



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

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA
ESBELTA EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE, DE UNA EMPRESA
DEDICADA A LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

Evelyn Mariela López Rodríguez

Asesorada por el Ing. William Abel Antonio Aguilar Vásquez

Guatemala, mayo de 2006



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

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA
ESBELTA EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE, DE UNA EMPRESA
DEDICADA A LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

Evelyn Mariela López Rodríguez

Asesorada por el Ing. William Abel Antonio Aguilar Vásquez

Guatemala, mayo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA
ESBELTA EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE, DE UNA EMPRESA
DEDICADA A LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EVELYN MARIELA LÓPEZ RODRÍGUEZ

ASESORADA POR EL ING. WILLIAM ABEL ANTONIO AGUILAR VÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR:	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE, DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial en agosto de 2005.

Evelyn Mariela López Rodríguez

AGRADECIMIENTOS A

MI PATRIA: GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MI ASESOR	Ing. William Abel Antonio Aguilar Vásquez, por brindarme su apoyo.
MI REVISOR	Ing. Frisley William Mendizábal, por compartir sus conocimientos y experiencia.
GRUPO FOGEL	Por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A

DIOS Y LA VIRGEN MARÍA	Fuente de todas las bendiciones que he recibido.
MI MADRE	Mujer abnegada, trabajadora y luchadora incansable. Por llenar mi vida de felicidad, por creer siempre en mí, por apoyarme en todo, por apoyarme siempre. A mi madre, porque este trabajo de graduación es reflejo de su esfuerzo.
MIS ABUELITOS	Carlos y Alicia, piedras angulares en mi formación. Por su amor, paciencia y apoyo incondicional.
MI ESPOSO	Compañero y amigo. El hombre más maravilloso que tuve la bendición de conocer. Por su amor, comprensión, apoyo y confianza.
MIS TÍOS	Por su cariño, apoyo y consejos. En especial a Carlos Rodríguez por ser un padre para mí.
MIS PRIMOS Y SOBRINOS	Por estar siempre conmigo. Por compartir mis triunfos y fracasos.
MIS AMIGOS	Por su apoyo, paciencia y cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Capacidad instalada.....	3
1.1.3. Segmentos de mercado y producto.....	6
1.1.4. Actividades geográficas.....	13
1.1.5. Reconocimientos y certificaciones.....	16
1.1.6. Estructura organizacional.....	18
1.2. Marco teórico.....	19
1.2.1. Filosofía de manufactura esbelta.....	20
1.2.1.1. Definición de manufactura esbelta.....	20
1.2.1.2. Objetivo de manufactura esbelta.....	21
1.2.1.3. Beneficios de la manufactura esbelta.....	21
1.2.1.4. Pensamiento esbelto.....	22
1.2.1.5. Los cinco principios del pensamiento esbelto.....	22
1.2.2. Metodología de las 5'S.....	23
1.2.2.1. Significado de las 5'S.....	23
1.2.2.2. Aplicación y objetivo de la metodología de 5'S.....	30

1.2.2.3. Beneficios de la metodología de 5'S.....	30
1.2.3. Teoría de restricciones (TOC).....	31
1.2.3.1. Introducción a teoría de restricciones (TOC).....	32
1.2.3.2. Premisas de la teoría de restricciones (TOC).....	32
1.2.3.3. Enfoque de la teoría de restricciones (TOC).....	33
1.2.3.4. Proceso de la teoría de restricciones (TOC).....	35
1.2.3.5. Aplicación para abordar las restricciones: Tambor - Amortiguador – Cuerda (TAC).....	36
1.2.3.6. Indicadores de la teoría de restricciones (TOC).....	37

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. Descripción de las familias de equipos producidas en la línea de ensamble.....	45
2.2. Descripción de las áreas de la línea de ensamble.....	50
2.2.1. Ensamble 1”C”.....	50
2.2.2. Espuma.....	56
2.2.3. Ensamble 2”C”.....	58
2.2.4. Ensamble 3”C”.....	58
2.3. Manejo de materiales en las estaciones de trabajo.....	59
2.4. Aspectos de seguridad e higiene industrial.....	63
2.5. Reparaciones de equipos.....	65
2.6. Cumplimiento de programas de producción.....	68
2.7. Requerimientos de mercado	69
2.8. Índice de reclamos de clientes	70

3. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

3.1. Filosofía de manufactura esbelta	73
3.2. Metodología de 5'S	74

3.2.1.	Elección del área de inicio de implantación de las 5'S	74
3.2.2.	Sensibilización, educación y entrenamiento al personal	75
3.2.3.	Planificación de las 5'S.....	77
3.2.3.1.	1'S = Clasificación	77
3.2.3.2.	2'S = Orden.....	79
3.2.3.3.	3'S = Limpieza	83
3.2.3.4.	4'S = Higiene y bienestar personal	86
3.2.3.5.	5'S = Disciplina	87
3.2.4.	Auditorías planeadas.....	89
3.3.	Teoría de restricciones	90
3.3.1.	Incremento de la capacidad de la línea	91
3.3.2.	Indicadores operativos.....	91
3.3.3.	Enfoque sistemático de teoría de restricciones	95
3.3.3.1.	Identificación de las restricciones	95
3.3.3.2.	Explotación de las restricciones.....	98
3.3.3.3.	Subordinación de todas las actividades a la restricción.....	100
3.3.3.4.	Elevación de las restricciones del problema.....	101
3.3.3.5.	Mejora continua.....	102

4. ETAPAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

4.1.	Formación del personal en la filosofía de manufactura esbelta.....	105
4.2.	Metodología de 5'S.....	108
4.2.1.	Diagrama de implementación por etapas de las 5'S	111
4.2.2.	Aplicación de las 5'S	114
4.2.2.1.	1'S = Clasificación	114
4.2.2.2.	2'S = Orden.....	116
4.2.2.3.	3'S = Limpieza	118
4.2.2.4.	4'S = Higiene y bienestar personal	119

4.2.2.5. 5'S = Disciplina.....	119
4.3. Teoría de restricciones.....	121
4.3.1. Definición del sistema, unidades de medición y medidores operativos.....	122
4.3.2. Compresión del sistema.....	124
4.3.3. Estabilización de sistema.....	125
4.3.4. Identificación de la restricción y aplicación de los cinco pasos de focalización.....	126
4.3.5. Aplicación de la gerencia del amortiguador.....	129
4.3.6. Reducción de variabilidad de la restricción y de los procesos principales.....	131

5. CONTROL Y SEGUIMIENTO

5.1. Seguimiento de programa de 5'S.....	137
5.1.1. Auditorías de evaluación 5'S.....	138
5.1.2. Parámetros a evaluar.....	139
5.1.2.1. 1'S = Clasificar.....	139
5.1.2.2. 2'S = Ordenar.....	139
5.1.2.3. 3'S = Limpiar.....	140
5.1.2.4. 4'S = Higiene y bienestar personal.....	140
5.1.2.5. 5'S = Disciplina.....	141
5.1.3. Ficha de valorización 5'S.....	141
5.1.4. Divulgación y retroalimentación de resultados de evaluación.....	144
5.1.5. Mejora continua.....	144
5.2. Teoría de restricciones.....	145
5.2.1. Medidores operativos.....	146
5.2.2. Divulgación y retroalimentación de medidores operativos.....	148

CONCLUSIONES	151
RECOMENDACIONES	153
BIBLIOGRAFÍA	155
ANEXOS	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Equipos de refrigeración comercial	3
2	Plano de área manufacturera – primer nivel	4
3	Plano de área manufacturera – segundo nivel	5
4	Vitrinas refrigeradoras	7
5	Enfriadores horizontales	8
6	Hieleras	8
7	Congeladores para helados	9
8	Congeladores verticales y horizontales de placas	10
9	Froster horizontales	10
10	Froster verticales	11
11	Mostradores refrigerados	12
12	Conservadores de hielo	12
13	Distribución de productos en Norte América	13
14	Actividades en Centro América y el Caribe	14
15	Distribución de productos y servicio técnico en Sur América	15
16	Organigrama de Grupo Fogel	18
17	<i>Seire</i> – Clasificar	25
18	<i>Seiton</i> – Orden	26
19	<i>Seiso</i> – Limpieza	27
20	<i>Seiketsu</i> – Higiene y bienestar personal	28
21	<i>Shitsuke</i> – Disciplina	29
22	Principales componentes de los enfriadores horizontales de placas	46

23	Principales componentes de los enfriadores horizontales de aire forzado	47
24	Principales componentes de los froster verticales	48
25	Principales componentes de los congeladores verticales de placas	49
26	Principales componentes de las hieleras	50
27	Proceso de ensamble 1" C" de equipos verticales	52
28	Proceso de ensamble 1" C" de equipos horizontales	54
29	Flujo de operaciones en ensamble 1 "C"	55
30	Moldes de soporte	57
31	Proceso de ensamble 2 y 3 "C"	59
32	Contenedores	60
33	Equipo de trayectoria fija	61
34	Equipo móvil para el manejo de materiales	62
35	Golpes en piezas metálicas	66
36	Planificación de 1`S = Clasificación	78
37	Planificación de 2`S = Orden	80
38	Planificación de 3`S = Limpieza	84
39	Planificación de 4`S = Higiene y bienestar personal	86
40	Planificación de 5`S = Disciplina	88
41	Proceso de implementación de 5`S	108
42	Recopilación de información	109
43	Diagrama de flujo para 1`S = Clasificación	115
44	Ubicación de objetos según frecuencia de uso	117
45	Meta de las operaciones	148
46	Encuesta inicial 5`S	157
47	Propuesta de mejora	159
48	Proceso de cambio "(1`S) Clasificación"	160

49	Proceso de cambio “(1´S) Clasificación” (elementos innecesarios)	161
50	Ficha valorización 5´S	162

TABLAS

I	Significado de 5´S	25
II	Objetivo para reducción de desperdicio de piezas metálicas	66
III	Problemas de manufactura más frecuentes	67
IV	Indicadores operativos	93
V	Relación entre indicadores operativos	94
VI	Diagrama de implementación por etapas de las 5´S	112
VII	Criterios de ponderación para evaluación de 5´S	143

ECUACIONES

1	<i>Throughput</i>	40
2	Inventario	41
3	Gasto de operación	42
4	Utilidad neta	42
5	Rendimiento sobre capital invertido	43

GLOSARIO

Breaker	Perfil plástico que sirve para acoplamiento entre la tina y el gabinete.
Cap	Pieza metálica usada para darle rigidez al gabinete.
CFC's	Sigla utilizada para denotar a los clorofluorocarbonos, familia de compuestos orgánicos sintéticos derivados del metano o del etano, en que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos, parcial o totalmente, por átomos de flúor, cloro y/o bromo.
Compresor	Dispositivo mecánico que bombea el fluido refrigerante, creando un área de alta presión y provocando el movimiento del refrigerante en el sistema.
Condensador	Serpentín de cobre con laminillas de aluminio a modo de disipadores de calor. Su función es liberar el calor del refrigerante al ambiente.

Dispositivo regulador de presión	Dispositivo cuya función consiste en controlar el paso del refrigerante desde al área de alta presión a la de baja presión. También es conocido con el nombre de tubo capilar.
Evaporador	Serpentín de cobre con laminillas de aluminio. Su función es que el refrigerante absorba calor del área refrigerada.
Froster	Línea de equipos cuyo sistema de refrigeración está diseñado para producir el frío más profundo para bebidas alcohólicas en botella, en ambientes tropicales de hasta 40.5° C y 75% de humedad relativa.
Pilaster	Elemento ubicado en los laterales de la tina, cumple con la función de soporte de parrillas. Forma parte de las actividades de empaque.
Restricción	Aspecto que limita el desempeño de un proceso.
Segmento de mercado	Grupo de personas, empresas u organizaciones con características homogéneas en cuanto a deseos, preferencias de compra o estilo en el uso de productos, pero distintas de las que tienen otros segmentos que pertenecen al mismo mercado.

Seiketsu	Término de origen japonés traducido al español como higiene y bienestar personal, utilizado para nombrar el cuarto principio de la metodología de 5´S.
Seire	Término de origen japonés traducido al español como clasificación, utilizado para nombrar el primer principio de la metodología de 5´S.
Seiso	Término de origen japonés traducido al español como limpieza, utilizado para nombrar el tercer principio de la metodología de 5´S.
Seiton	Término de origen japonés traducido al español como orden, utilizado para nombrar el segundo principio de la metodología de 5´S.
Shitsuke	Término de origen japonés traducido al español como disciplina, utilizado para nombrar el quinto principio de la metodología de 5´S.
Sistema de refrigeración	Es un circuito cerrado en el que circula un fluido con el propósito que absorba calor en un lugar y lo disipe en el otro. Los elementos mínimos son: compresor, condensador, evaporador y un dispositivo regulador de presión (tubo capilar).
TAC	Sigla utilizada para denotar la metodología de planeamiento, programación y ejecución que

aparece como resultado de aplicar la teoría de restricciones a la programación de una fábrica.

Termostato

Dispositivo cuya función es apagar o encender automáticamente el compresor a fin de mantener el área refrigerada dentro de un rango de temperatura.

TOC

Sigla en inglés de *theory of constraints*, utilizada para denotar la teoría de restricciones.

Top exterior

Cubierta metálica exterior colocada en la parte superior del equipo.

RESUMEN

La demanda de equipos de refrigeración comercial, ha logrado que grupo Fogel aumente considerablemente sus ventas. Para satisfacer esta demanda la empresa ha tenido que recurrir a un desmedido pago de horas extras, debido a que la capacidad instalada no es suficiente para tal efecto. A la limitada capacidad instalada se une los desperdicios entre las operaciones de ensamble generados por inventario de materiales, reparaciones de equipos defectuosos, movimientos, espera, transporte y demás.

El ritmo vertiginoso del mercado actual aumenta la presión sobre esta empresa para que ofrezca cada vez mayor calidad a menor precio y con tiempos de ciclo más cortos. Para responder a estas exigencias, grupo Fogel busca soluciones que le ayuden a cumplir esos objetivos y les ofrezcan las herramientas para mejorar continuamente las operaciones.

La manufactura esbelta ha demostrado ser en sí misma una herramienta potente para ayudar a las empresas a adaptarse a una economía en continua transformación. Las técnicas de manufactura esbelta han sido aplicadas satisfactoriamente por las empresas líderes en toda clase de industrias. Desde sus orígenes en el sector automotriz de Japón, esta filosofía ha contribuido significativamente a que las empresas acorten los tiempos de espera, disminuyan los desperdicios, reduzcan su inventario, mejoren la calidad, aumenten su capacidad de planta, reduzcan el costo total y ofrezcan más valor a sus clientes.

Con la manufactura esbelta, la línea de ensamble puede ser impactada positivamente al descubrir e identificar oportunidades que ya existen en la planta, tales como:

- Adoptar un plan sistemático de organización, orden y limpieza.
- Descubrir y eliminar las limitantes (individuos, equipos, una pieza de un aparato o una política local) que imposibilita a la empresa la obtención de ganancias.

OBJETIVOS

General

Establecer una propuesta para la implementación de manufactura esbelta en una línea de ensamble, de una empresa dedicada a la industria metal mecánica.

Específicos

1. Promover la filosofía de pensamiento esbelto al personal del área de ensamble, a través de mecanismos adecuados.
2. Disminuir desperdicios de recursos en la línea de ensamble "C".
3. Adoptar un plan sistemático de organización, orden y limpieza de la línea de ensamble "C".
4. Detectar actividades restrictivas que imposibilitan a la línea de ensamble el empleo eficiente de sus recursos.
5. Reducir inventarios de materiales en la línea de ensamble "C".
6. Proponer la distribución física y operativa de la línea de ensamble "C" para reducir y/o eliminar sus restricciones.

INTRODUCCIÓN

Grupo Fogel, empresa dedicada a la fabricación y comercialización de equipos de refrigeración comercial y gracias a la preferencia de las principales firmas de bebidas gaseosas, bebidas alcohólicas, jugos, refrescos naturales, lácteos, avícolas, empacadoras de embutidos, hielo, helados y otros productos alimenticios se ha convertido en la organización líder en la rama de refrigeradores comerciales en el ámbito latinoamericano.

Para el cumplimiento de los pedidos de los clientes, esta empresa ha tenido que recurrir a un desmedido pago de horas extras, debido a que la capacidad instalada no es suficiente para tal efecto. A este problema se une una serie de desperdicios en las operaciones de ensamble generados por inventarios excesivos de materiales, reparaciones de equipos defectuosos, movimientos innecesarios, tiempos de espera, transporte y demás.

El nuevo escenario industrial en el cual se ve inmerso grupo Fogel requiere grandes cambios, tanto organizativos como productivos, requiere además una nueva cultura industrial asumida y compartida por toda la empresa. Convertir los riesgos en oportunidades es un proceso que no surge como fruto de la casualidad.

El éxito o el fracaso de esta empresa dependen de la facultad de su organización para dar respuesta a la demanda de productos y a la capacidad de los procesos internos propios y de los proveedores. Identificar y optimizar todo el flujo de valor es crítico para ofrecer la calidad que los clientes exigen actualmente.

La filosofía de manufactura esbelta proporciona soluciones a las empresas que necesitan ver, comprender y mejorar sus procesos de fabricación para maximizar el valor que percibe el cliente. La manufactura esbelta, la cual busca eliminar los desperdicios en los procesos, es empleada como herramienta de producción para hacer más eficientes a las empresas, al ser aplicada en la línea de ensamble de producción puede ayudar a realizar numerosas mejoras a bajo costo.

1. ANTECEDENTES

Con el propósito de facilitar la comprensión de la propuesta planteada este capítulo se divide en dos segmentos:

- Descripción de las características primordiales de la empresa.
- Marco teórico sobre el cual se fundamenta este trabajo de graduación.

1.1. Antecedentes de la empresa

Los antecedentes de la empresa reúnen información desde la reseña histórica hasta datos actuales como el tamaño de la planta y productos que fabrica, así como las industrias que consumen dichos productos. También incluyen información sobre las actividades comerciales, así como los reconocimientos y certificaciones que ha logrado.

1.1.1. Historia

Grupo Fogel surgió en Filadelfia, Estados Unidos de Norte América en el año 1899 cuando el padre del señor William Fogel empezó a fabricar cajones de madera aislados para preservar alimentos, con un sistema de enfriamiento que funcionaba por medio de hielo colocado en la sección trasera del cajón.

Estos artefactos de refrigeración tenían la gran ventaja de ser económicos en su precio, pero tenían la desventaja que enfriaban poco, eran de madera y además su aislamiento estaba hecho de papel, aserrín o corcho.

Posteriormente con el desarrollo tecnológico de los compresores, los gases refrigerantes y sistemas de aislamiento, grupo Fogel se convirtió rápidamente en uno de los líderes de refrigeración comercial en los Estados Unidos de Norte América.

Con la gran visión del señor William Fogel y su capacidad para establecer alianzas con empresarios de otros países, Fogel rápidamente estableció alianzas estratégicas en muchos países principalmente de Centro, Sur, Norte América y el Caribe, hasta algunos tan distantes como Israel, Francia e Italia.

Grupo Fogel en Centro América dio sus primeros pasos en 1967 al establecerse en Nicaragua con el propósito de aprovechar la instauración del Mercado Común Centroamericano y atender la incipiente pero prometedora demanda de refrigeración comercial en el área.

En 1981, los problemas políticos en Nicaragua obligan a grupo Fogel a trasladarse totalmente a Guatemala, en donde se funda una nueva fábrica, la cual gracias a la preferencia de las principales firmas de bebidas gaseosas, bebidas alcohólicas, jugos, refrescos naturales, lácteos, avícolas, empacadoras de embutidos, hielo, helados y otros productos alimenticios se ha convertido en la organización líder en la rama de refrigeradores comerciales.

Actualmente se producen equipos de refrigeración comercial empleando gases ecológicos que no afectan la capa de ozono, más de 105 modelos diferentes de equipos de refrigeración, con una variedad de más de 250 versiones de estos modelos para satisfacer las demandas de los clientes.

1.1.2. Capacidad instalada

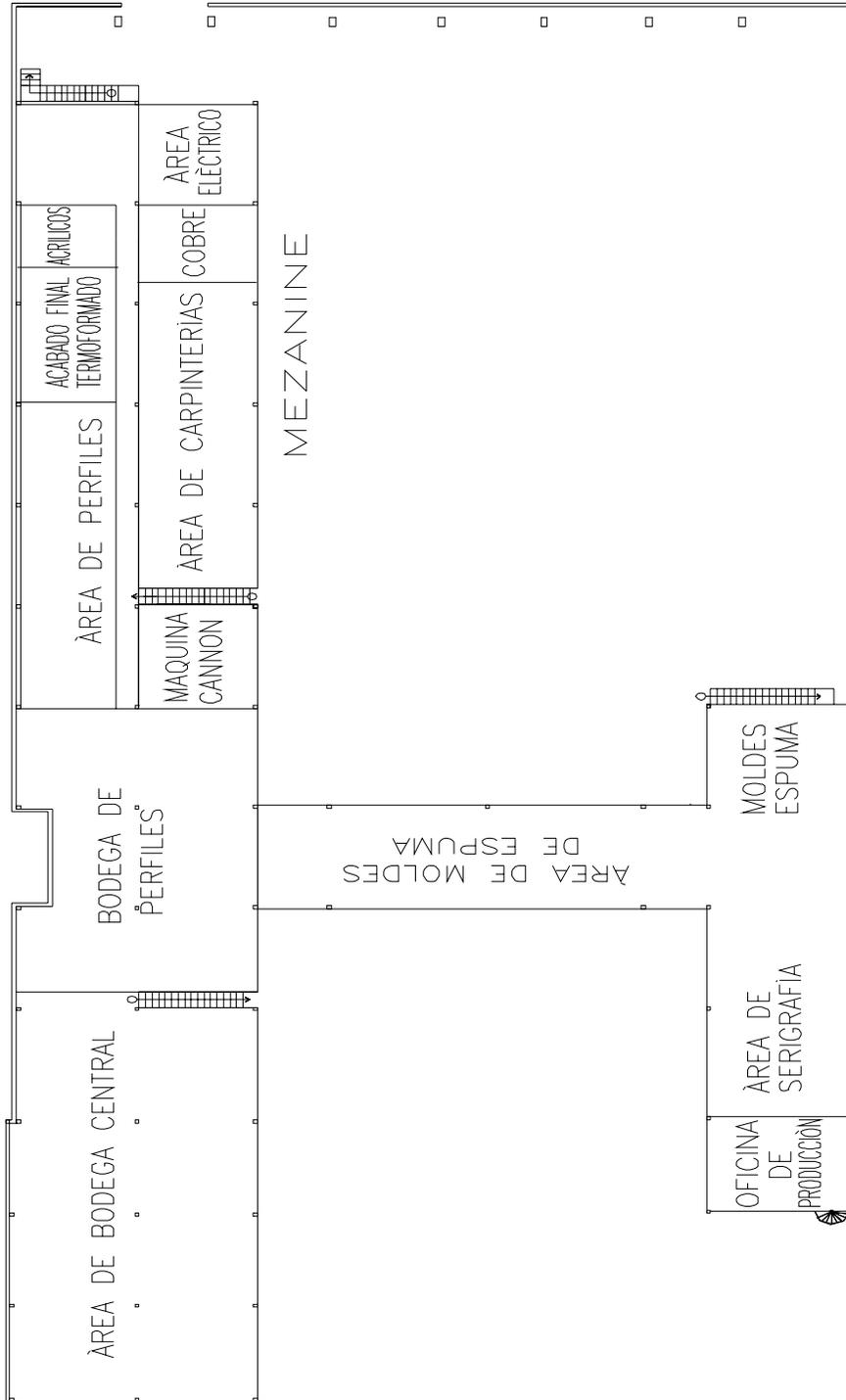
La capacidad instalada de la fábrica ubicada en Guatemala es aproximadamente de sesenta mil (60,000) unidades anuales. Tiene una diversidad de diez (10) familias de equipos: vitrinas refrigeradoras, enfriadores horizontales, hieleras, congeladores para helados, congeladores verticales de placas, congeladores horizontales de placas, froster horizontales, froster verticales, mostradores refrigerados y conservadores de hielo, las cuales son descritas en el siguiente apartado.

Figura 1. Equipos de refrigeración comercial



La empresa tiene un área de manufactura de treinta y dos mil (32,000) metros cuadrados distribuidos en dos niveles como se puede observar en las figuras 2 y 3.

Figura 3. Plano de área manufacturera – segundo nivel



1.1.3. Segmentos de mercado y productos

Segmentos de mercado

Los principales segmentos de mercado abarcados por esta empresa son:

- Industria de bebidas: Refrescos de cola, bebidas alcohólicas, bebidas de jugos naturales, agua purificada y bebidas isotónicas.
- Industria de helados
- Tiendas de conveniencia
- Supermercados
- Comerciantes de equipo

Productos

Los modelos de refrigeradores producidos en la empresa se clasifican en familias, siendo éstas:

- **Vitrinas refrigeradoras**

Son cámaras exhibidoras de productos. Su sistema de refrigeración está diseñado con evaporador de aire forzado para bajar rápidamente la temperatura del compartimiento, condensador forzado de cobre y aluminio resistente a la oxidación y ambiente salino, unidad condensadora para R-134-A de fácil acceso para el servicio.

Figura 4. Vitrinas refrigeradoras



- **Enfriadores horizontales**

Los enfriadores horizontales se subdividen en:

Enfriadores de placas: El sistema de placas funciona por medio de serpentines de cobre adheridos internamente a las placas y paredes del enfriador. El refrigerante circula a través de los serpentines de cobre, enfriando las placas y paredes del equipo. El frío que conducen se transmite a los productos dentro del enfriador por contacto y por gravedad. Las placas enfrían de tal manera que nos permiten usarlas para hacer hielo. En todos los enfriadores con este sistema se incluyen bandejas para hacer hielo.

Enfriadores de aire forzado: El sistema de aire forzado funciona por medio de un evaporador con circuito de cobre y aletas de aluminio a través del cual circula el gas refrigerante. Un abanico de alta velocidad impulsa el aire a través del evaporador, haciéndolo salir a baja temperatura y forzándolo a circular alrededor de todos los productos dentro del enfriador. El resultado es que el efecto de refrigeración se logra rápida y uniformemente, reduciendo el consumo de electricidad.

Figura 5. Enfriadores horizontales



- **Hieleras**

Las hieleras son pequeñas almacenadoras que conservan el hielo por más de treinta y seis (36) horas debido a su aislamiento de poliuretano inyectado, libre de CFC's. El gabinete es de lámina galvanizada, pre-pintada con pintura de poliéster al horno.

Figura 6. Hieleras



- **Congeladores para helados**

Congelador para helado con tapas de vidrio corredizas curvas o planas. El sistema de refrigeración de esta familia funciona por medio de serpentines de cobre adheridos internamente a las paredes y estantes del congelador. Estos congeladores son fabricados con el refrigerante ecológico R-134-A. Este gas circula a través de los serpentines de cobre, enfriando las placas y paredes del equipo. El frío que conducen se transmite a los productos dentro del aparato por contacto y por gravedad.

Figura 7. Congeladores para helados



- **Congeladores verticales y horizontales de placas**

Ideal para almacenar productos congelados. Los congeladores verticales y horizontales de placas funcionan por medio de serpentines de cobre adheridos internamente a las paredes y estantes del congelador. Estos congeladores son fabricados con el refrigerante ecológico R-404, que es un gas especial para temperaturas bajas. Este gas circula a través de los serpentines de cobre, enfriando las placas y paredes del equipo. El frío que conducen se transmite a los productos dentro del congelador por contacto y por gravedad.

Figura 8. Congeladores verticales y horizontales de placas



- **Froster horizontales**

Sistemas de refrigeración para producir frío profundo para bebidas alcohólicas en botella en ambientes tropicales. Son equipos con estructuras sólidas y robustas, fabricados con materiales resistentes a la oxidación.

Figura 9. Froster horizontales



- **Froster verticales**

Son equipos fabricados con puertas sólidas para impedir la entrada de calor y ahorrar energía. Su sistema de refrigeración está diseñado para producir el frío más profundo para bebidas alcohólicas en botella, en ambientes tropicales de hasta 40.5° C y 75% de humedad relativa. Son equipos con estructuras sólidas y robustas, fabricados con materiales resistentes a la oxidación.

Figura 10. Froster verticales



- **Mostradores refrigerados**

La familia de mostradores refrigerados se utiliza para exhibir y almacenar carnes y embutidos. El sistema de aire forzado funciona por medio de un evaporador con circuito de cobre y aletas de aluminio, a través el cual circula el gas refrigerante. Un abanico de alta velocidad impulsa el aire a través del evaporador, haciéndolo salir a baja temperatura y forzándolo a circular alrededor de todos los productos dentro del enfriador.

El resultado es que el efecto de refrigeración se logra rápida y uniformemente, reduciendo el consumo de electricidad.

Figura 11. Mostradores refrigerados



- **Conservadores de hielo**

Diseñado para conservar hielo en bolsa. Disponible en puerta sólida o de vidrio. Funciona por medio de un evaporador con circuito de cobre y aletas de aluminio a través del cual circula el gas refrigerante. Un abanico de alta velocidad impulsa el aire a través del evaporador, haciéndolo salir a baja temperatura y forzándolo a circular alrededor de todos los productos dentro del equipo. El resultado es que el efecto de refrigeración se logra rápida y uniformemente, reduciendo el consumo de electricidad.

Figura 12. Conservadores de hielo



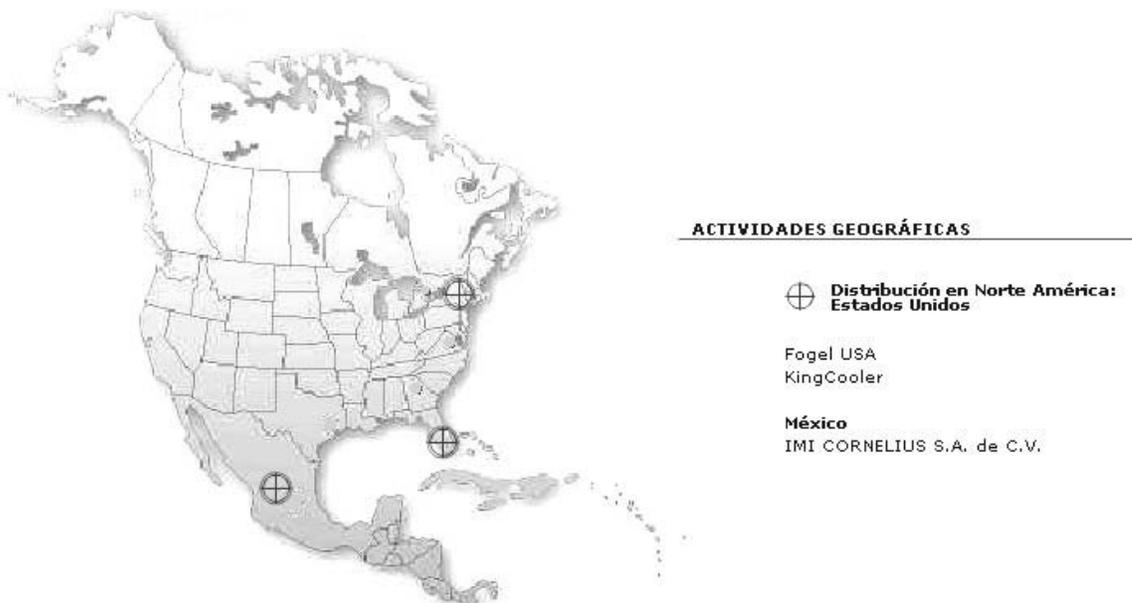
1.1.4. Actividades geográficas

Grupo Fogel tiene actividades en las siguientes regiones:

- **Norte América:** Se tiene únicamente distribución de productos por medio de tres empresas, dos de ellas se encuentran ubicadas en Estados Unidos y la tercera en México.

Las familias de equipos con más alto índice de demanda en esta región son las vitrinas refrigeradoras y los congeladores verticales de placas, esto es debido a que estas tres organizaciones mencionadas anteriormente distribuyen equipos principalmente a supermercados.

Figura 13. Distribución de productos en Norte América



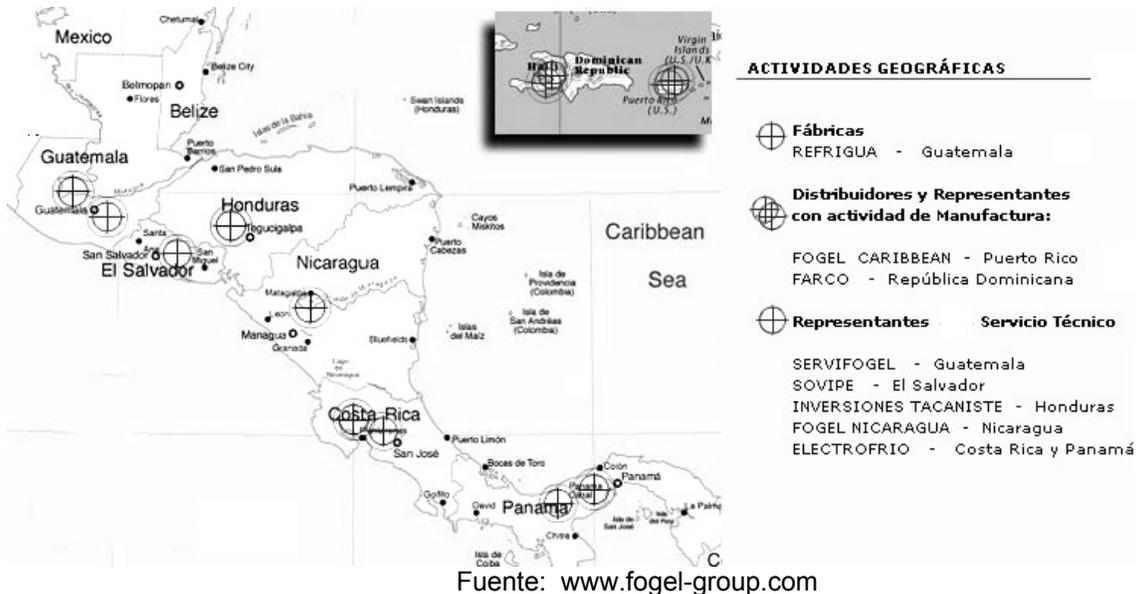
Fuente: www.fogel-group.com

- **Centro América y el Caribe:** En esta región está la mayor concentración de actividad manufacturera y comercial del grupo Fogel.

En Guatemala está ubicada una fábrica de manufactura de la industria metalmecánica y un representante de servicio técnico. En Puerto Rico y República Dominicana se encuentran distribuidores y representantes con actividad manufacturera. En el resto de Centro América existen representantes de servicio técnico.

En Centro América y el Caribe, región con más actividad, se vende toda la diversidad de familias de los equipos de refrigeración comercial producidos.

Figura 14. Actividades en Centro América y el Caribe



- **Sur América:** Grupo Fogel también tiene representantes para distribución de sus productos. Además de estos distribuidores están ubicados departamentos de soporte técnico.

Las familias de equipos con mayor aceptación en el mercado sudamericano son:

- Congeladores para helados
- Congeladores horizontales de placas
- Froster verticales

Figura 15. Distribución de productos y servicio técnico en Sur América



Fuente: www.fogel-group.com

1.1.5. Reconocimientos y certificaciones

Reconocimientos

En 1995, grupo Fogel se hizo acreedor del Gran Premio Carlos José Castillo al “Mejor exportador de Guatemala” y “Mejor exportador del sector de manufactura”.

En 1996, grupo Fogel recibió un reconocimiento de la ONU y del Gobierno de Guatemala por ser la primera empresa de refrigeración comercial en Latinoamérica y la segunda en el mundo en países subdesarrollados en completar al 100% la eliminación de su producción de los CFC's para la protección de la capa de ozono.

En 1998, nuevamente grupo Fogel recibió el reconocimiento como el “Mejor exportador del sector de manufacturas”.

En 2001, COTECNA Certificadora Servicios Ltda. (Sucursal Bogotá, Colombia) concedieron el diploma de reconocimiento a Fogel por el trabajo en sus procesos tecnológicos y el cumplimiento satisfactorio del sistema de calidad conforme a los requisitos establecidos en sus procedimientos.

En 2005, grupo Fogel nuevamente se hizo acreedor del Gran Premio Carlos José Castillo al “Mejor exportador de Guatemala” y “Mejor exportador del sector de manufactura”.

Certificaciones

Coca Cola y *PepsiCo* certificaron en Guatemala los laboratorios del grupo Fogel como calificados para evaluar equipos en su nombre y bajo sus estándares.

En febrero de 2004, obtuvo el CERTIFICADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, otorgado por ICONTEC (Instituto colombiano de normas técnicas), miembro de ISO (*International Standard Organization*) y por IQNET (Cadena internacional de certificación) por cumplir con los requisitos e implementación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000.

Grupo Fogel está certificada por *Underwriters Laboratories* de los Estados Unidos de Norte América (U.L.) quien avala la calidad eléctrica y estructural de los artefactos eléctricos de acuerdo a los estándares norteamericanos. A través de U.L., también tiene la aprobación del estándar de salud, seguridad y protección ambiental N.S.F. (*National Sanitation Foundation*) requerido en Estados Unidos de Norte América.

Todos los reconocimientos y certificaciones obtenidas han coadyuvado a que el grupo Fogel actualmente exporte a más de veinticuatro (24) países, entre ellos Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú, el Caribe, Estados Unidos y España logrando dar a la marca un reconocimiento mundial. Solo en el 2004 exportó unos 42,500 aparatos de refrigeración comercial con un crecimiento del 51.8%, generando alrededor de 550 empleos. En América Latina es conocida como una firma guatemalteca que maneja la línea de productos en su género más completa.

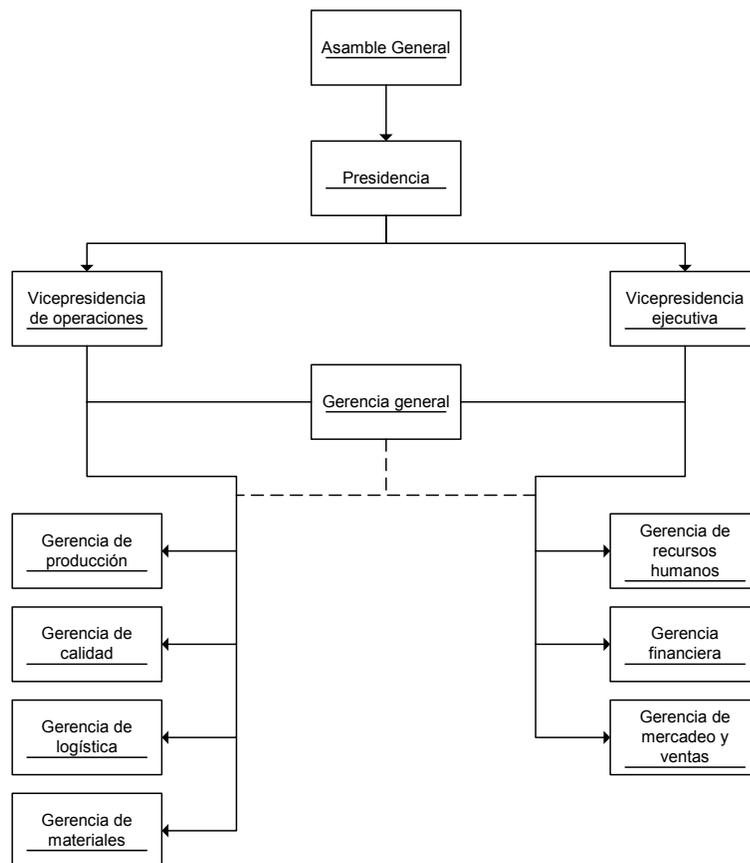
Además estas condecoraciones han contribuido a que la empresa sea reconocida por su alto desempeño, por su constante búsqueda de nuevos mercados, diversificación de productos y mejora continua en calidad y tecnología.

1.1.6. Estructura organizacional

Organigrama

La estructura organizacional está definida de acuerdo al siguiente organigrama:

Figura 16. Organigrama de grupo Fogel



Fuente: Manual de calidad de Refrigeradores de Guatemala, S.A.

Política de calidad

“Fabricamos y comercializamos equipos innovadores de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente, utilizando tecnología moderna, materiales de calidad mundial y personal competente. Mantenemos un proceso de mejora continua.

Nos comprometemos a obtener:

1. La satisfacción del cliente.
2. El bienestar de nuestros colaboradores.
3. La rentabilidad de la organización”

Fuente: Manual de calidad de Refrigeradores de Guatemala, S.A.

1.2. Marco teórico

El marco teórico está organizado entorno a la descripción de las herramientas que se utilizarán para plantear la propuesta de implementación de la filosofía de manufactura esbelta.

El objetivo de esta sección es proporcionar al lector los conceptos y metodologías fundamentales de manufactura esbelta para tener la instrucción adecuada para aplicarlas en un campo de su interés

1.2.1. Filosofía de manufactura esbelta

La información reunida en este apartado permite conocer las características generales de las prácticas de la manufactura esbelta, origen y beneficios de esta filosofía aplicada en las organizaciones.

La manufactura esbelta está orientada a asegurar la permanencia de la empresa en el mercado y al logro de mayor productividad traducida en beneficios que se extienden a todos los elementos de la organización.

1.2.1.1. Definición de manufactura esbelta

Manufactura esbelta son varias herramientas que le ayudará a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurus del sistema de producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

La manufactura flexible o manufactura esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- El respeto por el trabajador: *Kaizen*
- La mejora consistente de productividad y calidad

1.2.1.2. Objetivo de manufactura esbelta

El principal objetivo de la manufactura esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, manufactura esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

1.2.1.3. Beneficios de la manufactura esbelta

Los beneficios que genera la implementación de la filosofía de manufactura esbelta son:

- Asegurar la permanencia de la empresa en el mercado y por tanto la fuente de trabajo.
- Mayor nivel de capacitación y entrenamiento hacen a todos los empleados, más valiosos dentro y fuera del ambiente de trabajo.
- Mayor productividad siempre se traduce en beneficios que se extienden a todos los elementos de la organización y a la comunidad.

Cada persona debe descubrir de qué manera el cambio le va a beneficiar. Uno de los grandes errores de la empresa consiste en pretender que las personas trabajen en base a objetivos globales, sin tomar en cuenta los de ellos.

1.2.1.4. Pensamiento esbelto

En el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta, el personal cumple un rol fundamental, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le ‘apagan el foquito’ a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de manufactura esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo.

1.2.1.5. Los cinco principios del pensamiento esbelto

1. Definir el valor desde el punto de vista del cliente: Consiste en identificar lo que los clientes están dispuesto a pagar; la mayoría de ellos quieren comprar una solución, no un producto o servicio.

2. Identificar la corriente de valor: Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

3. Crear Flujo: Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

4. Producir el “Jale” del cliente: Una vez hecho el flujo, las empresas serán capaces de producir por órdenes de los clientes y no basados en pronósticos de ventas a largo plazo.

5. Perseguir la perfección: Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

1.2.2. Metodología de las 5’S

La metodología de 5’S permite eliminar gastos innecesarios, mejorar las condiciones de seguridad, beneficiando así a la empresa y sus colaboradores. Es aplicable a todo tipo de empresas, áreas, almacenes, gestión de stocks, puesto de trabajo, archivos y demás. Son muchas las empresas que siguiendo este enfoque de las 5`S experimentan una mejora drástica en su organización.

1.2.2.1. Significado de 5’S

Las 5´S es parte de un programa de Mejora Continua llamado “*Kaizen*”. La palabra “*Kaizen*” se divide en dos significados, “*Ka*” que significa cambio y “*Zen*” que quiere decir para mejorar. Se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras.

Las 5'S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la misma dirección:

Conseguir una empresa limpia, ordenada y un grato ambiente de trabajo.

Tabla I. Significado de 5'S

Elemento	Significado
<i>Seiri</i>	Clasificación
<i>Seiton</i>	Orden
<i>Seiso</i>	Limpieza
<i>Seiketsu</i>	Higiene y bienestar
<i>Shitsuke</i>	Disciplina

Seiri – Clasificar

Consiste en separar lo que es necesario de lo que no lo es y tirar lo que es inútil.

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar.

La forma de realizar la CLASIFICACIÓN es:

- Haciendo inventarios de las cosas útiles en el área de trabajo.
- Entregar un listado de las herramientas o equipos que no sirven en el área de trabajo.
- Desechando las cosas inútiles.

Figura 17. Seire – Clasificar



ANTES



DESPUES

Seiton – Orden

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Esto puede lograrse siguiendo los siguientes lineamientos:

- Colocar las cosas útiles por orden según criterios de: Seguridad / Calidad / Eficacia.
 - **Seguridad:** Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.

- **Calidad:** Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
- **Eficacia:** Que ayude a minimizar el tiempo perdido en los procesos.
- Elaborar procedimientos que permitan mantener el orden.

Figura 18. Seiton – Orden



ANTES



DESPUES

Seiso – Limpieza

La limpieza implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar, las herramientas y las piezas deterioradas o dañadas, para lo que se deben establecer y aplicar procedimientos de limpieza.

La idea es actuar con un enfoque preventivo: NO SE TRATA DE LIMPIAR SINO DE EVITAR QUE SE ENSUCIE.

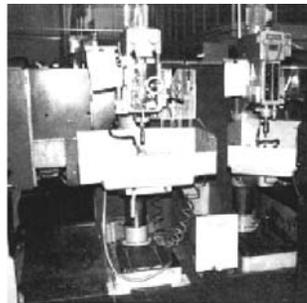
La limpieza de partes sucias puede lograrse cumpliendo los siguientes pasos:

- Recogiendo y retirando lo que estorba.
- Limpiando con un trapo o una brocha.
- Barriendo.
- Desengrasando con un producto adaptado y homologado.
- Pasando la aspiradora.
- Cepillando y lijando en los lugares que sea preciso.
- Rastrillando.
- Eliminando focos de suciedad.

Figura 19. Seiso - Limpieza



ANTES



DESPUES

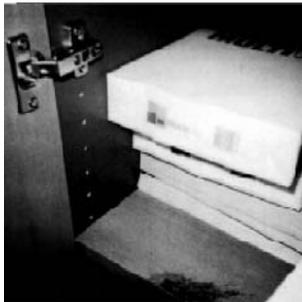
Seiketsu – Higiene y bienestar personal

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos (manómetros, contadores, marcas que denotan la ausencia de una herramienta o el agotamiento de un material).

Esto se logra manteniendo constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de los lugares de trabajo por medio de actividades como:

- Limpiar con la regularidad establecida.
- Mantener todo en su sitio y orden.
- Establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza.

Figura 20. Seiketsu – Higiene y bienestar



ANTES



DESPUES

Shitsuke – Disciplina

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Acostumbrarse a aplicar las 5'S en el sitio de trabajo y a respetar las normas del sitio de trabajo con rigor, cumpliendo con aspectos como:

- Respeto a los demás.
- Respeto a las normas del sitio de trabajo.
- Utilizar los equipos de protección.
- Hábito de limpieza.

En el contexto de 5'S, el término "disciplina" no implica una obligación impuestas por otros. DISCIPLINA ES ACTUAR DE ACUERDO A LO QUE SE HAYA ACORDADO ENTRE TODOS POR PROPIA CONVICCIÓN.

Si no hay disciplina y no se adquieren los hábitos correctos, por no seguir las normas y procedimientos diseñados en cada fase, todo el trabajo y esfuerzo personal realizado durante la implantación de las 4 primeras S habrá servido de muy poco, se volverá a la situación anterior en cuestión de meses o quizá de semanas. Se habrá perdido una excelente oportunidad de mejora, con el consiguiente desánimo de todos.

Figura 21. Shitsuke – Disciplina



Las **tres primeras fases** – clasificación, orden y limpieza – son operativas. La **cuarta fase** – Higiene y bienestar – ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores – clasificación, orden y limpieza – mediante la estandarización de prácticas. La **quinta y última fase** – disciplina – permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

Las cinco fases componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra.

1.2.2.2. Aplicación y objetivo de la metodología de 5'S

La metodología de 5'S puede aplicarse a cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, que desee iniciar el camino de la mejora continua. Las 5'S son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas, tanto en talleres como en oficinas, incluso en aquellos que aparentemente se encuentran suficientemente ordenados y limpios. SIEMPRE SE PUEDEN EVITAR INEFICIENCIAS, EVITAR DESPLAZAMIENTOS Y ELIMINAR DESPILFARROS DE TIEMPO Y ESPACIO.

El objetivo de la metodología de 5'S es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es una mera cuestión de estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia LA CALIDAD, LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD DE LA ORGANIZACIÓN.

1.2.2.3. Beneficios de la metodología de 5'S

- Los trabajadores se comprometen. Se valoran sus aportaciones y conocimiento. LA MEJORA CONTINUA SE HACE UNA TAREA DE TODOS.

- Manteniendo y mejorando constantemente el nivel de 5S se consigue una MAYOR PRODUCTIVIDAD traducida en:
 - Menos productos defectuosos.
 - Menos averías.
 - Menor nivel de existencias o inventarios.
 - Menos accidentes.
 - Menos movimientos y traslados inútiles.
 - Menor tiempo para el cambio de herramientas.

- Mediante la organización, el orden y la limpieza se logra un MEJOR LUGAR DE TRABAJO para todos, puesto que se consigue:
 - Más espacio
 - Orgullo del lugar en el que se trabaja
 - Mejor imagen ante nuestros clientes
 - Mayor cooperación y trabajo en equipo
 - Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas
 - Mayor conocimiento del puesto

1.2.3. Teoría de restricciones (TOC)

Teoría de restricciones – TOC en sus siglas en inglés (*Theory of Constraints*) se originó como una manera de administrar los ambientes industriales, con el objetivo de aumentar las ganancias de las compañías en el corto y el largo plazo. Este objetivo se alcanza aumentando el *throughput* (ingreso de dinero a través de las ventas) al mismo tiempo que se reducen los inventarios y los gastos operativos.

1.2.3.1. Introducción a teoría de restricciones (TOC)

Probablemente uno de los problemas que se presentan en las “Ciencias Empresariales” es el de las modas gerenciales, que ocurren cuando algún autor famoso escribe un libro, da conferencias y realiza asesorías y consultorías que desembocan en el deslumbramiento de académicos y ejecutivos por igual, con el resultado negativo de que en muchos casos estas modas son percibidas como “lo que hay que hacer ahora, lo que se hacía antes no sirve”.

Aunque los autores de los libros en TOC no son explícitos en este sentido, es claro que lo que proponen no exige el desmonte de avances anteriores. Es decir, en lugar de reemplazarlos, TOC es una visión que pretende construir sobre y aprovechar los avances logrados con la aplicación de otras técnicas, herramientas y filosofías.

1.2.3.2. Premisas de la teoría de restricciones (TOC)

En forma abreviada, la teoría de restricciones se basa en las siguientes premisas:

- La meta de cualquier empresa con fines de lucro, es ganar dinero en forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no obtiene ganancias en forma ilimitada, es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones. Toda empresa cuenta con unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero.

- Hablar de restricciones, no es sinónimo de recursos escasos; es imposible contar con una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, aquello que impide a una organización alcanzar su más alto desempeño con relación a su Meta, son políticas erróneas.
- La única **vía real para mejorar** el funcionamiento de una organización, es pues, **identificar y eliminar** sus restricciones.

1.2.3.3. Enfoque de la teoría de restricciones

La teoría de restricciones (TOC) (*Theory of Constraints*) se originó como una manera de administrar los ambientes industriales, con el objetivo de aumentar las ganancias de las compañías en el corto y el largo plazo. Este objetivo se alcanza aumentando el *throughput* (ingreso de dinero a través de las ventas) al mismo tiempo que se reducen los inventarios y los gastos operativos.

La clave de teoría de restricciones es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos interdependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones) pero sólo unos pocos de ellos, los cuellos botella (llamados restricciones) condicionan la salida de toda la producción. Reconocer esta interdependencia y el papel clave de los cuellos de botella es el primer paso que las compañías que implementan TOC tienen que dar para crear soluciones simples y comprensibles para sus complejos problemas.

¿Qué son restricciones?

Una restricción es aquel aspecto que limita el desempeño de todo el sistema. TOC define tres tipos principales de restricciones:

- Restricciones físicas: Cuando la limitación es impuesta por una máquina, un material, un proveedor o en general cualquier aspecto que pueda ser relacionado con un factor tangible del proceso de producción.
- Restricciones de mercado: Cuando el impedimento al desempeño sea impuesto por condiciones externas a la compañía por el lado de la demanda de sus productos o servicios.
- Restricciones de política: Cuando la compañía ha adoptado prácticas, procedimientos, estímulos o formas de operación que son contrarios a su productividad o conducen (a veces sutil e inadvertidamente) a resultados en realidad contrarios a los deseados.

La belleza y el poder de teoría de restricciones radican en que le proporcionan al analista una manera estructurada e inteligente de concentrar esfuerzos. Si el desempeño del sistema está limitado por las restricciones, es evidente que los esfuerzos para mejorarlas cubrirían todo el sistema; en cambio, si se intenta mejorar aspectos que no sean restricción su impacto en el resultado final será invisible.

1.2.3.4. Proceso de la teoría de restricciones

Para poder tratar las restricciones de una manera estructurada, existe un proceso cíclico de cinco etapas:

- 1. Identificar las restricciones:** Se deben identificar las restricciones asociadas con las operaciones, dichas restricciones son llamadas también cuellos de botella.
- 2. Decidir cómo explotar las restricciones del sistema:** Una vez que las restricciones internas han sido identificadas, los esfuerzos de la administración deben enfocarse en la maximización del flujo de bienes o productos a través de esa restricción, es decir la estrategia consiste en mantener la operación de esa restricción al 100% en lo que se intenta canalizar hacia otras áreas cuando sea posible.
- 3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior:** Posteriormente a la identificación y organización de las operaciones para que funcionen al máximo de eficiencia posible viene una etapa en la cual se busca que todos los otros recursos necesarios para completar el proceso productivo se sincronicen con el uso de la restricción.
- 4. Elevar las restricciones del sistema:** En el caso de que en el mercado existiera demanda suficiente, el paso lógico parece ser procurar aumentar la capacidad de la restricción, sin embargo, esto puede significar la necesidad de comprometer nuevos recursos que pueden no estar disponibles, por lo que, se recomienda que este paso sea detenido hasta que los anteriores hayan sido suficientemente satisfechos.

5. Si en los pasos anteriores se rompe una restricción, volver al paso uno (1): Se debe estar consciente que cuando se ha liberado una restricción aparecerán otras por lo que estas etapas constituyen un círculo de forma tal que en un proceso de mejora continua de una empresa el proceso de los cinco (5) pasos se repite constantemente.

1.2.3.5. Aplicación para abordar las restricciones: Tambor - Inventario de protección - Cuerda (TAC)

TAC (tambor - inventario de protección - cuerda) es una metodología de planeamiento, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar teoría de restricciones a la programación de una fábrica. TAC aplica perfectamente la mecánica de programación de teoría de restricciones (TOC) y la hace fácil de entender e implementar en la planta. Esta simplicidad es lo que hace tan poderoso al TAC.

- El tambor se refiere a los cuellos de botella (recursos con capacidad restringida) que marcan el paso de toda la fábrica.
- El inventario de protección es un amortiguador de impactos basado en el tiempo, que protege al throughput (ingreso de dinero a través de las ventas) de las interrupciones del día a día y asegura que el tambor nunca se quede sin material.
- En lugar de los tradicionales inventarios de protección "basados en cantidades de material", los inventarios de protección recomendados por teoría de restricciones están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material a los puntos críticos con una cierta anticipación.

- En lugar de situar inventario de protección en cada operación, lo cual aumenta innecesariamente los tiempos de fabricación, las compañías que implementan teoría de restricciones sitúan inventarios de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.
- El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al tambor, más el tiempo del Inventario de protección, es llamado "longitud de cuerda" o simplemente "cuerda".

1.2.3.6. Implicaciones financieras del la teoría de restricciones (TOC)

Probablemente uno de los puntos que mayor controversia ha generado en torno a la teoría de restricciones propuesta por Eliyahu Goldratt es sin lugar a dudas, el concerniente a las herramientas y técnicas de medición del desempeño financiero de la empresa. Para Goldratt, los procesos de toma de decisiones fundamentados de manera exclusiva en información contable son totalmente errados. A partir de esta premisa básica, Goldratt construye lo que según él, deben ser los indicadores más importantes de cualquier empresa en procura del objetivo primario de ganar más dinero.

Los indicadores a los cuales se está haciendo referencia son:

- **Throughput:** Ingreso de dinero a través de las ventas.
- **Inventarios:** Costo de los materiales utilizados en la producción de un artículo. Es lo que se compra y pretende vender.

- **Gasto de operación:** Dinero consumido por la empresa para convertir los inventarios en *throughput*.

Los postulados de Goldratt van incluso más allá de estos indicadores, inscribiéndolos en lo que él ha querido llamar la contabilidad del “*throughput*”, contraponiéndola al mundo de los costos y criticando los métodos convencionales de identificación y determinación de costos.

A continuación se pretende dilucidar de manera más sencilla los principales postulados y efectos financieros de la teoría de restricciones. En su libro “La Meta” Goldratt afirma que el principal objetivo de una empresa es ganar dinero ahora y en el futuro y según él, los indicadores que permiten saber si una empresa está ganando dinero son: la utilidad neta y rendimiento sobre capital invertido. Como punto de partida, este principio de ganar dinero aunque simple y quizás un poco parco se podría incorporar en lo que se ha denominado el objetivo financiero básico de una empresa, la creación de riqueza para los accionistas. Adicionalmente, los investigadores del tema financiero han insistido en que la creación de riqueza para los accionistas es el resultado de la interacción de diferentes elementos (palancas de valor), que de alguna manera se recogen en la utilidad neta, el retorno sobre capital invertido y el flujo de caja, sin embargo es conveniente intentar una relación entre los postulados de la teoría de restricciones y el valor de una empresa.

Ahora se hará referencia a los indicadores de desempeño operativo propuestos en la teoría de restricciones. El propósito de estos indicadores es valorar de forma correcta el efecto de las acciones de manufactura en la productividad y rentabilidad de toda la empresa. La base de este nuevo método es el desarrollo de medidas intuitivas con las que se pueda evaluar de forma correcta el efecto de las actividades operativas.

- **Throughput:** La definición normal de *throughput* es la producción total. Sin embargo, desde el planteamiento de la teoría de restricciones, para el cálculo del *throughput* sólo deben considerarse las ventas y no las unidades producidas. La razón de esta situación es muy simple ya que los productos terminados no generan ingresos hasta que se venden, o mejor aún, hasta que no se produce el recaudo de lo vendido.

El *throughput* ha sido definido como la velocidad con la cual el sistema genera dinero a través de las ventas. Una unidad producida y no vendida no genera *throughput*. Operativamente, el *throughput* ha sido definido mediante la siguiente expresión:

Ecuación 1. *Throughput*

$$\mathbf{Throughput = Precio\ de\ venta - Costo\ de\ materia\ prima}$$

ó

$$\mathbf{Throughput = (Precio\ de\ venta - Gastos\ totales\ variables) * Cantidad\ vendida}$$

En este punto, aparece la primera crítica grande a los postulados financieros de la teoría. ¿Por qué sólo considerar el costo de la materia prima, cuando existe otro conjunto de costos variables, que según la teoría contable hacen parte del costo? Incluso, algunos autores han llegado a afirmar que Goldratt incluye sólo la materia prima porque es la más fácil de determinar. Sin embargo, si se analiza en detalle se observará que las críticas son sólo cuestión de forma y posición en el estado de resultados. En procura de conocer con más detalle el costo del producto parece ser un mejor indicador que el *throughput* la contribución marginal de los productos, en la cual se incluyen todos los costos directamente imputables al producto, pero de manera precisa. Las técnicas contables actuales como el costeo basado en actividades, no son de importancia aquí porque se dedican a tratar de volver directos los costos indirectos.

- **Inventario:** La definición de inventario propuesta en la teoría de restricciones es muy sencilla, ya que restringe el valor del mismo única y exclusivamente al costo de los materiales incorporados en él.

En el concepto tradicional los inventarios incorporan el costo de la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación. El concepto contable tradicional del costo del inventario deforma la perspectiva y conduce a pensar que se ha agregado valor a un producto que aún no ha sido vendido. Lo cierto es que los inventarios de producto terminado y producto en proceso poseen un valor agregado superior al inventario de materiales, aunque ese valor agregado no sea percibido por el cliente, lo cual sería un problema posterior, ya que en caso de que los inventarios de producto terminado perdieran posibilidad de venta serían un elemento destructor de valor.

Ecuación 2. Inventario

$$\text{Inventario} = (\text{materia prima} + \text{material en proceso} + \text{producto terminado}) * \text{Costo}$$

Ecuación 3. Gasto de operación

$$\text{Gasto de operación} = \text{Personal} * \text{Salario/persona}$$

- **Gastos de operación.** Es el dinero consumido por la empresa para convertir los inventarios en *throughput* en un determinado tiempo. Los gastos de operación incluyen todo el dinero que la empresa gasta, excepto el consumido en materias primas. Todas las actividades que agregan valor (incluso la mano de obra directa e indirecta) se consideran gastos operacionales. Los costos de manipulación de inventarios también son un gasto operacional. Analizado de la manera tan simple como fue concebido, se puede observar que el dinero es el común denominador de los indicadores propuestos en la teoría de restricciones, que son muy atractivos ya que simplifican la comprensión de conceptos contables complejos y en ocasiones artificiales.

La teoría de restricciones guarda mucha similitud en los postulados financieros con el concepto clásico de la economía que permite el cálculo de un valor agregado por sustracción o por adición, con la única diferencia que el *throughput* en estos planteamientos involucra toda la producción incluyendo los inventarios de producto final, lo que bien podría ser considerado un error. Desde las premisas de la teoría de restricciones, el *throughput* es el dinero que ingresa a la empresa; el inventario es el dinero invertido en cierto momento en el sistema; los gastos de operación son el dinero pagado por el sistema por todas las actividades que soportan el funcionamiento de la empresa. El único elemento que no se visualiza claramente en estos postulados es la inversión en capital fijo o de largo plazo. Según los criterios anteriormente presentados, en la teoría de restricciones los principales indicadores de desempeño económico se visualizan así:

Ecuación 4. Utilidad neta

$$\text{Utilidad neta} = \textit{Throughput} - \text{Gastos de operación}$$

Ecuación 5. Rendimiento sobre capital invertido

$$\text{Rendimiento sobre capital invertido} = \frac{(\textit{Throughput} - \text{Gastos de operación})}{\text{Inversión}}$$

La idea lógica en relación con el retorno sobre capital invertido es que el denominador de la razón debe ser el capital total invertido en el negocio, es decir, el capital fijo de operación y el capital de trabajo. La consideración de los inventarios como único elemento relevante del capital es totalmente inapropiada, puesto que excluye otros activos que han representado cuantiosas inversiones para las empresas.

2. JUSTIFICACIÓN

Este capítulo muestra una perspectiva general de la empresa que reúne la descripción de las familias de equipos producidas y el proceso de ensamble al cual son sometidos. Se incluye también los aspectos importantes que afectan el flujo de producción, los cuales constituyen las principales razones para la implementación de la filosofía de manufactura esbelta.

2.1. Descripción de las familias de equipos producidas en la línea de ensamble

En la línea de ensamble se producen cuatro (4) de nueve (9) familias que se fabrican en esta empresa dedicada a la industria metal mecánica.

A continuación se describen las características de cada familia:

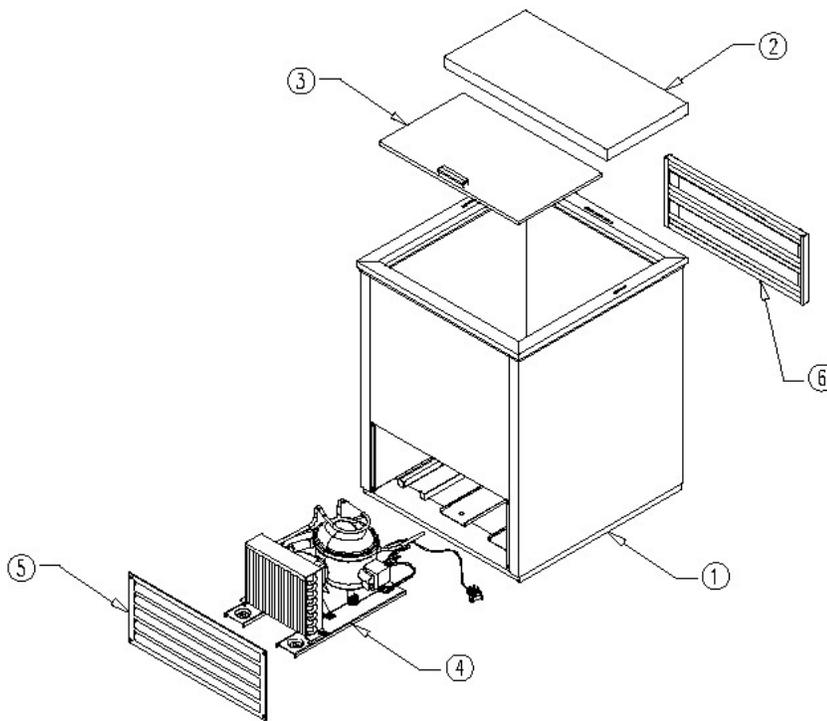
Enfriadores horizontales

Los enfriadores horizontales se subdividen en:

- **Enfriadores de placas:** La familia de enfriadores de placas tiene un sistema de placas que funciona por medio de serpentines de cobre adheridos internamente a las placas y paredes del enfriador. El refrigerante circula a través de los serpentines de cobre, enfriando las placas y paredes del equipo. El frío que conducen se transmite a los productos dentro del enfriador por contacto y por gravedad.

Las placas enfrían de tal manera que nos permiten usarlas para hacer hielo. En todos los enfriadores con este sistema se incluyen bandejas para hacer hielo.

Figura 22. Principales componentes de los enfriadores horizontales de placas

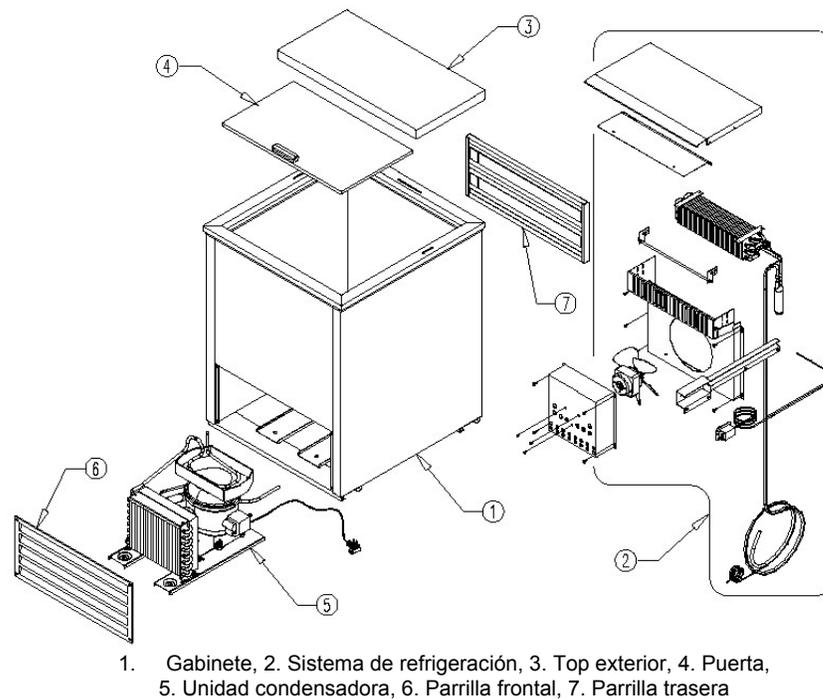


1. Gabinete, 2. Top exterior, 3. Puerta, 4. Unidad condensadora,
5. Parrilla frontal, 6. Parrilla trasera

- **Enfriadores de aire forzado:** El sistema de aire forzado funciona por medio de un evaporador con circuito de cobre y aletas de aluminio, a través del cual circula el gas refrigerante. Un abanico de alta velocidad impulsa el aire a través del evaporador, haciéndolo salir a baja temperatura y forzándolo a circular alrededor de todos los productos dentro del enfriador.

El resultado es que el efecto de refrigeración se logra rápida y uniformemente, reduciendo el consumo de electricidad.

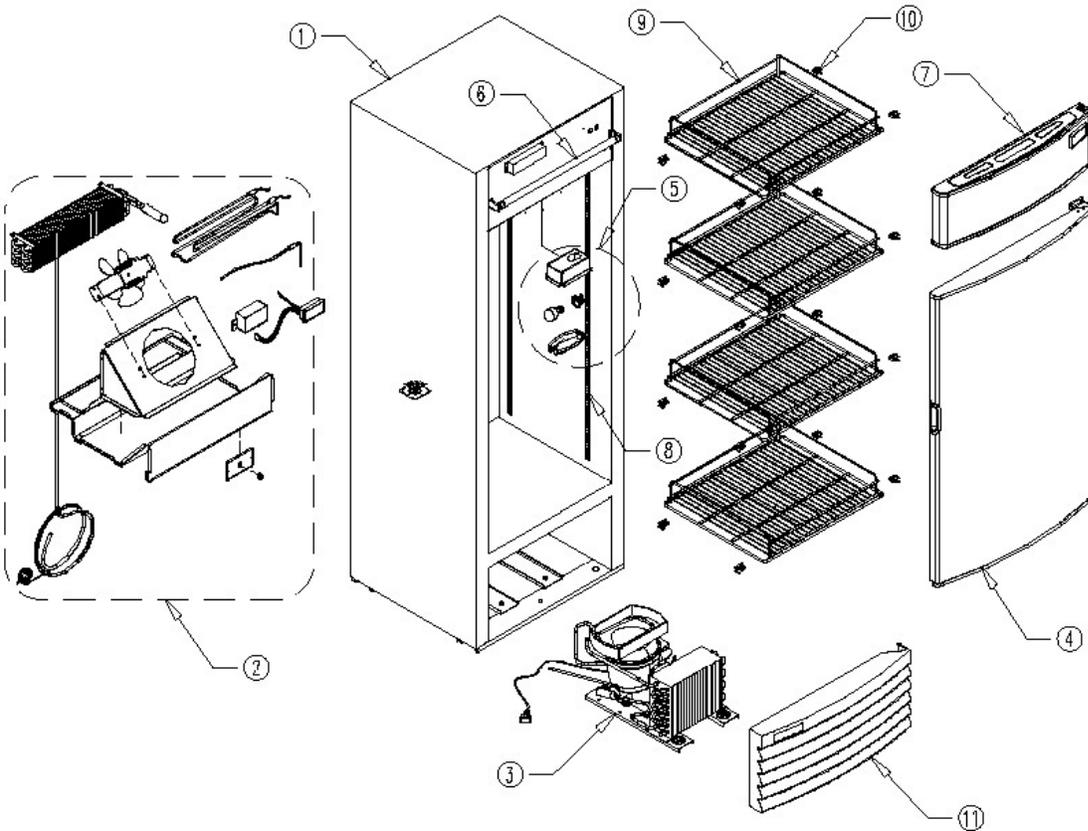
Figura 23. Principales componentes de los enfriadores horizontales de aire forzado



Froster verticales

Sistemas de refrigeración para producir el frío más profundo para bebidas alcohólicas en botella, en ambientes tropicales de hasta 40.5° C y 75% de humedad relativa. Son equipos con estructuras sólidas y robustas, fabricados con materiales resistentes a la oxidación.

Figura 24. Principales componentes de los froster verticales



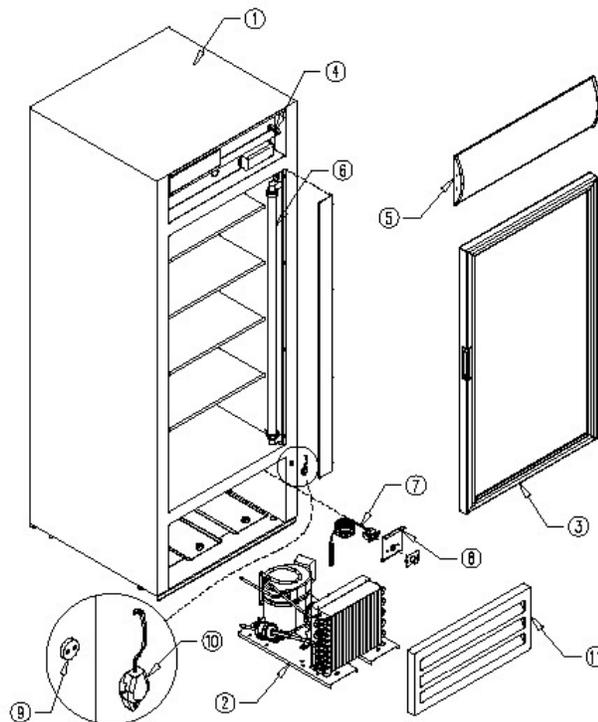
1. Gabinete, 2. Sistema de refrigeración, 3. Unidad condensadora, 4. Sistema de puerta,
5. Lámpara interior, 6. Lámpara de rótulo, 7. Rótulo exterior,
8. Pilaster, 9. Parrilla plana, 10. Clips de parrilla, 11. Cubremotor

Congeladores verticales de placas

Los congeladores verticales de placas funcionan por medio de serpentines de cobre adheridos internamente a las paredes y estantes del congelador. Estos congeladores son fabricados con el refrigerante ecológico R-404, que es un gas especial para temperaturas bajas. Este gas circula a través de los serpentines de cobre, enfriando las placas y paredes del equipo.

El frío que conducen se transmite a los productos dentro del congelador por contacto y por gravedad.

Figura 25. Principales componentes de los congeladores verticales de placas

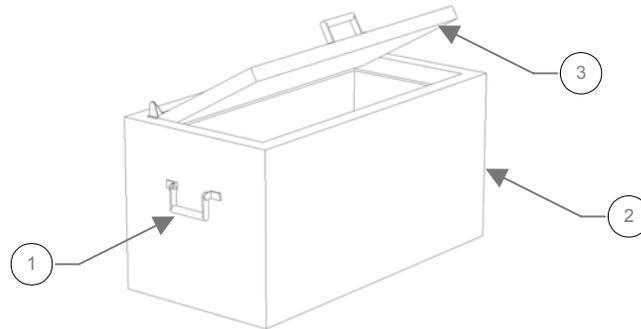


1. Gabinete, 2. Unidad condensadora, 3. Sistema de puerta, 4. Sistema lámpara de rótulo, 5. Rótulo exterior,
6. Lámpara interior, 7. Termostato, 8. Soporte de termostato, 9. Receptáculo, 10. Conector
11. Cubremotor

Hieleras

Las hieleras son pequeñas almacenadoras que conservan el hielo por más de treinta y seis (36) horas debido a su aislamiento de poliuretano inyectado, libre de CFC's. El gabinete es de lámina galvanizada, prepintada con pintura de poliéster al horno.

Figura 26. Principales componentes de las hieleras



1. Jalador de gabinete, 2. Gabinete, 3. Puerta

Nuevos diseños

En la línea de ensamble “C” se ensamblan todos los prototipos y corridas pilotos necesarias para lograr el desarrollo de un nuevo modelo.

2.2. Descripción de las áreas de la línea de ensamble

La línea de ensamble “C” se compone de cuatro (4) áreas básicas

2.2.1. Ensamble 1“C”

Esta parte del proceso tiene como resultado el ensamble del gabinete, es una etapa de ensamble en su mayoría metal mecánico.

Descripción del proceso

Las familias de equipos producidas en la línea de ensamble "C" pueden ser clasificadas en dos grandes grupos para fines de secuencia de producción:

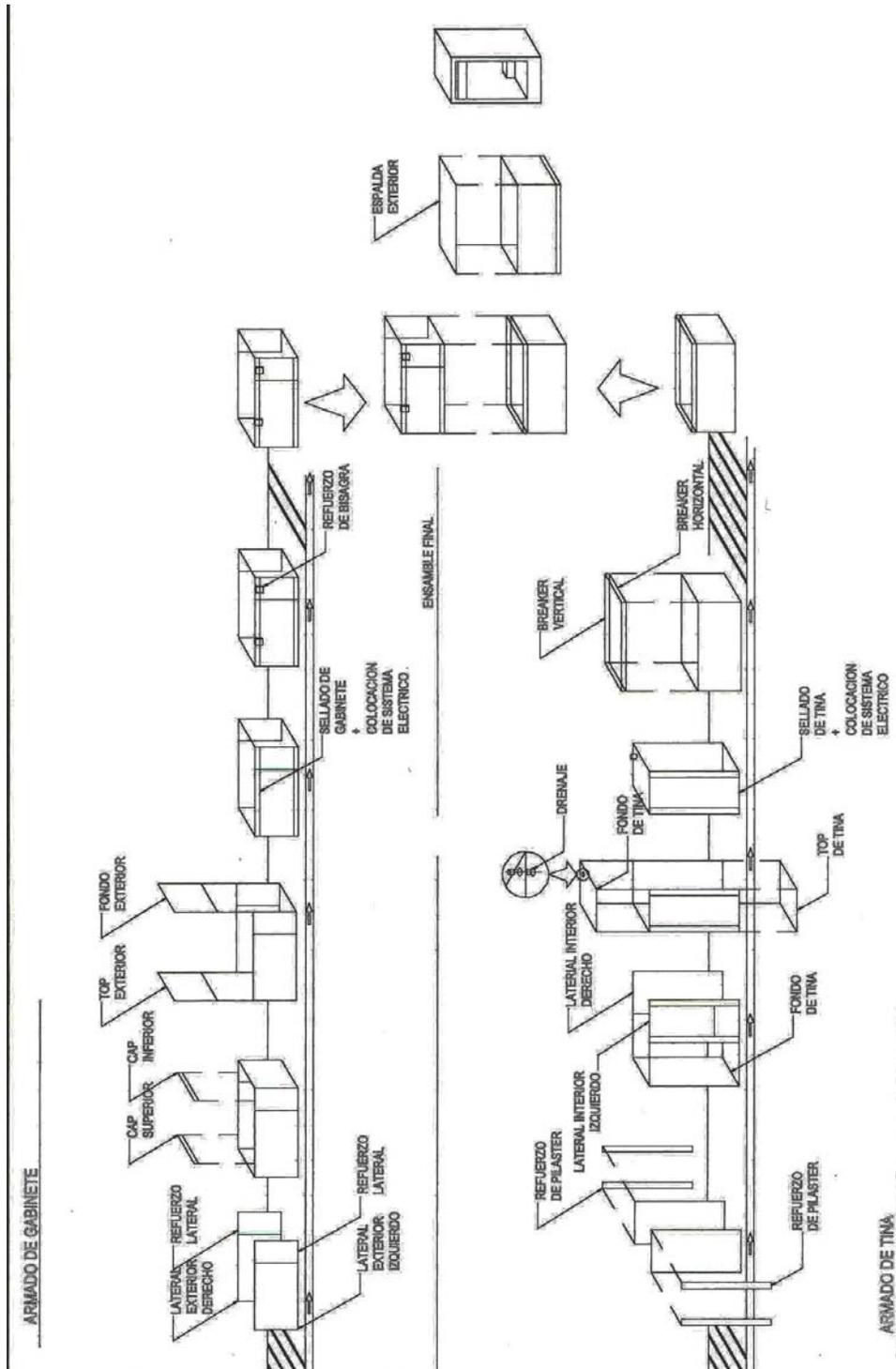
- Equipos verticales: Congeladores verticales de placas y froster verticales.
- Equipos horizontales: Enfriadores horizontales y hieleras.

Equipos verticales

Las operaciones de ensamble 1"C" pueden ser divididas en:

- **Armado de gabinete:** Consta del ensamble de lateral exterior derecho e izquierdo, refuerzos de lateral, cap superior e inferior, top y fondo exterior. Ya ensamblado el gabinete se sella e instalan los componentes del sistema eléctrico y demás refuerzos que lleve el modelo a fabricar.
- **Armado de tina:** Se compone de del ensamble de laterales de tina, refuerzo de pilaster, colocación de drenaje, fondo y top de tina. Ya ensamblada la tina se sella, se colocan los componentes del sistema eléctrico y breaker.
- **Ensamble final:** Consiste en el ensamble y sellado de tina con gabinete.

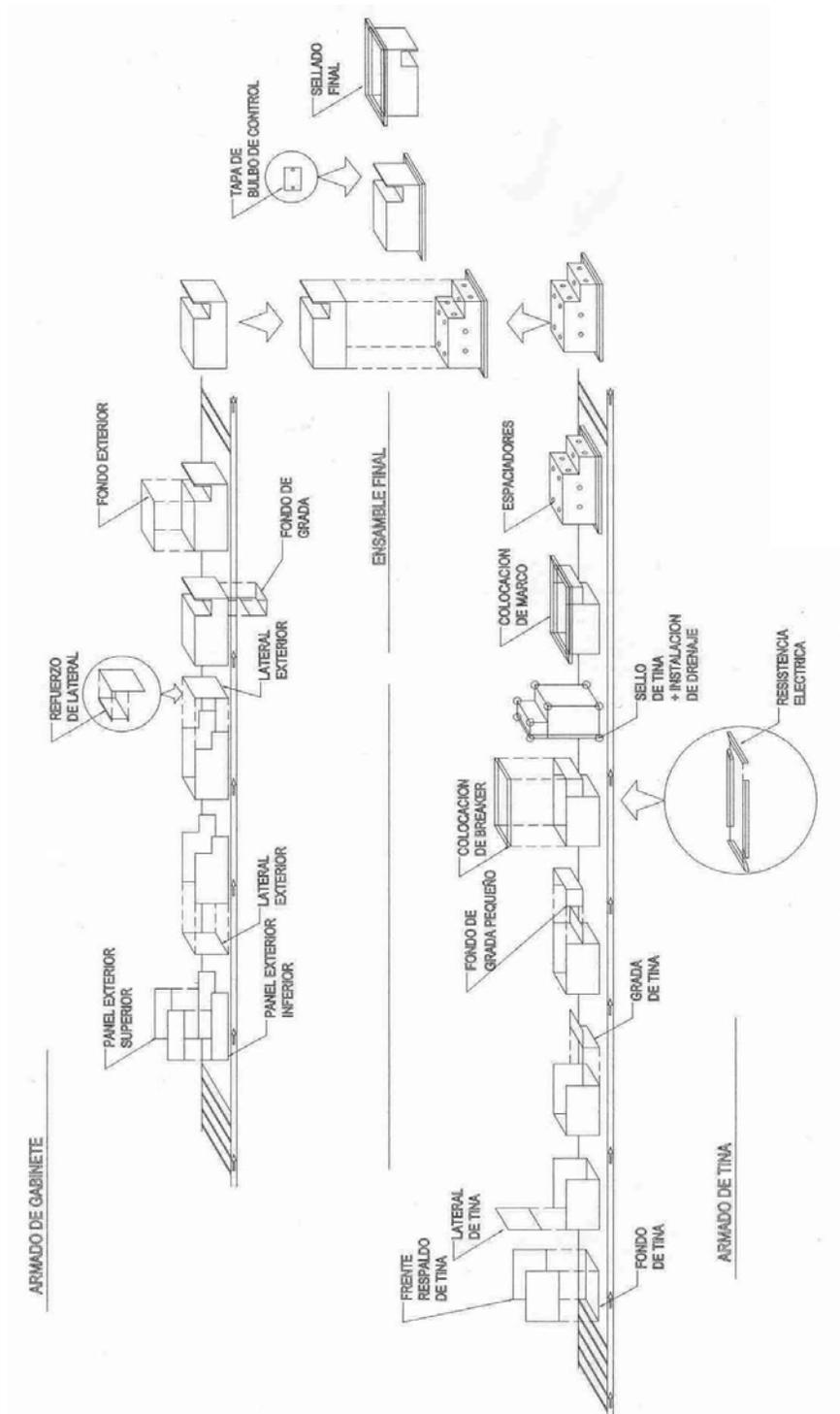
Figura 27. Proceso de ensamble 1" C" de equipos verticales



Equipos horizontales

- **Armado de gabinete:** El gabinete se obtiene del ensamble de panel exterior superior, panel exterior inferior, laterales exteriores, refuerzo de lateral, fondo de grada y fondo exterior. Formado el gabinete se sella para evitar fugas de espuma de poliestireno.
- **Armado de tina:** La tina se obtiene del ensamble de frente, respaldo, fondo, laterales y gradas de tina. Para completar el ensamble de la tina se coloca breaker, se sella la tina, se instalan los componentes del sistema eléctrico, se instala marco y espaciadores.
- **Ensamble final:** Comprende en ensamble y sellado de tina con gabinete.

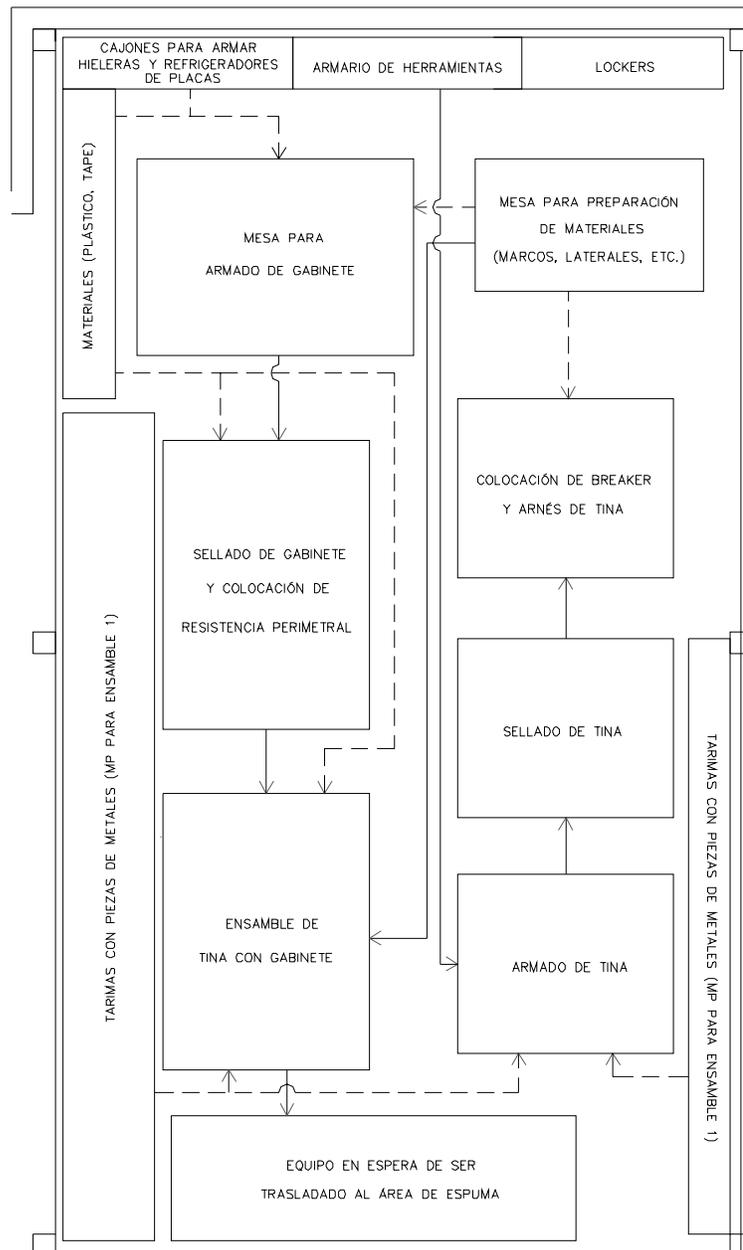
Figura 28. Proceso de ensamble 1”C” de equipos horizontales



Descripción del área

El flujo de operaciones del área de ensamble 1”C” se explica en la figura 29.

Figura 29. Flujo de operaciones en ensamble 1 “C”



2.2.2. Espuma

Esta etapa del proceso el gabinete es inyectado con espuma de poliuretano el cual actúa como aislante térmico, brindándole a éste una de las características necesarias para fungir como equipo de refrigeración.

Descripción de elaboración de espuma

El sistema de poliuretano para inyección está formado por dos componentes líquidos: polioliol – exento de CFC y HCFC – e isocianato MDI, que mediante reacción química dan lugar a una espuma de poliuretano rígida de celdas cerradas superior al 90%. Debido a su formulación y a la ligereza de su estructura, la espuma rígida de poliuretano ofrece unas excelentes propiedades como aislante térmico.

La producción de espuma rígida de poliuretano tiene lugar en el mismo lugar de su aplicación, mediante máquinas específicas para ello, con las consiguientes ventajas de movilidad y rapidez de ejecución. En aproximadamente diez (10) minutos la mezcla se expande, rellena la cavidad y se endurece.

Esta espuma permite el mejor aprovechamiento del espacio al requerir un menor espesor, proporciona mayor estabilidad frente a dilataciones y contracciones producidas por cambios térmicos, gran homogeneidad de sus propiedades mecánicas y de fácil control por su medio de aplicación.

Descripción del proceso de inyección de espuma

Todas las familias de equipos se agrupan en dos (2) operaciones básicas descritas a continuación:

- **Preparación de gabinete previo a inyección de espuma**

Este proceso consiste en colocar piezas de madera (moldes) como soporte del equipo previo a ser espumado. Las piezas de madera o moldes se colocan en la secuencia siguiente:

- Fondo
- Espalda
- Laterales
- Divisiones
- Llaves y tranquilas
- Fondo de unidad

Figura 30. Moldes de soporte



Después de la colocación de moldes se traslada a la cámara de espuma.

- **Inyección de espuma**

En esta operación se selecciona el programa de inyección de espuma, después en la máquina espumadora se elige la colada, el cabezal y el número de programa, por último se dispara el cabezal para inyectar la espuma. Después de la inyección, se retiran los moldes y se traslada el equipo a ensamble 2.

2.2.3. Ensamble 2“C”

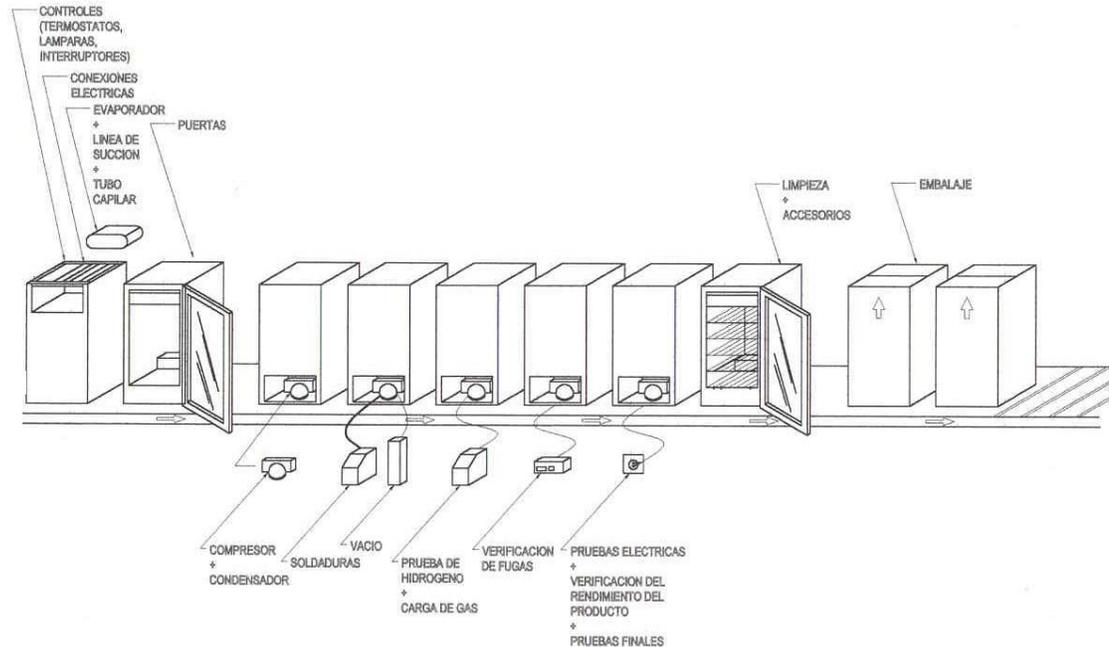
En este segmento del proceso se instalan piezas que conforman el aspecto funcional y estético, además se ensamblan los componentes del sistema de refrigeración del equipo.

Las operaciones en esta área son similares para todas las familias. Comprende el ensamble de termostatos, lámparas, interruptores, y evaporador. Ver figura 31.

2.2.4. Ensamble 3“C”

Este ensamble realiza la instalación de unidad condensadora, el sistema eléctrico y refrigeración del equipo, así como las actividades de limpieza y empaque. Al finalizar este proceso el equipo se traslada al área de despacho. Este ensamble sigue el mismo proceso tanto a equipos verticales como horizontales.

Figura 31. Proceso de ensamble 2 y 3 “C”



2.3. Manejo de materiales en las estaciones de trabajo

El flujo en la línea de producción no asegura que las materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen normalmente de un lugar a otro, provocando el costo del producto, retrasando la entrega del mismo y ocupando un área excesiva para almacenamiento en la planta.

Según estudios hechos en la empresa el costo del manejo de materiales es del treinta por ciento (30%) del costo total del producto, a pesar de que esto no agrega ningún valor al producto terminado.

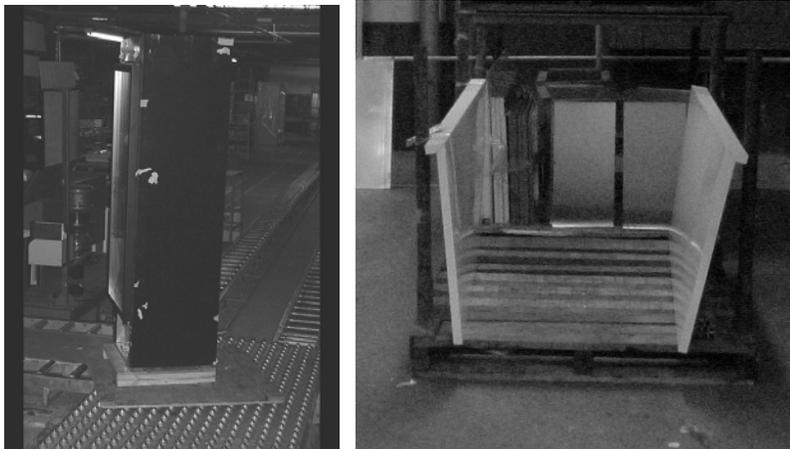
En general, todas las áreas tienen excedido el espacio destinado para almacenamiento de materiales, los materiales son movidos a varias áreas antes de llegar a su punto de utilización.

Contenedores

Se utilizan contenedores para el almacenamiento de materiales a través de todas las fases del proceso, siendo estas:

- **Tarimas:** Empleadas como superficie de transporte en la línea de producción. Además se utilizan otro tipo de tarimas como estructuras para almacenar materiales.
- **Cajas:** Se usan para almacenamiento de piezas pequeñas que son movidas manualmente durante la operación.

Figura 32. Contenedores

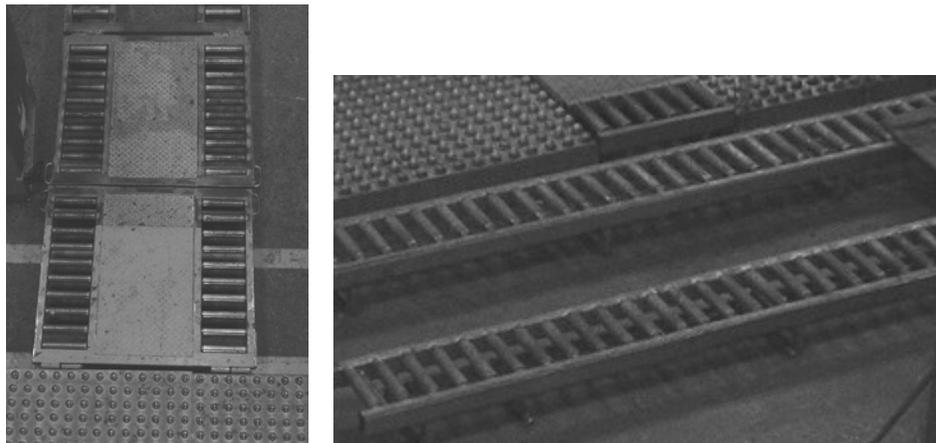


Equipo de trayectoria fija

Utilizados para transportar los equipos durante el proceso de producción de manera continua, de un punto a otro, sobre trayectorias fijas. Se utilizan en la línea de ensamble “C” para mover el equipo con rapidez en sentido horizontal.

Los transportadores que están en las áreas de ensamble 2 "C" y 3 "C" son de ruedas y rodillos, los cuales dependen de la fuerza física para mover el producto.

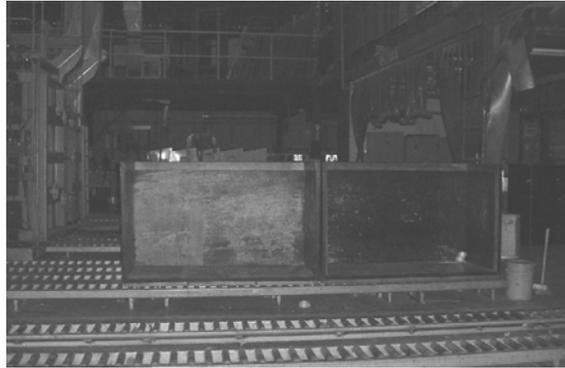
Figura 33. Equipo de trayectoria fija



Equipo móvil para el manejo de materiales

- **Carros para fábricas:** Son plataformas con ruedas movidas por el operario. Este tipo de equipo móvil es utilizado en la línea de ensamble para transportar el equipo de ensamble 1 "C" a Espuma y viceversa.
- **Montacargas motorizados:** Proporciona a la línea de ensamble "C" versatilidad ya que con toda la facilidad puede tomar los toneles de poliol e isocianato (componentes de la espuma de poliuretano) y transportarlos con rapidez a su punto de uso y desecho posterior.

Figura 34. Equipo móvil para el manejo de materiales



A continuación se enlistan los problemas de un manejo ineficiente de materiales:

- **Movimiento lento de los materiales por la línea de ensamble “C”**

Los materiales se mueven con lentitud, muchas veces se encuentran provisionalmente almacenados durante mucho tiempo, lo cual acumula inventarios excesivos.

- **Todos han perdido algo en un momento o en otro**

Las materias primas y demás suministros están colocadas en áreas distintas a los espacios destinados.

- **Un mal sistema de manejo de materiales causa serios daños a materiales y productos**

Algunos materiales necesitan almacenarse en condiciones específicas (tape plástico en lugares húmedos, piezas metálicas en superficies ásperas y con puntas, entre otras) y por no cumplir con estas normas se incurre en pérdidas.

- **Otro problema se refiere a la seguridad de los trabajadores**

El mal manejo de materiales está dañando las relaciones laborales debido a que existen situaciones de peligro para el trabajador, los riesgos más frecuentes son golpes y cortaduras por material estibado incorrectamente.

2.4. Aspectos de seguridad e higiene industrial

En Grupo Fogel la coordinación de seguridad e higiene industrial se lleva control de los siguientes aspectos:

Mantenimiento de filtros de agua

El coordinador de seguridad industrial de la empresa es el encargado de realizar inspecciones semanales a los filtros de agua en los edificios de la empresa, esto con la finalidad de determinar la necesidad de cambio de componentes, mantenimiento y/o reparaciones. También se coordina, planifica y verifica la ejecución del análisis microbiológico cada dos meses para verificar la calidad de agua.

Comité de seguridad industrial y comisión de seguridad Industrial

El comité de seguridad Industrial estará formado por un grupo de personas que representan el órgano administrativo más alto en materia de seguridad industrial.

La comisión de seguridad industrial no está constituido aún, pero se tiene planeado establecerla con seis (6) representantes de la empresa, quienes deben sugerir, ejecutar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad. Así como ser capaces de proponer soluciones a cualquier riesgo que se presente.

Capacitaciones

Como parte del proceso de seguridad industrial se realiza planificación de capacitaciones y entrenamiento al personal en aspectos de seguridad industrial como uso de extinguidores, equipo de seguridad, simulacros de evacuaciones, primeros auxilios, etc., con el apoyo de empresas y personal calificado.

Observación de instalaciones y personal

El mayor problema de seguridad que enfrenta la empresa es la apatía hacia la seguridad ya que es percibida por el personal como responsabilidad exclusiva de la coordinación de seguridad e higiene industrial. El personal no cuida apropiadamente la indumentaria y el equipo de protección asignado.

Las instalaciones de la línea de ensamble se encuentran con accesos y pasillos obstruidos, acumulación de basura y objetos sueltos. Las áreas no se encuentran identificadas, ni existe señalización de uso de ropa y equipo de protección correspondientes.

2.5. Reparaciones de equipos

Todas las actividades que causan reparaciones se dividen en dos grandes grupos:

- **Golpes y rayones en piezas metálicas**

Los problemas con las piezas metálicas se deben a golpes ocasionados principalmente por manipulación errónea en el transporte del material a través del proceso. Los golpes también pueden ser causados por ensamble incorrecto en el proceso de producción.

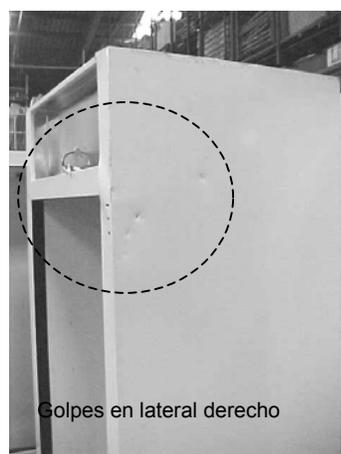
Para la reparación de las piezas dañadas es necesario someterlas a pintura y dependiendo la magnitud del golpe o el tipo de material dañado es necesario el reproceso de la pieza.

Ante este problema, el departamento de producción se ha fijado el objetivo de reducir el desperdicio de piezas metálicas como se muestra en la tabla II.

Tabla II. Objetivo para reducción de desperdicio de piezas metálicas

Tipo de material	Objetivo	Referencia
Lámina prepintada, color negro	10.00%	11.17%
Lámina prepintada, color blanco	10.00%	15.76%
Lámina prepintada, color rojo	3.20%	1.22%
Lámina prepintada, color aluminio	6.00%	10.49%
Lámina galvanizada, calibre 25	10.00%	15.83%
Lámina galvanizada, calibre 18	10.00%	19.76%
Lámina galvanizada, calibre 16	7.50%	13.05%
Acero Inoxidable	16.00%	25.67%
Aluminio	14.00%	27.65%

Figura 35. Golpes en piezas metálicas



- **Mala práctica de manufactura**

Esta clasificación se compone por actividades del proceso de producción mal ejecutadas. En cada área de la línea de ensamble “C” se encuentran problemas específicos descritos a continuación:

Tabla III. Problemas de manufactura más frecuentes

Ensamble 1 “C”	Cables perforados por tornillos
	Problemas con resistencia perimetral (terminales incorrectas, sin continuidad)
Espuma	Fuga de espuma
	Golpes causados por los moldes de espuma
	Presión excesiva en la cámara de espuma
	Escasa presión en la cámara de espuma
Ensamble 2 “C”	Sistema eléctrico incorrecto en el baffle
	Bombillas mal instaladas
	Componentes defectuosos de fábrica
Ensamble 3 “C”	Sistema eléctrico incorrecto en unidad condensadora
	Sensores mal ensamblados
	Componentes defectuosos de fábrica

2.6. Cumplimiento de programas de producción

Grupo Fogel enfrenta un problema con el cumplimiento de programas de producción, precipitándose a cumplir con la meta de producción mensual, la razón de que esto sea un problema es básicamente el caos que se presenta al final de mes.

La causa del problema es que se están empleando dos series de mediciones:

Al comienzo del mes se utilizan mediciones de la eficiencia contable de los costos. Esto estimula la minimización de las preparaciones a través de lotes grandes. Sin embargo a medida que se acerca el final del mes, la presión aumenta para cumplir una serie mediciones referentes al desempeño financiero. Las mediciones se formulan en términos de quetzales por producción embarcada. En los estados financieros, estas mediciones se expresan como utilidades netas, rendimiento sobre la inversión y flujo de efectivo. Tan pronto como pasa el final del mes (con sus horas extras diarias, su trabajo durante los fines de semana y sus ajustes de equipo frecuentes orientados a sacar el producto), la presión disminuye y todos vuelven a mirar las mediciones contables de los costos de estándares y utilización así se repite el ciclo.

Los problemas más comunes que enfrenta la línea de ensamble “C” para cumplir con los programas de producción son:

- Paro de la línea por acumulación de equipos en las estaciones posteriores.
- Retraso en la entrega de insumos por el departamento de materiales.
- Materiales de distintas ordenes de producción estibados juntos.

- Reparación de herramienta.
- Reparación de equipos.
- Especificaciones técnicas erróneas para la fabricación de prototipos.
- Piezas metálicas rechazadas por golpes.
- Proveedores despachan material fuera de especificaciones técnicas solicitadas.

2.7. Requerimientos de mercado

La apertura de los mercados de Norte, Sur y Centro América ha hecho que el comercio entre los países se haya acrecentado. Grupo Fogel se ha visto impactada favorablemente con la globalización debido a se distingue en una serie de aspectos tales como: calidad de productos, capacidad de entrega, servicios postventa, diversificación de productos.

A lo mencionado anteriormente, se une una serie de certificaciones que han logrado colocar a Grupo Fogel como una empresa reconocida en toda América por su excelencia en la producción de equipos de refrigeración comercial, coadyuvando a que esta empresa actualmente exporte a más de veinticuatro (24) países, entre ellos Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú, el Caribe, Estados Unidos y España logrando dar a la marca un reconocimiento mundial.

Solo en el 2004 exportó unos 42,500 aparatos de refrigeración comercial con un crecimiento del 51.8%, generando alrededor de 550 empleos. En América Latina es conocida como una firma guatemalteca que maneja la línea de productos en su género más completa.

Además estas condecoraciones han contribuido a que la empresa sea reconocida por su alto desempeño, por su constante búsqueda de nuevos mercados, diversificación de productos y mejora continua en calidad y tecnología, todo esto reflejado en su incremento en las ventas.

Las ventas han aumentado año tras año, lo cual es apreciable en la tabla II que muestra en forma porcentual las ventas de los últimos 3 años con respecto al año actual.

En los pronósticos de ventas se estima que el año próximo se incrementará 20% de las ventas mensuales.

2.8. Índice de reclamos de clientes

De acuerdo al más reciente resultado de encuestas sobre atención y servicio al cliente (período julio/2004 a junio/2005) se posee la siguiente información:

Relacionado al producto

- El setenta y dos por ciento (72%) de los clientes considera satisfactorio el cumplimiento de entrega de los equipos de refrigeración.
- El ochenta y dos por ciento (82%) considera que el producto fue recibido en buen estado.
- En general, el noventa y cuatro por ciento (94%) de los clientes están satisfechos con la calidad del producto, mientras que el seis por ciento (6%) restante se consideran parcialmente satisfechos.

Relacionado al servicio al cliente

- El noventa y siete por ciento (97%) de los clientes consideran que la atención de la empresa es cordial.
- Consideran que la rapidez de respuesta a un problema es buena en un setenta y nueve por ciento (79%), regular en un dieciocho por ciento (18%) y el tres por ciento (3%) considera que la empresa reacciona muy lento ante las dificultades de los clientes.
- El cien por ciento (100%) de los clientes encuestados recomendaría a grupo Fogel a un potencial comprador de refrigeradores de uso comercial.

3. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

El objetivo de este capítulo es presentar una guía completa de una metodología estructurada de probada eficacia en las empresas para el desarrollo de la mejora continua de los problemas de calidad.

Para una mayor sencillez de uso se ha estructurado este capítulo de la siguiente manera:

- a) Una breve explicación de la filosofía de manufactura esbelta.
- b) Los pasos propuestos a dar en la línea de ensamble para la programación y organización de las acciones de mejora de cara a la consecución de sus objetivos.

3.1. Filosofía de manufactura esbelta

La manufactura esbelta es uno de los mejores métodos de ayuda en la toma de decisiones ya que basa la valoración de necesidades en el mismo proceso y en el valor para el cliente.

No es ningún consultor quien llega y dice que hacer, únicamente brinda capacitación y guía para que sea el personal de la línea de ensamble quien haga los cambios.

A través de ciertos principios y técnicas de depuración, la manufactura esbelta trata de eliminar todas las actividades que no agregan valor al producto final que recibe el cliente.

La comprensión de los conceptos de manufactura esbelta, así como la identificación de oportunidades han concluido en la selección de las herramientas más apropiadas para desarrollar mejoras en la línea de ensamble, siendo éstas: la metodología de 5´S y teoría de restricciones; estas propuestas son descritas en los siguientes apartados.

3.2. Metodología de 5´S

El éxito de las 5´S y su perpetuidad exigen un compromiso total por parte del personal operativo como de la línea jerárquica para inducir un cambio en el estado de ánimo, actitud y comportamiento de la organización, lo que garantiza el proceso de puesta en marcha de la filosofía de Manufactura Esbelta.

3.2.1. Elección del área de inicio de implantación de las 5´S

La línea de ensamble “C” se ha definido por la dirección de grupo Fogel para ser el área inicial para la aplicación de la metodología de 5´S. Para evaluar las demás áreas de la organización se propone realizar una encuesta de sondeo y las mejoras propuestas por el personal.

Encuesta inicial 5´S

En la primera parte reúne la información necesaria para detectar las condiciones generales de un puesto de trabajo. La segunda parte de la encuesta pretende dilucidar la actitud del personal en su entorno y las propuestas que éste plantea para mejorar su área de trabajo. Ver figura 46.

Propuesta de mejora

Este cuestionario busca la aceptación del personal ya que se encamina a las propuestas que ellas puedan proporcionar para mejorar las áreas de trabajo. Ver figura 47.

3.2.2. Sensibilización, educación y entrenamiento al personal

Una vez obtenido el compromiso serio y firme por parte de la Dirección de implantar las 5'S en la organización, el objetivo es conseguir que todas las personas de la empresa se sientan comprometidas con este proceso. Para ello, deben percibir las mejoras que este esfuerzo les va a reportar en su trabajo día a día.

La “venta de la idea” es fácil: la dirección está haciendo una apuesta por la mejora del entorno físico en el que los empleados realizan su trabajo. Está apostando por mejorar la “calidad de vida” en el trabajo como condición necesaria para mejorar la gestión de la empresa. Y ello, no tanto a través de grandes inversiones, los recursos siempre son limitados, sino mediante la movilización de las personas para la mejora.

La respuesta negativa e inhibición de algunas personas no debe ser un obstáculo insalvable. Se debe desplegar una firme decisión y hacer visibles las pequeñas mejoras.

Se debe fomentar la comunicación entre las personas que participan en el proceso; favorecer el intercambio sobre las dificultades y los logros.

Sensibilizar no es obligar al personal a pasar por el aro, es hacerles comprender la importancia y los beneficios del cambio. La formación y el ejemplo tanto personal como en proyectos de grupos, son algunas de las maneras de conseguir esto.

La educación y el entrenamiento en las 5'S resultan indispensables para el cambio. Educar en los conceptos fundamentales y la importancia de la implantación de las 5'S y los objetivos que se persiguen con dicha implantación.

Entrenar al personal en la utilización de cada una de las 5'S antes de realizar la implantación en el lugar de trabajo. Es necesario dar la oportunidad de que cada persona establezca pequeños compromisos en su lugar más próximo de trabajo. Se debe animar al personal a que los lleven a cabo visitando las áreas de trabajo, reconociendo las mejoras y ayudando a afrontar las dificultades.

Cuando cada empleado sea consciente de la necesidad del cambio y una vez realizada la correspondiente formación, conviene pedir a los equipos de las distintas áreas que componen la línea de ensamble "C" que formulen, seleccionen o inicien proyectos en grupos. La dirección de la empresa debe apoyar a los mandos en su capacidad para delegar y decidir por consenso qué hacer y hasta dónde llegar, teniendo en cuenta sus capacidades y limitaciones. Las mejoras más importantes y espectaculares no se pueden lograr individualmente. Hay que trabajar en equipo.

Los directivos deben formar el equipo que lleve a cabo el primer proyecto de 5´S. Es necesario que se designe una persona de la empresa que actúe de coordinador y facilitador del proceso 5´S, que alguien adquiera o prepare los materiales de formación, archive la documentación de los proyectos realizados, programe la formación.

3.2.3. Planificación de las 5´S

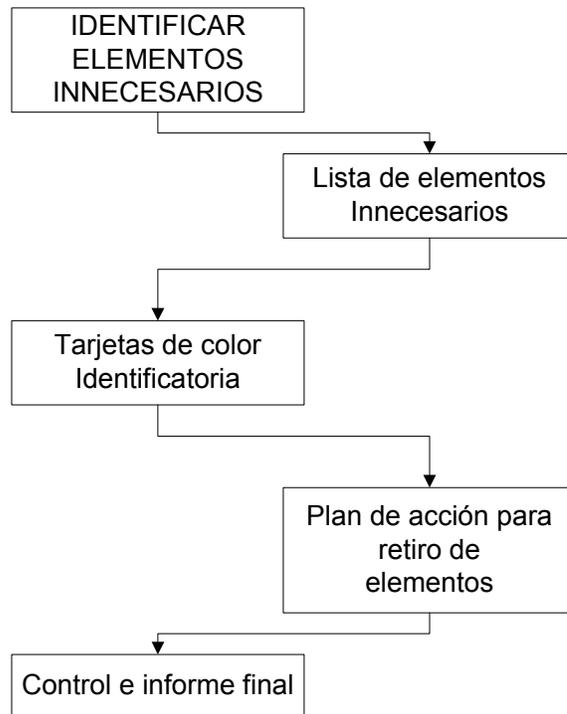
El propósito de la planificación de 5´S es lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados que sean capaces de mantener la línea de ensamble “C” con materiales y herramientas necesarias, además de una actitud de limpieza.

3.2.3.1. 1`S = Clasificación

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones del proceso de producción en la línea de ensamble “C”. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

Planificación de 1º S = Clasificación

Figura 36. Planificación de 1º S = Clasificación



Identificar elementos innecesarios

El primer paso en la clasificación consiste en identificar los elementos innecesarios en el lugar seleccionado para implantar la 5º S. En este paso se pueden emplear las siguientes ayudas:

- **Listado de elementos innecesarios:** Esta lista se debe diseñar y enseñar durante la fase de preparación. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación.

Esta lista es complementada por el operario, encargado o supervisor durante el tiempo en que se ha decidido realizar la campaña de clasificación (ver figura 48). Paralelo a este listado también se utilizará un listado de elementos innecesarios (ver figura 49).

- **Tarjetas de color:** Este tipo de tarjeta permite marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

- **Plan de acción para retirar los elementos:** Una vez visualizado y marcados con las tarjetas los elementos innecesarios, se tendrán que hacer las siguientes consultas:
 - o Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta.
 - o Almacenar al elemento fuera del área de trabajo.
 - o Eliminar el elemento.

- **Control e informe final:** El jefe de área deberá realizar este documento y publicarlo en un tablón informativo.

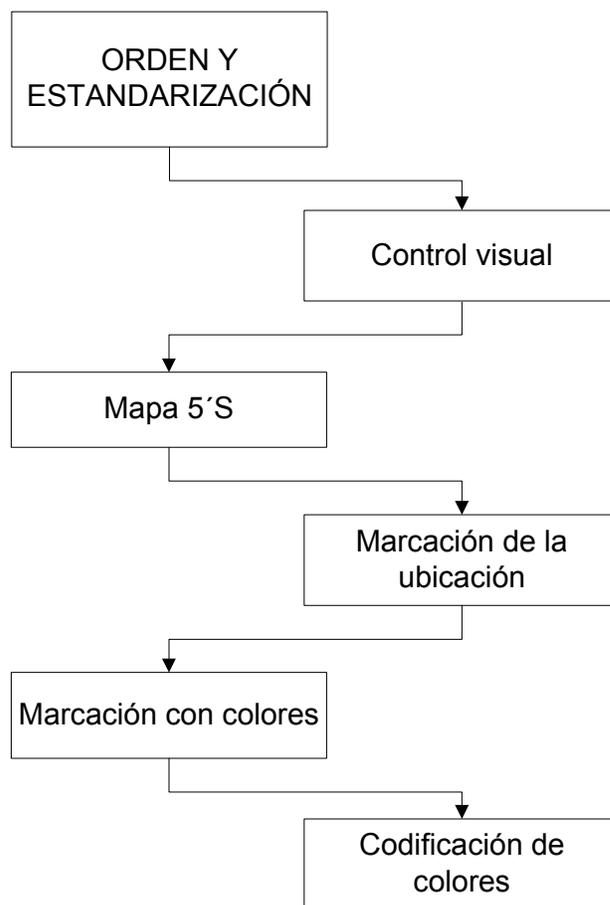
3.2.3.2. 2´S = Orden

Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.

Permite la ubicación de materiales y herramientas de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente “da la impresión de que las cosas se hacen bien”, mejora el control de stock de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos.

Planificación de 2`S = Orden

Figura 37. Planificación de 2`S = Orden



Orden y estandarización

El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización.

La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos.

- **Controles visuales:** Se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:
 - o Sitio donde se encuentran los elementos.
 - o Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
 - o Sitio donde se deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
 - o Donde ubicar la carpeta, calculadora, bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.
 - o Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización.

- **Mapa 5'S:** Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que pretendemos ordenar.

Los criterios o principios para encontrar las mejores localizaciones de herramientas, equipos, archivadores y útiles son:

- o Localizar los elementos en el sitio de trabajo de acuerdo con su frecuencia de uso.

- o Los elementos usados con más frecuencia se colocan cerca del lugar de uso.
 - o Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto.
 - o Si los elementos se utilizan juntos se almacenan juntos, y en la secuencia con que se usan.
 - o Eliminar la variedad de plantillas, herramientas y útiles que sirvan en múltiples funciones.
- **Marcación de la ubicación:** Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno sepa donde están las cosas, y cuantas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:
 - o Indicadores de ubicación.
 - o Indicadores de cantidad.
 - o Letreros y tarjetas.
 - o Nombre de las áreas de trabajo.
 - o Localización de stocks.
 - o Lugar de almacenaje de equipos.
 - o Procedimientos estándares.
 - o Disposición de maquinas.
 - o Puntos de limpieza y seguridad.
- **Marcación con colores:** Es un método para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, etc. La marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento, las aplicaciones más frecuentes de las líneas de colores son:

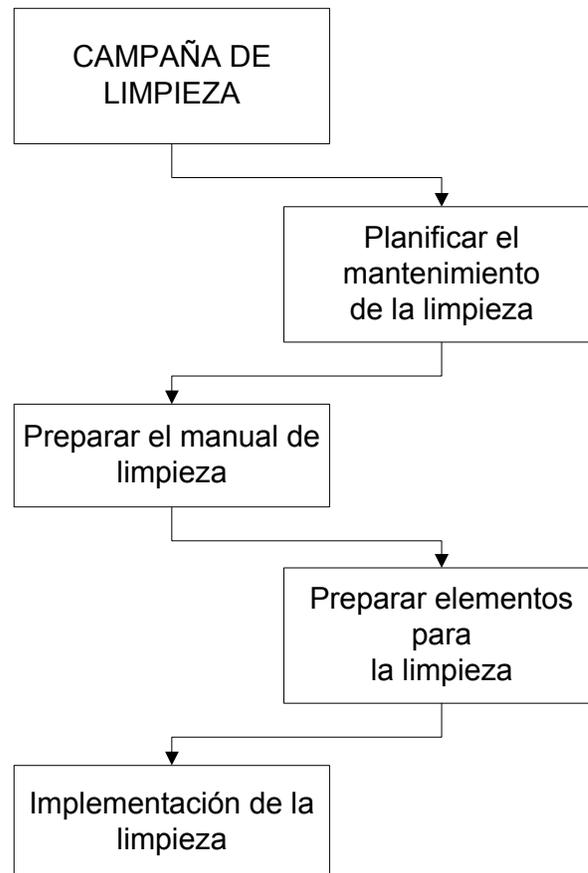
- o Localización de almacenaje de carros con materiales en tránsito.
 - o Localización de elementos de seguridad: grifos, válvulas de agua, camillas, etc.
 - o Colocación de marcas para situar mesas de trabajo.
 - o Líneas cebra para indicar áreas en las que no se debe localizar elementos ya que se trata de áreas con riesgo.
- **Codificación de colores:** Se usa para señalar claramente las piezas, herramientas, conexiones, tipos de lubricantes y sitio donde se aplican.

3.2.3.3. 3'S = Limpieza

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Planificación de 3`S = Limpieza

Figura 38. Planificación de 3`S = Limpieza



Campaña de limpieza

Es un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones de limpieza deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial.

Como actividad motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de la 5'S.

- **Planificar el mantenimiento:** El supervisor del área debe asignar un cronograma de trabajo de limpieza en el sector de la planta física que le corresponde.

- **Preparar el manual de limpieza:** Es útil elaborar un manual de entrenamiento para limpieza, este manual debe incluir:
 - o Propósito de limpieza.
 - o Fotografía del área o equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del sitio de trabajo.
 - o Fotografía del equipo humano que interviene.
 - o Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
 - o Diagrama de flujo a seguir.

- **Preparar elementos para la limpieza:** Aquí aplicamos la segunda S, el orden a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de éstos.

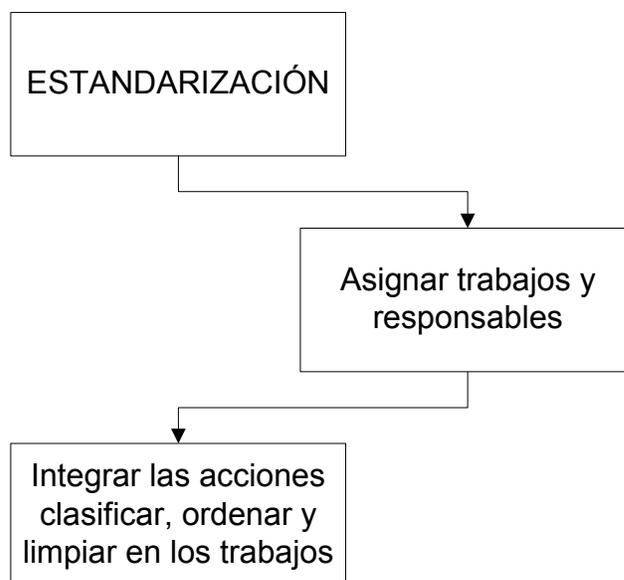
- **Implantación de la limpieza:** Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinarias, etc. Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

3.2.3.4. 4`S = Higiene y bienestar personal

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la practica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S esta fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en condiciones perfectas.

Planificación de 4`S = Higiene y bienestar personal

Figura 39. Planificación de 4`S = Higiene y bienestar personal



Estandarización

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

- **Asignar trabajos y responsabilidades:** Para mantener las condiciones de las tres primeras eses (S), cada uno del personal de la línea de ensamble “C” debe conocer exactamente cuales son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuando, donde y como hacerlo.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- o Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
 - o Manual de limpieza.
 - o Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
 - o Programa de trabajo para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.
- **Integrar las acciones de clasificación, orden y limpieza en los trabajos de rutina:** El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de las acciones de limpieza y control de elementos de ajuste y fijación. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

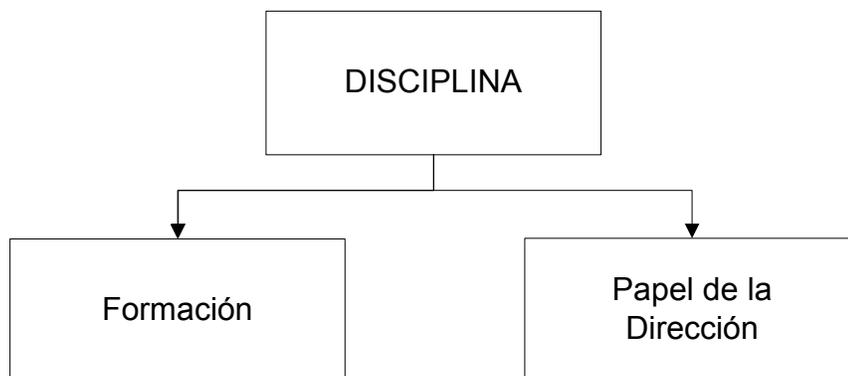
3.2.3.5. 5'S = Disciplina

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

En lo que se refiere a la implantación de las 5 S, la disciplina es importante por que sin ella, la implantación de las cuatro primeras eses (´S), se deteriora rápidamente.

Planificación de 5´S = Disciplina

Figura 40. Planificación de 5´S = Disciplina



Disciplina

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras eses (´S) que se explicaron anteriormente. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

- **Formación:** Las 5´S no se trata de ordenar en un documento por mandato “implementación de las 5´S”. Es necesario educar e introducir el entrenamiento de aprender haciendo, de cada una de la eses (´S).

- **El papel de la dirección:** Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implementación de la disciplina, la dirección tiene las siguientes responsabilidades:
 - o Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5'S y mantenimiento autónomo.
 - o Crear un equipo promotor o líder para la Implementación en toda la entidad.
 - o Suministrar los recursos para la implantación de las 5'S.
 - o Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
 - o Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
 - o Participar en las auditorias de progreso.
 - o Aplicar las 5'S en su trabajo.
 - o Enseñar con el ejemplo.
 - o Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5'S.

3.2.4. Inspecciones planeadas

La inspección es uno de los mejores instrumentos disponibles para descubrir los problemas y evaluar sus riesgos antes que ocurran los accidentes y otras pérdidas. Un programa de inspecciones bien dirigido, puede llegar a cumplir metas como las siguientes:

- Identificar los problemas potenciales que no se previeron durante el diseño o análisis de tareas.

- Identificar las deficiencias de los equipos. Entre las causas básicas de los problemas, están el uso y desgaste normal, así como el abuso o maltrato de los equipos.
- Identificar el efecto que producen los cambios en los procesos o los materiales.
- Identificar las deficiencias de las acciones correctivas.

Generalmente, se toman acciones correctivas para un problema bien específico. Si no se aplican en la forma apropiada, pueden llegar a causar otros problemas.

Por todo lo anterior es necesario contar con auditorias de inspecciones regulares para asegurar el aprendizaje, motivación y compromiso con la metodología en cuestión.

Estas auditorias pueden ser realizadas en fechas programadas según avance de la implementación, en dos modalidades de inspección, algunas serán avisadas con un periodo prudente y otras de forma aleatoria y sorpresiva.

3.3. Teoría de restricciones

La meta de cualquier empresa con fines de lucro, es ganar dinero en forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no obtiene ganancias en forma ilimitada, es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones. Toda empresa cuenta con unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero.

Hablar de restricciones, no es sinónimo de recursos escasos; es imposible contar con una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, aquello que impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son políticas erróneas.

La única vía real para mejorar el funcionamiento de una organización, es pues, identificar y eliminar sus restricciones.

3.3.1. Incremento de la capacidad de la línea

En el mercado existe demanda suficiente para incrementar la capacidad de producción de la línea de ensamble “C”, el paso lógico es procurar aumentar la capacidad de las restricciones que puedan existir en la línea, sin embargo, esto significa la necesidad de comprometer nuevos recursos que pueden no estar disponibles, por lo que, se recomienda que este paso sea detenido hasta que los anteriores hayan sido suficientemente satisfechos.

Con la aplicación de la teoría de restricciones se aumenta la capacidad de cualquier sistema. La meta es ganar dinero, no ahorrarlo. La pregunta, entonces, es cómo lograr más y disponer mejor de los recursos existentes y no cómo se puede hacer con menos recursos lo mismo que se está haciendo en la actualidad.

3.3.2. Indicadores operativos

Con el fin de saber si la línea de ensamble “C” y en general toda la planta de producción está ayudando a la empresa a ganar dinero, se necesitan tener algunos parámetros que reflejen realmente si la planta está siendo o no productiva.

Throughput, inventario y gasto de operación son los parámetros utilizados para expresar la meta de ganar dinero perfectamente bien, a la vez de permitir desarrollar reglas operativas para manejar la planta.

Haciendo un pequeño resumen del capítulo 1, el *throughput* es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas. Se debe tener claro que producir algo y no venderlo no es *throughput*.

El inventario es todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender. Dentro de este parámetro se incluyen máquinas, edificios, terrenos, producto terminado, repuestos.

El último parámetro – gasto de operación – es todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en *throughput*. Dentro de esta definición se incluyen costo de manejo de inventarios, depreciaciones, insumos para mantenimiento de maquinaria, chatarra.

Cualquier dinero que se pierde es gasto de operación, cualquier inversión que pueda venderse es inventario.

Estas definiciones aunque pueden dar la impresión de ser simples, están expresadas con toda precisión. Un parámetro no definido con claridad es peor que inservible. De modo que se sugiere que se preste particular atención como grupo y se recuerde que si se quiere cambiar uno de ellos, hay que considerar también a los otros.

La meta no es reducir el gasto de operación por sí mismo. La meta no es mejorar un parámetro aisladamente. La meta es reducir el gasto de operación y reducir el inventario mientras que simultáneamente se aumenta el *throughput*.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de los indicadores operativos son las siguientes:

Tabla IV. Indicadores operativos

T	<i>Throughput</i>	Velocidad con que se produce dinero	$T = (PV - GTV) * Q$
PV = Precio de venta GTV = Gastos totales variables Q = Cantidad vendida			
I	Inventario	Lo que se compra y se pretende vender	$I = (MP + MEP + PT) * C$
MP = Materia prima MEP = Material en proceso PT = Producto terminado C = Costo			
GO	Gasto de operación	Todo el dinero que la empresa gasta en convertir el inventario en <i>throughput</i>	$GO = TP * S$
TP = Personal S = Salario / persona			

En síntesis, la teoría de restricciones define: un parámetro para el dinero que ingresa (*throughput*), otro para el dinero que permanece inmovilizado (inventario), y finalmente un parámetro para el dinero que sale (gasto de operación).

A partir de esto, se entiende que se avanza en términos de meta, en la medida que se aumente el *throughput* y se disminuyan los inventarios y los gastos de operación, poniendo especial énfasis en la relación que existe entre los parámetros; de esta manera:

Tabla V. Relación entre indicadores operativos

UN	Utilidad neta	$UN = T - GO$
ROI	Retorno sobre la inversión	$ROI = (T - GO) / I$
<p>I = Inventario T = <i>Throughput</i> GO = Gasto de operación</p>		

Y sobre estas relaciones se concluye: si aumenta el *throughput* y no se modifican desfavorablemente los inventarios y los gastos de operación, se aumenta la ganancia neta, el retorno sobre el capital invertido; lo mismo ocurre si bajan los gastos de operación y no se modifican desfavorablemente el *throughput* y los inventarios; en cambio si bajan los inventarios y no se modifican desfavorablemente el *throughput* y los gastos de operación, solamente se afecta el retorno sobre el capital invertido, permaneciendo inalterable la ganancia neta.

3.3.3. Enfoque sistemático de teoría de restricciones

El proceso de producción como cualquier otro proceso, se ve inmerso dentro del problema de dar resultados de alto impacto teniendo en sí mismo un gran cúmulo de restricciones.

La teoría de las restricciones es un método relativamente sencillo de contemplar la realidad productiva, basado en que la intuición es capaz, si enfoca bien y sigue ciertos pasos, de encontrar qué es lo que hace que algo no logre lo que se pretende lograr.

Teoría de restricciones propone el proceso de focalización, y un conjunto de herramientas para ponerlo en práctica, como elemento para facilitar la gestión y mejora sistémica de toda empresa.

A continuación se detallan los pasos para realizar el proceso de focalización y algunas herramientas para su puesta en práctica. Los pasos descritos en 3.3.3.1, 3.3.3.2 y 3.3.3.3 tienen como objetivo obtener el máximo provecho de la empresa utilizando de la mejor manera los recursos con que cuenta en este momento (gestión). Los pasos descritos en 3.3.3.4 y 3.3.3.5 tienen como objetivo aumentar la capacidad del sistema (Mejora).

3.3.3.1. Identificación de las restricciones

En el proceso de fortalecer la línea de ensamble “C” el primer paso es identificar qué la hace débil y qué pudiera modificarse dentro del proceso existente. Encontrar el proceso clave. Después encontrar el punto débil del proceso. Dispersar la atención en todo el sistema significa no concentrarse.

Este paso es el más difícil ya que normalmente se le llama "restricción" a los síntomas de no usar correctamente el sistema. En general las empresas creen tener miles de restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc. Sin embargo la experiencia demuestra que cualquiera que sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

¿Cómo identificar las restricciones?

Ante todo, hay que recordar que restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Para facilitar la identificación de las restricciones pueden clasificarse básicamente en dos tipos:

- **Físicas:** Escasez de materias primas, una máquina muy cargada, gente con una habilidad determinada, el Mercado, etc. Sólo existen restricciones físicas cuando ya han sido eliminadas las restricciones políticas.

- **Políticas:** Reglas formales o informales erróneas, no alineadas o en conflicto con la meta del sistema.

La teoría de restricciones propone construir un **ÁRBOL DE REALIDAD ACTUAL**, que es una técnica que permite explicitar las interdependencias que existen en el sistema en estudio y encontrar las restricciones.

Un error bastante típico en producción es considerar que la restricción es el lugar donde se acumulan los stocks dentro del sistema. Esto no es siempre correcto, sino que depende de las interdependencias que existen.

Para más fácil comprensión puede presentarse a modo de inducción algunos ejemplos sencillos:

- En un hospital un médico tiene la sala llena de pacientes. Se podría pensar, apresuradamente, que la restricción es el médico. Analizando las interdependencias se descubrió que, una vez que entra el paciente al consultorio, el médico está varios minutos esperando que le llegue la historia clínica correspondiente. ¿Cuál es la restricción? ¿Es una restricción física o política?.

- En una fábrica hay mucho stock de producto en proceso delante de la máquina A y el puesto de ensamble B. Se podría pensar, apresuradamente, que ambos son restricciones.

Analizando las interdependencias se descubrió que la máquina A abastece al puesto B de uno de los componentes necesarios para realizar la operación de ensamblaje y que delante de la máquina B hay stock de todos los componentes excepto del proveniente de la máquina A y de otro componente comprado a un proveedor externo. Compramos dice que el proveedor en cuestión no le entrega el componente por falta de pago. ¿Cuáles son las restricciones del sistema? ¿Son restricciones físicas o políticas?.

Estos sencillos ejemplos muestran que es fundamental explicitar todas las interdependencias que existen en un sistema ya que de este modo se puede descubrir cómo impactan las decisiones de un área o departamento sobre las otras áreas o departamentos. Es fundamental, entonces, hacer el Arbol de Realidad Actual del sistema.

El personal debe tener muy claro el sentido de misión y la oportunidad que está en sus manos de mejorar. Dispersarse podría significar no aprovechar la oportunidad.

El trabajo en un principio será observar los segmentos que afecten al proceso de ensamble. Poco a poco y en base a la experiencia del personal que labora en el área se establecen los procesos clave y dónde están las restricciones del alto impacto.

3.3.3.2. Explotación de las restricciones

Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su meta (en el caso de la línea de ensamble “C” incrementar la capacidad de producción para generar dinero). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo van a utilizarse y a explotarse.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones de la línea de ensamble “C”, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho, tal como la abundante bibliografía sobre Investigación de Operaciones en la cual pueden encontrarse métodos y algoritmos que facilitan esta tarea. Se debe tener cuidado, sin embargo, de aplicar estos métodos sólo en las restricciones y no en todos los recursos.

Explotar las restricciones es cambiar las condiciones que las permiten, transformándolas en oportunidades, sacándoles el mayor provecho posible, ya sea agregando nuevos elementos, neutralizando otros o cambiando las políticas. Es decir, administrarlas.

En los procesos la congruencia entre lo que se dice que se quiere y lo que realmente se hace es el factor clave. Si claramente la meta es incrementar la capacidad de la línea de ensamble “C”, descubrir las restricciones a este proceso y cómo manejarlas es lo que realmente permitirá que la fuerza fluya en la dirección que se quiere.

Ahora bien. Una vez encontradas las restricciones, el siguiente paso es ¿Cómo deben administrarse?

El personal de la línea de ensamble debe tener claro que cambiar las cosas significa hacer las cosas por ellos mismos más correctamente, más como dicen los manuales de operación, pero no significa cambiar a los sujetos del proceso. Es decir, la teoría de restricciones permite que sean directamente los trabajadores de la línea quienes propongan los cambios necesarios.

Para más fácil comprensión puede presentarse a modo de inducción algunos ejemplos sencillos de cómo explotar una restricción:

- La restricción es una máquina: Se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (rotando a la gente), se debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales (incorporación de buffers de tiempo), se le debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.

- La restricción está en el mercado (no hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes. No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del mercado. Muchas veces, al bajar la demanda se reduce la capacidad de producción (despidos), esto lleva a que no se puedan cumplir los plazos comprometidos, lo que a su vez reduce aún más las ventas, lo que aumenta los despidos, etc.

- La restricción es una materia prima (el abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa): Minimizar las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las se van a vender en el corto plazo, etc.

3.3.3.3. Subordinación de todas las actividades a la restricción

El proceso sigue caminando por la obiedad. Ante un cambio en las reglas, lo importante es entremezclar el proceso antiguo al nuevo pero subordinado a la utilización nueva de la restricción principal.

Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior.

Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en “explotación de restricciones” (sección 3.3.3.2).

Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación. Pueden ser de gran ayuda en este paso la NUBE DE CONFLICTO y el ÁRBOL DE REALIDAD FUTURA.

La SUBORDINACIÓN es quizás el paso más difícil de asimilar para quienes hemos sido educados en el Pensamiento Cartesiano. Aunque no es tarea sencilla IDENTIFICAR las restricciones, intuitivamente sabemos que existen. EXPLOTARLAS significa obtener lo máximo posible de ellas, lo que tampoco se opone a nuestra forma de pensar tradicional. Pero ¿SUBORDINAR todo lo demás al ritmo que marcan las restricciones? ¿Obligar a la mayoría de los recursos a trabajar menos de lo que podrían? Eso sí que es exactamente opuesto a nuestro pensamiento tradicional.

3.3.3.4. Elevación de las restricciones del problema

Al cambiar las reglas del juego la restricción clave se moverá.

Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Éste es el significado de ELEVAR.

Algunos ejemplos de ELEVAR las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas.
- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción.
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general la tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos anteriores. Procediendo de ese modo se estaría aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

Dado que, normalmente, este paso implica acciones que exigen mucho esfuerzo, tiempo y dinero, se recomienda no llevarlo a cabo hasta estar seguros de que se hayan implementado con éxito los pasos anteriores. Esta forma de proceder ayudará, además, a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias.

3.3.3.5. Mejora continua

En cuanto se ha elevado una restricción surge la pregunta si ésta sigue siendo tal o si ahora existen otros recursos con menor capacidad. Se debe, entonces, volver a “identificar restricciones”, comenzando nuevamente el proceso.

Es importante hacer aquí una advertencia: ¡CUIDADO CON LA INERCIA!. En los pasos 1 a 3 (identificación, explotación y subordinación de las restricciones) se han definido las reglas de funcionamiento de la empresa considerando las restricciones existentes en ese momento. Si las restricciones han cambiado se deberán modificar todas esas reglas.

En esta época ya no quedan dudas de que toda organización, si quiere sobrevivir, debe embarcarse en un proceso de mejora continua. La mejora continua NO ES GRATIS. El proceso de focalización propuesto por TOC está diseñado para ORIENTAR los esfuerzos de mejora de manera de conseguir el máximo impacto en cada momento de la vida del sistema.

A modo de conclusión

A modo de conclusión considérese los siguientes aspectos.

1. Cambiar, pero solamente en el área crítica que se requiera cambiar.
2. Cuidar el cambio en ese pequeño punto de movimiento, pero que de moverse, se constituye en un formidable punto de apoyo para mover todo el sistema.
3. He aquí una manera de cambiar las cosas... hacia un objetivo claro: la meta. Cuando la meta se puede expresar claramente y entender el sistema y lo que en ella se opone para que se logre.

4. ETAPAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

A través de ciertos principios y técnicas de depuración, la manufactura esbelta trata de eliminar todas las actividades que no agregan valor al producto final que recibe el cliente. Las implementaciones de la manufactura esbelta se hicieron exitosas principalmente en industrias automotrices, donde inicialmente se llevaron a cabo las implementaciones con resultados muy satisfactorios.

4.1. Formación del personal en la filosofía de manufactura esbelta

El programa de formación en la filosofía de manufactura esbelta pretende desarrollar en el personal una nueva visión de pensamiento estratégico en operaciones que permita:

- **Preparar** a los participantes en la formulación de proyectos dirigidos a obtener estándares en sus factores claves de éxito al nivel de empresas de categoría mundial.
- **Formular** proyectos que permitan obtener considerables ahorros económicos en sus empresas.
- **Transferir** herramientas para el mejoramiento de los procesos dirigidos a superar las expectativas de los clientes.

Método de formación

El programa puede realizarse a través de módulos temáticos con clases que permitan la comprensión de los participantes y visitas a planta que complementen el aprendizaje.

Los módulos temáticos deben contener información que facilite la comprensión de manufactura esbelta, resaltando aspectos como:

Las empresas que han adoptado la filosofía de manufactura esbelta han detectado las actividades más comunes que consumen recursos pero no agregan valor para el cliente y por los que no se está dispuesto a pagar, estos son:

- Componentes, ensambles y productos defectuosos.
- Inspecciones al producto y conteos en el proceso.
- Papeleos y transacciones computacionales en proceso.
- Producción en exceso e inventarios en proceso en fila de espera.
- Expeditar o dar seguimiento a acciones.
- Almacenamientos de materias primas, inventarios en proceso y productos terminados.
- Transportes y movimiento interno de materiales y documentos.
- Tiempos de espera durante mantenimientos o cambios de modelos.
- Proceso de firmas.

También detectaron estas empresas que para el cliente las actividades que agregan valor al producto son aquellas por las que está dispuesto a pagar; se identifican porque generalmente son las operaciones que lo transforman en su forma física o integran el servicio, por ejemplo, las operaciones necesarias para modificar materias primas y materiales en un juguete. Como ejemplo de actividades que no agregan valor se tienen:

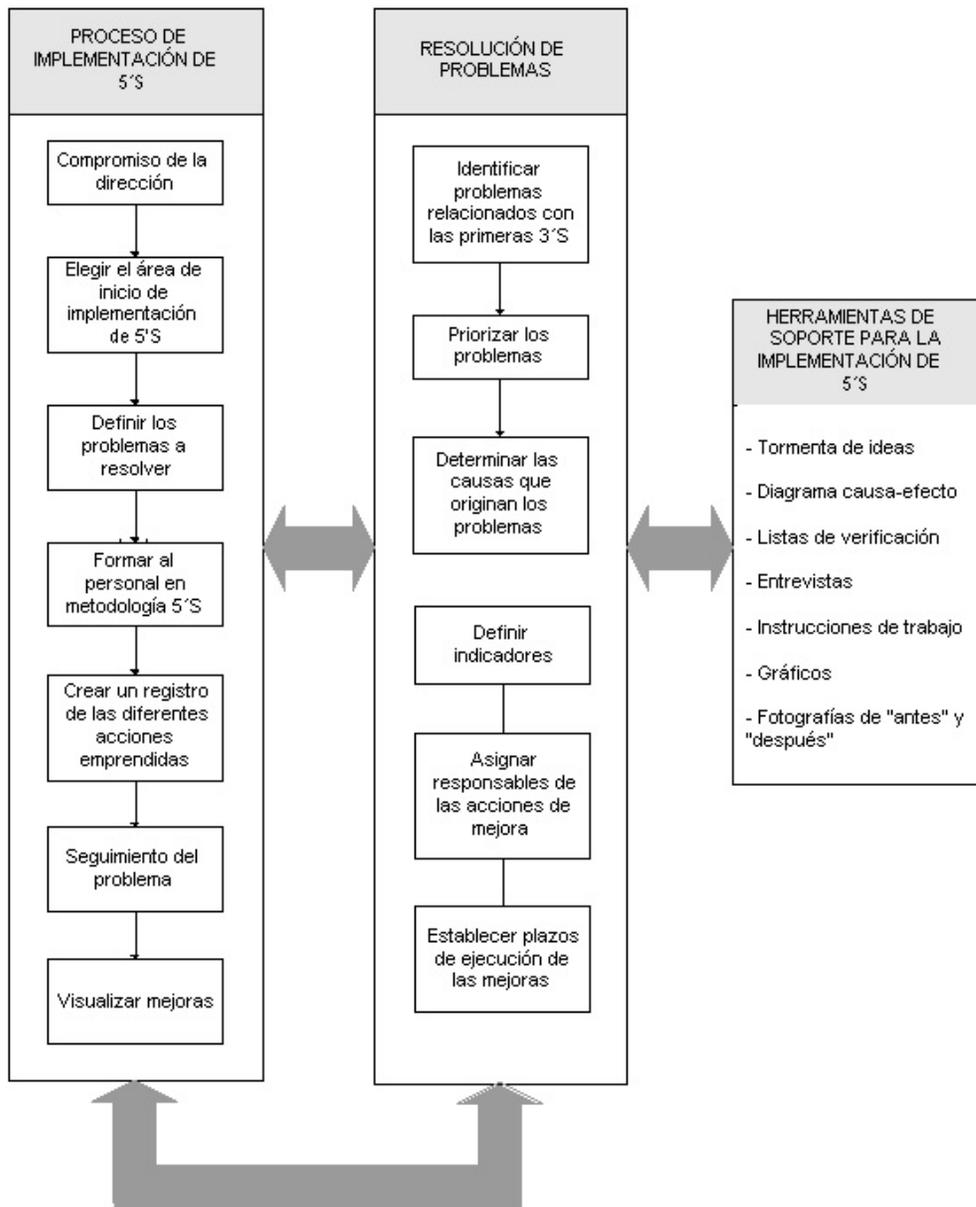
- Los reprocesos al producto.
- Los tiempos de espera y las inspecciones.
- La actividad de repartir documentos.
- Colectar firmas que puede tomar varias horas o días.
- Los almacenamientos.
- Los transportes.
- Las demoras.

Con los ejemplos de las actividades que agregan valor y las que no, es buen momento para crear equipos con la finalidad de que realicen un listado detallado de todas las actividades del proceso de manufactura de sus respectivas áreas indicadas en un diagrama de flujo de valor. Un ejemplo sencillo de diagrama de flujo de valor puede ser el proceso de visita al médico, donde la larga espera, la entrevista con la enfermera, el pago de la consulta y los tiempos de caminar son actividades que no agregan valor, la única actividad que agrega valor al cliente es la consulta del médico, que es por lo que paga un paciente.

4.2. Metodología de 5'S

La implementación de la metodología de 5'S puede ser desarrollada de la siguiente forma:

Figura 41. Proceso de implementación de 5'S



- A través de una “tormenta de ideas” se puede identificar problemas que existan en cada lugar de trabajo relacionados con las tres primeras S y seleccionar aquel que consideren prioritario sobre los demás. Con esta tormenta de ideas pueden surgir problemas tales como:
 - A nivel de personas: Falta seguridad, falta de higiene, descontento, fatiga, rechazo inconsciente a inspeccionar lugares sucios.
 - A nivel del entorno: Pérdidas importantes de tiempo, dificultad para consultar los documentos técnicos, entorno desagradable.
 - A nivel de instalaciones: Falta de calidad, desperdicios debidos a suciedad de elementos, retoques, alteración del proceso.
- Darle un nombre, personalizarlo y describirlo en profundidad. Recopilar datos reales, gráficos, fotografías y toda aquella información que aporte algún dato sobre el problema a tratar.

Figura 42. Recopilación de información



- Con toda la información obtenida determinar las causas principales que originan el problema, utilizando, por ejemplo un “Diagrama Causa-Efecto”.

- Definir algún indicador que permita cuantificar los efectos de forma sencilla, por ejemplo:
 - Indicadores de ubicación
 - Indicadores de cantidad

Realizar un seguimiento persistente de los nuevos hábitos a través de sencillas auditorías de orden y limpieza que pueden ser realizados por personas de la misma área al principio, o de otros departamentos funcionales después, en forma de verificaciones cruzadas que fortalezcan el clima creado.

- Medir la situación actual y fijar objetivos para los indicadores formulados, agrupados en cada S que le sea más afín.
- Habrá que asegurarse de que todo el mundo comprende con exactitud el alcance de la acción a emprender y que desempeña su papel según lo propuesto. Para ello, pueden crear instrucciones de trabajo sencillas (carteles, secuencias de limpieza, almacenamiento de herramientas y demás) o incorporarlos a los procedimientos de trabajo existentes. Se trata en definitiva, de incidir y transformar los hábitos de trabajo para instaurar “buenas prácticas” en el trabajo diario de todas las personas de la empresa.

Con estos pasos está definido el plan de trabajo. Ahora, su puesta en práctica es responsabilidad de cada uno de los empleados involucrados en dicho plan.

Condiciones básicas para la implementación eficaz

- Compromiso claro de la dirección: La dirección debe estar convencida de que la clasificación, orden y limpieza es una disciplina básica para la mejora continua.
- Relaciones fluidas entre la dirección y los empleados.
- Selección adecuada del área.

Además se deben considerar los siguientes factores para lograr el éxito de la implementación:

- Implicar a “todos”
- Atender las ideas de las personas que trabajan en el área
- Respeto al método de implantación
- Voluntad firme de cambiar la situación
- Implicación visible de los directivos
- Cultura de trabajo en equipo
- No escatimar recursos para la mejora
- Velocidad en la ejecución de las acciones

4.2.1. Diagrama de implementación por etapas de las 5'S

En la tabla VI se presentan las fases necesarias para implementar la metodología de 5'S.

Tabla VI. Diagrama de implementación por etapas de las 5'S

5'S	Limpieza inicial	Optimización	Formalización	Perpetuidad
	1	2	3	4
Clasificación	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden	ESTABILIZAR
Orden	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	MANTENER
Limpieza	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas	MEJORAR
Higiene y bienestar personal	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las gamas de limpieza	EVALUAR (AUDITORÍA 5'S)
Disciplina	ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5'S EN EL EQUIPO DE TRABAJO RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO			

Explicación del diagrama de implementación por etapas

- **Primera etapa (limpieza inicial):** La primera etapa de la implementación se centra principalmente en una limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto quiere decir que se saca todo lo que no sirve del sitio de trabajo y se limpian todos los equipos e instalaciones a fondo, dejando un precedente de cómo es el área si se mantuviera siempre así (se crea motivación por conservar el sitio y el área de trabajo limpios).
- **Segunda etapa (optimización):** La segunda etapa de la implementación se refiere a la optimización de lo logrado en la primera etapa, esto quiere decir, que una vez dejado únicamente lo que sirve, se tiene que pensar en como mejorar lo que esta con una buena clasificación, un orden coherente, ubicar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad.
- **Tercera etapa (formalización):** La tercera etapa de la implementación esta concebida netamente a la formalización de lo que se ha logrado en las etapas anteriores, es decir, establecer procedimientos, normas o estándares de clasificación, mantener estos procedimientos a la vista de todo el personal, erradicar o mitigar los focos que provocan cualquier tipo de suciedad e implementar las gamas de limpieza.
- **La cuarta y última etapa (perpetuidad):** Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

4.2.2. Aplicación de las 5'S

Las 5'S es un programa desarrollado para conseguir con un enfoque sistémico mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza. Es aplicable a todo tipo de empresas, áreas, almacenes, gestión de stocks, puesto de trabajo, archivos, etc.

Son muchas las empresas que siguiendo el enfoque de las 5'S experimentan una mejora drástica en su organización, orden y limpieza.

En general elimina ineficiencias, evita errores y consigue que todo funcione sin problemas.

4.2.2.1. 1'S = Clasificación

Para la aplicación de la 1'S en la línea de ensamble "C" se debe separar lo que es necesario de lo que no lo es y tirar lo que es inútil.

¿Cómo?

Hacer inventarios de las cosas útiles en el área de trabajo, entregar un listado de las herramientas o equipos que no sirven en el área de trabajo, desechar las cosas inútiles.

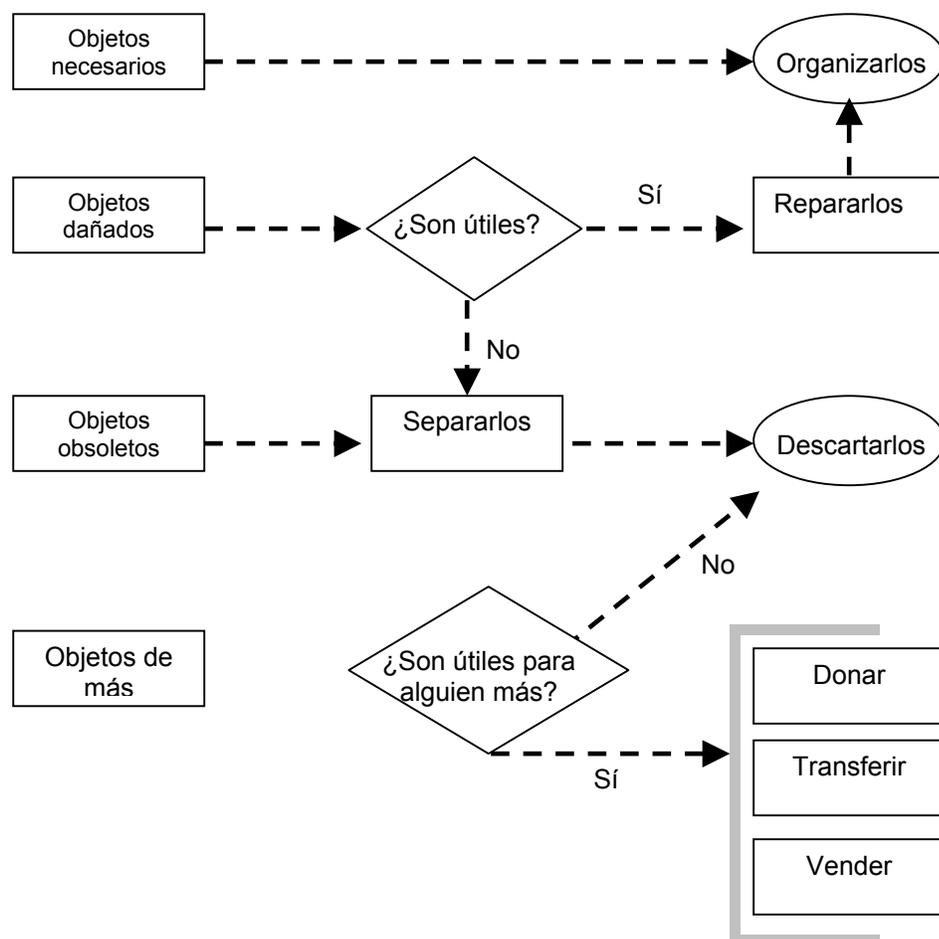
Ejecución de la clasificación

Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar (ver figura 43).

El primer paso en la **clasificación** consiste en preocuparse de los elementos innecesarios del área, y colocarlos en el lugar seleccionado para implantar la 5'S.

Se pueden entregar dos formatos tipo para realizar la clasificación, en el primero se anota la descripción de todos los objetos que sirvan en el área (Anexo 3) y en el otro se anota todos los objetos que son innecesarios en el área, (Anexo 4).

Figura 43. Diagrama de flujo para 1'S = Clasificación



4.2.2.2. 2'S = Orden

El orden implica colocar lo necesario en un lugar fácilmente accesible.

¿Cómo?

En la línea de ensamble "C" pueden colocarse las cosas útiles por orden según criterios de:

- **Seguridad:** Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.
- **Calidad:** Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
- **Eficacia:** Minimizar el tiempo perdido.

Ejecución del orden

Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes, de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente "da la impresión de que las cosas se hacen bien", mejora el control de stocks de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos.

Pasos a seguir

- En primer lugar, definir un nombre, código o color para cada clase de artículo.

- Decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.
- Acomodar las cosas de tal forma que se facilite el colocar etiquetas visibles y utilizar códigos de colores para facilitar la localización de los objetos de manera rápida y sencilla.

Una vez seleccionados los objetos necesarios se pueden ubicar por frecuencia de uso (ver figura 44).

Figura 44. Ubicación de objetos según frecuencia de uso



4.2.2.3. 3'S = Limpieza

Busca la limpieza de las partes sucias.

¿Cómo?

Recoger y retirar lo que estorba, limpiar con un trapo o brocha, barrer, desengrasar con un producto adaptado y homologado, pasar la aspiradora, cepillar y lijar en los lugares que sea preciso, eliminar los focos de suciedad.

Ejecución de la limpieza

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Campaña de limpieza

En la línea de ensamble "C" esta jornada de limpieza debe ayudar a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones de limpieza deben ayudar a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial.

4.2.2.4. 4'S = Higiene y bienestar personal

Pretende mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo.

¿Cómo?

Limpiar con la regularidad establecida, mantener todo en su sitio y en orden, establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza.

Ejecución de higiene y bienestar personal

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

4.2.2.5. 5'S = Disciplina

Acostumbrarse a aplicar las 5'S en el sitio de trabajo y a respetar las normas con rigor.

¿Cómo?

Respetar a los demás, respetar y hacer respetar las normas del sitio de trabajo, llevar puesto los equipos de protección, tener el hábito de limpieza, convertir estos detalles en hábitos reflejos.

Incentivo a la disciplina

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

En lo que se refiere a la implantación de las 5'S, la disciplina es importante por que sin ella, la implantación de las cuatro primeras Ss se deteriora rápidamente.

Pasos para crear disciplina

- Uso de ayudas visuales
- Recorridos a las áreas, por parte de los directivos.
- Publicación de fotos del "antes" y "después",
- Boletines informativos, carteles, usos de insignias,
- Concursos de lema y logotipo.
- Establecer rutinas diarias de aplicación como "5 minutos de 5'S", actividades mensuales y semestrales.
- Realizar evaluaciones periódicas, utilizando criterios pre-establecidos, con grupos de verificación independientes.

4.3. Teoría de restricciones

La teoría de restricciones considera que no todo cambio conduce a una mejora del sistema como un todo, sin embargo una mejora del sistema como un todo es producto de un cambio. Se entiende que una mejora se refiere a mejores resultados globales de la línea de ensamble y por ende de la empresa en general.

Para la teoría de restricciones la primera pregunta que hay que resolver es **¿Qué cambiar para lograr una mejora en la organización como un todo?** Una empresa es como una cadena. La resistencia de la cadena depende del eslabón más débil, por lo tanto, de lo que se trata es de encontrar cuál es el eslabón más débil de la empresa (restricción).

Por otro lado, la práctica común en las empresas es atacar los problemas (efectos) individualmente; conocida comúnmente como apagar incendios. La teoría de restricciones plantea que la gran mayoría de los problemas (efectos) son originados por un problema raíz. Entonces una mejora de la empresa como un todo es el producto de un cambio en la causa raíz (la restricción del sistema).

Por lo tanto el primer paso para un proceso de mejora en las empresas es encontrar la causa raíz, validando que realmente sea la generadora de todos los problemas actuales de la empresa, mediante herramientas de pensamiento lógico propias de teoría de restricciones (árbol de realidad actual – ARA –. En definitiva se logra consenso en la definición del problema raíz. ¿Es suficiente para la organización conocer cuál es la causa raíz de todos sus problemas?

La segunda pregunta que teoría de restricciones se plantea entonces es **¿hacia que cambiar de tal manera que se genere una mejora substancial en la organización como un todo?** Es decir que haya consenso en la dirección de la solución. Se debe estar en capacidad de validar que la solución propuesta si produce la mejora deseada (Herramientas de teoría de restricciones: árbol de realidad futura – ARF –, reservación de ramas negativas – RRN –).

¿Cómo lograr implementar la solución? Lo que implica definir una estrategia, construir un equipo, definir y coordinar unas actividades y personas responsables, para lograr la mejora deseada en la organización como un todo (Herramientas TOC: Árbol de prerequisites y de transición).

La teoría de restricciones es una filosofía de administración aplicable a cualquier tipo de organización que plantea una nueva manera de cómo administrar para lograr los objetivos deseados.

4.3.1. Definición del sistema, unidades de medición y medidores operativos

Un sistema es una red de componentes interdependientes que trabajan juntos para lograr la meta del sistema.

Las empresas tienden por naturaleza a tener altos grados de interdependencia, debido a que los componentes del sistema trabajan juntos con el fin de alcanzar la meta común de este sistema, por ello debe desarrollarse un aspecto fundamental a tomar en cuenta “Los componentes de un sistema trabajan juntos con el objeto de lograr la meta del sistema”.

Esta meta debe incluir planes para el futuro ya que la gerencia debe planear para el futuro y no ser víctima de las circunstancias.

Las clases de compromisos que conlleva esta nueva actitud incluye:

- El aprendizaje continuo para todo el personal de la empresa y especialmente en la línea de ensamble “C”.
- El análisis constante del entorno con el cual la línea de ensamble “C” interactúa.
- El entendimiento de la necesidad de innovar.

Midiendo el Sistema

Constantemente deberá determinarse si el sistema está o no logrando la meta planteada, si existe algo que no ayude a optimizar el sistema, esto sin duda generará pérdidas. Deberá tenerse en cuenta que lo que dará mejores resultados serán los esfuerzos coordinados, mas no la suma de esfuerzos individuales.

¿Qué medidores se necesitan?

Pueden definirse tres indicadores:

Inventario (I): Todo el dinero que el sistema invierte para comprar bienes.

Throughput (T): Es la velocidad a la que el sistema genera unidades de la meta.

Gastos de operación (GO): Todo el dinero que el sistema gasta transformando el inventario en *throughput*.

Por el hecho de que el dinero es un recurso escaso, los gastos de operación deben ser mínimos, pero lo que el sistema siempre debe tender es a tener un *throughput* alto en el corto plazo ya que esto generará: un mejor servicio al cliente, reducción de la inversión y gastos operacionales, incremento en nuevos pedidos, crecimiento del *throughput* futuro al mejorar la ventaja competitiva.

4.3.2. Compresión del sistema

Debe concebirse a la empresa como una red de procesos interdependientes, es decir, verlo como un todo, como un sistema para que la meta común de la compañía se logre mediante la interacción de los esfuerzos individuales internos y externos.

Al momento de diseñar las actividades dentro de cada proceso del sistema – específicamente en la línea de ensamble “C” – debe tenerse un conocimiento general de todas las funciones que realizan cada uno de los miembros involucrados en la empresa.

Los diagramas de flujo por el hecho de ser representaciones gráficas son de fácil entendimiento y de gran ayuda para comprender cada una de las actividades que se realizan en el interior del sistema.

Cuando los procesos son dibujados como diagramas de flujo y se comparan con la forma ideal como deberían realizarse para ser consistentes con la meta de la empresa.

Para establecer una fase de diseño y rediseño del proceso de la línea de ensamble “C” puede utilizarse la nube de conflicto que es un sistema de negociación entre todas las necesidades de las personas involucradas; después de ello deben buscarse las necesidades que tratan de satisfacerse.

4.3.3. Estabilización de sistema

Una vez que se tiene una visión clara de los procesos de la línea de ensamble “C” (sistema) y de cómo interactúan pueden entenderse cuáles son las implicaciones sobre los procesos de nuestras acciones y decisiones y también del sistema como un todo. El proceso a aplicar deberá ser continuo.

Las Gráficas de control y la reducción de la variación

Sirven para medir y reducir la discontinuidad en un sistema. El comportamiento de la línea de ensamble “C” (sistema) va a ser impredecible, si un proceso está fuera de nuestro control. Al utilizar un diagrama de flujo podremos medir y mejorar la estabilidad de nuestro sistema.

Si se tiene una variación que es controlada el proceso es predecible lo que no ocurre cuando no lo es, por ello para mejorar un proceso que esta fuera de control se debe:

- Identificar la causa especial
- Activar una solución inmediata
- Establecer la causa de la ocurrencia de la causa especial
- Aplicar una solución de largo plazo.

Es importante detectar en que situación se encuentran los procesos que conforman la línea de ensamble “C”:

- **Estado ideal:** El proceso se encuentra bajo control estadístico y produce el 100% de producto conforme.
- **El Estado del umbral:** Registra un grado razonable de control estadístico pero producirá algunos productos no conformes.
- **Al borde del estado de caos:** Todo parece estar bien, pero el proceso está afectado por causas especiales de variación que deterioran la estabilidad del proceso y hacen que su comportamiento sea impredecible.
- **Caos:** Aquí el proceso está tanto fuera de control estadístico como generando productos no conformes.

La línea de ensamble “C” no debe tener procesos fuera de control ya que estos se convierten en actividades impredecibles lo que eleva significativamente los costos del proceso.

4.3.4. Identificación de la restricción y aplicación de los cinco pasos de focalización

Que los procesos sean sumamente variables puede ser una de las causas de los problemas en la línea de ensamble “C” (sistema) y solo identificando la raíz de esta variabilidad podrá determinarse una solución adecuada para el sistema.

Cinco pasos de focalización en la gerencia de producción

Significa que debe aplicarse los cinco pasos de focalización para administrar los eslabones de producción y de logística en la cadena del throughput.

Los dos indicadores principales que determinan si es que existe o no una restricción en producción para toda la cadena del throughput son:

- Tiempo de entrega incorrecto
- Tiempo del proceso muy largo

El desempeño de la producción y de la logística restringe el throughput actual, mientras que un tiempo de proceso muy largo restringe el throughput futuro.

- **Identificar las restricciones del sistema:** La teoría de restricciones sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

La restricción de la línea de ensamble “C” (sistema) puede ser un proceso que se encuentre fuera de control.

- **Decidir cómo explotar la restricción:** Las restricciones impiden a la línea de ensamble “C” (sistema) alcanzar un mejor desempeño en relación a su meta (ganar dinero) por ello es fundamental, entonces, decidir cómo van a utilizarse, cómo van a explotarse.

Para saber como explotar una restricción debe tenerse un plan detallado para despachar los productos, este mecanismo se lo denomina “tambor”.

- **Subordinar todo lo demás a la decisión tomada para la restricción:** Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones de la línea de ensamble “C” (sistema).

Como la línea de ensamble “C” es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el paso anterior.

La “cuerda” es la primera parte de la subordinación, es decir que se controla el material despachado acorde con la velocidad como la realice el tambor.

- **Elevar la restricción:** Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Por ejemplo realizarse alguna de las siguientes actividades:
 - La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
 - La contratación de más personas con las habilidades adecuadas.
 - La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción.
 - La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

- **Regresar al paso primero:** Al haber eliminado una restricción aparecerá otra y esta servirá de base para volver a repetir el proceso.

El propósito principal es el incremento del throughput, lo que se logra mediante la interacción de muchos recursos y disciplinas en la línea de ensamble "C".

La gerencia de la cadena de throughput significa que al ya tener asegurado la estabilidad de todos los eslabones, la primera cosa que debe hacerse es identificar cual es el eslabón más débil y llevar a los cinco pasos de focalización.

4.3.5. Aplicación de la gerencia del amortiguador

Debe procurarse:

- Proteger la restricción
- Identificar las áreas que no están bajo control

La gerencia del amortiguador es el proceso de mirar hacia adelante, que resalta cuando y donde hay un rompimiento en el flujo. Además libera tiempo para que los gerentes analicen más y aprendan sobre qué está obstruyendo o bloqueando el flujo. La unidad de medida del amortiguador es el tiempo.

Cuando se detecta una ruptura en el flujo, hay un problema en un amortiguador, esa ruptura se manifiesta a través de la llegada tardía de materiales, partes o productos a un punto de control.

Hay muchos factores diferentes que causan problemas, pero todos ellos provienen del problema medular de administrar la incertidumbre, algunos de estos factores son:

- **Multitareas:** La primera forma para manejar tareas múltiples es ejecutando en secuencia cada actividad hasta terminarla, otra es dividir el trabajo entre las tres actividades y ejecutarlas secuencialmente hasta un 50% de terminada cada una.
- **Síndrome del estudiante:** La tendencia de las personas de esforzarse de culminar el trabajo viene cuando la fecha de entrega está cerca.
- **Interdependencia:** Un retraso en tan sólo una tarea significa retrasar todo el proyecto.

La inyección que permite resolver este conflicto es que no es importante proteger las actividades individuales que conforman el proceso de la línea de ensamble "C", sino que es esencial proteger todo el proceso por lo que debe procurarse:

- Adicionar tiempo al final de la cadena crítica
- Definir la cadena crítica como la secuencia más larga de actividades, considerando simultáneamente la dependencia de las actividades y la dependencia de los recursos.

4.3.6. Reducción de variabilidad de la restricción y de los procesos principales

La variabilidad es el obstáculo más difícil que debe superarse.

Mediante el análisis de la gerencia del amortiguador puede señalarse algunas áreas que requieren atención como son: restricciones de capacidad, de políticas, de autoridad, de ventas, en las relaciones interpersonales.

Existe un obstáculo que va a tener que superarse mientras se reduce progresivamente la variabilidad de la restricción y de los procesos principales de la línea de ensamble “C”, que es la resistencia al cambio que surge normalmente de las personas.

Si se quiere que la solución sea aplicada exitosamente, entonces todos aquellos involucrados tienen que estar en capacidad de adaptar sus comportamientos a los requerimientos de esa solución, para lo cual las personas en la empresa tienen que comprender el cambio que se les está pidiendo.

Capas de resistencia al cambio

- No hay acuerdo sobre el problema
- Desacuerdo con respecto a la dirección de la solución
- Falta de confianza en que la solución sea integral
- Temor a las consecuencias negativas generadas por la solución
- Hay muchos obstáculos a lo largo del camino que lleva al cambio

Diseñar una estructura gerencial adecuada

Si se subordinan todos los demás componentes del sistema a las decisiones relacionadas con la restricción y la restricción es realmente la restricción, entonces todo el resto del sistema tendría que auto – limitarse y no producir al máximo. Des esta manera la línea de ensamble “C” (sistema) asumirá el comportamiento de tubo recto con el diámetro perfectamente constante.

Los procesos de pensamiento

Las herramientas del proceso de pensamiento (PP) han sido desarrolladas para un mejor aprendizaje de la teoría de las restricciones. De esta forma tener un conocimiento de la relación de causa-efecto de la ejecución de las distintas herramientas en el sistema. Estas son:

- **La nube del problema raíz:** Esta describe el conflicto que nos implique encontrar una solución al problema raíz. Existen tres clases de nubes del problema raíz:
 1. Conflictos con “las reglas” del sistema
 2. Dilema personales del líder
 3. Conflicto entre funciones, entre niveles administrativos o entre individuos (conflicto crónico)

La nube del problema raíz es deficiente, en muchos casos, para obtener en consenso sobre el problema y comenzar a moverse.

Sin embargo, en casos en que haya falta de consenso o falta de seguridad en la calidad del análisis que ha llevado a la construcción de la nube del problema raíz, es necesario desarrollar un ARA completo – árbol de realidad actual – para verificar todas las causalidades que conducen a la identificación de del problema raíz.

- **Árbol de realidad actual (ARA):** Un ARA comienza con la identificación de los efectos indeseables – EIDES – que existen en nuestra realidad. Estos EIDES están no solo presentes; ellos lastiman; ellos quitan algo o mucho, de la alegría que puede obtenerse del trabajo. Contribuyen a conformar la prisión creada por la forma como las personas interactúan. Los EIDES cubren un espectro bastante amplio; se originan de diferentes fuentes y tienen diferente peso.

Si el gerente y/o supervisores de producción quieren emprender un proyecto de mejora continua entonces deben mantener la estabilidad porque los sistemas inestables tienden a perder throughput y el throughput debe ser la prioridad principal. Además si quieren emprender un proyecto de mejora continua, entonces deben proveer mas throughput, porque la única forma de sostener el crecimiento continuo es a través del canal que el throughput nos proporciona.

- **Árbol de realidad futura (ARF):** Cualquier conjunto de acciones requieren ser planeadas, llevarse a cabo, y estudiar sus resultados. Este estudio debe proveer las indicaciones sobre como mejorar. La teoría de restricciones provee de herramientas para diseñar y controlar el patrón de aplicación de las inyecciones que se tienen, así como para resaltar la necesidad de nuevas inyecciones. El nombre de esta herramienta es el árbol de realidad futura (ARF).

Las inyecciones es lo que se necesita para transformar todos los efectos indeseables (EIDES) presentes en la nueva realidad futura fuertemente deseada.

Llevar a cabo las inyecciones es extremadamente exigente: cambia la realidad y lleva a lo largo de una serie de estados intermedios: los estados intermedios pueden inducir algunos efectos no deseados. Prácticamente el árbol de realidad futura (ARF) guía en la anticipación a estos efectos no deseados, permitiendo la construcción de ramas negativas muy enfocadas. De hecho el árbol de realidad futura (ARF) y la reservación de ramas negativas (RRN) deberán impedir la ocurrencia de efectos no deseados (EIDES).

- **Reservación de ramas negativas (RRN):** La RRN es un árbol de causa y efecto que se inicia en la base con la nueva idea – la inyección o cualquier parte de la solución ARF – y desarrolla la lógica que permite afirmar porque es inevitable el resultado negativo.

Si la lógica es lo suficientemente explícita podrán verse muchas formas de remover los negativos, especialmente por medio de atacar los supuestos que entran al árbol por los lados. Pueden examinarse o revisar si se necesita tomar acciones para negar su existencia o su impacto negativo.

- **La nube de la desalineación:** Este tipo de nube se define como nube de “estar apagando incendios”, en esta se define el mecanismo para redefinir la autoridad y la responsabilidad en un conflicto, de hecho estas nubes son recurrentes y con frecuencia conducen a situaciones sistemáticas de tensión en la empresa.

Dentro de la alineación de la nube debe tomarse en cuenta que en cada problema se debe incluir una inyección y de esta forma no diferir el proceso y de esta forma tratar de que la actividad se desarrolle sin ninguna traba, puesto que de esta inyección estaría el fracaso o éxito de una actividad.

¿Por qué es tan importante esta alineación? Primero, cada vez que una persona que se supone tiene que hacer algo tiene que detener su trabajo para pedirle a alguien alguna autorización, como ejemplo, se introduce una ineficacia innecesaria en la línea de ensamble “C” (sistema).

En segundo lugar, cada vez que alguien tiene que pedir una autorización innecesaria, esa persona se va a sentir menos responsable, motivada, comprometida con la culminación exitoso de la actividad. En tercer lugar, este mecanismo facilita el descubrimiento de políticas a los procedimientos erróneos.

- **El árbol de transición:** El árbol de transición es una herramienta concedida para dar instrucciones claras. Se Inicia reconociendo que “mientras que no se sepa como verbalizar la intuición, lo único que se puede delegar es la confusión”. El árbol de transición responde las preguntas comunes que se hace un colaborador cuando se les asigna una tarea:
 - ¿Por qué me pide realizar el paso X?
 - ¿Cuándo hago el paso X?
 - ¿Cuándo se que he terminado exitosamente un paso para poder pasar al siguiente paso?
 - ¿Cuál es el objetivo que estamos tratando de lograr?
 - ¿Cuál es el objetivo de cada paso?
 - ¿Por qué hacer el paso X antes del paso Y?

- ¿Cómo sé cuando he terminado?
- ¿Por qué usted afirma que el paso X va a lograr su propósito?

El árbol de transición contiene los siguientes elementos:

- La necesidad de la acción
- La acción en si misma
- La explicación del por que la acción va a satisfacer la necesidad
- El resultado de la acción
- La razón del por que el siguiente paso es necesario.

- **El árbol de prerrequisitos**

- **Romper** lo que parece ser una tarea insuperable en sus diferentes obstáculos
- **Reconocer** que todos los obstáculos pueden superarse al asignarle su objetivo intermedio correspondiente.
- **Comprender** que una coordinación correcta va a hacer posible lograr todos los objetivos y, por lo tanto, que las tácticas y acciones de todos los involucrados estén sincronizadas.

5. CONTROL Y SEGUIMIENTO

Este capítulo da las pautas para entender, implantar y mantener un sistema de orden y limpieza en la empresa, a partir de cual se puedan sentar las bases de la mejora continua y de unas mejores condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente de toda la empresa.

5.1. Seguimiento de programa de 5'S

Para llevar un control y poder realizar un seguimiento, es necesario llevar un registro de las diferentes acciones emprendidas. Toda acción realizada precisa de un seguimiento para verificar los resultados obtenidos mediante la recopilación y el análisis de información que permitan formular nuevas propuestas, superar dificultades y realizar una mejora continua.

Para realizar el seguimiento pueden utilizarse diversas herramientas: listas de verificación, realizar observaciones, entrevistas, etc. Elegir métodos sencillos aunque no sean perfectos. Se deben evitar complicaciones innecesarias en los primeros proyectos.

Para medir los avances logrados en el entorno del trabajador deben utilizarse formularios y gráficas sencillas que identifiquen la situación en la que se encuentra el lugar objeto del proyecto. Fotografías del “antes” y del “después” son buenas opciones.

Llegados a este punto, es vital que las mejoras logradas se mantengan en el tiempo. Para ello, pueden crear instrucciones sencillas de trabajo (carteles, indicadores del uso de un archivo, secuencias de limpieza y almacenamiento de herramientas y demás) o incorporarlos a los procedimientos de trabajo existentes. Se trata en definitiva, de incidir y transformar los hábitos de trabajo para instaurar “buenas prácticas” en el trabajo diario de todas las personas de la empresa.

Debe realizarse un seguimiento persistente de los nuevos hábitos a través de sencillas auditorías de orden y limpieza que pueden ser realizados por personas del propio equipo al principio, o de otros departamentos funcionales después, en forma de verificaciones cruzadas que fortalezcan el clima creado.

5.1.1. Auditorías de evaluación 5'S

El seguimiento al programa de 5'S puede ser realizado implementando las siguientes acciones:

- Realizar visitas de inspección a las áreas de trabajo.
- Evaluar las mejoras a realizar.
- Realizar una segunda inspección para supervisar la ejecución de las recomendaciones en cualquiera de los aspectos del procedimiento de 5'S.
- Documentar el resultado.

5.1.2. Parámetros a evaluar

Consolidar los buenos hábitos mediante auditorias periódicas de orden y limpieza realizadas por las mismas personas que han participado en los proyectos de mejora en la metodología de 5'S, ayudarán a monitorizar el estado de orden y limpieza de las instalaciones, identificar desviaciones y así descubrir nuevas oportunidades de mejora.

5.1.2.1. 1'S = Clasificar

En la 1'S pueden evaluarse aspectos tales como:

- **Áreas de trabajo:** No tener ropa, comida ni objetos que no estén en uso, áreas delimitadas.
- **Maquinaria, contenedores de almacenamiento, repuestos, accesorios, aceites, solventes y herramientas de trabajo:** Que se encuentren identificados y codificados de acuerdo a las necesidades de cada estación de trabajo.

5.1.2.2. 2'S = Ordenar

Para la evaluación de la 2'S pueden considerarse los siguientes aspectos:

- **Pasillos y áreas de trabajo:** Delimitación de pasillos y áreas de trabajo (pintados).
- **Bancos y armarios:** Que se encuentren dentro del área delimitada.
- **Librería y oficina:** Que se encuentre identificada y en orden
- **Herramienta y equipo:** Áreas de herramientas y plantillas bien identificadas.

- **Materiales sobrantes:** Que esté bien identificado.

5.1.2.3. 3'S = Limpiar

Los aspectos que pueden ser contemplados para la evaluación de la 3'S son:

- **Limpieza de maquinaria y equipo:** Que estén libres de basura, virutas y polvo.
- **Limpieza de pasillos:** Basura en los pasillos y objetos que obstaculicen el libre paso.
- **Limpieza de bancos y mesas de trabajo:** Libres de basura y materiales sin uso.
- **Limpieza de oficina:** Libres de basura y polvo sobre los mismos
- **Área de materiales sobrantes:** Que no tengan basura ni estén revueltos con materiales que no sirvan.

5.1.2.4. 4'S = Higiene y bienestar personal

Para la evaluación de la 4'S pueden considerarse los siguientes aspectos:

- **Centros de información actualizados:** Información actualizada y manejada por los operarios.
- **Uso permanente de uniforme:** Uniformes limpios, camisas fajadas y en buen estado.
- **Uso obligatorio de equipo de protección personal:** Tapones de oídos, guantes y lentes donde sea requerido.
- **Aplicación de la política de calidad:** Conocimiento de la política de calidad.

- **Horarios de entrada y salida:** Que sean respetadas las entradas y salidas a refacciones, comidas y horas laborales.

5.1.2.5. 5'S = Disciplina

Los aspectos que pueden ser contemplados para la evaluación de la 5'S son:

- **Condiciones de trabajo agradables:** Que las tarimas de materiales y reparaciones no sean una condición insegura en la operación.
- **Ergonomía en la operación:** Que el trabajador no realice actos inseguros que dañen su integridad física.
- **Manejo adecuado de materiales y herramientas:** Utilizar la herramienta adecuada para el trabajo definido.
- **Plantillas adecuadas:** Que las plantillas no estén dañadas y causen confusión.
- **Instalaciones eléctricas e iluminación:** Que las tomas eléctricas, espigas y lámparas estén en perfecto estado.

5.1.3. Ficha de valorización 5'S

La puntuación de cada uno de los elementos la determinará la persona encargada para la evaluación, según los criterios preestablecidos. Los resultados obtenidos se pueden presentar en una gráfica, agregando o promediando los indicadores asociados a cada S.

El proceso de implantación de 5´S ha avanzado; con el objeto de aprender de lo bueno y de lo malo resulta de gran valor documentar el proceso que se ha seguido en cada proyecto, para usarlo como “base de datos de buenas prácticas” que pueda ser explotado en toda la empresa. Los formularios pueden ayudar en ocasiones, si bien no deben utilizarse para burocratizar el proceso, sino para facilitar a los equipos, documentar y dejar “huella” del método seguido.

El formato de la ficha de valorización se encuentra en la figura 50. Para la calificación de la evaluación del programa de 5´S contenida en esta ficha se consideran los siguientes criterios:

Tabla VII. Criterios de ponderación para evaluación de 5'S

Ponderación	Criterio
0: Muy mala	Cuando no se cumple ninguno de los aspectos.
1: Malo	Cuando se considere deficiente alguno de los aspectos detallados anteriormente, como: no existe siendo necesario, se desconoce, es inadecuado, uso incorrecto, utilización en forma forzada.
2: Aceptable	Cuando se ha detectado algún cambio positivo pero que puede ser mejorado, como: se encuentra en mal estado y se ha reportado, información incompleta, se limita el espacio por desorden, etc.
3: Bueno	Cuando se ha detectado situaciones que no cumplen con lo establecido en los parámetros indicados anteriormente, pero pueden ser corregidas, al no ser significativas y considerándose tolerables y de solución sencilla y pronta, etc.
4: Muy bueno	Las situaciones son aceptables al cien por ciento según lo estipulado en los parámetros anteriores, y si se han realizado las mejoras sugeridas, si se han agotado mejoras en el departamento y si ha sido correcta o adecuada.

5.1.4. Divulgación y retroalimentación de resultados de evaluación

Siempre es bueno reconocer los logros del personal, por eso es importante realizar sesiones informativas donde los propios grupos de trabajo presenten el informe del proceso que se ha seguido. En tales sesiones, se hace necesaria la presencia de la dirección para escuchar y reconocer los logros alcanzados.

La generación y realización de proyectos de mejora del entorno físico de trabajo es permanente, si bien el número de proyectos puede variar en el tiempo.

5.1.5. Mejora continua

Para lograr la mejora continua en el programa de 5'S, deben considerarse las siguientes recomendaciones:

- Seguir la metodología de forma disciplinada; los cambios no se producen sólo con buena voluntad.
- Conocer otras empresas que hayan implantado esta metodología; si es posible en empresas con instalaciones similares.
- Apostar por las personas y su capacidad de cambio y adaptación.
- Alcanzar un compromiso de todos para mejorar los entornos de trabajo es posible si se demuestra que la metodología se toma en serio. No lo utilice como un método sólo para mejorar la productividad.
- Reconocer la capacidad de cada persona para contribuir a la mejora de su entorno de trabajo.

- No desencadenar acciones a mayor escala hasta que no hayan pequeños logros personales en mesas, estanterías y demás. Pida lo mismo a los colaboradores más cercanos.
- Repetir sesiones de sensibilización y formación por grupos en las diferentes áreas. Tratar de que tales sesiones estén dirigidas por los jefes de las mismas.
- No es sólo una cuestión de orden y limpieza por estética, se trata de hacer visibles los espacios de trabajo, los procesos, las anomalías y corregirlas.
- Establecer mecanismos de comunicación naturales para reforzar el proceso. Utilizar carteleras de anuncios para hacer visibles los esfuerzos y logros en los diferentes proyectos. Favorecer sesiones de intercambio y escuche las dificultades de primera mano.
- Consolidar los buenos hábitos mediante auditorías periódicas de orden y limpieza realizadas por las mismas personas que han participado en proyectos.

5.2. Teoría de restricciones

La continuidad en la búsqueda de la mejora requiere de un sistema de medición y de un método que involucre y fomente la participación del personal. Para definir el sistema de medición se requiere definir el conjunto de indicadores de meta. En teoría de restricciones la meta de una empresa es ganar dinero ahora y siempre. La medición de la meta se realizará a través de los indicadores: throughput (T), inventarios (I), y gasto de operación (GO).

El método recomendado por teoría de restricciones es el socrático, el cual fomenta la participación del personal, el desarrollo de soluciones propias, y el trabajo en equipo.

5.2.1. Medidores operativos

Constantemente debe determinarse si la línea de ensamble “C” (sistema) está o no logrando la meta planteada, si existe algo que no ayude a optimizar el sistema, esto sin duda generará pérdidas. Debe tenerse en cuenta que lo que dará mejores resultados serán los esfuerzos coordinados, mas no la suma de esfuerzos individuales.

Debe tomarse en cuenta que cada empresa es diferente, por lo que deberán tener diferentes tipos de metas, pero estandarizando pueden definirse a tres indicadores:

- **Inventario (I):** Todo el dinero que el sistema invierte para comprar bienes.
- **Throughput (T):** Es la velocidad a la que el sistema genera unidades de la meta.
- **Gastos de operación (GO):** Todo el dinero que el sistema gasta transformando el inventario en throughput.

Para los cálculos de estos parámetros, consultar las ecuaciones 1, 2 y 3 mencionadas en el capítulo 1.

Por el hecho de que el dinero es un recurso escaso, los gastos de operación deben ser mínimos, pero lo que el sistema siempre debe tender es a tener un throughput alto en el corto plazo ya que esto generará: un mejor servicio al cliente, reducción de la inversión y gastos operacionales, incremento en nuevos pedidos, crecimiento del throughput futuro al mejorar la ventaja competitiva.

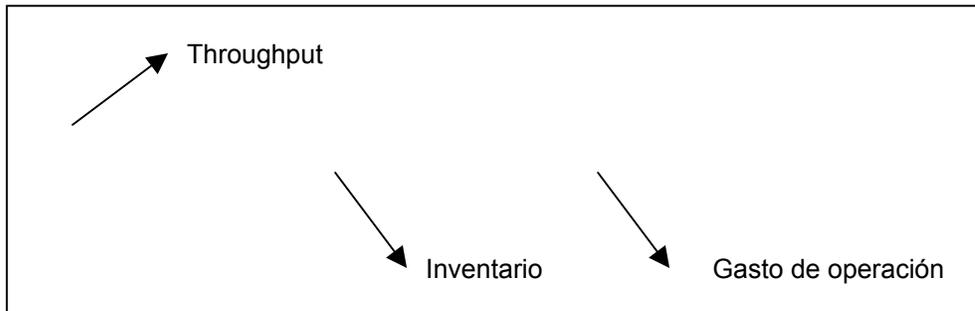
De las tres medidas expuestas, el inventario y el gasto de operación tienen unas posibilidades limitadas de mejora, dado que no pueden reducirse por debajo de cero por cuanto es necesario realizar inversiones e incurrir en gastos operativos para poder generar throughput. Esta última medida es por consiguiente a la que se le debe prestar una atención especial, por cuanto constituye el elemento clave de todo proceso de mejora continua en la empresa.

En síntesis, se define: un parámetro para el dinero que ingresa (throughput), otro para el dinero que permanece inmovilizado (inventario), y finalmente un parámetro para el dinero que sale (gastos de operación). A partir de esto, entiende que se avanza en términos de meta, en la medida que se aumente el throughput y se disminuyan los inventarios y los gastos de operación.

Y sobre estas relaciones se concluye: si aumenta el throughput y no se modifican desfavorablemente los inventarios y los gastos de operación, se aumenta la ganancia neta y el retorno sobre el capital invertido; lo mismo ocurre si bajan los gastos de operación y no se modifican desfavorablemente el throughput y los inventarios; en cambio si bajan los inventarios y no se modifican desfavorablemente el throughput y los gastos de operación, solamente se afecta el retorno sobre el capital invertido, permaneciendo inalterable la ganancia neta. Véase ecuaciones 4 y 5 en el capítulo 1.

Como se muestra en la figura 46, el objeto de la línea de ensamble “C” debe ser tratar estas tres medidas en forma simultánea y constante y ello alcanza la meta de ganar dinero.

Figura 46. Meta de las operaciones



Desde el punto de vistas de las operaciones, la meta de la empresa es:

**INCREMENTAR EL THROUGHPUT Y AL MISMO TIEMPO,
DISMINUIR LOS INVENTARIOS Y
REDUCIR LOS GASTOS DE OPERACIÓN**

5.2.2. Divulgación y retroalimentación de medidores operativos

Debe hacerse del conocimiento del personal involucrado que la teoría de restricciones ofrece sin mucho buscar una excelente salida al cambio estratégico.

Deben darse a conocer claramente los medidores operativos para que se entiendan los cambios incurridos en el proceso de cambio originado por la teoría de restricciones.

Además de divulgar los resultados de las mediciones operativas, es importante hacer aquí una advertencia: ¡CUIDADO CON LA INERCIA! En los pasos del enfoque sistemático de teoría de restricciones se han definido las reglas de funcionamiento de la empresa considerando las restricciones existentes en ese momento. Si las restricciones han cambiado se deberán modificar todas esas reglas.

En esta época ya no quedan dudas de que toda la empresa, si quiere sobrevivir, debe embarcarse en un proceso de mejora continua. La mejora continua NO ES GRATIS. El proceso de focalización propuesto por la teoría de restricciones está diseñado para orientar los esfuerzos de mejora de manera de conseguir el máximo impacto en cada momento de la vida del sistema.

CONCLUSIONES

1. Para promover la filosofía de pensamiento esbelto al personal del área de ensamble, es necesario un programa de formación basado en la sensibilización, educación y entrenamiento al personal. El programa puede realizarse a través de módulos temáticos, con clases que permitan la comprensión de los participantes y visitas a planta que complementen el aprendizaje.
2. Utilizando las herramientas de la filosofía de manufactura esbelta, se logra la eliminación planeada de todo tipo de desperdicio, mejorando las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.
3. Al adoptar la metodología de 5'S se establece un plan sistemático de organización, orden y limpieza que establezca el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados, que sean capaces de mantener la línea de ensamble "C" con materiales y herramientas necesarias, además de una actitud de limpieza.
4. Los procesos que debilitan y por ende causan limitación al proceso de producción de la línea de ensamble "C" son: espacio excedido destinado para almacenamiento de materiales y reproceso de equipos de refrigeración debido a mala manufactura.

5. Con la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta, se logra el manejo adecuado de materiales en las estaciones de trabajo, reducción en los golpes en las piezas metálicas y una buena práctica de manufactura; se estima que la reducción de los inventarios de materiales en proceso en la línea de ensamble, ahorrará a la empresa hasta el treinta por ciento (30%) del costo total del producto.

6. Las herramientas de manufactura esbelta coadyuvan a mejorar la distribución física y operativa de la línea de ensamble "C": Dentro de la metodología de 5'S se contemplan la realización de encuestas que detecten las condiciones generales de los puestos de trabajo, la actitud del personal en su entorno y las propuestas que este plantea para mejorar su área de trabajo; al analizar e implementar dichos aspectos se contribuye a mejorar la distribución física. Con el enfoque sistemático de la teoría de restricciones (identificación, explotación, subordinación, elevación y mejora continua de las actividades restrictivas) se mejora considerablemente la distribución operativa de la línea de ensamble "C".

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar la propuesta contenida en este trabajo de graduación, para lograr que las operaciones de la línea de ensamble “C” y de la empresa en general sean más eficientes, con costos mínimos y cero desperdicios, brindando así un enfoque que la oriente al uso inteligente de sus recursos, su tecnología, su equipo y, por encima de todo, de los conocimientos y habilidades de su personal.
2. Expandir la propuesta de implementación de manufactura esbelta a todas las áreas de la empresa, con la finalidad de generar beneficios tales como: reducción dramática de los plazos para diseñar y fabricar productos, mejoramiento de la calidad y eficiencia del trabajo, mayor flexibilidad para responder al mercado y reducción de inventarios.
3. Introducir otras herramientas de manufactura esbelta, tales como: *Kanban*, mantenimiento preventivo total, *poka yoke*, SMED y células de manufactura para la mejora continua de los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHASE, Richard B. y otros. **Administración de producción y operaciones.** 8ª. ed. Colombia: Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A., 2000. 869pp.
2. DEBERNARDO, Héctor. “¿Qué es TOC? **Boletín del Instituto Goldratt.** (Argentina)(3):4.2000.
3. ESCALONA, Ivan. **Mejora continua en la teoría de restricciones.** <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tociem.htm>. 8-julio-2005.
4. GOLDRATT, Eliyahu M. y Jeff Cox. **La Meta.** 2ª. ed. Estados Unidos de América: Editorial The North River Press, 1999. 425pp.
5. **Las 5S - Mantenimiento Integral de la Empresa.** <http://www.usuarios.lycos.es/fdevega/las5s.htm>. 8-julio-2005.
6. **Manufactura esbelta.** <http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta.stml>. 11-julio-2005.
7. **Metodología de las 5'S, mayor productividad, mejor lugar de trabajo.** http://www.cidem.com/cidem/binaris/5S_tcm48-8182.pdf. 8-julio-2005.
8. PINEDA MANDUJANO, Karla. **Manufactura esbelta.** <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.htm>. 8-julio-2005.
9. VARGAS RODRÍGUEZ, Héctor. **Manual de implementación del programa 5'S.** Colombia: s.e. 2004. 61pp.
10. **Teoría de restricciones (TOC – Theory of constraints).** <http://www.monografias.com/trabajos14/restricciones/restricciones.shtml>. 19-julio-2005.

11. BARQUERO TEFEL, Federico José. **Manual de calidad de Refrigeradores de Guatemala, S.A.** Guatemala: s.e. 2004 75pp.

12. **Fogel group.** www.fogel-group.com. 10-sep-2005.

ANEXOS

Figura 46. Encuesta inicial 5'S

Encuesta inicial 5'S

1- MARQUE CON UNA X LA RESPUESTA A CADA PREGUNTA:

No.	Descripción	Si	No
1	Se tiene material acumulado en las áreas de trabajo		
2	Se han realizado malos trabajos debido a la suciedad		
3	Considera que las áreas de trabajo están ordenadas		
4	Están los materiales y herramientas accesibles para su uso		
5	Tiene artículos en el área que no son suyos y no sabe de quien son		
6	Está a la vista lo que requiere para trabajar		
7	Se cuenta con materiales demás para hacer el trabajo		
8	Retira la basura con frecuencia de su área de trabajo		
9	Cuenta con un área para colocar sus cosas personales		
10	Considera que su área de trabajo está limpia		
11	Considera que las áreas de trabajo están ordenadas		

2- RESPONDA BREVEMENTE (Utilice una línea por idea)

¿Qué le disgusta de su área de trabajo?

¿Qué arreglaría de su área de trabajo si tuviera la oportunidad?

Figura 47. Propuesta de mejora

Propuesta de mejora

Área:	
Grupo 5'S:	
Propuesto por:	
Fecha:	
Recibido por:	

1- ¿Qué problema está sucediendo?

2- ¿Cuál es la propuesta de mejora?

(Adjunte croquis a mano del trabajo si es necesario)

3- ¿Qué recursos necesita para su trabajo?

4- ¿Cuánto tiempo se demorará una vez que se entreguen los recursos para desarrollar la mejora?

Figura 48. Proceso de cambio “(1´S) Clasificación” (elementos necesarios)

PROCESO DE CAMBIO “(1´S) CLASIFICACIÓN”
EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS NECESARIOS

Descripción del artículo	Cantidad	Justificación

Fecha: _____

Elaboró: _____

Firma: _____

Figura 49. Proceso de cambio “(1’S) Clasificación” (elementos innecesarios)

**PROCESO DE CAMBIO “(1’S) CLASIFICACIÓN”
EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS INNECESARIOS**

Descripción del artículo	Cantidad	Justificación

Fecha: _____

Elaboró: _____

Firma: _____

Figura 50. Ficha valorización 5'S

Ficha valorización 5'S

Número: _____

Fecha de la auditoría: _____ **Auditoría realizada por:** _____

ELEMENTOS	NOTAS	OBSERVACIONES
<i>Clasificación</i>		
Desechos (en un lugar correcto)		
Equipos y herramientas		
Mobiliario (estanterías, armarios)		
<i>Orden</i>		
Líneas de límites de zonas		
Materias primas		
Documentos ordenados		
Presencia de objetos inútiles		
<i>Limpieza</i>		
Material de limpieza presente		
Papeleros, bolsas de basura		
Limpieza bien hecha en pasillos		
Limpieza bien hecha en equipo		
<i>Higiene y bienestar personal</i>		
Polvo		
Impregnación (agua, aceites, grasa)		
Recipientes (presencia aceites, grasas)		
Estado del material de señalización		
Estado de material de seguridad		
Suelo		
Fugas (agua, aceite, aire)		
Mobiliario		
<i>Disciplina</i>		
Presencia de gamas de limpieza		
Ropa de trabajo		

Equipo de protección		
Conducta de equipos		
Iluminación		
Reglas del sitio de trabajo		
Número de criterios considerados		
TOTAL		Nota del Sector/100=(total*25)/numero de criterios

Notas: 0: Muy mala; 1: Malo; 2: Aceptable; 3: Bueno; 4: Muy bueno

