



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

**APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE FLUJO DE DEMANDA EN EL  
REDISEÑO DE UN DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL PARA UNA  
INDUSTRIA DE LOZA SANITARIA**

**Mayra Liseth Cruz Paniagua  
Asesorado por Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola**

**Guatemala, octubre de 2003**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE FLUJO DE DEMANDA EN EL  
REDISEÑO DE UN DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL PARA UNA  
INDUSTRIA DE LOZA SANITARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MAYRA LISETH CRUZ PANIAGUA**

ASESORADA POR INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA 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. Julio González Podszueck
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Velíz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Francisco Hernández Arriaza
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González

## **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:

### **APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE FLUJO DE DEMANDA EN EL REDISEÑO DE UN DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL PARA UNA INDUSTRIA DE LOZA SANITARIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha septiembre del 2001.

Mayra Liseth Cruz Paniagua

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Fuente de toda Sabiduría y por hacer posible que el día de hoy alcance un reconocimiento al esfuerzo realizado por mi padre y a la memoria de mi madre.
- Mis padres** Margarita Avidail Paniagua de Cruz ( Q.E.P.D)  
Ezequiel Cruz Zamora  
Por su esfuerzo y apoyo incondicional
- Mi esposo** Víctor Hugo Gómez Rivas  
Por su amor y apoyo incondicional
- Mis hijos** Fernanda Margarita y Luis Alberto
- Mis hermanos** José Ramón, Nidia Floridalma y Margarita Avidail
- TODA MI FAMILIA** Que comparte hoy mi triunfo
- Mis amigas especialmente** Claudia, Yoli, Zindy, Isela, Irma y Ericka,
- Mis amigos especialmente** Rodolfo, Mynor, Raul, Santiago, Elmer, Mauricio y Julio
- Ingeniera** Alba Maritza Guerrero de López  
Por su valiosa asesoría a mi trabajo de graduación.
- Y** a usted, gracias por su compañía.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCION	XVII

### 1 ANTECEDENTES

1.1	La industria de Loza Sanitaria en Guatemala	1
1.1.1	Mercado actual	1
1.1.2	Oferta	1
1.1.3	Demanda	2
1.1.4	Importaciones y exportaciones	2
1.2	Definición de tecnología de flujo de demanda	2
1.2.1	Procesos con valor agregado	6
1.2.2	Flexibilidad en la línea	7
1.2.3	Hojas de métodos operacionales	11

### 2 DIAGNÓSTICO DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE LOZA SANITARIA

2.1	Descripción de la empresa	13
2.1.1	Tamaño	17
2.1.2	Tipo de producto	17
2.1.3	Mano de obra utilizada	19

2.2	Descripción del departamento de inspección final	20
2.2.1	Distribución del departamento	20
2.2.2	Descripción de cada puesto de trabajo	22
2.2.3	Sincronización de los productos	24
2.2.4	Secuencia de eventos para cada producto	29
2.2.5	Estudio de tiempos y movimientos del departamento	41
2.2.5.1	Estudio de tiempos	41
2.2.5.2	Estudio de movimientos	49
<b>3</b>	<b>PROPUESTA DE UN MODELO PARA EL DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL APLICANDO LA TECNOLOGÍA DE FLUJO DE DEMANDA</b>	
3.1	Criterios a tomar para desarrollar una buena estación de trabajo	53
3.2	Proceso del establecimiento de cada estación de trabajo con base en la tecnología de flujo de demanda	57
3.2.1	Funciones de cada estación de trabajo	57
3.2.1.1	Inspección visual	57
3.2.1.2	Requema	57
3.2.1.3	Rotura	58
3.2.1.4	Ensamble de tanques	58
3.2.1.5	Rectificado	58
3.2.1.6	Reparaciones	59
3.2.1.7	Control de calidad	59
3.2.1.8	Armado de caja	60
3.2.1.9	Empaque y aperchado	60
3.2.2	Formatos de métodos operacionales	60
3.3	Propuesta del diseño de cada puesto de trabajo	62
3.3.1	Inspección visual	62

3.3.2	Ensamble de tanques	62
3.3.3	Requema	64
3.3.4	Rotura	64
3.3.5	Rectificado	65
3.3.6	Reparaciones	65
3.3.7	Control de calidad	66
3.3.8	Armado de cajas	66
3.3.9	Empaque y aperchado	67
<b>4</b>	<b>PROCEDIMIENTOS DE CONTROL</b>	
4.1	Capacitación al personal sobre los formatos de métodos operacionales	69
4.2	Creación de una política de círculos de calidad	71
<b>5</b>	<b>VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE FLUJO DE DEMANDA</b>	
5.1	Flexibilidad de la línea	75
5.2	Eficiencia del ciclo operacional	76
<b>6</b>	<b>MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL</b>	
6.1	Programa de seguimiento y evaluación	79
6.1.1	Plan de monitoreo	79
6.1.2	Establecimiento de parámetros de control	80

<b>CONCLUSIONES</b>	83
<b>RECOMENDACIONES</b>	85
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	87
<b>ANEXO</b>	89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Distribución del departamento de inspección final	21
2.	Estructura organizacional del área de inspección final	22
3.	Sincronización del producto taza local	25
4.	Sincronización del producto taza exportación	25
5.	Sincronización del producto lavamanos	26
6.	Sincronización del producto tanque local	26
7.	Sincronización del producto tanque exportación	27
8.	Sincronización del producto pedestal	27
9.	Sincronización del producto bidet's	28
10.	Sincronización del producto orinales	28

## TABLAS

I	Secuencia de eventos para la taza en inspección visual	30
II	Secuencia de eventos para la taza en revisión de niveles	30
III	Secuencia de eventos para la taza en la prueba hidráulica	31
IV	Secuencia de eventos para la taza en rectificado	31
V	Secuencia de eventos para la taza en fotocurado	32
VI	Secuencia de eventos para la taza en epoxico	32
VII	Secuencia de eventos para la taza de exportación en TQC	33
VIII	Secuencia de eventos para la taza local en TQC	33
IX	Secuencia de eventos para la taza de exportación armado de caja	33
X	Secuencia de eventos para la taza de exportación en empaque	34
XI	Secuencia de eventos para la taza local en armado de cajas	34
XII	Secuencia de eventos para la taza local en empaque	35
XIII	Secuencia de eventos para tanque en inspección visual	35
XIV	Secuencia de eventos para tanque exportación en ensamble	36
XV	Secuencia de eventos para tanque exportación en prueba hidráulica	36
XVI	Secuencia de eventos para tanque en fotocurado	37
XVII	Secuencia de eventos para tanque en epoxico	37
XVIII	Secuencia de eventos para tanque exportación en TQC	38
XIX	Secuencia de eventos para tanque local en TQC	38

XX	Secuencia de eventos para tanque exportación en armado de caja	38
XXI	Secuencia de eventos para tanque exportación en empaque	39
XXII	Secuencia de eventos para tanque local en armado de caja	39
XXIII	Secuencia de eventos para tanque local en empaque	40
XXIV	Secuencia de eventos para lavamanos en inspección visual	40
XXV	Secuencia de eventos para lavamanos en revisión de niveles	40
XXVI	Secuencia de eventos para lavamanos en rectificado	41
XXVII	Secuencia de eventos para lavamanos en fotocurado	41
XXVIII	Secuencia de eventos para lavamanos en epoxico	42
XXIX	Secuencia de eventos para lavamanos exportación en TQC	42
XXX	Secuencia de eventos para lavamanos local en TQC	43
XXXI	Secuencia de eventos para lavamanos exportación, armado de cajas	43
XXXII	Secuencia de eventos para lavamanos exportación en empaque	44
XXXIII	Secuencia de eventos para lavamanos local en armado de cajas	44
XXXIV	Secuencia de eventos para lavamanos local en empaque	44
XXXV	Secuencia de eventos para pedestal en inspección visual	45
XXXVI	Secuencia de eventos para pedestal en revisión de niveles	45
XXXVII	Secuencia de eventos para pedestal en rectificado	45
XXXVIII	Secuencia de eventos para pedestal en fotocurado	46
XXXIX	Secuencia de eventos para pedestal en epoxico	46

XL	Secuencia de eventos para pedestal en armado de cajas	47
XLI	Secuencia de eventos para pedestal en empaque	47
XLII	Tiempos cronometrados para inspección visual de tazas	50
XLIII	Tiempos cronometrados para prueba de niveles de tazas	51
XLIV	Tiempos cronometrados para pruebas hidráulicas de tazas	52
XLV	Tiempos cronometrados para rectificado de tazas	53
XLVI	Tiempos cronometrados para fotocurado	54
XLVII	Tiempos cronometrados para epoxico	54
XLVIII	Tiempos cronometrados para armado de tazas de exportación	55
XLIX	Tiempos cronometrados para introducir pieza en la caja en taza de exportación.	56
L	Tiempos cronometrados para introducir pieza en la caja en taza local	56
LI	Análisis de mano derecha y mano izquierda para tazas	59
LII	Análisis de mano derecha y mano izquierda para tanques	60

## GLOSARIO

- Esmaltes** Sustancia de composición similar al vidrio, que por medio de la fusión se adhiere a la porcelana loza, etc.
- Estudio de movimientos** El análisis de los movimientos que constituyen una operación para mejorar el patrón de los mismos, eliminando los movimientos inefectivos y acortando los efectivos.
- Estudio de tiempos** Consiste en el establecimiento de estándares de tiempos. Se han empleado tres medios para determinar dichos estándares: Estimaciones, registros históricos y medición del trabajo.
- Epoxico** Mezcla que sirve para reparaciones en las rajaduras pequeñas que tiene la loza, la cual necesita un horno para su secado ya que es como cemento la mezcla que se utiliza para tapar la falla.

<b>Fotocurado</b>	Se le llama así a la reparación que se realiza a la pieza por medio de herramientas que utilizan los dentistas para rellenar muelas, esta reparación se utiliza cuando las piezas llevan un punto negro o manchita, al barrenar el punto a reparar se le aplica una pasta y luego se le coloca una pistola de luz ultravioleta para que se seque.
<b>Molde</b>	Pieza hueca que da su figura a la materia fundida que en ella se vacía.
<b>Pastas</b>	Es la mezcla de la materia prima que se tiene para formar la loza sanitaria tales como Sílice, Cuarzo y Feldespato. Luego es vaciada en los moldes para formar la pieza que se requiera.
<b>Polveado</b>	Es una aplicación de pre-esmaltado que se le aplica a la pieza para que a la hora de realizar la requema las piezas no cambien de tonalidad en el lugar donde se realizó la reparación.
<b>Rectificado</b>	Se pule la pieza con una máquina rectificadora para lograr que las mismas tengan el mismo nivel en ambos lados de la parte inferior de la misma.

**Requema**

Se realiza cuando las piezas tienen rajaduras las cuales no se pueden realizar con fotocurado o epóxico por lo que se les realizan otros pasos y son ingresadas nuevamente al horno a una segunda quema.

**Tecnología de flujo de demanda**

En esta tecnología se planifica en base a la demanda por lo que busca cuáles son los problemas de calidad para poder cumplir justo a tiempo, promueve la participación de los trabajadores.

## RESUMEN

Para la elaboración del trabajo de graduación se realizó el estudio en función de la necesidad de hacer eficiente el trabajo en el departamento de Inspección Final para una industria de loza sanitaria.

El estudio de campo consta de las siguientes etapas:

- a) Análisis de la situación actual del departamento (Estudio de tiempos y movimientos, toma de tiempos cronometrados, secuencia de eventos que tiene cada producto, etc.)
- b) Se realizó una propuesta de cambio en cada puesto de trabajo tomando en cuenta que el mismo sea ergonómico y productivo así como en el flujo del producto.
- c) Monitoreo y control, se presenta un Plan de seguimiento para monitorear que los cambios se realicen de la forma adecuada para garantizar el cumplimiento del objetivo de hacer eficiente el departamento.

La tecnología de flujo de demanda es otra de las tendencias que se tiene debido a la globalización y si una empresa quiere ser competitiva debe ir implementando filosofías que se adecuen a su tipo de trabajo productivo. Esta

tecnología tiene como parámetros principales: Calidad Total, Justo a Tiempo, Kanban etc.

## **OBJETIVOS**

### **\* General**

Diseñar bajo el método de Tecnología de Flujo de Demanda, el proceso de Inspección Final de una Industria Cerámica de Artículos de loza Sanitaria.

### **\* Especificos**

1. Eliminar o reducir al máximo todos aquellos tiempos y movimientos que no contengan valor agregado.
2. Modificar cada puesto de trabajo que se involucre en el proceso de Inspección Final para que cumpla con los requisitos de la técnica.
3. Hacer que el proceso de Inspección Final sea flexible.
4. Garantizar que el producto que se entrega cumpla con las normas de calidad establecidas.

5. Crear una política de círculos de calidad dentro del departamento de Inspección final
  
6. Proponer un Plan de monitoreo, y evaluación para establecer la funcionalidad de la tecnología de flujo de Demanda.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad han ido surgiendo nuevas técnicas para aplicar en un proceso manufacturero, es por ello que las empresas han tenido que ir tecnificándose en los mismos; sin que por ello exista un aumento significativo en sus costos, ya que todas las empresas buscan la reducción de los mismos; la Tecnología de Flujo de Demanda tiene la ventaja que al implementarse utiliza la capacidad instalada haciendo más eficientes el proceso, dando como resultado el cumplimiento de metas de entrega, lo que ayudará a ser competitivos y poder abarcar mercados a nivel internacional.

La Tecnología de Flujo de Demanda (TFD), como parte de su metodología integra a todos sus trabajadores en el proceso productivo, logrando de esta manera que cada uno de ellos sepa el por qué de su trabajo, obteniendo una línea de producción flexible, dando como resultado la eliminación de cuellos de botellas y que cada estación de trabajo tenga el Control de Calidad de su función, así como la anterior y posterior lo que reflejará una disminución de procesos que no agregan valor al producto final.

Cuando se aplica la Tecnología de Flujo de Demanda se puede encontrar con una negativa del operario, la cual es producto de la reacción al cambio. Es por ello la importancia de ilustrar los objetivos principales que se tiene para que los mismos beneficien al operario como al proceso productivo.

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1 La industria de loza sanitaria en Guatemala**

### **1.1.1 Mercado actual**

El mercado actual para este tipo de producto lo constituye principalmente las empresas constructoras de viviendas de proyectos habitacionales, comercio, industria, etc. a nivel de toda la República, debido a que en cada uno de estos lugares se necesita de por lo menos una loza sanitaria y sus derivados de productos.

### **1.1.2 Oferta**

En Guatemala existen empresas que importan este producto, por ejemplo: Instalaciones Modernas, Corporación Marnel, Cemaco, etc. Y también tienen como proveedor a la industria que fabrica este producto a nivel nacional, quien ofrece una amplia variedad de diseños y colores los cuales se adaptan a las diferentes necesidades y exigencias del cliente. Entre sus principales productos están:

- a) Tazas
- b) Tanques
- c) Bidets
- d) Lavamanos de colgar y pedestal
- e) Lavamanos de empotrar
- f) Orinales
- g) Pedestales

### **1.1.3 Demanda**

La demanda tiene una tendencia ascendente, debido al crecimiento de la población y a las demandas de vivienda que existen en Guatemala. Los productos con mayor demanda son: Las tazas sanitarias y tanques.

### **1.1.4 Importaciones y exportaciones**

Las exportaciones de Guatemala representan 0% de las exportaciones mundiales, su posición relativa en las exportaciones <sup>1</sup>mundiales es de 55. Una de las causas de este comportamiento de las exportaciones es que Guatemala no posee muchas empresas que sean productoras.

Guatemala importa este producto a países como por ejemplo, México, Costa Rica, Honduras, El Salvador, etc. Uno de los países que representa un alto porcentaje de las importaciones de Guatemala es El Salvador con un 56%<sup>1</sup> del valor de las importaciones que nuestro país realiza.

## **1.2 Definición de tecnología de flujo de demanda**

La Tecnología de Flujo de Demanda ( D.F.T. ) o manufactura de flujo, es un proceso de producción que busca primordialmente cumplir con el requerimiento de entrega y calidad del cliente, además de maximizar los

---

<sup>1</sup> [www.Export.com.gt](http://www.Export.com.gt)  
[www.trademap.net/guatemala/bienvenido.htm](http://www.trademap.net/guatemala/bienvenido.htm)

recursos de la empresa a través de aplicar técnicas productivas y mejora de calidad de los productos elaborados.<sup>2</sup>

La Tecnología de Flujo de Demanda, utiliza un proceso de Demanda por tiro, es decir que todo se planifica en base a la demanda o que todo es jalado por la demanda.

Uno de los objetivos principales de la Tecnología de Flujo de Demanda es enfocar cuáles son los problemas de Calidad y las entregas Justo a Tiempo. La manufactura de flujo busca el más alto movimiento de inventarios y el más bajo costo general que sea posible. Con este tipo de manufactura el departamento de Mercadotecnia puede dedicarse a buscar negocios que antes no había considerado.

La Manufactura de Flujo se basa en tres elementos:<sup>3</sup>

- a) Estrategia en el negocio
- b) Tecnología común de flujo de demanda para toda la compañía
- c) Participación total de los empleados

Uno de los enfoques de la Tecnología de Flujo de Demanda (TFD) es el de un proceso de flujo sensitivo al cliente, de alta calidad y extremadamente eficiente; con la finalidad de cumplir una de las metas que las Industrias tienen y

---

<sup>2</sup> John Constanza, Tecnología de Flujo de Demanda, Pag. 12

<sup>3</sup> John Constanza, Tecnología de flujo de Demanda, página. 20

es la de crear productos de alta calidad que son apreciados en los mercados Internacionales y para competir y ofrecer al cliente estos productos de alta calidad a un precio bajo o competitivo.

Muchas compañías empezaron su cambio a programas de Tecnología de Flujo de Demanda a partir de 1980. Esta tendencia a crecido de manera significativa en el siglo XXI. La razón para esto es la sobrevivencia económica debido a la globalización y de la economía de los países, para que la industria manufacturera de los países como Guatemala para que sobreviva y desarrolle hay que tomar en cuenta los cambios económicos que se están dando en el mundo, tienen que realizar mejoras en los procesos de producción. Esta Tecnología puede convertirse en la base de dichas mejoras, debido a que en manufactura programada por lote la meta tradicional es reducción de inventario y reducción del tiempo de entrega y en manufactura de flujo busca inventario en proceso cero y un estándar sin igual de perfección en contraste con capacidad en proceso.

En la TDF (Tecnología de Demanda de Flujo) debe existir sensibilidad del cliente y una planificación lineal, la cual ayudará a la sobrevivencia y el eventual éxito lo cual esta basado en la aceptación del producto y ventas al cliente, entre las herramientas principales que utilizan están:<sup>4</sup>

- 1) Flexibilidad del mercado
- 2) Tiempo de ciclo del producto total
- 3) Técnicas de pronóstico de consumo

---

<sup>4</sup> John Constanza, Tecnología de Flujo de Demanda, pagina 38

- 4) Barreras de demanda de tiempo
- 5) Barreras de planeamiento flexible

En los tiempos principales tradicionalmente largos la meta del manufacturero de Clase Mundial es entregar el producto puntual, minimizar la inversión de Inventario y mantener el proceso de producción Lineal y flexible como sea posible.

En un medio de manufactura de Flujo por Demanda el departamento de Mercadotecnia puede hacer varios cambios pequeños en un período corto de tiempo.

La clave en la manufactura de Flujo es conseguir que la organizaciones de manufactura y Mercadotecnia se unan para negociar un plan de requerimientos para un producto que pueda ser logrado en forma lineal por el departamento de manufactura

Esto se logra a través del proceso de planificación de producción basado en cuotas. La Tecnología de Flujo de Demanda es preferido por mercadotecnia por tres razones:

- a) El producto pasa por el proceso de producción por un período más corto
- b) El proceso de producción es flexible y permite pequeños cambios en el Plan de producción en un corto período de tiempo.

- c) Salen productos de alta calidad y en el tiempo proyectado. Lo que da como resultado la satisfacción total del cliente.

La Tecnología de Flujo de Demanda da respuestas más rápidas debido a la eliminación del tiempo principal y otros puntos tradicionales como el horario, planificación y cola en cada operación.

Esta tecnología se basa en la sincronización de los tres grandes líderes en producción los cuales son:

- 1) Mercadotecnia
- 2) Abastecedores
- 3) Procesos de manufactura.

### **1.2.1 Procesos con valor agregado**

Estos procesos se determinan como aquellos que aumentan el Valor de un Producto o Servicio para el Cliente o Consumidor.

Los pasos de valor agregado en el proceso de producción son aquellos que aumentan el valor de un producto o servicio para el cliente o consumidor final.

Por ejemplo:

- a) Al empacar un tanque y colocarle pedazos de duroport entre la caja y el tanque estos ayudaran a que el mismo no se lastime por lo que le agrego Valor al Producto.
- b) El realizarle pruebas hidráulicas a las tazas.

Por el contrario existen también procesos que no agregan valor a un producto los cuales pueden ser:

- a) El tiempo en que el operario busca una pieza para armar el tanque.
- b) El tiempo en que busca la etiqueta adecuada para identificar la caja según el producto.

### **1.2.2 Flexibilidad en la línea**

Una de las condiciones que se deben cumplir para una buena aplicación de la Tecnología de Flujo de Demanda es que exista una flexibilidad en la línea de producción es decir que ya no se pueda especializar al personal en un solo puesto de trabajo si no que como mínimo un puesto anterior y uno posterior.<sup>5</sup>

La reducción del tiempo de ciclo del producto total ayuda a obtener un elemento clave en el proceso de manufactura flexibilidad

---

<sup>5</sup> John Constanza, Tecnología de Flujo de Demanda, pagina 118

La flexibilidad maniobrable y controlada es el objetivo principal para saber el nivel de flexibilidad y el límite que se tiene en la línea se obtiene por medio de un equilibrio negociado de tres factores los cuales son:

- 1) Requisitos del departamento de Mercadotecnia
- 2) Capacidad del abastecedor
- 3) Tiempo del ciclo del producto total

Esta flexibilidad negociada entre los tres factores deben ser consistente, y se debe lograr linealidad de producto.

La linealidad es sustancialmente más eficaz en costo ya que produce mejor calidad, mayor satisfacción del cliente y mejor servicio. Siendo pues una meta más fácil de lograr para el departamento de Producción.

La metodología de manufactura de flujo, es flexible al cambio, flexible para la ausencia planeada o inesperada de varios empleados y flexibles a las fluctuaciones del mercado debido al poco tiempo para reaccionar.

En la tecnología de Flujo de Demanda para que exista la flexibilidad en la línea se necesita de la participación total del empleado debido a que los mismos deben ser capaces de trabajar en un puesto anterior y un puesto posterior esto es lo mínimo que deben conocer de su línea de producción.

Se debe fomentar la participación, pero es importante tomar en cuenta sus sugerencias, ya que es mejor no tener un programa de participación de los empleados que tener uno al que no se preste atención.

Para lograr la participación de los empleados se pueden realizar grupos de trabajo, los cuales deben recibir incentivos para hacer sugerencias no necesariamente para encontrar soluciones y cuando más funciones de apoyo se incluyan en el grupo mayor será el éxito.

Factor de Flexibilidad: este factor consiste en asignar puntos a cada habilidad o acierto que se tenga en una idea generada la cual se debe premiar.

Para dar un incentivo grupal se debe medir la linealidad que se obtuvo una de la forma de medir la linealidad es a través del rendimiento en oposición del Plan de producción principal deben ser medidos diariamente. La producción real comparada contra la cuota de producción diaria planificada producirá desviaciones.

La linealidad es sustancialmente más eficaz en costo. Produce mejor calidad, mayor satisfacción del cliente y mejor servicio, y es una meta más fácil de lograr para el departamento de Producción.

Estas desviaciones tienen que ser localizadas en la base de:

- a) Desviación durante el día
- b) Suma de las desviaciones absolutas para el mes hasta la fecha
- c) Desviaciones netas
- d) Las causas de desviaciones

Una fórmula para el Índice de Linealidad es:

$$\text{Índice Lineal (\%)} = 1 - ( [ \sum \text{ de las desviaciones absolutas} / \text{cuota total} ] ) * 100$$

Además debe existir un énfasis en la capacitación en la línea. En resumen, la meta del manufacturero de clase mundial es ser un productor basado en cuotas en proceso de flujo flexible.

El nivel de flexibilidad y el límite del mismo se obtienen por medio de un equilibrio negociado entre tres factores:

- 1) Requisitos del departamento de Mercadotecnia
- 2) Capacidad del Abastecedor
- 3) Tiempo del ciclo del Producto Total

La flexibilidad negociada entre los tres factores deben ser consistente y se debe de lograr linealidad de producto.

### 1.2.3 Hojas de métodos operacionales

Son hojas que de una forma gráfica e ilustrada, con poco o ningún texto, que explican simple y claramente el contenido de trabajo de la operación que verificar y donde aplicar los criterios de control de calidad.<sup>6</sup>

Por medio de las hojas de métodos operacionales los empleados de producción sabrán cuáles son los puntos críticos que deben de prestar mas atención en el producto para que de esta forma puedan cuidar la calidad del producto.

La información que llevan estas hojas son:

- 1) El logotipo de la empresa
- 2) El número de la operación
- 3) Nombre del proceso
- 4) Tipo de producto
- 5) Se identifican con color rojo los puntos de revisión de calidad, color amarillo el contenido o tipo de trabajo que le deben realizar al producto y el color azul verificar.
- 6) El nombre de quien los revisa
- 7) Fecha y numero de página
- 8) La gráfica del producto

---

<sup>6</sup> John Constanza, Tecnología de Flujo de Demanda Pagina 98

Uno de los objetivos primordiales de estas hojas es el de facilitar a los trabajadores la descripción de lo que deben hacer y los puntos más críticos del producto para que cuando otro operario debe realizar el proceso con tal solo ver la hoja pueda realizar la función sin perder de vista lo que se requiere en ese puesto de trabajo.

Las hojas de métodos operacionales, son una forma sencilla de representar la función de cada puesto de trabajo enfocando todos los puntos críticos que puedan tener cada estación de trabajo.

Un ejemplo del formato de estas hojas se presenta en el anexo 1.

## **2. DIAGNÓSTICO DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE LOZA SANITARIA**

### **2.1 Descripción de la empresa**

La actividad principal de la empresa es la de fabricar y distribuir loza sanitaria, para lo cual utilizan como materias primas: el Sílice, Cuarzo, y Feldespato.

Esta empresa cuenta con una división de dos grandes áreas como lo son:

#### **A) Área administrativa**

- Departamento de recursos humanos

Es el ente encargado de la selección, inducción y capacitación del personal.

- Departamento de personal

Es el encargado de cumplir con todos los requisitos necesarios , según el código de trabajo, por ejemplo: Planillas, trámite de carné del Igss, carné del Irtra, vacaciones, suspensiones del IGSS, etc.

- Departamento de computación

Se encarga de velar por la base de datos, mantenimiento e instalación de nuevos programas para la empresa es decir un soporte técnico.

- Departamento de finanzas

Es el encargado de llevar el control de los ingresos y egresos de la empresa.

## B) Área de producción

- Materias primas

Es el encargado de controlar y suministrar las materias primas que requiera cada departamento.

- Moldes

En este departamento se encargan de fabricar los moldes para los distintos tipos de productos que se necesitan dentro de la empresa.

- Preparación de pastas y esmaltes

Preparan la pasta con la que luego llenaran los Moldes de cada pieza y el esmalte que la misma utilizara. Esta pasta es transportada a través de unas tuberías.

- Vaciado

Vacían la pasta que se transporta por las tuberías en los moldes correspondientes a cada pieza.

- Secaderos

Las piezas son transportados a un secadero antes de ser ingresadas al horno debido a que si entran al horno demasiado frescas ocurren rajaduras en las piezas. En estos secaderos se les coloca a las piezas luces para que empiece el secado de la pasta y aire el cual es transportado por unas tolvas.

- Primera inspección y esmaltado

Se realiza la primera inspección de la pieza para determinar si no existe ya alguna rajadura la cual haya dañado la pieza o que no quedara bien con respecto al molde deseado.

- Carga de hornos

En este departamento se encargan de cargar los carros que transportaran las piezas en el horno los cuales tienen una capacidad de 20 a 28 piezas por ejemplo:

Un carro que tiene 20 piezas pueden ser distribuidas de la siguiente forma:

1. 4 tazas
2. 4 tanques
3. 2 lavamanos
4. 2 one pice (tazas que incluyen el tanque en una sola pieza)
5. 6 *aqualynes* (lavamanos anchos)
6. 2 Pedestales

- Hornos

Existen dos hornos el que se utiliza en la quema normal y el de requema o de reparaciones, las piezas duran de 18 a 30 h. Dentro del horno, el cual tiene una temperatura de 1,200°C

- Inspección final

En este departamento se descargan las piezas del carro que salen del horno a una velocidad de 15min/carro. Luego de descargarlas se le realiza la inspección final para determinar si el camino o el proceso que

llevará cada pieza los cuales pueden ser: reparaciones, rotura, requema, ensamble, pruebas de niveles y rectificado.

- Bodega de loza

En esta bodega se almacena el producto ya empacada con su destino el cual puede ser local o exportación.

### **2.1.1 Tamaño**

La empresa tiene un promedio de producción de 54,000 lozas al mes las cuales se pueden distribuir de la siguiente manera:

- Tazas: 23,076
- Tanques: 23,334
- Lavamanos: 6,220
- Pedestales: 1,325
- Orinales: 35
- Bidet's: 10

### **2.1.2 Tipo de producto**

Los productos que se fabrican se dividen en tres ramas

**a) Tanques**

Estos se dividen en cuatro estilos

- Tanques elongados
- Tanques pequeños para uso local
- Tanques grandes
- Tanques con llave frontal y llave lateral

**b) Tazas**

- Pequeñas
- Locales
- Exportación
- De una sola pieza
- Elongadas

**c) Lavamanos**

- De empotrar
- De Pedestal

**d) Pedestales**

**e) Mingitorios u orinales**

f) Bidet's

### **2.1.3 Mano de obra utilizada**

La mano de obra que se utiliza es variada, ya que dependiendo para qué área de la empresa se contrate así serán las exigencias de formación académica que se necesiten debido a la labor que desempeñará dentro de la empresa.

A continuación se describe en que puestos y porque se requiere cada tipo de mano de obra.

#### **a) Calificada**

En los casos de puestos administrativos. Dependiendo del área de trabajo y de la función que se tenga desempeñar en el mismo va desde un nivel diversificado hasta un nivel de estudios Universitarios

#### **b) No calificada**

A nivel operativo. Y esta se obtiene a las áreas cercanas de la empresa ya que en la misma se debe trabajar en turnos rotativos debido a las condiciones de los hornos ya que los mismos no se pueden apagar por lo que costaría que lleguen a la temperatura deseada.

## **2.2 Descripción del departamento de Inspección final**

### **2.2.1 Distribución del departamento**

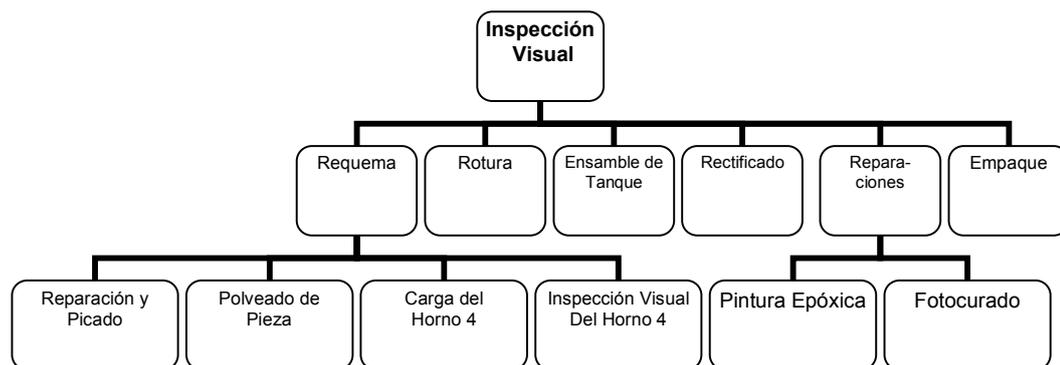
Actualmente la empresa tiene una distribución por proceso, la cual se define como una distribución organizada por operaciones similares o del mismo tipo de proceso, donde se deben agrupar conformando áreas de trabajo. Este tipo de distribución da un aspecto general de orden y limpieza, y tiende a fomentar el cuidado del local. Además de tener la gran facilidad de entrenar a un operario principiante, debido a que tendrá operarios con experiencia a su alrededor podrá aprender con mayor facilidad.

Al hablar de distribución se debe tener en cuenta que para ciertas condiciones podemos decir que la distribución es la correcta, pero si se cambia alguna condición necesaria esta se vuelve inadecuada.

El tipo de distribución que existe en el departamento de Inspección final esta conformada por la combinación de una distribución rectilínea y por proceso, de la siguiente manera:

## 2.2.2 Descripción de cada puesto de trabajo

Figura 2 Estructura operacional del área de Inspección final



### a) Inspección visual

En este puesto de trabajo se realiza una inspección de las piezas cuando salen del horno túnel, para verificar que no lleven algún daño en la loza y determinar si es leve como para repararlo o no se puede reconstruir; por lo que en este puesto se ramifica, ya que de aquí se designa el camino que debe seguir cada pieza. Además se realiza la prueba de niveles para determinar si no necesita rectificado.

### b) Requema

En esta área es donde se reconstruyen las piezas que poseen algún daño en un grado alto. Las cuales se les vuelve a dar otro proceso para que sean de primera.

**c) Rotura**

Aquí se tienen todas las piezas que no cumplen con las normas de calidad establecidas por la empresa y poseen algún daño que no es reparable.

**d) Ensamble de tanques**

En este puesto se ensamblan los tanques cuyo destino es exportación es decir que se le colocan todos los implementos que en un tanque local únicamente se colocan en una bolsa y el usuario los coloca y se realiza la prueba de tanques la cual consiste en determinar si el tanque esta cumpliendo con las normas de calidad requeridas.

**e) Rectificado**

Se rectifica el nivel de las tazas que lo necesiten según la prueba de niveles que se le realiza a la taza en el área de Inspección Visual.

**f) Reparaciones**

Son reparaciones pequeñas, las cuales se pueden realizar de las siguientes formas:

- **Savereisen:** si la pieza posee alguna rajadura en la parte inferior de la pieza.
- **Fotocurado:** cuando la pieza tiene puntos en la parte superior de la pieza y son de visibilidad media.

- **Pintura epóxica:** Para realizar reparaciones en la parte superior de la pieza y son de mayor visibilidad.

#### **g) Control de Calidad**

Se realiza una inspección de calidad para determinar si la pieza cumple con las normas de calidad establecidas para productos de exportación y productos locales.

#### **h) Armado de caja**

Dependiendo del destino de cada pieza es decir si es exportación o local así es la caja de empaque por lo que hasta que el operario ve la pieza dependiendo el estilo arma la caja correspondiente.

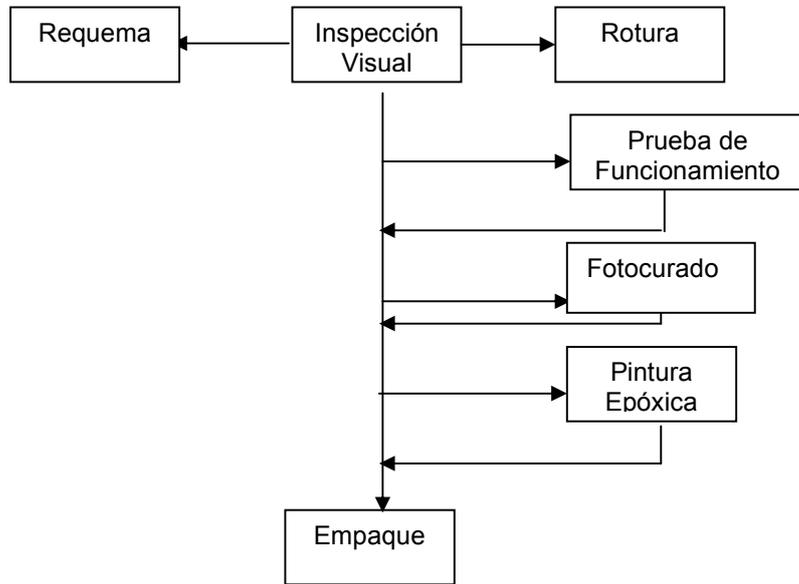
#### **i) Empaque y aperchado**

Se empaqueta la pieza en su caja respectiva y se le coloca un ticket el cual posee un código de barra luego sella la caja y la apercha.

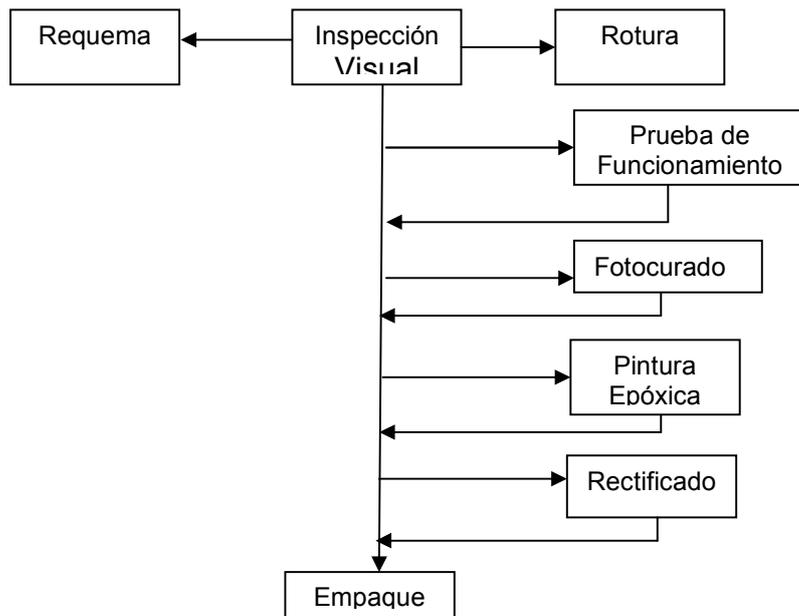
### **2.2.3 Sincronización de los productos**

Es una forma gráfica de representar los pasos o las estaciones de trabajo que pasa cada uno de los productos de loza. La sincronización es la misma para cada producto dependiendo si se realiza para la venta local o exportación, además el proceso es el mismo no importando el estilo.

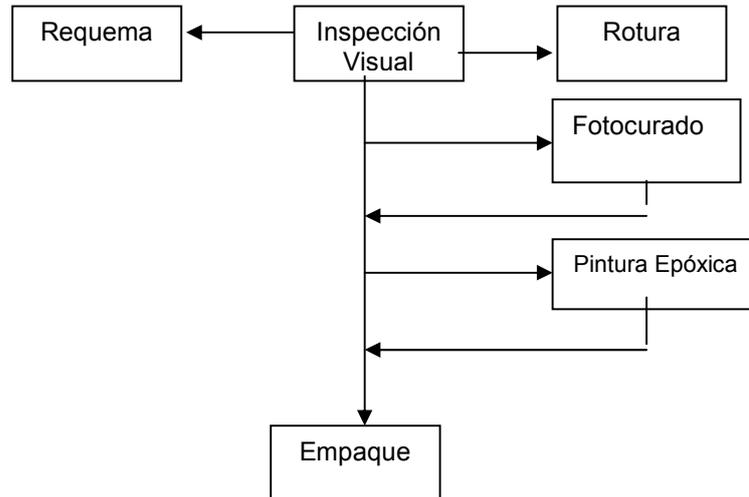
**Figura 3 Sincronización del producto Taza (local)**



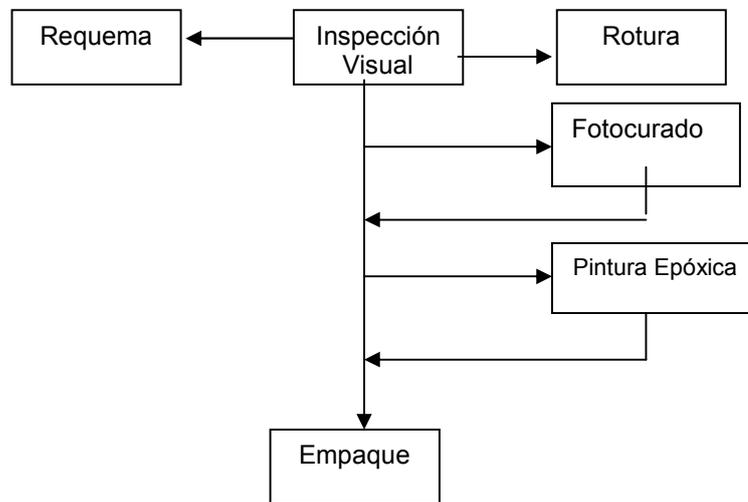
**Figura 4 Sincronización del producto Taza (exportación)**



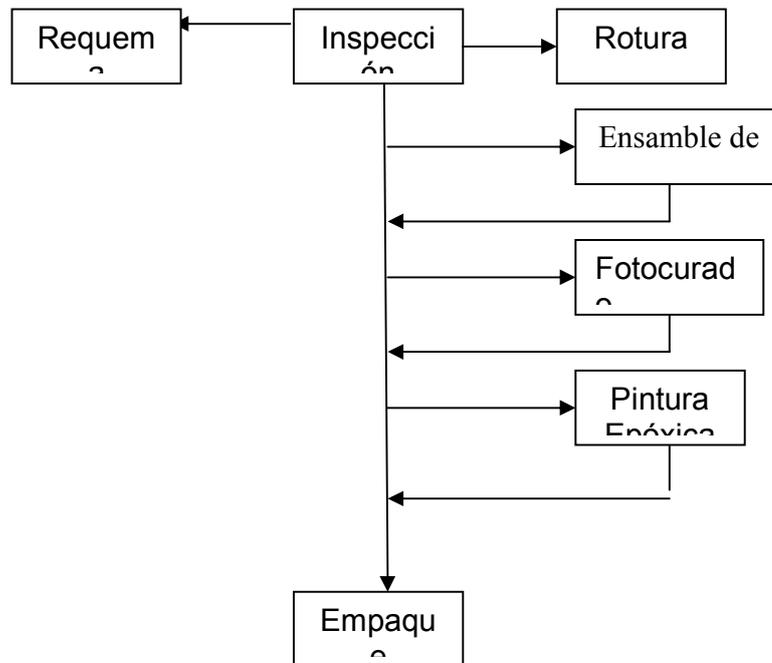
**Figura 5 Sincronización del producto Lavamanos**



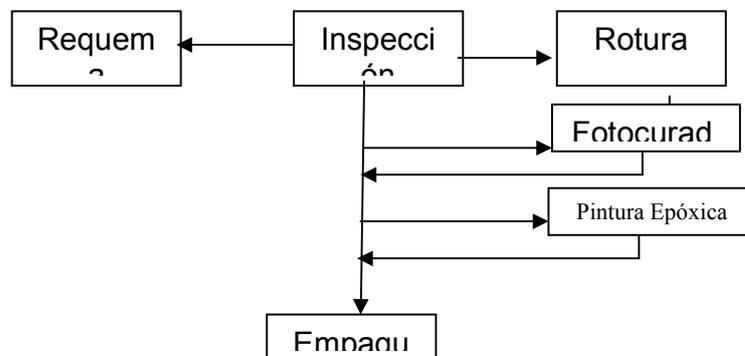
**Figura 6 Sincronización del producto Tanque Local**



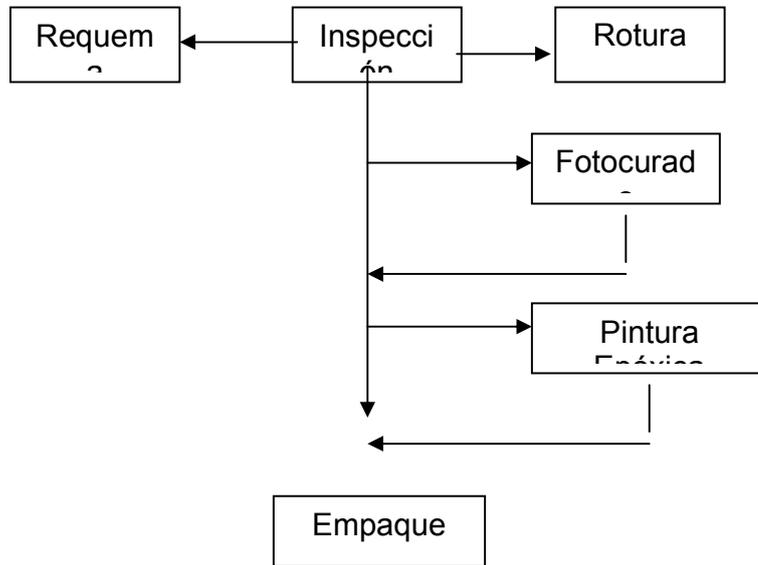
**Figura 7 Sincronización del producto Tanque Exportación**



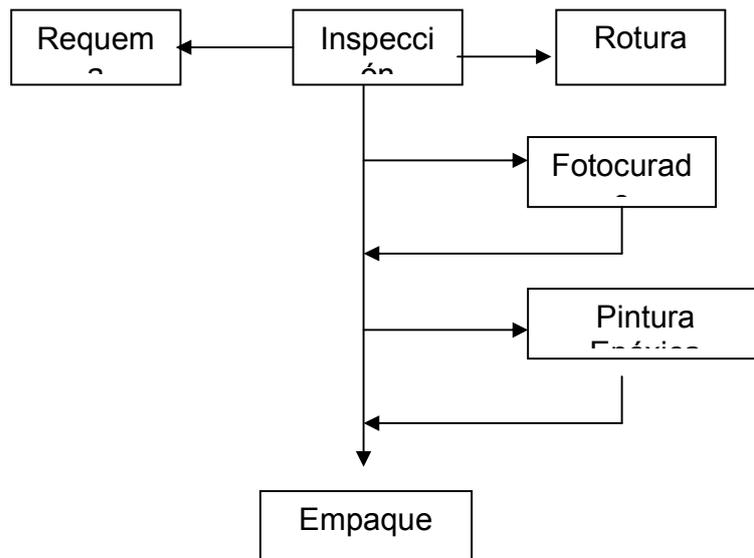
**Figura 8 Sincronización del producto Pedestal**



**Figura 9 Sincronización del producto Bidet's**



**Figura 10 Sincronización del producto Orinales**



#### **2.2.4 Secuencia de eventos para cada producto.**

Son cuadros donde se lleva la información sobre que secuencia de eventos que necesita cada uno de los distintos productos que se fabrican, en ellas se llevan registros sobre las funciones que se realizan en cada estación de trabajo así como sus tiempos. Los tiempos serán dados en segundos.

En los casos de los productos que son de exportación cambian algunos eventos a diferencia de los locales.

La definición de las variables que se utilizan son las siguientes:

- D/S: Cuando se trabaja con un lote y el mismo esta en movimiento (D) y estático (S)
- Int/Ext: Internal (INT) cuando se puede trabajar con la pieza mientras una máquina le realiza algún tipo de trabajo. External (EXT) no se puede trabajar la pieza.
- V.A.: Valor agregado

( ver anexo archivo en excel, secuencia de eventos...)

## **2.2.5 Estudio de tiempos y movimientos del departamento**

### **2.2.5.1 Estudio de tiempos**

Para poder determinar el tiempo que se requiere para realizar una operación es necesario un estudio de tiempos y movimiento.

Al realizar un estudio de tiempos es necesario considerar los siguientes parámetros:

- a) Determinar que herramienta utilizaremos para la toma de tiempos, en este caso se realizó a través de una cámara de video, tomando filmaciones en distintas horas para la misma estación para tener un parámetro mas amplio y tomar en cuenta los cambios de rendimiento. Según la gráfica de rendimiento de productividad.
- b) Seleccionar al operario promedio para establecer el tiempo promedio en cada evento de la estación de trabajo. Es decir, no al más hábil pues él lo realizará en un menor tiempo y el más lento lo hará en un mayor tiempo, lo cual provoca un tiempo no real.

- c) En aquellos tiempos en los que ocurrió alguna eventualidad en el trabajo, por ejemplo, realizar algún ajuste a la máquina, interrupción de parte de alguien externo. Estos tiempos serán como tiempos muertos, los cuales no se tomaron en cuenta para no alterar la realidad.
- d) Al momento de realizar un estudio de tiempos es necesario tener en cuenta las actuaciones del operario en estudio, lo cual se vera que no siempre es estándar por lo que hay realizarle un ajuste al tiempo. Entre las actuaciones que se deben tomar en cuenta tenemos:
- Habilidad en el empleo de equipo y herramienta
  - Seguridad de movimientos
  - Coordinación y ritmo
- e) Para llevar un registro de cada uno de los tiempos cronometrados se realizó un formato para cada estación.

( ver anexo archivo en excel, toma de tiempos .....)

### **2.2.5.2 Estudio de movimientos**

Este estudio se utiliza para realizar un análisis de los micromovimientos y así ayudar a desarrollar una estación de trabajo adecuada para minimizar todos aquellos tiempos que no son eficientes. A continuación se presenta un listado de los movimientos divididos en eficientes e ineficientes:

- a) Movimientos eficientes o efectivos
  - Alcanzar (Al)
  - Mover (M)
  - Tomar (T)
  - Soltar (S)
  - Precolocar en posición (P)
  - Usar (U)
  - Ensamblar ( E )
  - Desensamblar (De)
  
- b) Movimientos ineficientes o inefectivos
  - Buscar (B)
  - Seleccionar (Se)
  - Colocar en posición (C)
  - Inspeccionar (I)
  - Planear (PI)
  - Retraso inevitable (Ri)
  - Retraso evitable (Re)
  - Descansar (Para contrarrestar la fatiga) (D)

- Sostener (So)

Este estudio comprende la observación cuidadosa de las operaciones; y la elaboración de un diagrama donde se analizan todos los movimientos que tienen la mano derecha y la mano izquierda.

Para realizar este estudio se debe seleccionar al operario más diestro lo cual nos indica que es totalmente distinto al estudio de tiempos, debido a que en el estudio de tiempos se seleccionaba al operario medio y en el de movimientos no debido a que la forma de analizarlo es filmándolo con una cámara porque es necesario estudiar detenidamente cada uno de sus movimientos los cuales no se pueden observar simplemente viéndolo.

A continuación se presentan unos ejemplos de los diagramas utilizados:

**Figura 51 Análisis de mano derecha y mano izquierda para tazas**

<b>Análisis de mano derecha y mano izquierda</b>		
Operación: Inspección Visual		
Producto: Tazas		Departamento: Inspección Final
Dibujado: Mayra Cruz		Fecha: 23/02/03 Hoja 1 de 1
<b>Mano derecha</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>Mano izquierda</b>
1) Tomar pieza del carro del horno y ponerla en mesa de trabajo	Al T P S	Al T P,S
2) Sostener la pieza	So	I U
3) Sostener la pieza	So	U
4) Descansar	D	U
5) Coloca en mesa de nivel	Al, T, P, S	Al, T P,S
6) Busca tabla	B	B
7) Coloca tabla en banda	Se, T P, S	Se,T P,S
8) Empuja pieza	U	U
		1) Tomar Pieza del carro del horno y ponerla en mesa de trabajo
		2) Revisar apariencia y marcar defectos
		3) Pulir bordes de la pieza
		4) Anotar en Registro
		5) Coloca en mesa de nivel
		6) Busca tabla
		7) Coloca tabla en banda
		8) Empujar Pieza

**Figura 52 Análisis de mano derecha y mano izquierda**

Operación: Ensamble de tanque  
 Producto: Tanque Exp. Departamento: Inspección final  
 Dibujado: Mayra Cruz Fecha: 23/02/03 Hoja 1 de 1

Mano derecha	SÍMBOLO	Mano izquierda
1) Sostener pieza	So I	1) Revisa o inspecciona pieza
2) Buscar válvula de salida	B, T P B, T P, U	2) Busca válvula de salida, la toma y coloca
3) Sostener pieza	So	3) Busca válvula de entrada, la toma y coloca
4) Buscar válvula de entrada	B, T P, U	4) Busca manija, la toma y coloca
5) Sostener pieza	So B, T P, U	5) Alinea la boya de la válvula de entrada
6) Buscar manija	B U	6) Toma la pieza y la coloca en el carril
7) Sostener pieza	So	7) Empuja pieza
8) Toma pieza y la coloca en el carril	T, P S	
9) Empuja pieza	U	

**Figura 52 Análisis de mano derecha y mano izquierda para tanque Exp.**

### **3. PROPUESTA DE UN MODELO PARA EL DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL APLICANDO LA TECNOLOGÍA DE FLUJO DE DEMANDA**

#### **3.1 Criterios a tomar para desarrollar una buena estación de trabajo**

Los criterios que se deben de tomar en cuenta para crear una estación de trabajo son los siguientes:

- a) Optimizar el trabajo físico
- b) Minimizar el tiempo requerido para ejecutar las tareas laborales
- c) Maximizar la calidad del producto por unidad monetaria de costo
- d) Maximizar el bienestar del trabajador desde el punto de vista de la retribución, la seguridad en el trabajo, salud y comodidad
- e) Maximizar las utilidades del negocio o empresa.

Al diseñar la estación de trabajo se deben considerar los siguientes puntos:

- a) El alumbrado que se necesite
- b) Control de temperatura

- c) Ventilación adecuada
- d) Control de ruido
- e) Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales
- f) Eliminación de elementos irritantes y nocivos
- g) Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento
- h) Dotación de equipo necesario de protección personal
- i) Organizar y hacer cumplir un programa adecuado de primeros auxilios.

Para reunir cada uno de estos aspectos al diseñar una estación de trabajo, se dice que trabajemos con los principios de ergonomía, ya que la palabra ergonomía se resume en ergon=trabajo y nomos = ley. La ergonomía busca cumplir con los siguientes objetivos:

- a) Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales
- b) Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores
- c) Aumento de la producción
- d) Mejoramiento de la calidad de trabajo
- e) Disminución del ausentismo
- f) Aplicación de las normas existentes
- g) Disminución de la pérdida de materia prima

En cada puesto de trabajo se debe tener en cuenta las siguientes características:

- a) El trabajador con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas, y otras características.
- b) El puesto de trabajo que comprende las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores y controles, y otros objetos de trabajo.
- c) El ambiente de trabajo que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

En cada puesto de trabajo existen causas de riesgo en el trabajo y los riesgos ergonómicos se pueden identificar como siguen:

- a) Revisión de las normas de Higiene y Seguridad. Analizar la frecuencia e incidencia de lesiones de trauma acumulativo (Dolor de espalda baja, tendinitis de las extremidad superior)
- b) Análisis de la investigación de los síntomas: Información del tipo, localización duración y exacerbación de los síntomas sugestivos de condiciones asociadas con factores de riesgo ergonómico, como el dolor de cuello, hombros, codos y muñeca.
- c) Entrevista con los trabajadores, supervisores. Preguntas acerca del proceso de trabajo (¿Qué?, ¿Cómo? Y ¿Por qué?) que pueden revelar la presencia de factores de riesgo. También preguntas acerca de los

métodos de trabajo (¿es difícil desempeñar el trabajo?) pueden revelar condiciones de riesgo.

- d) Facilidades alrededor del trabajo como los movimientos o el caminar. Con el conocimiento del proceso y los esquemas de trabajo, el sitio de trabajo debe observarse para detectar la presencia de condiciones de riesgo.

Para evitar los riesgos que se tienen en los puestos de trabajo. Se pueden evitar o disminuir al llevar un control que tome en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Rotación de los trabajadores
- b) Aumento en la frecuencia y duración de los descansos
- c) Preparación de todos los trabajadores en los diferentes puestos para la rotación adecuada
- d) Mejoramiento de las técnicas de trabajo
- e) Acondicionamiento físico a los trabajadores para que respondan a las demandas de las tareas
- f) Realizar cambios en las tareas para que sea mas variada y no sea el mismo trabajo monótono
- g) Mantenimiento preventivo para equipo, maquinaria y herramientas
- h) Desarrollo de un programa de automantenimiento por parte de los trabajadores
- i) Limitar la sobrecarga de trabajo en tiempo

## **3.2 Proceso del establecimiento de cada estación de trabajo en base a la tecnología de flujo de demanda**

### **3.2.1 Funciones de cada estación de trabajo**

#### **3.2.1.1 Inspección visual**

Toma las piezas del carro que sale del horno túnel, luego la posiciona en la mesa de inspección visual donde le realiza la prueba de niveles y luego se convierte en un director de tráfico porque indica el camino que debe seguir cada una de las piezas las estaciones que pueden seguir son:

- a) Requema
- b) Rotura
- c) Rectificado
- d) Ensamble de tanques
- e) Reparaciones
- f) Empaque

#### **3.2.1.2 Requema**

Toma las piezas del carril que viene de inspección visual y luego las reparan para después ser enviadas al horno de requema, los pasos que lleva esta área son:

- a) Reparación y picado
- b) Polveado de pieza
- c) Carga al horno 4
- d) Inspección visual del horno 4
- e) Revisión de niveles

#### **3.2.1.3 Rotura**

Se quiebran las piezas y se envían al área de desechos.

#### **3.2.1.4 Ensamble de tanques**

Se ensamblan los tanques que son de exportación. Realizando los siguientes pasos:

- a) Colocarle la válvula de salida
- b) Colocarle la válvula de entrada
- c) Colocarle la manija y alinear la boya de la válvula de entrada
- d) Realizar la prueba hidráulica del tanque para determinar si cumplen con las normas de calidad establecidas

#### **3.2.1.5 Rectificado**

Medir los niveles de las piezas para determinar cual es el grado de rectificado que se necesita, se coloca la pieza en la maquina rectificadora y luego se mide el nivel nuevamente para determinar si se ha corregido el daño.

#### **3.2.1.6 Reparaciones**

Se realizan las reparaciones leves, las cuales se pueden realizar de dos formas, con pintura Epóxica y Fotocurado las cuales tienen las siguientes funciones:

- **Fotocurado:** Se limpia el área afectada luego se aplica Bonder en el agujero hasta llenarlo, luego se coloca una tira plástica la cual se pega con una pistola de calor para finalmente lijarle los bordes a la cura y limpiarla con aire.
- **Epóxico:** Se debe prepara una mezcla de epóxico la cual se aplica en el defecto después de taladrarlo y limpiarlo con aire, finalmente se coloca la pieza en un secadero.

#### **3.2.1.7 Control de Calidad**

Verificar que la calidad que posee la pieza sea la indicada según las normas de calidad existentes en la empresa. Y les coloca los instructivos correspondientes para cada pieza, además de determinar si es de exportación le coloca un ticket y si es local solamente la envía a empaque.

### **3.2.1.8 Armado de caja**

Se selecciona la caja que se requiere para cada estilo y dependiendo si es exportación o local, luego se arma, se le colocan los sellos correspondientes para cada caso y se pasa a la siguiente estación de trabajo.

### **3.2.1.9 Empaque y aperchado**

Se coloca la pieza dentro de la caja o el estilo de empaque que le sea designado. Luego se sella la pieza y se coloca en un carretón que las lleve hacia el área de la bodega de producto terminado. Se quita la tabla que transporta la pieza y se tira en la parte de enfrente de la banda transportadora.

## **3.2.2 Formatos de métodos operacionales**

Para cada una de las estaciones de trabajo se realiza una hoja de métodos Operacionales para que el operario la utilice de referencia y sepa que debe realizar para cada pieza. A continuación se presentan un ejemplo de hojas de métodos operacionales para la inspección visual de una taza el cual servirá de base para las demás operaciones.

### **3.3 Propuesta del diseño de cada puesto de trabajo**

A continuación se presenta las mejoras para las diferentes áreas de trabajo las cuales estarán basadas en un diseño ergonómico y aplicando conceptos sobre la tecnología de Flujo de Demanda.

Este diseño debe ser flexible y además dinámico, con lo cual se logra mantener a los cambios constantes de las diferentes situaciones y poder mover a un operario hacia donde se requiera ya que cada uno conoce un puesto antes y un puesto después además de sus funciones asignadas.

Las bandas transportadoras serán de goma las cuales se accionaran por medio de un pedal que al accionarlo este se moverá para darle lugar a otra pieza y como no es de metal ya no se utilizaran las tablas para evitar el jalar una tabla colocarla en la banda y luego quitarla ya que también a la hora de quitarla y tirarla se deterioraban mucho y era necesario cambiarlas seguido.

Al utilizar estas bandas se eliminaran los tiempos muertos o sin valor agregado de moverse el operario hacia donde están las tablas, posicionar la tabla en su lugar, mover la pieza y quitar la tabla.

Las bandas estarán unidas ya que actualmente hay unas que no se unen y en estos puntos hay que cargar las piezas para trasladarlas con lo que si se unen ya no habrá necesidad de esto y el operario se fatigara menos.

### **3.3.1 Inspección visual**

Cada una de las mesas de inspección Visual tendrá una estantería conteniendo las herramientas que el operario necesita para realizar su trabajo además de las hojas de métodos operacionales emplastizadas para evitar su deterioro, estas estarán ubicadas en la parte de arriba de la estantería . La mesa tendrá en la parte de arriba lámparas para que el operario tenga la mayor visibilidad posible ya que esta estación de trabajo es muy crítica.

### **3.3.2 Ensamble de tanques**

En esta estación se posee una banda transportadora que estará a lo largo del ensamble del tanque, enfrente de esta banda estará una estantería la cual al principio tendrá una estantería contando con las válvulas de entrada y luego las válvulas de salida, cada uno de los pernos que se necesitan estarán colocados en diferentes lugares de acuerdo a su tamaño y en el orden en que se utilizaran, como se debe usar una herramienta para apretar la válvula al tanque está estará suspendida por medio de un cable elástico para que el operario solo tome la herramienta y la suelta y la misma se quedara suspendida en el mismo lugar además se podrá ir corriendo para utilizarla en la otra fase de ensamble.

En esta área se utilizará el sistema de kanban el cual se utilizara para determinar en que momento se debe de reemplazar o cuando se necesiten más en esta área.

La pieza ira a lo largo de la banda para que el operario no tenga que levantarla a cada momento para poder posicionarla en otro lugar.

### **3.3.3 Requema**

De Inspección Visual se trasladaran las piezas hacia requema por medio de la banda transportadora esta banda será mas larga ya que tiene que llegar al otro lado del horno túnel donde estarán ubicados los puestos de Reparación de Fallas los cuales serán unas mesas con estantería enfrente que contenga la hoja de método operacional y sus herramientas colocadas en forma de orden de uso. En este puesto existirán tres mesas una para cada operario y luego los operarios pondrán las piezas en una banda la cual conducirá las piezas hacia el área de esmaltado. Este lugar estará compuesto por unas cabinas de esmaltado cubierto y el operario contara con el equipo de protección necesario como mascarilla especial y lentes luego las piezas pasan a la carga del horno 4.

Al salir las piezas del horno 4 en el carro este se conduce a la inspección visual de requema la cual tendrá la misma estructura que la inspección Visual anterior y por medio de carros se trasportarán las piezas hacia inspección final a la estación que corresponda ya que la pieza ha sido reparada.

### **3.3.4 Rotura**

En esta área las piezas se trasladaran hacia el área de desechos sólidos ya que estas piezas no tienen reparación y se procede en el área de desechos a quebrarlas.

### **3.3.5 Rectificado**

En esta área las piezas vienen de la banda transportadora y el operario la coloca en una mesa donde les mide el nivel en esta mesa tendrá siempre su estantería al frente con la herramienta que el utilizara y la hoja de método operacional para que sepa que es lo que debe hacer.

Después de que el operario ha medido el nivel coloca la pieza en la maquina rectificadora la cual se encarga de rectificar el nivel que se necesite. Al terminar esta operación el operario tomara la pieza y la colocara en la mesa para verificar que el nivel ya ha sido corregido y luego por medio de la banda transportadora pondrá la pieza en la línea para que la misma continúe hacia Control de Calidad.

### **3.3.6 Reparaciones**

En esta área las piezas vienen en la banda transportadora y el operario tomara la pieza y la colocara en una mesa la cual será igual que las otras con estantería enfrente la cual posee las herramientas que el operario necesita y las hojas de métodos operacionales las cuales le indicaran de una forma gráfica los pasos que deben seguir para realizar las reparaciones.

Cuando la reparación es con pintura epóxica se necesita introducirlo en un secadero para que seque. Al terminar cada una de las reparaciones se vuelve a colocar la pieza a la banda transportadora para que pase a Control de calidad.

### **3.3.7 Control de calidad**

Este puesto estará en un punto central de Inspección final para que cada una de las piezas que vienen de la banda transportadora pasen por ese lugar antes de llegar a empaque por lo que los instructivos, sellos, tapa pernos, kit de empaque y ticket que necesita en este puesto los tendrá ubicados en la parte de abajo en una estantería con separaciones para tener cada cosa separada además de tener la hojas de métodos operacionales colocadas en una tabla la cual estará colgada en un gancho cerca de su mano derecha para que le sea fácil utilizarlas en el momento que lo necesitan.

En la estantería se colocara en una fila lo local y en la otra lo que se necesita para productos de exportación.

### **3.3.8 Armado de cajas**

Se colocaran las cajas ordenadas en un bloque de 25 cajas para cada producto por separado y al lado estarán las cajas para exportación como estas deben llevar duroport este estará en otra estantería con espacios colocados cada uno por tamaño e identificados al frente para que el operario no tenga que buscar cual es el que necesita. Además de colocar en esta área una mesa especial para armar las cajas ya que actualmente las arman en el piso lo que hace que no se cumplan las reglas ergonómicas y que el operario se fatigúe

rápido por lo que realice pasos que no agregan valor agregado al producto y el tiempo de armado de cajas sea mas largo.

Al frente de la mesa donde se arman las cajas se encontraran los sellos que necesita el operario los cuales estarán identificados con letras grandes para evitar el buscar los sellos necesarios, además de contar con las hojas de métodos operacionales que se necesitan para cada armado de cajas dependiendo del producto que se tenga.

### **3.3.9 Empaque y aperchado**

Se colocará una estantería enfrente de la banda transportadora la cual contiene lo necesario para sellar la caja después de haber colocado la pieza dentro de la caja, como la pieza viene en la banda junto con la caja.

En este puesto se colocara una computadora la cual genera una etiqueta que debe llevar la caja en esta computadora estará programada para que solamente genere las etiquetas necesarias solo el operario deberá ingresar datos de que producto es el que se esta empacando y cual es su destino para evitar que el bodeguero genere todos los ticket y luego el operario tenga que buscar y seleccionar el indicado.

Para este puesto también se tendrán hojas de métodos operacionales para indicar los pasos que se deben seguir en forma gráfica.

Luego se colocara la pieza en un carro montacarga que estará al final de la banda transportadora y el operario la colocara . En este puesto se elimino el de tirar la tabla de la banda ya que no existen para este nuevo modelo.

## **4. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL**

En este capítulo se darán los procedimientos que se utilizarán para garantizar el cambio que se realizó en el área de Inspección final, además de crear la política de círculos de calidad debido a que la Tecnología de Flujo de Demanda utiliza como herramienta la misma, para su mejor funcionamiento.

### **4.1 Capacitación al personal sobre los formatos de métodos operacionales**

La capacitación del personal sobre los formatos de hojas de métodos operacionales se llevara a través del departamento de Recursos Humanos ya que se tiene una área para dar capacitación a los operarios.

Como primer punto, a cada supervisor se le indicará la importancia de la utilización de estos formatos de métodos operacionales y serán los primeros en indicarle la forma de utilización además de darle un juego que contenga cada uno de estos formatos para que los mismos sean estudiados por cada uno de ellos y puedan dar sus sugerencias o sus comentarios antes de ser presentados a los operarios.

Después de analizar cada uno de estos formatos con los supervisores, se les hará una evaluación sobre el uso de los mismos y sobre qué información contiene, esto con el propósito de orientar al supervisor en el manejo de la información que le proporciona. Con lo anterior el supervisor capacita y orienta al operario en el manejo de los formatos, con lo cual esté pueda resolver cualquier inconveniente que surja durante el proceso.

Se implementaran formatos o instructivos (según formato presentado en anexo 2) los cuales expliquen el contenido de los formatos de métodos operacionales y se les ira dando instrucción a cada operario empezando por implementarlo en el área de inspección visual hasta llegar a empaque y aperchado.

Al inicio de la utilización de estos formatos se harán revisiones una vez a la semana para corroborar que los operarios utilizan los mismos además para resolver cualquier inquietud que los mismos tengan. Luego se harán quincenal hasta llegar a mensualmente.

Cuando se realicen las revisiones al azar se tomara una pieza en cualquier estación de trabajo para y se le pedirá al operario que la trabaje para ver si realmente el operario ya sabe bien cuáles son los pasos que debe seguir.

## **4.2 Creación de una política de círculos de Calidad**

Para poder iniciar esta política se empezará por dar una explicación sobre en qué consiste la misma a todo el personal y así lograr la participación de todos.

Debido a que un departamento no puede trabajar aislado a los demás, es decir que, si un departamento falla provocará que el trabajo se atrase en todos, es necesario que esta política se implemente a nivel general en toda la empresa.

Se formarán grupos en cada área los cuales deben de estar constituidos por una persona administrativa, un supervisor y personal operativo de cada área de trabajo. Cada departamento será un grupo pero se debe nombrar a los operarios que irán a las reuniones y llevaran las inquietudes del grupo.

En cada departamento o grupo de trabajo se tocaran los problemas que tienen para poder cumplir con las metas trazadas, y cuales son las soluciones que ellos sugieren. Estos temas los comentaran en cada grupo por eso es que en cada uno de los grupos que existan se esta pidiendo que tenga personal de todas las áreas porque así se pueden atacar los problemas mas rápido ya que

un operario de inspección final quizás desconozca los problemas que pueden tener los de primera inspección.

Al tener gente de todos los grupos cada uno de ellos puede generar posibles soluciones y a la vez verificar si las mismas son factibles o no por ello también estos grupos los constituye una persona a nivel administrativo.

Cada grupo se reunirá una vez a la semana para discutir los problemas y posibles soluciones y se nombrara a dos representantes de cada grupo para que exponga los temas tratados en las reuniones que se realizaran un miércoles cada quince días. En estas exposiciones cada representante presenta por medio de carteles los problemas que en grupo vieron que se tienen y la soluciones que sugieren las cuales se discutirán con todos los representantes de los demás grupos y la persona encargada de recursos humanos tomara nota de cada uno de los compromisos que se tengan para verificar en la próxima reunión que las mismas se cumplan y si no fuera así dar una explicación de parte de la persona responsable de realizar el cambio el motivo por el cual no fue realizada según lo indicado.

Se darán incentivos para cada grupo que realice los cambios que generen ganancias para la empresa las cuales se repartirán para cada uno de los equipos pero para el equipo que dio la idea tendrá un mejor bono. El cual puede ser de la siguiente forma:

- 0 – 100 puntos – sueldo base
- 101 – 150 puntos - base + 10%

- 151 – 200 puntos - base + 20%
- 201 – 250 puntos - base + 30% (líder de grupo)
- 251 – 300 puntos - base + 40% (Tope)

Los puntos se determinaran dependiendo de el margen de ganancia que se alcance por el cambio de la propuesta que se dio y se implemento. Para el líder del grupo se le dará un porcentaje mas alto pero siempre existirá un tope.

Este es un incentivo individual pero también existe uno el cual es grupal el cual se puede definir de la siguiente forma:

### **Incentivos de grupo**

- 1% - por una linealidad de 75 – 80 %
- 2% - por una linealidad de 81 – 90 %
- 3% - por una linealidad de 91 – 95 %
- 4% - por una linealidad de 96 – 98%
- 5% - por una linealidad de más de 98%

Cuando se implementa círculos de calidad la idea principal es de qué con las reuniones se generen ideas para realizar cambios que generen ganancias a la empresa, ya que muchas de las ideas vienen de los operarios debido a que ellos son los que realizan el trabajo diariamente por lo que pueden tener ideas de cómo hacer mejor su trabajo. Es por ello la importancia de que si se le pide a los operarios que hagan sugerencias el ponerlas en practica porque si no es mejor no solicitarlas.

Si un operario ve que dan sugerencias y no se ponen en práctica nunca volverá a comentar nada por lo contrario si ven que si se ponen en práctica esto motivara a los demás a que pueden dar sugerencias.

Pero es necesario que estas sugerencias se comenten en las reuniones quincenales debido a que se tendrán a representantes de cada área para que se analice la factibilidad de cada sugerencia y quede claro si alguna vez es necesario obviar alguna por no ser factible.

Uno de los objetivos principales de estas reuniones es de obtener una mejor calidad ya que si se mejora el proceso se trabajara con mayor calidad lo cual genera cumplimiento de metas en tiempo.

## **5. VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE FLUJO DE DEMANDA**

### **5.1 Flexibilidad de la línea**

Debido a la capacitación que tendrá cada operario sobre las hojas de métodos operacionales podrán desempeñar con facilidad cualquier puesto, ya que cada estación de trabajo contara con dichos formatos.

A cada operario se les indicara con mas detalle como realizar el trabajo de su puesto, de uno anterior a el y uno posterior al mismo. Con lo que logramos que la línea de producción sea flexible.

Para que la línea sea flexible y esté dentro del diseño de manufactura de Flujo se debe establecer los objetivos de diseño de la cuota diaria o capacidad diaria, la cual se calcula de la siguiente forma:

Tomando en cuenta que la capacidad promedio mensual es de 54,000 piezas.

$Dcp = Vp / (Dt * t)$  donde: Dcp = Cuota diaria designada por turno

Vp = Volumen Mensual Objetivo

Dt = Días de trabajo al mes

t = Turnos de trabajo por día

$Dcp = 54,000 / (30 \text{ días} * 3 \text{ turnos})$

Dcp = 600 piezas/día por turno

## 5.2 Eficiencia del ciclo operacional

Para calcular la eficiencia del ciclo operacional hay que tomar en cuenta la suma de tiempos totales para cada operación tomando en cuenta los que contengan valor agregado y lo que no contienen valor, de la siguiente forma:

% eficiencia =  $\frac{VT}{TT} * 100$  ; donde TT = Tiempo total de labor + tiempo total máquina

$\Rightarrow TT = VT + NV$

VT = Suma del tiempo que contienen valor agregado en maquina y labor

NV = Suma del tiempo que no contiene valor agregado en maquina y labor.

Para cada referencia existe un porcentaje de la eficiencia del ciclo operacional por ejemplo para la pieza taza en el puesto de inspección visual su eficiencia sería :

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{VT}{VT + NV} * 100\%$$

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{16}{16 + 10} * 100\% \text{ (Ver datos de la gráfica 11)}$$

% eficiencia = 61.54% para la taza en inspección visual.

## **6. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN FINAL**

### **6.1 Programa de seguimiento y evaluación**

Con este programa lo que se persigue es velar porque los cambios que se han dado se realicen de la manera que se indica y verificar que existen mejoras en la empresa por lo que se presenta el plan de monitoreo y los parámetros control que se tendrán .

#### **6.1.1 Plan de monitoreo**

Para realizar el seguimiento se establecerá una evaluación a los cambios que se establecieron y verificar que se cumplan los objetivos por los cuales fueron hechos. El seguimiento será de la siguiente forma:

- a) Se realizará una visita semanal el primer mes de que se pone en funcionamiento los cambios con el fin de detectar cualquier corrección a tiempo.

- b) Pasado el primer mes se realizara una visita quincenal durante dos meses en la cual se tocaran aspectos como por ejemplo:
- Se evaluara si los operarios conocen bien el uso de las hojas de métodos operacionales y si las utilizan
  - Se tomara el tiempo en que inicia una pieza en el área de inspección final hasta que llega a bodega de producto terminado, con el fin de determinar si se mejoro el tiempo establecido.
- c) Pasado los dos meses las visitas se realizaran una vez al mes con el objetivo de determinar que el sistema implementado aun siga funcionando o si con alguna mejora de tecnología se puede realizar otro cambio que beneficie.

### **6.1.2 Establecimiento de parámetros comparativos de Control**

Los parámetros que se utilizaran para determinar la funcionalidad del proceso son:

- a) El porcentaje de eficiencia del ciclo operacional

- b) Que exista flexibilidad en la línea, la cual se puede comprobar moviendo a un operario a un puesto antes o después del que se encuentra.
  
- c) Los Movimientos de buscar, debido a que se disminuye con los cambios realizados a cada estación de trabajo.
  
- d) El tiempo que le toma una pieza en recorrer la línea de inspección final para llegar a la bodega de producto terminado

## CONCLUSIONES

- 1 En el desarrollo de este trabajo aplicamos las diferentes técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida. En donde al realizar el estudio de tiempos y movimientos se observó que el tiempo en que un operario realizaba sus operaciones utilizaba muchos tiempos muertos y sobre todo muy variado, lo que se consideró que esto se debía a la forma en que están diseñadas las estaciones de trabajo.
- 2 Al rediseñar cada estación de trabajo en base a normas ergonómicas establecidas se logra tener una estación de trabajo donde se obtenga el mayor rendimiento de cada operario y aplicando conceptos de la tecnología de flujo de demanda, se podrá ver una disminución en los tiempos que se tienen sin valor agregado para el producto, y se obtienen una mejor eficiencia en menor tiempo.
- 3 Una de las formas de volver flexible la línea de producción es utilizar las herramientas que brinda la tecnología de flujo de demanda con lo cual cada operario podrá estar en su estación de trabajo, en una antes y una después, por lo que no se dependerá solamente de un

operario logrando de esta manera tener un proceso flexible y que los cambios o faltas de los operarios no influyan en la productividad.

- 4 La tecnología de Flujo de Demanda dentro de sus objetivos es cuidar la calidad del producto y la forma de entrega, por lo que al aplicar esta tecnología en el proceso de inspección final se logra trabajar con una mejor calidad, ya que cada operario se siente involucrado en el proceso y se compromete con el mismo logrando así disminuir la cantidad de loza de rechazo, lo cual se verá reflejado también en el cumplimiento de las entregas de los pedidos lo que implica una satisfacción total del cliente.
  
- 5 Cuando se aplica la Tecnología de Flujo de Demanda se inicia una política de círculos de calidad, lo cual involucrará a cada operario en realizar mejor su trabajo y que logren el cumplimiento de metas, ya que se tendrá un incentivo por cumplimiento y buena calidad. Así cada operario se siente involucrado y comprometido con el proceso debido a que se tomarán en cuenta aquellas sugerencias que ayuden a realizar mejor su trabajo.
  
- 6 Después de implementar los cambios en el área de inspección final se presenta un Plan de monitoreo lo que ayudará a que los cambios se efectúen como se han planificado y realizar alguna modificación en el mismo si fuera necesario para garantizar que se obtendrán los cambios y beneficios que se esperan.

## RECOMENDACIONES

- 1 Antes de empezar a realizar algún cambio en la línea es necesario que los supervisores de línea estén conscientes de que al realizar las modificaciones serán de beneficio para todos, esto con la finalidad de que ellos que están mas en contacto con los operarios les hagan conciencia de que se deben aceptar los mismos y así minimizar la resistencia al cambio y obtener mayor cooperación de todos para que el cambio tenga un efecto positivo para la empresa y personal.
- 2 Cuando se implemente si existe alguna sugerencia de mejora departe de los operarios se debe de analizar para determinar si realmente es factible ponerla en practica. Debido a que es importante escuchar las sugerencias de los operarios, ya que ellos son los que realizan el trabajo y pueden tener ideas para hacerlo mejor. Y tomándolos en cuenta ayudaran a implementar mejor cualquier cambio, ya que se sentirán comprometidos con la misma por haber salido del mismo operario.
- 3 Es importante llevar el control del Plan de monitoreo ya que de esto depende el éxito de las modificaciones. Al realizar las visitas periódicas se podrán detectar posibles errores los cuales se pueden

cambiar en la marcha del proyecto para que el mismo funcione como se ha planificado. Con estas visitas también se lograra obtener comentarios de los operarios los que ayudaran a mejorar el proyecto.

- 4 Se debe ir actualizando cada hoja de método operacional cuando existe algún cambio en el procedimiento actual o agregar si hay una nueva pieza, con la finalidad de no perder el objetivo de que existan las mismas, o que se vuelva un proceso obsoleto que ya no se confié en el mismo.
- 5 Se debe promover la cultura de calidad con cada operario para que participe en los círculos de calidad establecidos y de esta manera se mejorará la calidad del producto final en un mejor tiempo. Y se obtendrá la cooperación de los operarios porque se sentirán comprometidos con las ideas que se generen y harán que se puedan realizar de una mejor forma.
6. Al obtener la línea de producción flexible es necesario que siempre se evalué si sigue siéndolo debido a los cambios de operarios que puedan surgir es necesario tener un plan de entrenamiento constante para que no se pierda la flexibilidad obtenida al ir cambiando operarios por diversas razones ya sea despidos o renunciias.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1      CONSTANZA, John. **Tecnología de flujo de demanda** Editorial: McGrill, México D.F. 1995
  
- 2      ELWOOD, S. Buffa, **Administración y dirección técnica de la producción**, Cuarta Edición, Editorial: Limusa, México, D.F., 1982,
  
- 3      KRICK, Edward V. **Ingeniería de métodos** Editorial: Limusa, México D.F. 1961
  
- 4      NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris, **Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo** Décima edición, Editorial: Alfa omega Grupo Editor, S.A. de C.V, México D.F, 2001.
  
- 6      OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, **Introducción al estudio del trabajo**, Cuarta Edición, Editorial: Limusa, México D.

