



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

**El Despliegue de la Función Calidad (QFD) como Herramienta
para el Mejoramiento de la Calidad en el Proceso de
Fabricación de Ollas de Aluminio**

Pablo Rolando Lucha Mena
Asesorado por Ing. Ferdinando Narvaez

Guatemala, Octubre de 2003.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD) COMO HERRAMIENTA
PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE OLLAS DE ALUMINIO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

PABLO ROLANDO LUCHA MENA

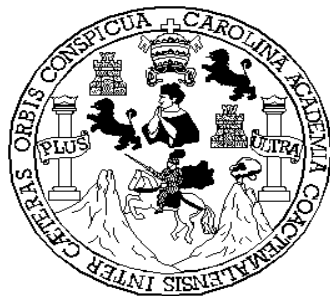
ASESORADO POR ING. FERDINANDO NARVAEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Baten 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:

EL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD) COMO HERRAMIENTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS DE ALUMINIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha noviembre del 2002.

Pablo Rolando Lucha Mena

AGRADECIMIENTOS:

A Dios todopoderoso y a la Virgen María por permitirme llegar a este triunfo en mi vida

A mi esposa, Viviana de Lucha ya que sin su apoyo, comprensión y consejo no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

A mis padres: Liberato Antonio Lucha y Sonia Mena de Lucha que siempre me apoyaron y aconsejaron para lograr este triunfo en mi vida.

A mis suegros: Pablo Nuila Hub y Ana María de Nuila quienes me ayudaron a perseverar con su ejemplo y me brindaron consejo para seguir adelante.

A mis hermanos: Tati, Karla, Libe que me apoyaron en todo momento de la vida con su ejemplo y su consejo.

Al ingeniero Ferdinando Narvaez por su guía y ayuda en la elaboración de dicho trabajo.

Y a todos mis amigos que me han apoyado, aconsejado, animado para seguir adelante en especial a la Reformita Hills.

DEDICATORÍA

Acto que dedicó a Dios, a mi esposa e hijo, a mis padres, suegros, hermanos, demás familia y amigos.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	VI
GLOSARIO	VIII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
1 MARCO TEORICO	
1.1 Desarrollo histórico del Despliegue de la Función de Calidad (QFD).....	1
1.2 Definición del Despliegue de la Función de Calidad (QFD)...	2
1.3 Estructura del Despliegue de la Función de Calidad (QFD)....	2
1.4 Proceso del Despliegue de la Función de Calidad (QFD).....	4
1.5 Beneficios del Despliegue de la Función de Calidad (QFD)....	5
1.6 Información del cliente.....	7
1.6.1 Información solicitada y no solicitada.....	7
1.6.2 Información estructurada.....	8
1.6.3 Información aleatoria.....	9
1.6.4 Información cuantitativa.....	9
1.6.5 Información cualitativa.....	10
1.7 Descripción de herramientas del Despliegue de la Función de Calidad (QFD).....	10
1.7.1 Diagrama de afinidad.....	10
1.7.1.1 Definición.....	11
1.7.1.2 Aplicación.....	11
1.7.1.3 Interpretación.....	12

1.7.2	Diágrafo de interrelaciones.....	13
1.7.2.1	Definición.....	13
1.7.2.2	Aplicación.....	13
1.7.2.3	Interpretación.....	14
1.7.3	Diagrama de árbol.....	
	15	
1.7.3.1	Definición.....	16
1.7.3.2	Aplicación.....	16
1.7.3.3	Interpretación.....	17
1.7.4	Diagrama de matriz.....	
	17	
1.7.4.1	Definición.....	17
1.7.4.2	Aplicación.....	18
1.7.4.3	Interpretación.....	18
1.8	Definición de calidad.....	19
1.9	Diagrama causa y efecto.....	19
1.9.1	Definición.....	19
1.9.2	Aplicación	20
1.9.3	Interpretación.....	21
1.10	Diagrama de pareto.....	21
1.10.1	Definición.....	21
1.10.2	Aplicación	22
1.10.3	Interpretación.....	22
1.11	Gráficos de control X y R	22
1.11.1	Definición.....	23
1.11.2	Aplicación	23
1.11.3	Interpretación.....	24
1.12	Relación de Capacidad del Proceso (RCP).....	24
1.12.1	Definición.....	24

1.12.2 Aplicación	25
1.12.3 Interpretación.....	27
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
2.1. Descripción de la empresa.....	29
2.2. Organigrama de la empresa.....	30
2.3. Descripción de puestos.....	31
2.4. Descripción de los productos.....	37
2.4.1. Diagrama de proceso.....	37
2.4.2. Diagrama de flujo.....	38
2.4.3. Diagrama de recorrido.....	38
2.5. Controles de calidad actuales.....	38
3. PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS DE ALUMINIO	
3.1. Descripción de materia prima.....	39
3.1.1. Alambre.....	39
3.1.2. Fleje	40
3.1.3. Disco	40
3.2. Descripción de maquinaria y equipo.....	40
3.2.1. Maquinaria	41
3.2.2. Herramientas	42
3.3. Descripción de los procesos de fabricación de ollas con aluminio.....	43
3.3.1. Embutido	43
3.3.2. Rebordeado	43
3.3.3. Repujado	44
3.3.4. Pulido	44
3.3.5. Perforado y remachado.....	44
3.3.6. Lavado	44

3.4. Diagramas de producción mejorados.....	45
3.4.1. Diagrama de proceso.....	45
3.4.2. Diagrama de flujo.....	45
3.4.3. Diagrama de recorrido.....	45
3.5. Implementación de controles de calidad.....	46
3.5.1. Recolección de datos	46
3.5.2. Diagrama causa y efecto.....	46
3.5.3. Diagrama de pareto.....	48
3.5.4. Gráficos de control.....	49
3.5.4.1. Gráfico R.....	50
3.5.4.2. Gráfico X.....	52
3.5.5. Análisis de Relación de Capacidad del Proceso (RCP)	53
4. ESTUDIO DE MERCADO	
4.1. Población objetivo.....	55
4.2. Definición de la muestra.....	55
4.3. Segmentación del mercado.....	56
4.3.1. Diseño de la encuesta consumidor final.....	57
4.3.2. Diseño de la encuesta distribuidores y detallistas...	58
4.3.3. Diseño de la encuesta sobre la competencia.....	58
4.4. Tabulación de datos obtenidos.....	60
4.5. Análisis de resultados.....	62
5. IMPLEMENTACIÓN DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD) PARA LA FABRICACIÓN DE OLLAS CON ALUMINIO.	
5.1. Pasos para la implementación del Despliegue de la Función de Calidad (QFD).....	63
5.1.1. Formación de un equipo.....	63

5.1.1.1. Capacitación del Equipo.....	64
5.1.1.1.1. Capacitación sobre trabajo de equipo	64
5.1.1.2. Conducir junta de despegue.....	65
5.1.2. Establecer procedimientos de monitoreo.....	65
5.1.3. Desarrollar las matrices.....	65
5.1.3.1. Identificación de los “cómo”.....	70
5.1.3.2. Asignación de objetivos.....	73
5.1.3.3. Realizar las interrelaciones.....	76
5.1.3.4. Información de la competencia.....	81
5.1.3.5. Identificación de conflictos.....	82
5.1.4. Elaboración de la estrategia y mejoras a los procesos	
82	
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	91

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Diagrama de interrelaciones.....	12
2. Organigrama de FACODA.....	22
3. Diagrama causa y efecto, golpes en el proceso para olla y tapa	38
4. Diagrama causa y efecto, rayones y mal pulido en la olla.....	39
5. Diagrama causa y efecto, para la materia prima.....	39
6. Diagrama de Pareto para ollas de aluminio.....	40
7. Grafico R para el proceso de ollas de aluminio.....	42
8. Grafico X para el proceso de ollas de aluminio.....	43
9. Cuadro para pregunta 1 de consumidores finales.....	57
10. Cuadro para pregunta 1 de distribuidores.....	58
11. Cuadro para evaluación de competencia 1.....	59
12. Cuadro para evaluación de competencia 2.....	59
13. Cuadro de resultados para consumidores finales.....	60
14. Cuadro de resultados para distribuidores.....	60
15. Resultados de evaluación de la competencia 1.....	61
16. Resultados de evaluación de la competencia 2.....	61
17. Diagrama de proceso.....	92
18. Diagrama de flujo.....	95
19. Diagrama de recorrido.....	99
20. Diagrama de proceso mejorado.....	102
21. Diagrama de flujo mejorado.....	104
22. Diagrama de recorrido mejorado.....	106
23. Hoja de recolección de datos para diagrama causa y efecto y de pareto.....	107

24. Hoja de recolección de datos para los gráficos de control X y R.....	108
25. Curvas características de operación para las graficas X y R	109

TABLAS

I. Resultado test de Q 100.00 consumidores finales.....	55
II. Resultado test de Q 100.00 distribuidores.....	56
III. Matriz de evaluación de la competencia consumidores finales	57
IV. Matriz de evaluación de la competencia distribuidores.....	58
V. Matriz de asignación de los “comos” consumidores finales.....	60
VI. Matriz de asignación de los “comos” distribuidores.....	61
VII. Matriz de asignación de objetivos consumidores finales.....	62
VIII. Matriz de asignación de objetivos distribuidores.....	63
IX. Simbología y peso para realización de interrelaciones.....	64
X. Matriz de interrelaciones para consumidores finales.....	65
XI. Matriz de interrelaciones para distribuidores.....	66
XII. Matriz final para consumidores finales.....	67
XIII. Matriz final para distribuidores.....	68
XIV. Factores A_2 , D_3 y D_4 para la elaboración de graficas de control	110
XV. Nivel de confianza en base a la certidumbre.....	111

GLOSARIO

Aluminio	Elemento químico extraído de la <i>bauxita</i> . Es un metal de color blanco, ligero, blando, dúctil y de alta conductividad eléctrica y térmica.
Asa	Sujetador de metal utilizado por diferentes utensilios de aluminio en forma de oreja.
Calidad	La calidad de un producto es la adaptación a las especificaciones de diseño, a la función y el uso, así como el grado en el que el producto se apega a las especificaciones. En un servicio se define de una manera semejante.
Diagrama de interrelaciones	El diagrama de interrelaciones identifica aspectos o ideas relacionadas y se usa para poner lógica al proceso de identificar relaciones entre las diversas ideas anotadas en el diagrama de afinidad.
Diagrama de causa y efecto	Herramienta importante que ayuda a la generación de ideas en cuanto a las causas del problema y que sirve como base para localizar soluciones.

Diagrama de árbol	El diagrama de árbol muestra las tareas que necesitan ser terminadas para resolver el problema en cuestión.
Diagrama de matrices	Es una herramienta útil para identificar y gráficamente desplegar conexiones (vistas como intersecciones en el diagrama) entre responsabilidades, tareas, funciones, etc.
Diagrama de Pareto	El análisis de Pareto separa claramente las pocas vitales de las muchas triviales causas, y proporciona dirección en la selección de proyectos de mejora.
Diagramas de afinidad	Los diagramas de afinidad se usan para promover el pensamiento creativo. Pueden ser muy útiles para romper barreras creadas por fallas pasadas y para hacer que la gente abandone paradigmas arraigados.
Graficas de control	Nos indican que las variaciones que se registran en la calidad no rebasan el límite aceptable del azar, se trata de un registro gráfico de la calidad de una característica en particular.
Lavado	Limpieza final de los utensilios de aluminio con gas y aserrín.

Oreja	Sujetador de metal utilizado por las ollas de aluminio, colocado en el diámetro exterior de las mismas.
Prensa hidráulica	Maquina que sirve para comprimir, en este caso utilizada para embutir o estampar en frío el aluminio al molde.
Pulido	Proceso de lustrado del aluminio por medio de la aplicación de lija de diferentes asperezas en maquinas para este fin.
Despliegue de la función calidad (QFD)	Sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes.
RCP (Relación de capacidad del proceso)	La relación de capacidad del proceso no es mas que la variación que se da en las medidas durante la producción de un articulo comparado con la tolerancia especificada en el diseño del mismo.
Repujado	Proceso metal mecánico utilizado para la elaboración de ollas de aluminio en un torno.

RESUMEN

Las empresas necesitan mejorar sus procesos de producción y la calidad de los productos para ser más competitivas dentro de un mercado que, debido a la creciente globalización, cada día es más difícil. Es por ello que las empresas necesitan aprovechar todos los recursos con que cuentan al máximo, la implementación de herramientas que ayuden a mejorar la calidad así como los procesos de los productos, y la máxima satisfacción al cliente harán que nuestras industrias sean más competitivas tanto en el nivel nacional como internacional.

Todo lo anterior nos conduce a que, basándose en el despliegue de la función calidad (QFD) por sus siglas en inglés, las empresas comprendan y vean la necesidad de realizar innovaciones continuas en sus productos y procesos. Esta es una técnica nueva, poco conocida en el ámbito industrial, comercial y empresarial. La cual consiste en recolectar información sobre el mercado y la competencia, que luego será analizada por medio de herramientas propias del método y con base a esto se diseñan las mejores estrategias para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. Esta herramienta se puede aplicar a cualquier tipo de proceso productivo, pero en nuestro caso se aplica para la producción de ollas en aluminio.

El proceso de producción de ollas en aluminio consta de los siguientes procesos: repujado, embutido, pulido, perforado y remachado, estos aspectos serán ampliados para una mejor comprensión. El sistema de control de calidad será elaborado por medio de la utilización de herramientas como los diagramas de Pareto, causa y efecto, gráficos X y R y el análisis de RCP.

OBJETIVOS

General

Establecer por medio del Despliegue de la función de calidad (QFD) un mejoramiento continuo en la calidad y en los procesos de fabricación de ollas con aluminio para alcanzar una efectividad máxima en el manejo de recursos.

Específicos

1. Evaluar el estado actual de la empresa con respecto a la calidad de sus productos para hacer los cambios necesarios.
2. Determinar la mejor distribución de la maquinaria en el piso de producción para maximizar la producción y minimizar costos.
3. Realizar un estudio de mercado para determinar las necesidades de los clientes y problemas del producto, y así poder encontrar soluciones a estas.
4. Establecer la segmentación de mercado para el cual va dirigido el consumo de ollas de aluminio.
5. Establecer los controles de calidad de acuerdo a las necesidades y posibilidades de la empresa para garantizar productos confiables.

6. Evaluar los resultados de las matrices que son utilizadas por el Despliegue de la función de calidad (QFD) para la obtención de las soluciones óptimas.

7. Obtener los pasos para la implementación del Despliegue de la función de calidad (QFD) en la industria de fabricación de ollas de aluminio.

INTRODUCCIÓN

Debido a la situación económica, por la que atraviesa Guatemala, debido a los malos manejos del sector público el cual no ha establecido las reglas del juego claramente; provocando la fuga de capitales de inversión, además de los problemas sociales como la pobreza, la inseguridad pública, el mal estado de carreteras e infraestructura, han hecho de Guatemala un lugar no atractivo para las inversiones, a esto agreguemos la globalización y la crisis que está viviendo el sector industrial del país, las empresas se ven en la necesidad de optimizar los recursos que utilizan en sus procesos de producción, por lo que es de gran importancia fomentar la utilización de herramientas de Ingeniería Industrial, ya que éstos tienden a generar una diversidad de ventajas para las empresas que toman la decisión de implementarlas. Mejoras como Despliegue de la función de calidad (QFD), Reingeniería, Normas ISO, estudios de métodos de producción, mejoras en la distribución en planta, etc., provocan dentro de las empresas aumentos en su calidad, en su productividad, en sus utilidades. Esto nos lleva a tener empresas más competitivas, sólidas y eficientes en sus labores cotidianas. Con esto se busca reactivar la economía de nuestro país, que cada día necesita con mayor urgencia elevar los niveles socio-económicos en que vive la mayoría de la población.

Con la aplicación del Despliegue de la función de calidad (QFD) nos enfocamos más a las necesidades de nuestros clientes para poder ofrecerles un producto de mejor calidad que llene sus expectativas o en algunos casos las supere.

Estos nos llevan a una mejora de los procesos de manufactura, atención al cliente, de empaque, etc., además de analizar si las especificaciones de nuestros productos, las materias primas que utilizamos y accesorios están de acuerdo a lo que el cliente espera de nuestro producto.

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollarán los conceptos del despliegue de la función calidad (QFD) en cuanto a su historia, beneficios, estructura, herramientas, etc., además de tratar conceptos de calidad y de algunas herramientas que se utilizan para controlarla y aumentarla dentro de las empresas.

1.13 Desarrollo histórico del despliegue de la función calidad (QFD)

Originalmente, el despliegue de la función calidad (QFD) se desarrolló en Japón, fue introducido por Yoji Akao en 1966 y se usó en el Astillero Kobe. Sin embargo el primer libro (en japonés) sobre este método no se publica hasta 1978. Su uso se extendió por todo Japón, y todavía se usa en las industrias de manufactura y de servicios. Xerox lo introdujo en los EE. UU. a mediados de los 80. Aún no logra su adopción a gran escala en ese país, pero se está usando en empresas manufactureras como Hewlett-Packard y en organizaciones de servicio como St. Clair Hospital en Pittsburg. Y sólo a partir de 1990 aparece bibliografía en inglés y, más adelante, en otros idiomas. El uso del despliegue de la función calidad (QFD) está creciendo y continuará haciéndolo en la medida en la que la calidad total tienda a convertirse en norma.

1.14 Definición del despliegue de la función calidad (QFD)

El despliegue de la función calidad (QFD) es un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

El despliegue de la función calidad (QFD) permite a una organización entender la prioridad de las necesidades de sus clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor.

Despliegue de la función calidad (QFD) significa *Quality Function Deployment* en inglés. Esto es, "transmitir" los atributos de calidad que *el* cliente demanda a través de los procesos organizacionales, para que cada proceso pueda contribuir al aseguramiento de estas características. A través del despliegue de la función calidad (QFD), todo el personal de una organización puede entender lo que es realmente importante para los clientes y trabajar para cumplir con este objetivo.

1.15 Estructura del despliegue de la función calidad (QFD)

La analogía más usada para explicar como está estructurado el despliegue de la función calidad (QFD) es una casa. La pared de la casa en el costado izquierdo, componente 1, es el *input* del cliente. Esta es la etapa en el proceso en la que se determinan los requerimientos del cliente relacionados con el producto.

Para satisfacer los requisitos de los clientes, el productor trabaja a ciertas especificaciones de desempeño, y les pide a sus proveedores que hagan lo mismo. Este es el techo interior de la casa o componente 2. La pared derecha de la casa, componente 3, es la matriz de planeación, Este es el componente más ampliamente asociado con despliegue de la función calidad (QFD). La matriz de planeación es el componente que se usa para traducir los requerimientos del cliente en planes para satisfacer o superar esos requerimientos. Incluye marcar los requisitos del cliente en una matriz y los procesos de manufactura en otra, jerarquizando los requisitos del cliente, y tomando decisiones relacionadas a las mejoras necesarias en los procesos de manufactura. El centro de la casa, componente 4, es donde se convierten los requisitos del cliente en términos o expresiones de manufactura. Si un cliente quiere que la vida operativa (útil) del producto sea doce meses en lugar de seis, ¿qué significa esto en términos de los materiales empleados? ¿El diseño? ¿Los procesos de manufactura? Estos tipos de preguntas se contestan en este componente. El fondo o base de la casa, componente 5, es donde se jerarquizan los requisitos del proceso que son críticos. ¿Cuál requisito de manufactura es más importante en términos de satisfacer o superar los requisitos del cliente? ¿Cuál es el siguiente, y así sucesivamente? Cada requerimiento jerarquizado del proceso recibe una puntuación que representa su nivel de complejidad para lograrlo. El techo exterior de la casa, componente 6, es donde se identifican los *trade-offs*. Estos son *trade-offs* que tienen que ver con los requisitos del productor. En vista de los requisitos de su cliente y de sus capacidades de manufactura, ¿qué es lo mejor que puede hacer la organización? Este tipo de pregunta se contesta aquí. Esta es la estructura principal de una matriz de despliegue de la función calidad (QFD).

1.16 Proceso del despliegue de la función calidad (QFD)

Cada matriz desarrollada como parte del proceso despliegue de la función calidad (QFD) debe estructurarse conforme a lo anterior. Habrá seis matrices en un ciclo completo del proceso despliegue de la función calidad (QFD). El propósito de cada matriz se explica en los siguientes apartados:

- La matriz 1 se usa para comparar los requerimientos del cliente con las características técnicas del producto. Todas las otras matrices se originan de esta primera matriz.
- La matriz 2 se usa para comparar las características técnicas en la matriz 1 con sus con sus tecnologías aplicadas asociadas. Estas dos matrices producen la información necesaria para contestar las siguientes preguntas: (1) ¿Qué quiere el cliente? (2) ¿Cuáles son los requisitos técnicos relacionados con las características que quiere el cliente? (3) ¿Qué tecnologías son necesarias para satisfacer o superar los requisitos del cliente? y (4) ¿Cuáles son los trade-offs que tienen que ver con los requerimientos técnicos?
- La matriz 3 se usa para comparar las tecnologías aplicadas de la matriz 2 con sus procesos de manufactura asociados. La matriz ayuda a identificar variables críticas en los procesos de manufactura.
- La matriz 4 se usa para comparar los procesos de manufactura de la matriz 3 con sus procesos de control de calidad asociados. Esta matriz produce la información necesaria para optimizar procesos. A través de la experimentación, se determina la confiabilidad y repetibilidad de los procesos.

- La matriz 5 se usa para comparar los procesos de control de calidad con sus procesos de control estadístico del proceso. Esta matriz ayuda a garantizar que se están usando los parámetros y variables del proceso adecuados.
- La matriz 6 se usa para comparar los parámetros del control estadístico del proceso con las especificaciones que se han desarrollado para el producto terminado. En este punto, se hacen ajustes para garantizar que el producto producido es el producto que quiere el cliente.

El proceso despliegue de la función calidad (QFD) garantiza que todos los recursos se usen óptimamente de forma tal que maximicen las posibilidades de la organización para satisfacer o exceder los requerimientos del cliente.

1.17 Beneficios del despliegue de la función calidad (QFD)

El despliegue de la función calidad (QFD) trae un número de beneficios a las organizaciones que intentan incrementar su competitividad mejorando continuamente calidad y productividad. El proceso tiene los beneficios de ser orientado al cliente, eficiente en tiempo, orientado al trabajo en equipo y orientado hacia la documentación.

- ✓ **Orientado al cliente.** Una organización con calidad-total es una organización que está orientada al cliente. despliegue de la función calidad (QFD) requiere la recolección del *input* y retroalimentación del cliente. Esta información se traduce en un conjunto de requerimientos específicos del cliente.

El desempeño de la organización contra los requerimientos, así como la de los competidores se estudia cuidadosamente. Esto le permite a la organización ver como se compara ésta y su competencia al satisfacer las necesidades de los clientes.

- ✓ **Eficiente en tiempo.** despliegue de la función calidad (QFD) puede reducir el tiempo de desarrollo porque se centra en requerimientos del cliente específicos y claramente identificados. Debido a esto, no se desperdicia tiempo en desarrollar características que tienen poco o nulo valor para el cliente.

- ✓ **Orientado al trabajo en equipo.** despliegue de la función calidad (QFD) es un enfoque orientado al trabajo en equipo. Todas las decisiones están basadas en el consenso e incluyen discusión a fondo y tormenta de ideas. Puesto que todas las acciones que deben tomarse se identifican como parte del proceso, los individuos ven donde encajan en la escena completa, promoviendo de esta manera el trabajo en equipo.

- ✓ **Orientado a la documentación.** despliegue de la función calidad (QFD) fuerza el aspecto de la documentación. Uno de los productos del proceso despliegue de la función calidad (QFD) es un documento amplio y completo que reúne todos los datos pertinentes acerca de todos los procesos y como éstos resultan en suma contra los requerimientos del cliente. Este documento cambia constantemente al conocer nueva información y descartar la obsoleta. Tener información actualizada sobre los requerimientos del cliente y sobre los procesos internos es particularmente útil cuando ocurre un trastorno.

1.18 Información del cliente

La información del cliente cae en dos amplias categorías: retroalimentación e *input*. La retroalimentación se da después del hecho. En un escenario de manufactura, esto significa después de que un producto se ha desarrollado, producido y puesto en el mercado. La retroalimentación es valiosa y debe ser recogida. Puede ayudar a mejorar el producto cuando se produzca el siguiente lote. El *input* se obtiene antes del hecho. En un escenario de manufactura, esto significa durante el desarrollo del producto. Recoger el *input* del cliente durante el desarrollo del producto permite que se hagan cambios antes de la producción, comercialización y distribución de grandes cantidades de un producto. Recoger el *input* es más valioso que coleccionar retroalimentación. Sin embargo, ambos *input* y retroalimentación tienen valor, tanto para los ingenieros que diseñan el producto como para los ingenieros que controlan el proceso. Idealmente, la retroalimentación sobre una base amplia debe utilizarse para comprobar el *input* que es necesariamente más estrecho. Ambos tipos de información se pueden categorizar aún más de acuerdo a varias características.

1.18.1 Información solicitada y no solicitada

La información solicitada es información pedida por la organización. Ambos, *input* y retroalimentación pueden ser solicitados. El enfoque más común para solicitar la retroalimentación del cliente es la encuesta de satisfacción del cliente. Otros métodos incluyen la divulgación de una línea telefónica gratuita que los clientes usan para expresar su satisfacción o airear sus quejas; grupos de interés compuestos de clientes que prueban un nuevo producto y luego dan su retroalimentación a un facilitador; y pruebas rápidas en las que a clientes potenciales seleccionados aleatoriamente se les da una muestra de un producto nuevo y se les pide su opinión.

El *input* del cliente puede solicitarse formando grupos de interés, usando encuestas, y conduciendo también pruebas rápidas. La diferencia es que con el *input*, estas cosas se hacen mucho antes en el ciclo de desarrollo del producto. Los grupos de interés tratan con dibujos, modelos o prototipos en lugar de un producto terminado. De esta manera, la información que ellos aportan puede usarse para revisar en lugar de corregir el producto.

La información no solicitada es la que recibe la organización sin pedirla. Frecuentemente viene en forma de quejas, pero no siempre. Un cliente se queja con un miembro del equipo de ventas. El editor de pruebas de producto para una revista o un periódico, escribe un artículo señalando las debilidades del producto después de probarlo. En una feria comercial, un participante se detiene ante el stand de la organización para quejarse. Sin importar el origen, una queja no solicitada debe meterse al sistema y se debe tratar de la misma manera que la información solicitada. Toda la información del cliente, solicitada o no, debe emplearse para mejorar el producto de la organización.

1.18.2 Información estructurada

Es la que proviene de encuestas, grupos de interés y otros mecanismos que colocan preguntas específicas en categorías específicas o miden opiniones de clientes, satisfacción, o preferencias contra criterios específicos. El enfoque estructurado garantiza que el *input* y la retroalimentación se den en las áreas específicas de interés de la organización. Esto, a su vez, hace que la identificación de los requerimientos del cliente resulte más fácil.

1.18.3 Información aleatoria

La información no pedida es típicamente aleatoria en naturaleza. Las quejas ante un representante de ventas, cartas al presidente ejecutivo, y comentarios de una persona en alguna función social son ejemplos de información no pedida. No ignore retroalimentación no pedida. Úsela para ayudar a mejorar los mecanismos utilizados para recoger información estructurada. ¿Estamos haciendo las preguntas correctas? ¿Estamos logrando las características correctas del producto? ¿Son nuestros clientes lo que pensamos que son? La información aleatoria no pedida puede ayudar a contestar estas preguntas.

1.18.4 Información cuantitativa

La información cuantitativa es información que puede medirse o contarse. Un tipo particular de olla tiene capacidad para 40 litros de agua y es ideal para uso comercial. Se supone que una olla en un hogar no se usara tanto como en un restaurante. Estos son criterios que pueden medirse. El *input* y la retroalimentación que son cuantificables son particularmente útiles al mejorar un producto.

Al solicitar información de los clientes, es importante estructurar el mecanismo de forma tal que se disponga de datos cuantificables. Por ejemplo: ¿Cuántas veces utiliza su olla al día condiciones normales? Este tipo de preguntas aportarían datos cuantificables que el fabricante podría entonces comparar contra las expectativas del cliente.

1.18.5 Información cualitativa

La información cualitativa es subjetiva; no puede medirse con la exactitud de datos cuantitativos. Puede ser solicitada, o puede venir sin pedirla. Viene en la forma de opiniones o preferencias. ¿Qué te gusta? ¿Qué no te gusta? ¿Qué opción prefiere? ¿Qué opción le interesa menos? Estos son los tipos de preguntas hechas cuando se pide información cualitativa. Cuando se pide información a los clientes, es mejor pedir ambos tipos, cualitativa y cuantitativa.

1.19 Descripción de herramientas del despliegue de la función calidad (QFD)

La técnica del despliegue de la función calidad (QFD) cuenta con 4 herramientas que pueden ser utilizadas en diversos puntos del proceso para mejorar los resultados estas herramientas son: Diagrama de afinidad, diagrama de interrelaciones, diagrama de árbol y diagrama de matriz; consideradas entre las siete nuevas herramientas japonesas.

1.19.1 Diagrama de afinidad

El diagrama de afinidad es un método de categorización en el que los usuarios clasifican varios conceptos en diversas categorías. Este método suele ser utilizado por un equipo para organizar una gran cantidad de datos de acuerdo con las relaciones naturales entre los mismos. Básicamente, se trata de escribir cada concepto en una nota *Post It* y pegarla en una pared. Los miembros del equipo mueven y organizan las notas en grupos basándose en las relaciones y asociaciones que establecen entre los distintos conceptos.

1.19.1.1 Definición

Los diagramas de afinidad se usan para promover el pensamiento creativo. Pueden ser muy útiles para romper barreras creadas por fallas pasadas y para hacer que la gente abandone paradigmas arraigados profundamente que se aplican para encontrar enfoques nuevos y diferentes.

Los diagramas de afinidad dan estructura al proceso creativo organizando las ideas en una forma que les permite ser discutidas, mejoradas e interaccionadas con todos los participantes. Este es un elemento crítico en el logro de la mejora continua.

1.19.1.2 Aplicación

Los diagramas de afinidad usan los siguientes pasos para su aplicación:

1. Se forma un equipo de empleados familiarizados con el tema. El equipo puede incluir a los siguientes: personal de ventas/mercadotecnia, personal de producción, personal de administración, etc.
2. El tema sujeto a discusión se establece sin explicación detallada. Demasiado detalle puede inhibir el pensamiento creativo y levantar barreras que predisponen a los participantes. Luego se plantea una pregunta.
3. Las respuestas de los participantes fueron planteadas verbalmente y anotadas en tarjetas de 3" x 5". Los participantes se deben limitar a una idea por tarjeta. En este punto, no debe haber comentarios de juicio acerca de las ideas propuestas. La meta es pedir tantas ideas como sea posible. Los comentarios de juicio inhibirían el proceso.
4. Las tarjetas se distribuyen en una mesa grande, y se les pide a los participantes que las agrupen. Las tarjetas que no se ajustan a algún grupo específico, se agrupan en un grupo diverso.

5. Los participantes examinan las tarjetas de cada grupo y tratan de encontrar una palabra descriptiva que contenga la esencia de las diferentes tarjetas en ese grupo. Esta palabra o pequeña frase se escribe en una tarjeta que se coloca al frente del grupo. Se convierte en el encabezado de ese grupo de ideas.
6. La información en las tarjetas se repite en papel con recuadros alrededor de cada grupo de ideas. Se distribuyen copias del borrador del diagrama de afinidad a todos los participantes para correcciones, revisiones, agregados o supresiones.

1.19.1.3 Interpretación

Los diagramas de afinidad se interpretan más eficazmente cuando existen las siguientes condiciones:

- ✓ Cuando el tema en cuestión es tan complejo y los hechos conocidos están tan desorganizados que la gente no puede manejar la situación.
- ✓ Cuando es necesario reorganizar procesos, lograr salvar paradigmas inherentes, y deshacerse del contenido mental relacionado con soluciones pasadas que fallaron.
- ✓ Cuando es importante llegar a un consenso para una solución propuesta.

Además los diagramas de afinidad tiene las siguientes ventajas y utilidades:

- Promueve la creatividad de todos los integrantes de todos los integrantes del equipo de trabajo en todas las fases del proceso.
- Derriba barreras de comunicación y promueve conexiones no tradicionales entre ideas / asuntos.

- Promueve la "apropiación" de los resultados que emergen porque el equipo crea tanto la introducción detallada de contribuciones como los resultados generales.
- Se pretende abordar un problema de manera directa.
- Se quiere organizar un conjunto amplio de datos.
- El tema sobre el que se quiere trabajar es confuso.

1.19.2 Diagrama de interrelaciones

El diagrama de interrelaciones es una herramienta utilizada para el establecimiento de relaciones entre variables como ejemplo podemos tomar los requerimientos del cliente y características de calidad del producto o servicio.

1.19.2.1 Definición

El diagrama de afinidad es el encargado de registrar el proceso creativo. Para encontrar aspectos o ideas relacionadas con una meta específica ó un problema específico. El diágrafo de interrelaciones identifica aspectos o ideas relacionadas y se usa para poner lógica al proceso de identificar relaciones entre las diversas ideas anotadas en el diagrama de afinidad.

1.19.2.2 Aplicación

Para desarrollar la aplicación de un diagrama de interrelaciones, siga estos pasos:

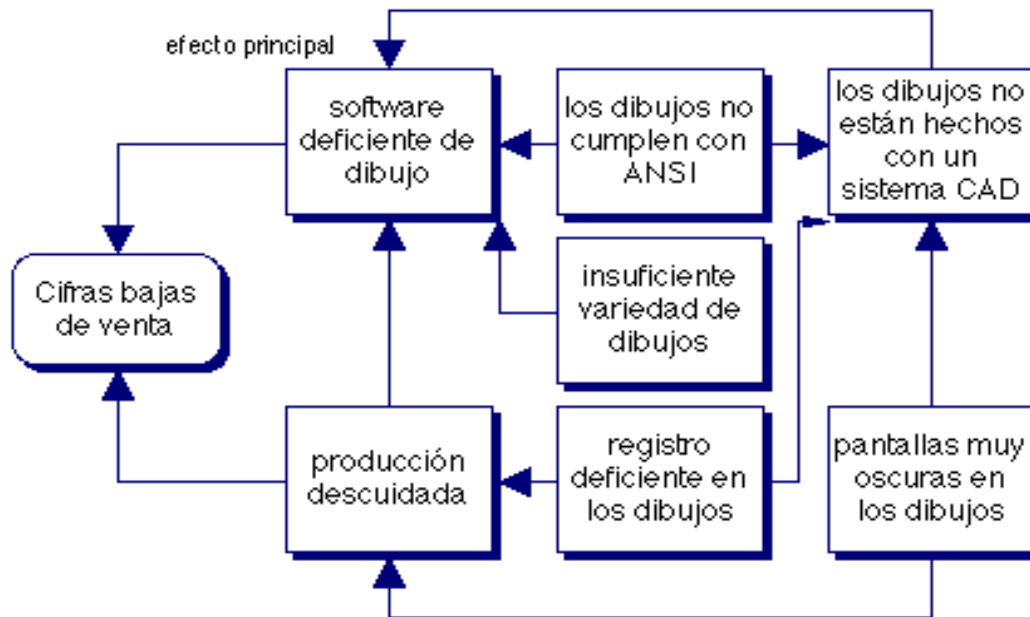
1. Escriba el enunciado del problema en una tarjeta de 3" x 5".

2. Coloque la tarjeta con el enunciado del problema en la esquina superior izquierda de una mesa. Luego saque todas las tarjetas usadas para desarrollar el diagrama de afinidad y tiéndalas sobre una mesa. Use el siguiente orden: la tarjeta asociada más próximamente con el problema (la causa más prominente) se coloca lo más cercano a la tarjeta del problema. Mientras más alejada esté una tarjeta de la tarjeta del problema, lo menos prominente es como causa. La discusión tiene lugar mientras las tarjetas se colocan en sus posiciones relativas.
3. Cuando todas las tarjetas están tendidas en sus posiciones relativas, reconstrúyalas en papel. Distribuya copias de la versión en papel mostrando cada tarjeta como un pequeño rectángulo a todos los participantes para revisiones finales. Haga esto en un escenario de grupo donde se pueda dar la discusión. Es importante llegar a un consenso en cuanto a la disposición final de causas.
4. Distribuya la versión final a todos los participantes y pídale que tracen flechas causales mostrando que contribuye a qué en cada una de las actividades. Este es el paso en el que se establecen las relaciones entre causas.

1.19.2.3 Interpretación

Examinando un diagrama de interrelaciones completo, se puede aprender mucho. Por ejemplo, en la figura 1, el recuadro que contiene el enunciado "deficiente paquete de dibujos" tiene cuatro líneas causales trazadas hacia él. Con base en este diagrama, el deficiente paquete de dibujos es el resultado de los siguientes factores: producción descuidada, variedad insuficiente, no cumplir con los estándares ANSI y no usar un sistema CAD para producir los dibujos.

Figura 1. Diagrama de interrelaciones



Louis, Cohen. Quality Function Deployment. Pág. 85

1.19.3 Diagrama de árbol

El Diagrama de árbol, es una técnica que permite obtener una visión de conjunto de los medios necesarios para alcanzar una meta o resolver un problema. Partiendo de una información general, como la meta a alcanzar, se incrementa gradualmente el grado de detalle sobre los medios necesarios para su consecución. Este mayor detalle se representa mediante una estructura en la que se comienza con una meta general (el "tronco") y se continúa con la identificación de niveles de acción más precisos (las sucesivas "ramas"). Las ramas del primer nivel constituyen medios para alcanzar la meta pero, a su vez, estos medios también son metas, objetivos intermedios, que se alcanzarán gracias a los medios de las ramas del nivel siguiente. Así repetidamente hasta llegar a un grado de concreción suficiente sobre los medios a emplear.

1.19.3.1 Definición

El diagrama de afinidad y el diagrama de interrelaciones identifican los puntos o problemas y como ellos se relacionan. El diagrama de árbol muestra las tareas que necesitan ser terminadas para resolver el problema en cuestión.

1.19.3.2 Aplicación

Para desarrollar un diagrama de árbol, siga los siguientes pasos para su aplicación:

1. Identifique claramente el problema por resolver. Puede tomarse del diagrama de afinidad o del diagrama de interrelaciones. También puede ser un problema que se haya identificado sin el uso de ninguna de estas dos herramientas. Escríbalo sobre una tarjeta y coloque ésta en el lado izquierdo de una mesa grande.
2. Conduzca una sesión de tormenta de ideas en la que los participantes anoten en tarjetas 3" x 5" todas las posibles tareas, métodos y actividades relacionadas con el problema. Use el diagrama de afinidad y el diagrama de interrelaciones como referencias, pero no que los participantes sean limitados u obstaculizados por ellos. Repita continuamente la siguiente pregunta: "¿Para que esto suceda, qué tiene que ocurrir primero?" Continúe esto hasta que todas las ideas se hayan agotado.
3. Tienda todas las tarjetas en la mesa a la derecha de la tarjeta del problema. Póngalas en orden basado en lo que debe pasar primero, trabajando de izquierda a derecha. Mientras progresa esta actividad, probablemente será necesario incorporar las tarjetas de tareas que fueron pasadas por alto durante la sesión de lluvia de ideas.
4. Duplique en papel las tarjetas sobre la mesa y distribuya copias a todos los participantes. Permita que ellos revisen y corrijan el documento.

1.19.3.3 Interpretación

El diagrama de árbol es el que identifica todas las tareas que deben hacerse en orden prioritario y sucesivo para resolver un problema o para llevar a cabo la idea planteada.

El diagrama de árbol cuenta con las siguientes ventajas y utilidades:

- Exhorta a los integrantes del equipo a ampliar su modo de pensar al crear soluciones.
- Mantiene a todo el equipo vinculado a las metas y sub-metas generales de una tarea.
- Mueve al equipo de planificación de la teoría al mundo real.
- Descomponer cualquier meta general, de modo gráfico, en fases u objetivos concretos.
- Determinar acciones detalladas para alcanzar un objetivo.

1.19.4 Diagrama de matriz

Este tipo de diagrama facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean éstos: problemas, causas y procesos; métodos y objetivos; o cualquier otro conjunto de variables.

1.19.4.1 Definición

El diagrama de matriz es la más frecuentemente usada de las herramientas del despliegue de la función calidad (QFD). Es una herramienta útil para identificar y gráficamente desplegar conexiones (vistas como intersecciones en el diagrama) entre responsabilidades, tareas, funciones, etc. Hay varios tipos diferentes de diagramas de matriz. El formato para el más común de éstos, la matriz con forma de L.

1.19.4.2 Aplicación

Este tipo de matriz puede usarse de numerosas maneras diferentes. Tal diagrama se desarrolla listando un conjunto de elementos verticalmente y el otro conjunto horizontalmente. Cada intersección entre los elementos vertical y horizontal se codifica. Esto puede hacerse usando números, letras o símbolos gráficos. Cada uno de ellos representa un nivel de responsabilidad.

1.19.4.3 Interpretación

Para la interpretación vamos a tomar el ejemplo utilizado en el diagrama de interrelaciones. Las tareas por realizar se listan verticalmente, y los departamentos o unidades responsables están listados horizontalmente. Para establecer cada intersección y el nivel de responsabilidad se usaron números. Por ejemplo, la responsabilidad principal para la primera tarea en la matriz - producir nuevos dibujos en un sistema CAD- le corresponde al departamento de arte. El departamento de producción tiene responsabilidad secundaria. Esto significa que hay una relación. En la producción de nuevos dibujos, el departamento de arte necesitará coordinarse y comunicarse con el departamento de producción. Sin embargo, tendrá la responsabilidad para garantizar que se produzcan los dibujos. Las ventajas de este diagrama son las siguientes:

- Visualiza claramente los patrones de responsabilidad para que haya una distribución pareja y apropiada de las tareas.
- Ayuda al equipo a llegar a un consenso con relación a pequeñas decisiones, mejorando la calidad de, y el apoyo a, la decisión final.
- Mejora la disciplina de un equipo en el proceso de observar minuciosamente un gran número de factores de decisión importantes.

- Establecer la relación entre distintos elementos o factores, así como el grado en que ésta se da.

1.20 Definición de calidad

La calidad de un producto es la adaptación a las especificaciones de diseño, a la función y el uso, así como el grado en el que el producto se apega a las especificaciones. En un servicio se define de una manera semejante. Existen otros conceptos populares de calidad, entre los cuales tenemos: “La calidad es hacerlo bien la primera vez y todas las veces”, “La calidad es la percepción del cliente”, etc. Aun cuando todos estos puntos de vista tienen sus meritos también tienen sus limitaciones. La clave para obtener calidad es entender la necesidad de mejorar continuamente y seleccionar técnicas de mejoramiento que tengan la mayor probabilidad de tener éxito.

1.21 Diagrama causa y efecto

El diagrama de Ishikawa o diagrama causa - efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

1.21.1 Definición

El diagrama de causa y efecto es una herramienta importante que ayuda a la generación de ideas en cuanto a las causas del problema y que sirve como base para localizar soluciones. Este diagrama lo introdujo Kaoru Ishikawa en Japón.

Es un método gráfico sencillo para presentar una cadena de causas y efectos y para obtener las causas y relaciones de organización entre las variables. Debido a su estructura, con frecuencia se le llama Diagrama de esqueleto de pescado.

1.21.2 Aplicación

La estructura general de un diagrama de causa y efecto consiste en el extremo de la línea horizontal se anota el problema a resolver. Cada rama apunta hacia el tallo principal y representa una causa posible. Las ramas que apuntan hacia las causas contribuyen a esas causas.

Los diagramas de causa y efecto se elaboran en una atmósfera como la lluvia de ideas. Todos pueden intervenir y sentir que son parte del proceso de solucionar el problema. Por lo general los grupos son pequeños tomados de manufactura y administración, que trabajan con un asesor entrenado y con experiencia. El asesor debe guiar la discusión para enfocar la atención hacia el problema y sus causas, y no hacia las causas. Como técnica de grupo, el método necesita mucha interacción entre los miembros del grupo. El asesor debe atender con mucho cuidado a los participantes y captar las ideas importantes. Ayudar pensar en el problema en forma amplia y tener en cuenta factores ambientales, políticos, asuntos entre los empleados y hasta políticas gubernamentales, si es adecuado.

1.21.3 Interpretación

El diagrama se usa para identificar las causas más probables del problema para poder recopilar mayor información y analizar mejor los datos. Entre sus ventajas podemos contar:

- ❖ Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- ❖ Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- ❖ Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- ❖ Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.
- ❖ Identificar las causas - raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- ❖ Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

1.22 Diagrama de Pareto

1.22.1 Definición

Joseph Juran observó el principio de Pareto en 1950. encontró que la mayor parte de los efectos eran el resultado de tan solo unas pocas causas. El análisis de Pareto separa claramente las pocas vitales de las muchas triviales causas, y proporciona dirección en la selección de proyectos de mejora.

1.22.2 Aplicación

El análisis de pareto se aplica con frecuencia para analizar los datos reunidos en las hojas de verificación. Una distribución de pareto es aquella en la que las características observadas se ordenan desde la mayor frecuencia hasta la menor. Un diagrama de pareto es un histograma de los datos y con frecuencia se traza también una curva de frecuencias acumuladas sobre el histograma.

1.22.3 Interpretación

Es una ayuda visual que muestra claramente la magnitud relativa de los defectos y se puede usar para identificar oportunidades de mejora. Destacan los problemas más costosos o importantes. Los diagramas de pareto también pueden mostrar los resultados de programas de mejoramiento a través del tiempo.

1.23 Gráficos de control X y R

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo éstas agruparse en:

1. Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.
2. Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

1.23.1 Definición

Nos indican que las variaciones que se registran en la calidad no rebasan el límite aceptable del azar, se trata de un registro gráfico de la calidad de una característica en particular. Muestra si un proceso esta o no estable. Los gráficos de control fueron propuestos por primera vez por Walter Shewhart en la década de los años veintes.

Fue el primero en distinguir las causas comunes de las especiales en la variación del proceso, y creo el concepto de gráfico de control para separarlas. Existen diferentes tipos de gráficos de control:

- ✓ De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.
- ✓ De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no,...

1.23.2 Aplicación

Una gráfica de control es una herramienta gráfica para presentar el estado de control de un proceso. Al eje horizontal se le denomina “numero correspondiente del subgrupo”, mediante el que se identifica una muestra en particular formada por una cantidad fija de observaciones. El eje vertical de la grafica corresponde a la variable.

Hay otras dos líneas horizontales y discontinuas que representan el limite superior de control y el limite inferior de control. Estos se calculan de tal modo que haya una gran probabilidad, por lo general mayor que 0.99, que los valores de la muestra queden dentro de los limites así el proceso esta bajo control. Las muestras se seleccionan a través del tiempo, se anotan en la grafica y se analizan.

1.23.3 Interpretación

Si los valores de la muestra caen fuera de los límites de control o si se presentan comportamientos no aleatorios en el gráfico, entonces es posible que hallan causas especiales que afecten el proceso, es decir, el proceso no es estable. Entre los comportamientos tenemos: 1. cambio o salto de nivel, 2. tendencia o cambio permanente de nivel, 3. ciclos recurrentes, 4. mezcla de poblaciones y 5. errores. Entonces el proceso se debe examinar y se deben emprender acciones correctivas adecuadas. Así, como herramienta para resolver problemas, los gráficos ayudan a que los operadores identifiquen los problemas de calidad cuando se presentan. Naturalmente los gráficos no pueden determinar el origen del problema, pero los operadores, supervisores e ingenieros pueden recurrir a otras herramientas para buscar la causa fundamental.

1.24 Relación de capacidad del proceso (RCP)

1.24.1 Definición

La relación de capacidad del proceso no es más que la variación que, en condiciones normales, un proceso tiene debido a las variables accidentales. Se da en las medidas durante la producción de un artículo comparado con la tolerancia especificada en el diseño del mismo. Como ejemplo podemos decir un ingeniero de diseño de un producto puede definir las especificaciones o tolerancias del mismo sin tomar en cuenta la capacidad o alcance del proceso, esto conllevaría una serie de graves problemas.

La relación de capacidad del proceso se define por fórmula de la forma siguiente: la diferencia entre las especificaciones dividido entre 6 sigma que será conocida como la tolerancia del proceso. Como formula queda definida de la siguiente manera:

$$RCP = (LSE-LIE) / 6\sigma$$

Donde: RCP = a la relación de capacidad del proceso.

6σ = 6 la desviación estándar de la población.

LSE = al limite superior de especificación.

LIE = al limite inferior de especificación.

1.24.2 Aplicación

Los pasos para determinar la relación de capacidad de un proceso son:

1. Determinar la característica de calidad.
2. Controlar el proceso. Eliminar todas las variables asignables o atribuibles del proceso.
3. Tomar muestras del proceso. La muestras no deben ser menos de 50 y mínimo con 250 elemento por cada una de ellas.
4. Calcular la media y de la desviación estándar del proceso.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

5. Calcular los límites del proceso. Calcular la distribución normal y la capacidad del proceso de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$LSP = \bar{x} + 3\sigma$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LIP = \bar{x} - 3\sigma$$

6. Se comparan los datos obtenidos del proceso con las especificaciones dadas: Límite Inferior de Especificaciones (LIE) y Límite Superior de Especificaciones (LSE)

Si los límites superior e inferior del proceso se encuentran dentro del rango establecido por los límites de las especificaciones, significa que el proceso analizado satisface completamente al cliente.

Si uno o ambos límites del proceso se encuentran fuera del rango establecido por las especificaciones, límite superior e inferior, significa que la diferencia entre los límites inferiores y/o superiores (del proceso y las especificaciones) representan los productos defectuosos que se obtienen con nuestro proceso. Cuando se presenta este caso se pueden tomar diferentes medidas, como pueden ser:

1. Cambiar el proceso por uno que sea capaz de satisfacer completamente las especificaciones.
2. Buscar mercados alternos en los que se puedan vender los productos defectuosos a menor precio.
3. Reprocesar los productos defectuosos.

Con la información obtenida en los pasos anteriores se puede calcular la 'Relación de Capacidad del Proceso' (RCP) que nos permitirá saber si el proceso que aplicamos es capaz de satisfacer o no las especificaciones.

La relación de capacidad de un proceso es de mucha ayuda para los ingenieros de diseño de un producto puesto que ellos no pueden dejar de tomar en cuenta el alcance que puede tener un proceso para determinar los límites de tolerancias, además la relación de capacidad de un proceso nos ayuda a medir los resultados obtenidos después de implementar las graficas de control X y R a un proceso.

1.24.3 Interpretación

Si la relación de capacidad del proceso obtenida es mayor a 1, $RCP > 1$, significa que nuestro proceso sí es capaz de satisfacer a nuestro cliente. Sin embargo, en la industria se requiere de un margen de error, por lo que se busca que $RCP > 1.5$.

Cuando mayor sea la relación de capacidad, mejor será la calidad. Se deberán desplegar los esfuerzos necesarios para obtener una relación de capacidad lo mas grande posible. Lo anterior se logra mediante especificaciones realistas y esforzándose continuamente en mejorar la capacidad del proceso.

Algunas de las ventajas del RCP son:

- ✓ Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- ✓ Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costes y mayor eficacia.
- ✓ Proporcionan un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En esta parte del trabajo se da información sobre las actividades que realiza la empresa, la maquinaria que utiliza, su organización, así como la descripción de puestos de la organización, descripción de los productos que se fabrican en ella, diagramas de proceso, flujo y recorrido de la fabricación de ollas. Controles de calidad con que cuenta actualmente la fábrica.

2.1 Descripción de la empresa

La Fábrica Centroamericana de Aluminio FACODA fue fundada hace 40 años y conforme los preceptos legales se encuentra clasificada como Industria Tipo B según Acuerdo 6871 del 15 de marzo de 1971 de la Dirección General de Política Industrial del Ministerio de Economía. Fundamentalmente ha sido una empresa dedicada a la elaboración de artículos y utensilios de aluminio para el hogar. Cuenta dentro de su proceso de producción con una gama de artículos muy variada que han sido parte del mercado guatemalteco por excelencia.

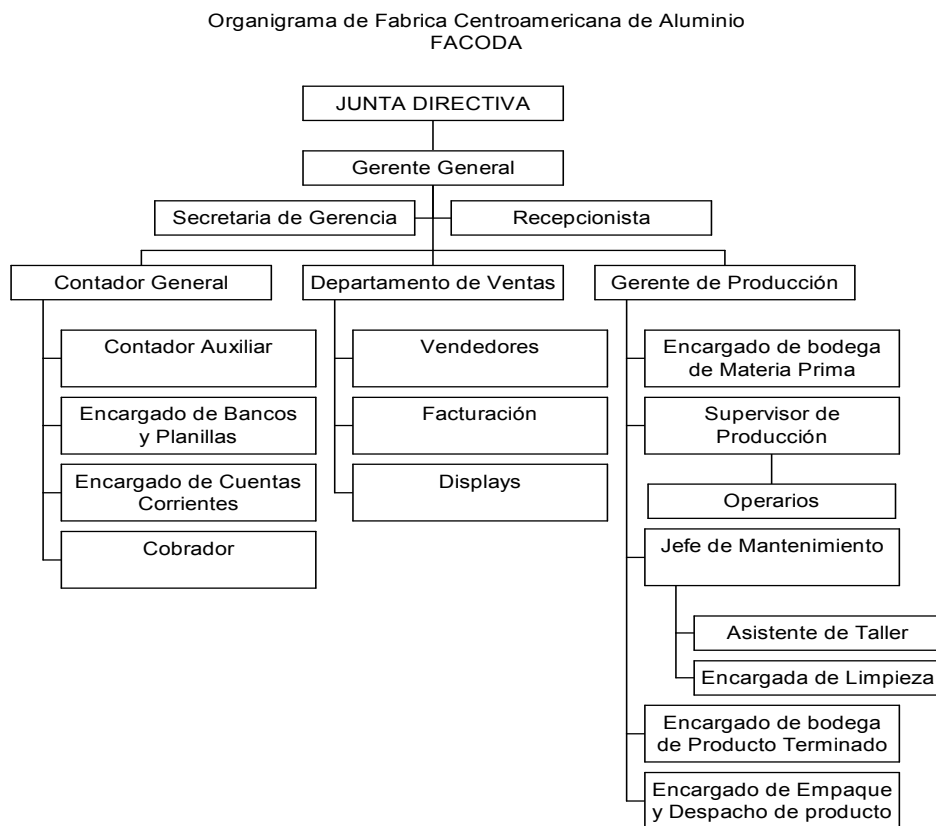
La empresa se ha logrado mantener en el mercado, no obstante los cambios tan bruscos que a tenido la economía nacional en estos cuarenta años de existencia, produce una variedad de artículos de cocina, así como utensilios médicos, depósitos de algodón, cubetas, palanganas y vasos, todos los diseños que se trabajan en la fábrica son de forma cilíndrica a parte de los estampados especiales de algunos productos.

Lo noble del producto y la experiencia adquirida por años también ha permitido que FACODA permanezca aún como líder en el mercado guatemalteco, no obstante que, en los últimos años han surgido empresas similares que aprovechando la apertura del mercado nacional como centroamericano tratan de ganar terreno con su fuerza de ventas.

2.2 Organigrama de la empresa

A continuación presentamos el organigrama actual de la empresa:

Figura 2. Organigrama de FACODA



2.3 Descripción de puestos

Para la descripción y especificación de puestos en la empresa, previamente se recopiló la información correspondiente con la mayor precisión posible en el campo de acción de cada uno de los ejecutivos, empleados o trabajadores; y donde se señala con claridad sus actividades, autoridad y correspondientes responsabilidades tratando de conocer, como se dijo antes, con exactitud, lo que cada trabajador hace y las aptitudes que requiere para hacerlo bien. Las obligaciones, responsabilidades y características a cada puesto deben de ser enfocadas debidamente como parte de un instrumento que mida, explique y exija el cumplimiento de esas obligaciones. La información de los elementos que integran cada puesto fue obtenida a través de la observación directa y de las propias explicaciones verbales del empleado o trabajador sobre sus labores, la forma de realizarlas, ya que nadie como él conoce los detalles de su trabajo:

JUNTA DIRECTIVA

- ✓ Organiza y coordina todas las actividades de la empresa
- ✓ Representa legalmente a la empresa en todas sus actuaciones
- ✓ Requiere de la organización la información necesaria para la toma sean estas acorto, mediano o largo plazo
- ✓ Programa las atribuciones y planes de trabajo que correspondan a la empresa
- ✓ Realiza reuniones periódicamente para conocer el desarrollo de la empresa
- ✓ Efectúa cambios estructurales dentro de la misma, de acuerdo a los resultados que se vayan obteniendo en el curso de su manejo
- ✓ Establece metas y objetivos y promulga la disciplina y el orden en las actividades

- ✓ Resuelve los problemas ya sean estos de carácter técnicos, legales o de operación administrativa
- ✓ Preside las reuniones mensuales
- ✓ Dispone poner en práctica cualquier sugerencia de beneficio para la empresa
- ✓ Delega responsabilidad ante la gerencia general como ente jerárquico inicial

GERENCIA GENERAL

- ✓ Dirige y coordina el establecimiento de metas y objetivos propuestos por la junta directiva
- ✓ Desarrolla apoyándose en los mandos medios todas las actividades características de la empresa
- ✓ Vela por la aplicación correcta del personal a su cargo, asignándoles metas de los planes de trabajo, debidamente programados
- ✓ Presenta mensualmente o a requerimiento de la junta directiva todos aquellos informes, estadísticas, estados financieros etc, que contengan resultados de las actividades de la empresa
- ✓ Participa en las reuniones de la junta directiva para conocer las decisiones de la misma
- ✓ Mantiene la calidad de presentación del servicio en las áreas que corresponden a la empresa, tomando decisiones inmediatas cuando estas no van de acuerdo a las políticas que se implanten al respecto
- ✓ Revisa constantemente el movimiento de ingresos y egresos que se generen en la empresa
- ✓ Mantiene una buena comunicación con los mandos altos y bajos
- ✓ Cumplir con otras asignaciones que le sean dadas por la junta directiva

SECRETARIA DE GERENCIA

- ✓ Actividades propias secretariales
- ✓ Atención a clientes
- ✓ Manejo de caja chica
- ✓ Emite recibos de caja
- ✓ Asistencia a la gerencia general

RECEPCIONISTA

- ✓ Atiende todas las llamadas telefónicas y el fax
- ✓ Asigna las rutas a *displays*
- ✓ Presenta informe del movimiento diario de *displays*
- ✓ Controla las llamadas internas

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD

CONTADOR GENERAL

- ✓ Prepara estados financieros anuales
- ✓ Opera los libros contables
- ✓ Presenta declaraciones juradas del ISR

CONTADOR AUXILIAR

- ✓ Lleva en control de ingresos y egresos
- ✓ Efectúa trámites de exportación y fiscales
- ✓ Control de comisiones de vendedores

ENCARGADO DE PLANILLAS Y BANCOS

- ✓ Prepara las planillas de pago semanales y control de personal
- ✓ Lleva el libro de bancos
- ✓ Efectúa las conciliaciones bancarias respectivas
- ✓ Prepara los formularios del Bco. Trabajadores, IGSS, etc.

ENCARGADO DE CUENTAS CORRIENTES

- ✓ Lleva las operaciones de carga y abono respectivas
- ✓ Presenta un informe mensual de antigüedad de cuentas
- ✓ Revisa y factura pedidos de los vendedores
- ✓ Otras atribuciones inherentes al cargo

COBRADOR

- ✓ Efectúa cobros locales y departamentales
- ✓ Hace labor de venta
- ✓ Mensajería

DEPARTAMENTO DE VENTAS

VENEDORES

- ✓ Fuerza de ventas de la fábrica
- ✓ Presentan sus pedidos respectivos
- ✓ Encargados del cobro de sus propias facturas
- ✓ Informan sobre datos de la competencia

FACTURACIÓN

- ✓ Factura pedidos
- ✓ Atención al cliente
- ✓ Control de ventas diarias por producto

DISPLAYS

- ✓ Trabajan en comercios de acuerdo a su ruta
- ✓ Mantenimiento e inventario de productos en comercios
- ✓ Presentación de su reporte diario de trabajo

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

GERENTE DE PRODUCCIÓN

- ✓ Vela por el orden en el departamento
- ✓ Planifica las ordenes de producción
- ✓ Elabora los pedidos de materia prima en base a las necesidades de producción.
- ✓ Controla la calidad del producto
- ✓ Control de los productos en proceso y de los productos terminados
- ✓ Control de los productos terminados

En la actualidad no se cuenta con un departamento de recursos humanos, esta la labor la lleva a cabo el encargado de planillas o el gerente de producción.

ENCARGADO DE BODEGA DE MATERIA PRIMA

- ✓ Encargado de entradas y salidas de materia prima, accesorios, material, empaque, etc.
- ✓ Reporte mensual de saldos a gerencia general y departamento de contabilidad
- ✓ Archivo de sus documentos

SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN

- ✓ Controla la secuencia del proceso de los productos en las respectivas secciones: repujado, pulido, remachado, perforado, troquelado, lavado.
- ✓ Desarrolla la producción de acuerdo a ordenes específicas
- ✓ Entrega de la producción (producto terminado)
- ✓ Reporta tiempo extraordinario del personal

OPERARIOS

- ✓ Realizan los diferentes procesos de producción que son: embutido, rebordeado, repujado, pulido, remachado, perforado, troquelado, lavado.

JEFE DE MANTENIMIENTO

- ✓ Vela por el mantenimiento de la maquinaria de la fábrica
- ✓ Fabrica piezas y moldes según la necesidad y características
- ✓ Efectúa otras asignaciones inherentes al cargo.

ASISTENTE DE TALLER

- ✓ Colabora en la fabricación de piezas y moldes según la necesidad y características.
- ✓ Asiste al jefe de mantenimiento en sus labores.

ENCARGADA DE LIMPIEZA

- ✓ Realiza la limpieza de la planta y oficinas administrativas.

ENCARGADO DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

- ✓ Recibe y hace conteo de la producción terminada.
- ✓ Controla salida de los productos de su bodega.
- ✓ Vela por el orden de su área.

ENCARGADO DE EMPAQUE Y DESPACHO DE PRODUCTO

- ✓ Atiende los pedidos empacándolos para su entrega y su seguridad.
- ✓ Control de salida de los productos para su transporte
- ✓ Conteo final del producto según pedido

2.4 Descripción de los productos

Todos los productos están elaborados de aluminio que es importado de Costa Rica y Hong Kong en forma de discos que luego son procesados para obtener los distintos productos que en esta empresa se fabrican. Las ollas es uno de los productos que más ventas tienen dentro de toda la gama que compone los utensilios de cocina FACODA.

Dentro de las ollas, tenemos varios estilos entre los que podemos mencionar: económica, manilla, tecún, júpiter, rebordeada y restaurante. Las ollas tiene una forma cilíndrica lisa y recta sin ningún adorno en su cuerpo, a excepción de la rebordeada y manilla, el agarradero esta elaborado de alambre con forma de arco que esta sujetado a dos accesorios de color aluminio que van remachados al cuerpo de la olla o asas fabricadas de lamina pintadas de color negro o alambre de aluminio.

La tapadera es lisa con un asa de aluminio o lámina pintada de negro remachada sobre ella. Estas ollas se fabrican en diferentes diámetros y alturas, los diámetros van desde 10 cm. hasta 32 cm., aumentando de 2 en 2 cm. Solo las ollas restaurantes se fabrican en medidas especiales de 30, 32, 34, 38, 40 y 50 cm de diámetro.

2.4.1 Diagrama de proceso

El diagrama de proceso se realizo en base a los procedimientos mas generales para la producción de ollas, debido a la gran variedad de estilos de ollas seria demasiado extenso el tratar de realizar todos los detalles en que se diferencian cada uno de ellos. Ver anexo # 1

2.4.2 Diagrama de flujo

Al igual que el diagrama de proceso, este diagrama también se realizó de una manera general sin incluir los detalles mínimos que diferencian un estilo de olla de la otra. Ver anexo # 2.

2.4.3 Diagrama de recorrido

Para una mejor comprensión se realizara el diagrama de recorrido de la materia prima dentro de la planta. Ver anexo # 3.

2.5 Controles de calidad actuales

En la actualidad la fábrica no cuenta con ningún programa de control de calidad real. Solo se cuenta con las inspecciones de los productos al inicio de una orden de producción y su revisión al final del proceso en la operación de lavado, por lo que no se corrigen errores durante el proceso si no hasta el final. Además se hace necesario introducir controles de calidad en los diferentes procesos, para reducir la perdida por productos estropeados que hasta el momento no se controlan y que se detectan hasta el final cuando el productos ya esta terminado.

3. PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS DE ALUMINIO

Es de mucha importancia la descripción de los distintos procesos que intervienen en la fabricación de ollas con aluminio como: embutido, rebordeado, pulido, perforado, remachado y lavado. Además información relacionada con las materias primas como son: alambre, flejes y lo principal los discos de aluminio en los que se verán los tipos de aleación y temple. Así como diagramas de fabricación mejorados para la realización de los procesos y la implementación de controles de calidad.

3.1 Descripción de materia prima

La materia prima base para la fabricación de ollas de aluminio son discos y fleje de aluminio, alambre de galvanizado y los accesorios que se compran pre-fabricados como son las asas, botones, etc. A continuación describiremos los principales.

3.1.1 Alambre

El alambre que se utiliza en el proceso de fabricación de las ollas es alambre galvanizado con un fuerza tensil de 35-55 Kg. importado de Alemania en calibres 6, 8 y 10 que se utiliza para los aros de las ollas de ciertos estilos. También se utiliza alambre de aluminio con una aleación Al 99.5 y un temple H12 en calibres 4, 5, 7 y 10 importado desde Holanda utilizado para fabricar asas para tapaderas y ollas.

3.1.2 Fleje

El fleje de aluminio que es utilizado en el proceso de fabricación de ollas es para la elaboración de orejas en tres diferentes tamaños que son el complemento de los aros. Este fleje reúne las siguientes características técnicas su aleación es conocida como 1050 y su temple es H14 es importado desde Costa Rica y Hong Kong en las siguientes medidas: 55 mm X 1.4 mm, 75 mm X 1.4 mm y 90 mm X 1.4 mm. El proveedor de Costa Rica es una empresa certificada como ISO 9002 lo cual nos asegura un producto más estándar para el proceso.

3.1.3 Disco

Los discos de aluminio utilizados como materia prima base para el proceso de fabricación de ollas y tapas son de un aluminio que tiene una aleación del tipo 1050 y su temple es H0 y H14 es importado de Costa Rica y Hong Kong. Se utilizan diferentes diámetros y espesores en los discos para los diferentes estilos de ollas y tapas que se fabrican los diámetros van desde 14 cm hasta 90 cm y los espesores oscilan entre 0.5 mm hasta 2.0 mm.

Todas las anteriores materias primas son adquiridas en dólares, por lo que la fluctuación del quetzal ante el dólar afecta los costos de gran manera por lo que se hace de suma importancia tener un buen control de inventarios.

3.2 Descripción de maquinaria y equipo

Las maquinas y las herramientas son parte vital para el proceso de producción por lo que haremos una breve descripción de ellos.

3.2.1 Maquinaria

La maquinaria más importante con que cuenta la empresa es la siguiente:

1. Troqueladoras para la elaboración de tapas, orejas, asas, accesorios y estampados de ciertos artículos: se cuenta con 6 troqueladoras y estas son de distintas marcas entre las que sobresalen BLISS, TOLEDO, CORRADI, etc. los caballajes de los motores están entre 1.5hp y 3hp. Su tonelaje o presión de golpe esta entre las 20 toneladas y 150 toneladas
2. Prensas para embutido: existen 3 prensas, una de marca SPC y dos son de fabricación mexicana, el caballaje de motor de la prensa SPC es de 20hp, su presión generada es de 150 toneladas y el caballaje de motor de las mexicanas es de 10hp, su presión generada es de 50 toneladas.
3. Pulidoras brillante y lija: se cuenta con 8 pulidoras en las que pueden trabajar dos personas en cada una. Tres se dedican a pulir artículos brillantes y cinco a pulir lija como se le llama al brillo natural del aluminio, los motores están entre los 3hp y 10hp y generan velocidades entre 1,750 rpm y 3,000 rpm.
4. Tornos para bordeado y repujado: existen 15 tornos que utilizan en el área de repujado que es donde se realiza las ollas y el bordeado de las mismas, el caballaje de los tornos ésta entre 2.5hp hasta 5.5hp trabajan en velocidades que van desde las 1750 rpm a 2500 rpm.
5. Maquinas rebordeadoras: se cuenta con 2 maquinas automáticas de rebordeado que trabajan con motores eléctricos y pistones neumáticos y pueden realizar bordes a ollas de diámetros que oscilen entre 12 cm hasta 30 cm.
6. Otra maquinaria: se cuenta con 1 barreno de 1/2hp, con un acanaladora de 2.2hp, 1 compresor de 10hp, 1 esmeril de 3/4hp y 1 remachadora de 1.5hp.

7. Además se cuenta con un taller de mantenimiento que tiene la siguiente maquinaria: 1 fresadora, 3 tornos, 1 barreno y 1 sierra eléctrica.

3.2.2 Herramientas

Para la realización del proceso de repujado y bordeado que llevan la mayoría de los productos de la empresa se necesita utilizar ciertas herramientas especiales, que se detallan a continuación:

- ✓ BOLA: es una herramienta con mango de madera, con cuerpo metálico y que en la punta posee una bola con la cual los operarios realizan el proceso de repujado de las ollas.
- ✓ TIJERA: es una herramienta que se utiliza para realizar el repujado de productos muy grandes y que se elaboran con materia prima más dura, tiene la forma de una tijera solo que con una bola en su punta que sirve para el repujado.
- ✓ PULIDOR: herramienta con mango de madera cuerpo de metal que en la punta posee una forma de cuchillo sin filo que se utiliza para alisar la superficie de las ollas luego de ser repujadas.
- ✓ CORTADOR O BURIL: se utiliza para cortar el exceso de material en la orilla antes de realizar el bordeado.
- ✓ GARRUCHA: es una herramienta que en su punta tiene una rueda con un canal que es con el cual se realiza el rebordeado de la olla.
- ✓ Además utilizan un madero para centrar el disco de aluminio en el torno.

Otro aspecto importante de tratar es el equipo que utilizan en el cuerpo para protegerse de las rebabas que salen durante el proceso entre los más importante tenemos:

- ◆ chaleco protector: ya que toda la fuerza para realizar los procesos se realiza apoyando su cuerpo contra la herramienta que están utilizando.
- ◆ Guantes: debido a que durante el proceso la pieza se calienta es necesario que se utilice este equipo.
- ◆ Lentes: para la protección de los ojos contra las virutas que salen volando a la hora de utilizar el buril.
- ◆ Mascarillas: en las áreas de pulido es necesario utilizarlas debido que se genera demasiado polvo de aluminio que es dañino para la salud.

3.3 Descripción de los procesos de fabricación de ollas con aluminio

Para la fabricación de las ollas económicas se utilizan distintos procesos de producción, como los que se mencionan a continuación:

3.3.1 Embutido

Este proceso se realiza por medio de una prensa hidráulica y consiste en colocar los discos de aluminio sobre una base circular plana, para luego ser embutido por la prensa sobre un molde con la forma de la olla. Es decir que las bases donde se coloca el disco son la parte del molde llamado hembras por que permiten que el molde macho con la forma de la olla se introduzca en ellos dándole la forma a la olla y la altura.

3.3.2 Rebordeado

Este proceso se realiza sobre la orilla de la olla, se introduce la olla en un molde con su forma que está sujeto en un torno encendido y con una herramienta especial llamada bordeador se procede a hacer el borde o en una máquina automática que se encarga de cortar y bordear por la olla.

3.3.3 Repujado

Proceso que se realiza por medio de un torno y la aplicación de fuerza al material con las herramientas propias del repujado en este proceso se realiza de una vez el bordeado de la olla por lo que se omite el paso siguiente.

3.3.4 Pulido

Este proceso solo se aplica a la olla y a la tapadera, consiste en colocar la olla ya bordeada o la tapadera sin asa, en un molde que esta sujeto una pulidora encendido que lo hace girar, con unas lijas se le da el pulido o color del aluminio que todos conocemos.

3.3.5 Perforado y remachado

Perforado: este proceso solo se aplica a las ollas y las tapaderas y se realiza con unas máquinas perforadoras de pedal, consiste en abrir los agujeros para los remaches en el costado de las ollas y en el centro de la tapadera.

Remachado: se realiza solo en las ollas y las tapaderas para sujetar las orejas con el alambre a la olla y el asa en la tapadera y se realiza con las mismas máquinas del perforado.

3.3.6 Lavado

El lavado se realiza por medio de tres personas que se dedican a aplicar gas, luego aserrín y por ultimo remover cualquier exceso que tenga la olla, para luego ser llevada a la bodega de producto terminado.

3.4 Diagramas de producción mejorados

A continuación se realizara un diagrama de proceso, flujo y recorrido con características y en condiciones que debido al tipo de proceso por departamentos mejorarían el rendimiento de la planta y disminuirían los costos ocultos por transportes internos.

3.4.1 Diagrama de proceso

Es la descripción de los procesos fundamentales para la fabricación de ollas, eliminando los subprocesos de fabricación de accesorios que deben ser considerados como otro subproducto de la fabrica o buscar proveedores de los mismos para minimizar costos. Ver anexo # 4.

3.4.2 Diagrama de flujo

Este diagrama se busca eliminar lo mas posible los acarrees o transporte de producto en proceso dentro de la planta para ir eliminando costos ocultos que no se ven en otros diagramas. Ver anexo # 5.

3.4.3 Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido podemos observar la distribución en planta de el proceso propuesto y su respectivo flujo dentro de este proceso. Ver anexo # 6.

3.5 Implementación de controles de calidad

Para establecer controles de calidad en los procesos de fabricación de ollas se realizará un estudio de calidad por medio de un diagrama de causa y efecto, un diagrama de pareto y para llevar el control se establecerán gráficos de control.

3.5.1 Recolección de datos

En la empresa cuando se realizo el estudio no estaban definidos puntos de control de calidad, por lo cual se procedió a establecer los puntos en que se realizaron los muestreos y se elaboro una hoja de verificación para los mismos.

Las operaciones en que se realizaron las inspecciones fueron: en ingreso de materia prima, el área de pulido y en el área de lavado. La hoja de verificación (ver anexo # 7) se utilizo para tomar los datos de las herramientas de los diagramas de causa y efecto y del diagrama de pareto. Se tomaron 50 datos diarios en cada departamento por 2 semanas lo cual nos dio un total de 500 observaciones en cada departamento. Para los gráficos de control se utilizo una hoja de recolección diferente que se muestra en los anexos (ver anexo # 8).

3.5.2 Diagrama causa y efecto

A continuación presentamos los respectivos diagramas en los que se presentan las causas del problema y la incidencia que estos tienen en el proceso y el producto terminado.

Figura 3. Diagrama causa y efecto, golpes en el proceso para olla y tapa

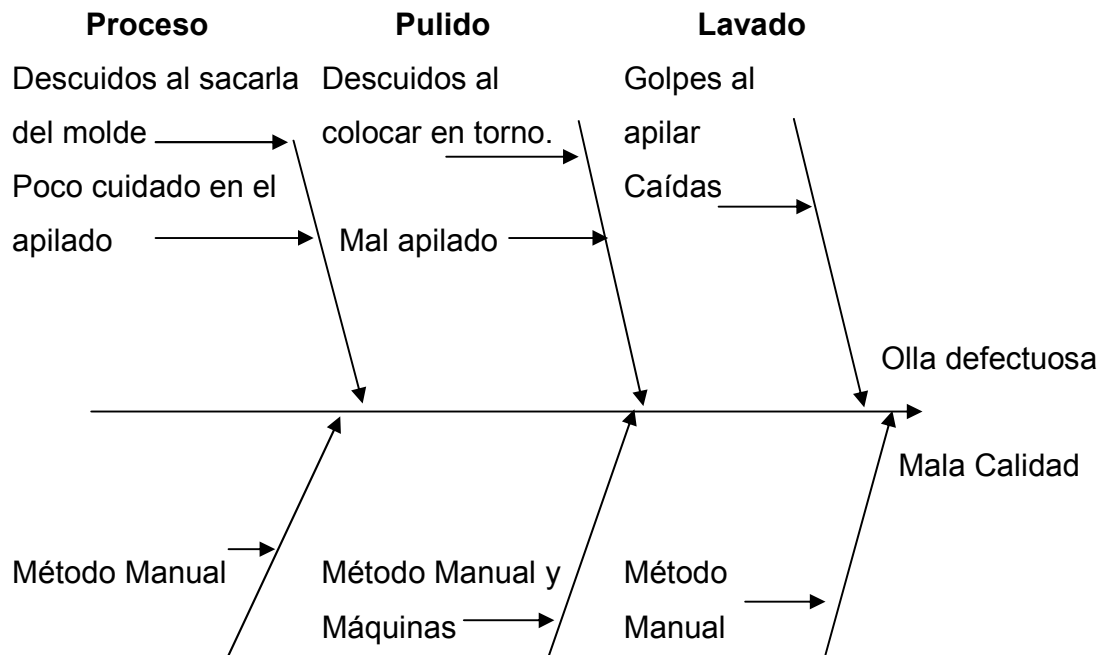


Figura 4. Diagrama causa y efecto, rayones y mal pulido en la olla

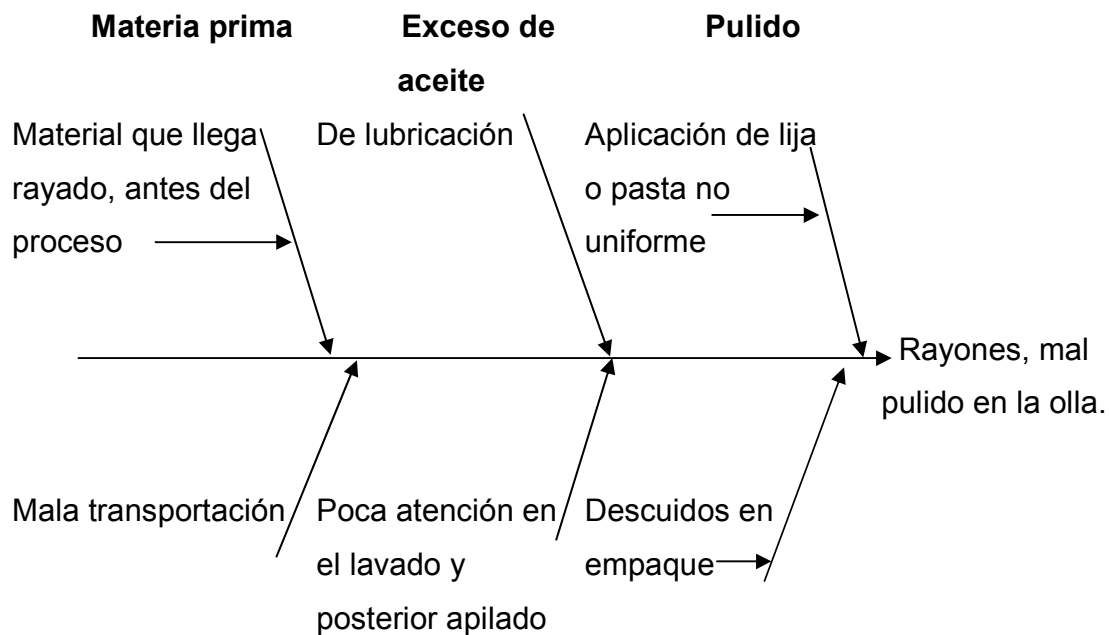
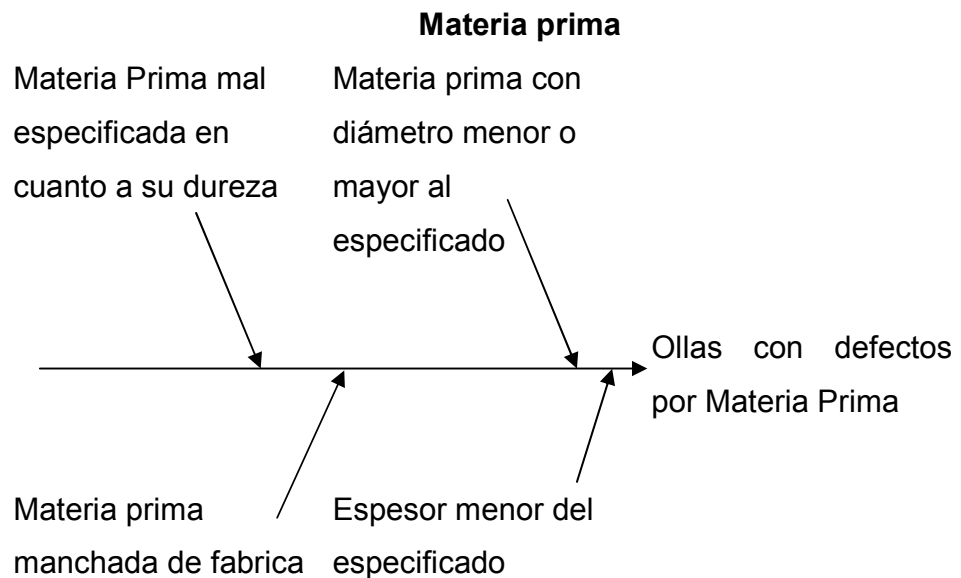


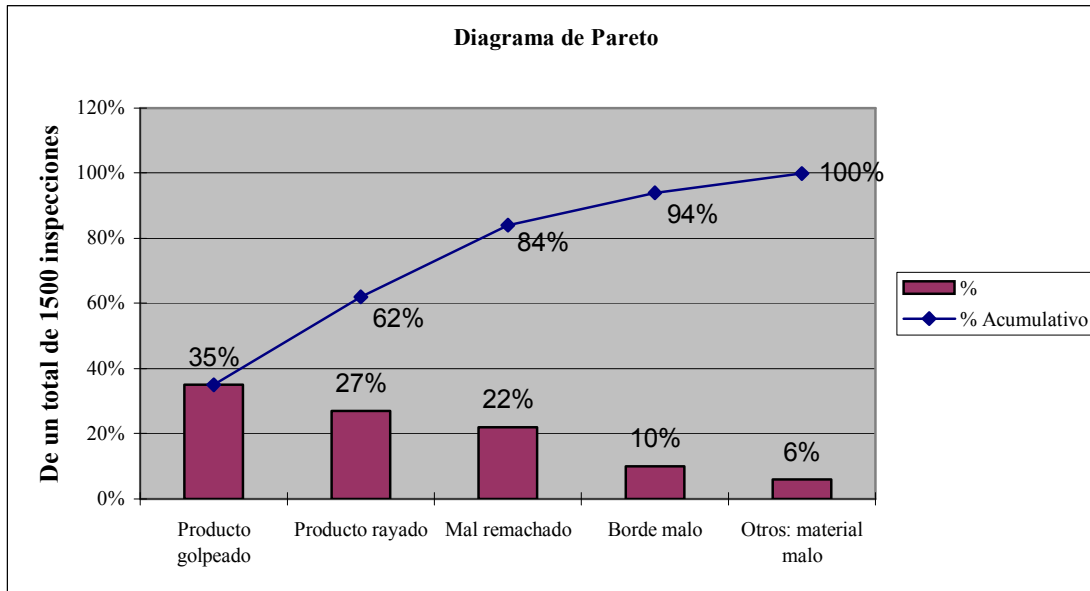
Figura 5. Diagrama causa y efecto, para la materia prima



3.5.3 Diagrama de Pareto

Para la elaboración del diagrama se utilizó la misma información obtenida de la hoja de verificación con que se realizaron los diagramas causa y efecto. Siendo los problemas o defectos que representan la mayoría de quejas y rechazos de parte de los clientes y además representan el grueso de productos desperdiciados o que tienen que ser reprocesados, las siguientes categorías: Golpes en el producto, mal remachado, producto rayado, otros.

Figura 6. Diagrama de Pareto para ollas de aluminio



3.5.4 Gráficos de control

Para la realización de estos gráficos se utilizó una muestra de $n = 5$ en base a las curvas características de operación para la gráfica X y R dando como resultado una probabilidad de detectar un corrimiento de 1.0σ o incluso 1.5σ (ver anexo # 9). El tamaño de subgrupo que se utilizó fue de 12 debido a que el tiempo de inspección era pequeño y al volumen de la producción es de 1,000 ollas por turno.

Para el cálculo de las líneas centrales y límites superior e inferior utilizaremos las siguientes fórmulas. Para el cálculo de las líneas centrales de los gráficos utilizaremos las siguientes formulas:

$$\bar{\bar{X}} = \sum_{i=1}^g \bar{X}_i / g \quad \text{y} \quad \bar{R} = \sum_{i=1}^g R_i / g$$

Donde $\bar{\bar{X}}$ = promedio de los promedios del subgrupo

\bar{X}_i = promedio del subgrupo i

g = cantidad de subgrupos

\bar{R} = promedio de los rangos de los subgrupos

R_i = rango del subgrupo i

En la práctica, el cálculo se simplifica usando el producto del rango promedio y un factor en vez de las tres desviaciones estándar en las fórmulas de la grafica X. Para la gráfica R el rango promedio se utiliza para calcular las desviaciones estándar del rango. Por lo que las fórmulas que se obtienen son las siguientes:

$$- \text{LCS}_x = \bar{\bar{X}} + A_2R \qquad \text{LCS}_R = D_4R$$

$$- \text{LCI}_x = \bar{\bar{X}} - A_2R \qquad \text{LCI}_R = D_3R$$

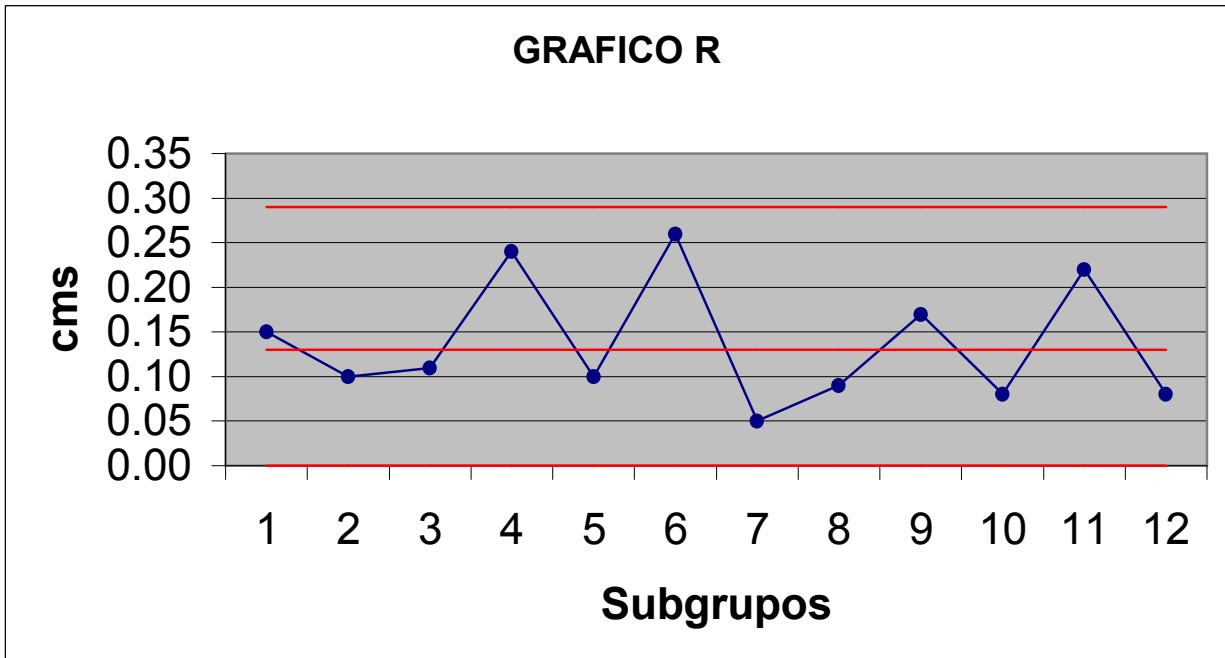
Donde A_2 , D_3 y D_4 son factores cuyo valor depende del tamaño del subgrupo; se les toma de la tabla A.23 de los anexos (ver anexo # 10). Utilizando las formulas anteriores y los datos obtenidos en los procesos de ollas estableceremos los siguientes gráficos X y R.

3.5.4.1 Gráfico R

Los valores obtenidos para los límites son los siguientes:

$$R = 0.138 \qquad \text{LCS} = 0.29 \qquad \text{LCI} = 0$$

Figura 7. Gráfico R para el proceso de ollas de aluminio



Análisis de la gráfica: como se observa en la gráfica el proceso se encuentra bajo control debido a que no se presenta ninguna de las siguientes condiciones:

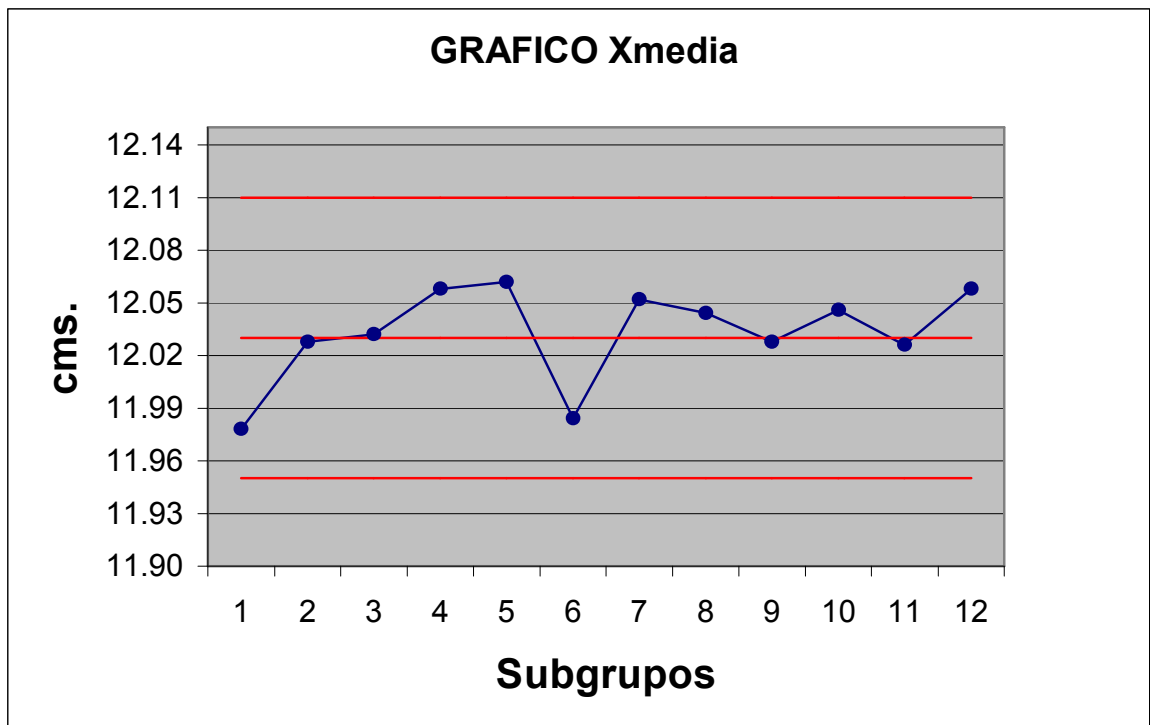
1. Ningún punto queda fuera de los límites de control.
2. 7 puntos de una hilera en la zona C o mas allá.
3. Dos de tres puntos de una hilera en la zona A.
4. Dos puntos de una hilera que se incrementan o disminuyen en forma constante.
5. Cuatro de cinco puntos de una hilera en la zona B o mas allá.

3.5.4.2 Gráfico X

Los valores de límites que se obtuvo fueron los siguientes:

$$X = 12.03 \quad LCS = 12.11 \quad LCI = 11.95$$

Figura 8. Gráfico X para el proceso de ollas de aluminio



Análisis de la gráfica: como se observa en la grafica el proceso se encuentra bajo control debido a que no se presenta ninguna de las siguientes condiciones:

1. Ningún punto queda fuera de los limites de control.
2. 7 puntos de una hilera en la zona C o mas allá.
3. Dos de tres puntos de una hilera en la zona A.
4. Dos puntos de una hilera que se incrementan o disminuyen en forma constante.
5. Cuatro de cinco puntos de una hilera en la zona B o mas allá.

3.5.5 Análisis de RCP

Para realizar el análisis de la relación del proceso necesitamos de las especificaciones para la altura de la olla. Estas son de 12 cm con una tolerancia de ± 0.15 cm; por lo tanto la relación de capacidad del proceso será:

$$RCP = \frac{LES-LEI}{6\sigma}$$

Donde:

6σ = Capacidad del proceso

LES-LEI = Especificación superior – especificación inferior

Con los datos obtenidos para realizar las graficas realizamos lo siguiente:

$$LES-LEI = 12.15-11.85 = 0.30$$

$$6\sigma = 6 * 0.026 = 0.158$$

$$RCP = 0.30 / 0.158 = 1.899$$

El estándar consagrado en la practica es de 1.50 pero como en este caso obtuvimos 1.899 nos representa que nuestro proceso esta en el caso mas deseable $6\sigma < LES-LEI$ por lo que no habrá ningún problema en el proceso y se contara con una calidad muy buena que tiene poca variabilidad y que podemos tratar de seguir mejorando. Además se esta garantizando una satisfacción completa y total del cliente por nuestro proceso. Cualquier desviación considerable al promedio del proceso será consecuencia de una condición fuera de control.

4. ESTUDIO DE MERCADO

Para realizar un estudio en base al mercado que va dirigido nuestro producto vamos realizar un estudio de mercado que nos definirá nuestra población objetivo, el tamaño de la muestra y el diseño de las encuestas para recopilar la información necesaria para realizar el estudio de despliegue de la función calidad.

4.1 Población objetivo

La población objetivo de nuestro estudio de mercado debido a que los utensilios de cocina de aluminio son un artículo que se consume en las clases populares de nuestra sociedad, dirigiremos nuestra atención a los distribuidores de aluminio, como puestos de mercados, almacenes, ferreterías, etc., a nivel nacional y los consumidores finales quienes utilizan el producto, para nuestro caso contamos con una base de datos en la cual tenemos clientes que distribuyen aluminio en la ciudad capital así como en el interior de la república. Y además con clientes que son consumidores finales en la industria de alimentos como son los restaurantes, la panaderías industriales, hoteles, etc.

4.2 Definición de la muestra

Para la definición del tamaño de la muestra, como conocemos el tamaño de nuestra población objetivo utilizaremos los siguientes parámetros para calcularlo. La tolerancia será de 5% y queremos una exactitud de 95.45 % por lo cual tendremos un nivel de confianza de 2 (el nivel de confianza lo tomamos de la tabla que aparece en el anexo # 11).

Con lo cual aplicamos las formulas siguientes:

$$\sigma_p = T/Nc$$

$$\sigma_p = 0.05/2 = 0.025$$

$$N = p(1 - p) / \sigma_p^2 \quad N = 0.9545(1 - 0.9545) / 0.025^2 = 69.48 = 70$$

Encuestas

Con lo cual queda definida el tamaño de la muestra.

4.3 Segmentación del mercado

Nuestro mercado lo segmentaremos de la siguiente manera para que sea más eficaz la recolección y tabulación de datos para realizar nuestro estudio de despliegue de la función calidad (QFD), el mercado quedaría de la siguiente manera:

1. Los distribuidores o detallistas que se encargan de llevar el producto a los diferentes puntos del país. Las áreas que mayor consumo de aluminio registran en base a nuestras ventas son el área occidental del país: Huehuetenango, Quetzaltenango, Coatepeque, Mazatenango y Escuintla. Por el lado nor-oriental del país tenemos: Alta Verapaz, Peten, Izabal y Zacapa. Además en la capital se distribuye en todas las zonas de la capital así como en los municipios aledaños como son Villa Nueva, Amatitlan, San Juan Sacatepequez, Antigua Guatemala, San José Pinula y Mixco.
2. Entre los consumidores finales de los productos de aluminio tenemos: clase baja, clase baja-media, clase media, clase media-alta. Así como también la industria de panificación y la industria de restaurantes-hotelería.

4.3.1 Diseño de la encuesta consumidor final

Para los consumidores finales se utilizó la siguiente encuesta para recavar los datos:

ENCUESTA PARA CONSUMIDORES FINALES DE OLLAS DE ALUMINIO

1. Si usted tuviera Q 100.00 para valorar las características que se presentan en la siguiente tabla, como los distribuiría según sea la importancia de sus preferencias, asignándole más al que mayor importancia tenga para usted, sin pasarse de los Q 100.00.

Figura 9. Cuadro para pregunta 1 de consumidores finales

Ollas de Aluminio	Valor
Durabilidad	
Precio	
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	
Variedad de tamaños	
Otros:	
Total	Q 100.00

4.3.2 Diseño de la encuesta distribuidores y detallistas

Para los distribuidores y detallista se opto por el siguiente diseño de encuesta:

ENCUESTA PARA DISTRIBUIDORES DE OLLAS DE ALUMINIO

1. Si usted tuviera Q 100.00 para valuar las características que se presentan en la siguiente tabla, como los distribuiría según sea la importancia de sus preferencias, asignándole mas al que mayor importancia tenga para usted, sin pasarse de los Q 100.00.

Figura 10. Cuadro para pregunta 1 de distribuidores

Ollas de Aluminio	Valor
Disponibilidad del producto	
Envío de pedidos completos	
Mejor margen de ganancia en el producto	
Variedad de tamaños y productos	
Otros:	
Total	Q 100.00

4.3.3 Diseño de la encuesta sobre la competencia

Para la competencia se evaluará en cada una de las encuestas anteriores como la pregunta número 2 como se muestra a continuación para facilitar la recolección de datos:

2. Valúe de 1 a 5 las características y marcas que se presentan en la siguiente tabla, siendo 5 el de más peso y 1 el de menos peso.

Figura 11. Cuadro para evaluación de competencia 1

Ollas de Aluminio	Ideal	Alinter	Maya	Alsasa	Aldura
Durabilidad					
Precio					
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas					
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas					
Variedad de tamaños					
Otros:					
Total					

2. Valúe de 1 a 5 las características y marcas que se presentan en la siguiente tabla, siendo 5 el de más peso y 1 el de menos peso.

Figura 12. Cuadro para evaluación de competencia 2

Ollas de Aluminio	Ideal	Alinter	Maya	Alsasa	Aldura
Disponibilidad del producto					
Envío de pedidos completos					
Mejor margen de ganancia en el producto					
Variedad de tamaños y productos					
Otros:					
Total					

4.4 Tabulación de datos obtenidos

Conformé a las encuestas realizadas obtuvimos los siguientes resultados (valores promedio de todas las encuestas):

1. Test de los Q 100.00 para consumidores finales:

Figura 13. Cuadro de resultados para consumidores finales

Ollas de Aluminio	Valor
Durabilidad	41
Precio	34
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	5
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	13
Variedad de tamaños	7
Otros:	0
Total	Q 100.00

2. Test de los Q 100.00 para distribuidores:

Figura 14. Cuadro de resultados para distribuidores

Ollas de Aluminio	Valor
Disponibilidad del producto	44
Envío de pedidos completos	36
Mejor margen de ganancia en el producto	8
Variedad de tamaños y productos	12
Otros:	0
Total	Q 100.00

3. Evaluación de la competencia:

Consumidor final:

Figura 15. Resultados de evaluación de la competencia 1

Ollas de Aluminio	Ideal	Alinter	Maya	Alsasa	Aldura
Durabilidad	2	3	2	4	3
Precio	4	4	3	4	4
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	2	3	1	3	2
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	2	4	2	3	2
Variedad de tamaños	1	3	2	2	3
Otros:	0	0	0	0	0
Total	11	17	10	16	14

Distribuidores:

Figura 16. Resultados de evaluación de la competencia 2

Ollas de Aluminio	Ideal	Alinter	Maya	Alsasa	Aldura
Disponibilidad del producto	3	2	2	3	3
Envío de pedidos completos	3	3	4	4	3
Mejor margen de ganancia en el producto	4	4	4	3	3
Variedad de tamaños y productos	3	3	3	3	3
Otros:	0	0	0	0	0
Total	13	12	13	13	12

4.5 Análisis de resultados

De los resultados obtenidos de las encuestas podemos decir para los consumidores finales que le dan más importancia o valor a la durabilidad en las ollas de aluminio, luego le sigue en importancia el precio, el remachado de los accesorios, la variedad de tamaños y la calidad de los accesorios. En cuanto a la competencia la que mejores resultados obtuvo fue Alinter siendo su fuerte el precio y el remachado, seguida de Alsasa cuyo fuerte es la durabilidad y precio, luego Aldura, Ideal y Maya respectivamente.

De los resultados para los distribuidores podemos mencionar que lo más importante para ellos es la disponibilidad de los productos y el envío de los pedidos en forma completa, seguidos por la variedad de tamaños y productos, y por último el margen de ganancia en el producto. En cuanto a la competencia la que mejores resultados obtuvo fue Alsasa e Ideal siendo sus ventajas el envío de los pedidos completos, la disponibilidad del producto y un buen margen de ganancia en el producto, seguidos por Aldura, Maya y por último Alinter.

5. IMPLEMENTACIÓN DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD) PARA LA FABRICACIÓN DE OLLAS CON ALUMINIO

Implementación de la herramienta para la industria de fabricación de ollas con aluminio aquí se incluirá la información proporcionada por el cliente, así como la evaluación de las matrices resultantes, se analizará la competencia para definir la mejor estrategia y las mejoras en los procesos de fabricación para lograr satisfacer al máximo las necesidades de los clientes

5.1 Pasos para la implementación del despliegue de la función calidad (QFD)

Los pasos para la implementación del despliegue de la función calidad (QFD) en la fabricación de ollas de aluminio que realizaremos serán los siguientes: Formación del equipo, el cual se entrenara y capacitara en trabajo de equipos y sobre el despliegue de la función calidad (QFD); Establecer procedimientos de monitoreo; Desarrollo de las matrices y Elaboración de la estrategia para mejorar los procesos.

5.1.1 Formación de un equipo

El equipo será conformado de la siguiente manera para lograr un mejor desempeño durante las diferentes etapas del despliegue de la función calidad (QFD): una persona del área de contabilidad y costos, una persona del área de bodega de materia prima, una persona de ventas y una persona del área de producción. Debido a que necesitamos de un equipo multi-funcional que pueda analizar la información des de diferentes perspectivas.

5.1.1.1 Capacitación del equipo

El equipo recibirá una capacitación sobre el trabajo en equipo con una duración de 2 horas dentro de las instalaciones de la empresa todos los días por un periodo de 1 mes, la cual será impartida por la persona que tenga a su cargo la implementación de la herramienta en la empresa, por lo que se hace necesario capacitarlo antes de implementar el despliegue de la función calidad (QFD). En la capacitación se tratarán los siguientes temas: La importancia del trabajo en equipo para el desarrollo de las empresas, Los equipos para mejorar la calidad, Forma de trabajo y las funciones de los equipos, El despliegue de la función calidad despliegue de la función calidad (QFD).

5.1.1.1.1 Capacitación sobre trabajo de equipo

Para la capacitación utilizaremos las siguientes herramientas para impartir los temas mencionados en el inciso anterior:

1. La importancia del trabajo en equipo para el desarrollo de las empresas se impartirá como una conferencia donde se usarán pequeños ejemplos de trabajo en equipo, bueno y malo, para hacer notar que la importancia de los equipos es cada vez más grande en las empresas, por lo que el trabajo se organiza en torno a equipos y procesos, en lugar de funciones especializadas.
2. Los equipos para mejorar la calidad será una charla sobre mejoras que han sufrido otras empresas al momento de empezar a utilizar los equipos para esta función.
3. La forma de trabajo y funciones de los equipos será una conferencia donde se explica cómo se forma un equipo de trabajo, su ciclo de vida y las funciones que tiene el equipo así como cada una de los integrantes del equipo.

4. Proporcionar una explicación clara sobre qué es el despliegue de la función calidad despliegue de la función calidad (QFD), los beneficios que genera para la empresa y su método de trabajo.

5.1.1.2 Conducir junta de despegue

La junta de despegue será dirigida por el encargado de la implementación del despliegue de la función calidad (QFD) en la empresa quien debe estar bien empapado de esta herramienta. Se iniciara con ejemplos de buenos resultados obtenidos por la herramienta en otras empresas y se dará una introducción al método que se utilizará antes de entrar de lleno al análisis de los resultados obtenidos por las encuestas y empezar a trabajar en la implementación de la herramienta.

5.1.2 Establecer procedimientos de monitoreo

Para monitorear los cambios que surgirán de la realización de los matrices del despliegue de la función calidad (QFD) cada uno de los departamentos que participen o tengan relación con esos cambios deberán rendir un informe quincenal sobre los avances que hallan realizado en su área o departamento y sus proyecciones para seguir mejorando en esos puntos de acción.

5.1.3 Desarrollar las matrices

Elaboración de la matriz de las preferencias de los clientes, tanto para consumidores finales como distribuidores:

Tabla I. Resultado test de Q 100.00 consumidores finales

	Importancia para los clientes Q 100.00	Orden de importancia de las categorías
Ollas de Aluminio		
Durabilidad	41	1
Precio	34	2
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	5	5
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	13	3
Variedad de tamaños	7	4

Para un mejor análisis y definición de estrategias vamos agrupar los resultados en categorías principales: la calidad (durabilidad, calidad de asas, etc. Y el remachado de asas, etc.) que comprende un 59 % de los resultados, el precio que representa el 34 % y la variedad que es el 7 %.

Tabla II. Resultado test de Q 100.00 distribuidores

	Importancia para los clientes Q 100.00	Orden de importancia de las categorías
Ollas de Aluminio		
Disponibilidad del producto	44	1
Envío de pedidos completos	36	2
Mejor margen de ganancia en el producto	8	4
Variedad de tamaños y productos	12	3

Para facilitar la toma de decisiones con respecto a la atención que se va a brindar a los distribuidores vamos a agrupar los resultados en categorías que serán: la atención al cliente (disponibilidad del producto y el envío de pedidos completos) que representa un 80 % de los resultados y el producto (margen de ganancia y variedad de tamaños) con un 20 % de los resultados.

Evaluación de la competencia, la percepción que tienen nuestros clientes de la competencia, como consumidor final y distribuidor:

Tabla III. Matriz de evaluación de la competencia consumidores finales

	Importancia para los clientes Q 100.00	Orden de importancia de las categorías	Peso máximo : 5	Peso mínimo : 1	Ideal	Alinter	Maya	Alsasa	Altura
Ollas de Aluminio			5 4 3 2 1						
Durabilidad	41	1			2	3	2	4	3
Precio	34	2			4	4	3	4	4
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	5	5			2	3	1	3	2
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas	13	3			2	4	2	3	2
Variedad de tamaños	7	4			1	3	2	2	3

Tabla IV. Matriz de evaluación de la competencia distribuidores

	Importancia para los clientes Q 100.00	Orden de importancia de las categorías	Peso máximo : 5	Peso mínimo: 1	Ideal	Alinter	Maya	Alsasa	Altura
Ollas de Aluminio			5 4 3 2 1						
Disponibilidad del producto	44	1			3	2	2	3	3
Envío de pedidos completos	36	2			3	3	4	4	3
Mejor margen de ganancia en el producto	8	4			4	4	4	3	3
Variedad de tamaños y productos	12	3			3	3	3	3	3

5.1.3.1 Identificación de los “como”

La determinación de los “comos” se dio en base a los resultados obtenidos para los consumidores finales en una lluvia de ideas de las posibles relaciones que puedan tener con los problemas analizados queda establecida de la siguiente manera:

1. Dar recomendaciones de uso y cuidados para los artículos.
2. Reducción de costos de producción en los diferentes procesos disminuyendo costos ocultos por transporte, producto defectuoso, etc.
3. Proveedores de accesorios mas eficientes para conseguir mejor calidad y un costo mas bajo.
4. Mejorar el proceso de remachado de los artículos para evitar defectos en los artículos.
5. Contamos con una gran variedad de tamaños de los artículos tanto en diámetro como en altura.

La matriz para la asignación de los “comos” queda de la siguiente manera en consumidores finales:

Tabla V. Matriz de asignación de los “comos” consumidores finales

“COMOS”	Dar recomendaciones de uso y cuidados para los artículos.	Reducción de costos de producción en los diferentes	Proveedores de accesorios mas eficientes.	Mejorar el proceso de remachado de los artículos.	Contamos con una gran variedad de tamaños en los artículos
Ollas de Aluminio					
Durabilidad					
Precio					
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas					
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas					
Variedad de tamaños					

Los “comos” para las categorías que evaluaron los distribuidores quedo de la siguiente manera:

1. Mejor manejo del inventario de producto terminado.
2. Reducción de costos de producción en los diferentes procesos eliminando costos ocultos.
3. Contamos con una gran variedad de tamaños de los artículos tanto en diámetro como en altura.

Y la matriz para la asignación de los “comos” en los distribuidores quedo de la siguiente manera:

Tabla VI. Matriz de asignación de los “comos” distribuidores

“COMOS”	Mejor manejo del inventario de producto terminado.	Reducción de costos de producción en los diferentes procesos.	Contamos con una gran variedad de tamaños en los artículos.
Ollas de Aluminio			
Disponibilidad del producto			
Envío de pedidos completos			
Mejor margen de ganancia en el producto			
Variedad de tamaños y productos			

5.1.3.2 Asignación de objetivos

La asignación de objetivos estará dada para cada uno de los grupos, como se muestra en la siguiente matriz:

Tabla VII. Matriz de asignación de objetivos consumidores finales

"COMOS"	Dar recomendaciones de uso y cuidados para los artículos.	Reducción de costos de producción en los diferentes	Proveedores de accesorios mas eficientes.	Mejorar el proceso de remachado de los artículos.	Contamos con una gran variedad de tamaños en los artículos
Ollas de Aluminio					
Durabilidad					
Precio					
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas					
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas					
Variedad de tamaños					
"OBJETIVOS"	Establecer un instructivo de uso para todos los artículos.	Mejorar los procesos de repujado, pulido y remachado.	Adquirir accesorios de buena calidad a bajo precio.	Realizar un buen remachado y mejorar su proceso para bajar	Aprovechar esta ventaja para abarcar mayor parte del

Tabla VIII. Matriz de asignación de objetivos distribuidores

<p style="text-align: center;">“COMOS”</p>	<p>Mejor manejo del inventario de producto terminado.</p>	<p>Reducción de costos de producción en los diferentes</p>	<p>Contamos con una gran variedad de tamaños en los</p>
<p>Ollas de Aluminio</p>			
<p>Disponibilidad del producto</p>			
<p>Envío de pedidos completos</p>			
<p>Mejor margen de ganancia en el producto</p>			
<p>Variedad de tamaños y productos</p>			
<p style="text-align: center;">“OBJETIVOS”</p>	<p>Establecer un lote económico de productos para no caer en</p>	<p>Mejorar los procesos de repujado, pulido y remachado.</p>	<p>Aprovechar esta ventaja para abarcar mayor parte del</p>

5.1.3.3 Realizar las interrelaciones

Las interrelaciones tendrán el siguiente peso: relaciones fuertes con un peso de 9; las relaciones moderadas con un peso de 3 y las relaciones débiles con un peso de 1. y quedaran definidas como se muestra en las siguientes matrices: (por necesidad de espacio se trasladaron las matrices a las siguientes paginas).

Tabla IX. Simbología y peso para realización de interrelaciones

Categoría	Símbolo	Peso
Relaciones fuertes	●	9
Relaciones moderadas	○	3
Relaciones débiles	△	1

Tabla X. Matriz de interrelaciones para consumidores finales

"COMOS"	Dar recomendaciones de uso y cuidados para los artículos.	Reducción de costos de producción en los diferentes	Proveedores de accesorios mas eficientes.	Mejorar el proceso de remachado de los artículos.	Contamos con una gran variedad de tamaños en los artículos
Ollas de Aluminio					
Durabilidad	●	○	△	○	
Precio		●	○	○	
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas			●	△	
Remachado de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas		○	○	●	
Variedad de tamaños					●
"OBJETIVOS"	Establecer un instructivo de uso para todos los artículos.	Mejorar los procesos de repujado, pulido y remachado.	Adquirir accesorios de buena calidad a bajo precio.	Realizar un buen remachado y mejorar su proceso para bajar	Aprovechar esta ventaja para abarcar mayor parte del

Tabla XI. Matriz de interrelaciones para distribuidores

"COMOS"	Mejor manejo del inventario de producto terminado.	Reducción de costos de producción en los diferentes	Contamos con una gran variedad de tamaños en los
Ollas de Aluminio			
Disponibilidad del producto	●	○	
Envío de pedidos completos	●		○
Mejor margen de ganancia en el producto		●	
Variedad de tamaños y productos			●
"OBJETIVOS"	Establecer un lote económico de productos para no caer en	Mejorar los procesos de repujado, pulido y remachado.	Aprovechar esta ventaja para abarcar mayor parte del

A continuación presentaremos la matriz donde se valuaran en peso esto se obtendrá así: importancia por el valor de interrelación y se pondrán por orden de importancia los “comos” y los objetivos en base a las interrelaciones anteriormente realizadas:

Tabla XII. Matriz final para consumidores finales

Ollas de Aluminio	Dar recomendaciones de uso y cuidados para los artículos.	Reducción de costos de producción en los diferentes procesos.	Proveedores de accesorios mas eficientes.	Mejorar el proceso de remachado de los artículos.	Contamos con una gran variedad de tamaños en los artículos	Importancia para los clientes Q 100.00	Orden de importancia de las categorías
Durabilidad	9	3	1	3		41	1
Precio		9	3	3		34	2
Calidad de las asas, botones u orejas de las ollas y tapas			9	1		5	5
Remachado de asas, botones u orejas de las ollas y tapas		3	3	9		13	3
Variedad de tamaños					9	7	4
Valor peso	9*41=369	468	227	347	63	1	2
Orden por importancia	2	1	4	3	5		
	Establecer un instructivo de uso para todos los artículos.	Mejorar los procesos de repujado, pulido y	Adquirir accesorios de buena calidad a bajo precio.	Realizar un buen remachado y mejorar su proceso para	Aprovechar esta ventaja para abarcar mayor parte		

Tabla XIII. Matriz final para distribuidores

Ollas de Aluminio	Mejor manejo del inventario de producto terminado.	Reducción de costos de producción en los diferentes procesos.	Contamos con una gran variedad de tamaños en los artículos.	Importancia para los clientes Q 100.00	Orden de importancia de las categorías
Disponibilidad del producto	9	3		44	1
Envío de pedidos completos	9		3	36	2
Mejor margen de ganancia en el producto		9		8	4
Variedad de tamaños y productos			9	12	3
Valor peso	720	204	216	1	2
Orden por importancia	1	3	2		
	Establecer un lote económico de productos para no caer en escasez.	Mejorar los procesos de repujado, pulido y remachado.	Aprovechar esta ventaja para abarcar mayor parte del mercado.		

5.1.3.4 Información de la competencia

Haremos un análisis de las matrices de la competencia para ver sus fortalezas y sus debilidades entre los consumidores y distribuidores:

- ❖ Ideal: como podemos observar en la matriz para consumidores finales es deficiente en 4 de las 5 categorías pero tiene su fuerza en el precio, en cuanto a los distribuidores esta bien ubicada en las cuatro categorías por lo que podemos decir que es una empresa fuerte entre ellos.
- ❖ Alinter: es una empresa bien ubicada entre los consumidores finales ya que fue calificada bien en las 5 categorías , entre los distribuidores tiene una debilidad en cuanto a la disponibilidad del producto pero en las restantes esta bien calificada.
- ❖ Maya: es una empresa débil entre los consumidores finales ya que solo la consideran por su precio, en cuanto a los distribuidores es una empresa bien calificada solo con deficiencias en la disponibilidad del producto.
- ❖ Alsasa: es una marca con buena ubicación entre los consumidores finales aunque no cuenta con una gran variedad de productos, los distribuidores la consideran una buena empresa en las 4 categorías evaluadas.
- ❖ Aldura: con los consumidores finales esta considerada como buena aunque tiene debilidades, para los distribuidores es una empresa buena que esta más o menos en todas las categorías que se tomaron para las encuestas.

5.1.3.5 Identificación de conflictos

No se encontraron conflictos entre los objetivos planteados para los consumidores finales. Entre los objetivos planteados para los distribuidores no encontramos conflictos evidentes. Es decir que de los objetivos planteados en ambos casos no tenemos pesos iguales que nos provoquen conflicto o dificultad en cuanto a la elección de la mejor elección.

5.1.4 Elaboración de la estrategia y mejoras a los procesos

Con base a lo observado en las matrices podemos definir nuestra estrategia en base a los objetivos establecidos tanto para consumidores finales y distribuidores de la siguiente manera:

1. Realizar un análisis de costos ocultos para mejorar los precios de venta y aumentar nuestro margen de utilidad en los productos para volver la empresa mas rentable.
2. Mejorar los controles de inventario para mantener existencias de los productos que nuestros clientes solicitan esto lo podemos determinar por medio de estadísticas de ventas y en base a esto realizar pronósticos para producción e inventarios.
3. Hacer un estudio de eficiencias en las áreas de repujado, pulido y remachado para aumentar la productividad de los mismos y poder cumplir con los requerimientos de productos de nuestros distribuidores y consumidores finales en toda la república.
4. Establecer una estrategia de mercado que nos permita aumentar la rotación de nuestros productos lideres e ir eliminando productos de baja rotación que no son significativos para la empresa.

5. Resaltar las características de calidad de los productos que son importantes para los clientes, aprovechando esto para cerrarles el mercado a nuestros competidores.
6. Mejorar el departamento de accesorios para una mayor eficiencia y buscar fuentes externas de aprovisionamiento de accesorios que tengan igual o mejor calidad que los nuestros y que nos ayuden a reducir costos.
7. Crear una guía de uso para todos nuestros utensilios de cocina fabricados en aluminio.

CONCLUSIONES

1. Como podemos observar en los datos obtenidos. Un 59 % de los consumidores consideran que la durabilidad, así como un buen remachado y calidad de las asas son de importancia para ellos, por lo que se pueden aprovechar estas características para resaltarlas en nuestros productos y así poder atraer esa porción del mercado que lo considera importante.(ver tabla I)
2. En cuanto a los distribuidores de los productos podemos observar, que al 80 % de estos se interesan en la disponibilidad del producto y el envío completo de los pedidos que realizan, lo cual nos da la pauta para mejorar en estos aspectos de servicio al cliente para lograr mantener una excelente relación con los mismos. (ver tabla II)
3. En el estudio de mercado o encuestas realizadas a nuestros clientes y distribuidores, los resultados obtenidos nos dejan ver que entre ellos tenemos una buena percepción de la calidad de nuestros productos (41 %) , lo cual puede ser aprovechado para realizar una estrategia de ventas que realce esta característica.

4. Por medio de los resultados de las matrices podemos, ver que los objetivos planteados por éstas son una solución óptima para los problemas que tenemos en cuanto a bajar los costos y mantener la calidad de los productos, para ser más competitivos en el mercado de ollas de aluminio. Además, podemos plantear con base a ellas una estrategia de acción que se divide en los siguiente puntos claves: Mejorar métodos de control de inventarios de materia prima y producto terminado, eficiencia de producción y promoción de ventas.

RECOMENDACIONES

1. El diseño de un plan de mercadeo haciendo resaltar las características de calidad y durabilidad de los productos, es buen inicio para tomar esa parte del mercado la cual está interesada en las características antes mencionadas.
2. Desarrollar un plan de atención a nuestros clientes para poder cumplir con sus requerimientos lo más pronto posible y con toda la mercadería que ellos solicitan, esto nos daría una ventaja sobre nuestros competidores y estaríamos cerrándoles el mercado para sus productos.
3. Es de vital importancia reducir los precios de venta de los artículos, por lo que, debemos realizar un análisis de cada uno de los productos en cuanto a su precio, para esto, podemos tomar como punto de partida un análisis de margen de contribución para determinar nuestros costos por medio de un costeo directo y así poder realizar una baja en los precios.
4. Establecer un control de inventarios de producto terminado y materia prima, efectivo para no caer en agotamiento, esto se puede realizar llevando un control de lote económico, el cual nos indicará el nivel de reorden y el pedido óptimo tanto de materia prima como de producto terminado, para no caer en agotamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Besterfield, Dale H. **Control de calidad**. 4° ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 1994. 508 pp.
2. Cohen Lou y Louis Cohen. **Quality Function Deployment**. U.S.A.: Prentice Hall, 1995. 368 pp.
3. Dessler, Gary. **Administración de personal**. 8° ed. México: Prentice Hall, 2001. 700 pp.
4. Hellriegel, Don y John W. Slocum. **Administración**. 7° ed. México: Thomsom, 1998. 908 pp.
5. Pérez López, Cesar. **Control estadístico de la calidad: teoría, práctica y aplicaciones informáticas**. España: Alfaomega, 1999. 698 pp.
6. Robbins, Stephen P. **Administración: teoría y práctica**. 4° ed. México: Prentice Hall, 1994. 780 pp.

7. Rosaler, Robert C. **Manual del ingeniero de planta**. 2° ed. (tomo I)
México: McGraw-Hill, 1998.
8. Rosaler, Robert C. **Manual del ingeniero de planta**. 2° ed. (tomo II)
México: McGraw-Hill, 1998.
9. Terninko, John. **Step by step despliegue de la función calidad (QFD): customer-driven product design**. 2° ed. U.S.A.: Saint Lucie Press. 1997. 224 pp.
10. Walpole, Ronald E. y otros. **Probabilidad y estadística para ingenieros**. 6° ed. México: Prentice Hall, 1998. 737 pp.
11. Werther Jr., William B. y Keith Davis. **Administración de personal y recursos humanos**. 4° ed. México: McGraw-Hill, 1995. 515 pp.

ANEXOS

Anexo # 1

Figura 17. Diagrama de proceso

FECHA: 19/11/02

HOJA: 1/2

EMPRESA: Facoda.

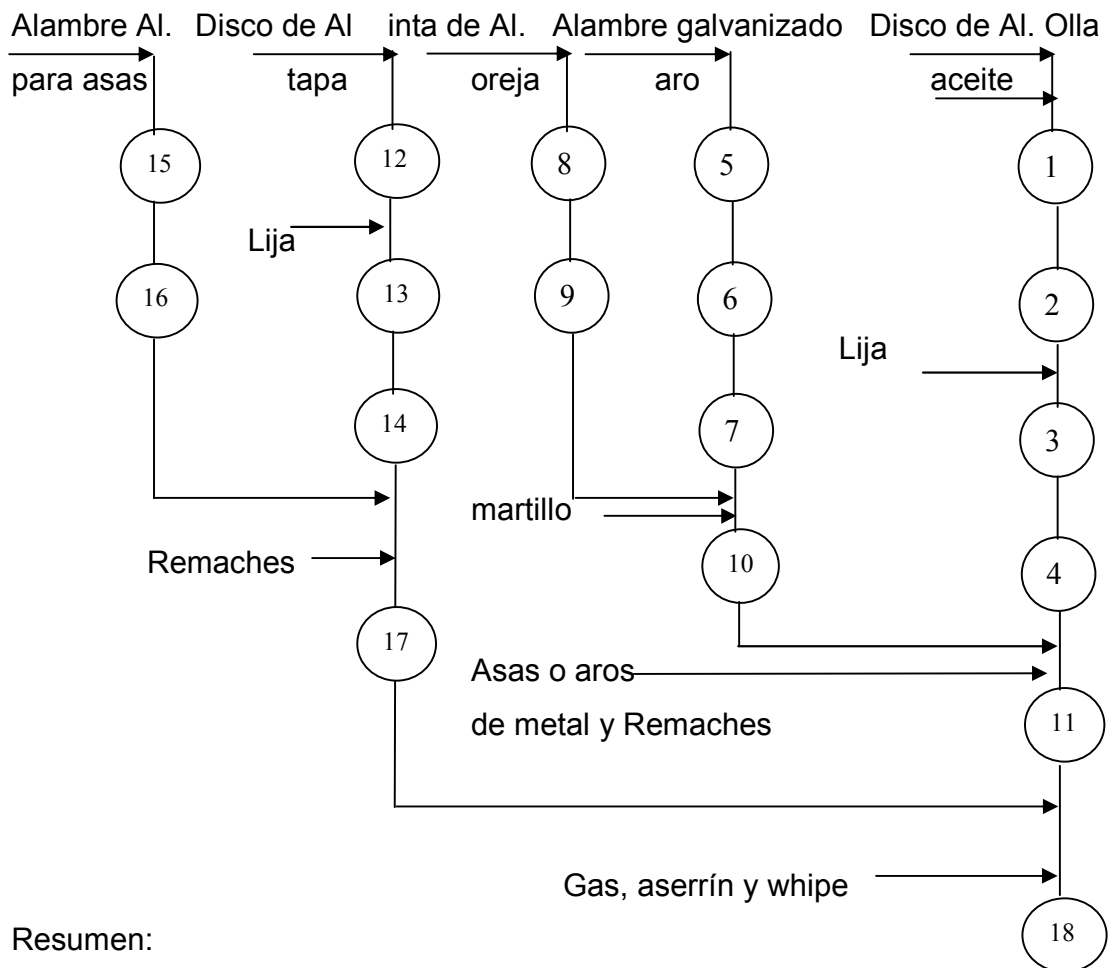
ÁREA DE TRABAJO: Producción

PRODUCTO: Ollas

N° de partes: 1 pieza

MÉTODO: Actual

RESPONSABLE: Pablo Lucha



Resumen:

Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	18	5.57 min.
Inspección	--	--
Combinada	--	--

Continuación

FECHA: 19/11/02

HOJA: 2/2

EMPRESA: Facoda.

ÁREA DE TRABAJO: Producción

PRODUCTO: Ollas

N° de partes: 1 pieza

MÉTODO: Actual

RESPONSABLE: Pablo Lucha

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Operación 1	Embutido de la olla en prensa (0.5002 min.) o repujado en tornos (2.5364 min.)
Operación 2	Hacer borde de la olla en torno por medio de repujado o maquina rebordeadora dependiendo estilo (0.6152 min.)
Operación 3	Pulir la olla con lija (0.2733 min.) o pasta en pulidoras (1.1852 min.) dependiendo estilo
Operación 4	Perforar agujeros en los costados de la olla para asa o aro dependiendo del estilo (0.1188 min.)
Operación 5	Cortar alambres galvanizados a medida para los aros (0.1021 min.)
Operación 6	Doblar alambre en forma de u para los aros (0.1574 min.)
Operación 7	Hacerle un gancho a la u de alambre en ambos lados (0.1793 min.)
Operación 8	Cortar orejas en cinta de aluminio en troqueladora (0.3182 min.)
Operación 9	Darle forma a la oreja por estampado en prensa (0.0981 min.)
Operación 10	Terminar el aro insertando una oreja en el gancho y cerrándolo con un martillo en ambos lados (0.1515 min.)
Operación 11	Remachar el aro o el asa(pre-fabricada) con la olla en los agujeros de los costados dependiendo del estilo en remachadora manual (0.3659 min.)
Operación 12	Estampar por medio de una prensa o repujar la tapa de la olla (0.1129 min.)

Continuación

Operación 13	Pulir la tapa con lija(0.2871 min.) o pasta en la pulidora(0.8162 min.) dependiendo del estilo
Operación 14	Perforar agujeros en la tapadera (0.3232 min.)
Operación 15	Hacer el asa de aluminio de la tapa por medio de un troquel que le da la forma de U y le aplana los extremos (0.0508 min.)
Operación 16	Perforar los extremos planos del asa (0.0438 min.)
Operación 17	Remachar la tapadera con el asa de aluminio o pre-fabricada en una remachadora manual (0.1890 min.)
Operación 18	Lavar la olla y la tapadera para ser enviados a BPT (1.6823 min.)

Anexo # 2

Figura 18. Diagrama de flujo

FECHA: 19/11/02

HOJA: 1/3

EMPRESA: Facoda.

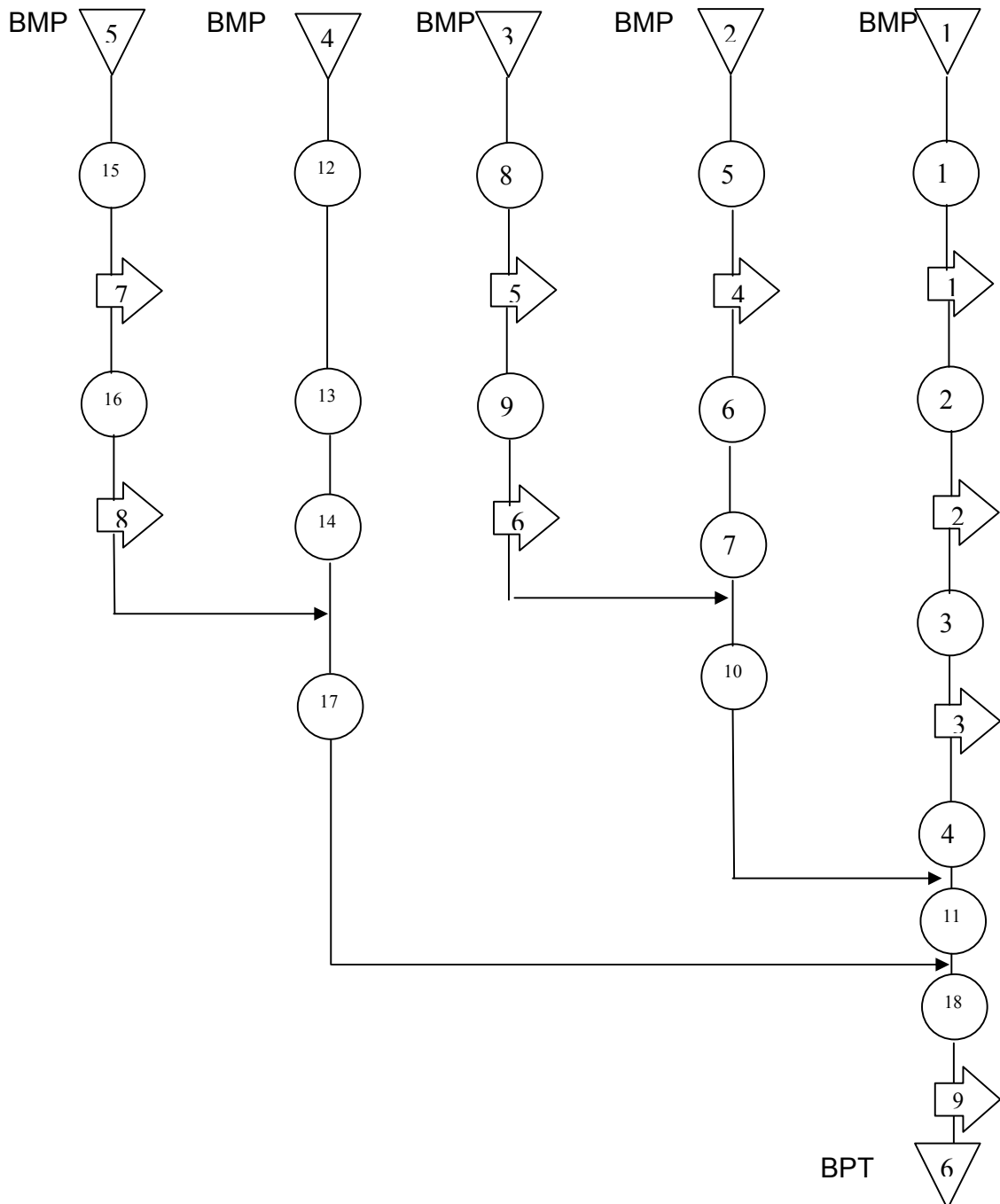
ÁREA DE TRABAJO: Producción

PRODUCTO: Ollas

N° de partes: 1 pieza

MÉTODO: Actual

RESPONSABLE: Pablo Lucha



Continuación

FECHA: 19/11/02

EMPRESA: Facoda.

PRODUCTO: Ollas

MÉTODO: Actual

HOJA: 2/3

ÁREA DE TRABAJO: Producción

N° de partes: 1 pieza

RESPONSABLE: Pablo Lucha

BMP = Bodega de Materia Prima

BPT = Bodega de producto terminado

Resumen:

Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	18	5.57 min.	--
Inspección	--	--	--
Combinada	--	--	--
Transporte	8	7.86 min.	244.35 mts.

Continuación

FECHA: 19/11/02

HOJA: 3/3

EMPRESA: Facoda.

ÁREA DE TRABAJO: Producción

PRODUCTO: Ollas

N° de partes: 1 pieza

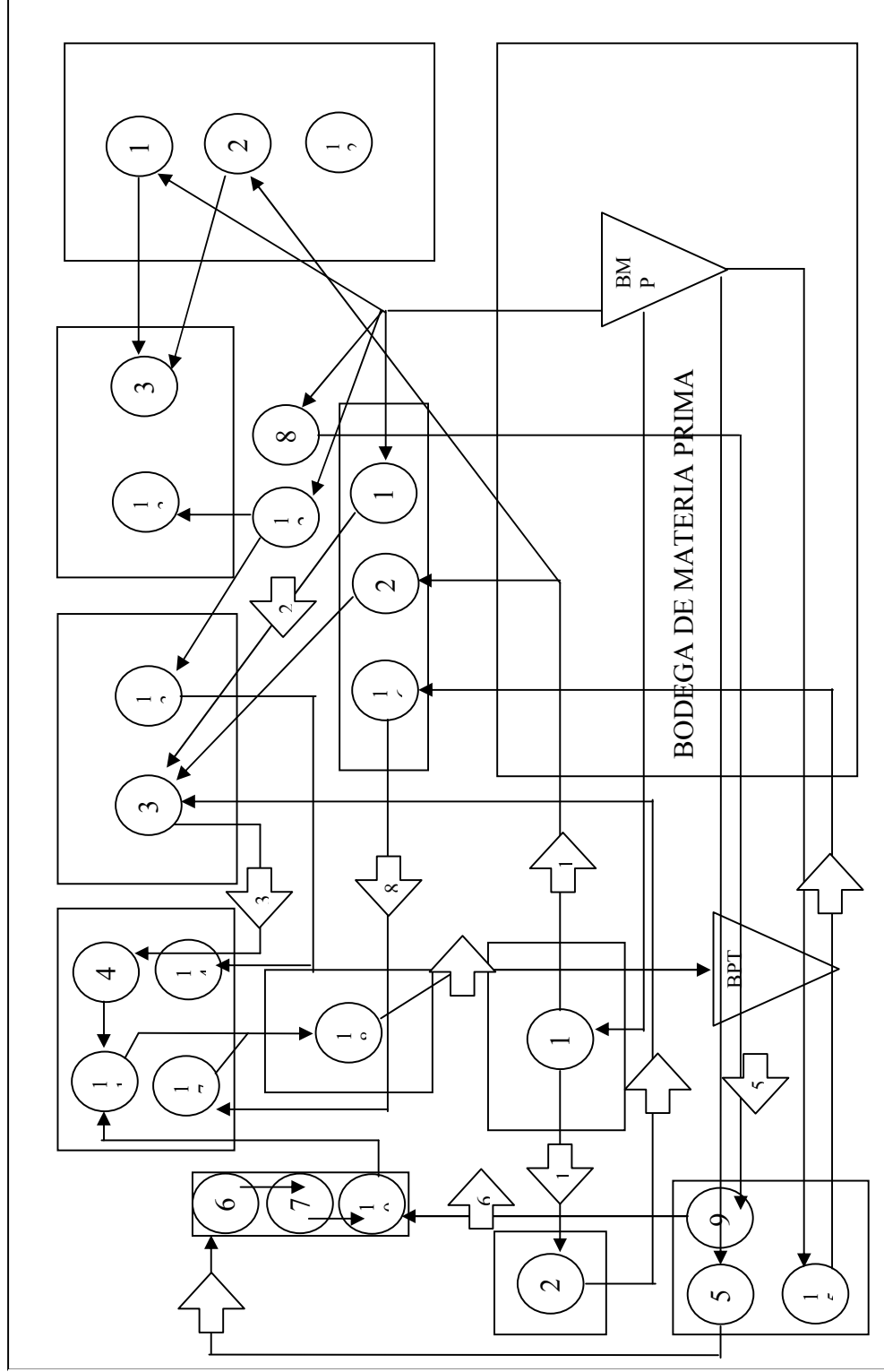
MÉTODO: Actual

RESPONSABLE: Pablo Lucha

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Operación 1	Embutido de la olla en prensa (0.5002 min.) o repujado en tornos (2.5364 min.)
Transporte 1	De embutido a bordeado (11 mts. 89 cms.; 0.5333 min.)
Operación 2	Hacer borde de la olla en torno por medio de repujado o maquina rebordeadora dependiendo estilo (0.6152 min.)
Transporte 2	De bordeado a pulido(46 mts. 20 cm.; 1.5333 min.) o de repujado a pulido(13 mts. 77 cm.; 0.6333 min.)
Operación 3	Pulir la olla con lija (0.2733 min.) o pasta en pulidoras (1.1852 min.) dependiendo estilo
Transporte 3	De pulido al perforado y remachado de olla(7mts. 40 cm.; 0.3333 min.)
Operación 4	Perforar agujeros en los costados de la olla para asa o aro dependiendo del estilo (0.1188 min.)
Operación 5	Cortar alambres galvanizados a medida para los aros (0.1021 min.)
Transporte 4	De cortar alambre de asas a dobladoras de alambre(23 mts. 25 cm.; 0.8833 min.)
Operación 6	Doblar alambre en forma de u para los aros (0.1574 min.)
Operación 7	Hacerle un gancho a la u de alambre en ambos lados (0.1793 min.)
Operación 8	Cortar orejas en cinta de aluminio en troqueladora (0.3182 min.)

Continuación	
Transporte 5	De cortar orejas a estampado(36 mts. 5 cm.; 1.3000 min.)
Operación 9	Darle forma a la oreja por estampado en prensa (0.0981 min.)
Transporte 6	Del estampado llevar la oreja al armado de aro(23 mts. 25 cm.; 0.8833 min.)
Operación 10	Terminar el aro insertando una oreja en el gancho y cerrándolo con un martillo en ambos lados (0.1515 min.)
Operación 11	Remachar el aro o el asa(pre-fabricada) con la olla en los agujeros de los costados dependiendo del estilo en remachadora manual (0.3659 min.)
Operación 12	Estampar por medio de una prensa o repujar la tapa de la olla (0.1129 min.)
Operación 13	Pulir la tapa con lija(0.2871 min.) o pasta en la pulidora(0.8162 min.) dependiendo del estilo
Operación 14	Perforar agujeros en la tapadera (0.3232 min.)
Operación 15	Hacer el asa de aluminio de la tapa por medio de un troquel que le da la forma de U y le aplana los extremos (0.0508 min.)
Transporte 7	De la troqueladora a la perforadora(36 mts. 5 cm.; 1.3000 min.)
Operación 16	Perforar los extremos planos del asa (0.0438 min.)
Transporte 8	De la perforadora a la remachadora(33 mts. 15 cm.; 1.0500 min.)
Operación 17	Remachar la tapadera con el asa de aluminio o pre-fabricada en una remachadora manual (0.1890 min.)
Operación 18	Lavar la olla y la tapadera para ser enviados a BPT (1.6823 min.)
Transporte 9	Llevar la olla terminada a la BPT(27 mts. 11 cm.; 0.9500 min.)

FECHA: 19/11/02 PRODUCTO: Ollas RESPONSABLE: Pablo Lucha N° de partes: 1 pieza
 EMPRESA: Facoda. MÉTODO: Actual ÁREA DE TRABAJO: Producción HOJA: 1/2



Anexo # 3
 Figura 19. Diagrama de recorrido

Continuación

FECHA: 19/11/02

HOJA: 2/2

EMPRESA: Facoda.

ÁREA DE TRABAJO: Producción

PRODUCTO: Ollas

N° de partes: 1 pieza

MÉTODO: Actual

RESPONSABLE: Pablo Lucha

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Operación 1	Embutido de la olla en prensa (0.5002 min.) o repujado en tornos (2.5364 min.)
Transporte 1	De embutido a bordeado(11 mts. 89 cm.; 0.5333 min.)
Operación 2	Hacer borde de la olla en torno por medio de repujado o maquina rebordeadora dependiendo estilo (0.6152 min.)
Transporte 2	De bordeado a pulido(46 mts. 20 cm.; 1.5333 min.) o de repujado a pulido(13 mts. 77 cm.; 0.6333 min.)
Operación 3	Pulir la olla con lija (0.2733 min.) o pasta en pulidoras (1.1852 min.) dependiendo estilo
Transporte 3	De pulido al perforado y remachado de olla(7mts. 40 cm.; 0.3333 min.)
Operación 4	Perforar agujeros en los costados de la olla para asa o aro dependiendo del estilo (0.1188 min.)
Operación 5	Cortar alambres galvanizados a medida para los aros (0.1021 min.)
Transporte 4	De cortar alambre de asas a dobladoras de alambre(23 mts. 25 cm.; 0.8833 min.)
Operación 6	Doblar alambre en forma de u para los aros (0.1574 min.)
Operación 7	Hacerle un gancho a la u de alambre en ambos lados (0.1793 min.)
Operación 8	Cortar orejas en cinta de aluminio en troqueladora (0.3182 min.)

Continuación

Transporte 5	De cortar orejas a estampado(36 mts. 5 cm.; 1.3000 min.)
Operación 9	Darle forma a la oreja por estampado en prensa (0.0981 min.)
Transporte 6	Del estampado llevar la oreja al armado de aro(23 mts. 25 cm.; 0.8833 min.)
Operación 10	Terminar el aro insertando una oreja en el gancho y cerrándolo con un martillo en ambos lados (0.1515 min)
Operación 11	Remachar el aro o el asa(pre-fabricada) con la olla en los agujeros de los costados dependiendo del estilo en remachadora manual (0.3659 min.)
Operación 12	Estampar por medio de una prensa o repujar la tapa de la olla (0.1129 min.)
Operación 13	Pulir la tapa con lija(0.2871 min.) o pasta en la pulidora(0.8162 min.) dependiendo del estilo
Operación 14	Perforar agujeros en la tapadera (0.3232 min.)
Operación 15	Hacer el asa de aluminio de la tapa por medio de un troquel que le da la forma de U y le aplana los extremos (0.0508 min.)
Transporte 7	De la troqueladora a la perforadora(36 mts. 5 cm.; 1.3000 min.)
Operación 16	Perforar los extremos planos del asa (0.0438 min.)
Transporte 8	De la perforadora a la remachadora(33 mts. 15 cm.; 1.0500 min.)
Operación 17	Remachar la tapadera con el asa de aluminio o pre-fabricada en una remachadora manual (0.1890 min.)
Operación 18	Lavar la olla y la tapadera para ser enviados a BPT (1.6823 min.)
Transporte 9	Llevar la olla terminada a la BPT(27 mts. 11 cm.; 0.9500 min.)

Anexo # 4

Figura 20. Diagrama de proceso mejorado

FECHA: 15/12/02

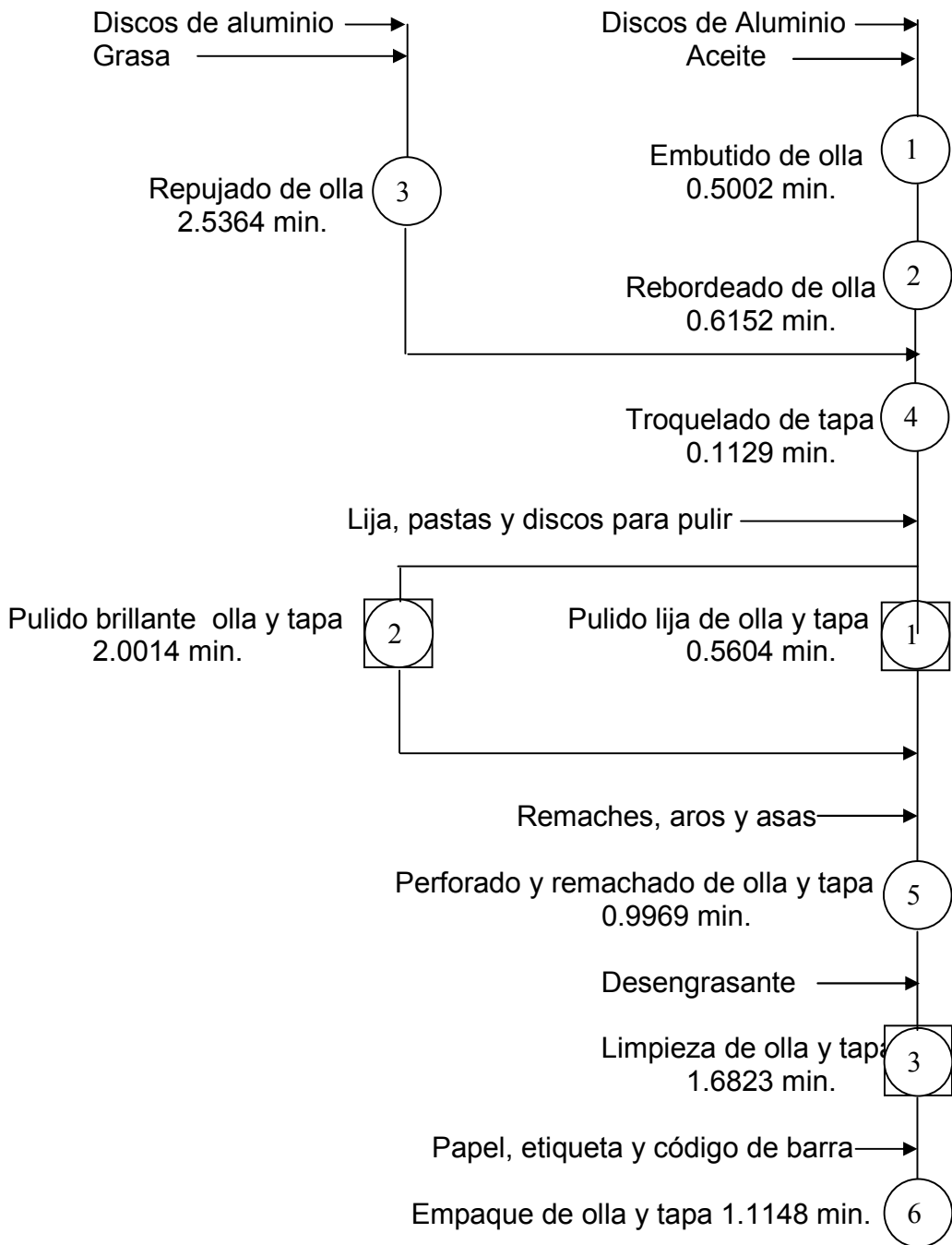
EMPRESA: Facoda.

PRODUCTO: Ollas

ÁREA DE TRABAJO: Producción

N° de partes: 1 pieza

RESPONSABLE: Pablo Lucha



Continuación

FECHA: 15/12/02

EMPRESA: Facoda.

PRODUCTO: Ollas

RESPONSABLE: Pablo Lucha

ÁREA DE TRABAJO: Producción

N° de partes: 1 pieza

Resumen:

Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	6	5.8764 min.
Inspección	--	--
Combinada	3	4.2441 min.
Total	9	10.1205 min.

Anexo # 5

Figura 21. Diagrama de flujo mejorado

FECHA: 15/12/02

HOJA: 1/2

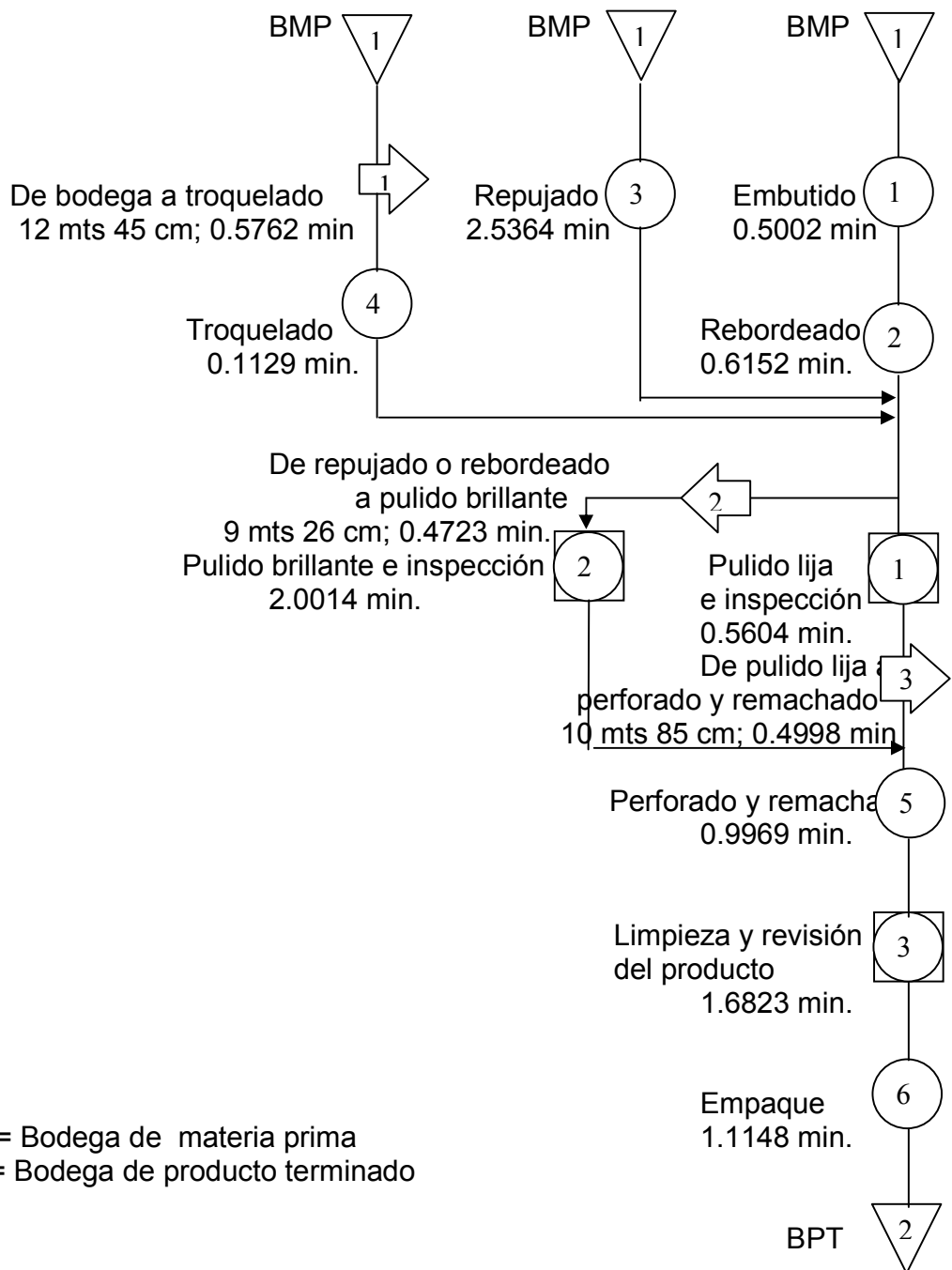
EMPRESA: Facoda.

AREA DE TRABAJO: Producción

PRODUCTO: Ollas

N° de partes: 1 pieza

RESPONSABLE: Pablo Lucha



BMP = Bodega de materia prima
BPT = Bodega de producto terminado

Continuación
FECHA: 15/12/02
EMPRESA: Facoda.
PRODUCTO: Ollas
RESPONSABLE: Pablo Lucha

HOJA: 2/2
ÁREA DE TRABAJO: Producción
N° de partes: 1 pieza

Resumen:

Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	6	5.8764 min.	--
Inspección	--	--	--
Combinada	3	4.2441 min.	--
Transporte	3	1.5483 min.	32.56 mts
Total	12	11.6688 min.	32.56 mts

HOJA: 1/1
 ÁREA DE TRABAJO: Producción
 N° de partes: 1 pieza

FECHA: 15/12/02
 EMPRESA: Facoda.
 PRODUCTO: Ollas
 RESPONSABLE: Pablo Lucha

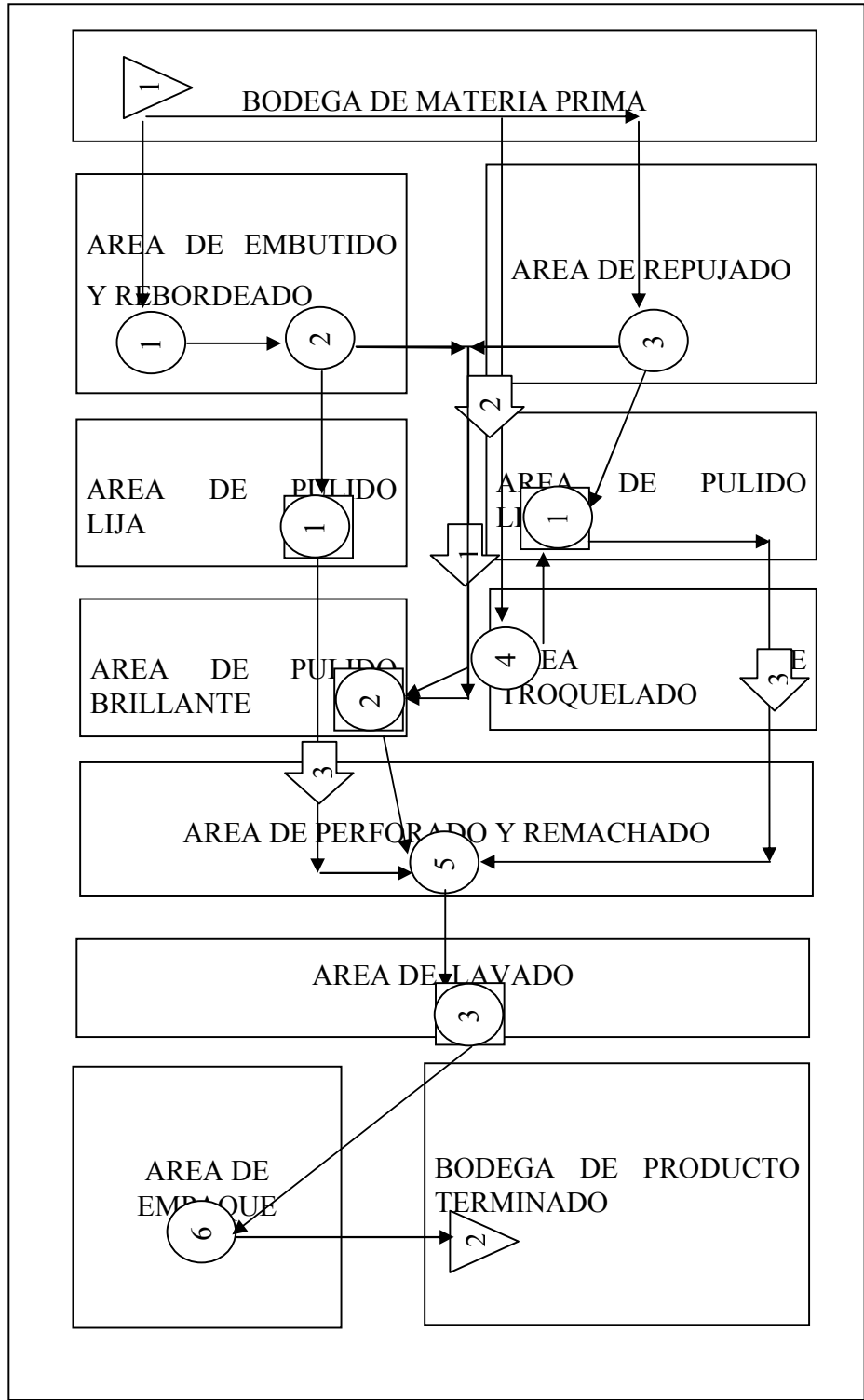


Figura 22. Diagrama de recorrido mejorado

Anexo # 6

Anexo # 7

Figura 23. Hoja de recolección de datos para diagrama causa y efecto y de pareto.

"FABRICA CENTROAMERICANA DE ALUMINIO" FACODA		
Hoja de Recolección de datos		
Fecha de inicio: _____	Fecha de finalización: _____	
Departamento: _____		
Responsable: _____		
Defecto	# de Observaciones	Total
Golpe / Ralladura		
Borde malo		
Material malo		
Mal remachado		
Otros:		
Observaciones: _____		

Anexo # 8

Figura 24. Hoja de recolección de datos para los gráficos de control X y R.

"FABRICA CENTROAMERICANA DE ALUMINIO"
FACODA

Hoja de Recolección de datos

Fecha: _____
Departamento: _____
Responsable: _____

Hora												
Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X1												
X2												
X3												
X4												
X5												
Suma												
Xmedia												
Rango												

Observaciones _____

Anexo # 9

Figura 25. Curvas características de operación para las graficas X y R

Fuente: Ronald Walpole, **Probabilidad y estadística para ingenieros**. Editorial Prentice Hall. Pág. 648-649.

Anexo # 10

Tabla XIV. Factores A_2 , D_3 y D_4 para la elaboración de graficas de control

Fuente: Ronald Walpole, **Probabilidad y estadística para ingenieros**. Editorial Prentice Hall. Pág. 721.

Anexo # 11

Tabla XV. Tabla para determinar el nivel de confianza en base a la certidumbre.

Certidumbre	Nivel de Confianza
00.00%	0.00
38.29%	0.50
50.00%	0.67
68.27%	1.00
75.00%	1.15
86.64%	1.50
95.45%	2.00
98.76%	2.50
99.73%	3.00
99.95%	3.50
99.994%	4.00
99.9993%	4.50
99.99994%	5.00
100.00%	∞

Fuente: Roberto García Criollo, **Estudio del trabajo, Medición del trabajo**. Editorial McGraw-Hill. Pág. 80.