

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**"SINCRONIZACION DE OPERACIONES COMO
ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD"**

**POR
ING. OSWALDO GUSTAVO CRUZ GARZA**

**TESIS
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD
EN PRODUCCION Y CALIDAD**

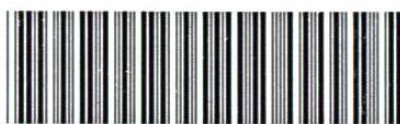
CD. UNIVERSITARIA A JUNIO DEL 2001

OGCGG

“SINCRONIZACION DE OPERACIONES”

TM
Z5853
.M2
FIME
2001
C7

2001



1020146399

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



“SINCRONIZACION DE OPERACIONES COMO
ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD”

POR
ING. OSWALDO GUSTAVO CRUZ GARZA

TESIS
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD
EN PRODUCCION Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA A JUNIO DEL 2001

050 22660

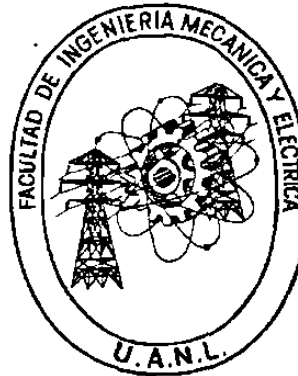
TH
Z5853
•M2
T02
2001
C7



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



“SINCRONIZACIÓN DE OPERACIONES COMO ESTRATEGIA PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD”

POR

ING. OSWALDO GUSTAVO CRUZ GARZA

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA A JUNIO DEL 2001.

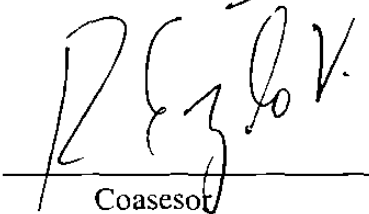
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis “SINCRONIZACIÓN DE OPERACIONES COMO ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD”, realizada por el alumno Ing. Oswaldo Gustavo Cruz Garza, matrícula # 613612 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.


El Comité de Tesis



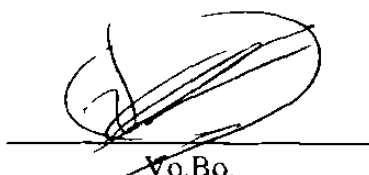
Asesor
M.C. Liborio A. Manjarrez Santos



Coasesor
M.C. Roberto Elizondo Villarreal



Coasesor
M.C. Alejandro Aguilar Meraz



Vo.Bo.
M.C. Roberto Villarreal Garza

División de Estudios de Post-Grado

San Nicolás de los Garza, N.L. a Junio del 2001.

Prólogo.

Desde mediados de la década de los 90's la globalización de los mercados ya no es sólo una tendencia, sino es toda una realidad. El entorno al que se enfrentan las compañías mexicanas es un entorno de alta competitividad en un ambiente global.

Este entorno de alta competitividad, ya no sólo con la competencia nacional sino también con la internacional, realmente pone en riesgo la supervivencia de las compañías si no hacen algo al respecto, es decir, la guerra por ganar mercado lleva muchas veces a mantener precios por gran periodo de tiempo incluso hasta bajar los mismos con tal de vender y mantenerse a pesar de los procesos de inflación e incremento de precio de materias primas.

El primer objetivo de cualquier empresa incluso antes de ganar dinero es precisamente su supervivencia, por tal motivo la palabra clave de poder lograr que lo anterior se de sin poner en riesgo dicha supervivencia es productividad. No hay manera de sobrevivir en un ambiente de competencia mundial si no se es productivo. Actualmente en las empresas que tienen competencia mundial es imperativo producir más con menos recursos o al menos con los mismos.

En muchas de las ocasiones las empresas, debido a vicios operativos o desconocimiento de sus procesos, producen muy por abajo de su capacidad instalada y para cubrir la demanda requerida se sigue invirtiendo ya sea en recurso material o humano elevando por consecuencia el costo de su producto. En otras palabras tienen un proceso improductivo y no explotan las oportunidades que tienen para abatir costos.

El contenido de este estudio es presentado a través de 4 capítulos. En los primeros dos capítulos se describe la problemática del caso en estudio y los antecedentes del mismo. En la segunda parte del estudio, se describen y explican los pasos a seguir para resolver la problemática planteada.

El desarrollo de este estudio ha sido influenciado por dos factores. En primer lugar las experiencias y opiniones obtenidas durante las materias cursadas en clase y el segundo ha sido la necesidad de mejora en la planta que actualmente adminstro.

Indice.

	Página
Sintésis	1
1.- Introducción.	3
1.1.- Descripción del problema	3
1.2.- Objetivo de la tesis	5
1.3.- Hipótesis.	5
1.4.- Límites del estudio.	6
1.5.- Justificación del trabajo de tesis	6
1.6.- Metodología	7
1.7.- Revisión Bibliográfica	7
2.- Sincronización de Operaciones.	9
2.1. Introducción	9
2.2. Flujo de materiales-Clasificación de plantas	11
2.3. Teoría de Restricciones.	16
2.3.1. Surgimiento de la Teoría de Restricciones	16
2.3.2. Definiciones	18
2.3.3. Meta de las empresas manufactureras	19
2.3.4. El proceso de decisión de la Teoría de Restricciones	20
2.3.5. Principios de acción	22
2.4. Sistema logístico Tambor-Amortiguador-Cuerda (TAC)	23
2.4.1. Descripción del sistema TAC	23
2.4.2. Definiciones y conceptos	28
2.4.2.1. Tambor	28
2.4.2.2. Amortiguador	28
2.4.2.3. Cuerda	30
2.4.3. Características particulares del TAC	32
2.4.4. Ventajas y beneficios del TAC	32
2.4.5. Causas de fracaso o insatisfacción	33

3.- Caso práctico "Análisis del flujo y capacidad de la línea de tanques"	34
3.1. Definición del proyecto	34
3.2. Determinar la situación actual	36
3.2.1. Organización de Mano de Obra directa.	36
3.2.2. Capacidad demostrada vs instalada	37
3.2.2.1. Descripción del proceso de fabricación.	38
3.2.2.2. Estudio de tiempos	40
3.3. Analizar hechos y datos en base a la "Teoría de Restricciones".	74
3.3.1. Identificar las restricciones del sistema	75
3.3.2. Explotar la restricción	76
3.3.3. Subordinar las no restricciones	77
3.3.4. Elevar la capacidad de la restricción	78
3.3.4.1. Resolver el problema mediante la ruta de la calidad	78
3.3.4.2. Reglas de Operación para la Fábrica de tanques pedestales	84
4.- Conclusiones y recomendaciones.	88
4.1. Conclusiones	88
4.2. Recomendaciones	90
Bibliografía.	91
Listado de Tablas	92
Listado de Figuras.	93
Apéndice A El fenómeno del palo de Hockey	94
Apéndice B Juego de Herramientas para mejorar operaciones	96
Apéndice C Glosario de Términos	101
Resumen autobiográfico.	102

Síntesis.

El origen de este estudio se fundamenta en la necesidad de buscar que la parte operativa de las empresas (producción) sea lo más productiva posible y encontrar el camino más adecuado para conseguirlo, es decir, determinar a ciencia cierta si se requiere o no inversión en equipo, tecnología u otro tipo de recursos para cumplir con la demanda del mercado, y si es así, saber exactamente qué y en dónde requerimos llevar acabo dichas inversiones, de manera de no realizar gastos inútiles de dinero y que no vaya a funcionar como se espera.

El primer paso por lo tanto debe ser conocer la capacidad o capacidades de los recursos actuales paso por paso del proceso y una vez que tengamos esta información, determinar si los recursos están correctamente administrados.

Para nuestro caso decidí emplear como metodología la sincronización de las operaciones como estrategia para incrementar la productividad de la planta, por lo tanto estaré definiendo y utilizando los conceptos de teoría de restricciones, tambor, amortiguadores y cuerda (TAC), diagramas del flujo del proceso y estudio de tiempos.

Los conceptos anteriores serán utilizados para poder determinar la capacidad instalada en la planta y las reglas de la operación necesarias para lograr el objetivo mencionado con anterioridad de incrementar la productividad de la misma.

El estudio empieza en su primera parte describiendo la problemática en cuestión, el objetivo que se pretende alcanzar, la hipótesis del problema, las limitantes del estudio y la metodología propuesta para analizar dicha problemática.

En la segunda parte se explican los conceptos de teoría de restricciones, tambor, amortiguador y cuerda de manera de se pueda entender y aplicar dichos conceptos con el objetivo de provocar un flujo ágil y sostenido de nuestro producto a lo largo del proceso y satisfacer oportunamente los compromisos con nuestro cliente interno y por ende con nuestro cliente final.

En la tercera parte del estudio se utilizan los anteriores conceptos junto con algunas herramientas auxiliares como lo son el diagrama de flujo y el estudio de tiempos y se aplican en un caso práctico de manera de poder ejemplificar más explícitamente dichos conceptos para posteriormente, en la cuarta y quinta parte respectivamente, analizar los resultados obtenidos y mencionar las conclusiones y recomendaciones la las que llegaré.

1. Introducción.

1.1. Descripción del problema a resolver

El caso en estudio se desarrolla en una empresa dedicada a la manufactura y venta de transformadores de energía eléctrica que trabaja bajo el concepto de fábricas focalizadas, esto es, varias fábricas o líneas de producción dentro de la empresa que entregan un subproducto a una última fábrica para producir el producto final.

Dicha empresa está dividida en 2 líneas de producto los cuales son: transformador tipo poste, son los que vemos colgados en las posterías que forman la red eléctrica y los transformadores tipo pedestal cuya característica es que se instalan a nivel de piso o subterráneamente.

El transformador de energía eléctrica se compone básicamente de un núcleo y una bobina los cuales son ensamblados dentro de un tanque que se llena de aceite que actúa como medio aislante y de enfriamiento.

Las fábricas que forman la compañía son precisamente la fábrica de núcleos, la fábrica de bobinas, la fábrica de tanques pedestales y la fábrica de Ensamble. Es, precisamente en la fábrica de tanques pedestales, el área en donde enfocaré este estudio.

La fábrica está dividida en 3 áreas fundamentalmente; estas áreas son:

- El área de máquinas donde se transforma la materia prima que llega en forma de rollos de diferentes calibres y anchos, en las diferentes piezas que forman el tanque pedestal.
- El área de soldadura en donde se unen dichas piezas.
- El área de pintura donde se recubre el tanque para evitar la corrosión y dar el acabado deseado.

La cantidad de unidades producidas en dicha fábrica de tanques pedestales es solamente el 25% de la capacidad instalada, lo que provoca que para satisfacer la demanda requerida por la línea de ensamble se esté laborando en tres turnos, consecuentemente gastando más energía (electricidad y gas) y tener diversos problemas con la secuenciación por la comunicación no efectiva. Aún y cuando se labora tres turnos sólo se está cumpliendo al 90% de la demanda actual requerida (60 tanques diarios) provocando atrasos en las fechas compromiso de embarque. La fuerza de ventas de la compañía está demandando el doble de transformadores de este tipo por lo que se tiene que doblar la producción actual, es decir, 120 unidades diarias y es el área de tanques pedestales la que está frenando dicho crecimiento ya que la capacidad real demostrada por las otras fábricas pueden cumplir con esta demanda.

1.2. Objetivo de la tesis

La presente tesis tiene como finalidad diseñar un procedimiento de operación de la fábrica que ayude a incrementar la cantidad de producción y mantener un flujo ágil y sostenido del producto. El objetivo general es que, utilizando la teoría de restricciones, pueda determinar las reglas de operación a seguir en el área de manera que sea posible satisfacer oportunamente la demanda requerida por nuestro cliente interno y lograr el crecimiento deseado.

1.3. Hipótesis

En muchas de las plantas que existen en la industria es muy común que se esté produciendo muy por debajo de la capacidad que tienen instalada debido a que se tiene una operación desordenada, desincronizada y sin reglas claras para operar, lo que en muchas ocasiones provoca que para obtener más producción se invierta todavía más en maquinaria, equipo y personal.

Una operación desordenada provoca que el flujo de producción se vaya reteniendo en distintas partes del proceso y que no fluya de manera sencilla y continua, provocando así que la cantidad producida o el "output" esté por debajo de lo esperado.

La presente tesis tiene como finalidad el demostrar que teniendo una operación sincronizada, ordenada y con reglas de operación claras, es posible incrementar la productividad de la línea en al menos un 90% de su capacidad instalada, evitando así, los problemas posteriores de demanda de la siguiente etapa en el proceso (Ensamble).

Lo que trataré de demostrar en esta tesis es que precisamente antes de tomar decisiones en cuanto a inversión, es necesario voltear hacia el proceso actual, medirlo, encontrar las restricciones, explotar dichas restricciones, balancear el flujo y definir reglas claras de operación para que de esta manera podamos obtener el mayor provecho a lo que ya tenemos.

1.4. Límites del estudio

El estudio se llevará al cabo en la División Distribución en la empresa PROLEC GE SA de CV. El giro de esta empresa es la manufactura y venta de transformadores de energía eléctrica.

El estudio aplica para la línea de producción de tanques pedestales de dicha compañía.

El producto en el que se basará el estudio es el tanque tipo pedestal para exportación.

1.5. Justificación del tema de tesis

La mala planeación en las plantas, el crecimiento desordenado y los vicios operativos así como el desconocimiento de la capacidad en cada punto del proceso en una planta o línea de producción origina que se vaya desperdiciando la capacidad instalada que se tiene y el flujo de producto se retenga.

A lo largo del estudio mostraré precisamente todas estas retenciones de flujo o bloqueos de capacidad para que una vez que los tenga identificados, atacar cada problema en específico logrando de esta manera, se libere dicho flujo y se incremente el mismo.

1.6. Metodología a seguir

Este tratado está basado en la teoría de las restricciones y la estrategia de tambor, amortiguadores y cuerdas en el proceso de productivo. Para lograr identificar dichas restricciones y definir las reglas operativas utilizaremos la siguiente metodología:

- Diagrama de flujo del proceso.
- Estudio de tiempos del proceso.
- Analizar la información obtenida.
- Establecer acciones.
- Ejecutar acciones.
- Verificar resultados.
- Definir e implantar indicadores

1.7. Revisión Bibliográfica

El concepto de esta tesis está basado en la Teoría de Restricciones que maneja Eliyahu M Goldrat. Este autor explica dicha teoría en varios de sus libros, entre los cuales podemos resaltar “La meta”. En este libro el autor va relatando en forma de novela la problemática del personaje principal y de

la compañía que maneja y va explicando de manera muy lógica y sencilla los conceptos fundamentales de la Teoría de restricciones.

Otra de sus publicaciones es “La carrera” en donde a diferencia del anterior mencionado presenta en forma muy específica y se puede decir que más técnica dichos conceptos.

La diferencia entre estas publicaciones y la presente tesis estriba en que en este estudio se incluye un caso práctico y proporciono al lector algunas herramientas de cómo aplicar los conceptos y pasos de la Teoría de Restricciones.

Existen algunas otras publicaciones del mismo autor las cuales no he tenido oportunidad de leerlas, si embargo se proponen en los anteriores de manera de ampliar los conocimientos de la técnica. Dichas publicaciones son “No fue la suerte”, “El síndrome del pajar” y “La cadena”.

2. Sincronización de Operaciones.

2.1. Introducción

El concepto de “Sincronización de Operaciones” lo podemos definir como el conjunto de principios y procedimientos que permiten una integración efectiva de los esfuerzos que cada una de las áreas de la empresa realiza teniendo como objetivo la búsqueda del mayor rendimiento global de la compañía. En otras palabras como hacer que las distintas áreas de una empresa converjan en un objetivo común, la rentabilidad del negocio.

El propósito es provocar un flujo ágil y sostenido de materiales a lo largo del sistema productivo de manera que sea posible satisfacer oportunamente compromisos con el mercado y al mismo tiempo obtener un alto rendimiento económico para la empresa.

La problemática de la sincronización de operaciones la podemos plantear en forma general como sigue:

Materiales \longrightarrow Recursos y Operaciones \longrightarrow Productos \longleftrightarrow Ordenes del cliente

En donde existen varios elementos tal como la variedad en materiales y productos, recurso limitados, volumen de ordenes y la cantidad y secuenciación de operaciones. Estos elementos son fundamentales para tomar las decisiones básicas de ¿Qué producir?, ¿Cuánto producir?, ¿Secuencia de producción?, ¿Cómo provocar que todo suceda?, ¿Cómo detectar y corregir desviaciones?.

Como mencionamos anteriormente si el propósito es provocar un flujo ágil y sostenido de materiales a lo largo del sistema, tenemos que establecer y hacer cumplir lo siguiente:

- Reglas claras de planeación de la producción para los distintos tipos de productos que se fabrican.
- Definición de los requerimientos de inventario (ubicación magnitud y manejo).
- Identificación de los recursos críticos de la empresa y una clara definición de la manera de ser administrados.
- Reglas de secuenciación de productos y de tamaños de lote para la creación de programas detallados de producción.
- Procedimientos de liberación de materiales a piso.
- Indicadores de desempeño y reglas de decisión para ejercer acciones de control.

Los objetivos finales que perseguimos al establecer la estrategia de la sincronización de operaciones son:

COMPETITIVIDAD

- Entrega de pedidos completos y a tiempo.
- Predictibilidad y confiabilidad en surtimiento.
- Menor tiempo de respuesta al mercado.
- Información veraz al cliente.

RENTABILIDAD

- Incrementar ventas con los mismos recursos.
- Reducción de inventarios.

Como podemos ver, los objetivos que se pretenden al establecer la estrategia de sincronización de operaciones son los mismos que persigue cualquier empresa con fines de lucro y que al final de cuentas le permitirán subsistir ante la feroz y gran competencia que existe actualmente en un mercado globalizado y también ganar dinero.

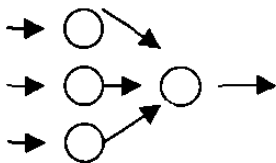
2.2. Flujo de materiales- Clasificación de plantas

Para comprender los problemas de la operación de sistemas de manufactura, primero hay que reconocer las interacciones entre los recursos que resultan del flujo de producción. Los recursos que aparecen en las rutas de fabricación de las partes y componentes interactúan entre sí y el flujo que siguen los materiales determina el grado de complejidad del patrón de interacciones.

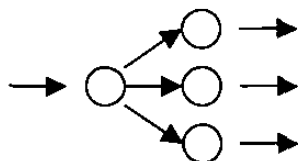
El análisis de las operaciones de manufactura inicia con el desarrollo de un formato que permite la representación del flujo de producción. La configuración general que describe el flujo y las interacciones entre los procesos conforman el “Diagrama de Flujo del Proceso”, herramienta básica determinar la clasificación de la planta.

Esta clasificación se hace tomando en cuenta las interacciones de los recursos, operaciones y productos de las plantas. Estas interacciones determinan el desempeño de la planta y su clasificación, ofrece una guía valiosa para entender la problemática de manera que podamos definir acciones de mejora.

En la definición del flujo del proceso podemos encontrar:



Puntos de convergencia: cuando en un recurso donde se realiza una operación se requiere dos o más partes/materiales.

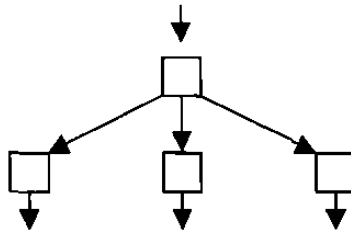


Puntos de divergencia: al realizar una operación en un recurso, el material tiene diferentes opciones de transformación.

En base a su actividad, las plantas industriales se pueden identificar como básicas, convertidoras, fabricantes y ensambladoras. Las plantas básicas se refieren a las que extraen materias primas, las convertidoras se dedican a la fabricación de bienes semiterminados, las fabricantes producen bienes finales o destinados a las plantas ensambladoras.

En base al flujo de proceso, se pueden clasificar como V, A, T y combinadas.

Plantas tipo V: Una pieza puede ser transformada en muchas otras piezas distintas en cada etapa del proceso (Puntos de divergencia). Esta clasificación agrupa a las plantas que son productores básicos, convertidores y fabricantes.



Las características generales de este tipo de plantas son:

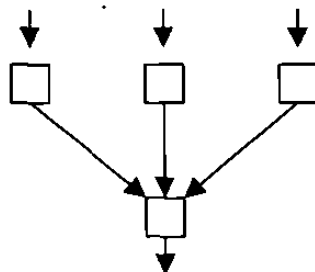
- El número de productos terminados es grande comparado con el número de materias primas.
- Todos los productos son fabricados esencialmente de la misma manera.
- El proceso es intensivo en capital y altamente especializado.
- Los productos generalmente comparten los mismos recursos en cada etapa del proceso.
- Se tienen puntos de divergencia a lo largo del proceso
- Ejemplos: Textiles, vidrio, acero, plásticos.

La problemática de este tipo de plantas es la siguiente:

- Frecuente deslocalización de material en puntos de divergencia al transformar un material en forma equivocada generándose así, sobreactivación de recursos e inventario innecesario de productos en proceso y terminados.
- Frecuentes faltantes de producto correcto y largo tiempo de respuesta generando problemas de servicio.
- Los responsables de Producción se quejan de aparentes cambios constantes de la demanda y Ventas se quejan de la lentitud de respuesta por parte de manufactura.
- Se intenta sin éxito mejorar el servicio produciendo para inventario.
- Se intenta reducir costos usando equipos especializados de alto volumen y poca flexibilidad.

Para estos casos conviene tener el inventario un paso antes de los puntos de divergencia. Comúnmente se utilizan subensambles maestros, ejemplo, rollos maestros. El problema es que no siempre se puede hacer esto.

Plantas tipo A: Dos o más piezas son ensambladas para integrar un sólo subensamble o producto final a lo largo del proceso productivo. Estos tipos de plantas están dominadas por puntos de convergencia, es decir, por operaciones de ensamble.



Las características generales de este tipo de plantas son:

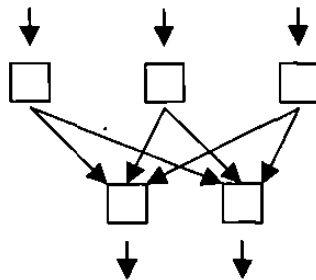
- Poca variedad de productos terminados en relación a la diversidad de componentes que se ensamblan durante su fabricación.
- Las partes componentes tienden a ser únicas y específicas para los diferentes productos terminados.
- Las rutas de los procesos productivos de las distintas partes son diferentes entre sí.
- Los equipos usados en los procesos de manufactura generalmente son de uso múltiple.
- Se tienen puntos de convergencia a lo largo del proceso
- Ejemplos: Motores, arneses, transformadores.

La problemática de este tipo de plantas es la siguiente:

- Se incurre en deslocalización de recursos al fabricarse partes que no se necesitan en lotes grandes para aprovechar los tiempos de preparación, lo que provoca que el material fluya en grandes "olas".
- En las operaciones de ensamble continuamente existen faltantes.
- La mano de obra incurre en tiempos de ocio y después requiere de importantes cantidades de mano de obra.
- Utilización de recursos es insatisfactoria debido a los tiempos muertos provocados por los faltantes.
- Los cuellos de botella de producción pueden moverse continuamente por toda la planta. La operación por lo general parece estar fuera de control.
- Hay inventario en proceso, entregas atrasadas y expeditación intensiva por toda la planta.

Plantas tipo T: una cierta cantidad de partes pueden ser ensambladas entre sí en muy diversas combinaciones generando una gran variedad de productos.

Al igual que las plantas tipo A, este tipo de plantas son ensambladoras pero con la diferencia de que el ensamble se realiza a partir de componentes comunes o familias de productos. Aquí se tiene gran cantidad de variaciones en los productos terminados en su acabado o empaque.



Las características generales de este tipo de plantas son:

- Se tienen puntos de convergencia y divergencia al final del proceso (ensambles divergentes).
- Las partes son elementos comunes para la generación de muchos diferentes productos terminados.
- El proceso productivo de las partes generalmente no incluye puntos divergentes o procesos de ensamble.
- Los procesos productivos de las distintas partes por lo general son diferentes entre sí.
- Ejemplos: Válvulas, vajillas, bombas.

La problemática de este tipo de plantas es la siguiente:

- Continua deslocalización de materiales en las operaciones de ensamble como consecuencia del “robo de componentes”.
- Altos inventarios de componentes y productos terminados.
- Pobre cumplimiento de fechas de entrega (antes o después de lo debido).
- Tiempos de respuesta de fabricación largos
- Sobrecarga de trabajo en los recursos para compensar los componentes “robados”.
- Utilización insatisfactoria de recursos en fabricación.

Plantas combinadas: las plantas combinadas son aquellas con alto nivel de integración vertical y en algunos segmentos se distinguen dos o los tres tipos anteriores de planta. El procedimiento para identificar las interacciones es similar a los anteriores. Sólo hay que recordar que las plantas V están dominadas por puntos de divergencia, las tipo A por puntos de convergencia y las plantas tipo T, como las A, no exhiben divergencia en la producción de los componentes.

2.3. Teoría de restricciones

2.3.1. Surgimiento de la teoría de restricciones

Como hemos mencionado, la administración actual de la manufactura se dificulta en virtud de que existe una gran incertidumbre en las interacciones que existen entre la empresa y su medio ambiente como resultado de la carrera competitiva.

El problema se complica aún más debido al tipo de información requerida en el proceso de toma de decisiones. En la mayoría de los casos, la gran cantidad de variables involucradas que por lo general son de carácter probabilístico y no determinístico, imposibilita la aplicación directa de las técnicas comunes de optimización. Por otra parte, existen dependencias entre las operaciones productivas, esto quiere decir que para fabricar el producto X, una cierta operación A debe completarse antes de avanzar a la operación B, estas dependencias forman redes y no siempre es fácil de encontrar una óptima programación y secuenciación de las operaciones.

La complejidad de los sistemas de manufactura ha tenido como consecuencia una administración basada en la experiencia y en la intuición, no en un proceso sistemático de evaluación y reflexión.

Si la complejidad del sistema es realmente el problema, entonces deberíamos tratar de simplificar el ambiente de manufactura o al menos reducir la cantidad de información requerida en su planeación y control. El problema de toma de decisiones en un ambiente de manufactura se debe redefinir como una dificultad para detectar los aspectos más significantes usando únicamente la información más relevante.

La teoría de restricciones surge a principios de los 1980's a partir de la idea de que aún en los ambientes más complejos de manufactura, únicamente muy pocas áreas son cruciales para el desempeño de todo el sistema, por lo que los administradores de operaciones deben enfocar su atención en dichas áreas de manera que las decisiones resulten mejores y lógicas y aumenten la ventaja competitiva del sistema de manufactura en su conjunto.

La teoría de restricciones es una generalización de la Tecnología de Producción Optimizada (OPT) que es un método heurístico desarrollado en

1978 por Eliyahu M. Goldratt, para obtener un programa de producción factible y satisfactorio en un ambiente de manufactura. El nombre de OPT se deriva del hecho de que “la suma de los óptimos locales es diferente del óptimo global”, que es muy conocido en las matemáticas y en la teoría de sistemas. En términos prácticos, una mejora en un elemento de una organización, no necesariamente implica que toda la organización haya mejorado en su conjunto.

La teoría de restricciones reconoce la importancia de los cuellos de botella (maquinaria y/o equipo con capacidad productiva limitada) existentes en los ambientes de manufactura y se enfoca a situaciones en donde el sistema de producción no tiene suficiente capacidad productiva, en otras palabras donde la demanda es mayor que la capacidad productiva.

La teoría de Restricciones no sólo reconoce que los elementos críticos de una organización de manufactura pueden ser maquinaria o equipo, sino también el mercado potencial, las políticas internas o problemas logísticos entre otros.

2.3.2. Definiciones

Antes de adentrarnos en el proceso de la teoría de restricciones es importante definamos varios conceptos utilizados en esta metodología, de manera que nos vayamos entendiendo dichos conceptos.

- **Restricción:** cualquier elemento que le impide al sistema mejorar en relación con la meta, es decir que impide a la organización generar más dinero a través de ventas.
- **Recurso restricción de capacidad (RRC):** cualquier recurso que al no ser apropiadamente programado y manejado, causará que el flujo real de productos en la planta difiera del planeado en cantidad y tiempo.
- **Cuello de botella:** cualquier recurso productivo cuya capacidad disponible es insuficiente para absorber la carga de trabajo que le impone la demanda.

2.3.3. Meta de las empresas manufactureras

La meta de una empresa manufacturera es sólo una:

“ Generar dinero ahora y en el futuro a través de vender productos bajo condiciones impuestas por: Clientes, proveedores, empleados, gobierno, comunidad y otros”.

Para lograr dicha meta la Teoría de Restricciones propone tres medidas operativas que son: La facturación, el Inventario y los Gastos Totales de Operación.

Facturación: es la tasa de generación de dinero por el sistema a través de las ventas. No es lo que se produce ya que si se ha producido algo y no se ha realizado su venta no es facturación.

Inventario: es todo el dinero que el sistema invierte en comprar cosas que luego intenta vender, es decir, el valor del activo total.

Gastos de operación: es todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en facturación. Incluye no solamente el costo directo de fabricación (sin considerar materias primas), sino también los gastos de administración, ventas y el costo integral de financiamiento.

2.3.4. El proceso de decisión de la Teoría de Restricciones

La Teoría de Restricciones establece que para desarrollar eficientes estrategias de manufactura así como para administrar adecuadamente las operaciones, es necesario concentrarse en los aspectos más críticos de la organización siendo éstos los que determinan su desempeño global.

Para aclarar el punto anterior, es claro que si no existieran puntos críticos o restricciones en las organizaciones, su desempeño sería limitado. De aquí surge la idea de que siempre hay algo que limita a la empresa hacia la obtención de mejores resultados. Por tanto, cada organización debe tener una restricción o un conjunto muy limitado de restricciones por lo que el primer paso del proceso de decisión es:

1. Identificar las restricciones del sistema.

Una restricción es algo que limita a la empresa hacia un mejor desempeño. Identificar una restricción significa que tengamos alguna apreciación de la magnitud de su impacto en el desempeño global.

2. Explotar la restricción.

Al decir explotar lo que queremos dar a entender es que hay que aprovechar al máximo dicha restricción, es decir, lo que se pretende es que la operación de dicha restricción esté siempre activa.

3. Subordinar las no-restricciones

Es necesario cuidar los otros recursos que no son restricciones para poder llevar a cabo el paso 2, es decir, que el resto de los recursos debe trabajar de manera de proveer al recurso crítico las cantidades requeridas por éste, ya que si no es así estaríamos aumentando innecesariamente el inventario y esto iría contra la meta.

4. Elevar la capacidad de la restricción

Además de mantener la operación de la restricción siempre activa, el objetivo es incrementar la capacidad de dicha restricción para ubicar el flujo en un nivel más alto. Es probable que al elevarla capacidad de la restricción actual ésta deje de serlo y la restricción se “mueva” a otro punto del sistema.

5. Volver al paso 1

Si se rompe una restricción, es claro que el desempeño de la organización mejorará y surgirá una nueva restricción y tenemos que ahora enfocar los esfuerzos para la nueva restricción. Es importante tener los indicadores adecuados para poder visualizar cuando suceda esta situación y estar en camino de una mejora consistente.

Precaución: Es muy importante evitar que la inercia devuelva al sistema a su estado anterior.

2.3.5. Principios de acción

- I. No enfocarse en balancear recursos, sino en sincronizar el flujo de los productos.
- II. El valor del tiempo en un recurso que es restricción es tanto como la ganancia que genera a la compañía los productos procesados en dicho recurso.
- III. El valor del tiempo en un recurso que no es restricción es insignificante.
- IV. El nivel de utilización de un recurso que no es cuello de botella está determinado por las restricciones del sistema.
- V. Los recursos deben ser aprovechados no simplemente activados.
Activación se refiere al empleo de cualquier recurso o centro de trabajo para procesar material o productos. Los recursos activados no agregan valor a la compañía.
Aprovechamiento se refiere a la activación de recursos cuando contribuyen positivamente en la generación de valor agregado de la compañía.
- VI. El tamaño del lote de transferencia no necesita, y en muchos casos no debe, ser igual al lote de proceso.
Lote de proceso. Cantidad de piezas iguales que son procesadas en una operación de forma continua.
Lote de transferencia. Cantidad de piezas iguales que son transportadas simultáneamente entre una operación y otra.
- VII. El tamaño del lote de proceso puede variar a lo largo de su ruta y a través del tiempo.

2.4. Sistema Logístico Tambor-Amortiguador-Cuerda (TAC)

2.4.1. Descripción del sistema TAC

Fabricación sincronizada es cualquier forma sistemática de mover el material rápidamente y sin perturbaciones a través de los diferentes recursos de la planta en conjunción con la demanda del mercado. Los japoneses han utilizado el ejemplo de un río para caracterizar el flujo suave que se intente conseguir. El material debe fluir como el arroyo hacia el afluente, el afluente hacia el río y el río hacia el mar, sin presas ni discontinuidades que interrumpan el flujo. Existen varios tipos de sistemas logísticos para planificar y programar la adquisición, producción y distribución de materiales para examinar estos sistemas se propone la analogía de la tropa.



Fig. 2.4.1. Analogía de la Tropa

Una columna de soldados es muy similar a una fábrica. Los soldados equivalen a los recursos productivos, el primero recibe la materia prima (el camino sin andar), este material (el camino ya recorrido) es luego procesado por los soldados siguientes. La columna utiliza recursos para recibir materia prima, procesarla y producir un producto terminado, igual que una planta real.

En esta analogía, el inventario en curso es simplemente la distancia entre el primero y último soldado. Cuando la columna empieza su marcha, los soldados están agrupados, pero al cabo de una cierta distancia se ha producido una dispersión que continúa creciendo conforme avanza la marcha.

Esta dispersión es un fenómeno natural que se produce no sólo en esta analogía, sino también en actividades tan diversas como una procesión o una fábrica. La dispersión es provocada por la combinación de sucesos dependientes (actividades que debe ser hechas secuencialmente) y fluctuaciones estadísticas. La dispersión (producción de inventario) que se genera bajo estas condiciones puede ser demostrada matemáticamente.

El problema de reducir el inventario en curso sin perjuicio de la facturación se puede formular de acuerdo con esta analogía de la siguiente forma: ¿cómo disminuir la dispersión de la columna sin reducir la velocidad de la misma?. En la actualidad, los dos sistemas logísticos que han resultado ser los más adecuados para tener un flujo uniforme de producción son en línea y Just in Time.

La clave de estos dos sistemas no radica en que utilizan bandas transportadoras como equipo de manejo de materiales o un sistema de información tipo "kanban" (tarjetas), sino que las bandas y los "kanbans" son mecanismos para establecer un buffer (colchón) de inventario predeterminado (longitud de la cuerda entre cada dos puestos de trabajo). En la línea de ensamble es la capacidad de la banda transportadora entre dos operaciones. En el sistema JIT es el número de "kanbans", una por cada contenedor de piezas, que son predeterminadas para ser utilizadas entre dos operaciones.

El buffer dice al operario de cada puesto cuándo debe trabajar y cuándo no debe trabajar. Cuando el buffer está lleno, el operario del puesto anterior para; cuando no está lleno trabaja. En estas dos soluciones similares, el flujo de

trabajo está sincronizado de forma que el inventario es bastante bajo comparado con las formas tradicionales de producción.

Sin embargo también este sistema tiene su riesgo y éste es que cualquier problema significativo en alguno de los puestos de trabajo puede provocar el paro de todo el sistema y por lo tanto se ve en peligro la facturación. Esta es la razón principal por la que se presta especial atención en estos sistemas a reducir las fluctuaciones y perturbaciones del flujo del material. Las máquinas tienen que ser mucho más confiables, el tiempo de preparación tiene que ser reducido y predecible, las sobrecargas de producción tienen que prevenirse, etc., es decir, las fábricas que utilizan estos sistemas logísticos no deben operar a su máxima capacidad de diseño.

Conseguir la eliminación de todos estos problemas no es una tarea trivial, requiere un proceso casi siempre muy lento, similar al ajuste de una línea de ensamble. Reducir las fluctuaciones en el sistema "kanban" no es menos importante y a veces se necesitan años para reducir las de forma que el sistema pueda funcionar con seguridad.

La solución occidental convencional consiste en que los recursos que marcan el paso de todos los demás son aquellos que realizan las primeras operaciones del proceso de fabricación, recordando que cuando un operario no tiene nada que hacer, se le encuentra más material para trabajar. El resultado es un inventario considerablemente más alto que el sistema de cadena, pero con la ventaja de que están aparentemente protegidas las ventas. Desgraciadamente, se pretende proteger las ventas actuales a costa de sacrificar la posición competitiva en el mercado, las ventas futuras. Lo contrario que el sistema justo a tiempo.

En el sistema justo a tiempo, el ritmo de producción lo dicta la demanda del mercado. El lanzamiento de materias primas a la planta es el resultado de

una reacción en cadena iniciada cuando la operación final suministra producto terminado para el mercado. Cuando los productos acabados son enviados al cliente, la operación final los repone, procesando una cantidad equivalente de material del buffer existente entre ésta y la operación precedente, que a su vez ha de reponer el material que ha salido de dicho buffer. Esta reacción en cadena hace que se lance a la planta una cantidad de materia prima equivalente a la demanda. Esto se hace mediante un tipo de señales visuales o tarjetas "kanban".

En esta solución el inventario está limitado por la longitud de las cuerdas ("buffers" predeterminados) y es más bajo que en la solución occidental.

Las ventas actuales están en peligro si ocurre alguna perturbación significativa, pero a largo plazo el inventario más bajo asegura las ventas futuras a través de la ventaja competitiva.

La teoría de restricciones propone un sistema logístico denominado Tambor-Amoortiguador (buffer)-Cuerda (del inglés Drum-buffer-rope). Puesto que el soldado más lento es el que determina la marca que puede seguirse, si permitiéramos al primero en la columna ir más rápido que él, sólo conseguiríamos dispersarlos. ¿Por qué no atar una cuerda a ambos?. Esta es una solución para sincronizar la planta.



Fig. 2.4.2. Tropa atada por una cuerda

Los soldados que marchan detrás del más lento pueden ir más deprisa que él y por tanto, estarán siempre pisándole los talones. No habrá dispersión en esa parte de la columna.

El primer soldado puede ir a velocidad mayor al más lento, pero la cuerda le obliga a marchar de acuerdo con éste. Los soldados situados entre ambos son más rápidos que el más lento, así el único hueco se producirá justo delante del más lento. El tamaño de este hueco estará predeterminado por la longitud de la cuerda que hayamos puesto.

Ahora supongamos que uno de los soldados detrás del más lento tiene un problema y se detiene durante un momento. En el sistema occidental y justo a tiempo, toda la columna se detendrá al poco tiempo. Con el sistema TAC, la marcha del soldado más lento puede continuar sin problemas. Se producirá cierta dispersión (inventario) debido a esta perturbación, pero puesto que los soldados que siguen al más lento son más rápidos, podrán alcanzarle en poco tiempo. La dispersión es temporal y no hay disminución en la marcha global de la columna (facturación).

Ahora bien en el caso de que se detenga durante un lapso un soldado delante del más lento, siempre que continúe la marcha antes de que el más lento haya cubierto el hueco, no se producirá ningún perjuicio en la columna.

El hueco delante del soldado más lento sirve como buffer contra las perturbaciones originadas por los soldados que le preceden. Haciendo que el recurso correspondiente a la primera operación procese material de acuerdo a las necesidades del recurso limitante y concentrando el inventario justo antes de este último, se tiene un nivel de inventario aún más bajo que con Justo a tiempo y la facturación está mejor protegida.

Como hemos visto, el Tambor se refiere a que el ritmo de la columna de soldados lo dicta el soldado más lento. El Buffer es la distancia expresada en función del tiempo para solventar cualquier eventualidad, entre el soldado más lento y el que le precede. La Cuerda es la distancia entre el soldado más lento y el primero en la columna expresada en función del buffer de tiempo.

2.4.1. Definiciones y Conceptos

2.4.2.1. Tambor

Es un mecanismo de programación de la producción que establece el ritmo de trabajo en una planta a través de su producto más importante. En el programa Maestro de Producción se detalla Qué, Cuanto y Cuando producir en los Recursos que son Restricciones de Capacidad (RRC). Es importante desarrollar un programa maestro de producción consistente con las restricciones del sistema. El objetivo es desarrollar un programa maestro de producción consistente con las restricciones del sistema.

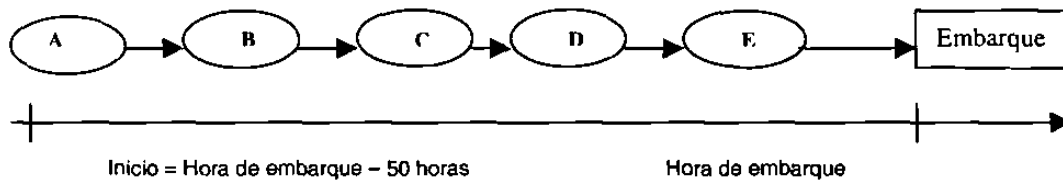
2.4.2.2. Amortiguador

Amortiguador (Buffer en Inglés) es un mecanismo de protección del flujo de productos contra las distorsiones que el programa de producción podría sufrir como consecuencia de los eventos adversos inesperados que ocurren en la operación.

Al establecer los amortiguadores se establece una cantidad de tiempo suficiente para absorber las desviaciones que pueden ocurrir dentro de cierta normalidad.

No se propone desarrollar un inventario excedente, sino contar con un periodo de anticipación en el programa (buffer de tiempo) que puede provocar cierto inventario adicional en el sistema.

Ejemplo de amortiguador:



Tiempo requerido de proceso =	40 horas
Tiempo planeado =	40 horas
Compromiso de embarque =	Hora 40

Sin usar amortiguador el inicio de la operación A sería:

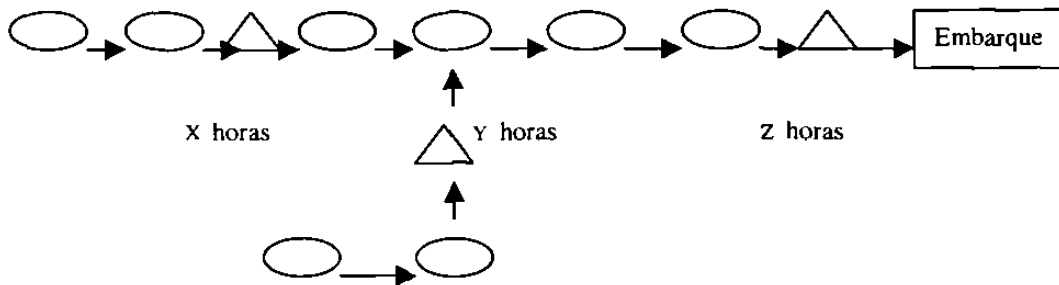
Tiempo de inicio = 40 horas antes del embarque

Si se decide tener un amortiguador de 10 horas el inicio de operación A sería:

Tiempo de inicio = 50 horas antes del embarque

La localización del amortiguador debe ser antes de un RRC y al final de los procesos, pero también puede ser necesario proteger otros puntos por ejemplo se utiliza el amortiguador de ensamble de manera de asegurar que el flujo no sea interrumpido o por las variaciones de entregas de componentes y así de esta manera se evita que la restricción esté brincando de un lado a otro continuamente por las cuestiones de mezcla.

Localización del amortiguador



El tamaño del amortiguador lo dará la experiencia en el uso de amortiguadores en proceso. En teoría el tamaño adecuado es aquel que efectivamente protege el flujo a través del sistema de la ocurrencia de eventos inesperados.

Puede tomarse como punto de partida establecer un amortiguador total equivalente a la mitad del ciclo actual de la compañía. El tamaño del amortiguador debe ser considerablemente más grande que el tiempo neto de operación.

2.4.2.3 Cuerda

Cuerda es un mecanismo que asegura sincronización requerida con todos los recursos que no son restricción de capacidad sin tener que controlarlos en forma individual, sino a través de liberar el material correcto en el momento

adecuado. El objetivo de la cuerda es enlazar el trabajo de todos los recursos con el desempeño planeado en los recursos que son restricción de capacidad (RRC).

Las funciones de la cuerda son:

COMUNICAR

Información relevante, válida y que no sea conocida por el receptor.

CONTROLAR

Existen unos cuantos puntos críticos que deben ser cuidadosamente manejados para poder controlar el sistema.

Puntos críticos del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Puntos de entrada de materiales • RRC • Puntos de divergencia • Puntos de ensamble 	<p style="text-align: center;">;</p> <p>Apegarse estrictamente al programa para no afectar el flujo del sistema</p>
Otras Operaciones	Listas de despacho mostrando la secuencia de los trabajos o prioridades	<p style="text-align: center;">;</p> <p>Hacer el trabajo que se tiene al frente, si existe más de uno, consultar la lista de prioridades</p>

2.4.3. Características particulares del TAC

- El punto de partida es el análisis de los requerimientos para sostener un flujo de materiales en la planta tal que sea posible alcanzar los objetivos globales. Estos requerimientos son qué productos voy a hacer, cuánto, en qué tiempo y cuales son mis restricciones.
- Identificar y resolver los problemas relacionados con aspectos de infraestructura.
- Considera los problemas complejos relacionados con la calidad de la información disponible y los eventos impredecibles de la operación.

2.4.4. Ventajas y beneficios del TAC

- Favorece el aprovechamiento de la capacidad instalada administrando cuidadosamente los recursos críticos.
- Simplificación de la administración de la producción enfocando la atención solamente en los pocos recursos críticos y dejando que los demás recursos trabajen en función del material disponible.
- Facilita el control y seguimiento al programa de fabricación a través de enfocar la atención en los amortiguadores establecidos.
- Orienta las acciones de mejora de manera que los esfuerzos correspondientes resulten más efectivos en términos de resultados para el negocio.
- Incremento al volumen de producción.
- Aprovechamiento de la capacidad.
- Reducción de inventarios en proceso y producto terminado.
- Incremento en el nivel de servicio.
- Reducción del tiempo de entrega de pedidos ("lead time").

2.4.5. Causas de fracaso o insatisfacción

- Desbalanceo inadecuado de capacidad de recursos.
- Insuficiente capacidad de protección en los recursos no restrictivos (No-RRC).
- Cambios frecuentes y no planeados en la mezcla de ventas.
- Falta de disciplina en la ejecución del tambor y cuerdas.
- Vigencia de políticas de máximos locales.

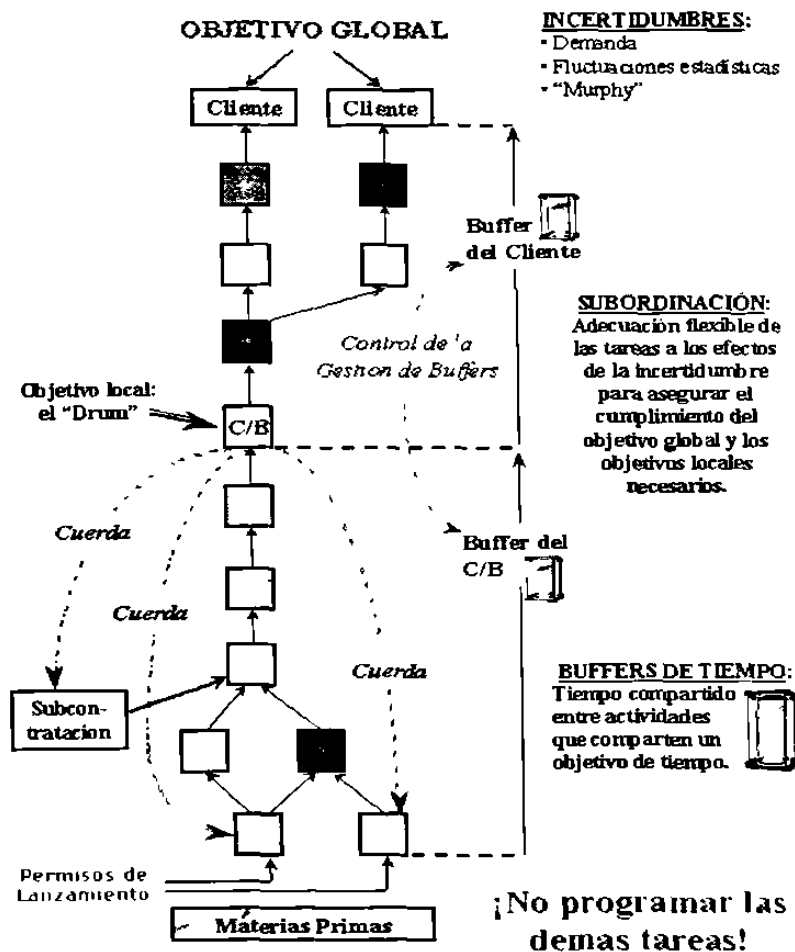


Fig. 2.4.3. Ejemplo del sistema TAC

3. Caso Práctico

“Análisis del flujo y capacidad de la línea de Tanques Pedestales”

3.1. Definición del proyecto

La planta en estudio es una fábrica que procesa lámina de acero al carbón desde calibre 14 (1.8974 mm) hasta calibre 12 (2.65 mm) la cual se transforma, en el área de máquinas, en las diferentes piezas que forman el tanque pedestal, posteriormente dichas piezas se ensamblan y unen en el área de soldadura para pasar después al proceso final de pintura.

Aún y cuando existe variedad en los tamaños y calibres de los tanques para el transformador tipo pedestal que se fabrican en esta línea, el concepto de construcción es el mismo y estas diferencias en tamaños y calibres no es significativa, de manera que al realizar este estudio podemos considerar que es un sólo producto el que se fábrica.

Las instalaciones que forman esta planta se pueden citar como sigue:

- Área de máquinas.
- Área de soldadura.
- Área de pinturas.

Las instalaciones de la planta en cuestión se muestran en la Figura 3.1.1 Lay out de Fábrica de Tanques Pedestales como se puede observar, en dicho esquema, en el área de Máquinas se trabaja por lotes de producción los cuales se van trasladando a cada estación o máquina para su transformación. Posteriormente el producto en soldadura y pintura fluye en línea uno por uno en un flujo natural.

3.2. Determinar la situación actual

3.2.1. - Organización de Mano de Obra Directa.

Actualmente la plantilla de personal está organizada de la siguiente manera: En el área de máquinas se trabaja dos turnos dirigidos cada uno por un supervisor. Cada turno consta de 9 personas; en total son 2 supervisores y 18 operarios.

En el área de soldadura también opera en 2 turnos dirigidos por un supervisor cada turno y con una plantilla por turno de 17 operarios; en total son 2 supervisores y 34 operarios.

El área de Pinturas opera en 3 turnos dirigido cada uno por un supervisor y con una plantilla por turno de 7 operarios; en total son 3 supervisores y 21 operarios.

Las tres áreas son responsabilidad del Líder de Fábrica y en resumidas cuentas la plantilla total del área de 74 operarios y 7 supervisores y lo podemos representar de la siguiente manera:

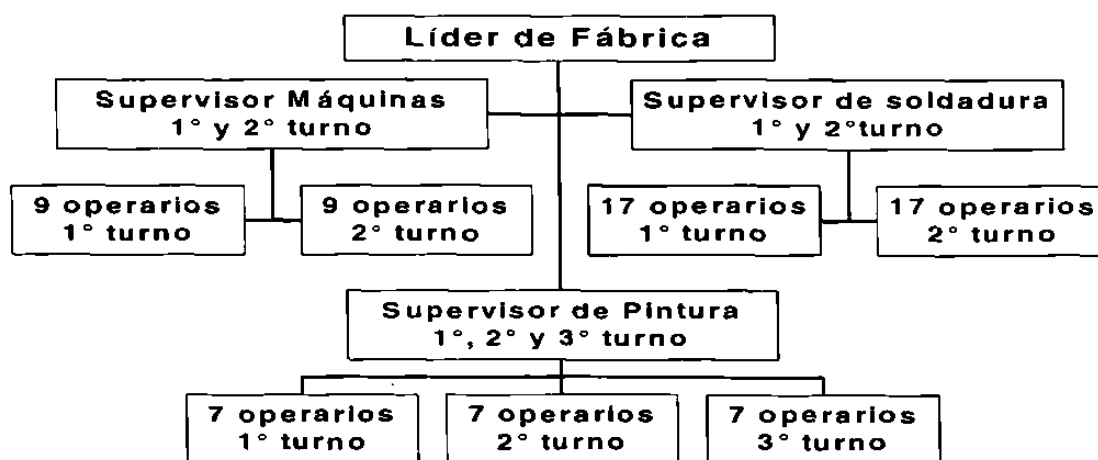


Figura 3.2.1. - Organigrama de Fábrica de Tanques.

3.2.2. - Capacidad demostrada vs instalada.

Los datos de producción de los últimos seis meses arrojan un promedio diario de producción de 60 unidades rolado a 6 semanas. Este nivel de producción no es aceptable ni suficiente para la demanda requerida por el mercado lo que hace imperativo actuar de manera rápida y confiable para elevar el nivel de producción.

Hasta antes de iniciar este estudio no se cuenta con información para determinar o conocer a ciencia cierta la capacidad instalada en todos los puntos de la línea, por lo que tendremos que iniciar por este punto para poder partir de esta base y compararlo con la producción real diaria de la línea.

El plan para determinar la capacidad instalada es el siguiente:

QUE	PORQUE	COMO	CUANDO
Determinar el proceso de fabricación de cada uno de los productos.	Para conocer el flujo de operaciones y actividades que sigue cada producto.	Mediante la entrevista a instructores y supervisores del área.	11/15/00
Diseño y esquema para recolección de tiempos de fabricación.	Para tener un mejor control en la recolección de los tiempos de fabricación.	Mediante la división de la nave en dos secciones y hoja de datos	11/16/00
Recolección de información (tiempos de fabricación)	Para conocer la cantidad de piezas fabricadas en un período de tiempo	Utilizando los diagramas de flujo	12/01/00

Análisis de información. Determinación de matriz Tiempos de estándar de fabricación.	Para visualizar tiempos de fabricación por operación	Relacionando los productos con sus tiempos de operación	12/10/00
Determinar la demanda de personal	Para conocer la necesidad de mano de obra	Utilizando la matriz de "Demanda de piezas"	12/12/00
Determinar la demanda de máquinas	Para conocer la necesidad de maquinaria	Utilizando la Matriz Demanda de Producción	12/12/00

3.2.2.1. Descripción del proceso de fabricación

Como primer paso del plan tenemos que describir el proceso de manufactura de los diferentes productos y esto lo mostramos a detalle en la Figura 3.2.2.1. - Diagrama de Flujo de Fabricación del tanque pedestal.

Flujo del proceso del área de Tanques Pedestales

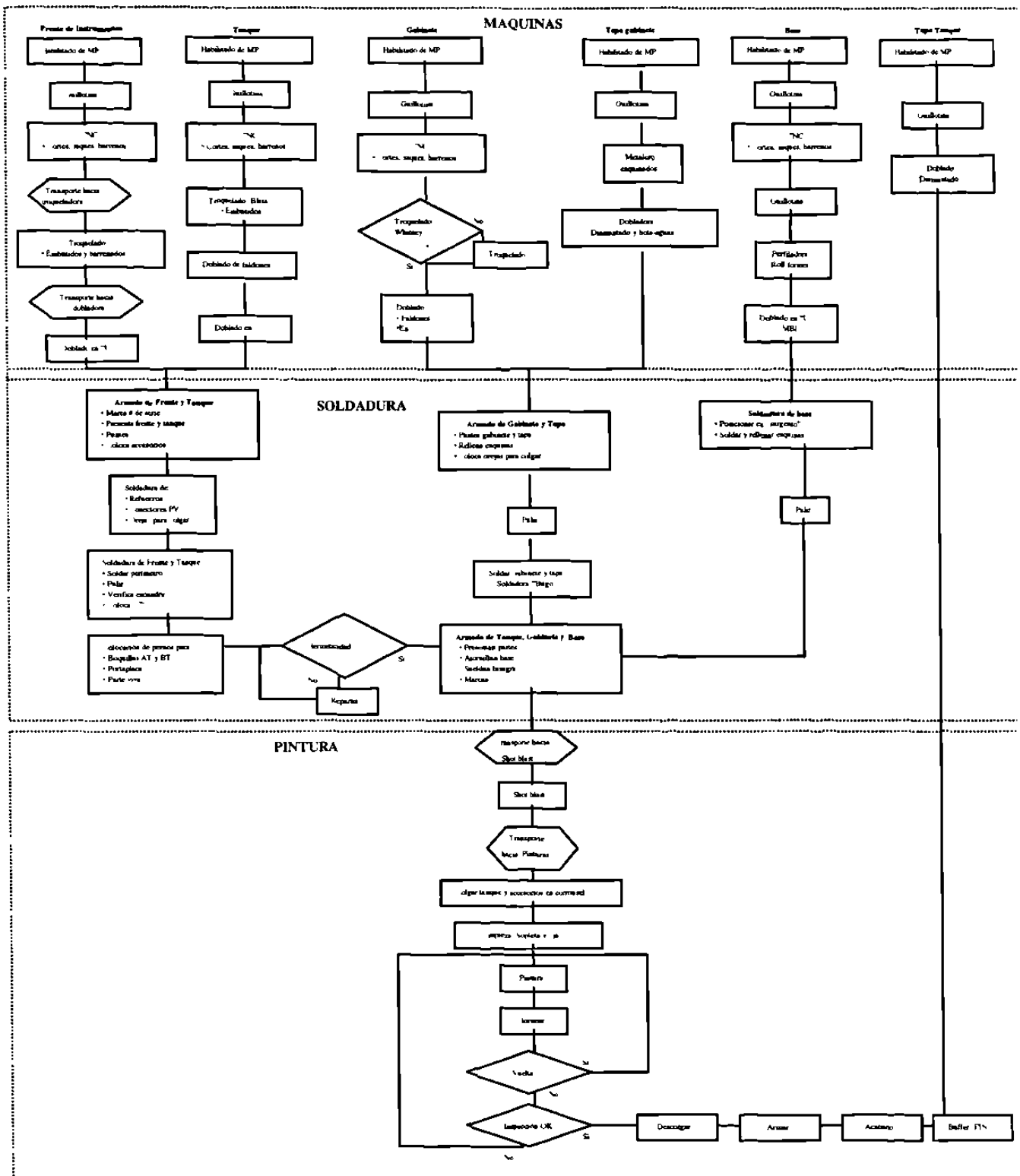


Figura 3.2.2.1. - Diagrama de Flujo de Fabricación del tanque pedestal.

3.2.2.2. Estudio de tiempos

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. *

Revelar la existencia y las causas de tiempo improductivo es importante pero posiblemente a la larga lo sea menos que fijar tiempos tipo acertados, puesto que éstos se mantendrán mientras continúe el trabajo a que se refieren y deberán hacer notar todo tiempo improductivo o trabajo adicional que aparezca después de fijados dichos tiempos.

Se ve, pues, que la medición del trabajo proporciona la información básica necesaria para llegar a organizar y controlar las actividades de la empresa en que interviene el factor tiempo.

Aunque siempre es importante antes de realizar un estudio de tiempos, encontrar, definir y estandarizar el mejor método de trabajo, en este caso supondremos que lo actual es lo adecuado ya que el objetivo primordial en este estudio es conocer los tiempos en cada punto del proceso a fin de determinar las restricciones del sistema y una vez determinadas dichas restricciones analizaremos, a manera de explotarlas, el método de trabajo.

La forma en que realizaré el estudio de tiempos es lo más simple posible, es decir, tomando los diagramas de flujo como guías, mediré, con cronómetro, el tiempo de fabricación de cada etapa del proceso tomando una muestra de unidades aleatoriamente y en distintas fechas de manera de que el resultado no esté influenciado por presión, ritmo, orden a fabricar, etc. y que el resultado promedio sea el más representativo para realizar dicha actividad. Para registrar los tiempos obtenidos en cada etapa del proceso me

apoyaré en un formato que diseñé para obtener y registrar la información requerida para el análisis posterior. Este formato se muestra en la Figura 3.2.2.2. – Registro de Tiempos de Fabricación de Tanques Pedestales.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area:				Fecha:					
Producto				Proceso:									
No	Descripción de la Operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
	Tiempo total de la operación												
	Orden												
	Operario (s)												
Supervisor: _____				Ciclo promedio por pieza: _____									
Cantidad de personas: _____				Capacidad por hora: _____									

3.2.2.2. – Registro de Tiempos de Fabricación de Tanques Pedestales.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/15/00</u>						
Producto <u>Frente de Instrumentos</u>			Proceso: <u>Corte de rollo</u>				Máquina: <u>Cut to length</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Montaje de rollo	119	1150	120	1100	90	1140	80	1190	80	1120	5700	11.66
2	Corte	14	150	23	170	15	139	20	166	20	207	832	9.04
3													
4													
	Tiempo total de operación											6532	20.70
	Orden	GAS057		GAS286		GAW347		GAT058		GAU491			
	Operario (s)	D120		D120		D120		D120		D120			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>21"</u>										
Cantidad de personas: <u>1</u>			Capacidad por hora: <u>174 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pec			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/15/00</u>						
Producto: <u>Frente de Instrumentos</u>			Proceso: <u>Corte y escuadre</u>				Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Preparación	3	80	5	70	3	60	20	80	20	75	365	7.16
2	Corte	3	70	5	105	3	50	20	360	20	340	925	18.14
3													
4													
	Tiempo total de operación											1290	25.29
	Orden	GAE265		GAV640		GAV198		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	L477, N024		L477, N024		L477, N024		L477, N024		L477, N024			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>26"</u>										
Cantidad de personas: <u>2</u>			Capacidad por hora: <u>140 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques ped Area: <u>Máquinas</u>										Fecha: <u>12/16/00</u>			
Producto <u>Frente de Instrumentos</u>				Proceso: <u>Barrenado</u>				Máquina: <u>Murata</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	21	117	20	117	3	119	6	141	5	122	616	11.20
2	Corte	21	1500	20	1325	3	180	6	390	5	375	3770	68.55
3													
4													
	Tiempo total de operación											4386	80
	Orden	GAS211		GAS057		GAV198		GAV640		GAE265			
	Operario (s)	K057		K057		K057		K057		K057			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>										Ciclo promedio por pieza: <u>80"</u>			
Cantidad de personas: <u>1</u>										Capacidad por hora: <u>45 u/hr</u>			

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales Area: <u>Máquinas</u>										Fecha: <u>12/15/00</u>			
Producto <u>Frente de Instrumentos</u>				Proceso: <u>Embutido</u>				Máquina: <u>Minster 1351</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Embutir y barrenar	10	250	20	510	20	490	30	750	20	500	2500	25.00
2													
3													
4													
	Tiempo total de operación											2500	25.00
	Orden	GAV965		GS244		GAV198		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	S120		S120		S120		S120		S120			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>										Ciclo promedio por pieza: <u>25"</u>			
Cantidad de personas: <u>1</u>										Capacidad por hora: <u>140 u/hr</u>			

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/15/00</u>						
Producto <u>Frente de Instrumentos</u>			Proceso: <u>Doblado</u>				Máquina: <u>Atlantic</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Doblado de ceja	10	410	10	400	15	530	5	300	1	50	1690	41.22
2	Doblado en L	10	365	10	355	15	445	5	260	1	42	1467	35.78
3													
4													
	Tiempo total de operación											3157	77.00
	Orden	GAW624		GAT047		GAX594		GAX322		GAV490			
	Operario (s)	D566		D566		D566		D566		D566			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>77"</u>										
Cantidad de personas: <u>2</u>			Capacidad por hora: <u>46 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/17/00</u>						
Producto <u>Tanque</u>		Proceso: <u>Corte de rollo</u>			Máquina: <u>Cut to length</u>								
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Montaje de rollo	80	980	100	1120	80	990	80	1050	80	1030	5170	12.31
2	Corte	14	120	23	180	15	140	20	160	20	200	800	8.70
3													
4													
	Tiempo total de operación											5970	21.01
	Orden	GAT102		GAU196		GAU438		GAT058		GAS057			
	Operario (s)	D120		D120		D120		D120		D120			
Supervisor: _____			Ciclo promedio por pieza: <u>21"</u>										
Cantidad de <u>1</u>			Capacidad por hora: <u>174 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques per			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Tanque</u>		Proceso: <u>Corte y escuadre</u>			Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>								
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	15	160	12	140	18	180	16	140	15	165	785	10.33
2	Corte	15	270	12	246	18	320	16	290	15	276	1402	18.45
3													
4													
	Tiempo total de operación											2187	28.78
	Orden	GAT102		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	L418, P475		L418, P475		L418, P475		L418, P475		L418, P475			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>29"</u>										
Cantidad de personas: <u>2</u>			Capacidad por hora: <u>124 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Tanque</u>		Proceso: <u>Barrenado</u>			Máquina: <u>Murata</u>								
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	18	100	13	72	20	115	15	85	20	110	482	5.60
2	Corte	18	1130	13	780	20	1415	15	1030	20	1410	5765	67.03
3													
4													
	Tiempo total de operación											6247	72.6
	Orden	GAS057		GAS211		GAV198		GAW438		GAS261			
	Operario (s)	U430		U430		U430		U430		U430			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>73"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>49 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Tanque</u>		Proceso: <u>Pulido</u>			Máquina: <u>Pulidor</u>								
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Pulido y traslado	17	690	38	1520	10	390	8	315			2915	39.93
2													
3													
4													
	Tiempo total de operación											2915	39.93
	Orden	GAS261		GAV196		GAV956		GAS281					
	Operario (s)	P745		P745		P745		P745					
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>40"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>90 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS														
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Tanque</u>			Proceso: <u>Troquelado</u>				Máquina: <u>Prensa Bliss</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio	
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5			
1	Set Up	17	402	38	388	10	520	8	285			1595	21.85	
2	Embutido laterales	17	360	38	348	10	410	8	240			1358	18.60	
3														
4														
	Tiempo total de operación											2953	40.45	
	Orden	GAS261		GAU196		GAU956		GAS281						
	Operario (s)	J710		J710		J710		J710						
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>40"</u>										
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>90 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Tanque</u>			Proceso: <u>Doblado</u>				Máquina: <u>Dobladora Atlantic</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set Up	17	128	38	285	10	70	8	60	10	74	617	7.43
2	Doblado de altura y	17	555	38	1210	10	336	8	260	10	340	2701	32.54
3													
4													
	Tiempo total de operación											3318	39.98
	Orden	GAS261		GAU196		GAU956		GAS281		GAV965			
	Operario (s)	H275, M942		H275, M942		H275, M942		H275, M942		H275, M942			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>40"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>90 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Tanque</u>			Proceso: <u>Doblado en "U"</u>			Máquina: <u>Dobladora MBI</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set Up	17	120	38	300	10	85	8	80	10	82	667	8.04
2	Doblado de altura y	17	520	38	1200	10	300	8	250	10	340	2610	31.45
3													
4													
	Tiempo total de operación											3277	39.48
	Orden	GAS261		GAU196		GAU956		GAS281		GAV965			
	Operario (s)	J710, P475		J710, P475		J710, P475		J710, P475		J710, P475			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>40"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>90 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Gabinete</u>			Proceso: <u>Corte de rollo</u>				Máquina: <u>Cut to length</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Montaje de rollo	70	900	80	1010	80	950	80	990	80	970	4820	12.36
2	Corte	20	150	23	180	20	160	30	250	20	230	970	8.58
3													
4													
Tiempo total de operación												5790	20.94
Orden		GAS044		GAT102		GAV196		GAU899		GAS057			
Operario (s)		D120		D120		D120		D120		D120			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>						Ciclo promedio por pieza: <u>21"</u>							
Cantidad de personas: <u>1</u>						Capacidad por hora: <u>174 u/hr</u>							

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Gabinete</u>			Proceso: <u>Corte y escuadre</u>				Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	6	48	70	580	15	100	40	300	20	180	1208	8.00
2	Corte	6	120	70	1380	15	320	40	790	20	410	3020	20.00
3													
4													
Tiempo total de operación												4228	28.00
Orden		GAT102		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
Operario (s)		L418, P475		L418, P475		L418, P475		L418, P475		L418, P475			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>						Ciclo promedio por pieza: <u>28"</u>							
Cantidad de <u>2</u>						Capacidad por hora: <u>128 u/hr</u>							

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Gabinete</u>				Proceso: <u>Barrenado</u>				Máquina: <u>Murata</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	15	145	20	210	20	210	40	388	20	220	1173	10.20
2	Corte	15	1738	20	2340	20	2360	40	4800	20	2300	13538	117.72
3													
4													
	Tiempo total de operación											14711	127.9
	Orden	GAS057		GAS211		GAV198		GAW438		GAS261			
	Operario (s)	U430		U430		U430		U430		U430			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>128"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>28 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Gabinete</u>				Proceso: <u>Pulido</u>				Máquina: <u>Pulidor</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Pulido y traslado	17	700	38	1500	10	412	8	306	15	594	3512	39.91
2													
3													
4													
	Tiempo total de operación											3512	39.91
	Orden	GAS261		GAV196		GAV956		GAS281		GAV900			
	Operario (s)	P745		P745		P745		P745		P745			
Supervisor: <u>Samuel Aleman</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>40"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>90 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS														
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Gabinete</u>			Proceso: <u>Doblado</u>			Máquina: <u>Dobladora Atlantic</u>								
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio	
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5			
1	Doble de Antiban	41	1690	4	170	25	1025	17	688	38	1510	5083	40.66	
2	Doble en "Z"	41	1709	4	165	25	1120	17	754	38	1602	5350	42.80	
3	Doblen de altura d	41	1856	4	172	25	1137	17	644	38	1742	5551	44.41	
4														
	Tiempo total de operación											15984	127.87	
	Orden	GAU899		GAW051		GAU900		GAS261		GAV196				
	Operario (s)	D566, M941		D566, M941		D566, M941		D566, M941		D566, M941				
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>128"</u>										
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>28 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/17/00</u>					
Producto: <u>Tapa Gabinete</u>				Proceso: <u>Corte de rollo</u>				Máquina: <u>Cut to length</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Montaje de rollo	40	226	48	248	80	434	80	426	80	458	1792	5.46
2	Corte	40	640	48	680	80	1266	80	1280	80	1244	5110	15.58
3													
4													
Tiempo total de operación												6902	21.04
Orden		GAS 044		GAU196		GAU438		GAS281		GAU956			
Operario (s)		M942		M942		M942		M942		M942			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>21"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>174 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto: <u>Tapa gabinete</u>				Proceso: <u>Corte y escuadre</u>				Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	48	172	80	345	40	166	40	198	40	188	1069	4.31
2	Corte	48	1492	80	2320	40	1209	40	1220	40	1387	7628	30.76
3													
4													
Tiempo total de operación												8697	35.07
Orden		GAS044		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
Operario (s)		H275, M042		H275, M042		H275, M042		H275, M042		H275, M042			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>35"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>102 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto: <u>Tapa gabinete</u>			Proceso: <u>Esquinado</u>			Máquina: <u>Metalero</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	17	140	38	340	10	80	8	70	26	208	838	8.46
2	Corte	17	606	38	1540	10	404	8	309	26	1040	3899	39.38
3													
4													
	Tiempo total de operación											4737	47.8
	Orden	GAS261		GAU196		GAU956		GAS281		GAU220			
	Operario (s)	M942		M942		M942		M942		M942			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>48"</u>										
Cantidad de personas: <u>1</u>			Capacidad por hora: <u>75 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto: <u>Tapa gabinete</u>			Proceso: <u>Doblado</u>			Máquina: <u>Dobladora Atlantic</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	26	180	40	289	40	277	40	292	80	560	1598	7.07
2	Diamantado	26	208	40	420	40	400	40	423	80	1208	2659	11.77
3	Set up	26	150	40	260	40	246	40	255	80	500	1411	6.24
4	Doblado botagua	26	300	40	480	40	521	40	466	80	700	2467	10.92
	Tiempo total de operación											8135	36.00
	Orden	GAS261		GAV196		GAV956		GAS281		GAU236			
	Operario (s)	H275, M942		H275, M 42		H275, M942		H275, M942		H275, M942			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>36"</u>										
Cantidad de personas: <u>2</u>			Capacidad por hora: <u>100 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/17/00</u>						
Producto <u>Base</u>			Proceso: <u>Corte de rollo</u>				Máquina: <u>Cut to length</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Montaje de rollo	80	980	100	1120	80	990	80	1050	80	1030	5170	12.31
2	Corte	14	120	23	180	15	140	20	160	20	200	800	8.70
3													
4													
	Tiempo total de operación											5970	21.01
	Orden	GAT102		GAU196		GAU438		GAT058		GAS057			
	Operario (s)	M420		M420		M420		M420		M420			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>21"</u>										
Cantidad de personas: <u>1</u>			Capacidad por hora: <u>174 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales			Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>						
Producto <u>Base</u>			Proceso: <u>Corte y escuadre</u>				Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>						
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	25	242	40	311	40	410	40	424	80	825	2212	9.83
2	Corte	25	534	40	802	40	780	40	815	80	1602	4533	20.15
3													
4													
	Tiempo total de operación											6745	29.98
	Orden	GAT102		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>			Ciclo promedio por pieza: <u>30"</u>										
Cantidad de personas: <u>2</u>			Capacidad por hora: <u>120 u/hr</u>										

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Base</u>				Proceso: <u>Barrenado</u>				Máquina: <u>Murata</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	25	136	40	288	40	267	40	388	80	798	1877	8.34
2	Corte	25	522	40	926	40	890	40	898	80	1606	4842	21.52
3													
4													
	Tiempo total de operación											6719	29.86
	Orden	GAT102		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	U430		U430		U430		U430		U430			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>30"</u>									
Cantidad de <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>120 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Base</u>				Proceso: <u>Corte</u>				Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Corte	25	522	40	788	40	802	40	790	80	1584	4486	19.94
2													
3													
4													
	Tiempo total de operación											4486	19.94
	Orden	GAT102		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>20"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>180 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Base</u>				Proceso: <u>Perfilado</u>				Máquina: <u>Roll former</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Perfilado	20	560	40	1123	40	1140	30	650	25	720	4193	27.05
2													
3													
4													
	Tiempo total de operación											4193	27.05
Orden		GAV197		GAV197		GAV196		GAV196		GAV196			
Operario (s)		M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>27"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>133 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Base</u>				Proceso: <u>Doblado "U"</u>				Máquina: <u>Dobladora MBI</u>					
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set Up	30	150	40	187	40	183	30	152	20	90	762	4.76
2	Doblado "U"	30	750	40	956	40	980	30	792	20	560	4038	25.24
3													
4													
	Tiempo total de operación											4800	30.00
Orden		GAV197		GAV197		GAV196		GAV196		GAV196			
Operario (s)		M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275		M026, H275			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>30"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>120 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/17/00</u>					
Producto <u>Tapa Tanque</u>		Proceso: <u>Corte de rollo</u>				Máquina: <u>Cut to length</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Montaje de rollo	40	214	48	262	80	420	80	418	80	430	1744	5.32
2	Corte	40	642	48	672	80	1248	80	1266	80	1244	5072	15.46
3													
4													
	Tiempo total de operación											6816	20.78
	Orden	GAS 044		GAU196		GAU438		GAS281		GAU956			
	Operario (s)	M942		M942		M942		M942		M942			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>21"</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>174 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>					
Producto <u>Tapa Tanque</u>		Proceso: <u>Corte y escuadre</u>				Máquina: <u>Guillotina ILMA</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	48	167	80	300	40	160	40	150	40	148	925	3.73
2	Corte	48	1234	80	2090	40	1087	40	1060	40	1043	6514	26.27
3													
4													
	Tiempo total de operación											7439	30.00
	Orden	GAS044		GAU196		GAW438		GAS057		GAS211			
	Operario (s)	H275 M042		H275, M042		H275, M042		H275, M042		H275, M042			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>30"</u>									
Cantidad de <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>120 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales		Area: <u>Máquinas</u>				Fecha: <u>12/18/00</u>							
Producto <u>Tapa tanque</u>		Proceso: <u>Doblado</u>				Máquina: <u>Dobladora Atlantic</u>							
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		Cant.	1	Cant.	2	Cant.	3	Cant.	4	Cant.	5		
1	Set up	26	180	40	289	40	277	40	292	80	560	1598	7.07
2	Diamantado	26	243	40	444	40	420	40	423	80	1380	2910	12.88
3													
4													
	Tiempo total de operación											4508	19.95
	Orden	GAS261		GAV196		GAV956		GAS281		GAU236			
	Operario (s)	H275, M942		H275, M942		H275, M942		H275, M942		H275, M942			
Supervisor: <u>Samuel Alemán</u>		Ciclo promedio por pieza: <u>20"</u>											
Cantidad de personas: <u>2</u>		Capacidad por hora: <u>180 u/hr</u>											

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Soldadura</u>				Fecha: 12/10/00					
Producto <u>Tanque</u>				Proceso: <u>Armado de frente y tanque</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Pulir esquinas de F.I.	19	21	14	24	23	19	20	23	19	23	205	20.5
2	Marcado de serie y accesorios	170	1620	150	148	173	170	151	159	154	171	3066	306.6
3	Bajar frente	9	5	6	6	5	7	5	4	6	7	60	6
4	Meter cuerpo del tanque	7	4	8	3	3	4	4	4	4	8	49	4.9
5	Colocar tuercas	28	25	13	7	16	14	16	16	9	11	155	15.5
6	Armar y puntear F.I y tanque	233	155	134	61	92	83	108	60	93	99	1118	111.8
7													
8													
9													
10													
	Tiempo total de operación	475	418	368	352	388	356	375	275	310	367	3684	368.40
	Orden	GAW513		GAW513		GAW513		GAW513		GAW513			
	Operario (s)	K963		K963		K963		K963		K963			
Supervisor: <u>Javier Barrón</u>		Ciclo promedio por pieza: <u>370"</u>											
Cantidad de personas: <u>1</u>		Capacidad por hora: <u>9 u/hr</u>											

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Soldadura</u>				Fecha: 12/10/00					
Producto <u>Tanque</u>				Proceso: <u>Soldadura de tanque</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Meter tanque	6	9	4	8	9	6	4	5	6	8	65	6.5
2	Cuadrar y soldar esquinas	64	86	59	60	39	86	46	59	66	56	621	62.1
3	Soldar tuercas	41	43	57	91	49	55	40	57	40	50	523	52.3
4	Soldar Interiores	84	110	123	132	92	115	110	102	84	100	1052	105.2
5	Soldar exteriores	236	318	283	289	218	266	247	200	336	300	2693	269.3
6	Soldar conectores	50	73	100	103	70	146	60	73	51	60	786	78.6
7	Soldar "C"	20	25	20	26	24	20	22	28	20	20	225	22.5
8	Rebabear	60	66	25	18	73	106	110	83	59	70	670	67
9	Pulir esquinas	145	52	98	71	49	90	65	80	145	100	895	89.5
10													
	Tiempo total de operación	935	1019	902	896	665	1193	929	842	936	964	9281	928.10
	Orden	GAT050		GAT050		GAT050		GAV984		GAV984			
	Operario (s)	L692	L692	M935	M935	E988	E988	K034	E988	L692	K034		
<p>Supervisor: <u>Javier Barrón</u> Ciclo promedio por pieza: <u>930"</u></p> <p>Cantidad de personas: <u>4</u> Capacidad por hora: <u>15 u/hr</u></p>													

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Soldadura</u>				Fecha: <u>12/12/00</u>					
Producto <u>Tanque</u>				Proceso: <u>Colocación de pernos</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Meter tanque	5	5	6	4	5	3	7	6	6	6	53	5.3
2	Cardear	19	21	21	15	18	22	20	20	19	21	196	19.6
3	Trazar frente	24	19	11	18	15	19	20	16	16	18	176	17.6
4	Trazar fondo y soldar perno	10	33	23	15	20	24	20	18	18	19	200	20
5	Colocación de pernos	111	119	108	97	100	112	106	99	102	97	1051	105.1
6	Quitar cerámica	10	8	9	6	6	8	5	6	8	8	74	7.4
7													
8													
9													
10													
	Tiempo total de operación	211	241	197	186	183	190	200	205	197	190	2000	200.00
	Orden	GAW517		GAW517		GAW517		GAW338		GAW338			
	Operario (s)	K505	K505	K505	K505	K505	K505	K505	K505	K505	K505		
<p>Supervisor: <u>Javier Barrón</u> Ciclo promedio por pieza: <u>200"</u></p> <p>Cantidad de personas: <u>1</u> Capacidad por hora: <u>18 u/hr</u></p>													

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: <u>Tanques pedestales</u>				Area: <u>Soldadura</u>				Fecha: <u>12/12/00</u>					
Producto <u>Gabinete</u>				Proceso: <u>Soldadura (Bugo)</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Meter gabinete y tapa	7	8	7	6	9	7	7	6	7	6	70	7
2	Alinear y soldar cordón L	84	92	100	98	88	92	95	95	90	95	929	92.9
3	Alinear y soldar cordón C	58	60	56	50	43	45	38	39	45	40	474	47.4
4	Alinear y soldar cordón C	72	65	58	74	46	56	47	47	50	50	565	56.5
5	Rebabeear y bajar	59	63	58	54	70	49	39	35	50	50	527	52.7
6													
7													
8													
9													
10													
	Tiempo total de operación	319	310	291	295	274	261	241	239	245	239	2714	271.40
	Orden	GAP642	GAP642	GAP642	GAP642	GAP642	GAP642	GAE251	GAE251	GAE251	GAE251		
	Operario (s)	k039	k039	k039	k039	k039	k039	L627	L627	L627	L627		
Supervisor: <u>José L. Varela</u>		Ciclo promedio por pieza: <u>272"</u>											
Cantidad de personas: <u>1</u>		Capacidad por hora: <u>13 u/hr</u>											

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: <u>Tanques pedestales</u>				Área: <u>Soldadura</u>				Fecha: <u>12/12/00</u>					
Producto <u>Gabinete</u>				Proceso: <u>Rellenar</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Meter gabinete y tapa	7	5	7	7	5	5	4	4	4	4	52	5.2
2	Rellenar exteriores	253	180	245	97	90	108	85	81	78	88	1305	130.5
3	Rellenar interiores	52	65	89	63	66	65	74	69	65	74	682	68.2
4	Bajar	5	5	6	3	4	6	3	4	3	5	44	4.4
5													
6													
7													
8													
9													
10													
	Tiempo total de operación	318	265	374	177	172	194	169	162	154	170	2155	215.50
	Orden	GAP642		GAP642		GAP642		GAE251		GAE251			
	Operario (s)	H598	H598	H598	H598	H598	H598	K821	K821	K821	K821		
<p>Supervisor: <u>José L. Varela</u> Ciclo promedio por pieza: <u>215"</u></p> <p>Cantidad de personas: <u>1</u> Capacidad por hora: <u>16 u/hr</u></p>													

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Soldadura</u>				Fecha: 12/12/00					
Producto <u>Gabinete</u>				Proceso: <u>Pulido</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Meter gabinete y tapa	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	35	3.5
2	Pulir	170	68	104	116	117	133	145	103	111	128	1195	119.5
3	Bajar	5	5	4	5	4	5	4	3	5	4	44	4.4
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
	Tiempo total de operación	182	106	113	128	126	147	157	115	122	139	1335	133.50
	Orden	GAE251		GAE251		GAE251		GAE251		GAE267			
	Operario (s)	L697	L697	L697	L697	L697	L697	L697	L697	L697	L697		
<p>Supervisor: <u>José L. Varela</u> Ciclo promedio por pieza: <u>134"</u></p> <p>Cantidad de personas: <u>1</u> Capacidad por hora: <u>26 u/hr</u></p>													

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Soldadura</u>				Fecha: <u>12/12/00</u>					
Producto <u>Base</u>				Proceso: <u>Armado de base</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Acomodar base en prensa	17	10	8	11	11	9	4	14	10	9	103	10.3
2	Soldar exterior	42	50	55	98	113	103	96	84	84	82	807	80.7
3	Soldar interior	18	13	26	22	23	17	57	53	58	54	341	34.1
4	Colocar pentahead	93	79	86	95	94	95	35	28	36	41	682	68.2
5	Bajar	8	3	3	3	10	8	4	12	17	22	90	9
6													
7													
8													
9													
10													
	Tiempo total de operación	196	184	185	243	241	238	212	206	217	220	2142	214.20
	Orden	GAP643		GAP643		GAP643		GAP643		GAP643			
	Operario (s)	L627	L627	L627	L627	L627	L627	L627	L627	L627	L627		
<p>Supervisor: <u>José L. Varela</u> Ciclo promedio por pieza: <u>215"</u></p> <p>Cantidad de personas: <u>1</u> Capacidad por hora: <u>16 u/hr</u></p>													

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Pinturas</u>				Fecha: <u>Sep. 2000</u>					
Producto <u>Unidad completa</u>				Proceso: <u>Shot blast</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Subir y colocar en shot blast	23	25	23	22	26	24	27	22	24	24	240	24
2	Granallado	492	500	495	499	501	502	500	498	502	499	4988	498.8
3	Bajar unidad	22	22	21	23	23	21	22	24	25	22	225	22.5
4													
	Tiempo total de operación	537	547	539	544	550	547	549	544	551	545	5453	545.00
	Orden	GAV200		GAV200		GAV200		GAV200		GAV200			
	Operario (s)	K093		K093		K093		K093		K093			
Supervisor: <u>Jesús Angel Mtz.</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>545"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>6.6 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Pintura</u>				Fecha: <u>Sep. 2000</u>					
Producto <u>Unidad completa</u>				Proceso: <u>Entrega de tanques del carrusel</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Tiempo de entrega	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	7200	720
2													
	Tiempo total de operación	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	7200	720.00
	Orden	GAW 200		GAW 200		GAW 200		GAW 200		GAW 200			
	Operario (s)	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419		
Supervisor: <u>Jesús Angel Mtz.</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>720"</u>									
Cantidad de perso: <u>4</u>				Capacidad por hora: <u>5 u/hr</u>									

3.2.2.2. c. Estudio de tiempos del área de pinturas de Tanques Pedestales

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Pintura</u>				Fecha: <u>Sep. 2000</u>					
Producto <u>Unidad completa</u>				Proceso: <u>Armado de tanque</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Colocación de gabinete	20	22	18	22	20	19	18	23	21	20	203	20.3
2	Colocación de base y apriete	63	66	58	65	64	66	67	62	67	63	641	64.1
3	Cerrado	606	610	612	604	610	608	607	603	614	611	6085	608.5
4													
	Tiempo total de operación	689	698	688	691	694	693	692	688	702	694	6929	692.90
	Orden	GAW 200		GAW 200		GAW 200		GAW 200		GAW 200			
	Operario (s)	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419	L419		
Supervisor: <u>Jesús Angel Mtz.</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>693"</u>									
Cantidad de personas: <u>2</u>				Capacidad por hora: <u>10.2 u/hr</u>									

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Tanques pedestales				Area: <u>Pintura</u>				Fecha: <u>Sep.2000</u>					
Producto <u>Unidad completa</u>				Proceso: <u>Acabado de Unidad</u>									
No	Descripción de la operación	Tiempo observado por ciclo										Tiempo total	Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Pulido	104	109	102	100	98	110	103	110	101	100	1037	103.7
2	Limpieza e identificación de	122	124	128	125	130	98	122	129	120	122	1220	122
	Tiempo total de operación	226	233	230	225	228	208	225	239	221	222	2257	225.70
	Orden	GAS280		GAT521		GAS280		GAS280		GAS280			
	Operario (s)	L631	L631	L631	L631	L631	L631	L631	L631	L631	L631		
Supervisor: <u>Jesús Angel Mtz.</u>				Ciclo promedio por pieza: <u>226</u>									
Cantidad de personas: <u>1</u>				Capacidad por hora: <u>15.9 u/hr</u>									

3.2.2.2. c. Estudio de tiempos del área de pinturas de Tanques Pedestales

3.3. Analizar hechos y datos en base a la Teoría de Restricciones

Una vez recolectados los tiempos de fabricación, procedemos a su organización y análisis para determinar las capacidades en cada uno de los puntos del proceso. Para facilitar el manejo de la información recolectada utilizaré la Tabla 3.3.1 Matriz de capacidades en la línea de Tanques Pedestales.

Área	Proceso	Tiempo promedio por unidad	Personal por operación	Capacidad por hora
Máquinas	"Cut to length"	126 seg.	1	28 u/hr
Máquinas	Guillotina	178 seg.	2	20 u/hr
Máquinas	"Murata"	311 seg.	1	11 u/hr
Máquinas	Pulido	80 seg.	1	45 u/hr
Máquinas	Dobladora Atlantic	302 seg.	2	12 u/hr
Máquinas	Troqueladora Minster	30 seg.	2	120 u/hr
Máquinas	Troqueladora Bliss	40 seg.	2	90 u/hr
Máquinas	Roll former	27 seg.	1	132 u/hr
Máquinas	Dobladora MBI	73 seg.	2	49 u/hr
Máquinas	Metalero	48 seg.	1	75 u/hr
Soldadura	Armado Inicial	370 seg.	1	9 u/hr
Soldadura	Refuerzos	281 seg.	1	12 u/hr
Soldadura	Soldadura	930 seg.	4	15 u/hr
Soldadura	Pernos	200 seg.	1	18 u/hr
Soldadura	Pruebas	373 seg.	2	18 u/hr
Soldadura	Armado de gabinete	142 seg.	1	25 u/hr
Soldadura	Bugo	272 seg.	1	13 u/hr
Soldadura	Relleno	215 seg.	1	16 u/hr
Soldadura	Pulido	134 seg.	1	26 u/hr
Soldadura	Soldadura de base	215 seg.	1	16 u/hr
Soldadura	Pulido	60 seg.	1	60 u/hr
Soldadura	Armado final de unidad	393 seg.	1	9 u/hr
Pintura	Shot blast	545 seg.	2	6.6 u/hr
Pintura	Pintura	720 seg.	4	5 u/hr
Pintura	Armado	693 seg.	2	10.2 u/hr
Pintura	Acabado	226 seg.	1	16 u/hr

Tabla 3.3.1 Matriz de capacidades en la línea de Tanques Pedestales.

3.3.1. Identificar las restricciones del sistema

Dado que nuestro objetivo es identificar la o las restricciones del sistema, el flujo representado como una tubería nos ayudará a representar en forma gráfica el sistema e identificar dichas restricciones. Esto se muestra en la figura 3.3.1.1 Representación gráfica del flujo del producto.

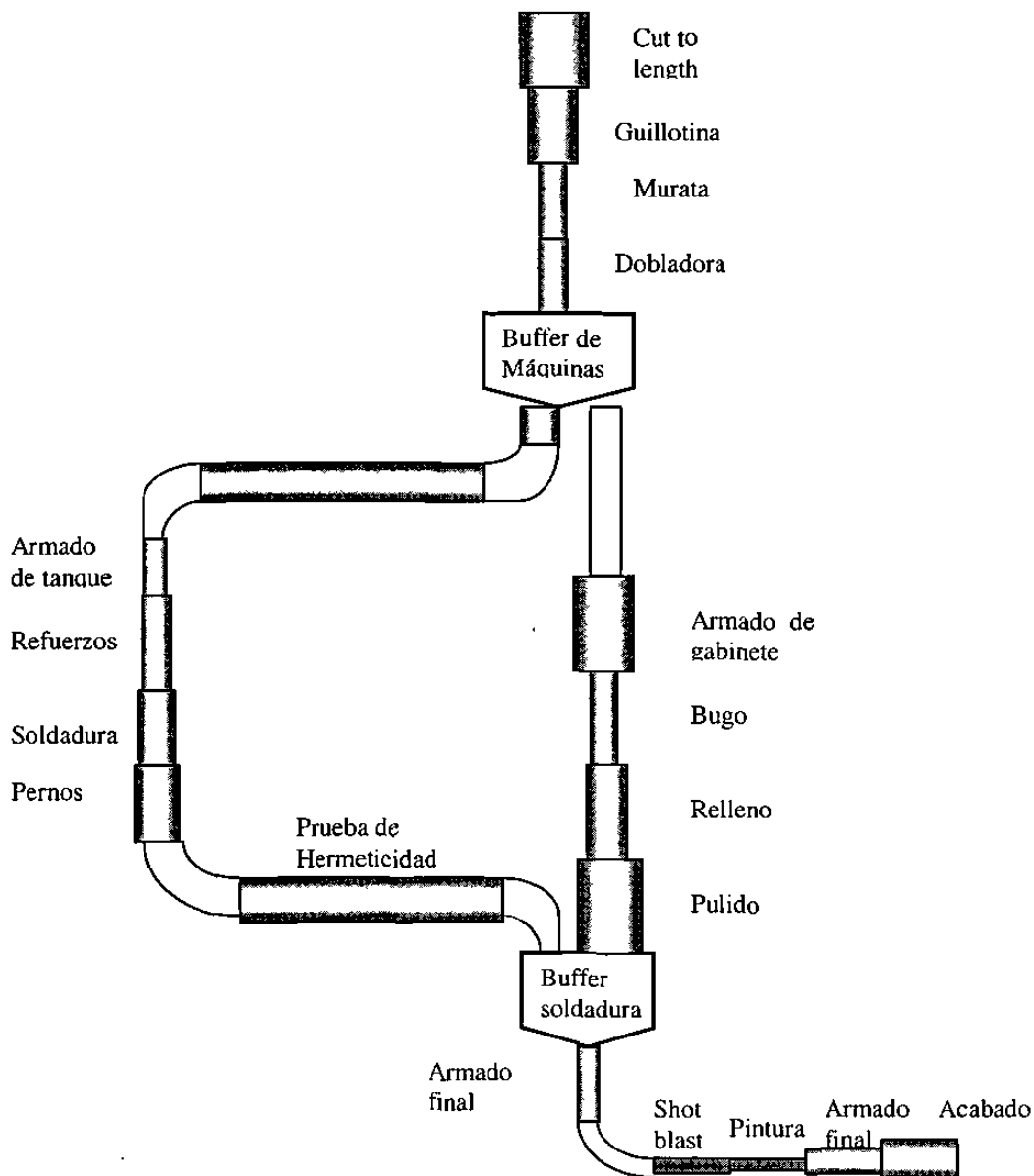


Figura 3.3.1.1. Representación de la capacidad de la planta en forma de Tubería

Siguiendo los pasos de la teoría de restricciones (identificar las restricciones del sistema, explotar la restricción, subordinar las no restricciones, elevar la capacidad de las restricciones y volver al paso 1) y con la información obtenida en la tabla 3.3.1 así como la figura representativa 3.3.1 podemos identificar fácilmente las restricciones y cuellos de botella del sistema.

Podemos observar claramente que el proceso de menor capacidad es el de pintura con tan sólo 5 u/hr y el que está restringiendo a todo el sistema, sin embargo es importante prestar atención en algunos otros procesos que están muy cerca de esta capacidad como son "shot blast" y posteriormente armado inicial y final en soldadura.

En teoría con la forma de trabajo actual con tres turnos en pintura y siendo precisamente el proceso de pintura la restricción deberíamos estar produciendo a razón de 100 unidades diarias considerando 20 horas de trabajo por día, sin embargo, los datos de producción reflejan que en promedio se producen solamente 60 unidades diarias. Esta situación se da porque además de no tener reglas claras en la operación se tiene un fuerte problema de rechazos por mala calidad en pintura.

3.3.2. Explotar la restricción

Una vez identificada la restricción y los cuellos de botella los siguientes pasos son explotar la restricción, es decir, aprovechar al máximo la capacidad de la misma de manera de tener siempre activo el recurso restricción y subordinar todos los demás recursos a dicha restricción. En este caso aunque el paso inmediato posterior al proceso restricción (pintura) que es "shot blast" tiene un poco de mayor capacidad, ésta está muy cerca de la capacidad de la restricción y cualquier tropiezo (falla del equipo, personal inexperto, etc.) afecta

rápidamente a la restricción, es decir, no la mantiene activa todo el tiempo, estamos por lo tanto, teniendo prácticamente dos restricciones seguidas.

La primera acción a tomar es tener un "buffer" o amortiguador antes del proceso de "shot blast" de manera de que la restricción siempre tenga trabajo por hacer y que si sucede algún imprevisto antes de la restricción, dicho amortiguador otorgue una cierta cantidad de tiempo para que el proceso anterior se recupere y alcance niveles determinados. En este caso la cantidad definida como buffer es la mitad de la capacidad en un turno de la restricción o restricciones.

3.3.3. Subordinar las no restricciones

Además de cuidar la restricción mediante un "buffer" antes de los procesos restricción que son "shot blast" y pintura es importante cuidar los procesos con menor capacidad de manera que no afecten al sistema. En este caso podemos observar que los procesos de "Murata", doblado en máquinas, así como también los procesos de armado inicial y final de tanque en soldadura son cuellos de botella sin llegar a ser restricción y hay que estar muy pendiente de estos procesos para que no afecten el flujo continuo que deseamos. La acción inmediata en estos puntos es tener indicadores visuales de su desempeño para responder rápidamente a una baja o problema en su producción.

3.3.4. Elevar la capacidad de la restricción

Este cuarto paso es el que definitivamente nos ayudará a tener un fuerte impacto en la capacidad de todo el sistema en este proyecto. Sin querer pecar de simplista, la obtención de buenos resultados en el incremento de capacidad resulta muchísimo más sencillo de lo que se pudiera esperar debido a que ya no atacaremos el problema a tontas y a locas, es decir, la obtención de información nos da un arma realmente poderosa para saber dónde realmente le duele al sistema y enfocar los esfuerzos en estos puntos.

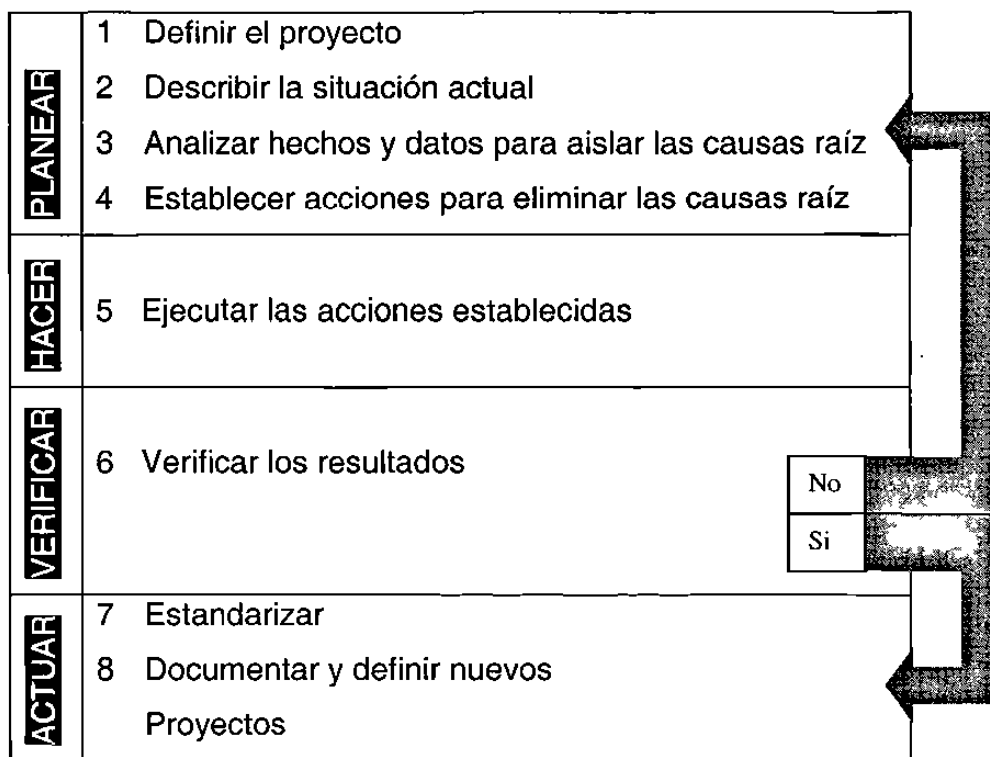
Como vimos en el paso número dos las restricciones del sistema son el proceso de pintura y el proceso del "shot blast". La forma en la que abordaremos el problema es mediante la Ruta de la Calidad.

3.3.4.1. Resolver el problema mediante la ruta de la calidad

La Ruta de la Calidad es una metodología muy poderosa para encontrar soluciones a la diversidad de problemas que se tengan. Aunque no abundaremos en el tema, ya que es prácticamente material para todo un tratado, definiremos rápidamente la metodología y sus pasos, y mencionaremos en forma muy resumida cómo se aplicaron en este estudio.

"Ruta de Calidad: Secuencia de actividades utilizadas para solucionar problemas o llevar a cabo mejoras en cualquier área de trabajo. La Ruta de la Calidad proporciona un procedimiento basado en hechos y datos que está enfocado hacia la mejora."

Ruta de la Calidad



La metodología se apoya en las 7 herramientas básicas de la calidad las cuales son: Estratificación, Hojas de datos, Diagrama de causa y efecto, Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de dispersión y Gráficas de control.

Siguiendo esta metodología y apoyándonos en las herramientas mencionadas decidimos atacar los problemas que restringían capacidad en el área.

Paso 1. Definir el proyecto: Cumplir con los requisitos de calidad del producto en la primera vuelta.

Paso 2. Describir la situación actual: El problema fundamental en el proceso de pinturas es que el 100% de las unidades se van a 2° vuelta y un 40% a 3° vuelta, lo que hace evidente que el tiempo en sacar una unidad se duplica o triplica impactando severamente en la cantidad producida. . Nos dimos a la tarea (mis supervisores y un servidor) en recolectar los datos necesarios (causas de rechazo) para poder clasificarlos y determinar el 80-20 para atacar. Después de tener una cantidad de información importante la clasificamos y auxiliándonos en un diagrama de Pareto encontramos que las causas principales de rechazo eran bajo espesor y mal acabado de pintura las cuales representaban el 80% de los rechazos.

Paso 3. Analizar hechos y datos para aislar la causa raíz. Auxiliándonos del diagrama de causa efecto analizamos la información y determinamos las causas del bajo espesor y mal acabado; dichas causas fueron:

Qué	Por qué	Por qué	Por qué
Los pintores no dan suficientes pasadas	El tiempo para cubrir el tanque no es suficiente.	La velocidad del carrusel es rápida.	Es la mínima que da el sistema.
Componentes pintados con basuras	La pintura contiene basura y partículas.	Porque la tolva capta dicha basura al succionar la pintura en polvo	Porque no hay una protección (filtro) que proteja dicha ventana de succión
Mala limpieza del componente a pintar.	El proceso de shot blast no "limpia" correctamente la superficie.	Nivel de granalla insuficiente.	No hay rutina de revisión del nivel de granalla adecuado.
La pintura está húmeda.	Porque se llena la tolva.	No se recicla la pintura eficientemente	No está conectado el sistema

Paso 4 y 5. Establecer y ejecutar acciones para eliminar causa raíz. Se implementaron ciertas acciones para eliminar las causas de los problemas mencionados anteriormente los cuales fueron:

1. Se reparó y reactivó un sistema de pistolas automáticas de manera que los pintores dan menos pasadas y dicho sistema aporta la pintura necesaria para dar el espesor requerido.
2. Se duplicó el personal capacitado para pintar.
3. Se fabricó un marco con malla mosquitera para que se filtre el polvo que va hacia la tolva de recirculación y evitar la entrada de basura hacia la misma.
4. Se implementó un programa diario de limpieza de la caseta de pintura.
5. Se elaboró un control de revisión del nivel de granalla y se audita diariamente su llenado para garantizar que la tarea de lleve a cabo.
6. Se conectó la tolva de recuperación de pintura hacia las pistolas automáticas para reciclar dicha pintura y aprovecharla al máximo.

Paso 6. Verificar resultados. Con la implementación de las acciones mencionadas logramos aceptar el 85% de unidades a la primera y eliminar prácticamente las 3° vueltas.

Paso 7. Estandarizar. El sistema de registro de defectos se dejó como práctica estándar para monitorear semanalmente las causas de rechazo y establecer acciones. Se incluyeron las prácticas definidas en las instrucciones de trabajo del área para capacitar al personal de nuevo ingreso.

Paso 8. Documentar y definir nuevos proyectos. Utilizando la información recolectada se están atacando las otras causas de rechazo. Además se decidió aumentar la velocidad del carrusel para obtener un incremento mayor de capacidad.

Aunque resolviéramos el problema de calidad en el proceso de pintura sabíamos que el proceso anterior de "shot blast" limitaría el flujo del producto, por lo tanto teníamos que atacar este problema en forma paralela al anterior de manera que el esfuerzo no fuera en vano. El incremento de capacidad en el "shot blast" se dio adicionando un equipo de "shot blast" en el área, sin embargo, con la operación original de dicho equipo no era suficiente para alimentar la capacidad del sistema ya que al igual que en el proceso de pintura, la unidad tenía que dar 2 vueltas o ciclos para obtener una limpieza total de la misma. En forma paralela al proyecto del proceso de pintura y utilizando la misma metodología se atacó el problema de capacidad del "shot blast" y en forma resumida la acción para aumentar la capacidad en este proceso fue la implementación de un "rack" que permite girar a la unidad en su eje y obtener la limpieza deseada en una sola vuelta.

Después de pasar por todo este proceso en donde se incrementó la capacidad de las restricciones la planta vive una nueva realidad, es decir, al elevar la capacidad de las restricciones, éstas dejan de serlo y como es lógico aparecen nuevas restricciones y cuellos de botella.

Esta nueva situación de la planta la representamos, como anteriormente se hizo, en forma de tubería en la Figura 3.3.4.1. pero ya con diferentes capacidades de manera de poder visualizar fácilmente la o las nuevas restricción(es).

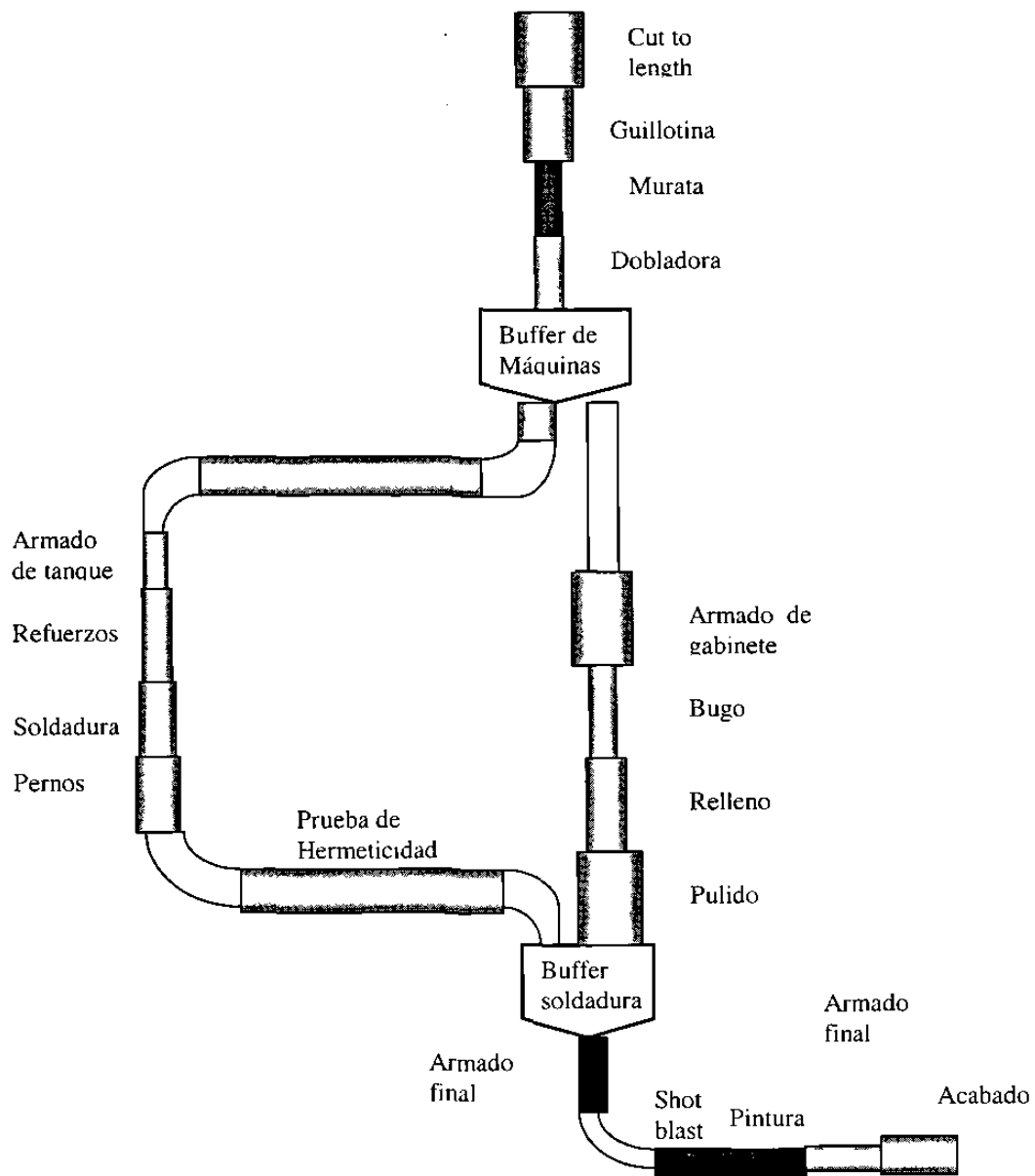


Figura 3.3.4.1. Representación de capacidad actual de la planta en forma de Tubería

3.3.4.2. Reglas de Operación para la Fábrica de tanques pedestales

Con la nueva realidad que se tiene en la planta es necesario definir las reglas de operación con las que se debe trabajar, de manera de obtener una manufactura sincronizada que nos permita mantener un flujo de producto constante a nuestro cliente y poder manejar las perturbaciones del sistema con el menor riesgo posible sin excedernos en el inventario.

Aunque conforme vas enfrentando situaciones puedes ir incrementándolas, las reglas con las que iniciaremos son las siguientes:

1. La restricción de todo el sistema es la Murata por lo que tenemos que asegurar la operación continua de esta máquina. Se debe mantener un buffer o amortiguador antes de dicha máquina de 40 unidades máximo y 20 unidades mínimo.
2. El área de máquinas trabajará en lotes que correspondan a la mitad de la producción diaria, es decir, si la producción diaria es de 80 unidades se trabajará en 2 lotes de 40 unidades.
3. En la máquina "Cut to length" se trabajará sólo un lote (80 unidades) debido a que la máquina es compartida con otra área y para aprovechar el tiempo de "set up".

4. La distribución del personal será como sigue:

Proceso o Máquina	Personal	Tipo de posición
Cut to length	1	Móvil
Guillotina	2	Fija
Murata	1	Fija
Metalero	1	Fija
Pulido	1	Móvil
Dobladora Atlantic	2	Fija
Roll Former	1	Móvil
MBI	2	Móvil
Troqueladora Bliss	2	Móvil
Troqueladora Minster	2	Móvil
Punzonadora Whitney	1	Móvil

Las posiciones fijas requieren de 6 personas en total. El total de posiciones móviles son 7 las cuales se destinarán de la siguiente manera:

Procesos o máquinas	Personal
Cut to length, Troqueladoras Bliss y Troqueladora Minster	2
Roll Former, MBI y Punzonadora Whitney	2

El total de personal requerido en el área es de 10 operarios.

5. Se deben tener amortiguadores antes del proceso de doblado y antes del proceso de soldadura. La cantidad debe ser de máximo 40 unidades y mínimo de 20 en ambas.
6. En la línea de soldadura se debe tener un inventario en proceso de máximo 25 unidades repartidas antes de cada proceso de la siguiente manera:

Proceso	Unidades	Personal
<i>Tanques</i>		
Armado final	3	2
Prueba de hermeticidad	3	2
Pernos	3	1
Soldadura	8	5
Refuerzos	8	1
Armado Inicial	0	1
<i>Gabinetes y Bases</i>		
Armado final	7	ok
Pulido y relleno de gabinetes	6	1
Armado de base y pulido	6	1
Bugo	6	1
Armado Inicial	0	1

7. El buffer antes del proceso de "shot blast" debe ser máximo de 40 unidades y mínimo de 20 unidades.
8. En todos los puntos donde se requiere un amortiguador o buffer el proceso anterior debe detenerse al sobrepasar el nivel máximo y reactivarse al llegar el buffer al mínimo establecido.

9. La distribución del personal del área de pinturas debe ser como sigue:

Actividad o proceso	Cantidad de personal
Shot blast	2
Colgado	2
Pintores	2
Sopletado y accesorios	1
Lijado	1
Descolgado	2
Armado	2
Pulido y acabado	1

La cantidad total requerida es de 13 personas.

4. Conclusiones y Recomendaciones.

4.1. Conclusiones

La aplicación de los conceptos de la “La Teoría de las Restricciones” y la “Manufactura Sincronizada” en este caso de estudio nos dio resultados favorables simplemente sorprendentes.

Para empezar tuvimos un incremento de la capacidad productiva de la planta en un 400%. Recordemos que la capacidad demostrada por la fábrica era de 60 unidades en tres turnos; actualmente el volumen de producción diario es de 80 unidades, pero en un sólo turno.

Al estar operando en un sólo turno tenemos ahorros de energía (gas y electricidad) todavía no cuantificados pero sin duda podemos afirmar que se redujeron a un tercera parte.

La plantilla de trabajadores disminuyó aproximadamente en un 25%, es decir, cuando inicié mis funciones en la planta contábamos con 80 operarios distribuidos en las 3 áreas; actualmente son 61.

Los problemas de ausentismo y rotación también disminuyeron ya que teníamos una rotación del casi 4 % y un ausentismo del 5% y actualmente la rotación prácticamente ha desaparecido y el ausentismo bajó al 1.3%. Lo anterior lo podemos atribuir a que el personal se siente

más cómodo al contar con un horario que no va a estar cambiando semana con semana.

La medición de las capacidades en cada punto del proceso nos proporcionó una herramienta poderosísima para la toma de decisiones, tanto lo del trabajo diario como los planes futuros. Nos permitió exigirle a la gente, con fundamentos, no por capricho, una tasa de producción acorde con su capacidad. La gente apoya si se les convence y además si lo que les pide es razonable. Un ejemplo para ilustrar esto es que la tasa de producción por soldador era de 12 unidades teniendo una capacidad de 24; en este caso les pedimos un estándar de 18 unidades que nos garantiza una operación constante y cumplen sin problemas con esto.

Esta nueva cultura de la medición, aunque nos costó mucho el implantarla en un principio, nos ha a redituado tremendamente en los resultados del área. Se han mejorado situaciones sin mucho análisis por el simple hecho de conocer a ciencia cierta la situación de los problemas. En este caso hemos tenido ahorros alrededor de \$300,000 dólares anuales en reducción de desperdicios en acero y pintura. Así como también hemos mejorado considerablemente en la calidad de nuestro producto (reducción de fugas y rechazos por acabado de pintura).

Como podemos ver la teoría de las restricciones es una serie de pasos que termina con “volver al paso 1” lo que la convierte en un ciclo que debemos seguir. Si aplicamos consistentemente dicho ciclo tendremos cada vez una fábrica más competitiva y redituable, que es a final de cuenta lo que persigue cualquier negocio.

4.2. Recomendaciones

Una vez que ya se tiene conocimiento de las capacidades productivas de nuestros procesos y definidas las reglas de operación con las que queremos trabajar, es importante definir indicadores, de manera de monitorear la operación y asegurar se sigan las reglas del juego, así como también prevenir perturbaciones lanzando acciones oportunamente. Los tipos de indicadores se definen según lo que se quiera medir (volumen, calidad, inventario, etc.) y la frecuencia que se requiera, lo trascendente de dichos indicadores es que realmente ayuden en la toma de decisiones.

La gente de la operación debe ser partícipe del monitoreo del área por lo que son ellos los que deben de llevar los registros de datos que se requieren para elaborar los indicadores. Por consiguiente es imperativo que dichos indicadores sean del conocimiento de los operarios y no sean exclusivos del líder del área de manera que los resultados de dicho monitoreo le den sentido a su trabajo diario y motivarlos a la mejora.

Definitivamente tenemos que seguir una regla de oro la cual es: Medir para controlar y controlar para mejorar. Una fábrica que no mide su desempeño ya sea en volumen, calidad etc. es imposible que sobreviva y aunque parezca obvio o tonto comentar esto, fue precisamente con lo que yo me encontré cuando me asignaron a esta fábrica; no se medía absolutamente nada.

Es importante mantener un proceso de mejora continua que nos ayude a seguir explotando las oportunidades existentes en las áreas productivas de manera de asegurar una posición competitiva en el mercado.

Bibliografía.

Eliyahu M. Goldratt

La Meta

Editorial Castillo

Sexta Edición, 1999

Eliyahu M. Goldratt

La Carrera

Editorial Castillo

Segunda Edición, 1993

Organización Internacional del Trabajo *

Introducción al estudio del trabajo

Editorial LIMUSA

Tercera Edición, 1988

Oscar Lozano González

Apuntes de Seminario- Taller Sincronización de Operaciones

Octubre 1998

* Literatura clásica

Listado de Tablas

		Página
Tabla 3.2.2.2 a.-	Estudio de tiempos del área de máquinas de Tanques Pedestales.	42
Tabla 3.2.2.2 a.-	Estudio de tiempos del área de soldadura de Tanques Pedestales.	59
Tabla 3.2.2.2 a.-	Estudio de tiempos del área de pintura de Tanques Pedestales.	72
Tabla 3.3.1	Matriz de capacidades en línea de Tanques Pedestales.	74

Listado de Figuras

	Página
Figura 2.4.1.- Analogía de la Tropa.	23
Figura 2.4.2.- Tropa atada por una cuerda	26
Figura 2.4.5.- Ejemplo del sistema TAC	33
Figura 3.1.1.- Lay out de fábrica de Tanques Pedestales	35
Figura 3.2.1.- Organigrama de fábrica de Tanques Pedestales	36
Figura 3.2.2.1.- Diagramas de Flujo de Fabricación del Tanque Pedestal.	39
Figura 3.2.2.2.- Registro de Tiempos de Fabricación	41
Figura 3.3.1.1.- Representación de la capacidad de planta en forma de tubería.	75
Figura 3.3.4.1.- Representación de la capacidad actual de planta en forma de tubería.	83

Apéndice A.

El Fenómeno del Palo de Hockey

Casi todas las compañías enfrentan un problema llamado el **fenómeno del palo de hockey**, precipitándose a cumplir con las cuotas al final de periodo de tiempo. Si el periodo de tiempo es de un mes, se trata de un síndrome de final del mes; si el periodo es un trimestre, es un síndrome de final de mes; si el periodo es un trimestre, es un síndrome de final de trimestre.

La razón de lo anterior es que el sistema nunca funciona de manera uniforme; cada uno trabaja bajo presión durante la primera parte plana del ciclo, al igual que durante el final del ciclo. La causa del problema es que están empleando dos series de medición:

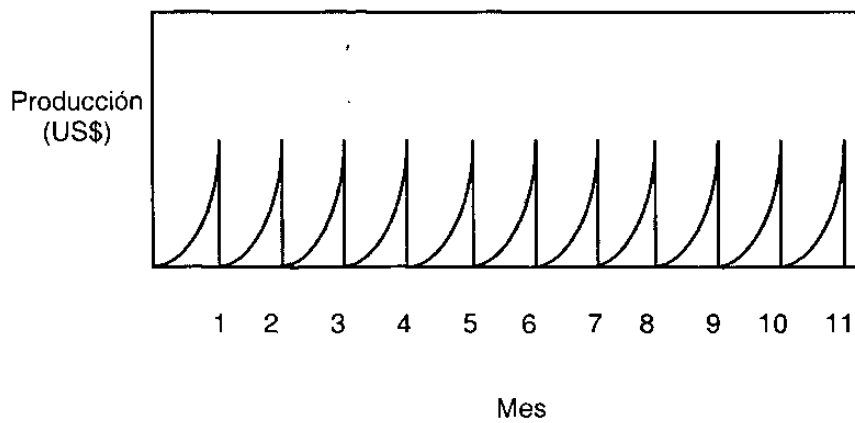
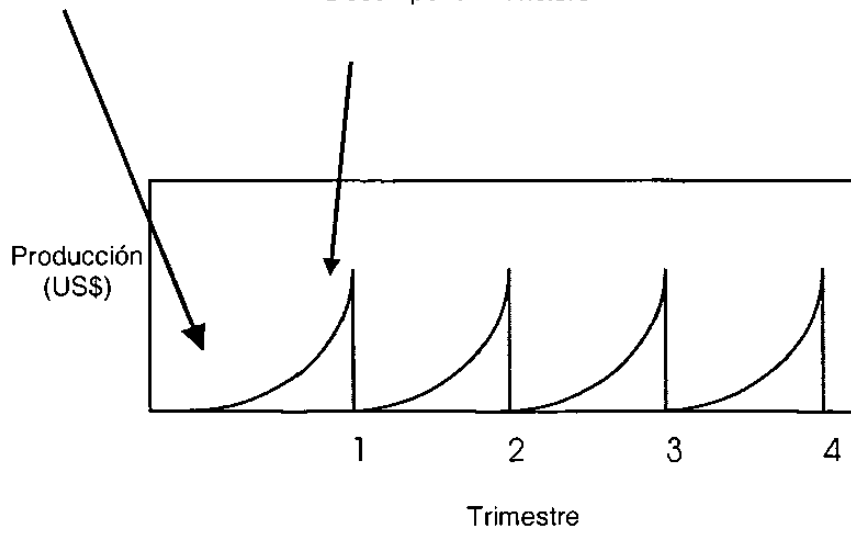
Al comienzo de periodo se utilizan mediciones (locales) de **la eficiencia contable de los costo**. Esto estimula la disminución de las preparaciones a través de lotes grandes. Sin embargo a medida que se acerca el final del mes, la presión aumenta para cumplir una serie diferente de mediciones, esto es una serie que se refiere al **desempeño financiero**. Las mediciones se formulan en términos tales como dólares de producción embarcada. En los estados financieros, estas mediciones se expresan como utilidades netas, rendimientos sobre la inversión y flujo de efectivo.

El Fenómeno del Palo de Hockey

Diferente sistema de medición para el principio de trimestres o mes

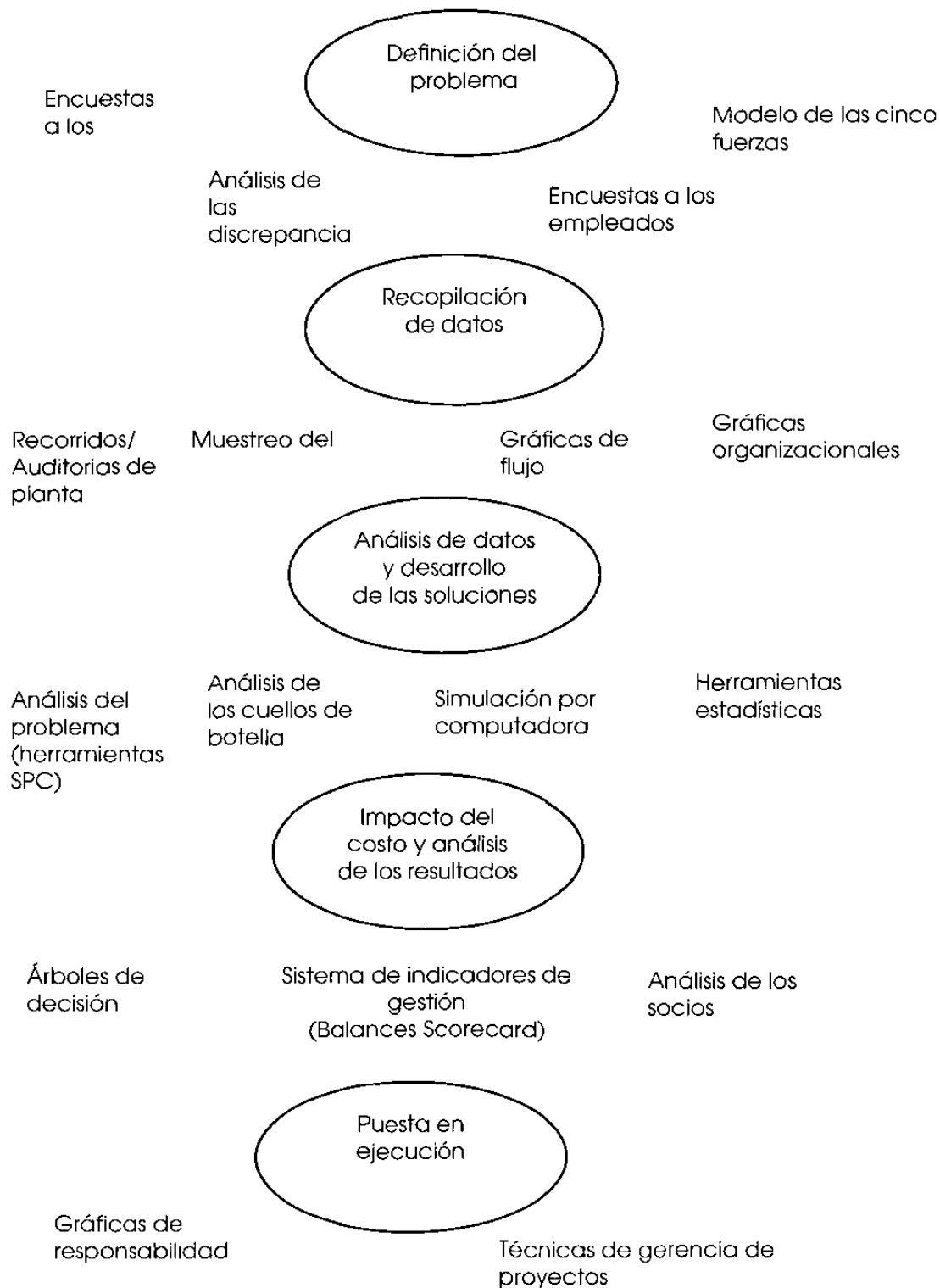
Eficiencia contable de los costos

Desempeño financiero



Apéndice B.

Juego de Herramientas para mejorar operaciones



Definición del Problema

Encuesta a los clientes:

Poco confiables, generalmente están no actualizadas o hechas de manera que no separan los temas del proceso de publicidad o de asuntos relacionados con el mercadeo.

Análisis de discrepancias:

Se utiliza para evaluar el desempeño del cliente con relación a las expectativas de sus consumidores o con relación al desempeño de sus competidores.

Encuestas a empleados:

Van desde la satisfacción de los empleados hasta de las sugerencias, la cuales deben ser cuidadosamente evaluadas y la gerencia debe actuar en consecuencia.

Modelo de cinco fuerzas:

1. El poder del comprador;
2. Los posibles competidores;
3. Los proveedores;
4. Los productos sustitutos;
5. Rivales de la industria.

Recopilación de Datos

Recorridos/Auditorías de la planta:

Las auditorías implica la medición de todos los aspectos de las instalaciones y los procesos de producción y los recorridos de la planta son menos detallados y pueden hacerse en medio día. El propósito del recorrido es lograr una comprensión general del proceso de fabricación antes de enfocarse en una determinada área problemática.

Muestreo del trabajo:

Implica unas observaciones de muestras aleatorias de las actividades de trabajo, diseñadas para lograr una imagen estadísticamente válida de la forma como un trabajador gasta el tiempo o utiliza el equipo. Los estudios diarios son otra forma de recopilar datos sobre las actividades.

Gráficas de flujo:

Además de suministrar capacidades para definir un proceso, asignación y rutas de trabajo, programación, manejo de las listas de trabajo y condición automática y métrica del proceso.

Gráficas organizacionales:

Muestra las líneas de autoridad de manera formal, en orden y esquema.

Análisis de los datos y desarrollo de las soluciones**Análisis del problema :**

El análisis del Pareto, los diagramas de pescado, las gráficas de funcionamiento, los diagramas de dispersión y las gráficas de control son herramientas fundamentales en prácticamente todos los proyectos de mejora continua.

El análisis de Pareto se le implica al manejo del inventario bajo el título de ABC; punto de partida típico de control de la producción cuando examinan los problemas de inventario.

Análisis de los cuellos de botella:

El consultor tiene que especificar cómo la capacidad disponible está relacionada con la capacidad requerida para algún producto o servicio con el fin de identificar y eliminar el cuello de botella.

Simulación por computadora.

Puede ir desde Excel hasta Promodel. Algunos incluyen diagramas de ondas casuales. (Que son útiles para modelar los factores que mejoran o dañan el sistema).

Herramientas estadísticas:

El análisis de correlación y el análisis de regresión (habilidades esperadas).

Impacto del costo y análisis de los resultados

Arboles de decisión:

Altamente utilizados en el examen de las inversiones en la planta y equipo.

Análisis de los tenedores de participaciones:

Proyectos impactan a: clientes, accionistas, empleados, proveedores y la comunidad

Sistema de indicadores de administración:

Costos

Ciclos

MOD

Inventario

Demoras

Implementación

Gráficas de responsabilidad:

Su objetivo es señalar que tarea tiene asignada cada persona

Técnicas de gerencia de proyectos:

CPM/PERT y las gráficas de Gantt.

Apéndice C.

Glosario de Términos.

Buffer.- Término en del idioma Inglés que se puede trducir como amortiguador. Se utiliza para nombrar al producto en espera antes de un proceso.

Bugo.- Equipo semiautomático utilizado para soldar.

Cut to length.- Equipo utilizado para cortar rollos de lámina transformándolo en hojas de tamaño especificado.

Drum-Buffer-Rope.- Ssistema de manufactura que puede traducirse como Tambor-Amortiguador-Cuerda.

Just in time.- Sistema de manufactura que puede traducirse como Justo a tiempo.

Kanban.- Término utilizado para definir un sistema de manufactura.

Lead time.- Es el tiempo que se toma para entregar un pedido.

Metalero.- Máquina herramienta utilizada para hacer cortes a base de cuchillas tipo guillotina.

Rack.- Estante utilizado para almacenar piezas determinadas.

Roll former.- Equipo utilizado para hacer dobleces tipo ceja de máximo 2 pulgadas.

Set Up.- Es el tiempo de preparación de la materia prima antes de un proceso.

Shot blast.- Equipo de limpieza de piezas de acero a base de ráfagas de granalla.

Tranformador pedestal.- Se le llama así a los transformadores hasta 500 KVA que se instalan a nivel de piso o subterráneo

Resumen autobiográfico.

Grado que se desea obtener.

Maestro en Ciencias de la Administración con Especialidad en Producción y Calidad.

Título de la Tesis.

“Sincronización de Operaciones como estrategia para incrementar la Productividad”

Datos Personales

Nombre: Oswaldo Gustavo Cruz Garza.
Lugar y Fecha de Nacimiento: 20 de Noviembre de 1973, Monterrey, N.L.
Estado Civil: Casado.
Nacionalidad: Mexicano.
Dirección: Ave. República Mexicana # 326, Col. Rincón de Puentes.
Población: San Nicolás de los Garza, N.L.
Esposa: Ing. Claudia Aracely Medellín Alanís
Padre: Ing. Guillermo Cruz Ulloa.
Madre: María de Jesús Garza de Cruz.

Objetivos Profesionales

Desarrollarme en una empresa líder, mediante el ascenso y mejoramiento constante de mi persona, basando éste en las actividades puestas a mi cargo, buscando áreas de oportunidad para eficientizar procesos, obtener resultados óptimos, así como alcanzar las metas establecidas.

Actualizarme constantemente en aspectos relacionados con el entorno y giro de la empresa desde una perspectiva global.

Preparación académica

Profesional: Ingeniero Mecánico Administrador.
Institución: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (U.A.N.L.)
Lugar: San Nicolás de los Garza, N.L.
Período: Agosto/1990 - Junio/1995.

