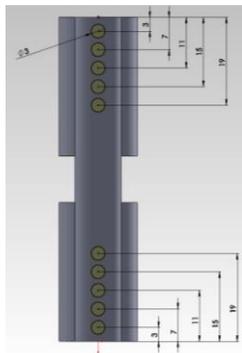
- **Cuerpo cilindro:** El cuerpo cilindro es la pieza estructural base que mantiene todo el resto del ensamblaje. Es el resultado del mecanizado de un perfil de latón con medidas especiales para tal fin. A continuación se muestra un diseño del mismo.



*Ilustración 10: Vista isométrica Cuerpo cilindro diseño en SolidWorks. Fuente: Propia*

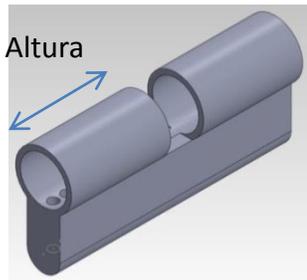
Las medidas críticas de control analizadas en el presente trabajo especial de grado para el cuerpo cilindro son:

**a. Posición de agujeros con respecto a collar.**



*Ilustración 11: Cotas nominales en mm de la posición de agujeros con respecto al collar del cuerpo cilindro. Fuente: Propia*

b. **Altura de collar.**



*Ilustración 12: Visualización de la cota "altura de collar" en el cuerpo cilindro. Fuente: Propia*

A continuación las medidas de las dos variables:

Atributo o variable crítica	Medida nominal (mm)	Tolerancia min (mm)	Tolerancia máx. (mm)
ALTURA DE COLLAR ES MEDIDA POR VARIABLE MIENTRAS QUE LA POSICIÓN DE AGUJERO SE REALIZA POR CALIBRE PASA – NO PASA			
Altura de collar X	---	23.55	23.60
Posición de agujero:			
Agujero 1	3	2.95	3.05
Agujero 2	7	6.95	7.05
Agujero 3	11	10.95	11.05
Agujero 4	15	14.95	15.05
Agujero 5	19	18.95	19.05

*Tabla 5: Tolerancias de la altura del collar y posición de los agujeros del cuerpo cilindro. Fuente: Ciclo de producción cilindro 83/7 IMASS 550.*

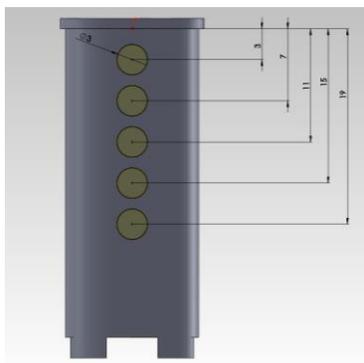
- Cilindrito:** El ensamblaje consta de dos (2) cilindritos idénticos posicionados en cada lado del cilindro. Son piezas cilíndricas mecanizadas de latón cuya función es alinear los pernos y contra pernos al introducir la llave. Esto permite el desbloqueo del cilindro y el giro del ingenio. Posee una íntima relación de mecanizado con respecto al cuerpo, debido a que las posiciones de agujero y la altura de collar son variables compartidas entre los dos elementos.



*Ilustración 13: Vista isométrica cilindrito diseño en Solid Works. Fuente: Propia.*

Las medidas críticas de control analizadas en el presente trabajo especial de grado para el cilindrito son:

**a. Posición de agujeros.**



*Ilustración 14: Cotas nominales en mm de la posición de agujeros con respecto al collar del cilindrito. Fuente: Propia*

**b. Altura de collar.**



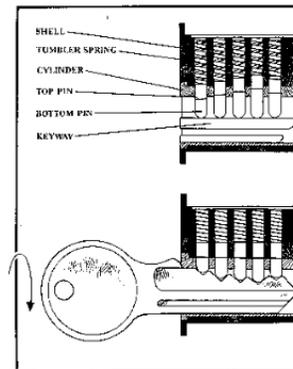
*Ilustración 15: Visualización de la cota "altura de collar" en el cilindrito. Fuente: Propia*

A continuación las medidas de las dos variables:

Atributo o variable crítica	Medida nominal (mm)	Tolerancia min (mm)	Tolerancia máx. (mm)
TODAS LAS MEDIDAS SON CONTROLADAS POR CALIBRE PASA NO PASA			
Altura de collar X	---	24.88	24.93
Posición de agujero:			
Agujero 1	3	3.05	3.15
Agujero 2	7	7.05	7.15
Agujero 3	11	11.05	11.15
Agujero 4	15	15.05	15.15
Agujero 5	19	19.05	19.15

*Tabla 6: Tolerancias de la altura del collar y posición de los agujeros del cilindrito. Fuente: Ciclo de producción cilindrito 83/7 IMASS 562.*

- **Zuncho:** Es una pieza de acero de espesor nominal de  $1 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ . Su proceso de producción es bastante estable en su medida crítica (espesor). Su función es sostener el cilindrito dentro del cuerpo cilindro permitiendo su giro.
- **Llave:** La llave es la pieza que desbloquea el cifrado del cilindro, esta se ingresa en el perfil del cilindrito y permite girar el sistema. Posee una combinación denominada “cifrado” que no es más que una serie de valles en forma de “V” donde se acomodan los pernos. Estos valles poseen medidas especiales que permiten la alineación de los pernos y contra pernos. Al alinearse en un plano el cilindrito se desbloquea y gira dentro del sistema. Estas medidas especiales deben ser cuidadosamente supervisadas, debido a que a mayor o menor profundidad del valle, el perno quedará hundido o sobresaliente respectivamente en el cilindrito. El proceso posee alta variabilidad según los registros. Adicionalmente, las operaciones dejan un sin número de rebabas en los cortes.



*Ilustración 16: Funcionamiento de un cilindro al introducir una llave. Fuente: Propia.*

- **Ingenio:** Es una pieza comprada a un proveedor externo, que se localiza en el medio del cilindro y su función es girar en el momento que se ingresa la llave. Permite activar el sistema de la cerradura donde se encuentre el cilindro instalado.
- **Resortes:** Hechos en bronce, los resortes son comprados a un proveedor externo y tienen como objetivo empujar pernos y contra pernos para bloquear o desbloquear el sistema del cilindro.
- **Pernos/contra pernos/ tapones:** Estas piezas parte de trefilados de bronce, son torneadas en el sector Tornos Escos. Poseen unas medidas especiales que se encuentran relacionadas con las alturas de cifrado en las llaves. Su proceso históricamente ha sido estable y presentan poca variabilidad en sus cotas críticas.

#### IV.5. Procesos de producción del cilindro de seguridad

En el proceso de producción de un cilindro de seguridad 83/7, encontramos una serie de subprocesos que conforman la cadena de valor del producto. Por ser una empresa con una distribución

por celdas de manufactura los procesos no siempre poseen orden lógico o secuencial; la realidad es que se establecen órdenes de producción a sectores por separado y al final se conforman los lotes según la demanda o el programa de producción del mes. Existen factores a favor y en contra de esta forma de producción, entre las cuales podemos mencionar:

- Mayor rapidez para responder a la demanda de producto terminado (producción por lotes).
- Independencia de procesos, al no incidir un proceso con otro.
- Requiere manejar un sistema de inventario más cuidadoso debido a que se debe controlar en tiempo real lo que se posee en existencias de componentes.
- Requiere más recursos y esfuerzo dirigidos al control de la calidad por proceso.

Los siguientes conforman la lista de subprocesos requeridos para la manufactura de cilindros de seguridad 83/7. Se encuentran descritos en la columna de la izquierda aquellos procesos inherentes a la cadena productiva o de valor y en la columna derecha los procesos de calidad que los soportan. (ver anexo N° 11, tomo “ANEXOS”).

A continuación se muestra el mapa de procesos para la producción del cilindro de seguridad 83/7 en sus procesos y subprocesos principales:

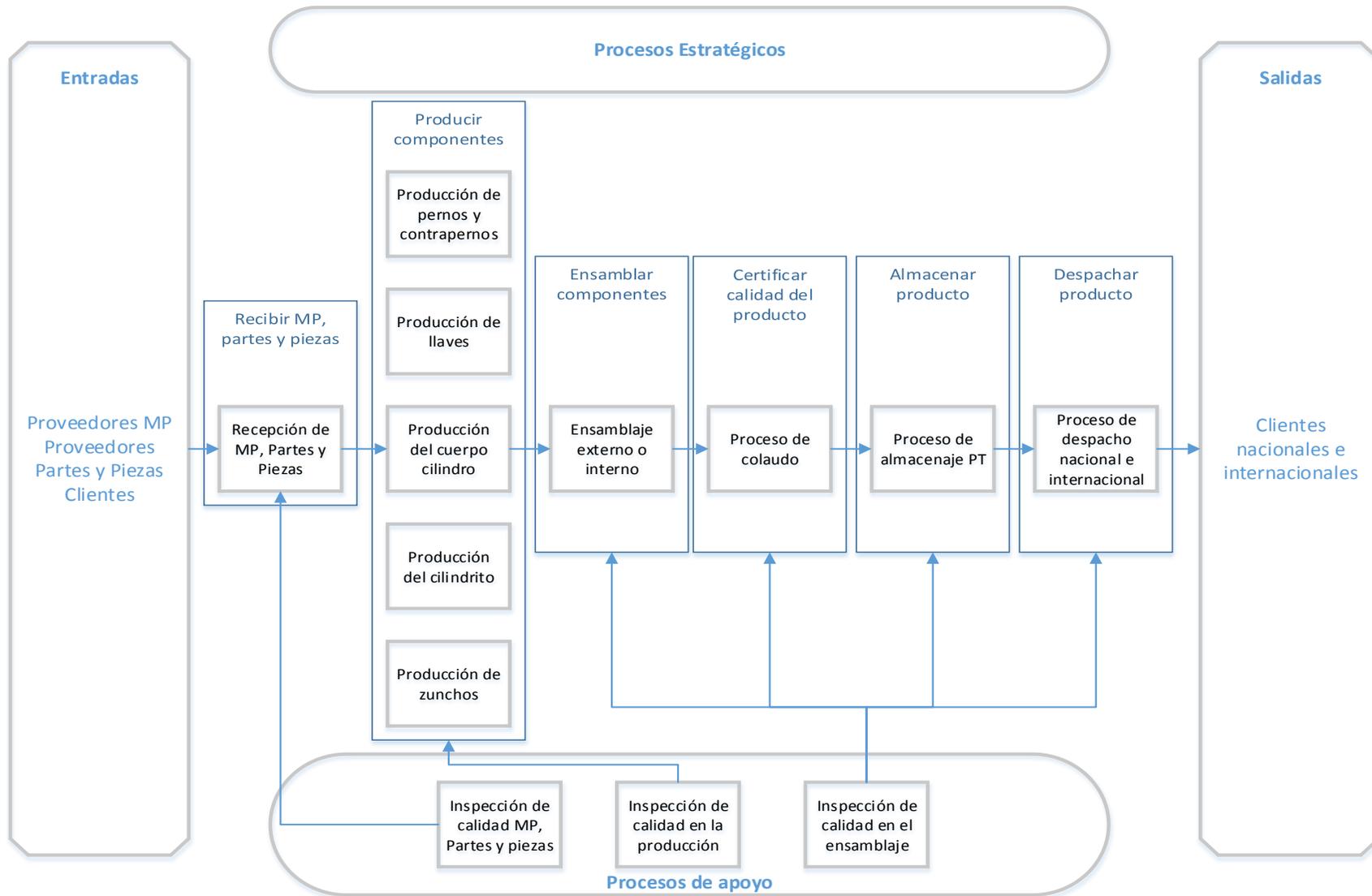


Ilustración 17: Mapa de procesos para la producción del cilindro de seguridad 83/7. Fuente: Propia.

La siguiente es una tabla de operaciones, donde se desagrega las principales actividades del proceso productivo para el cilindro de seguridad 83/7.

Sector	Candados y cilindros	Cilindritos	Llaves	Tornos Escos	Prensas automáticas
<b>Operación/Componente</b>	<b>Cuerpo cilindro</b>	<b>Cilindrito</b>	<b>Llaves</b>	<b>Pernos/contrapernos/tapones</b>	<b>Zuncho</b>
1	Cortar cuerpo cilindro	Cortar/tornear/niquelar	Troquelar	Tornear	Troquelar
2	Niquelar cuerpo	Perforar	Acuñar	Recocer	
3	Perforar/alesar/escalear	Lavar	Dorsar/perfilar	Empaquetar	
4	Tapar	Brochar	Cifrar		
5		Lavar	Niquelar		

Tabla 7: Tabla de operaciones en manufactura para el cilindro de seguridad 83/7. Fuente: Propia

Las actividades resaltadas en rosado, son operaciones que se realizan a través de un tercero.

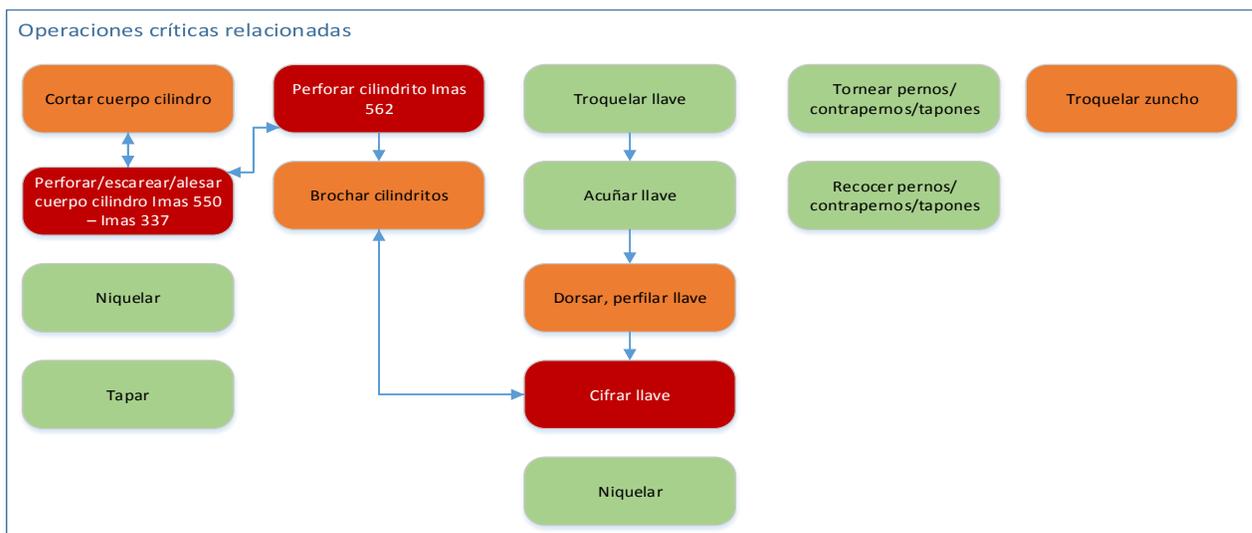


Ilustración 18: Operaciones críticas relacionadas. Fuente: Propia

En la ilustración N° 18 se muestra las principales operaciones críticas del proceso productivo del cilindro de seguridad 83/7 y su relación entre sí. Las tres operaciones críticas relevantes que por experiencia comprometen la calidad del producto, son la perforación del cuerpo cilindro, la perforación del cilindrito y el cifrado de la llave.

En el mapa de procesos de la ilustración N° 17, se establecieron los procesos de apoyo de la calidad como elementos de análisis en el presente Trabajo Especial de Grado con el fin de generar un

impacto y consecuencias en los procesos de la cadena medular; de ellos se describirán a continuación los tres (3) generales:

1. Proceso de inspección de calidad MP (materia prima), partes y piezas.
2. Proceso de inspección de la calidad en la producción (sector cilindro).
3. Proceso de inspección de la calidad en el ensamblaje (colaudo de cilindros).

#### **IV.6. Proceso de inspección de Calidad MP, partes y piezas.**

##### **Términos especiales:**

MP (materia prima): Todo los materiales en su forma elaborada para posteriores mecanizados conformado por bobinas, atados, trefilados, perfiles, panelas, de cualquier material (latón, acero, bronce, zamack, etc.).

Partes y piezas: Son aquellos componentes semi elaborados manufacturados o comprados por terceros que son utilizados para posteriores mecanizados y elaboración de piezas del ensamblaje.

Prueba en caliente: Son pruebas rápidas que no necesariamente cumplen las normativas de aceptación de la calidad, el número de muestras puede variar dependiendo de la complejidad y costo de la prueba.

##### **Descripción del proceso:**

El proceso inicia con la recepción de la MP o las partes y piezas. En ambos casos, el personal del almacén de recepción pesa los atados (en caso de MP) o los containers (partes y piezas), para constatar a través del método de peso específico y peso de muestra las cantidades recibidas con respecto a las facturadas por el proveedor.

En el caso de tratarse de partes y piezas, estas son almacenadas en el sector de inspección, donde el analista de calidad realiza un muestreo del container de acuerdo a la norma Military Estándar 105E. El nivel de aceptación actual es de 4/100.

Esta regla se aplica a las “cotas críticas” de la pieza, que por experiencia se sabe que pudieran afectar las actividades posteriores del proceso productivo. En el caso de que las no conformidades se encuentren en cotas o atributos “no críticos” se realizan rápidas evaluaciones que certifiquen la calidad

de la pieza. Si no se cumple el muestreo de aceptación, se procede a realizar las pruebas de validación o “en caliente” que simplemente buscan comprobar si el material no conforme compromete realmente la calidad del producto ensamblado. Estas pruebas son más rigurosas, pero aun no cumplen las exigencias de un muestreo aleatorio simple o un muestreo de aceptación. Si el material pasa las pruebas se solicitan autorización de la gerencia para ingresarlo al proceso; en caso contrario, se devuelve al proveedor con una nota de reclamo y un informe técnico de calidad.

Si se trata de materia prima, el proceso de calidad se realiza de una forma más básica; los atados de material después de haber sido pesados, se almacenan en los Racks donde el analista de calidad los supervisa y certifica la calidad mínima, es importante mencionar que no se realizan pruebas sobre el material por la imposibilidad de extraer probetas del mismo, ya que el material se encuentra en atados con flejes de alta presión y los analistas no cuentan con herramientas para realizar cortes. Por esta razón el material se ingresa al proceso sin mayores revisiones. Una vez ingresado al sector correspondiente, el personal de producción reporta si el material presentó problemas en los mecanizados; de ser así, se puede intentar seguir procesando o se aparta y devuelve al proveedor con una nota de reclamo y el informe de calidad (Ver Anexo N° 12, tomo “ANEXOS”)

#### **IV.7. Proceso de inspección de la calidad en la producción.**

##### **Términos especiales:**

IMASS: Máquina para el mecanizado de semi elaborados que consta de varias estaciones de trabajo donde se realizan múltiples operaciones.

Calibración: Proceso de inspección con calibres de piezas mecanizadas.

Autorización de desvío: Solicitud que se envía a la gerencia técnica, de producción y general con el objetivo aprobar lotes de producción que presenten alguna desviación en alguno de sus atributos de calidad.

##### **Descripción del proceso:**

El proceso de inspección de la calidad en la producción se aplica de igual manera a todos los sectores en la planta de manufactura. Inicia con el arranque de máquinas, desde ese momento el supervisor de producción inicia rápidas inspecciones sobre el material que comienza a obtenerse del proceso. Si el material presenta desviaciones, el supervisor deberá ajustar los parámetros de la máquina

para lograr estar en tolerancia. Este material desde el punto de vista de calidad se encuentra “dudoso”, sin embargo forma parte del lote de producción si las medidas de control no sufrieron desviaciones. Si durante la calibración inicial hubo detalles, este material se aparta al desecho o la recuperación.

Superados los ajustes iniciales y estando el proceso centrado en sus medias de control, se realizan varios ciclos de calibración por máquina de parte del supervisor de producción más las auditorias de calidad por parte del analista de calidad, distribuidas uniformemente a lo largo del día. El supervisor tiene por deber mantener el proceso estable a lo largo del día.

El analista de calidad procede a auditar la calidad del material que se obtiene directamente de la máquina en producción; básicamente repite el procedimiento realizado por el supervisor de producción pero siendo más riguroso en el proceso de inspección. No existe un criterio específico o una norma que determine cuando se debe ordenar detener el proceso debido a que durante una auditoria se evalúan varias cotas críticas al mismo tiempo, la experiencia hace que los analistas evalúen “tendencias”; si el material tiende a la desviación se detiene el proceso y se realizan las pruebas pertinentes. Si estas pruebas no son satisfactorias (funcionamiento o calidad final comprometidas), de manera determinística se contabilizan cuántas cestas de material se encuentran comprometidos y se apartan de la línea de producción. En caso contrario, se solicita estabilizar el proceso nuevamente. Si la falla inicial que generó la desviación no puede ser corregida pero el material da buenos resultados en las pruebas de montaje se solicita una autorización de desvió cuya misión es reportar que el proceso se acepta aun estando con una anomalía de calidad. Factores como el costo del proceso o el material, prioridad de la orden de producción, son las razones que llevan a tomar este tipo de decisiones y no dependen de la gerencia de la calidad. A continuación, los datos productivos y de calidad para la producción del cuerpo cilindro de latón, el cual corresponde a uno de los componentes principales usado para el ensamblaje del cilindro de seguridad 83/7, obtenidos en la lmas 550 en el sector cilindro (Ver anexo N° 13, tomo “ANEXOS”).

<b>Imas</b>	550		<b>Estadísticas</b>	
<b>Pieza</b>	Cuerpo cilindro latón			
<b>Tasa de producción</b>	0,11	pzas/seg		
<b>Jornada laboral</b>	7	horas		
<b>Capacidad real/día</b>	2799	Pzas		
<b>Departamento</b>	<b>Producción</b>	<b>Calidad</b>	<b>Total</b>	<b>% sobre el total</b>
<b>Cantidad inspeccionada diaria</b>	56	16	72	2,57%
<b>Pruebas en caliente diarias</b>	0	16	16	0,57%

Tabla 8: Datos de producción y plan de calidad Imas 550. Cuerpo cilindro. Fuente: Datos Dpto. Calidad.

Las cantidades inspeccionadas diarias se establecen con una aproximación a lo establecido en la norma Military Estandar 105E para el muestreo de aceptación, nivel I de inspección para un tamaño de lote entre 1201 y 3200 piezas.

#### IV.8. Proceso de inspección de la calidad en el ensamblaje

El proceso de inspección de calidad en el ensamblaje es quizás el más básico de los tres, debido a que se dedica a recoger los datos de cuántos cilindros resultan conformes y cuantos no. También se dedica a evaluar el proceso de colado del personal de ensamblaje, de manera de garantizar los criterios y evitar los errores estadísticos tipo I y II.

Error tipo I: Aceptar el lote estando éste en condiciones de no conformidad.

Error tipo II: Rechazar el lote estando éste en condiciones de conformidad.

Se destaca que se inspecciona el 100% del material procedente del montaje externo o interno y el departamento de calidad audita estos resultados. El material apartado es enviado a recuperación.

En el caso del montaje interno, las piezas defectuosas son recuperadas en la misma línea de montaje.

A partir de estos resultados, el departamento de calidad genera estadísticas de conformidad del producto terminado, que sirven para retroalimentar la revisión del proceso al inicio de la cadena de valor (Ver anexo N° 14, tomo "ANEXOS").

#### IV.9. Sistema de calibración.

En todos los procesos de manufactura efectuados en los múltiples sectores en la planta, se utilizan dos sistemas principales de control, afianzados en las metodologías generales para la gerencia del control de la calidad estos son:

##### IV.9.1. Sistema por atributos: Calibres PASA – NO PASA

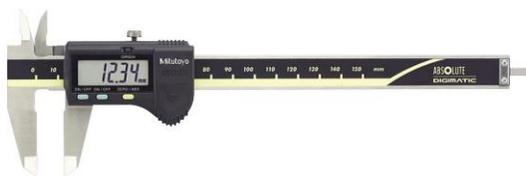
Comprende un inventario de calibres diseñados para medir variables de manera implícita. Cada calibre tiene un diseño y propósito definido y solo miden una cota en especial. Por lo general es una pieza o un conjunto de piezas que poseen un lado “PASA” (medida crítica menor) y un lado “NO PASA” (Medida crítica mayor). Actualmente está definido un sistema de control por tendencias dependiendo del resultado arrojado por el calibre durante la inspección:

Escenario	Tendencia	Explicación
El “PASA” pasa y el “NO PASA” no pasa	1	Cuando el lado PASA logra pasar en el calibre y el NO PASA no logra pasar por el calibre se asegura que la pieza se encuentra a diseño o dentro del rango de tolerancia.
El “PASA” pasa y el “NO PASA” pasa	2	Cuando el lado PASA logra pasar por el calibre y el NO PASA también logra pasar se asegura que la pieza se salió de los márgenes de tolerancia. Puede ser hacia el máximo o el mínimo dependiendo del diseño del calibre y la naturaleza de la medida que se está controlando
El “PASA” no pasa y el “NO PASA” no pasa	3	Cuando el lado PASA no logra pasar y el NO PASA tampoco logra pasar se asegura que la pieza se salió de los márgenes de tolerancia. Puede ser hacia el máximo o el mínimo dependiendo del diseño del calibre y la naturaleza de la medida que se está controlando

Tabla 9: Sistema de control PASA-NO PASA. Fuente: Propia.

##### IV.9.2. Sistema por variable: Medición directa de la medida.

Este sistema establece medir directamente la variable a controlar para saber su valor numérico. Esto en muchos casos es imposible realizarlo por la configuración de la pieza, sin embargo cuando esto es posible se emplea calibradores digitales, proyector de sombras, tornillos micrométricos para tales fines.



*Ilustración 19: Calibrador digital usado por los analistas de calidad. Fuente: Propia.*

#### **IV.10. Sistema de control de la calidad aplicados al cuerpo cilindro y cilindrito del cilindro de seguridad 83/7.**

En el caso del cilindro 83/7, analizando las variables de control previamente descritas sobre el cuerpo cilindro y cilindrito respecto a la altura de collar y posición de los agujeros como ejemplo de análisis, en el anexo N° 15 del tomo ANEXOS, tenemos el cuadro resumen:

En los anexos N° 37 y 38, tomo “ANEXOS”, podemos observar los planos originales de los calibres principales tipo PASA – NO PASA usados para el control de la calidad de las variables posición de agujeros y altura de collar en el cilindrito y cuerpo cilindro.

Es importante mencionar que existe muchas más variables a controlar en el proceso productivo; cada operación posee su calibre o su procedimiento para controlar la variable. Estos están documentando en el ciclo de producción.

El ciclo de producción es un instrumento donde se encuentran informadas todas las operaciones y actividades a realizar en el proceso productivo, así como todas las codificaciones de los calibres a utilizar y las cotas de control. El formato es vertical, todo escrito sin imágenes ni ilustraciones, por lo cual se debe informar previamente al operario o supervisor a cual cota o medida corresponde la medición. Adicional se reporta el código del calibre; este número debe corresponder con el grabado en la pieza del calibre para su identificación. A continuación se presenta el formato de un ciclo de producción actual (Ver anexo N° 41, tomo “ANEXOS”).

## CAPÍTULO V

### DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

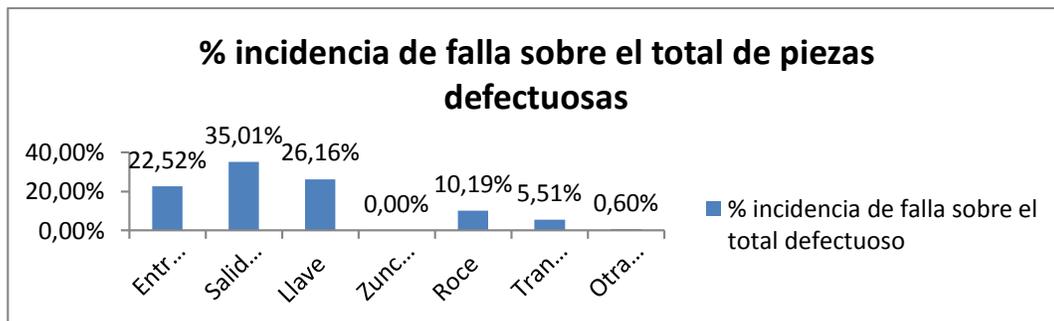
Existe un sinnúmero de aspectos relevantes del proceso productivo y de calidad que serán abordados en la siguiente sección del presente trabajo especial de grado. Es importante respaldar los análisis con la información obtenida directamente del colado del producto terminado en la planta de ensamblaje, los cuales determinan los indicadores productivos y de calidad para el cilindro de seguridad 83/7.

A continuación se muestran, a través de un análisis de Pareto, aquellas fallas comunes en el funcionamiento del cilindro de seguridad 83/7, reportadas por los analistas de calidad en el ensamblaje. Posteriormente se estableció la relación entre estas deficiencias y sus orígenes en el proceso de producción y de control de la calidad en la manufactura y la recepción de MP, partes y piezas, para posteriormente en el capítulo IV establecer el plan de mejoras correspondiente.

A continuación el histórico desde enero 2016 hasta julio 2016 de fallas en la calidad de los cilindros de seguridad 83/7 ensamblados, inspeccionados en la línea de colado. La cantidad coladada es el número de piezas ensambladas en el periodo analizado provenientes del montador externo el cual representa entre el 80% y el 90% de la producción total.

#### V.1. Datos históricos de falla en el colado de cilindros de seguridad 83/7. Período enero-julio 2016.

Realizando un análisis porcentual de cada una de las fallas en base al total de piezas defectuosas tenemos la siguiente gráfica resumen. Los datos se encuentran en el anexo N° 16, tomo "ANEXOS")

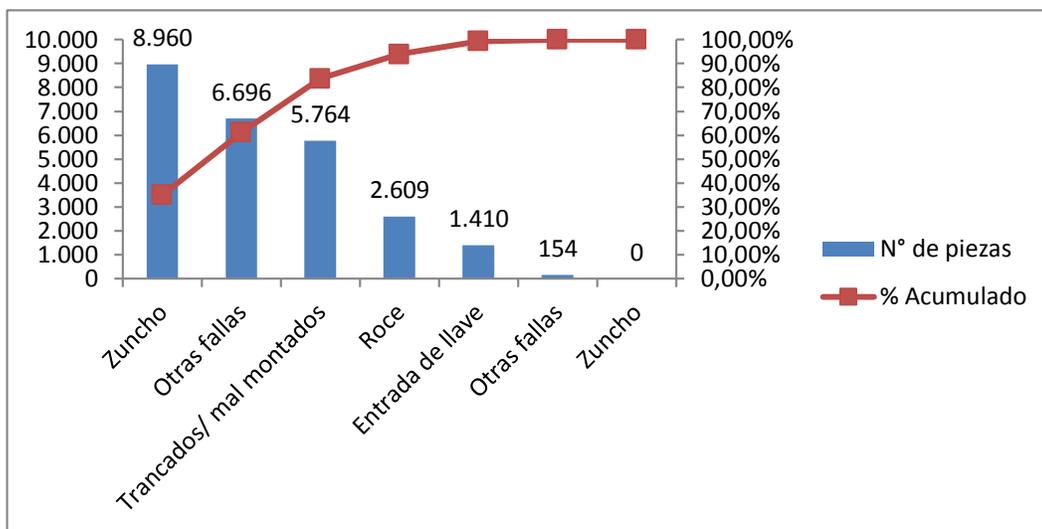


Gráfica 1: Porcentaje de incidencia de falla sobre el total de piezas defectuosas enero-julio 2016.

Fuente: Dpto. Calidad Ensamblaje

Haciendo uso de la herramienta de Pareto se discriminará a continuación la criticidad de cada falla en el proceso de manufactura del cilindro.

Falla	Totales	%	%acum
Salida de llave	8.960	35,01%	35,01%
Llave	6.696	26,16%	61,17%
Entrada de llave	5.764	22,52%	83,69%
Roce	2.609	10,19%	93,89%
Trancados/ mal montados	1.410	5,51%	99,40%
Otras fallas	154	0,60%	100,00%
Zuncho	0	0,00%	100,00%

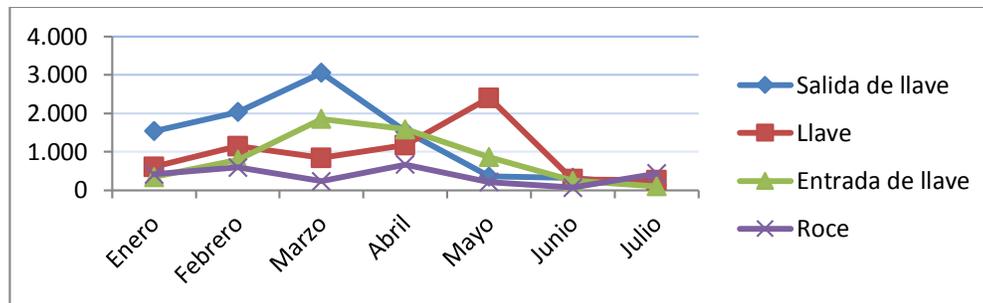


Gráfica 2: Análisis de Pareto para fallas comunes de funcionamiento en el Cil. Seg. 83/7. Fuente: Propia.

Las fallas que acumulan más del 80% de las incidencias son:

1. Salida de llave.
2. Problemas con las llaves.
3. Entrada de llave.
4. Roce en el cilindro.

A continuación se analiza el comportamiento histórico de estas cuatro fallas críticas (eje "Y" cantidad de piezas, eje "X" mes).



Gráfica 3: Comportamiento del histórico de falla primer semestre 2016. Fuente: Dpto. Calidad Ensamblaje

El comportamiento histórico de falla del primer semestre del año 2016, arrojó un pico de actividad los primeros cuatro meses (enero, febrero, marzo y abril). Este comportamiento es común, según la opinión de los analistas de calidad con experiencia y se justifica por el arranque de máquinas y procesos durante los primeros tres meses del año. También ocurre con frecuencia mudanzas de personal supervisor y operario en los puestos de trabajo para este período del año, esto genera un factor de curva de aprendizaje del personal en el puesto de trabajo que inevitablemente incide en la calidad de los productos manufacturados en ese periodo. Otro factor es el material inventariado que queda almacenado del año anterior, el cual puede tener autorizaciones de desvío de calidad, si este material por error se mezcla con material con el cual es probable se presenten problemas de calidad, los resultados se evidenciarán en el funcionamiento y el ensamblaje.

## V.2. Análisis de las fallas, causas, efectos y por qué.

Del presente análisis, se puede fácilmente determinar que existen cuatro (4) no conformidades de calidad que ejercen la mayor incidencia en términos de funcionamiento del producto terminado. En orden de prioridad tenemos:

- 1) Falla por salida de llave: Esta se presenta al intentar sacar la llave del cilindro una vez este ha sido probado; la llave no sale o lo hace con dificultad.
- 2) Falla por llave: Esta se deriva de problemas con el cifrado de la llave o problemas con las copias entregadas en el juego de llaves (cifrados diferentes en un mismo grupo de llaves).
- 3) Fallas por entrada de llave: Esta se presenta al ingresar la llave en el cilindro para hacerlo girar. La llave no entra o lo hace con dificultad.
- 4) Roce: Falla de giro del cilindro; al ingresar la llave y hacer girar el sistema, el movimiento se hace con dificultad o con roce interno.

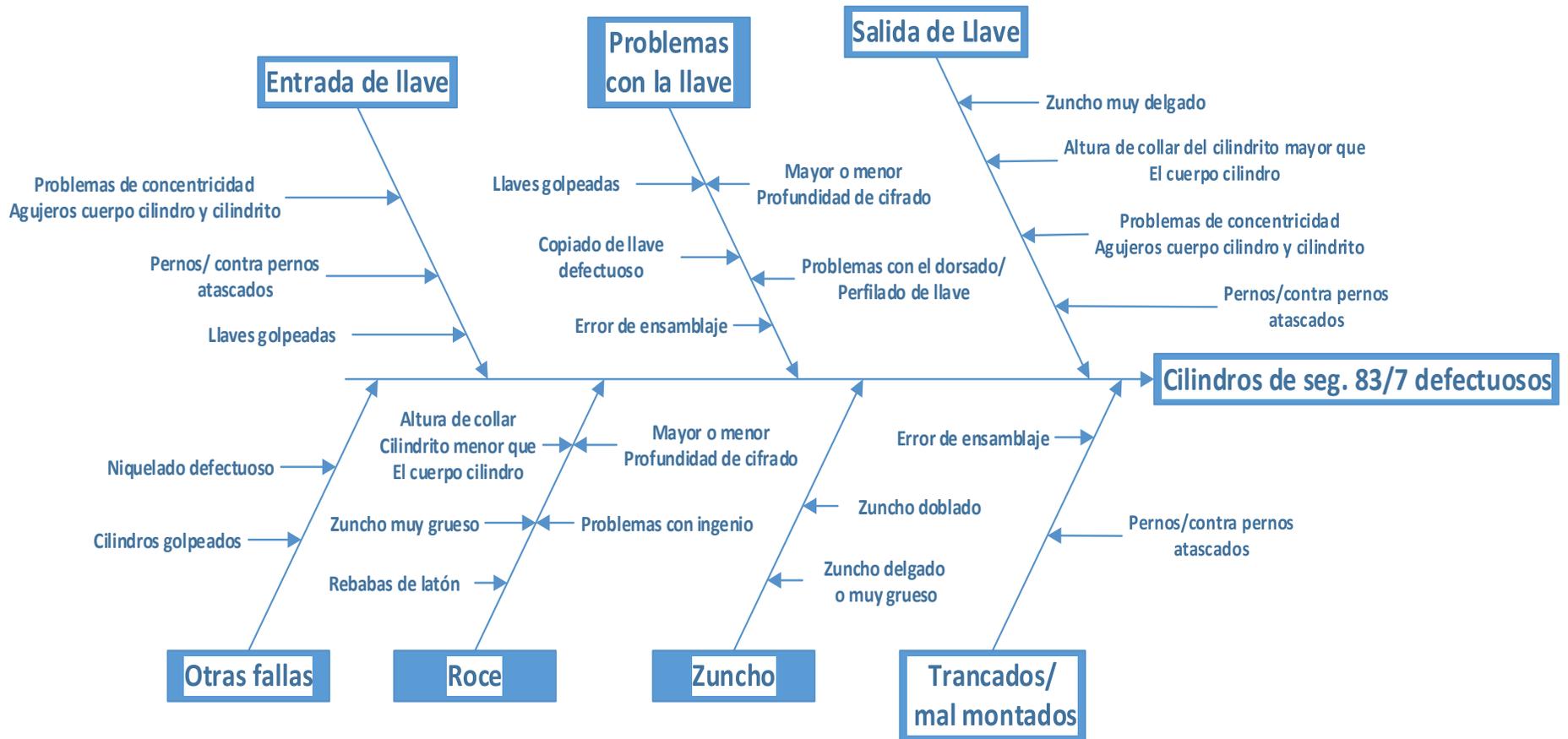


Ilustración 20: Diagrama Causa-Efecto de fallas críticas. Fuente: Propia.

A continuación se establecerá los por qué - por qué de las cuatro (4) fallas principales reportadas y las relaciones entre sí para determinar los por qué comunes a través de una discriminación por colores. Las causas “comunes” poseen el mismo color (Ver anexo N° 17, tomo “ANEXOS”).

Gracias a la discriminación realizada en el anexo N° 17 y al análisis de Pareto y gráficas anteriores de la sección V.1, se pueden llegar a las siguientes premisas:

1. Si se establecen soluciones a las causas de la falla “salida de llave”, de una vez se están generando las soluciones a las causas para la falla “entrada de llave”, ya que comparten los mismos factores que alteran los procesos.
2. La falla “problemas de llave” se relaciona con las fallas “entrada de llave” y “salida de llave” a través de los factores de error humano del montador a la hora del ensamblaje. De acuerdo a esto se tomaron acciones en el plan de mejora dirigida a la supervisión de los procesos de ensamblaje.
3. Surgen interrogantes alrededor del proceso de revisión de materias primas y partes y piezas, debido a factores como rebabas de latón y fallas con la altura de los cilindritos torneados por los proveedores externos.
4. También es necesario detallar aquellos aspectos que pueden estar influyendo en el proceso de control de calidad en la manufactura, debido a que la mayoría de fallas tiene sus causas en procesos internos de la planta.
5. Existe la posibilidad de que varias operaciones críticas del proceso de manufactura presentan descontrol o alta variabilidad, entre ellas la perforación del cuerpo cilindro, cilindrito, cifrado, dorsado y perfilado de llaves; esto pudo ser comprobado a modo de ejemplo, para el control de las variables de altura de collar y posición de agujeros para la operación de perforación del cuerpo cilindro en la Imas 550.

### **V.3. Gráficos de control**

Comenzando el análisis con el punto N° 5 anterior, tenemos los siguientes gráficos de control para la altura de collar y la posición de agujeros en la operación de perforación del cuerpo cilindro.

#### V.4. Gráfico de control para la variable altura de collar.

A continuación el gráfico de control correspondiente al mes de mayo de 2016, con respecto a la variable altura de collar del cuerpo cilindro; operación perforación en la Imas 550, sector Candados y Cilindros (Ver anexo N° 19 y 20, tomo “ANEXOS”).

<b>Máquina:</b> Imas 550	<b>Sector:</b> Candados y cilindros	<b>Período:</b> Mayo 2016	<b>Dpto. Control de Calidad</b>
<b>Variable:</b> Altura de collar cuerpo cilindro	<b>Rango de tolerancia:</b>	Mín.: 23.55 mm	Máx.: 23.60 mm
<b>Método de medición:</b> Calibrador digital			

*Tabla 10: Valores nominales y tolerancias para la altura de collar. Fuente: Ciclo de producción cilindro 83/7 IMASS 550.*

El anexo N° 19 del tomo “ANEXOS” demuestra claramente desplazamiento de los resultados muestrales hacia el límite inferior de tolerancia de la medida con una media de 23,55 mm coincidiendo con el LCI. El resultado de esto a nivel mecánico es que el 43.20% (basado en una distribución normal con media y varianza poblacional) de la población de cuerpos cilindros para el mes de mayo 2016 fue manufacturado por debajo del límite de tolerancia inferior definido para la altura de collar tanto es su parte de arriba como la de abajo. En el caso de que los cilindritos se encuentren a diseño, aumentan la probabilidad de fallas por salida de llave, debido a que los agujeros del cilindrito y cuerpo cilindro no encuentran concetricidad.

A través de el teorema central del límite, podemos establecer que para una muestra grande de datos el promedio de los promedios para cada conjunto muestral, su comportamiento probabilístico se puede describir a través de la distribución normal con media ( $\mu$ ) y varianza ( $\sigma$ ) poblacional.

A continuación el histograma correspondiente a los datos de la variable altura de collar del cuerpo cilindro, obtenido por los analistas de calidad para el mes de mayo de 2016 (Ver anexo N° 21, tomo “ANEXOS”).

Se puede observar claramente la campana de Gaus característica; de acuerdo a esto a continuación se presenta el gráfico de probabilidad acumulada real en comparación a los límites de tolerancia inferior y superior (Ver anexo N° 22, tomo “ANEXOS”).

A pesar de que la población se encuentra desplazada en su totalidad hacia el LCI (42,20%), se puede contabilizar un 4,52% de la población por encima del LCS, lo cual aumenta la probabilidad de la generar fallas por roce.

Lo anterior define a esta operación como una de las probables causantes de fallas por salida de llave y roce, pero además de este factor, el anexo N° 20, tomo “ANEXOS”, que define el gráfico de control para el rango, también revela que el proceso posee una variabilidad poblacional mayor a la deseada, actualmente con un rango con promedio 0,05 mm, cifra que coincide con el rango máximo tolerable. A pesar de realizar múltiples ajustes a lo largo del día por parte de los supervisores, pareciera difícil disminuir el rango de variabilidad del proceso por debajo de las 0.05 mm de tolerancia, al menos en esta máquina. Es importante recalcar, que la IMAS 550 es una máquina de más de 20 años operativa en la planta, la cual posee 8 mordazas (8 piezas mecanizadas por cada ciclo) y depende de complejos sistemas de rodamientos sometidos a desgaste, sistemas hidráulicos cuya precisión depende de condiciones de temperatura y presión que no son constantes en el tiempo. No posee sistema de control y alerta computarizada por lo tanto su proceso puede desviarse en cualquier momento y solo a través de las constantes inspecciones se puede detectar e intentar corregir. Los procedimientos de ajuste son totalmente “empíricos” y se basan en el ensayo y error, ajustando o aflojando tornillos sinfin y manivelas de manera manual. Todos estos factores, hacen del proceso de control de la calidad en las IMAS 550 muy costoso en base al tiempo invertido por el personal de supervisión y la cantidad de inspecciones necesarias para mantenerla estable. Esto disminuye considerablemente la eficacia de las inspecciones realizadas.

#### **V.5. Gráfico de control atributos para la posición de agujeros en el cuerpo cilindro.**

A continuación se presenta el gráfico de control para la posición de agujeros del cuerpo cilindro para cada una de las ocho mordazas de la IMAS 550, en el sector Candados y Cilindros durante el mes de mayo 2016 (Ver anexo N° 24, tomo “ANEXOS”).

Mordaza	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Total Agujeros a Calibre (T1)</b>	286	276	278	271	277	271	284	277
<b>Total agujeros El No Pasa Pasa (T2)</b>	10	17	22	24	15	27	12	20
<b>Total agujeros El Pasa No Pasa (T3)</b>	4	7	0	5	8	2	4	3
<b>% sobre el total</b>	4,90%	8,70%	7,91%	10,70%	8,30%	10,70%	5,63%	8,30%

Tabla 11: Resumen de agujeros no conformes por mordaza IMAS 550. Fuente: Dpto. Calidad.

Del análisis por atributo en la tabla N° 11, se puede comprobar que todas las mordazas de la máquina poseen alta variabilidad en cuanto a la posición de agujeros medida a través de atributos. Esta conclusión, tenemos que cada mordaza establecía 300 agujeros calibrados, que se traduce en 30 piezas (10 agujeros/pieza) por cada mordaza. En total se controlaron 240 piezas (30 pzas x 8 mordazas) a lo largo del mes. Con una capacidad de producción real de 61.600 pzas/mes, la muestra para el control de la posición de agujeros represento el 0.38% del total. Según normativa, se debieron controlar 1100 piezas, bajo un nivel de inspección I, con un tamaño de lote de 1201 a 3200 piezas con una muestra diaria de 50 piezas (solo se muestreo el 21.81% del tamaño mínimo de muestra); para un AQL 0.04 se debió aceptar el proceso con 0 pieza no conforme y rechazar con 1 no conformes. Los resultados reales arrojaron que 32 piezas de las 240 (13.33%) muestreadas se encontraban no conformes (2.90% en base a un muestreo de 1100 pzas).

Por lo tanto se diagnóstica, que existen dos factores a tomar en cuenta en este punto, el primer factor es la incapacidad de la máquina por mantener estable el proceso de perforación de los agujeros en el cuerpo cilindro y segundo no menos relevante, es insuficiente el tamaño de muestra, lo cual traduce en la no representatividad de los datos sobre la población bajo control. En caso de ser imposible aumentar el tamaño de la muestra por razones de los recursos humanos y técnicos necesarios, la inspección deberá ser más rigurosa y detener el proceso con solo una piezas no conforme.

A nivel mecánico el 81.16% de las no conformidades por posición de agujeros están asociadas a la tendencia 2, la cual establece que la distancia de la posición del agujero es mayor

a la tolerada. Si el cilindrito se encuentra a calibre, es probable la aparición de fallas por salida de llave debido a problemas con la concentricidad de los agujeros.

#### **V.6. Resumen del análisis.**

Una vez realizado los análisis de datos, gráficos e indicadores mostrados en la sección V.1, se establece la tabla resumen (Ver anexo N° 25, tomo “ANEXOS”).

## CAPÍTULO VI

### PLAN DE MEJORAS

Realizado los diversos análisis en el capítulo V, se procede a establecer soluciones para cada una de las causas diagnosticadas en la sección V.1 del presente trabajo. Recordemos que se establecieron cuatro (4) causas principales para el aseguramiento y control de la calidad en la manufactura del cilindro 83/7 de seguridad en el diagrama porqué por qué de la sección V.1.1, estas son:

1. Salida de llave.
2. Problemas con las llaves.
3. Entrada de llave.
4. Roce en el cilindro.

#### VI.1. Medidas inmediatas de mejora sobre causas diagnosticadas:

Problema diagnosticado	Causas	Solución inmediata
Salida de llave	Espesor de zuncho fuera de norma	1. Ajustar proceso de troquelado de zunchos.
	Altura de collar del cilindrito mayor al cuerpo cilindro	2. Garantizar conformidad de la variable altura de collar de cilindritos semielaborados por terceros.
	Problemas de concentricidad agujeros cuerpo cilindro y cilindritos	3. Ajustar procesos de perforación de la posición de agujeros en IMAS 550, 337 y 562. Garantizar sincronía mecánica entre componentes.
	Pernos/Contra pernos atascados	4. Velar por el correcto ensamblaje de componentes en los montadores.
Problemas con las llaves	Llaves golpeadas	5. Evitar los golpes de llaves en el ajuste y ensamblaje
	Copiado de llaves defectuosas	6. Garantizar el control de las operaciones de copiado de llaves.
	Error de ensamblaje	Ver solución N° 4
	Mayor/menor profundidad de cifrado	7. Ajustar las cifradoras de llaves
	Problemas en el dorsado/perfilado de llaves	8. Ajustar máquinas dorsadoras y perfiladoras.

	Rebabas de latón	9. Garantizar dureza de barras, perfiles y trefilados de latón
Entrada de llave	Problemas de concentricidad agujeros cuerpo cilindro y cilindritos	Ver solución N° 3.
	Pernos y contrapernos atascados	Ver solución N° 4
	Llaves golpeadas	Ver solución N° 5.
Roce	Altura de collar del cilindrito menor al cuerpo	Ver solución N° 2. 10. Ajustar proceso de perforado/alesado del cuerpo cilindro
	Espesor de zuncho fuera de norma	Ver solución N° 1
	Rebabas de latón	Ver solución N° 9. 11. Verificar condiciones de operatividad de utensilios (filos de brocas y fresas).
	Problemas con ingenio	12. Ajustar remachadora de ingenios
	Mayor o menor profundidad de cifrado	Ver solución N° 7

Tabla 12: Medidas de mejoras inmediatas sobre causas de falla diagnosticada. Fuente: Propia.

## VI.2. Plan estructurado para la gestión de calidad.

Las mejoras inmediatas planteadas en la sección VI.1, serían las acciones mecánicas a tomar en cuenta para minimizar el impacto de cada uno de los problemas planteados. Sin embargo, no basta con solo nombrarlas, sino es necesario crear una estructura de acciones y planes que enmarquen implícitamente dichas mejoras con el objetivo de crear toda una estructura de calidad que garantice la operatividad y confiabilidad de los procesos.

Como se detalló en la sección IV.5, existen una estructura actual de procesos de calidad que apoyan todo el proceso de manufactura del cilindro de seguridad 83/7, por lo tanto se establecerán mejoras sobre las necesidades actuales detalladas en la tabla N° 13 de la sección V.2.

### VI.2.1. Fundamentos y proyección del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales.

El proceso de calidad debe iniciar con mayor énfasis en el proceso de aseguramiento de materiales, materias primas, partes y piezas que puedan ser adquiridas por la empresa para

realizar operaciones de ensamblaje o mecanizados posteriores. En esta etapa se plantea afinar las técnicas de muestreo simple y estratificado a través del uso de las tablas Military Estándar, en la estructuración de planes de aceptación.

**Fundamentos del proceso:**

**Norma para realizar muestreo de aceptación, bajo nivel I de inspección MST 105E**

En base a la norma MST 105E, se establece un muestreo de aceptación con un nivel I de inspección, bajo la siguiente estructura:

Tamaño mín. lote	Tamaño máximo de lote	% A inspeccionar
2	50	40%
51	280	10%
281	150000	5%

Tabla 13: Resumen práctico para muestreos de aceptación nivel I MST 105E. Fuente: Propia.

**Se rechaza el lote con un (1) elemento defectuoso con un NCA entre 0 y 0.065.**

En el anexo N° 39 y 40, tomo “ANEXOS”, se justifica matemáticamente la tabla N° 18.

Proceso:	Aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales
Objetivo del proceso	Asegurar la calidad mínima establecida en los acuerdos, para los materiales elaborados y semi elaborados, así como las barras, perfiles, trefilados de materias primas, las partes y piezas terminadas o semiterminada comprado a proveedores y empresas terceras de servicios.
Actividades específicas	<p><b>EVALUACIONES TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD:</b></p> <p><b>MATERIAS PRIMAS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de materias primas en forma de atados, realizar inspecciones basados en la tabla N° 18 del número de elementos que componen el atado.</li> <li>• Dimensiones apreciables (longitudes: ancho, alto, espesor; comparación con planos de los perfiles).</li> <li>• Medición de dureza de probetas procedentes de cada atado (de acuerdo a la normativa interna otorgada por el departamento técnico).</li> <li>• Observación empírica de atributos: Brillo, presencia de oxidación, rectitud de barras y perfiles, estado general del atado.</li> </ul> <p><b>PARTES Y PIEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de muestreos de aceptación (Norma Military Estándar con un nivel I de inspección, bajo el NCA acordado). En caso de</li> </ul>

	<p>existir no conformidades, aumentar el nivel de inspección a II (Ver anexo N° 33, tomo “ANEXOS”)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de cotas críticas (diámetros externos e internos, profundidades, largo, ancho, espesor, medidas implícitas); realizar comparaciones contra planos actualizados.</li> <li>• Realizar M.A.S o M.A.E (ver anexo N° 35, tomo ANEXOS) para el reporte de un estudio de calidad por variable en base a los tamaños de muestra establecidos en la norma Military Estandar 105E para distintos tamaños de lote.</li> <li>• Sustentar con pruebas de montaje y mecanizado rápidas los reportes de calidad que así lo requieran.</li> <li>• Observación empírica de atributos: Brillo, presencia de oxidación, acabados de pintura y recubrimientos.</li> </ul>
--	--

*Tabla 14: Tabla resumen de los Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales. Fuente: Propia. (tabla completa ver anexo N° 26, tomo ANEXOS)*

### **Flujo de trabajo (Ver anexo N° 27, tomo “ANEXOS”)**

El proceso debe contemplar estos principios:

1. Cumplir con la normativa establecida en base a los análisis otorgados por el Departamento Técnico.
2. Cumplir con los principios y niveles de inspección y tamaños de muestra establecidos en el muestreo de aceptación de la norma Military Estándar 105E.
3. Notificar siempre por correo electrónico cualquier aspecto de calidad importante al resto de sectores y planta de ensamblaje.
4. Realizar las inspecciones de calidad con el menor retardo posible para evitar crear cuellos de botella en el flujo de trabajo.
5. Clasificar el área de almacenaje de las dos siguientes maneras: “Material conforme”, “Material no conforme” para evitar confusiones y errores.
6. Mantener por parte del departamento de Control de Calidad, un inventario de todos los materiales ingresados, aprobados, rechazados y bajo inspección.
7. El comité de negociación con proveedores podrá establecerse de la siguiente manera (Ver anexo N° 28, tomo “ANEXOS”).

La ejecución de este comité se realizará cada vez que se presente alguna contingencia de calidad derivada de la recepción de materias primas, partes o piezas. Adicional debe existir un programa de mantenimiento de calibres, que involucre al departamento técnico para garantizar que los proveedores posean calibres en buen estado.

8. Evitar ingresar material al proceso sin su aprobación de calidad, a través del certificado correspondiente, manual o digital.
9. En caso de devolución a proveedores, sustentar técnicamente las razones del rechazo en el informe de calidad.
10. Sustentar mensualmente indicadores de calidad en base a la evaluación de proveedores y hacerlos de dominio público.

**VI.2.2. Fundamentos y proyección del proceso de control de la calidad en la manufactura interna.**

Si es garantizada una buena gestión del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales, será más sencillo mantener una buena supervisión del proceso de control de la manufactura interna. Si por el contrario, la inspección en la recepción es deficiente, comenzarán a presentarse no conformidades derivadas en el proceso de manufactura. La gestión de la calidad en la manufactura, seguirá basándose en la inspección de aceptación principalmente, dándole el carácter de “proveedor” a cada celda de manufactura, aceptando o rechazando cada lote según los análisis realizados.

**Fundamentos del proceso:**

<b>Proceso:</b>	<b>Control de la calidad en la manufactura</b>
<b>Objetivo del proceso</b>	Controlar y mantener estables los procesos productivos internos en cada una de las celdas de manufactura, a través de las inspecciones y calibración realizadas.
<b>Actividades específicas:</b>	<p><b>EVALUACIONES TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD: PROCESOS DE MANUFACTURA INTERNOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar muestreos de aceptación por máquina (Norma Military Estándar con un nivel I de inspección, bajo el NCA acordado. Ver anexo N° 33, 39 y 40, tomo “ANEXOS”). En caso de existir no conformidades, detener equipo y realizar ajustes.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquinas críticas: Máquinas multi-operación (IMASS), prensas automáticas, de reanudación, transfer y cortadoras.</li> <li>• Medición de cotas críticas (diámetros externos e internos, profundidades, largo, ancho, espesor, medidas implícitas); realizar comparaciones contra planos actualizados.</li> <li>• Realizar M.A.S o M.A.E para el reporte de un estudio de calidad por variable (ver anexo N° 35, tomo ANEXOS).</li> <li>• Sustentar con pruebas de montaje y mecanizado rápidas los reportes de calidad que así lo requieran.</li> <li>• Observación empírica de atributos: Golpes en el material, rebabas de latón, asimetrías.</li> </ul>
--	--

*Tabla 15: Tabla resumen de los fundamentos propuestos del proceso de control de la calidad en la manufactura interna: Fuente: Propia (tabla completa en el anexo N° 29, Tomo “ANEXOS”).*

### **Flujo de trabajo (Ver anexo N° 30, tomo “ANEXOS”)**

El proceso debe contemplar los siguientes principios:

1. Cumplir con la normativa establecida en base a los análisis otorgados por el Departamento Técnico.
2. Cumplir con los principios y niveles de inspección y tamaños de muestra establecidos en el muestreo de aceptación de la norma Military Estándar 105E.
3. Realizar los muestreos indicados con las frecuencias establecidas en el anexo N° 35, tomo “ANEXOS”.
4. Notificar siempre por correo electrónico cualquier aspecto de calidad importante al resto de sectores y planta de ensamblaje.
5. Realizar las inspecciones de calidad con el menor retardo posible para evitar crear cuellos de botella en el flujo de trabajo.
6. Mantener en cada sector un área plenamente identificada como “material en proceso”, “Material retenido” (Ejemplo: ver anexo N° 34, tomo “ANEXOS”).
7. Mantener por parte del departamento de Control de Calidad, un inventario de todos los materiales ingresados, aprobados, rechazados y bajo inspección.
8. El comité de control de la calidad y trazabilidad interna podrá establecerse de la siguiente manera (Ver anexo N° 31, tomo “ANEXOS”)

Se sugiere una reunión semanal para tratar los aspectos y contingencias generados la semana anterior.

En la siguiente tabla se resume los tamaños de muestra y las frecuencias de muestreo en base a los tamaños de lote de producción por máquina, bajo la normativa Military Estandar 105E (Ver anexo N° 39, tomo “ANEXOS”)

### VI.2.3. Fundamentos para el proceso de gestión de la calidad del producto

#### terminado:

Una vez establecidos los parámetros de los macro procesos de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales y manufactura interna, se debe establecer como meta recoger datos que sustenten la calidad final del producto. Para ello se establecen los filtros en el Colaudo de material, tal cual se viene realizando actualmente. En este sector se establecen los porcentajes de productos que se rechazan y se dirigen a recuperación y la otra fracción que es aceptada como producto terminado “apto” para la venta. En resumen se establecen los siguientes fundamentos:

#### Fundamentos del proceso:

<b>Proceso:</b>	<b>Control de la calidad en el ensamble</b>
<b>Objetivo del proceso</b>	Inspeccionar el producto terminado estableciendo la discriminación entre producto conforme y no conforme para la entrega a clientes. Alimentar la gestión de la calidad con datos finales eficaces y experiencia de utilización del cliente.
<b>Actividades específicas:</b>	<p><b>EVALUACIONES TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD: PROCESOS DE MANUFACTURA INTERNOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar muestreos aleatorios simples del material inspeccionado en la línea para garantizar los criterios de calidad (ver anexo N° 35, tomo ANEXOS)</li> <li>• Encontrar de manera rápida, las causas de las fallas en los productos y realizar los reportes correspondientes.</li> <li>• Llevar un control del material rechazado y aceptado por lote.</li> <li>• Realizar evaluación preliminar de los lotes ensamblados por proveedores externos y realizar discriminación de calidad de cada uno.</li> <li>• Sustentar con pruebas funcionales los reportes de calidad que así lo requieran.</li> <li>• Verificar calidad de materiales y partes y piezas recibidas en el ensamblaje (regirse por fundamentos de la sección VI.2.1).</li> </ul>

Tabla 16: Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en el ensamble: Fuente: Propia

#### VI.2.4. Mejoras en canales de comunicación para el aseguramiento y control de la calidad.

Una de las principales razones que dificultan un buen proceso de gestión de calidad son los canales y medios de comunicación para realizar los reportes y solicitar apoyo a los demás departamentos. Por eso se sugiere la dotación de radios transmisores para los supervisores de manufactura, almacén y calidad.



*Ilustración 21: Radio transmisores para personal de planta: Fuente: Propia.*

Con estos radios transmisores, los analistas y supervisores podrán estar comunicados y enterados en todo momento acerca de los eventos que se susciten en la planta y que requieran de respuesta inmediata y discreta.

Adicional, se sugiere una “jerga” de calidad en base a la siguiente tabla:

Expresión	Sector	Significado
Evento 1	Sector 1: Almacén MP, PP y Despacho	No conformidades en muestra calibrada
Evento 2	Sector 2: Almacén PP interno	Material no conforme retenido en sector
Evento 3	Sector 3: Sector candados y cilindros	Detención de máquina
Evento 4	Sector 4: Sector llaves	Solicitud de revisión de máquina
Evento 5	Sector 5: Sector 5000	Continuar proceso en máquina
Evento 6	Sector 6: Sector cilindritos	Solicitud de inspección de calidad
Evento 7	Sector 7: Sector prensas automáticas	
	Sector 8: Sector prensas de reanudación	
	Sector 9: Sector transfer	
	Sector 10: Sector tornos escos	
	Sector 11: Pestillo de seguridad	
	Sector 12: Mantenimiento	
	Sector 13: Matricera	
	Sector 14: Sector lavado y bombos	
	Sector 15: Recuperación manufactura	

*Tabla 17: Códigos de comunicación sugeridos para alerta de contingencias. Fuente: Propia.*

Ejemplo:

- 1) “Evento 1, sector 9”: Significa que se presentaron no conformidades en la muestra calibrada en el sector 9.

Acción: El analista deberá dirigirse al sector, específicamente al puesto de trabajo que realizó el reporte y verificar la situación.

- 2) “Evento 6, sector 1”: Significa que se requiere la inspección del analista de calidad en el sector de almacén MP, PP.

Adicional, se propone colocar en cada puesto de trabajo un sistema de alerta y contingencias, que sea activado por el personal obrero al sospechar alguna anomalía en el proceso o en el control de calidad de las piezas fabricadas. Este sistema consta de una sirena de alerta que deberá estar colocada en cada uno de los puestos de trabajo críticos (máquinas multioperación, prensas y cortadores).



*Ilustración 22: Ejemplo de sirena de emergencia. Fuente: Propia.*

El proceso en caso de contingencia se describe a continuación (Ver anexo N° 36, tomo “ANEXOS”)

#### **VI.2.5. Plan “Calidad somos todos”.**

La gestión de la calidad no estará nunca completada, si parte del personal no se alinea en las directrices de calidad establecidas por la gerencia. Desde el personal obrero hasta el directivo, la visión de la calidad de ser única, sin cabida a interpretaciones departamentales. Por esta razón se sugiere la ejecución de un plan llamado “Plan Calidad somos todos”, cuyo objetivo es establecer todas aquellas estrategias dirigidas a empoderar a los trabajadores de la calidad y sus beneficios.

¿A quiénes se dirigirá? En primera fase, al personal obrero y sindical, quienes tienen un compromiso en base al contrato colectivo firmado en 2016 y vigente hasta la fecha de velar y garantizar la calidad de las operaciones y el producto terminado fabricado. Estos son el corazón

de la cadena de valor de todos los productos y son quienes permanentemente se encuentran acompañando a las máquinas en los diversos puestos de trabajo. Sin la participación de estos en los procesos de calidad, difícilmente se concretarán las metas deseadas por la directiva.

¿Cuál es la agenda del plan?

Se establece una serie de charlas y cursos didácticos, donde el personal adquiera las competencias básicas para el aseguramiento y control de la calidad en modo apoyo. Temas de iniciación al personal:

- El control y gestión de la calidad en la industrial.
- ¿Por qué asegurar la calidad de mi trabajo?
- La guía práctica para ofrecer calidad.
- Lectura básica de planos.
- Metrología básica para el personal. Uso de calibradores y calibres.
- Sistema y lenguaje de la calidad.
- Gestión de contingencias y eventos.

### VI.3. Evaluación económica y costo de oportunidad.

La calidad incide directamente en los costos finales de la producción. El hecho de emplear reprocesos aumentan los costos finales del producto. Sin embargo de cara a los clientes el precio de venta es único y no puede ser aumentado en aquellos productos que fueron recuperados, por lo tanto representa una pérdida para la empresa al tener que asumir la recuperación. Para el ejemplo, los seis primeros meses del año 2016 se contó con un costo promedio de “X” Bsf y una fracción costo de recuperación “Y” con una recuperación unitaria de “A” Bsf. Los flujos de caja por venta de cilindros de seguridad 83/7 quedaron como se expresan algebraicamente a continuación:

Año 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
<b>Flujo de caja</b>	X*21.207	X*37.929	X*30.625	X*37.971	X*51.557	X*27.226	X*31.101	X*(237.616)
<b>Sin percibir por defectos</b>	X*3.068	X*4.759	X*6.379	X*5.273	X*4.034	X*1.023	X*1.057	X*(25.593)
							%	10,77%

Tabla 18: Flujos de caja por ventas de cilindros 83/7 año 2016. Fuente: Propia.

Observamos así que la fracción de defectuosos sobre aprobados, que constituye el índice de calidad final, es la misma fracción que representará las pérdidas monetarias que se percibirán.

El monto del inventario en recuperación fue:

$$X * (25.593)Bs$$

La empresa debió invertir "A" Bsf por cada unidad a ser recuperada y la fracción por recuperación se expresó:

$$Y = \frac{A}{X}$$

Donde Y: Fracción de recuperación.

A: Costo de recuperación unitaria en Bsf.

X: Costo promedio del inventario de cilindros (83/7)

El costo del inventario se afectó de la siguiente manera:

$$\text{Costo final material recuperado} = (X + A) * 25.593$$

$$\text{Pérdidas por recuperación} = -A * 25.593$$

Esta pérdida fue asumida por la empresa; esto sin tomar en cuenta todos los costos operativos adicionales (transporte, devoluciones, resguardo, costos de oportunidad, etc.).

A pesar de esto, existe un costo de oportunidad asociado a la recuperación de material frente a la decisión de desecharlo en su totalidad. Si se asume un 30% de ganancia neta sobre el costo promedio del inventario tenemos que será rentable recuperar mientras:

$$(1.3 * X * 25593) - (X + A) * 25593 > 0$$

Siendo el PVJ una constante igual a:

$$PVJ = 1.3 * X * 25593$$

De la desigualdad anterior tenemos que se aprovechará el costo de oportunidad siempre y cuando:

$$A < 0.3 * X$$

Concluimos que cualquier mejora de calidad, estableciendo reducción en el porcentaje de defectos y no conformidades, disminuirá consecuentemente las pérdidas por recuperación, por lo tanto su evaluación y justificación forma parte de la dirección estratégica de la empresa.

**VI.3.1. Costos por adquisición de equipos y tecnologías:  
Sistemas para la mejora de la comunicación en las operaciones:**

Equipo	Supervisores producción	Supervisores de calidad	Total	Costo unitario (Bs)	Total (Bs)
Radio transmisores	15	5	20	120.000	2.400.000
Equipos de alerta	(Colocadas solo en máquinas críticas)		25	250.000	6.250.000

*Tabla 19: Costos de adquisición de equipos para la mejora de la comunicación. Fuente: Mercado Libre VE 15/06/2017.*

En todo caso el plan de calidad deberá iniciar con los recursos existentes en planta y sobre la base de los procesos anteriormente descritos. Como es un proceso de “mejora continua” no es práctico realizar una evaluación de inversión integral por la razón de que esta inversión es continua.

**VI.3.2. Costos del Plan de Calidad como filosofía empresarial.**

Primera fase de inducción al personal:

Sección del curso	Personal operario	Personal Supervisor	Horas de curso (Hr)	Costo por hr/participante (Bs/Hr*prt)	Costo total
El control y gestión de la calidad en la industria	450	65	4	1.000	2.060.000
¿Por qué asegurar la calidad de mi trabajo?	450	0	2	1.000	900.000
Lectura básica de planos	450	0	4	Inducción interna	0
Metrología básica para el personal	450	65	4	Inducción interna	0
Sistema y lenguaje de la calidad	450	65	2	Inducción interna	0
Gestión de contingencias y eventos	450	65	2	Inducción interna	0
<b>Total de horas de inducción</b>			18	Total (Bs)	2.960.000

*Tabla 20: Costos del plan de inducción al personal. Fuente: DELC Consulting C.A.*

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### VII.1. Conclusiones

El presente trabajo especial de grado, fue dirigido a atender el diseño de un plan de calidad práctico para sustentar la producción del cilindro de seguridad 83/7 con el fin de fortalecer y mejorar los procesos y sistemas actualmente empleados en la empresa.

Es quizás por esto, que es preciso mencionar que actualmente la Calidad se ejerce de alguna manera en todos los procesos y operaciones en planta, aún con sus debilidades y aspectos a mejorar, logrando posicionar la marca CISA como líder en el mercado venezolano y con buena proyección en el mercado exterior.

Del presente trabajo, se concluye lo siguiente:

- 1) El sistema de calidad actual en base a la producción del cilindro 83/7, se derivó en un índice de defectos aproximadamente del 10% en 2016, mejorando para el año 2017 según las estadísticas (alrededor del 6%) basados en la fracción de defectuosos sobre conformes; esto logrado solo con afinar la supervisión bajo el esquema actual.
- 2) Los problemas principales de funcionamiento fueron: dificultades para la salida y entrada de la llave, problemas de la llave misma y roce.
- 3) Se comprobó que cada uno de estos problemas tuvieron como causas principales descontroles en los procesos y operaciones de mecanizado, principalmente los componentes cilindrito y cuerpo presentaban dificultades para aparearse ya que existían defectos de concetricidad entre los agujeros.
- 4) El roce se deriva principalmente de desviaciones en los procedimientos de perforación del cuerpo e inspección de los semielaborados en el almacén de materias primas, partes y piezas.
- 5) Las máquinas multioperación (IMASS) son las que presentan mayores retos al momento de mantener sus operaciones en control estadístico; por ejemplo, la IMASS 550 en el momento del análisis (mayo 2016), se encontraba fuera de tolerancia en la variable altura

de collar, dejando a 43,20% de la población por debajo del límite inferior, incidiendo en la generación de fallas por salida de llave. En el caso de la posición de agujeros, entre un 5% y un 10% de las piezas presentaba alguna de las dos tendencias no conformes (T2, T3), siendo más recurrente T2, cuyo impacto directo es la generación de fallas por entrada de llave.

- 6) Durante algunas jornadas laborales no se cumplen la cantidad de inspecciones establecidas en la norma, afectando la representatividad y eficacia de la inspección frente a la población analizada.
- 7) Los medios y canales de comunicación en muchos casos no fueron eficaces; en este punto de especial énfasis se quiso establecer como principio que la calidad de los lotes en los diversos sectores deben estar evaluados y certificados por un comité de calidad, compuesto por designados de cada departamento.
- 8) Los procesos de calidad actuales se encuentran bien estructurados, muy apegados a los modelos de normalización de procesos actuales. Solo con atacar las operaciones filtros (inspección) se generará un impacto positivo en la calidad general del proceso.
- 9) Los espacios en planta no se encuentran delimitados en base a criterios de manejo de materiales.
- 10) Es estrictamente necesario implementar en su totalidad el proceso de aseguramiento de la calidad, principalmente en las inspecciones sobre la materia prima, el cual en este momento se encuentra en fase inicial.

## **VII.2. Recomendaciones**

En base a las anteriores conclusiones, se plantean las siguientes recomendaciones:

- 1) Establecer como meta a corto plazo la creación de los comités de calidad para la negociación con proveedores y para el control de la calidad en la manufactura interna, los cuales apoyarán la gestión y resolución de eventos de calidad presentados.
- 2) Es necesario que los departamentos con vinculación (cuerpo cilindro –Sector candados y cilindros-, cilindritos –Sector cilindritos-) mantengan plena comunicación del estado de calidad de sus producciones para mantener las eficaces vinculaciones entre las piezas.

3) Se sugiere evolucionar los planes de mantenimiento preventivo y correctivo, adicionando el mantenimiento “predictivo” sobre aquellas máquinas con índices históricos de alta variabilidad.

- Análisis de vibraciones: Ampliamente utilizado en el mantenimiento predictivo; en resumen utiliza sensores para detectar los espectros de operación de máquinas a través de las oscilaciones de sus vibraciones. A través de diversas técnicas, se logra realizar un análisis estadístico de aquellos componentes móviles que se encuentran generando vibraciones anómalas en la máquina; signo de posible desgaste.

- Análisis térmicos: Otras técnicas en el mantenimiento predictivo, es el análisis térmico de máquinas. Partes móviles que se encuentran con desgaste, por lo general presentan cambios en su temperatura de funcionamiento debido al aumento del roce por el desgaste.

En caso de poseer máquinas que no logran mantenerse en control estadístico de calidad, es necesario realizar una intervención de mantenimiento a la misma para detectar el problema. La última posibilidad es intentar modificar diseños originales de las piezas para asumir las desviaciones dentro de un nuevo rango de tolerancias.

4) De igual manera, se le sugiere al Dpto. Técnico mantener un control de calidad sobre los calibres y patrones utilizados para el control por atributos en todos los puestos de trabajo y también sobre el inventario de calibres que poseen los proveedores externos.

5) Se sugiere diseñar un calibre por atributos que evalúe la interacción entre el cuerpo cilindro y el cilindrito, con el fin de garantizar plena vinculación entre las dos piezas.

6) Se solicita instruir a todo el personal supervisor y obrero en el manejo de planos e instrumentos de medición, así como en las tablas de muestreo de aceptación. Ver tabla 17.

7) Se sugiere ampliar los medios de comunicación con el uso de radio transmisores para el persona supervisor y la implementación de alertas de emergencia en cada uno de los puestos de trabajo y máquinas críticas.

- 8) Se recomienda el uso de bonos remunerados para el mejoramiento de la calidad interna; este plan contemplaría premiar monetariamente aquellos sectores que cumplan las metas de producción y de calidad establecidas de manera excluyente.
- 9) Se sugiere la actualización del sistema de información actual, con el fin de controlar el flujo de materiales a través de los certificados digitales de calidad. Esto con el fin de preservar la trazabilidad de la calidad.
- 10) Crear indicadores de calidad en base a la evaluación de proveedores externos y sectores de manufactura interna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Udaondo Duran, M. (1992) Gestión de Calidad. Madrid España. Edit. Díaz de Santos S.A.
- Manual de gestión de la calidad (ISO 9001:2008)
- Hansen Bertrand, L. y Ghare Prabhakar M. (1990) Control de Calidad Teoría y Aplicaciones. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Griful Ponsati, E. y Canela Campos M. (2002) Gestión de la calidad. Ediciones UPC. Cataluña, España.
- Miranda Rivera L. (2006). México DF. Seis Sigma Guía para Principiantes. Edit. Panorama.
- Fontalvo Herrera, T.; Vergara Schmalbach, J. (2010) La Gestión de la Calidad en los servicios. España. Edit. Eumed.
- Anaya Tejero, J. (2007) Innovación y Mejora de procesos logísticos. Madrid España. Edit. ESIC.
- IICA. (2003) La Gestión Asociativa de los procesos de producción Módulo N° 4.
- Galgano A. (1995) Los Siete Instrumentos de la Calidad Total. Madrid España. Edit. Diaz de Santos.
- Verdoy P.; Mateu Mahiques J. (2006) Manual de control estadístico de calidad: Teoría y aplicaciones. Universidad Jaume.
- Manual de Trabajos de Grado de Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad de Carabobo (1990)
- Tamayo y Tamayo, M. (2004) El Proceso de la Investigación Científica. México DF. México. Edit. Limusa S.A.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012) Gestión de la Calidad Total: Organización de la Producción y Dirección de Operaciones. Madrid. Ediciones Díaz de Santos



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS DE CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UN  
CILINDRO DE SEGURIDAD EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA Y  
COMERCIALIZACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

**TOMO ANEXOS**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

REALIZADO POR: Renzo A. Valdéz M.

TUTOR: Ing. Julian Aragort

FECHA: 02 de Julio del 2017

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Fotografía de la planta de manufactura y edificio administrativo. Fuente: Propia.....	4
Anexo 2: Visual satelital del complejo de manufactura y almacenes de MP. Fuente: Google Maps.....	4
Anexo 3: Distinción visual de los galpones. Fuente: Google Maps .....	4
Anexo 4: Distinción visual de los galpones. Fuente: Google Maps .....	6
Anexo 5: Distribución de sectores en galpón 1 de manufactura. Fuente: Propia .....	6
Anexo 6: Distribución de sectores en galpón 2 de manufactura. Fuente: Propia .....	6
Anexo 7: Visual satelital de la planta de ensamblaje. Fuente: Google Maps.....	7
Anexo 8: Visual satelital de la distancia entre la planta de manufactura y ensamblaje. Fuente: Google Maps .....	8
Anexo 9: Distribución general de la planta de ensamblaje. Fuente: Propia .....	8
Anexo 10: Descripción de sectores y áreas importantes en la fabricación del producto. Fuente: Propia .....	8
Anexo 11: Relación entre proceso productivo y proceso de calidad. Fuente: Propia .....	9
Anexo 12: Flujograma del proceso de Calidad MP, partes y piezas.....	10
Anexo 13: Flujograma del proceso de inspección de la calidad en la producción. Fuente: Propia. ....	11
Anexo 14: Flujograma del proceso de Calidad en el ensamblaje. Fuente: Propia.....	12
Anexo 15: Calibración del cuerpo cilindro y cilindrito del cilindro de seguridad 83/7. Fuente: Propia.....	13
Anexo 16: Fallas de calidad en el funcionamiento de los cilindros de seguridad. 83/7 enero-julio 2016. Fuente: Dpto. calidad ensamblaje. ....	14
Anexo 17: Diagrama Por qué-Por qué de fallas críticas. Fuente: Propia. ....	15
Anexo 18: Resumen de datos de calibración altura de collar cilindro 83/7 IMASS 550. Fuente: Dpto. Control de Calidad.....	18
Anexo 19: Gráfico de control para la altura de collar en el cuerpo cilindro. Fuente: Propia .....	18
Anexo 20: Gráfico de rango para la altura de collar en el cuerpo cilindro: Fuente: Propia .....	18
Anexo 21: Histograma para la altura de collar en el cuerpo cilindro. Fuente: Propia. ....	19
Anexo 22: Curva de probabilidad acumulada normal de la población con respecto a los límites de tolerancia. Fuente: Propia. ....	19
Anexo 23: Resumen de datos de calibración para la posición de agujeros cilindro 83/7 mayo de 2016. Fuente: Dpto. Control de Calidad. ....	27
Anexo 24: No conformidades distribuidas por tendencia y mordaza. Fuente: Propia. ....	28
Anexo 25: Resumen de factores críticos. Fuente: Propia .....	28
Anexo 26: Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales. Fuente: Propia .....	30
Anexo 27: Flujo de trabajo del proceso de aseguramiento de la calidad propuesto en la recepción de materiales. Fuente: Propia. ....	30
Anexo 28: Estructura propuesta para el comité de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales. Fuente: Propia. ....	31

Anexo 29: Fundamentos propuestos del proceso de control de la calidad en la manufactura interna: Fuente: Propia .....	32
Anexo 30: Flujo de trabajo para el proceso de control de la calidad en la manufactura interna. Fuente: Propia .....	32
Anexo 31: Estructura propuesta para el comité de control de calidad en la manufactura interna: Fuente: Propia .....	33
Anexo 32: Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en el ensamblaje: Fuente: Propia .....	35
Anexo 33: Resumen de norma Military Estandar 105E. Fuente: Propia .....	36
Anexo 34: Sectorizar zonas de material retenido y en proceso: Fuente: Empresa de Fabricación de Herramientas.....	37
Anexo 35: Tabla de frecuencias de muestreo por piezas/ciclo de máquina. Fuente: Dpto. de Calidad.....	38
Anexo 36: Ejecución de un evento de contingencia en las operaciones. Fuente: Propia .....	39
Anexo 37: Planos del calibre para control de posición de agujeros. Fuente: Dpto. Técnico .....	39
Anexo 38: Planos del calibre para control de la altura de collar de los cilindritos semielaborados. Fuente: Dpto. Técnico .....	40
Anexo 39: Tabla de cálculos que justifican el 10% como cifra de muestreo de aceptación para un nivel I de inspección. Fuente: Propia .....	40
Anexo 40: Curva cantidad a inspeccionar vs tamaño promedio del lote (prom. Mín-máx) con un nivel I de inspección MST 105E. Fuente: Propia .....	41
Anexo 41: Ciclo de producción actualmente utilizado. Fuente: Dpto. Auditoria .....	42



Anexo 1: Fotografía de la planta de manufactura y edificio administrativo. Fuente: Propia



Anexo 2: Visual satelital del complejo de manufactura y almacenes de MP. Fuente: Google Maps

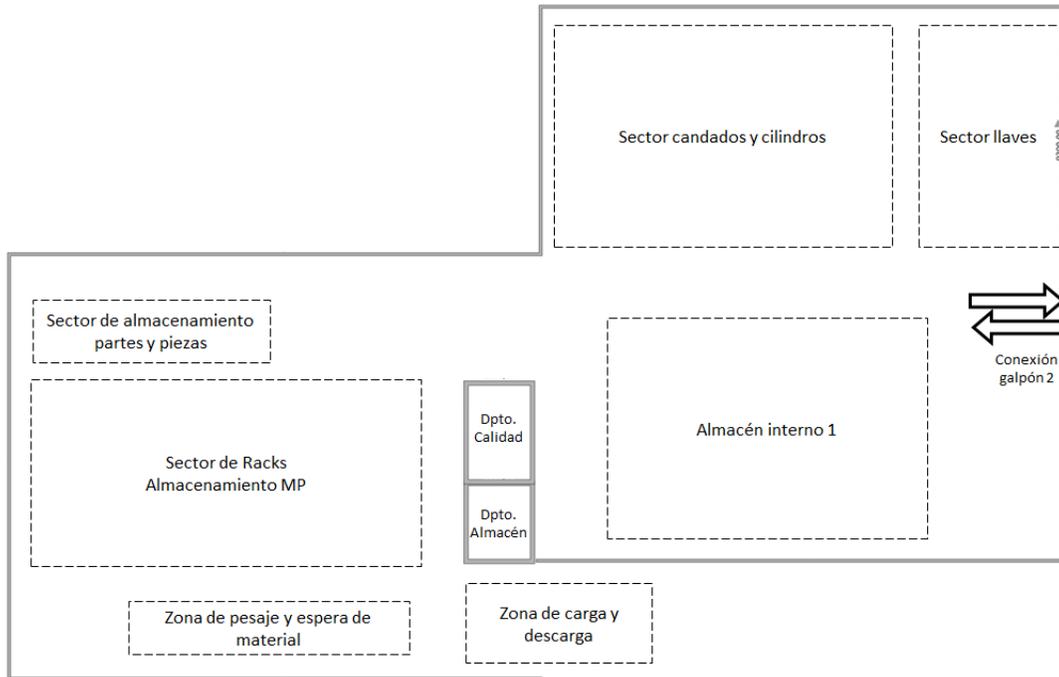
El galpón con techo color beige corresponde al Galpón 1 y el que posee techo gris corresponde al Galpón 2.



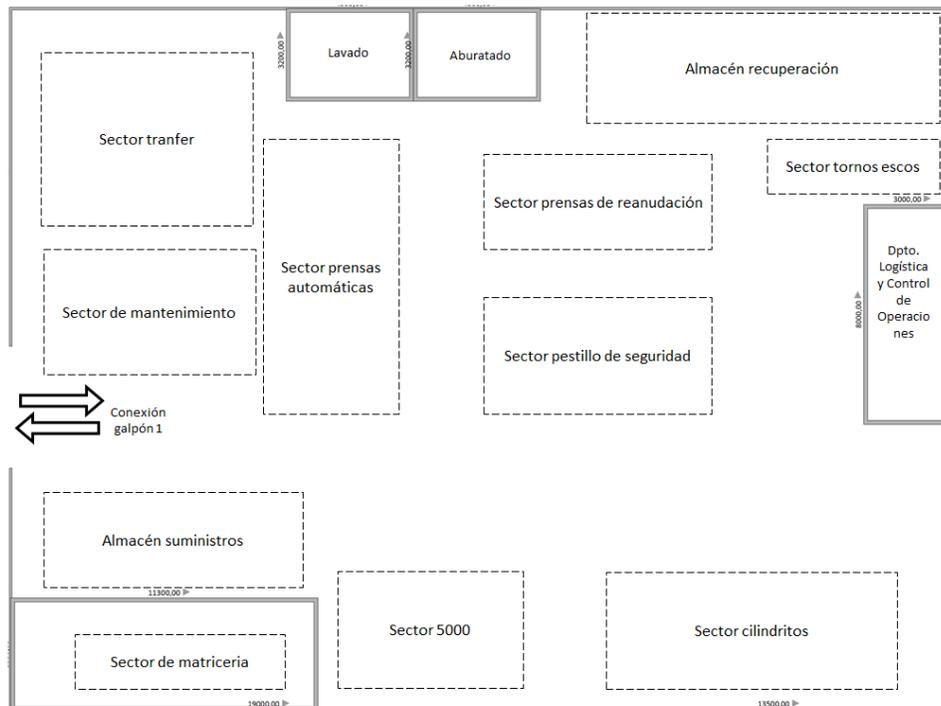
Anexo 3: Distinción visual de los galpones. Fuente: Google Maps

<b>GALPÓN</b>	<b>ÁREA APROXIMADA</b>	<b>SECTORES INTERNOS</b>	<b>PROPÓSITOS</b>
N° 1	3064.18 m2	Zona de carga y descarga.	Zona de carga y descarga de materia prima, partes y piezas semi terminadas, pruebas de calidad, material en proceso.
		Almacén Materia prima, partes y piezas.	Almacén de materia prima que cuenta con 4 racks donde se almacenan bobinas, trefilados, laminados, barras y perfiles de acero y latón.
		Sector Candados y Cilindros	Sector de manufactura de candados y cilindros
		Almacén de producción 1	Almacén interno donde se detiene material en proceso y se preparan los lotes a ser montados (ensamblados) como producto terminado.
		Sector Llaves	Sector de manufactura de las llaves.
N° 2	5444.24 m2	Sector Transfer	Sector de prensas semi automáticas para la fabricación de piezas para cerraduras varias.
		Sector Prensas automáticas	Sector para la elaboración de piezas por troqueles
		Sector cilindritos	Sector de fabricación de cilindritos para todos los productos.
		Sector prensas de reanudación	Sector de prensas semi automáticas para el soldado de piezas para cerraduras varias.
		Sector 5000	Sector de manufactura de cuerpos de cilindros para cerradura sobreponer
		Sector Tornos escos	Sector de producción de pernos, contra pernos, distánciales, etc., para todos los productos.
		Sector Pestillo de Seguridad	Sector de fabricación de pestillos de seguridad para cerraduras varias.
		Almacén de recuperación	Almacén de recuperación y reproceso de piezas y producto terminado.
		Sector de Mantenimiento	Sector de mantenimiento de máquinas
		Sector matricería	Sector para la atención de necesidades de matricería y diseño

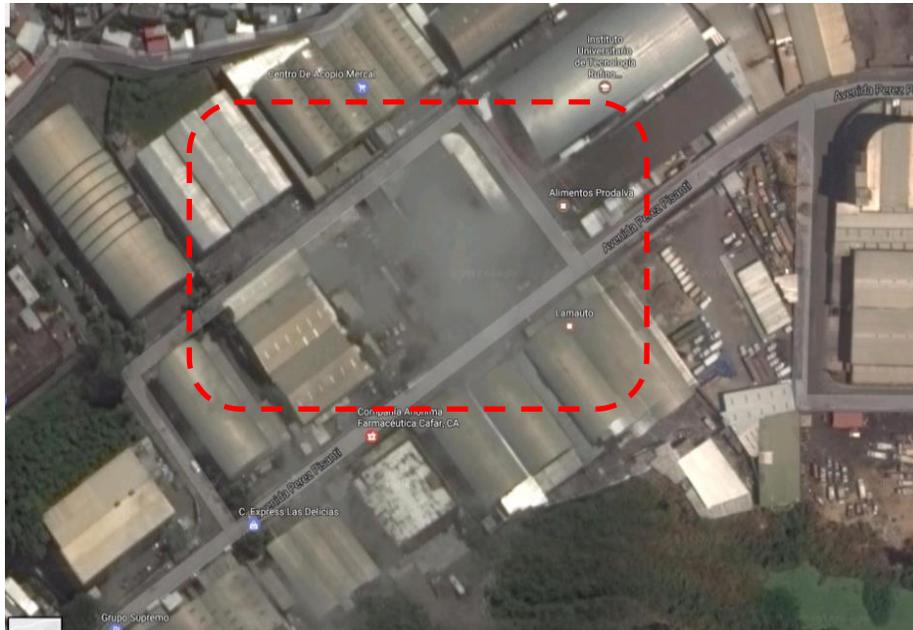
Anexo 4: Distinción visual de los galpones. Fuente: Google Maps



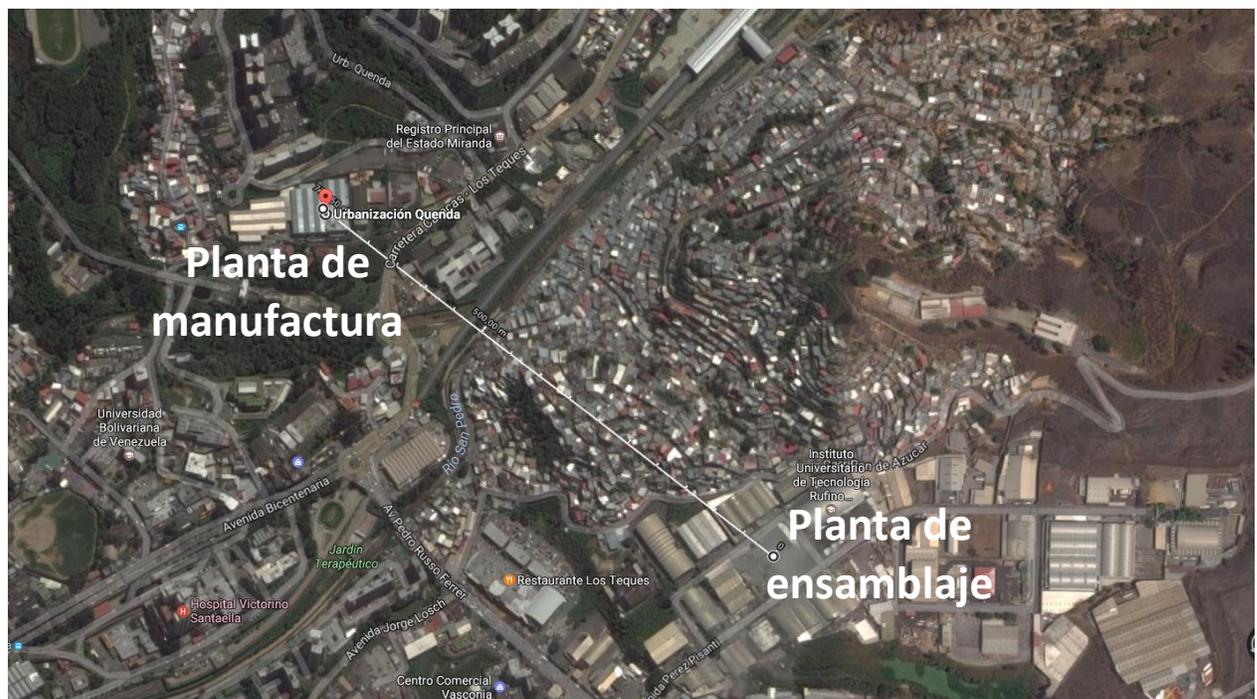
Anexo 5: Distribución de sectores en galpón 1 de manufactura. Fuente: Propia



Anexo 6: Distribución de sectores en galpón 2 de manufactura. Fuente: Propia



Anexo 7: Visual satelital de la planta de ensamblaje. Fuente: Google Maps



Anexo 8: Visual satelital de la distancia entre la planta de manufactura y ensamblaje. Fuente: Google Maps

EDIFICIO	ÁREA APROXIMADA	PISOS	SECTOR	PROPÓSITO
Ensamblaje	3087.09 m2/piso	1	Almacén de producto terminado	Resguardar el producto terminado a esperas de ser despachados a clientes.
		2	Zona de carga y descarga	Zona de recepción de partes y piezas, ensamblaje de terceros.
			Línea de colaudo cerraduras	Sector de ensamblaje y colaudo de cerraduras
		3	Línea de colaudo cilindros	Sector de ensamblaje y colaudo de cilindros
			Línea de colaudo de candados	Sector de ensamblaje y colaudo de candados

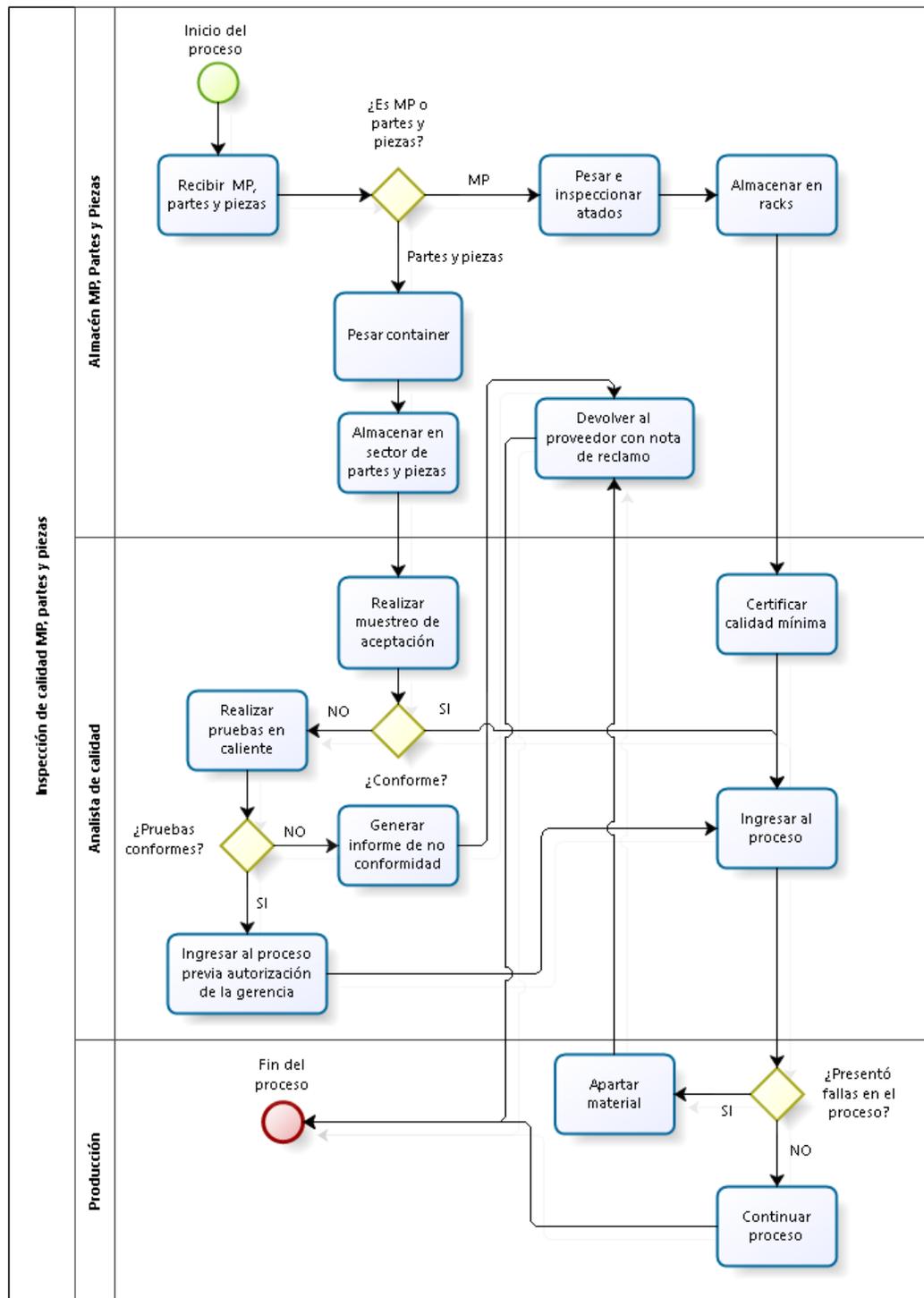
Anexo 9: Distribución general de la planta de ensamblaje. Fuente: Propia

Sector	Máquinas/áreas involucradas en el proceso de manufactura del cilindro de seguridad 83/7
MP, Partes y Piezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Área carga, descarga de materiales.</li> <li>✓ Pesado y verificación logística.</li> <li>✓ Zona de espera para partes y piezas.</li> <li>✓ Almacén de barras y perfiles de latón.</li> </ul>
Candados y cilindros	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Imas 550: Operaciones de mecanizado de cilindros varios.</li> <li>✓ Imas 337: Operaciones de mecanizado de cilindros varios</li> <li>✓ Cortadora 340: Operaciones de mecanizado de perfiles de latón.</li> </ul>
Tranfer	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tapadoras de cilindros: Operación de tapado de cilindros varios.</li> </ul>
Cilindritos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Imas 562: Operaciones de mecanizado de cilindritos para cilindros de seguridad 83/7</li> <li>✓ Brochadora: Operaciones de mecanizado de la sede de llaves.</li> </ul>
Tornos escos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboración de pernos, contrapernos y tapones del cilindro</li> </ul>
Llaves	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manufactura de llaves (dorsadora, perfiladora, acuñadora y cifrado).</li> </ul>
Línea de colaudo cilindros	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inspección y ensamblaje de cilindros interno (planta de ensamblaje)</li> </ul>
Almacén PT	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Almacén de producto terminado.</li> </ul>

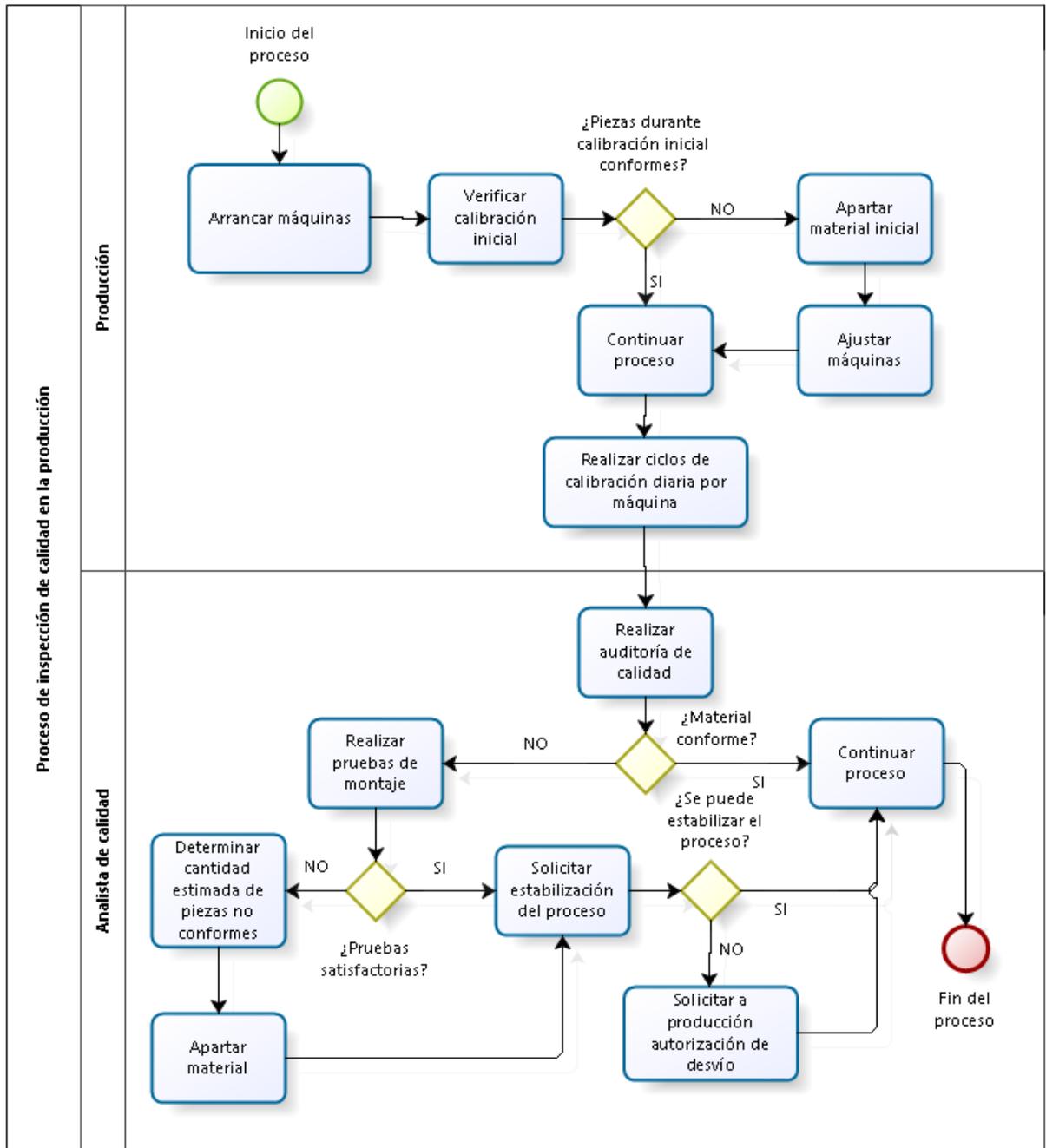
Anexo 10: Descripción de sectores y áreas importantes en la fabricación del producto. Fuente: Propia

<b>Proceso productivo en la cadena de valor</b>	<b>Proceso de calidad que lo apoya</b>
Recepción de MP, partes y piezas	Inspección de calidad en la recepción de MP, partes y piezas
Proceso de producción del cuerpo cilindro	Inspección de calidad en la producción (sector cilindros, sector transfer).
Proceso de producción del cilindrito	Inspección de calidad en la producción (sector cilindritos).
Proceso de producción de llaves	Inspección de calidad en la producción (sector llaves).
Proceso de producción de pernos – contra pernos - tapones	Inspección de calidad en la producción (sector tornos escos).
Proceso de producción de zunchos	Inspección de calidad en la producción (sector prensas automáticas)
Proceso de ensamblaje externo.	Sin proceso de calidad
Proceso de ensamblaje interno	Inspección de calidad en el ensamblaje (Colaudo sector cilindros).
Proceso de colaudo de cilindros	Inspección calidad en el ensamblaje (Colaudo sector cilindros)
Proceso de almacenaje como producto terminado	Sin proceso de calidad
Proceso de despacho de PT al mercado nacional	Sin proceso de calidad
Proceso de despacho de PT al mercado internacional	Proceso de inspección de exportación

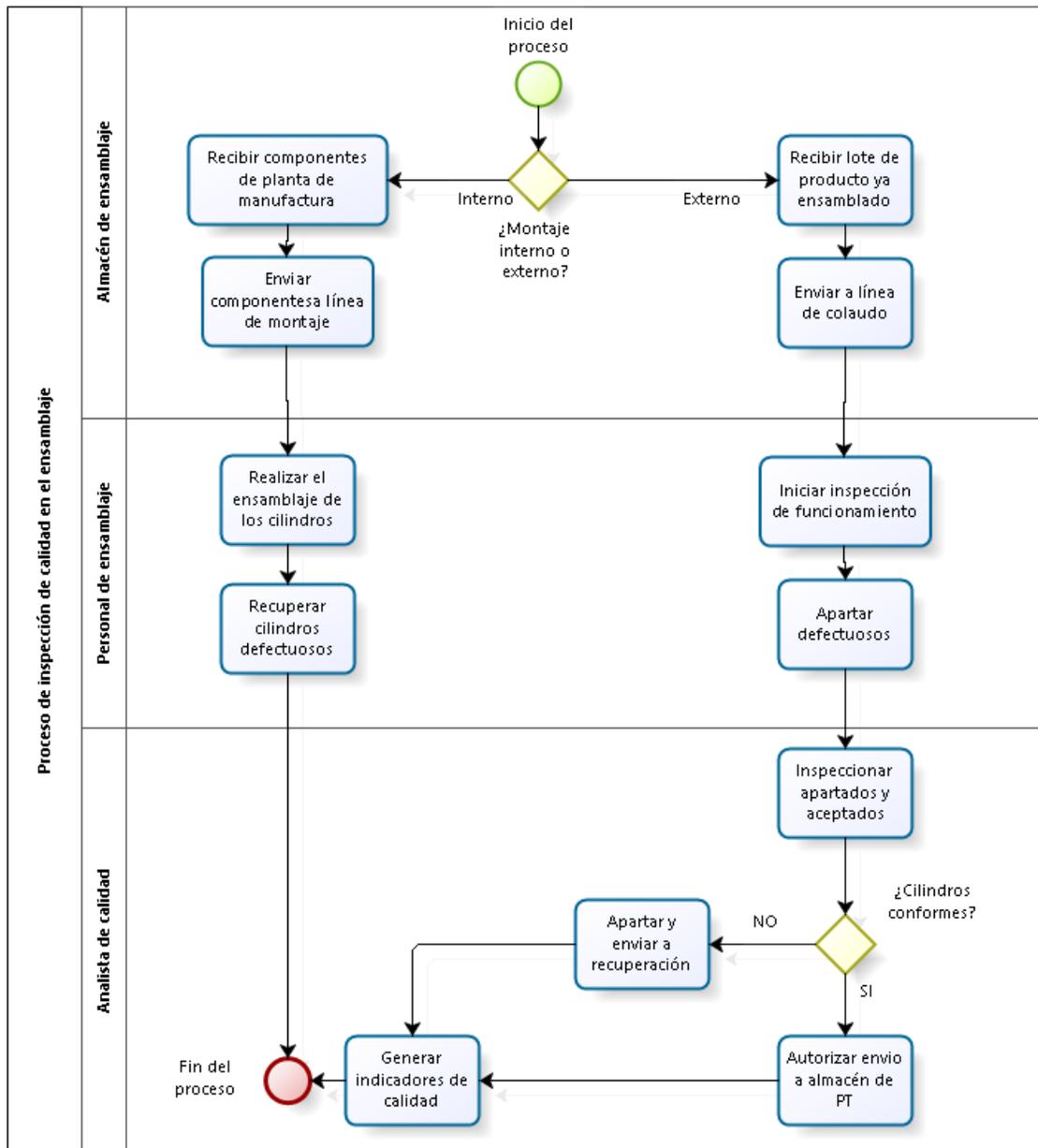
*Anexo 11: Relación entre proceso productivo y proceso de calidad. Fuente: Propia*



Anexo 12: Flujograma del proceso de Calidad MP, partes y piezas.



Anexo 13: Flujograma del proceso de inspección de la calidad en la producción. Fuente: Propia.



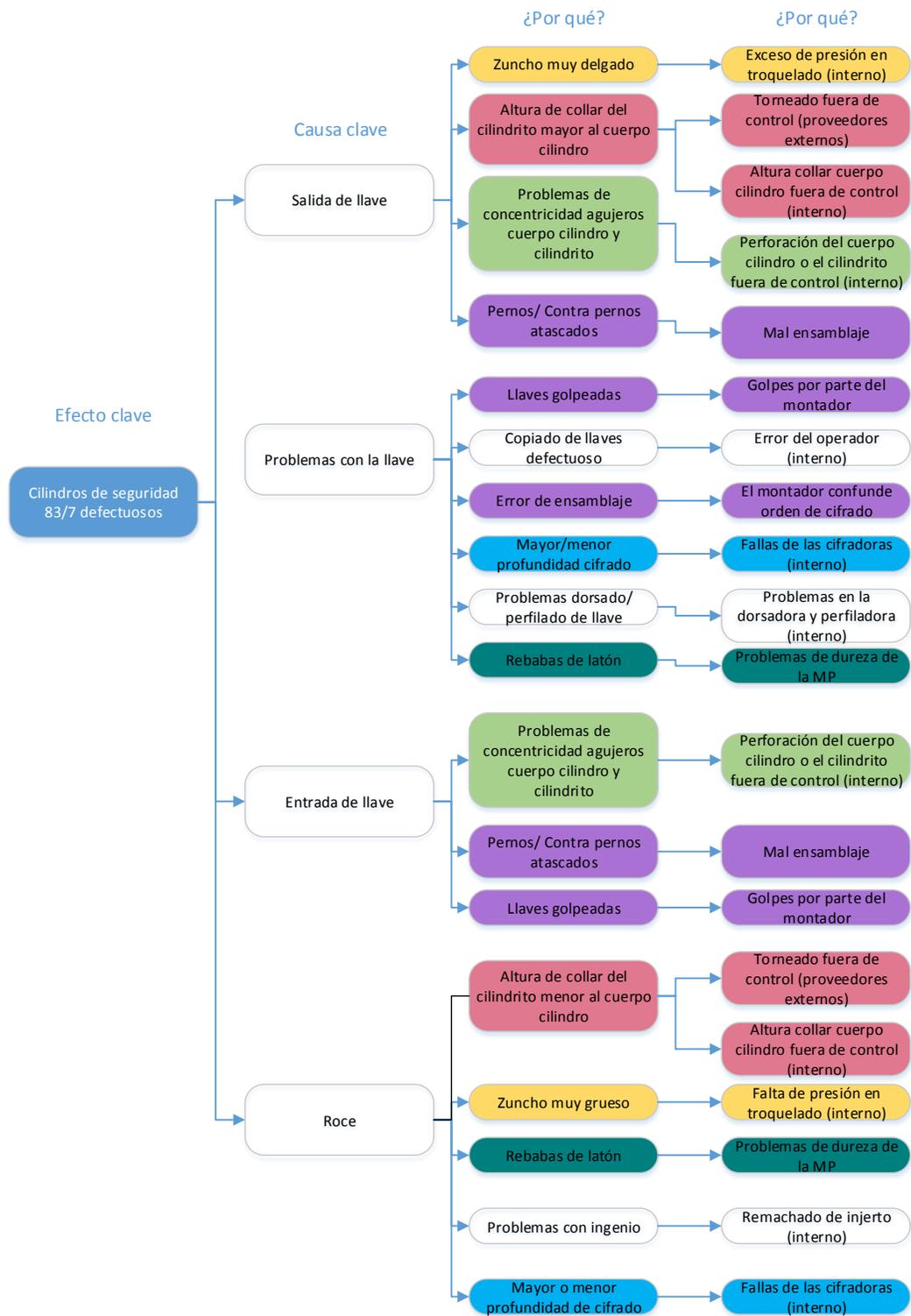
Anexo 14: Flujoograma del proceso de Calidad en el ensamble. Fuente: Propia

Pieza	Variable	Método de calibración	Resultado arrojado por el calibre	Análisis de calidad sobre el proceso
Cilindrito	Altura de collar	PASA-NO PASA	T1	Variable altura de collar se encuentra entre 24.88 mm y 24.93 mm (en tolerancia)
			T2	Variable altura de collar se encuentra por encima del límite superior (Variable > 24.93 mm)
			T3	Variable altura de collar se encuentra por debajo del límite inferior (Variable < 24.88 mm)
	Posición de agujeros	PASA-NO PASA	T1 (Análisis de un agujero)	Variable posición de agujero se encuentra en tolerancia
			T2 (Análisis de un agujero)	Variable posición de agujero se encuentra por encima del límite superior de tolerancia.
			T3 (Análisis de un agujero)	Variable posición de agujero se encuentra por debajo del límite inferior de tolerancia.
Cuerpo cilindro	Altura de collar	Por variable	$23.55 \text{ mm} < X < 23.60 \text{ mm}$	Variable altura de collar en tolerancia
			$X > 23.60 \text{ mm}$	Variable altura de collar se encuentra por encima del límite superior de tolerancia
			$X < 23.55 \text{ mm}$	Variable altura de collar se encuentra por debajo del límite inferior de tolerancia
	Posición de agujeros	PASA-NO PASA	T1 (Análisis de un agujero)	Variable posición de agujero se encuentra en tolerancia
			T2 (Análisis de un agujero)	Variable posición de agujero se encuentra por debajo del límite inferior de tolerancia.
			T3 (Análisis de un agujero)	Variable posición de agujero se encuentra por encima del límite superior de tolerancia.

*Anexo 15: Calibración del cuerpo cilindro y cilindrito del cilindro de seguridad 83/7. Fuente: Propia.*

Falla/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Totalización
Cant. Colaudada	24.275	42.688	37.004	43.244	55.591	28.249	32.158	263.209
Entrada de llave	341	789	1.852	1.580	857	246	99	5.764
Salida de llave	1.537	2.035	3.054	1.527	355	325	127	8.960
Llave	607	1.145	837	1.173	2395	277	262	6.696
Zuncho	0	0	0	0	0	0	0	0
Roce	414	592	229	665	211	68	430	2.609
Trancados/ mal montados	169	190	291	317	206	102	135	1.410
Otras fallas	0	8	116	11	10	5	4	154
<b>Defectuosos</b>	<b>3.068</b>	<b>4.759</b>	<b>6.379</b>	<b>5.273</b>	<b>4.034</b>	<b>1.023</b>	<b>1.057</b>	<b>25.593</b>
<b>Buenos</b>	<b>21.207</b>	<b>37.929</b>	<b>30.625</b>	<b>37.971</b>	<b>51.557</b>	<b>27.226</b>	<b>31.101</b>	<b>237.616</b>

Anexo 16: Fallas de calidad en el funcionamiento de los cilindros de seguridad. 83/7 enero-julio 2016. Fuente: Dpto. calidad ensamblaje.



Anexo 17: Diagrama Por qué-Por qué de fallas críticas. Fuente: Propia.

**Junio de 2016**  
**Resumen de Datos de Control de Calidad**  
**Control de Altura de Collar**

**Máquina: Imas 550**

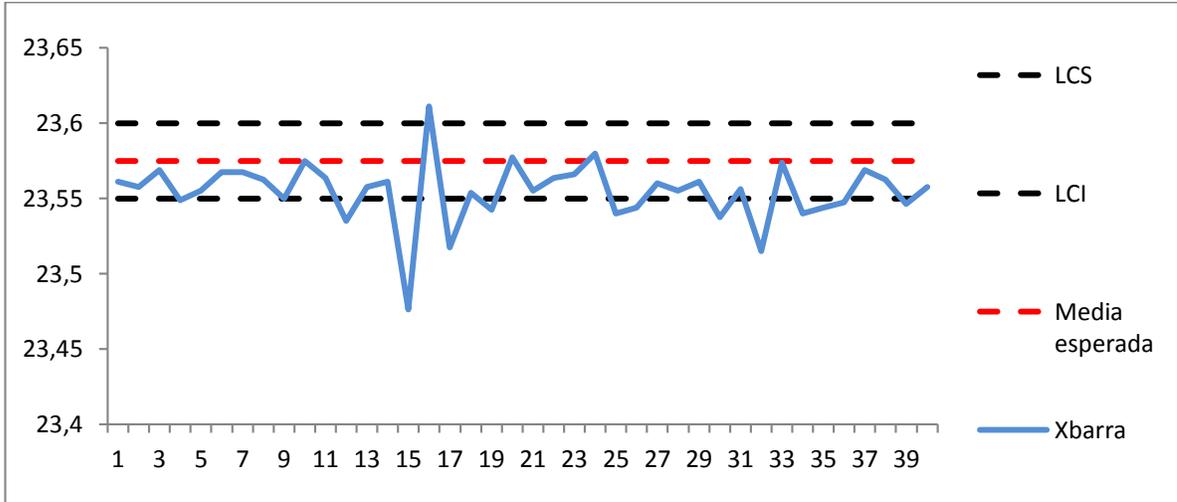
**Pieza: Cuerpo de Cilindro 83/7**

**Cota de Control: (Max.: 23,60 ; Min.: 23,55)mm**

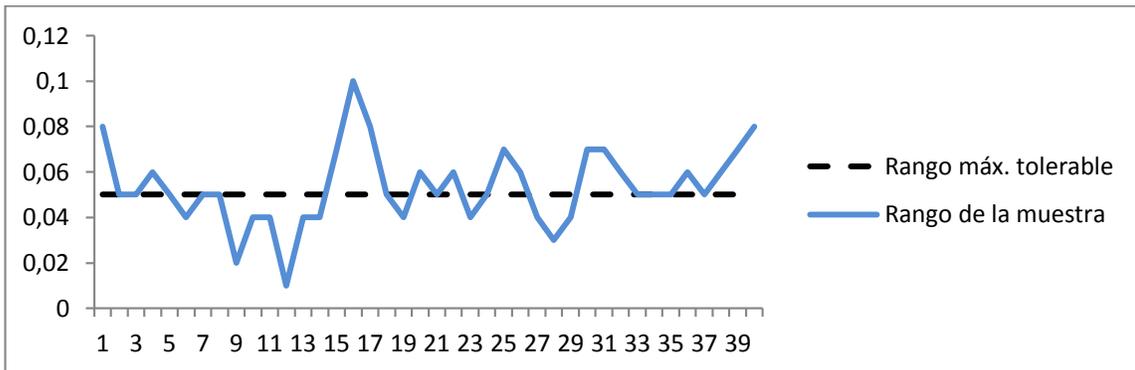
N° de Serie de Muestra	Posición de Muestra	Piezas / Mordazas								X barra (mm)	Rango (mm)	LCS	Mediana	LCI	LTS	LTI	μ
		1	2	3	4	5	6	7	8								
1	Arriba	23,59	23,54	23,55	23,60	23,60	23,60	23,53	23,53	23,57	0,070	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,59	23,60	23,58	23,57	23,54	23,59	23,58	23,58	23,58	0,060	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
2	Arriba	23,53	23,59	23,53	23,55	23,58	23,52	23,50	23,53	23,55	0,080	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,59	23,59	23,57	23,59	23,53	23,59	23,58	23,61	23,58	0,080	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
3	Arriba	23,59	23,58	23,58	23,58	23,55	23,55	23,60	23,55	23,57	0,050	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,59	23,55	23,55	23,57	23,59	23,58	23,59	23,55	23,57	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
4	Arriba	23,53	23,58	23,55	23,58	23,53	23,55	23,57	23,59	23,56	0,060	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,58	23,56	23,56	23,57	23,57	23,57	23,58	23,58	23,57	0,020	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
5	Arriba	23,57	23,57	23,53	23,57	23,56	23,57	23,55	23,53	23,56	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,58	23,58	23,57	23,53	23,56	23,56	23,58	23,58	23,57	0,050	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
6	Arriba	23,58	23,58	23,58	23,57	23,55	23,54	23,54	23,55	23,56	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,58	23,59	23,59	23,57	23,58	23,58	23,59	23,57	23,58	0,020	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
7	Arriba	23,55	23,53	23,56	23,53	23,55	23,53	23,52	23,54	23,54	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,56	23,58	23,54	23,55	23,53	23,54	23,58	23,56	23,56	0,050	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
8	Arriba	23,53	23,56	23,57	23,57	23,54	23,53	23,52	23,53	23,54	0,050	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,60	23,59	23,63	23,62	23,63	23,59	23,63	23,61	23,61	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
9	Arriba	23,57	23,56	23,55	23,54	23,56	23,55	23,57	23,56	23,56	0,030	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,58	23,55	23,53	23,54	23,56	23,57	23,58	23,58	23,56	0,050	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
10	Arriba	23,55	23,58	23,57	23,58	23,57	23,57	23,57	23,58	23,57	0,030	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,57	23,58	23,59	23,57	23,55	23,57	23,57	23,58	23,57	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
11	Arriba	23,56	23,56	23,58	23,55	23,59	23,55	23,55	23,56	23,56	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,56	23,57	23,57	23,58	23,56	23,57	23,56	23,57	23,57	0,020	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
12	Arriba	23,58	23,53	23,54	23,55	23,56	23,58	23,57	23,54	23,56	0,050	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,58	23,60	23,57	23,57	23,61	23,59	23,61	23,60	23,59	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
13	Arriba	23,57	23,58	23,56	23,56	23,54	23,56	23,57	23,58	23,57	0,040	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,56	23,57	23,55	23,57	23,56	23,57	23,57	23,54	23,56	0,030	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
14	Arriba	23,60	23,59	23,60	23,53	23,58	23,53	23,57	23,58	23,57	0,070	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
	Abajo	23,60	23,64	23,56	23,63	23,62	23,60	23,64	23,59	23,61	0,080	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575
15	Arriba	23,57	23,56	23,55	23,53	23,60	23,59	23,59	23,58	23,57	0,070	23,59	23,57	23,55	23,60	23,55	23,575

	Abajo	23,5 9	23,5 7	23,5 9	23,5 7	23,5 9	23,6 0	23,5 3	23,5 9	23,5 8	0,070	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
16	Arriba	23,5 6	23,5 3	23,5 0	23,5 1	23,4 7	23,5 1	23,5 2	23,5 8	23,5 2	0,110	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 9	23,5 9	23,5 9	23,6 0	23,5 8	23,5 9	23,6 1	23,6 0	23,5 9	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
17	Arriba	23,4 9	23,5 8	23,5 9	23,5 2	23,5 6	23,5 3	23,5 4	23,5 3	23,5 4	0,100	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 6	23,6 0	23,6 0	23,5 9	23,6 0	23,5 9	23,5 9	23,6 0	23,5 9	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
18	Arriba	23,5 6	23,5 9	23,5 7	23,5 3	23,5 3	23,5 3	23,5 3	23,5 3	23,5 5	0,060	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 8	23,6 0	23,5 8	23,6 0	23,5 9	23,6 0	23,6 0	23,5 9	23,5 9	0,020	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
19	Arriba	23,5 7	23,5 5	23,5 8	23,5 7	23,5 7	23,5 5	23,5 8	23,5 5	23,5 7	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 6	23,5 4	23,5 9	23,6 0	23,5 8	23,5 6	23,5 9	23,5 8	23,5 8	0,060	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
20	Arriba	23,5 8	23,5 9	23,5 8	23,5 7	23,5 9	23,5 5	23,5 7	23,5 5	23,5 7	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,6 0	23,6 0	23,6 0	23,6 0	23,5 9	23,6 0	23,6 0	23,5 2	23,5 9	0,080	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
21	Arriba	23,5 5	23,5 6	23,5 7	23,5 8	23,5 5	23,5 7	23,5 6	23,5 4	23,5 6	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 7	23,5 7	23,5 6	23,6 0	23,5 5	23,5 6	23,5 6	23,5 8	23,5 7	0,050	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
22	Arriba	23,5 6	23,5 7	23,5 5	23,5 7	23,5 5	23,5 6	23,5 7	23,5 6	23,5 6	0,020	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 8	23,5 5	23,5 6	23,5 7	23,5 7	23,5 6	23,5 7	23,5 5	23,5 6	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
23	Arriba	23,5 3	23,5 3	23,5 4	23,5 5	23,5 5	23,5 8	23,5 3	23,5 6	23,5 5	0,050	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 3	23,5 3	23,5 4	23,5 3	23,5 5	23,5 6	23,5 6	23,5 5	23,5 4	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
24	Arriba	23,5 5	23,5 4	23,5 7	23,5 8	23,5 4	23,5 5	23,5 8	23,5 6	23,5 6	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 6	23,5 7	23,5 6	23,5 9	23,5 6	23,5 7	23,5 9	23,5 4	23,5 7	0,050	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
25	Arriba	23,5 5	23,6 0	23,6 0	23,5 9	23,6 0	23,5 5	23,5 7	23,5 8	23,5 8	0,050	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 7	23,5 6	23,5 7	23,6 0	23,6 0	23,5 9	23,5 9	23,5 5	23,5 8	0,050	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
26	Arriba	23,5 6	23,5 7	23,5 5	23,5 7	23,5 7	23,5 5	23,5 4	23,5 4	23,5 6	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 9	23,5 9	23,5 8	23,5 8	23,5 8	23,5 8	23,5 8	23,5 7	23,5 8	0,020	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
27	Arriba	23,6 0	23,6 0	23,5 6	23,6 0	23,5 8	23,5 8	23,6 0	23,6 0	23,5 9	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,6 0	23,5 8	23,6 0	23,6 0	23,6 0	23,5 8	23,6 0	23,5 9	23,5 9	0,020	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
28	Arriba	23,5 9	23,5 9	23,5 9	23,6 0	23,5 9	23,5 7	23,6 0	23,6 0	23,5 9	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,6 0	23,6 0	23,5 7	23,6 0	23,6 1	23,5 9	23,5 9	23,5 6	23,5 9	0,050	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
29	Arriba	23,6 0	23,5 6	23,5 9	23,6 0	23,6 0	23,6 0	23,5 8	23,5 7	23,5 9	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,5 9	23,5 9	23,5 9	23,5 7	23,5 6	23,6 0	23,5 9	23,6 0	23,5 9	0,040	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
30	Arriba	23,6 0	23,6 0	23,5 9	23,6 1	23,5 8	23,5 9	23,5 9	23,6 0	23,6 0	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5
	Abajo	23,6 1	23,5	23,5 9	23,6 1	23,6 0	23,5 9	23,5 9	23,6 0	23,6 0	0,030	23,5 9	23,57	23,5 5	23,6 0	23,5 5	23,57 5

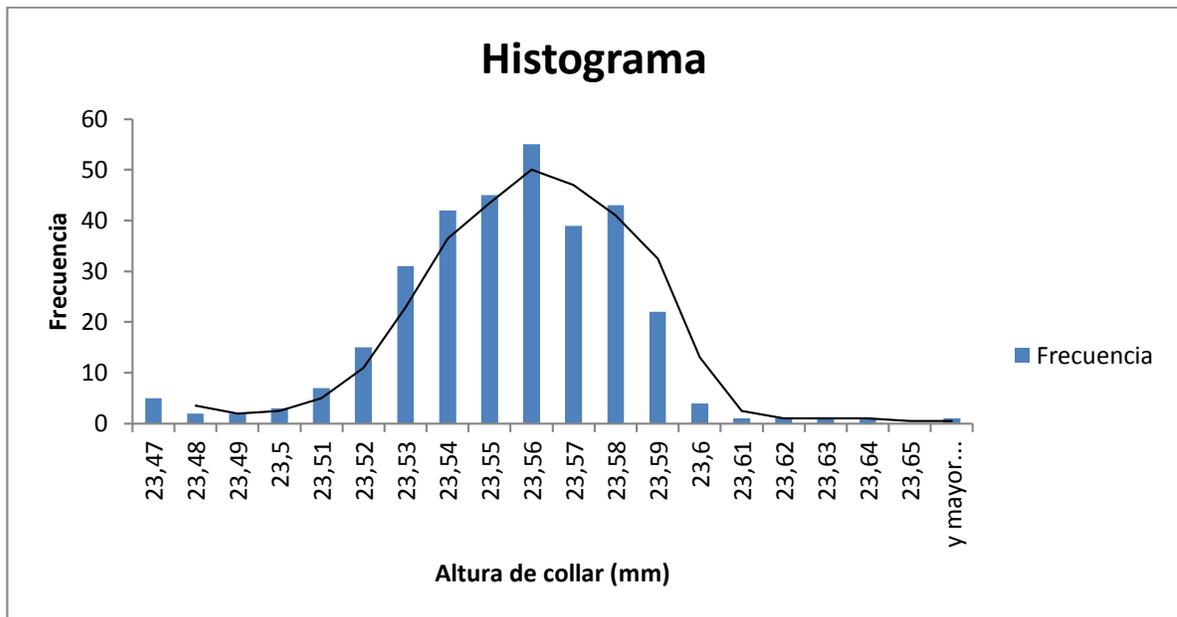
Anexo 18: Resumen de datos de calibración altura de collar cilindro 83/7 IMASS 550. Fuente: Dpto. Control de Calidad.



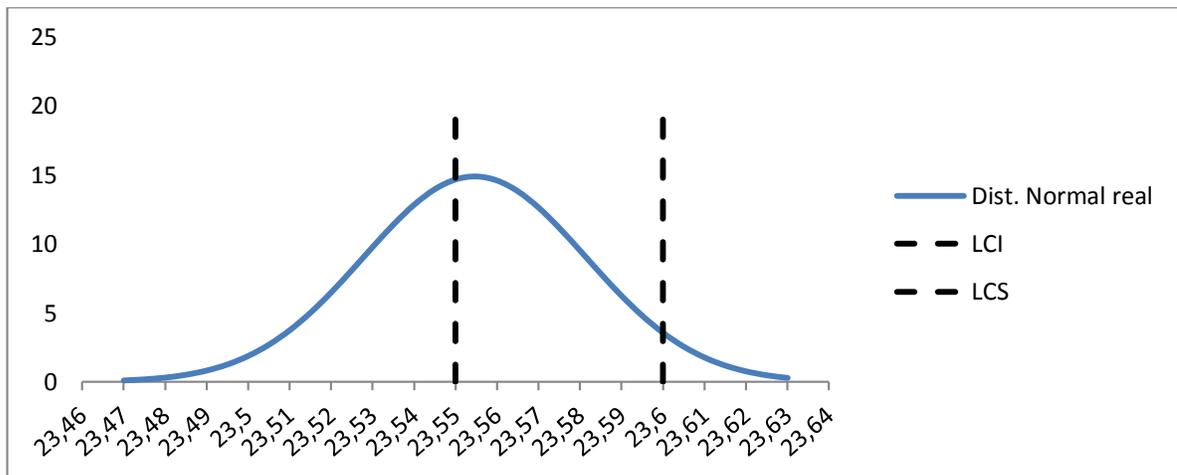
Anexo 19: Gráfico de control para la altura de collar en el cuerpo cilindro. Fuente: Propia



Anexo 20: Gráfico de rango para la altura de collar en el cuerpo cilindro: Fuente: Propia



Anexo 21: Histograma para la altura de collar en el cuerpo cilindro. Fuente: Propia.



Anexo 22: Curva de probabilidad acumulada normal de la población con respecto a los límites de tolerancia. Fuente: Propia.

**Mayo de 2016**  
**Resumen de Datos de Control de Calidad**  
**Control de Posición de Agujeros**

**Máquina: Imas 550**

**Pieza: Cuerpo de Cilindro 83/7**

**Cota de Control: 1) A Calibre ; 2) El No Pasa Pasa ; 3) El Pasa No Pasa**

N° de Serie de Muestra	Posicion de Muestra	N° de Agujero	Piezas / Mordazas								N° de Disconformidades {C}
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	Arriba	agujero 1	1	1	2	2	1	2	2	1	25
		agujero 2	1	1	2	1	1	2	2	2	
		agujero 3	1	1	2	1	1	2	2	2	
		agujero 4	2	1	2	2	1	2	1	2	
		agujero 5	1	1	2	1	1	2	1	2	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	3	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	3	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	3	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	3	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	3	1	1	1	
3	Arriba	agujero 1	1	2	2	2	1	1	1	2	19
		agujero 2	1	2	2	2	1	1	1	2	
		agujero 3	1	2	2	2	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	2	2	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	2	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	2	1	1	
4	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	

		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	0

		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	9	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1
agujero 2			1	1	1	1	1	1	1	1
agujero 3			1	1	1	1	1	1	1	1
agujero 4			1	1	1	1	1	1	1	1
agujero 5			1	1	1	1	1	1	1	1
Abajo		agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	0

		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	3	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	2	2	1	2	2	1	1	2
		agujero 2	2	2	2	2	2	2	1	2
		agujero 3	1	2	2	2	2	1	1	2
		agujero 4	1	2	2	2	2	1	1	2
		agujero 5	2	2	1	2	2	1	1	2
15	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	3	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	3	3	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	3	1	1	1	1	1	2	1
	Abajo	agujero 1	1	2	2	2	1	2	1	2
		agujero 2	1	1	2	2	1	1	1	2
		agujero 3	1	1	2	2	1	1	1	2
		agujero 4	1	2	1	1	1	2	1	2
		agujero 5	1	2	2	2	1	1	1	2
16	Arriba	agujero 1	1	1	2	1	2	1	1	1
6										

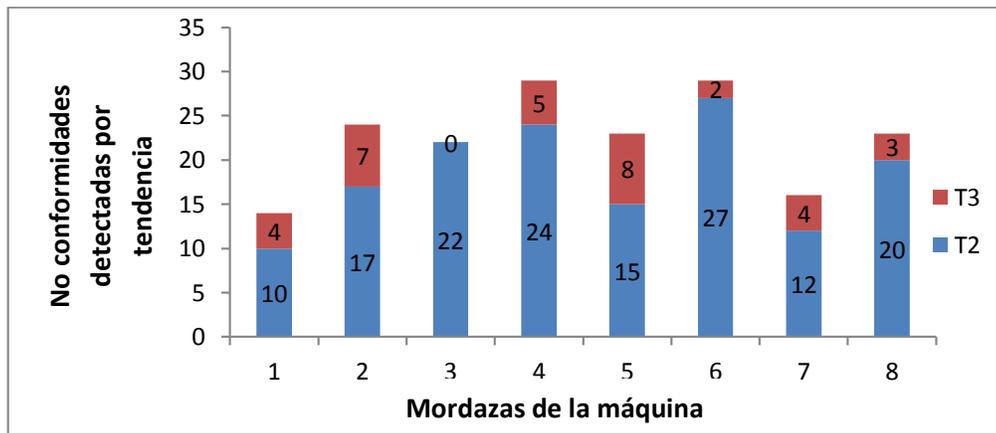
		agujero 2	1	1	2	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	3	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	3	1	1	1	1	
		agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	2	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
		17	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1
agujero 2	1	1		1	2	1	1	1	1		
agujero 3	1	3		1	1	1	1	1	1		
agujero 4	1	1		1	1	1	1	1	1		
agujero 5	1	1		1	1	1	1	1	1		
Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1		
	agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1		
	agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	3		
	agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1		
18	Arriba	agujero 1	1	1	1	2	2	2	2	2	37
		agujero 2	1	1	1	2	2	2	2	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	2	1	1	
	Abajo	agujero 1	2	1	2	2	1	2	1	2	
		agujero 2	2	1	1	2	2	2	1	2	
		agujero 3	2	2	1	2	2	2	1	1	
		agujero 4	2	1	1	1	2	2	2	1	
		agujero 5	2	1	1	2	2	2	2	2	
19	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
20	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	3	

		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	3	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 1	1	1	1	1	3	1	1	1	
	Abajo	agujero 2	2	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
21	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1		
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 5	1	3	1	1	1	1	1		
22	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	5	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 3	3	1	1	1	1	1	1		
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	3		
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	3		
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 5	1	3	1	1	1	1	3		
23	Arriba	agujero 1	1	2	1	1	1	1	1	6	
		agujero 2	1	2	1	1	1	2	1		
		agujero 3	1	2	1	1	1	1	1		
		agujero 4	1	2	1	1	1	1	1		
		agujero 5	1	2	1	1	1	1	1		
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1		
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1		
24	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	2	

		agujero 2	1	1	1	2	1	1	2	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
25	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	3	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	3	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	2	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	2	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	2	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
26	Arriba	agujero 1	1	1	2	1	1	2	1	1	4
		agujero 2	1	1	2	1	1	2	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
27	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	2	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	2	1	1	1	
		agujero 2	1	1	1	1	2	1	1	1	
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
		agujero 5	1	3	1	1	1	1	1	1	
28	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	

		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	Arriba	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
		agujero 2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1
	Abajo	agujero 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		agujero 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
											0	
											8	

Anexo 23: Resumen de datos de calibración para la posición de agujeros cilindro 83/7 mayo de 2016. Fuente: Dpto. Control de Calidad.



Anexo 24: No conformidades distribuidas por tendencia y mordaza. Fuente: Propia.

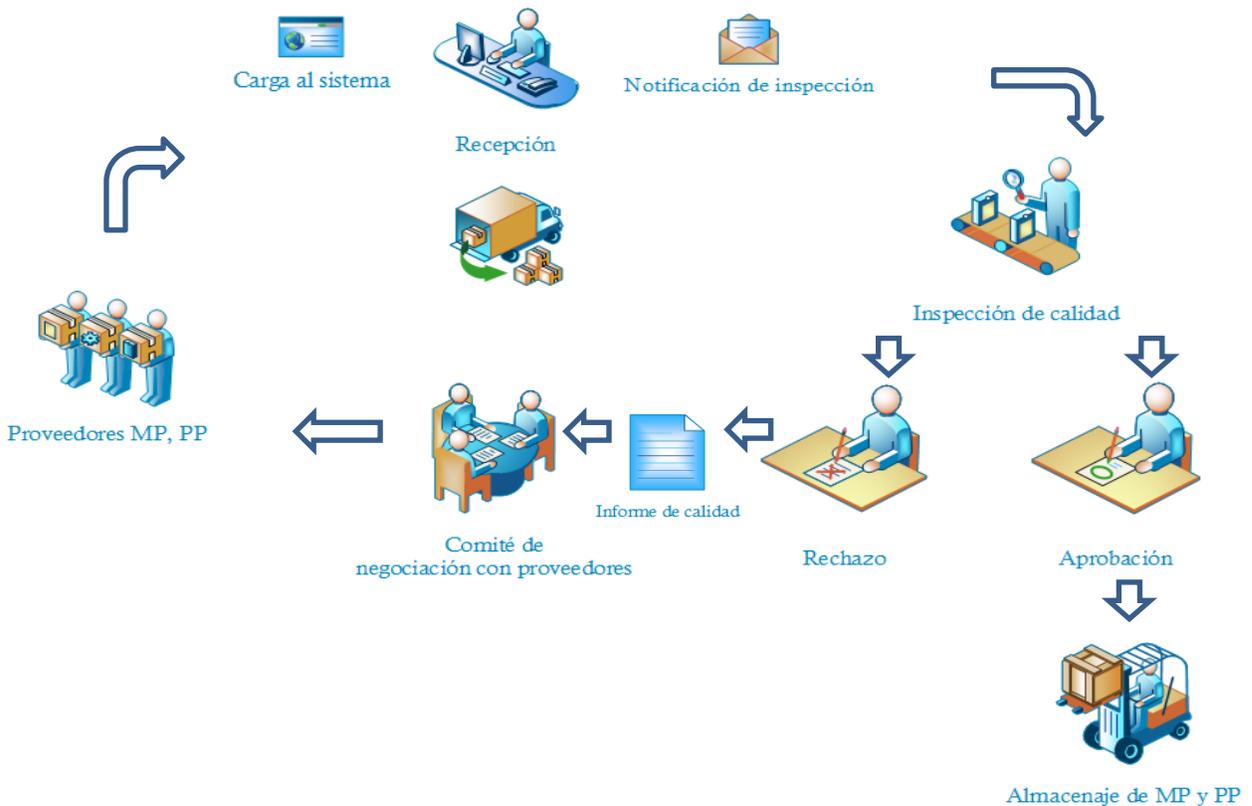
Oportunidades de mejora	Áreas involucradas	Observaciones y necesidades
Procesos de inspección calidad MP, Partes y piezas	Procesos de aseguramiento de la calidad (Gerencia de Calidad). Procesos logísticos de procura (Gerencia de Logística y Planificación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidades de mejora en el proceso de inspección.</li> <li>Cumplimiento de los planes de inspección.</li> <li>Recursos insuficientes.</li> <li>Comunicación interdepartamental</li> </ul>
Procesos de inspección calidad manufactura Procesos de manufactura	Proceso de control de la calidad (Gerencia de Calidad). Proceso de manufactura (Gerencia de Operaciones). Proceso de inspección y mantenimiento de máquinas (Gerencia Técnica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de establecer lenguaje de calidad común. Planes de contingencia para la calidad.</li> <li>Mejora continua de la calidad y procesos.</li> <li>Disminución de variabilidad de equipos y máquinas.</li> <li>Políticas para el muestreo y la inspección en la manufactura.</li> <li>Ética en la calidad y el trabajo.</li> </ul>
Procesos de inspección de la calidad del producto terminado Procesos de ensamble de producto terminado	Proceso de control de la calidad del producto terminad (Gerencia de la calidad). Proceso de colaudado y montaje (Gerencia de Operaciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de establecer canales de comunicación preventiva entre montadores internos, externos y el equipo especialista de calidad.</li> <li>Reafirmar conocimientos y competencias de los montadores para realizar el ensamble de los productos.</li> <li>Establecer políticas rigurosas para la aprobación o descarte de producto terminado.</li> </ul>
Proceso de la calidad post-venta	Proceso de análisis de la calidad una vez concretada la experiencia del cliente con el producto terminado (Gerencia de la calidad y Gerencia de Innovación y mercadeo).	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen procedimiento actual para obtener data sobre la opinión de los clientes en base a la calidad, experiencia con los productos y funcionamiento.</li> <li>Gestión de las devoluciones.</li> </ul>

Anexo 25: Resumen de factores críticos. Fuente: Propia

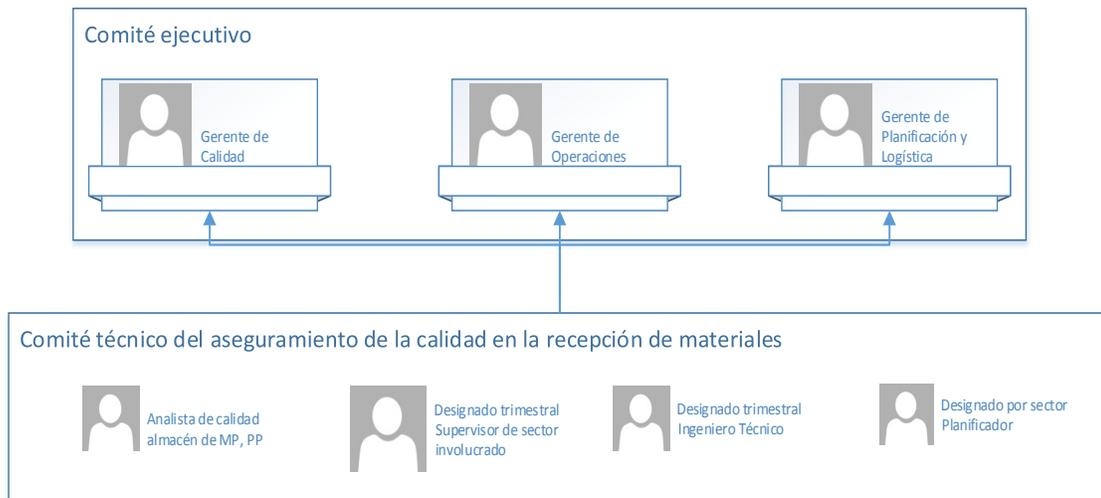
Proceso:		Aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales			
<b>Departamento protagonista:</b>	Departamento de Calidad Almacén MP.	<b>Dependiente de:</b>	Gerencia de la Calidad	<b>Reporta a:</b>	Vicepresidencia
<b>Departamento secundario 1:</b>	Almacén MP, PP		Gerencia de Gestión		Vicepresidencia- Presidencia
<b>Departamento secundario 2:</b>	Planificación		Gerencia de logística		Vicepresidencia- Presidencia
<b>Objetivo del proceso</b>	Asegurar la calidad mínima establecida en los acuerdos, para los materiales elaborados y semi elaborados, así como las barras, perfiles, trefilados de materias primas, las partes y piezas terminadas o semiterminada comprado a proveedores y empresas terceras de servicios.				
<b>Objetivos específicos del proceso:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el caso de materias primas (barras, perfiles, trefilados y bobinas), corroborar que la calidad reportada en los certificados por el proveedor sea coherente con los resultados de las inspecciones internas.</li> <li>2. Establecer las políticas de devolución de materias primas en consenso con los proveedores.</li> <li>3. En el caso de partes y piezas (semielaborados, piezas terminadas): Inspeccionar los niveles de calidad de los lotes recibidos de cada uno de los proveedores con el objetivo de rechazar o aceptar aquellos lotes analizados.</li> <li>4. Establecer las políticas del NCA para proveedores.</li> <li>5. Brindar apoyo técnico para aquellos proveedores que tengan dificultades con el control de sus procesos.</li> <li>6. Crear indicadores para la evaluación y discriminación de proveedores de acuerdo a los resultados de calidad en la recepción de materiales.</li> </ol>				
<b>Actividades específicas</b>	<p><b>EVALUACIONES TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD: MATERIAS PRIMAS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de materias primas en forma de atados, realizar inspecciones basados en la tabla N° 18 del número de elementos que componen el atado.</li> <li>• Dimensiones apreciables (longitudes: ancho, alto, espesor; comparación con planos de los perfiles).</li> <li>• Medición de dureza de probetas procedentes de cada atado (de acuerdo a la normativa interna otorgada por el departamento técnico).</li> <li>• Observación empírica de atributos: Brillo, presencia de oxidación, rectitud de barras y perfiles, estado general del atado.</li> </ul> <p><b>PARTES Y PIEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de muestreos de aceptación (Norma Military Estándar con un nivel I de inspección, bajo el NCA acordado). En caso de existir no conformidades, aumentar el nivel de inspección a II (Ver anexo N° 23, tomo "ANEXOS")</li> <li>• Medición de cotas críticas (diámetros externos e internos, profundidades, largo, ancho, espesor, medidas implícitas); realizar comparaciones contra planos actualizados.</li> <li>• Realizar M.A.S o M.A.E (Ver tabla N° 18) para el reporte de un estudio de calidad por variable en base a los tamaños de muestra establecidos en la norma Military Estándar 105E para distintos tamaños de lote.</li> <li>• Sustentar con pruebas de montaje y mecanizado rápidas los reportes de calidad que así lo requieran.</li> <li>• Observación empírica de atributos: Brillo, presencia de oxidación, acabados de pintura y recubrimientos.</li> </ul>				
<b>Metodologías y técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo de aceptación basados en la norma Military Estándar 105E, nivel de inspección I, NCA acordado por comités de calidad (Ver tabla N° 18, anexo N° 23, tomo "ANEXOS")</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.A.S en base a la tabla N° 18 del número de elementos para atados de materias primas.</li> <li>• Medición por variable: Calibradores digitales y manuales, tornillos micrométricos, proyector de sombras, centro de medición digital, durómetro.</li> <li>• Medición por atributos: Uso de calibres y patrones.</li> <li>• Observación directa.</li> </ul>
--	--

Anexo 26: Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales. Fuente: Propia



Anexo 27: Flujo de trabajo del proceso de aseguramiento de la calidad propuesto en la recepción de materiales. Fuente: Propia.

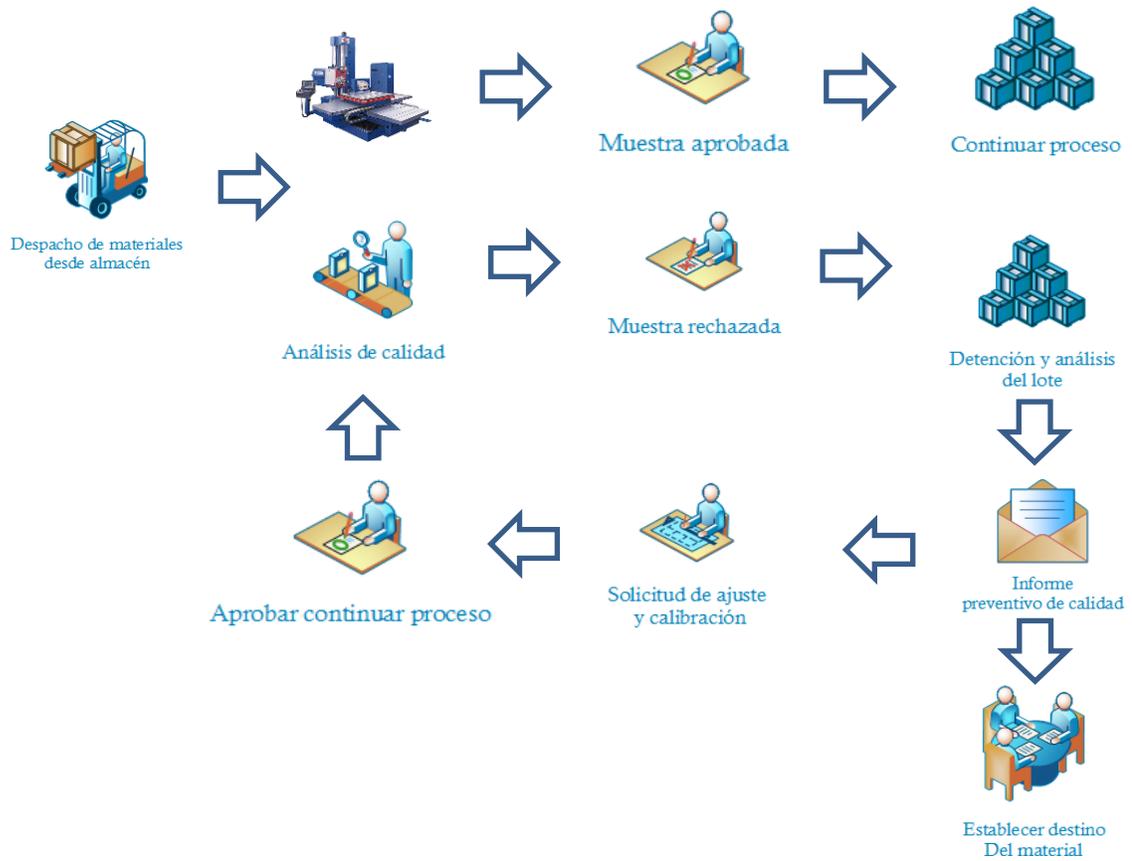


Anexo 28: Estructura propuesta para el comité de aseguramiento de la calidad en la recepción de materiales. Fuente: Propia.

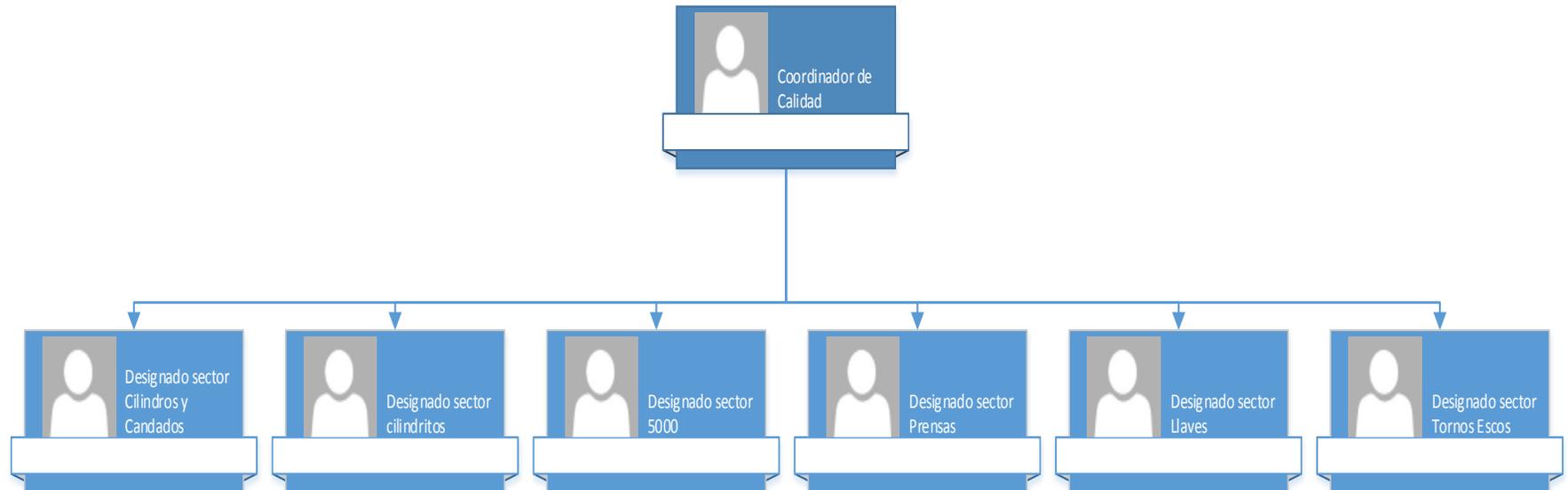
Proceso:	Control de la calidad en la manufactura				
Departamento protagonista:	Departamento de producción	Dependiente de:	Gerencia de Operaciones	Reporta:	Vicepresidencia
Departamento secundario 1:	Departamento de Control de la Calidad manufactura		Gerencia de la Calidad		Vicepresidencia
Departamento secundario 2:	Departamento Técnico		Gerencia Técnica		Vicepresidencia
Objetivo del proceso	Controlar y mantener estables los procesos productivos internos en cada una de las celdas de manufactura, a través de las inspecciones y calibración realizadas.				
Objetivos específicos del proceso:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cumplir con el plan de calibraciones propuesto por el comité de calidad en cada una de las máquinas que así lo requieran.</li> <li>Establecer los rechazos de material en base a los análisis estadísticos y pruebas de montaje y funcionalidad correspondientes.</li> <li>Alertar de manera oportuna las fallas de calidad generadas.</li> <li>Detener procesos fuera de control.</li> <li>Emitir las órdenes de ajuste y mantenimiento preventivo y correctivo.</li> <li>Establecer soluciones en última instancia para corregir errores cometidos.</li> <li>Establecer reportes estadísticos y gráficos de control de los muestreos realizados.</li> </ol>				
Actividades específicas:	<p><b>EVALUACIONES TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD:</b>  <b>PROCESOS DE MANUFACTURA INTERNOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar muestreos de aceptación por máquina (Norma Military Estándar con un nivel I de inspección, bajo el NCA acordado. Ver tabla N° 18, anexo N° 23 y 26, tomo "ANEXOS"). En caso de existir no conformidades, detener equipo y realizar ajustes.</li> <li>Máquinas críticas: Máquinas multi-operación (IMASS), prensas automáticas, de reanudación, transfer y cortadoras.</li> <li>Medición de cotas críticas (diámetros externos e internos, profundidades, largo, ancho, espesor, medidas implícitas); realizar comparaciones contra planos actualizados.</li> <li>Realizar M.A.S o M.A.E para el reporte de un estudio de calidad por variable (Ver tabla N° 18).</li> <li>Sustentar con pruebas de montaje y mecanizado rápidas los reportes de calidad que así lo requieran.</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación empírica de atributos: Golpes en el material, rebabas de latón, asimetrías.</li> </ul>
<b>Metodologías y técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestreo de aceptación basados en la norma Military Estándar 105E, nivel de inspección I, NCA acordado por comités de calidad para máquinas críticas (Ver tabla N° 18, anexos N° 23 y 26, tomo "ANEXOS")</li> <li>M.A.S para el estudio de control estadístico de la calidad, tomando en cuenta tamaños de muestra establecidos en la norma Military Estándar 105E para distintos tamaños de lote (Ver tabla N° 18, anexos N° 23 y 26, tomo "ANEXOS")</li> <li>Medición por variable: Calibradores digitales y manuales, tornillos micrométricos, proyector de sombras, centro de medición digital, durómetro.</li> <li>Medición por atributos: Uso de calibres y patrones.</li> <li>Observación directa.</li> </ul>

Anexo 29: Fundamentos propuestos del proceso de control de la calidad en la manufactura interna: Fuente: Propia



Anexo 30: Flujo de trabajo para el proceso de control de la calidad en la manufactura interna. Fuente: Propia.



*Anexo 31: Estructura propuesta para el comité de control de calidad en la manufactura interna: Fuente: Propia.*

Proceso:	Control de la calidad en el ensamble				
Departamento protagonista:	Departamento de calidad ensamble	Dependiente de:	Gerencia de la Calidad	Reporta a:	Vicepresidencia
Departamento secundario 1:	Departamento de ensamble		Gerencia de operaciones		Vicepresidencia
Departamento secundario 2:					
Objetivo del proceso	<p>Inspeccionar el producto terminado estableciendo la discriminación entre producto conforme y no conforme para la entrega a clientes.</p> <p>Alimentar la gestión de la calidad con datos finales eficaces y experiencia de utilización del cliente.</p>				
Objetivos específicos del proceso:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar la auditoría de calidad en base al proceso de colaudo para garantizar el acorde rechazo o aceptación del producto terminado.</li> <li>2. Mantener vigentes las normas de colaudo establecidas por la dirección estratégica de calidad de la empresa.</li> <li>3. Alertar eficazmente al resto de los sectores de la planta, sobre alteraciones en el funcionamiento o la calidad de los productos.</li> <li>4. Realizar las inspecciones de calidad sobre las devoluciones de productos realizadas por clientes.</li> <li>5. Recoger datos estratégicos en base a los insight de los clientes (dirigidos a la innovación de procesos).</li> <li>6. Elaborar los indicadores mensuales y anuales de calidad por familia y producto.</li> </ol>				
Actividades específicas:	<p><b>EVALUACIONES TÉCNICAS BÁSICAS DE CALIDAD:</b></p> <p><b>PROCESOS DE MANUFACTURA INTERNOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar muestreos aleatorios simples del material inspeccionado en la línea para garantizar los criterios de calidad (Ver tabla N° 18)</li> <li>• Encontrar de manera rápida, las causas de las fallas en los productos y realizar los reportes correspondientes.</li> <li>• Llevar un control del material rechazado y aceptado por lote.</li> <li>• Realizar evaluación preliminar de los lotes ensamblados por proveedores externos y realizar discriminación de calidad de cada uno.</li> <li>• Sustentar con pruebas funcionales los reportes de calidad que así lo requieran.</li> <li>• Verificar calidad de materiales y partes y piezas recibidas en el ensamble (regirse por fundamentos de la sección VI.2.1).</li> </ul>				
Metodologías y técnicas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreos aleatorios simples (ver tabla N° 18) del total de muestras dependiendo de la disponibilidad del recurso.</li> <li>• Medición por variable: Calibradores digitales y manuales, tornillos micrométricos, proyector de sombras, centro de medición digital, durómetro.</li> <li>• Medición por atributos: Uso de calibres y patrones.</li> <li>• Observación directa.</li> <li>• Pruebas funcionales.</li> <li>• Fotografías y videos.</li> </ul>				

*Anexo 32: Fundamentos propuestos del proceso de aseguramiento de la calidad en el  
ensamblaje: Fuente: Propia*

Tamaño de lote diario	Nivel general de inspección			Nivel escogido	Cantidad de muestras a inspeccionar	NCA													
						0,01		0,015		0,025		0,04		0,065		0,1		0,15	
	I	II	III			Acepto con	Rechazo con												
De 2 a 8	A	A	B	A	2														
De 9 a 15	A	B	C	B	3														
De 16 a 25	B	C	D	C	5														
De 26 a 50	C	D	E	D	8														
De 51 a 90	C	E	F	E	13														
De 91 a 150	D	F	G	F	20														
De 151 a 280	E	G	H	G	32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
De 281 a 500	F	H	I	H	50														
De 501 a 1200	G	J	K	I	80														
De 1201 a 3200	H	K	L	J	125														
De 3201 a 10000	J	L	M	K	200												1	2	
De 10001 a 35000	K	M	N	L	315											1	2	1	2
De 35001 a 150000	L	N	P	M	500									1	2	1	2	2	3

Anexo 33: Resumen de norma Military Estandar 105E. Fuente: Propia



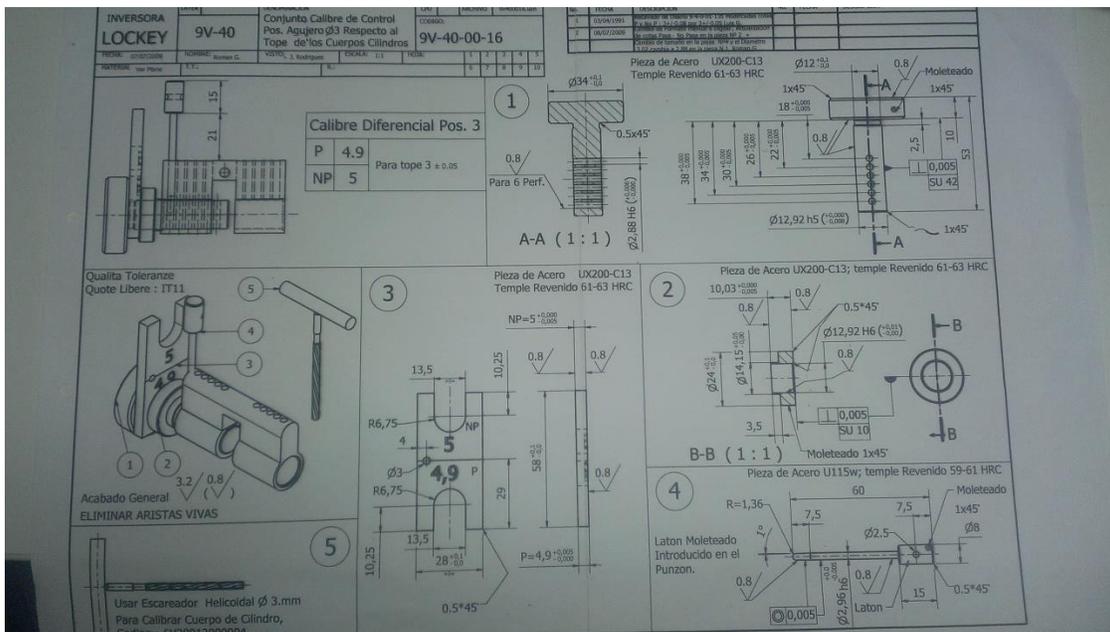
*Anexo 34: Sectorizar zonas de material retenido y en proceso: Fuente: Empresa de Fabricación de Herramientas*

Tamaño de lote diario	Nivel general de inspección			Nivel escogido	Cantidad de muestras a inspeccionar	1		5		8		10		12						
	I	II	III			Frecuencia (Horas)	Frecuencia (Minutos)													
De 2 a 8	A	A	B	A	2	2,0	4,0	240,0	2,0	4,0	240,0	2,0	4,0	240,0	2,0	4,0	240,0	2,0	4,0	240,0
De 9 a 15	A	B	C	B	3	3,0	2,7	160,0	3,0	2,7	160,0	3,0	2,7	160,0	3,0	2,7	160,0	3,0	2,7	160,0
De 16 a 25	B	C	D	C	5	5,0	1,6	96,0	1,0	8,0	480,0	5,0	1,6	96,0	5,0	1,6	96,0	5,0	1,6	96,0
De 26 a 50	C	D	E	D	8	8,0	1,0	60,0	2,0	4,0	240,0	1,0	8,0	480,0	8,0	1,0	60,0	8,0	1,0	60,0
De 51 a 90	C	E	F	E	13	13,0	0,6	36,9	3,0	2,7	160,0	2,0	4,0	240,0	1,0	8,0	480,0	1,0	8,0	480,0
De 91 a 150	D	F	G	F	20	20,0	0,4	24,0	4,0	2,0	120,0	3,0	2,7	160,0	2,0	4,0	240,0	2,0	4,0	240,0
De 151 a 280	E	G	H	G	32	32,0	0,3	15,0	6,0	1,3	80,0	4,0	2,0	120,0	3,0	2,7	160,0	3,0	2,7	160,0
De 281 a 500	F	H	I	H	50	50,0	0,2	9,6	10,0	0,8	48,0	6,0	1,3	80,0	5,0	1,6	96,0	4,0	2,0	120,0
De 501 a 1200	G	J	K	I	80	80,0	0,1	6,0	16,0	0,5	30,0	10,0	0,8	48,0	8,0	1,0	60,0	7,0	1,1	68,6
De 1201 a 3200	H	K	L	J	125	125,0	0,1	3,8	25,0	0,3	19,2	16,0	0,5	30,0	13,0	0,6	36,9	10,0	0,8	48,0
De 3201 a 10000	J	L	M	K	200	200,0	0,0	2,4	40,0	0,2	12,0	25,0	0,3	19,2	20,0	0,4	24,0	17,0	0,5	28,2
De 10001 a 35000	K	M	N	L	315	315,0	0,0	1,5	63,0	0,1	7,6	39,0	0,2	12,3	32,0	0,3	15,0	26,0	0,3	18,5
De 35001 a 150000	L	N	P	M	500	500,0	0,0	1,0	100,0	0,1	4,8	63,0	0,1	7,6	50,0	0,2	9,6	42,0	0,2	11,4

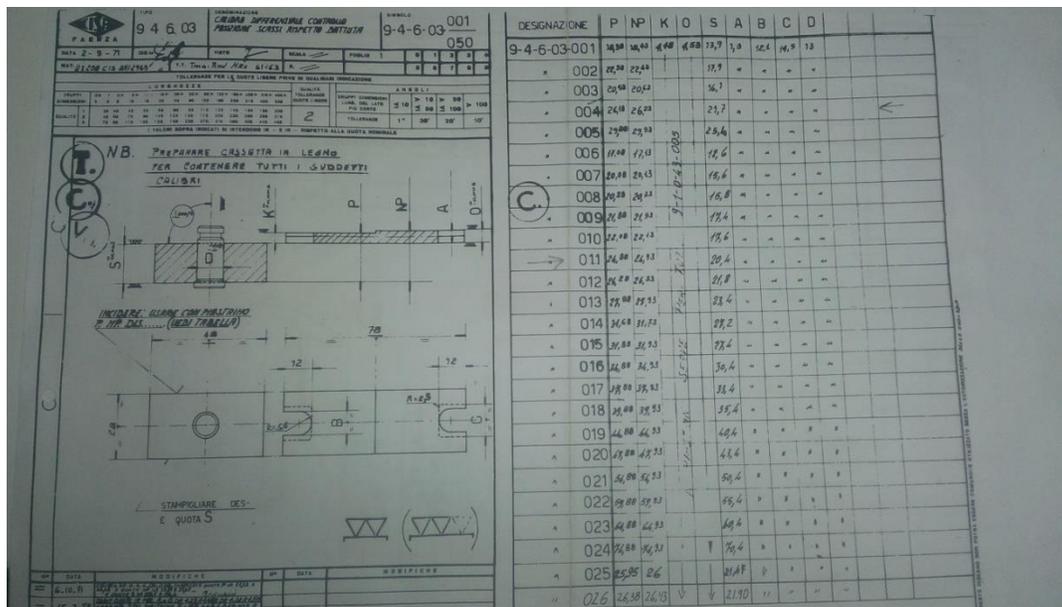
Anexo 35: Tabla de frecuencias de muestreo por piezas/ciclo de máquina. Fuente: Dpto. de Calidad



Anexo 36: Ejecución de un evento de contingencia en las operaciones. Fuente: Propia



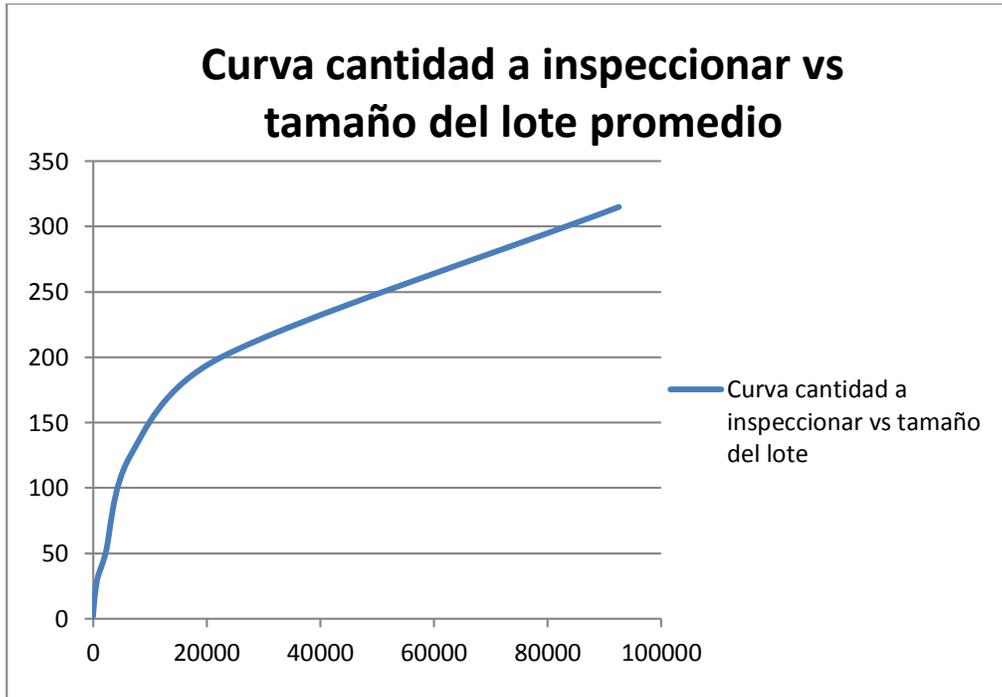
Anexo 37: Planos del calibre para control de posición de agujeros. Fuente: Dpto. Técnico



Anexo 38: Planos del calibre para control de la altura de collar de los cilindritos semielaborados.  
Fuente: Dpto. Técnico

Lote mínimo	Lote Máximo	Cantidad a inspeccionar (nivel I)	Promedio lote	Inspeccionado/lote prom	% Discriminado a inspeccionar
2	8	2	5	40,00%	40,00%
9	15	2	12	16,67%	
16	25	3	21	14,29%	
26	50	5	38	13,16%	
51	90	5	71	7,04%	10%
91	150	8	121	6,61%	
151	280	13	216	6,02%	5%
281	500	20	391	5,12%	
501	1200	32	851	3,76%	
1201	3200	50	2201	2,27%	
3201	10000	125	6601	1,89%	
10001	35000	200	22501	0,89%	
35001	150000	315	92501	0,34%	
			<b>% Prom</b>	<b>9,08%</b>	

Anexo 39: Tabla de cálculos que justifican el 10% como cifra de muestreo de aceptación para un nivel I de inspección. Fuente: Propia



Anexo 40: Curva cantidad a inspeccionar vs tamaño promedio del lote (prom. Mín-máx) con un nivel I de inspección MST 105E. Fuente: Propia

UC1055C: Bloc de datos

Archivo Editar Formato Ver Ayuda

CICLOS DE PRODUCCION

NE	CODIGO	DESCRIPCION	UN	T.ELAB.	ID	IP	IE	EWISTON	U.ACTUAL	U. COS PROM	TIPO DE CICLO
0	V-470-11-00-9-00	S.E. CUERPO CILINDRO 83/7 ULTIMOS INDICES	PC	0,13	01	02	01	76/04/1996 04/09/2000			29 CICLO MANUFACTUR (MARCA)
OP	DESCRIPCION		PDT	MAQUINA						COSTO MIN.	VAL. AGL.
10	CORTAR, FRESAR, ACUAR Y ROSCAR.		191002	CORT 340						0,1170	(R) TABLA : A193-548
	TROQUEL :										
	CALIBRADORES Y COTAS :	9V202024								24,35 +/- 0.1	
		9V720006								M5 ROSCA	
		91019850								8,5 +/- 0.1	
		91019901								9,6 +/- 0.05	
		91019903								10,4 +/- 0.1	
		92001804								9 +/-0.05 / -0.15	
		92005403								24,7 +/-0.1 / -0	
		92047670								10 +/-0.07 / -0.1	
		94003004								CENTRADO AGUJERO M5	
		94961011								POSICION DEL CUVO	
		99003016								19 +/- 0.1	
UTENSILIOS	:	UI93029								FRESA GIULIANI DISEÑO U193/029	1
		UI93030								BROCHIA CORTADOR C/83 U193/030	1
		UI93031								BROCHIA CORTADOR C/83 U193/031	1
		20757								BROCA 2 DIAMETROS DIS 20757	1
		6V66005050081								MACHO MAQ DIN 357 D/5,0 X 0,8	1
		6V12025070080								PINZA SCHAUBLIN ESX25 D/ B:7	1
		6V12047035000								PINZA FIMAS CMI PEROCA D/3,5	1
		6V20014000002								CHAFLANEADOR TIPO BURR-BIT M5	1
		6V6618005								SIERRA CIRC. 6V6618005 Z= 80	1
		65251004								BROCHIA CUERPO CIL/B3 65251004	1
		67701073								CUVO PARA CILINDROS. 67701073	1
		67701074								CUVO PARA CILINDROS. 67701074	1
MATERIALES	:	C O D I G O								D E S C R I P C I O N	CANT. REQ. UM
		2-4542-4078-00								TREF LT PEINC-007 400-07-00-B	1

Anexo 41: Ciclo de producción actualmente utilizado. Fuente: Dpto. Auditoria