



TÍTULO DEL REPORTE

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTRATÉGICAS PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE MAMPARAS PARA SANITARIOS**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“EXPERIENCIA PROFESIONAL”

NOMBRE DEL ALUMNO: ARTURO LÓPEZ LENA VILLASANA

NÚMERO DE CUENTA: 302121500

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

ASESOR: ING. ADOLFO ANDRÉS VELASCO REYES

AÑO: 2012

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos

Por su apoyo, confianza y consejos que me brindaron durante mi carrera para desarrollarme como profesional

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería

Por su dedicación incondicional en compartir sus conocimientos

A mi asesor

Por su dedicación y consejos que me brindó en este trabajo

A todos los sinodales

Por sus valiosos comentarios

Gracias por proporcionar su apoyo en la realización de este trabajo

ÍNDICE

	Página
OBJETIVO	4
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO 1.- DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	5
Historia, clasificación, etc.	5
CAPITULO 2.- PROBLEMÁTICA EN EL AREA DE OPERACIONES	6
Problemática en el ambiente de fabricación	
Balanceo de líneas, administración del tiempo de producción, líneas de ensamble	6
CAPITULO 3.- FAMILIA DE PRODUCTOS	8
Mamparas para sanitarios y puertas de acceso	8
CAPITULO 4.- DESCRIPCION DEL PUESTO DE TRABAJO	11
Coordinador de producción, funciones y responsabilidades	11
Papel del Ingeniero Industrial	12
Características de los pedidos	13
CAPITULO 5.- OPERACIONES DE LA PLANTA	17
Procesos de fabricación	17
Operaciones con lámina porcelanizada	20
Operaciones con lámina esmaltada	21
Introducción al balanceo de líneas de producción	23
Sistemas de producción intermitentes y continuos	23
Orden de producción	25
Requisición y planificación de materiales	27
CAPITULO 6.- ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES	34
Planeación agregada	34
Capacidades de producción	34
Cálculos y capacidad disponible	40
Plan de inventario cero fuerza de trabajo laboral	45
Resultados obtenidos y aportaciones utilizando conocimientos adquiridos durante la carrera	48
Propuestas	53
Lay out, manejo de materiales, supervisión	57
CONCLUSIONES GENERALES	66
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	70

OBJETIVO

Establecer estrategias de acciones y medidas para alcanzar los planes de productividad con eficiencia logrando reducir los tiempos ociosos mediante el balanceo en la línea de producción utilizando herramientas de Ingeniería Industrial para fabricar los productos con calidad reduciendo costos y tiempos manteniendo el ambiente laboral de trabajo.

INTRODUCCIÓN

Las líneas de producción son una clase importante en los sistemas de manufactura cuando deben hacerse grandes cantidades de productos idénticos o similares. En una línea de producción el trabajo total se divide en tareas pequeñas y se asignan trabajadores o máquinas para realizar estas actividades con eficiencia utilizando criterios profesionales así como la materia prima indispensable y mano de obra. [1]

En mi experiencia profesional se realizó el siguiente proyecto utilizando estrategias y métodos de la Ingeniería Industrial en el área de operaciones/producción, en la empresa se fabrican distintos tipos de productos para la industria de la construcción, en el capítulo 1 se dará una breve descripción sobre el giro de la empresa posteriormente se explicarán los procesos y familia de productos que comercializa, en el capítulo 2 se explica también la problemática de la empresa en el área de producción, finalmente las operaciones y las medidas que deben tomarse para satisfacer la demanda que se presenta así como propuestas para mejorar la producción.

Este reporte se refiere exclusivamente a las experiencias adquiridas en el proceso de fabricación de mamparas para sanitarios principalmente de lámina porcelanizada y se mostrarán mis aportaciones en el área de producción desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial.

CAPITULO 1. Descripción de la empresa

Historia

Canceles y Acabados Roma S.A. de C.V. (CAR'S) con su marca registrada de "Mamparas Oca", es una empresa dedicada a satisfacer las necesidades en el mercado de la construcción y remodelaciones de espacios arquitectónicos, nace hace más de 20 años diseñando cancelería de aluminio, extendiendo su mercado a la fabricación de mamparas para sanitarios y puertas de acceso en general (puertas de emergencia, de seguridad y blindadas). Actualmente cuenta con la infraestructura para la fabricación e instalación de todo tipo de mamparas para sanitarios, oficinas y puertas de acceso.

Clasificación

Según la Secretaría de Economía las empresas con giros industriales y hasta 50 empleados "CAR'S" se clasifica como pequeña empresa.

Misión

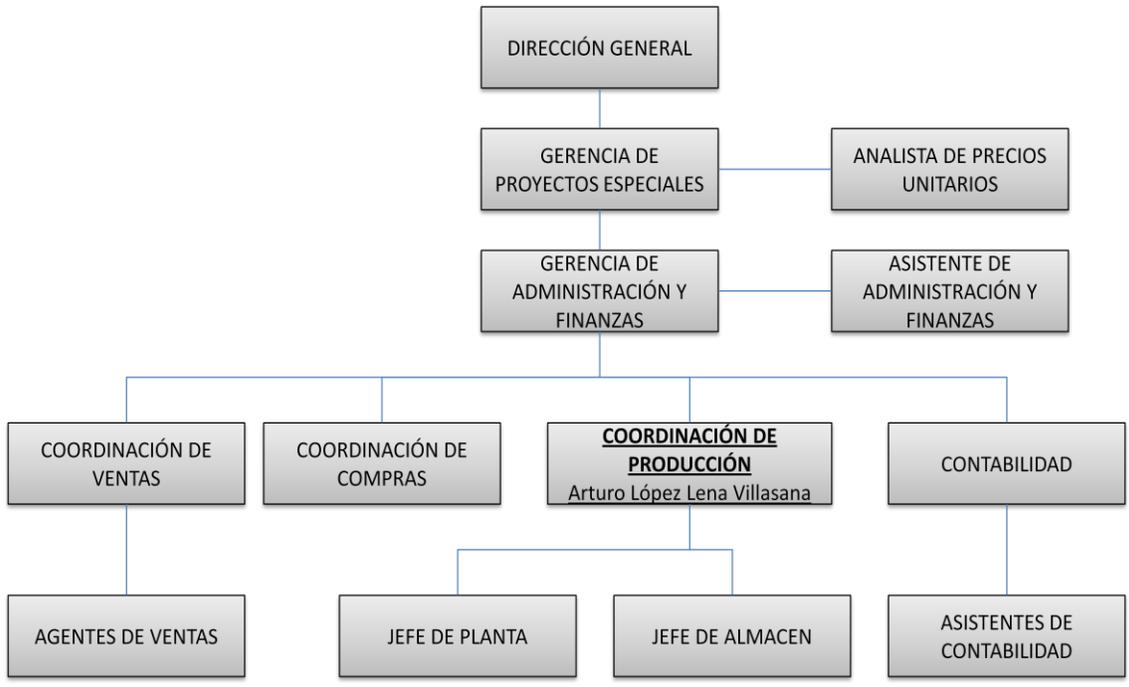
Satisfacer las necesidades en el ramo de la construcción y remodelación de sanitarios y edificios.

Visión

Ser considerados como el mejor proveedor en la fabricación de mamparas para sanitarios, puertas de acceso y herrería en general con la mejor calidad y tiempos de entrega e instalación competitivos.

La planta cuenta con el equipo e infraestructura para fabricar las piezas con lámina esmaltada, a diferencia de la lámina porcelanizada que se compra con diferentes proveedores, la lámina porcelanizada lleva 2 procesos adicionales y la planta aún no cuenta con la infraestructura ya que se requiere un horno de mayor capacidad (elevar temperatura a 800 grados Celsius)

A continuación se presenta el organigrama de la empresa y resalto el área en la que pertenezco (coordinación de producción).



ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

CAPÍTULO 2. Problemática en el área de operaciones

Actualmente el balanceo correcto en las líneas de producción de cualquier empresa manufacturera es de mucha importancia para la buena programación y control de la producción, se tienen muchos beneficios siempre y cuando se haga de la manera correcta. En la empresa en ocasiones se dificulta la salida de los productos fabricados debido a una mala planeación de materiales y distribución de los trabajadores lo que genera un cuello de botella, ésta problemática se clasifica en 3 diferentes puntos:

A. Balanceo de Líneas

“Mamparas Oca” tiene la necesidad de mejorar su distribución de los trabajadores, balanceando los recursos con los que cuenta de manera optima y en el momento necesario para poder operar de manera eficiente y concluir las órdenes de producción en cuanto a tiempo y forma. Para el balance y distribución de dichos recursos se requiere de conocer los tipos de procesos, tiempos en cada área o estación de trabajo así como la materia prima a utilizar para detectar en dónde nos afectan los cuellos de botella y aumentar los recursos en esa área para no atrasar la producción.

B. Administración del tiempo de producción

También otra problemática principal son los tiempos ociosos en la mano de obra, ya que es claro que cuando en una planta existen trabajadores operando al máximo de su capacidad en cierta área y que al mismo tiempo en otras áreas o procesos de la planta existe trabajadores en ociosidad, es evidente que la planta o taller está desbalanceada.

Sin embargo, aparte del término productividad, existen diversos factores que también afectan o influyen en la producción de cualquier planta manufacturera que son “seguridad e higiene” ya que son disciplinas importantes que de llevarse a cabo impactan de cierta forma en el profesionalismo e imagen de la empresa.

C. Líneas de ensamble.

Las líneas de ensamble se definen como una serie de estaciones de trabajo de montaje manual o automatizado, en las cuales se ensamblan en secuencia un producto o varios. Una definición más amplia incluye líneas de flujo, con señales entre las estaciones de trabajo para fabricación y montaje. Las líneas de montaje son la piedra angular de los métodos de producción masiva y el fundamento para la distribución del flujo de productos. Para un análisis de la línea de montaje y para conocer la eficiencia de la producción masiva, suponemos que la línea es síncrona (los productos ensamblados parcialmente en la línea de montaje salen de cada estación de trabajo en forma sincrónica (o al mismo tiempo). [1]

CAPÍTULO 3. Familia de productos

En CAR'S se fabrican y comercializan diferentes clases de productos que a continuación se explican:

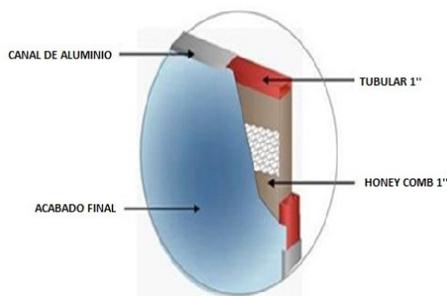
- **Mamparas para sanitarios:**

En la división de mamparas el cliente puede decidir cualquier combinación que se ajuste a sus necesidades teniendo como alternativas los siguientes factores que se muestran en el cuadro 1, en la fabricación de mamparas:

TIPO DE LAMINA	PERIMETRO	HERRAJE	MODELO
ESMALTADA	ALUMINIO ANODIZADO	ALUMINIO ANODIZADO	PREFERENTE
PORCELANIZADA	AC. INOXIDABLE	AC. INOXIDABLE	MAGNA PISO
AC. INOXIDABLE			MAGNA LOSA
PANEL ART			ÓPTIMA

CUADRO 3.1. TIPOS DE ACABADOS Y MATERIALES DE MAMPARAS

La especificación general de una mampara se muestra en el dibujo 3.1, más adelante se explicarán con más detalle los materiales que se emplean para su fabricación, así como la chapa utilizada.



Especificación de mampara

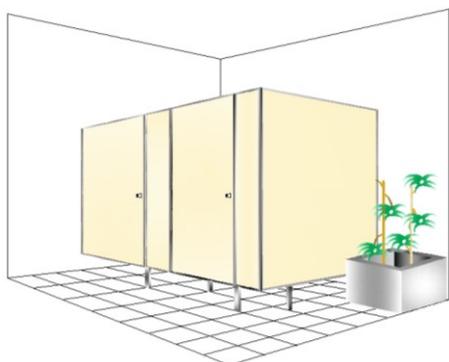
DIBUJO 3.1



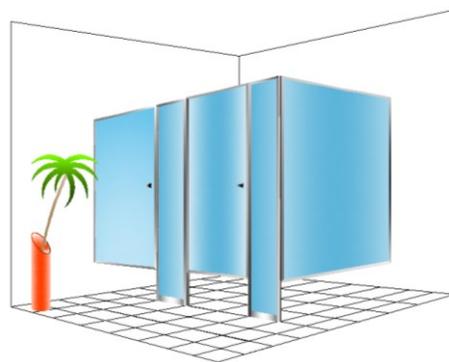
Chapa Oca

DIBUJO 3.2

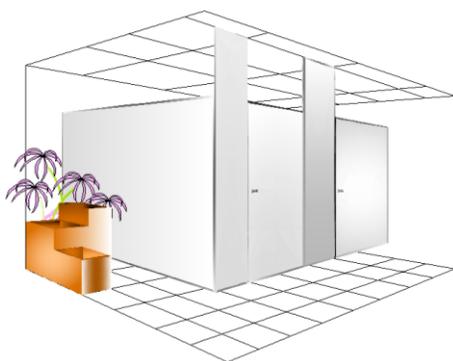
Existe una gran versatilidad en el uso de las mamparas (escuelas, sanitarios publicos, oficinas, centros sociales, etc.), en el dibujo 3.3 se muestran imágenes de los diferentes modelos que se ajustan a todos los sanitarios y gustos del cliente.



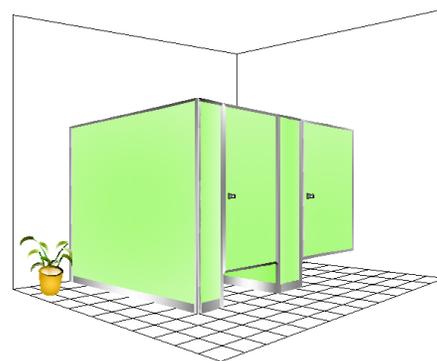
PREFERENTE



MAGNA PISO



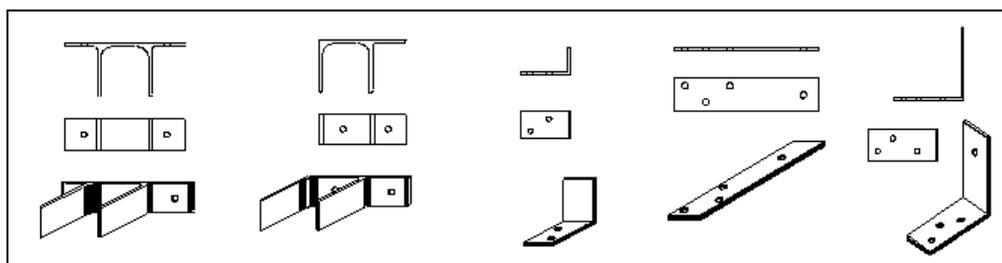
MAGNA A LOSA



ÓPTIMA

DIBUJO 3.3. MODELOS DE MAMPARAS PARA SANITARIOS

El herraje utilizado en la instalación de “Mamparas Oca” es fabricado con aluminio anodizado para su uso exclusivo en las instalaciones, en el dibujo 3.4. se muestran algunas imágenes.



**DIBUJO 3.4. HERRAJES PARA INSTALACIÓN DE ALUMINIO NATURAL ANODIZADO
(ANCLAS, SOLERAS Y ESCUADRAS)**

En "Mamparas Oca" se emplean 2 tipos de lámina diferentes:

Lámina porcelanizada

Lámina de acero especial, que incluye doble horneado a 850°C, primero con esmalte vítreo fundente (base) y posteriormente con esmalte vítreo a color para obtener el acabado de la lámina, dando como resultado una superficie altamente resistente a los rayones, decoloración o manchas, conservando su brillo característico y cualidades únicas indefinidamente.

Lámina esmaltada

Lámina de acero negra con pintura en polvo epóxicas son recubrimientos 100% sólidos que no tienen ningún tipo de solventes, horneadas de 180°C a 220°C es aplicado mediante una pistola electrostática con un pre-tratamiento de desengrase y fosfatizado y posteriormente un proceso de curado en horno formando una película como resultado de una reacción química catalizada por el calor. Probando ser una forma efectiva y económica de protección.

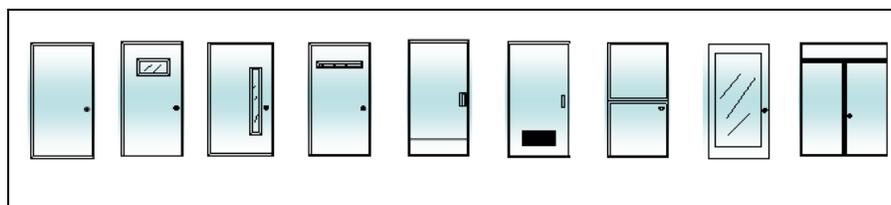
- **Puertas de acceso**

El proceso de fabricación para las puertas es el mismo de las mamparas sólo que el bastidor es de tubular de 1 ¼ pulg, lo que le da una mayor resistencia y engruesa de manera significativa la puerta, también. En el cuadro 3.2 se muestra la clasificación de materiales y tipos que se emplean para la fabricación de una puerta de acceso, así como el modelo a escoger se muestra en el dibujo 3.5.

TIPO DE LÁMINA	MARCO	TIPOS	TIPO DE ABERTURA
ESMALTADA	ALUMINIO	CON MIRILLA	BISAGRAS
PORCELANIZADA	METÁLICO	SIN MIRILLA	MOLINETE (BALERO)

CUADRO 3.2. CLASIFICACIÓN DE PUERTAS DE ACCESO

También las puertas de acceso tienen diferentes modelos que se ajustan a las necesidades y usos de los clientes, a continuación se muestra una imagen con los diferentes modelos de puertas que se fabrican.



DIBUJO 3.5. TIPOS EN MODELOS DE PUERTAS DE ACCESO

CAPÍTULO 4. Descripción del puesto de trabajo

Coordinador de producción

Un coordinador de producción es el responsable de la fluidez en las operaciones de la fábrica desde la recepción de la materia prima hasta el proceso de empaclado y la distribución hasta que concluya el proceso, en este caso se debe de asegurar también de la calidad de los productos que se fabrican y finalmente de la instalación de las mamparas en la obra.

El coordinador de producción también debe vigilar el orden y garantizar la entrega de los productos requeridos en el proceso, a continuación se describen las funciones que he estado desempeñando en la empresa.

Funciones

- Elaboración de órdenes de producción
- Planeación y control de la producción en función de la demanda y disponibilidad de materiales y mano de obra.
- Autorización de trabajos a destajos y horas extras dependiendo de la urgencia del pedido.
- Asignación de labores al personal de la planta en las diferentes áreas de producción.
- Elaboración de requisición de materiales a necesitar desde la recepción de Vo.Bo. del área de ventas, se analizan los planos, números de piezas vendidas, tipo de lámina, color, etc, para ejecutar la Orden de Producción y se determinan los materiales a utilizar, se realiza la solicitud o requisición de material para enviarla al área de compras.
- Supervisar que se estén realizando las actividades asignadas a los trabajadores y que se hagan con calidad y de acuerdo a la especificación que muestra la orden de producción.
- Dar seguimiento a los problemas que ocurren en la instalación y solicitudes del cliente, entendiendo que el proceso termina en la instalación.

Dichas funciones o actividades han sido desempeñadas utilizando técnicas de la Ingeniería Industrial que se explican en el siguiente capítulo.

Papel del Ingeniero Industrial

Como en cualquier organización manufacturera el papel y responsabilidad que juega el Ingeniero Industrial en el área de producción son las siguientes:

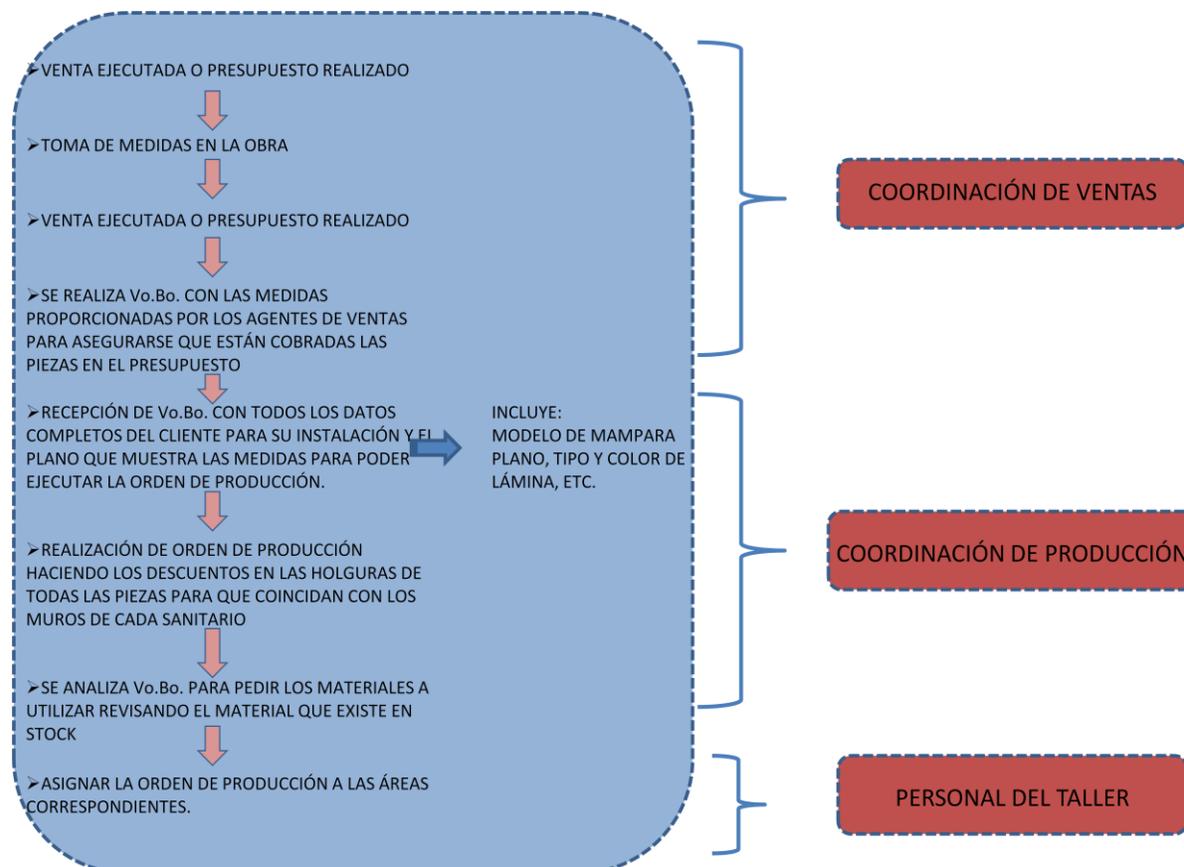
- Optimizar los procesos para que el producto se fabrique en el menor tiempo posible empleando para ello un análisis profundo de cada proceso.
- Balancear la línea de producción dando las prioridades necesarias para que se cumplan los pedidos con los tiempos de entrega prometidos al cliente.
- Eliminar desperdicios y tiempos muertos.
- Cuantificar de manera óptima la cantidad de materia prima y mano de obra necesaria para cumplir con el programa de producción.
- Supervisor de forma directa la fabricación del producto asignando las labores correspondientes al trabajador correspondiente identificando las capacidades y habilidades de cada trabajador.
- Mejorar la eficiencia de la planta con indicadores de productividad en cuanto a número de piezas fabricadas, tiempo, mano de obra, recursos utilizados, desperdicios, tiempos muertos, etc.
- Supervisar y asegurarse del control de calidad de cada pieza fabricada para satisfacción del cliente.

Características y naturaleza de los pedidos

La venta de las mamparas para sanitario incluye el transporte e instalación de las piezas.

¿Cómo se procesan los pedidos de los clientes?

El proceso desde que inicia la venta del producto hasta su instalación final se muestra en mapa 4.1.



MAPA 4.1. PROCESO O SECUENCIA PARA LA FABRICACIÓN DE UN PEDIDO DE MAMPARAS

Son 4 tipos de piezas diferentes que conforman las mamparas para los sanitarios, se le llama módulo a aquel espacio que comprende un escusado o W.C. y éste incluye las 3 diferentes piezas que se les llama, divisorio, fijo y puerta. Considerando que éstas 3 piezas pueden tener medidas distintas dependiendo de la ubicación, tamaño del sanitario y solicitud del cliente.

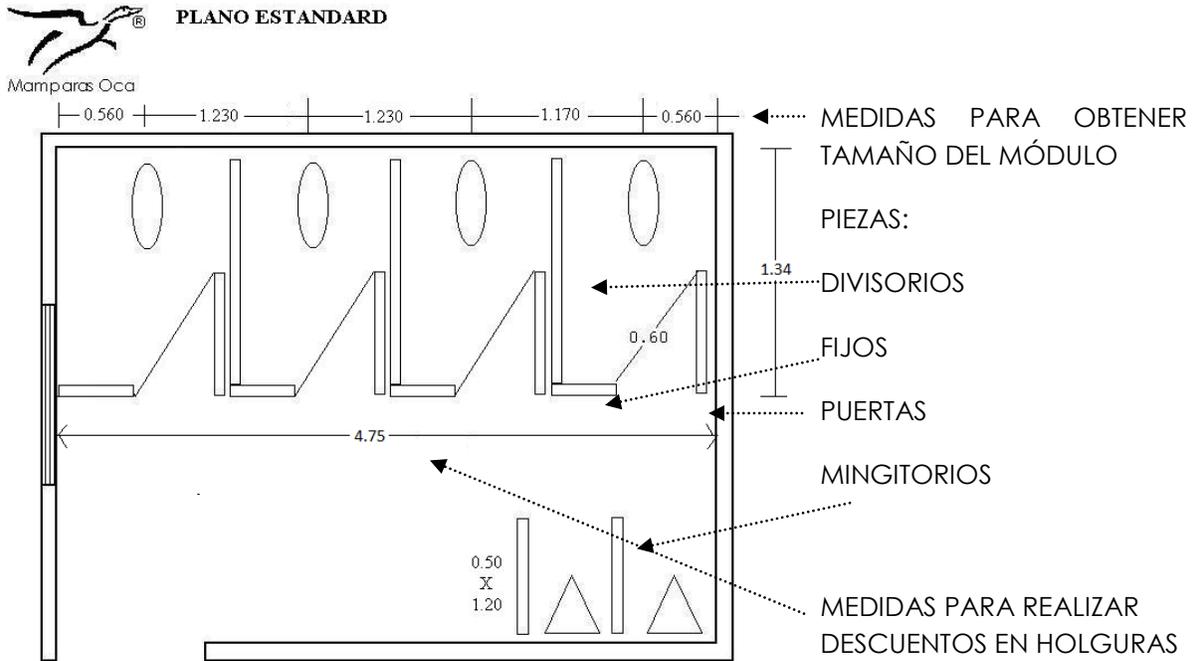
De manera general, el área de producción es el responsable de fabricar los productos como lo pide el cliente, y ésta información debe estar claramente

especificada en el Vo.Bo. respetando la fecha de entrega planeada con el cliente para ello el departamento de ventas debe tener comunicación frecuente, por lo que a partir de la realización de la orden de producción se empieza con la planeación de los materiales, tiempos de entrega y programación de la producción.

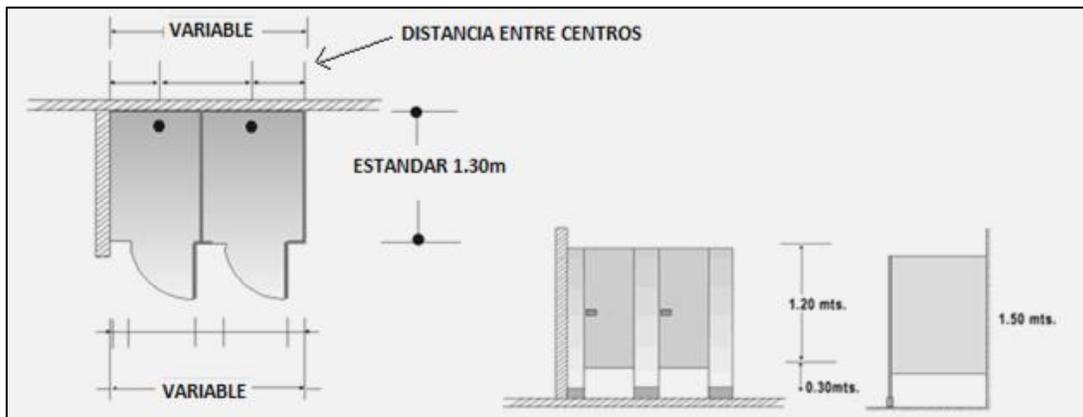
Sin embargo, para avanzar en nuestro proceso de producción, existen tamaños de piezas estándar como son las puertas y las divisiones que hay entre cada módulo, y en ocasiones se pueden ir fabricando los bastidores, pero las piezas llamadas "fijos" son de medidas variables ya que cada sanitario es diferente, razón por la cual hay que realizar algunos descuentos en las holguras.

En los dibujos 4.1 y 4.2 se muestra el ejemplo de un plano estándar para la fabricación de las mamparas que nos indica el tamaño de las piezas y las medidas para realizar descuentos en las holguras de los vanos entre los muros, dichas medidas se utilizarán para realizar la orden de producción y comenzar con la fabricación de las piezas "a la medida", en el capítulo 2 se estudiará el sistema de producción intermitente que es en donde se fabrican los productos diferentes y "a la medida" y no de manera masiva.

Ejemplo de planos de un sanitario



DIBUJO 4.1. PLANO ESTANDAR (VISTA DE PLANTA) DE UN SANITARIO COMÚN



DIBUJO 4.2. VISTA DE PIEZAS QUE CONFORMAN 1 MÓDULO (3 PIEZAS: FIJO, PUERTA Y DIVISORIO) EN ESTE CASO EL MODELO DE LAS MAMPARAS ES "MAGNA PISO" IDENTIFICÁNDOSE LOS FIJOS CON UNA ALTURA DE 1.80m Y LOS DIVISORIOS SIN PATA

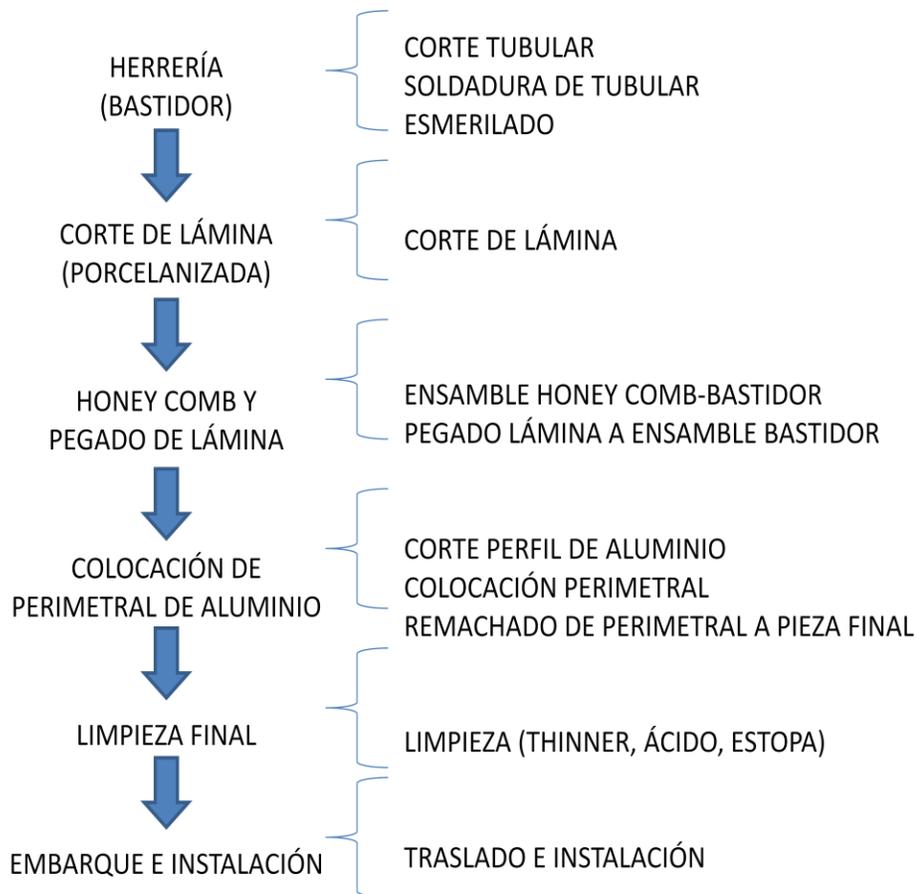
Capítulo 5 Operaciones de la planta

Existen diferentes tipos de operaciones que se realizan en la planta para fabricar una pieza. Todas las piezas tienen diferentes tipos de especificaciones y/o materiales pero en general las operaciones son las mismas, veamos cómo son estos procesos.

Proceso de fabricación: ¿Cómo se fabrica una pieza?

La fabricación de una pieza de mampara se realiza desde el corte del tubular de galvanizado, se suelda y se esmerila (para eliminar rebabas y residuos producidos por la soldadura, posteriormente se le coloca el alma de Honey-Comb para darle rigidez al tablero y poder recibir el acabado final que puede ser lámina esmaltada o porcelanizada, finalmente se remata con un canal de aluminio anodizado que va remachado al bastidor, se limpia y se traslada a embarque.

Las operaciones para fabricar una pieza de mampara en la planta con la materia prima respectiva son las siguientes:



CUADRO 5.1. PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE 1 PIEZA DE MAMPARA

Materia prima necesaria:

Para fabricación:

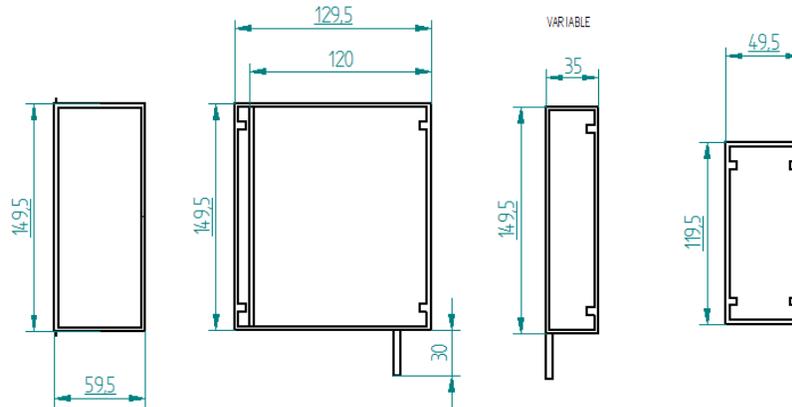
- Tubular galvanizado 1x1'' cal. 18
- Tubular galvanizado de 2 x 1'' cal. 18
- Honey Comb 1''
- Canal de aluminio anodizado 1 ¼ ''x ¼''
- Tubular galvanizado de ¾ x 1 ¾''
- Tubular rectangular de aluminio 2x1'' cal. 18
- Remaches #56
- Remaches #44
- Pegamento adhesivo de contacto
- Soldadura microalambre
- Plástico cubre lámina
- Lámina (porcelanizada o esmaltada)

Para instalación de mampara:

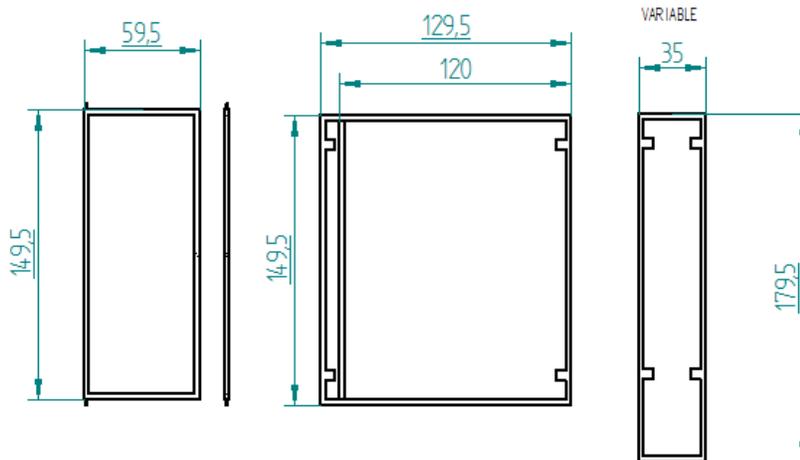
- Ancla de 1 y 2 cejas
- Escuadra de 3 x 3 x ¼ ''
- Escuadra de 22mm
- Solera de ¼''
- Taquetes de plástico ¼ pulg
- Pijas de 1 ½ pulg.
- Pijas de ¾ pulg.

En el dibujo 5.1 se pueden apreciar los 4 tipos diferentes de bastidores que se utilizan para la creación de un modulo. Estas piezas tienen el mismo proceso y en ocasiones cambian las medidas, y en particular tienen características que hacen la pieza diferente, por ejemplo, el perno no para la puerta, la pata que sujeta la mampara, los refuerzos que se sueldan para soportar el herraje al momento de la instalación, etc.

En los dibujos 5.1 y 5.2 se muestran las diferentes tipos de piezas de 2 modelos de mamparas, hago hincapié que las medidas mostradas están en centímetros y difieren por medio centímetro de la medida real de la pieza ya que se le descuenta medio centímetro por el canal de aluminio que es colocado en el último proceso de fabricación, más adelante se explicará cómo es interpretada la orden de producción. Los bastidores son fabricados soldando el tubular de galvanizado, lo que le da rigidez a la pieza final.



DIBUJO 5.1. BASTIDORES SOLDADOS PIEZAS: PUERTA, DIVISORIO, FIJO Y MINGITORIO RESPECTIVAMENTE



DIBUJO 5.2. BASTIDORES SOLDADOS DEL MODELO DE MAMPARA LLAMADO “MAGNA PISO” (SIN PATAS) LA DIFERENCIA AL MODELO ANTERIOR ES QUE EN ESTE CASO NO LLEVA PATAS, SÓLO SE SUJETA AL PISO CON LA PIEZA “FIJO”

Para poder visualizar bien las operaciones de la planta, veamos mediante unos diagramas cómo es fabricada una pieza en general.

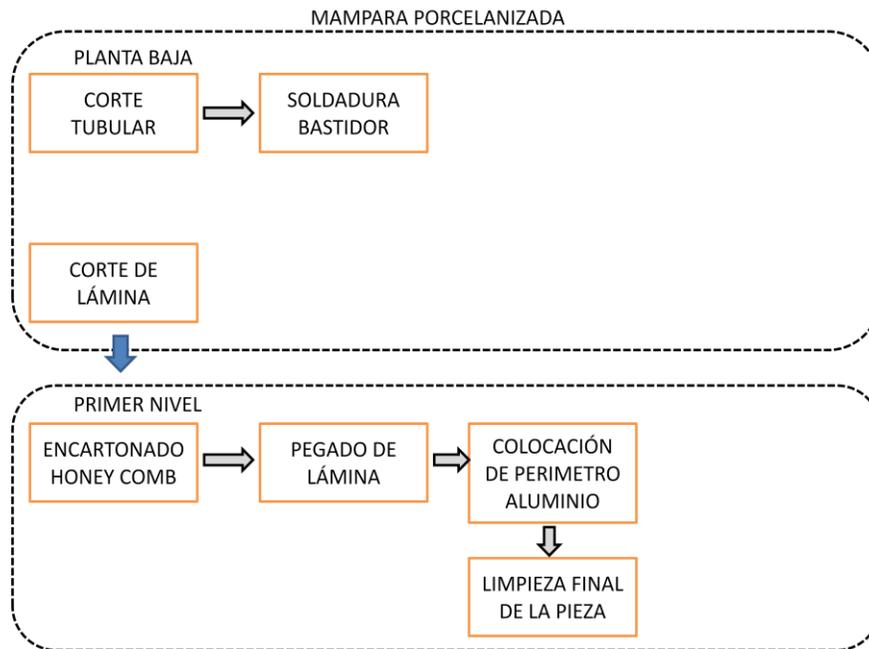
Vale la pena resaltar que en todos los baños existen 4 tipos de piezas similares con usos realmente distintos, y esas diferencias también causan algunos procesos extras. Pero en general las operaciones (soldar, cortar, esmerilar, colocación del canal de aluminio) son exactamente iguales pero con medidas diferentes. “ningún sanitario en cualquier edificio es igual” y esto ocasiona que el sistema de producción de las mamparas sea intermitente ya que las piezas son fabricadas a la “medida”

Como una de las herramientas de la Ingeniería Industrial se ha empleado el diagrama de procesos para mostrar las operaciones y materiales que se utilizan en toda la línea de producción en la fabricación de mamparas.

Operaciones para la mampara con lámina porcelanizada

Las piezas con lámina porcelanizada tienen un proceso que no se llevó a cabo en la planta, ya que aún no se cuenta con la infraestructura para hornear lámina porcelanizada porque requiere de un fundente y un horno con capacidad mayor a 800 grados Celsius. Ésta lámina se compra ya sea en rollo o por hojas dependiendo del proveedor y de su disponibilidad.

Los procesos para la fabricación para una pieza se muestra en el siguiente diagrama de flujo.



CUADRO 5.1. PROCESOS EN LA FABRICACIÓN DE UNA PIEZA CON LÁMINA PORCELANIZADA

Diagrama de procesos para una mampara con lámina porcelanizada

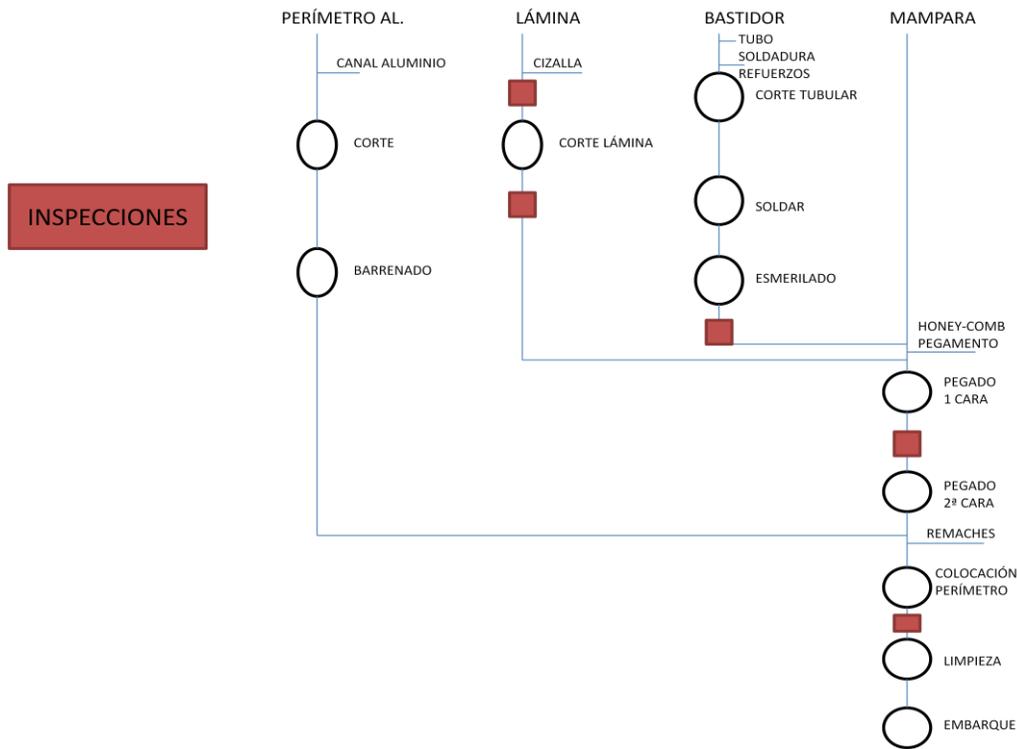
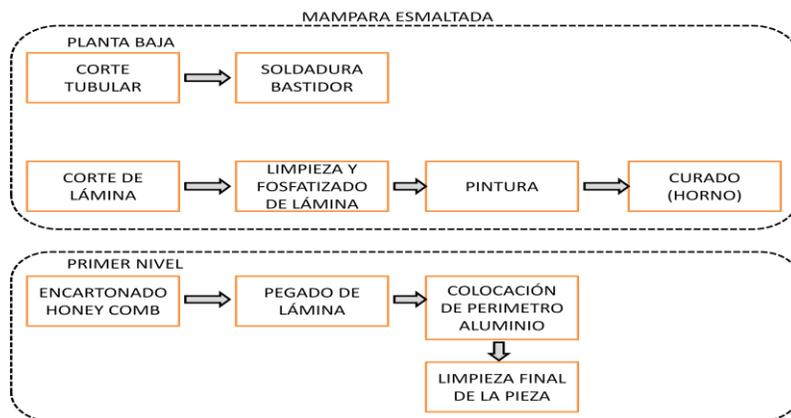


DIAGRAMA 5.1. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE UNA PIEZA CON LÁMINA PORCELANIZADA

Operaciones para una mampara con lámina esmaltada

Este modelo o tipo de mampara es la que se fabrica con mayor valor agregado en la planta, ya que a partir de la lámina de acero negra pasa por varios procesos de transformación que consta de su limpieza y pintura para ser curada en el horno, las operaciones se muestran en el cuadro 5.2:



CUADRO 5.2. PROCESOS EN LA FABRICACIÓN DE UNA PIEZA CON LÁMINA ESMALTADA

Diagrama de proceso para una mampara de lámina esmaltada

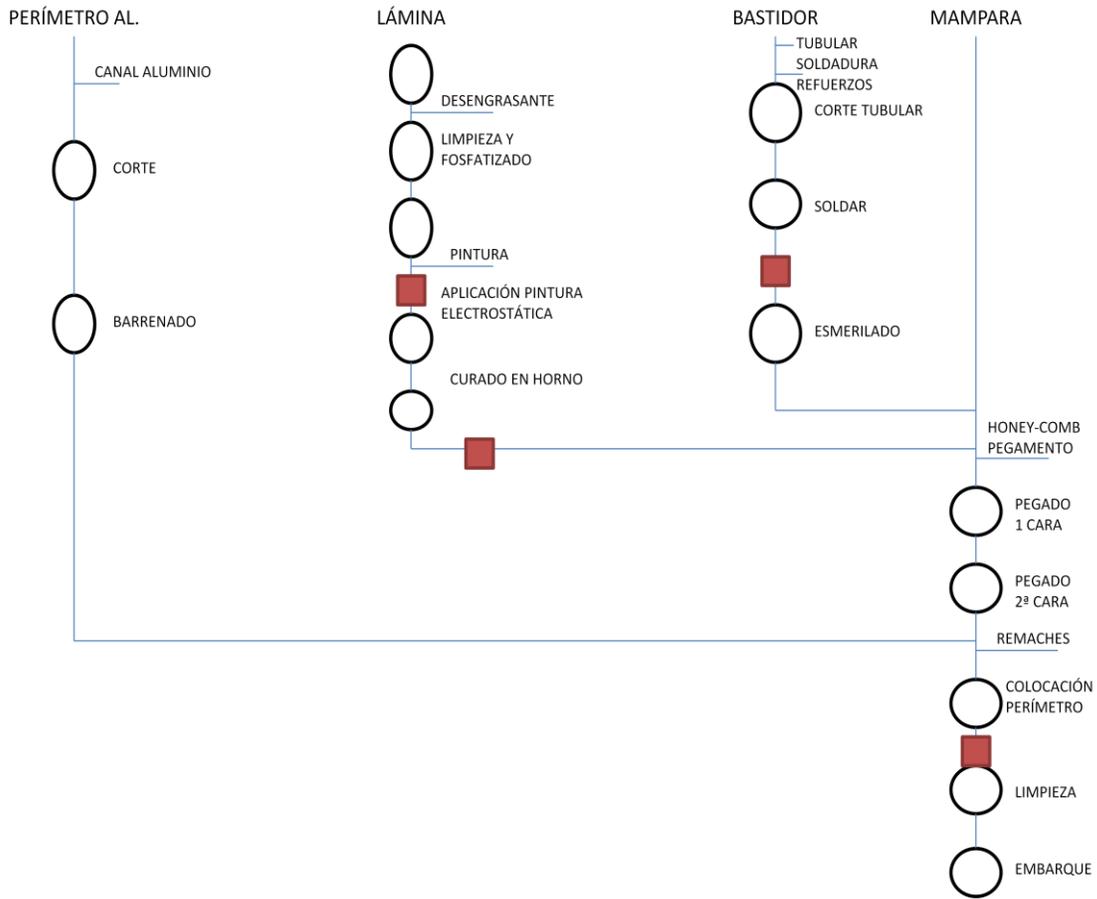


DIAGRAMA 5.2. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE UNA PIEZA CON LÁMINA ESMALTADA

Como se puede apreciar, el proceso es el mismo, sólo que en el caso de la lámina esmaltada se pinta en la planta a diferencia de la porcelanizada que se compra ya pintada, ya que aún la planta no cuenta con el horno para procesar el esmalte vítreo o fundente que le da el acabado de porcelanizado a la lámina.

Introducción al balanceo de línea de producción

El objetivo del balanceo de líneas de producción consiste en distribuir físicamente las tareas o procesos individuales entre las estaciones o celdas de trabajo, con el objetivo (idealmente) de que cada estación de trabajo nunca esté ociosa.

Una línea de producción consiste en una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que el producto pase de una estación a la siguiente y en cada ubicación se realice una parte del trabajo total. La velocidad de producción de la línea se determina por medio de su estación más lenta.

El problema de equilibrar la línea de montaje se centra en uno de los siguientes tres objetivos:

1. Encontrar una combinación de tiempo de ciclo y número de estaciones de trabajo que determine un tiempo ocioso mínimo.
2. Reducir los costos de mano de obra con la disminución al mínimo de las estaciones de trabajo en la línea de montaje. En este caso, la tasa de producción se conoce de antemano, lo cual produce un tiempo de ciclo fijo. Otra limitación es que los tiempos de procesamiento de cada estación de trabajo (determinados por la suma de los tiempos de tareas asignadas a la estación) no pueden exceder el tiempo de ciclo.
3. Reducir al mínimo el tiempo de ciclo para una cantidad específica de estaciones de trabajo al equilibrar la línea. [2]

Los propósitos de la técnica de balanceo de la línea de ensamble son los siguientes:

1. Igualar la carga de trabajo de los ensambladores.
2. Identificar la operación que constituya el cuello de botella.
3. Establecer la velocidad de la línea de ensamble.
4. Determinar el número de estaciones de manufactura.
5. Establecer la carga de trabajo porcentual de cada operador.
6. Auxiliar en la distribución de la planta.
7. Reducir el costo de producción.

Sistemas de producción intermitentes

Se dice que hay una producción intermitente cuando los productos fabricados se llevan a cabo mediante órdenes de producción específicas para cada cliente, es decir, existe un pedido diferente para cada cliente, aunque la materia prima es

casi similar tiene algunas diferencias en cuanto a color, medidas, etc. Generalmente este tipo de producción es de bajo volumen y se utilizan herramientas y mano de obra altamente calificada

Las producciones intermitentes son aquellas en que las instituciones deben ser suficientemente flexibles para manejar una gran variedad de productos y tamaños.

Las instalaciones de transporte entre las operaciones deben ser también flexibles para acomodarse a una gran variedad de características de los insumos y a la gran diversidad de rutas que pueden requerir estos. La producción intermitente será inevitable, cuando la demanda de un producto no es lo bastante grande para utilizar el tiempo total de la fabricación continua. En este tipo de sistema la empresa generalmente fabrica una gran variedad de productos, para la mayoría de ellos, los volúmenes de venta y consecuentemente los lotes de fabricación son pequeños en relación a la producción total. El costo total de mano de obra especializado es relativamente alto; en consecuencia los costos de producción son más altos a los de un sistema continuo.[4]

Sistemas de producción continuos

Este sistema es el empleado por las empresas que producen un determinado producto, sin cambios, por un largo período. El ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción. Como el producto es el mismo, el proceso de producción no sufre cambios seguidos y puede ser perfeccionado continuamente.

Este tipo de producción es aquel donde el contenido de trabajo del producto aumenta en forma continua. Es aquella donde el procesamiento de material es continuo y progresivo.

Entonces la operación continua significa que al terminar el trabajo determinado en cada operación, la unidad se pasa a la siguiente etapa de trabajo sin esperar todo el trabajo en el lote. Para que el trabajo fluya libremente los tiempos de cada operación deberán de ser de igual longitud y no deben aparecer movimiento hacia fuera de la línea de producción. Por lo tanto la inspección deberá realizarse dentro de la línea de producción de proceso, no debiendo tomar un tiempo mayor que el de operación de la unidad. Además como el sistema esta balanceado cualquier falla afecta no solo a la etapa donde ocurre, sino también a las demás etapas de la línea de producción. Bajo esas circunstancias la línea se debe considerar en conjunto como una entidad aislada y no permitiéndose su descompostura en ningún punto.

En “Mamparas Oca” se trabaja mediante el sistema de producción intermitente ya que cada pieza de trabajo es distinta en función de los materiales como el tipo de lámina, color, dimensiones de cada pieza, tamaño del pedido, etc.

Orden de producción

El área de producción únicamente se reserva el derecho de recibir los siguientes datos del área de ventas (Vo.Bo.)

- ✓ Número de piezas a fabricar con medidas de los vanos del sanitario
- ✓ Plano del sanitario para fabricar la pieza a la medida correcta
- ✓ Modelo de mampara
- ✓ Tipo de lámina y color a utilizar
- ✓ Tipo de herraje
- ✓ Dirección de entrega final al cliente
- ✓ Fecha de entrega prometida

La orden de producción es aquel documento en el cual sólo se muestra la información clara y suficiente para fabricar las piezas, no debe tener ningún error ya que es enviado a todas las áreas de la planta, y en el caso de tener errores causaría una variación en el pedido del cliente o incluso la insatisfacción total si no es inspeccionada correctamente.

La orden de producción debe tener las siguientes características:

- ✓ Nombre de la obra
- ✓ Modelo
- ✓ Tipo de lámina
- ✓ Color
- ✓ Tipo de chapa
- ✓ Número de piezas y tipo de cada una (divisorio, fijo o puerta)
- ✓ Dimensión real de cada pieza y su dimensión para la fabricación de bastidores.
- ✓ Medida para corte de lámina

La orden de producción es girada a las siguientes áreas: herrería, pintura (en caso de ser esmaltada), corte de cizalla y perímetro de aluminio para realizar los cortes. Todas las medidas de este documento están consideradas en metros [m]. un ejemplo de una orden de producción se muestra en el dibujo 5.3.

¿Cómo se interpreta la orden de producción?

En la orden de producción viene toda la información necesaria para la fabricación de todas las piezas de un pedido, en ocasiones existen algunos detalles específicos, por ejemplo, la altura de las piezas para una escuela kínder se requiere que sean de 1.20m y/o la pata de 0.20m, etc.

Puntos importantes a considerar al elaborar la orden de producción:

- ✓ Cuando una pieza es mayor a 1.20 [m] es necesario colocar un complemento (aumento) al bastidor y lámina, ya que por default la medida de ancho máxima de cualquier proveedor de lámina de acero es de 4 [pies] = 1.22 [m]
- ✓ En casos especiales algunos sanitarios requieren de algunas adecuaciones de las piezas fuera de la medida estándar, y debe indicarse claramente en la orden de producción incluso si es necesario en el plano para que los trabajadores realicen la tarea sin dificultad, obviamente es necesario la inspección de dicha instrucción, ya sea verbal o escrita.

Requisición y planificación de materiales

Es el proceso que permite identificar los componentes y materiales necesarios para fabricar los productos finales requeridos, el número exacto de cada componente y las fechas en que se deben realizar y recibir los pedidos.

Elementos necesarios para realizar la planificación de materiales:

- Lista de materiales de cada producto: Componentes o partes que lo conforman, cantidades necesarias de cada componente para formar una unidad de producto.
- De cada material se requiere la siguiente información:
 - tiempo de suministro o fabricación.
 - inventario disponible
 - recepciones pendientes.

En mamparas oca se cuenta con un inventario de stock de materia prima en común (Honey Comb, tubular de galvanizado, herraje, soldadura, remaches), pero cuando entra algún pedido grande (mayor a 100 piezas) se realiza un cálculo para determinar la cantidad de material que se necesita para ese pedido y no atrase los pedidos pequeños que hay con anterioridad, para ello existe una

matriz en una hoja de cálculo que determina los materiales a utilizar en función del tamaño y número de piezas.

Sin embargo, la lámina es el material más importante y debe de estar disponible lo más rápido posible cuando ya se haya avanzado con los bastidores, para ello nos ayudará el programa maestro de producción que nos va a indicar cuándo debe de estar disponible ya en la planta el pedido de lámina para poder cumplir con el programa y no retrasar la producción.

Una consideración importante en el ámbito de la requisición de materiales es el canal de aluminio anodizado, ya que éste tarda aproximadamente 15 días a partir de que se realizó el pedido. El canal de aluminio anodizado empleado en las mamparas se fabrica en exclusiva para la marca, razón por la cual requiere de varios días para procesar el pedido.

En el caso de la mampara con lámina porcelanizada, se tiene que realizar un pedido al proveedor para que se fabrique de acuerdo al pedido del cliente, éste material es importante que se cuantifique lo más pronto posible para no retrasar la producción ya que tiene aproximadamente un periodo de entrega de 10 días.

Cuando son obras pequeñas por lo general se calcula de manera manual de la siguiente manera:

- Por default, los fabricantes de lámina de acero tienen las siguientes medidas estándar: 1.22X1.50mt o bien (3x4 [pies])
- Por lo tanto todas las piezas tienen en común la altura (que es estándar de 1.50 mt)

Ejemplo para realizar un cálculo de lámina para las siguientes piezas

Pieza	Medida	Cantidad	Láminas p/pza	Lám. total
DIVISORIO	1.20X1.50	5	2	10
PUERTA	0.60x1.50	3	1	3
FIJO	0.40x1.50	3	0.5	1.5=2
MINGITORIO	0.50x1.50	2	1	2

TOTAL DE LÁMINAS = 17 de 1.22x1.50mt

Otra forma rápida es registrar los datos de las piezas con sus medidas respectivas a una matriz que fue hecha en una hoja de cálculo para calcular los demás materiales, como se había mencionado, generalmente cuando es una obra grande, aproximadamente mayor a 100 piezas se utiliza la siguiente tabla que mediante una sincronización de los datos nos da finalmente el número de piezas por material que es necesario pedir.

- Primero se registran los datos (tipos de piezas, número de piezas y dimensiones de las piezas)
- Se realizó una tabla por cada tipo de pieza (divisorio, puerta, fijo y mingitorio)
- De acuerdo a que cada material puede variar en función de la unidad con la que se está midiendo, por ejemplo, los tubulares de metal y de aluminio tienen un dimensión estándar de 6mt, entonces primero se sacan los números lineales que necesitamos por pieza, se multiplica por el número de piezas totales y se divide entre 6 metros, para que finalmente tengamos el número exacto de piezas por comprar.
- En la última tabla tenemos la orden de requisición

En el siguiente ejemplo que se mostrarán en las cuadros 5.3, 5.4, 5.5, y 5.6 se pone como ejemplo una obra aproximadamente de 40 divisorios, 50 fijos, 50 puertas y 30 mingitorios, se hace hincapié que todas las piezas tienen características muy similares pero con funciones distintas. La última tabla tenemos toda la información importante para realizar el pedido de los materiales a utilizar.

		ANCHO	ALTURA			
	TAMAÑO	1.300	1.50			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD				REQ DE MATERIAL
MAMPARA PORCELANIZADA DIVISORIO	PZA	40				
	CANT. POR PZA	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD
LÁMINA 1.22x1.50mt	2.167	HOJA	86.67	HOJA	87.00	HOJA
TUBULAR C-100 CAL 18	7.100	ML	284.00	ML	47.33	PZA
TUBULAR RECTANGULAR (PATA) 1 3/4 X 3/4 CAL 18	0.300	ML	12.00	ML	2.00	PZA
HONEY COMB 1" DE 1,20 X 1,50	1.083	HOJA	43.33	HOJA	43.33	HOJA
CANAL DE ALUMINIO DE 1 1/4	5.600	ML	224.00	ML	37.33	PZA
TUBULAR RECTANGULAR DE ALUMINIO 2" X 1" CAL. 18	0.300	ML	12.00	ML	2.00	PZA
CANAL UNION DE "	3.000	ML	40.00	PZA	40.00	PZA
REMACHES 56	0.000	PZA	0.00	PZA	0.00	PZA
REMACHES 44	20.000	PZA	20.00	PZA	20.00	PZA
PEGAMENTO DE CONTACTO	0.670	LT	26.80	LT	1.41	LATA
ANCLA DE UNA CEJA	2.000	PZA	80.00	PZA	80.00	PZA
ANCLA DE DOS CEJAS	2.000	PZA	80.00	PZA	80.00	PZA
ESCUADRA ANGULO DE 1 1/2 X 1/4	1.000	PZA	0.22	PZA	0.22	PZA
TAQUETES PLASTICOS BLANCOS	6.000	PZA	240.00	PZA	240.00	PZA
PIJAS DE 1 1/2 PULGADAS	6.000	PZA	240.00	PZA	240.00	PZA
PIJAS DE 3/4 DE PULGADA	4.000	PZA	160.00	PZA	160.00	PZA

CUADRO 5.3. REQUERIMIENTO DE MATERIALES A UTILIZAR PARA LA FABRICACIÓN DE 40 DIVISORIOS DE 1.30x1.50m

	ANCHO	ALTURA				
	0.35	1.50				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD				
MAMPARA "FIJO"	PZA	50	CANTIDAD	UNIDAD	REQUERIDO	
		CANT. POR PZA			CANT	UNIDAD
LÁMINA 1.22x1.50mt	HOJA	0.70	35.00	HOJA	35.00	HOJA
TUBULAR C-100 CAL 18	ML	3.70	1.11	ML	0.19	TRAMO
TUBULAR RECTANGULAR (PATA) 1 3/4 X 3/4 CAL 18	ML	0.30	0.09	ML	0.02	TRAMO
HONEY COMB 1" DE 1,20 X 1,50	HOJA	0.29	0.09	HOJA	0.09	HOJA
CANAL DE ALUMINIO (chapera) DE 1 1/4	ML	3.80	1.14	ML	0.19	TRAMO
TUBULAR RECTANGULAR DE ALUMINIO 2" X 1" CAL. 18	ML	0.30	0.09	ML	0.02	TRAMO
CANAL AL. BATIENTE	ML	1.50	0.45	ML	0.11	TRAMO
REMACHES 44	PZA	13.00	3.90	PZA	3.90	PZA
PEGAMENTO DE CONTACTO	LT	0.24	0.07	LT	0.00	LATA
ANCLA DE UNA CEJA	PZA	2.00	0.60	PZA	0.60	PZA
ESCUADRA DE 22MM ANGULO DE 1 1/2 X 1/4	PZA	1.00	0.00	PZA	0.00	PZA
TAQUETES PLASTICOS	PZA	6.00	1.80	PZA	1.80	PZA
PIJAS DE 1 1/2 PULGADAS	PZA	6.00	1.80	PZA	1.80	PZA
PIJAS DE 3/4 DE PULGADA	PZA	4.00	1.20	PZA	1.20	PZA

CUADRO 5.4. REQUERIMIENTO DE MATERIALES A NECESITAR PARA LA FABRICACIÓN DE 50 "FIJOS" CON MEDIDAS APROXIMADAS DE 0.35x1.50m

DESCRIPCION	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	REQUERIDO			
	0.6	1.50				CANT	UNIDAD
MAMPARA "PUERTA"			50				
			CANT. POR PZA	TOTAL PZAS	UNIDAD	CANT	UNIDAD
LÁMINA 1.22x1.50mt	HOJA	1.000		50.00	HOJA	50.00	HOJA
TUBULAR C-100 CAL 18	ML	4.200		210.00	ML	35.00	TRAMO
HONEY COMB 1" DE 1,20 X 1,50	PZA	0.500		25.00	HOJA	25.00	HOJA
CANAL DE ALUMINIO DE 1 1/4	ML	4.200		210.00	ML	35.00	TRAMO
VARILLA ACERO INOXIDABLE 1/4 (BIBEL)	ML	0.100		5.00	ML	0.83	TRAMO
REMACHES 56	PZA	8.000		400.00	PZA	400.00	PZA
REMACHES 44	PZA	8.00		400.00	PZA	400.00	PZA
PEGAMENTO DE CONTACTO	LT	0.235		11.75	LT	0.62	LATA
SOLERA AL. 1/4	PZA	2.000		100.00	PZA	100.00	PZA
TAQUETES PLASTICOS	PZA	6.000		300.00	PZA	300.00	PZA
PIJAS DE 1 1/2 PULGADAS	PZA	10.00		500.00	PZA	500.00	PZA

CUADRO 5.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES A NECESITAR PARA LA FABRICACIÓN DE 50 PUERTAS DE 0.60x1.50m

DESCRIPCION	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	REQUERIDO			
	0.5	1.50				CANT	UNIDAD
MAMPARA "MINGITORIO"			30				
			CANT. POR PZA	PZAS	UNIDAD	CANT	UNIDAD
LÁMINA 1.22x1.50mt		30.000		30.00	HOJA	30.00	HOJA
TUBULAR C-100 CAL 18	ML	4.000		120.00	ML	20.00	TRAMO
TUBULAR RECTANGULAR (PATA) 1 3/4 X 3/4 CAL 18	ML	0.300		9.00	ML	1.50	TRAMO
HONEY COMB 1" DE 1,20 X 1,50	HOJA	0.417		12.50	HOJA	12.50	HOJA
CANAL DE ALUMINIO (chapera) DE 1 1/4	ML	4.000		120.00	ML	20.00	TRAMO
TUBULAR RECTANGULAR DE ALUMINIO 2" X 1" CAL. 18	ML	0.300		9.00	ML	1.50	TRAMO
REMACHES 44	PZA	10.000		300.00	PZA	300.00	PZA
PEGAMENTO DE CONTACTO	LT	0.235		7.05	LT	0.37	LATA
ANCLA DE DOS CEJA	PZA	2.00		60.00	PZA	60.00	PZA
TAQUETES PLASTICOS	PZA	6.00		180.00	PZA	180.00	PZA
PIJAS DE 1 1/2 PULGADAS	PZA	6.00		180.00	PZA	180.00	PZA
PIJAS DE 3/4 DE PULGADA	PZA	4.00		120.00	PZA	120.00	PZA

CUADRO 5.6. REQUERIMIENTO DE MATERIALES A NECESITAR PARA LA FABRICACIÓN DE 30 MINGITORIOS DE 0.50x1.50m

REQUISICIÓN DE MATERIALES DE 1 OBRA (PEDIDO)

MATERIAL						REQUISICIÓN	
	DIVISORIO	FIJO	PUERTA	MINGITORIO	TOTAL	TOTAL	UNIDAD
LÁMINA MEDIDA 1.22x1.50mt	86.67	35.00	50.00	30.00	201.67	202.00	HOJA
TUBULAR C-100 CAL 18	47.33	30.83	35.00	20.00	133.17	134.00	TRAMO
TUBULAR RECTANGULAR (PATA) 1 3/4 X 3/4 CAL 18	2.00	2.50		1.50	6.00	6.00	TRAMO
HONEY COMB 1" DE 1,20 X 1,50	43.33	14.58	25.00	12.50	95.42	96.00	HOJA
CANAL DE ALUMINIO DE 1 1/4	37.33	31.67	35.00	20.00	124.00	124.00	PZA
TUBULAR RECTANGULAR DE ALUMINIO 2" X 1" CAL. 18	2.00	2.50		1.50	6.00	6.00	TRAMO
CANAL UNION DE "	40.00				40.00	40.00	TRAMO
VARILLA ACERO INOXIDABLE 1/4 (PERNO)			0.83		0.83	1.00	TRAMO
CANAL AL. BATIENTE		18.75			18.75	19.00	TRAMO
REMACHES 56			300.00		300.00	300.00	PZA
REMACHES 44	20.00	475.00	400.00	300.00	1195.00	1195.00	PZA
PEGAMENTO DE CONTACTO	1.41	0.62	0.62	0.37	3.02	4.00	LATA
ANCLA DE UNA CEJA	80.00	100.00			180.00	180.00	PZA
ANCLA DE DOS CEJAS	80.00			60.00	140.00	140.00	PZA
ESCUADRA DE 22MM ANGULO DE 1 1/2 X 1/4	0.22	0.28			0.50	1.00	PZA
SOLERA AL. 1/4			100.00		100.00	100.00	PZA
TAQUETES PLASTICOS BLANCOS	240.00	300.00	500.00	180.00	1220.00	1220.00	PZA
PIJAS DE 1 1/2 PULGADAS	240.00	300.00	500.00	180.00	1220.00	1220.00	ROLLO
PIJAS DE 3/4 DE PULGADA	160.00	200.00		120.00	480.00	480.00	PZA

CUADRO 5.7. REQUISICIÓN DE MATERIALES PARA UNA OBRA, QUE COMPRENDE 40 DIVISORIOS, 50 FIJOS, 50 PUERTAS Y 30 MINGITORIOS

CAPÍTULO 6- Administración de operaciones

Planeación agregada

La planeación agregada es la planeación a mediano plazo para determinar el manejo de los recursos humanos y materiales (inventarios) en la empresa. La demanda se va a considerar como unidades agregadas de producción en lugar de productos específicos.

En el plan agregado de producción se indican los niveles de resultados de producción para las principales líneas de productos y no para productos específicos. Debe de coordinarse con los planes de ventas y mercadotecnia de la compañía y considerar los niveles actuales de inventarios.

Debido a la naturaleza de los productos la planta sufre de una demanda independiente, es decir, en cualquier momento puede sufrir fluctuaciones y haya pedidos grandes y con un margen de fecha de entregas reducidas.

Por esta razón la planta debe considerar material de stock de materia prima en común (tubular, perímetro aluminio, Honey Comb, herrajes, etc.) la única materia prima como restricción es la lámina, debido a los diferentes colores y medidas que existen.

Capacidad de producción

Analicemos la capacidad instalada de la planta así como su infraestructura determinando cuál es la capacidad de producción de número de piezas posibles de fabricar en determinado tiempo y en qué área. Para esto veamos los tiempos que se han analizado (véase apéndices), número de trabajadores y capacidad por cada proceso.

HERRERÍA (BASTIDOR)

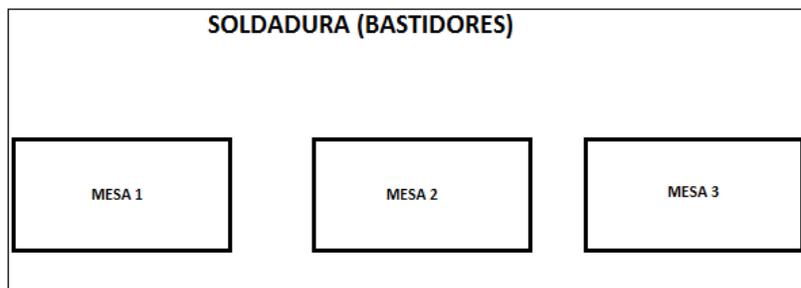




IMAGEN 6.1 BASTIDORES DE TUBULAR SOLDADOS EN AREA DE HERRERÍA (CADA BASTIDOR DEBE LLEVAR SU NOMBRE DE LA PIEZA Y LA OBRA A LA QUE PERTENECE PARA EVITAR CONFUSIONES Y DETECTAR LAS PIEZAS MÁS RAPIDO)

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR TRABAJADOR= 25 Pzas/trab

En condiciones normales considerando 3 trabajadores con 3 plantas para soldar se puede producir 75 piezas de bastidores para mampara por día.

CORTE DE LÁMINA

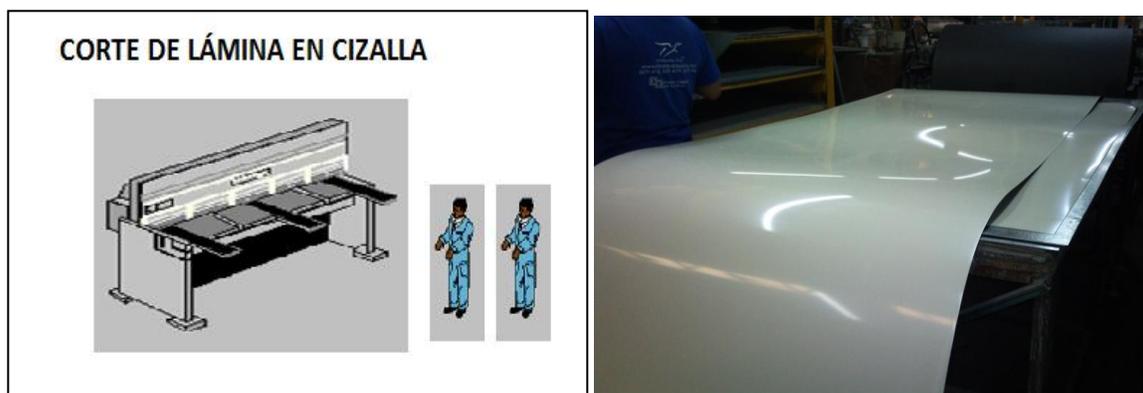


IMAGEN 6.2. IMAGEN DE UN ROLLO DE LÁMINA PORCELANIZADA EXTENDIDA SOBRE LA MESA DE TRABAJO PARA SER CORTADA EN LA CIZALLA

Para el proceso de corte de lámina por cizalla, es necesario 2 trabajadores, y en condiciones normales en promedio se pueden cortar hasta 100 piezas. Éste dato puede variar dependiendo de las siguientes condiciones:

- Tiempo en el que se transporta el rollo o las hojas de lámina (según tipo de proveedor)
- Tiempo en el que se ajusta y transporta la lámina dependiendo del tamaño (1.50m, 1.80m, 2.40m)
- Tiempo en el que se transporta lámina al segundo piso para ser pegada.
- En caso de ser lámina de rollo, tiempo en el que se va desenrollando y haciendo los cortes correspondientes.

Por lo tanto 2 trabajadores pueden completar este proceso de 60 piezas para mampara en un día.

PEGADO DE LÁMINA (2 CARAS POR PZA)

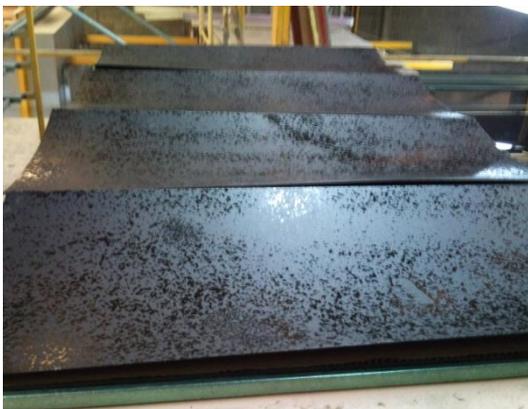
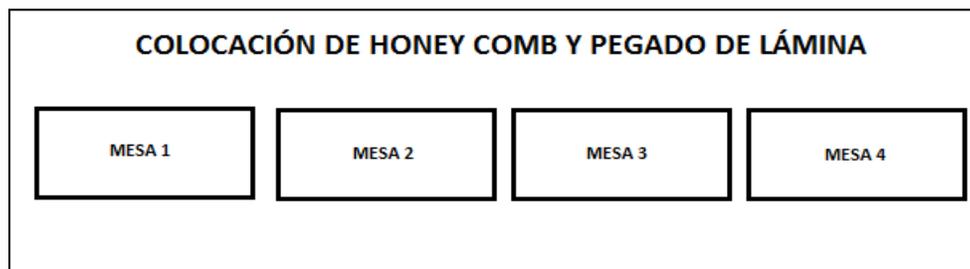


IMAGEN 6.3. LÁMINAS LISTAS PARA PEGAR Y BASTIDORES CON ENSAMBLE HONEY-COMB ROCIADOS DE PEGAMENTO. (SE APRECIA LOS REFUERZOS EN LOS BASTIDORES PARA LA INSTALACIÓN)

Para el pegado de la lámina al alma de Honey Comb es utilizado un adhesivo industrial que es rociado con una pistola de presión para aprovechar al máximo la cantidad del fluido y regular su aplicación.

Éste proceso puede variar mucho en cuanto al tiempo y número de piezas ya que mientras mayor sea el número de piezas por pegar, es menor el tiempo total ya que se distribuye en las 4 mesas de trabajo las piezas, y de acuerdo a la operación de pegado el pegamento tiene que pasar por un proceso de secado aproximadamente de 10 minutos, por lo tanto cuando ya se han colocado las piezas en una mesa y son rociadas de pegamento la última mesa de trabajo, las que se colocaron al principio ya están disponibles para ser pegada la lámina, este ocasiona que no haya tiempos muertos por parte del trabajador, de manera contrario si se trabaja mediante pocas piezas, el trabajador tiene que esperarse 10 minutos para que puede pegar la lámina.

Éste proceso óptimo sólo puede presentarse siempre y cuando el pedido sea de un número aproximadamente mayor a 15 o 20 piezas y se tenga la lámina disponible ya cortada y en el segundo piso de la planta.

En promedio y condiciones normales un trabajador puede pegar hasta 40 piezas por día utilizando 2 mesas de trabajo y considerando que las dimensiones de las piezas son distintas, también la planta cuenta con 4 mesas de trabajo de amplias dimensiones, por lo tanto, permite procesar diferentes piezas y tamaños de pedidos.

Por lo tanto: $40 \text{ pzas} \times 2 = 80 \text{ pzas por día (2 trabajadores)}$

COLOCACIÓN DE PERÍMETRO DE ALUMINIO

La colocación del canal de aluminio en la mampara es el proceso que más demora en toda la fabricación de la pieza ya que además de que requiere a trabajadores calificados tiene varios subprocesos que aumentan el tiempo de la operación como son: *el barrenado en los pernos de las puertas, el corte a 45 grados en cada vértice de la pieza, el corte para colocar la pata de aluminio o el zoclo según sea el caso del modelo de mampara, adecuación para colocación de chapa, etc.*

Sin embargo existe una ventaja que hace a esta operación más ágil, ya que se puede habilitar los cortes de las piezas aunque todavía no hayan terminado el proceso de pegado, estas operaciones son, los cortes, barrenos etc.

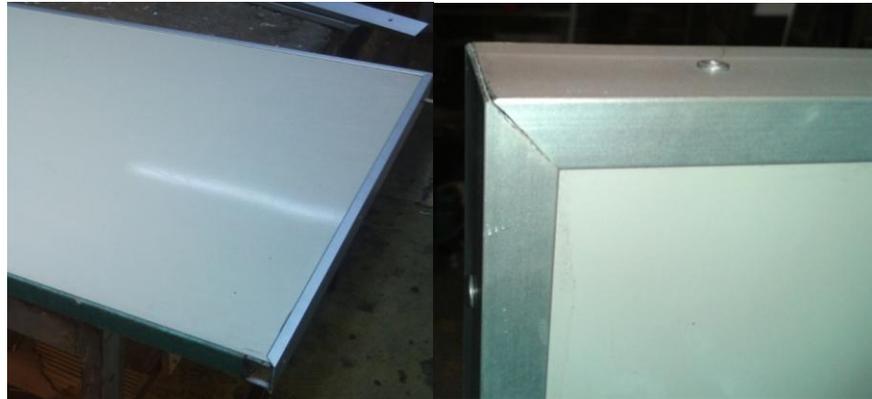
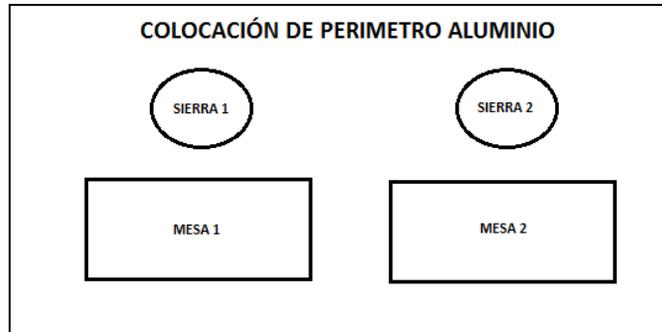


IMAGEN 6.4. EN LA PRIMERA IMAGEN SE APRECIA UNA PIEZA DE TRABAJO COLOCANDOSE EL CANAL DE ALUMINIO Y EN LA SEGUNDA IMAGEN SE APRECIAN LOS CORTES A 45 GRADOS EN EL VERTICE DE LA PIEZA (NOTESE LOS REMACHES Y QUE LA UNIÓN HA SIDO LIMADA PARA ELIMINAR REBABAS

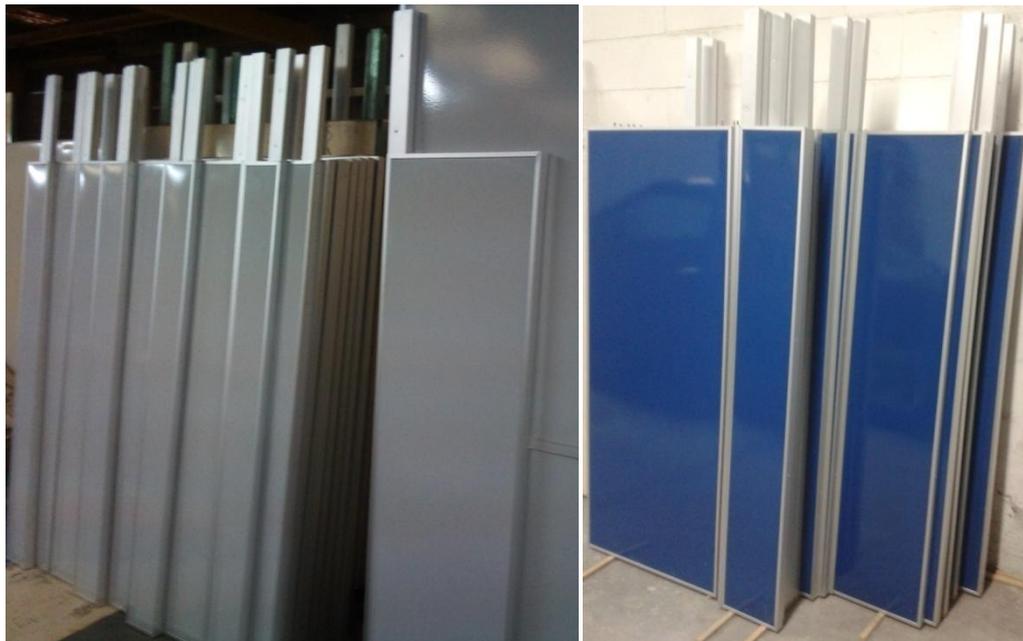


IMAGEN 6.5. CONJUNTO DE PIEZAS YA TERMINADAS, LISTAS PARA SER ENTREGADAS E INSTALADAS

En condiciones normales, en promedio 1 trabajador empleando su respectiva mesa de trabajo, taladro, lima y remachadora puede producir 15 piezas por día

Sin embargo, 2 trabajadores en este proceso dobla el número de piezas a 30 piezas por día, pero si se aumenta una tercera persona con el apoyo de habilitar los barrenos y la limpieza de la pieza de trabajo se puede llegar al promedio de 10 minutos por pieza de trabajo.

Como en toda línea de producción, la velocidad de la línea se mide por su estación de trabajo más lenta, en este caso de estudio, el cuello de botella ocurre en el último proceso (colocación del canal o perímetro de aluminio). Entonces el balancear la producción es de mucha importancia ya que en las demás operaciones dependiendo de la demanda, existe gente que está ociosa mientras que en la última operación se le van acumulando las piezas de trabajo ya que en el pegado ocurre más rápido y la tasa de salida es mayor que la tasa de salida de la siguiente operación (perímetro de aluminio).

Cálculos

HERRERÍA

Ésta área se divide en dos partes: 1) corte del tubular y 2) soldadura y esmerilado de bastidor.

$$BASTIDOR = 25 \left[\frac{PZA}{TRAB/DIA} \right]$$

Si se tienen de planta 3 herreros disponibles:

$$\text{Producción de bastidores} = 3(25) = 75 \left[\frac{PZA}{TRAB/DIA} \right]$$

1 trabajador está en específico siempre para realizar los cortes del tubular y pasarlos a los herreros para su fabricación (soldar y esmerilar).

Se utiliza 1 persona ya que sólo hay una máquina semiautomática de control numérico para realizar los cortes. Es un proceso relativamente rápido y simultáneo ya que se pueden cortar hasta 3 perfiles porque la máquina permite esa capacidad de corte.

$$CORTES PARA ARMAR BASTIDOR = 80 \left[\frac{PZA}{DIA} \right]$$

Éste trabajador también realiza las siguientes funciones que son parte de la fabricación del bastidor.

- Corte y pulido de refuerzos.
- Corte y pulido de tubular para "patas" de mampara.
- Corte y pulido de herraje de aluminio para instalación de mamparas

También cabe destacar que en este proceso de corte de tubular, se realiza mediante una máquina de control numérico semi-automática, y en caso de que exista urgencia en los pedidos para no atrasar los que están formados pueden ocuparse las sierras o cortadoras manuales para este proceso con varios herreros trabajando en paralelo, es decir, en esta primera etapa de la fabricación no es restricción como tal.

CORTE DE LÁMINA

$$LÁMINAS = 80 \left[\frac{PZA}{DIA} \right]$$

En este caso por la naturaleza del proceso se necesitan 2 trabajadores para realizar el transporte y corte de láminas en la cizalla.

Si la demanda diaria excede de 80 unidades por día, es necesario el uso de horas extras pero sólo en este proceso, ya que en este dato está considerado el reposo de la máquina, transporte de las hojas de lámina y su traslado al primer nivel con montacargas para ser pegada al ensamble bastidor-HoneyComb.

PINTURA Y CURADO EN HORNO (sólo en caso de lámina esmaltada)

En este caso la pintura tiene dos procesos, que lo hacen 2 personas:

- 1.- Limpieza y fosfatizado de lámina
- 2.- Aplicación de pintura en polvo y curado en horno. El tiempo aproximado en que una carga lleva en el horno es de 45 minutos, ya que se eleva a una temperatura de 195 grados Celsius para obtener el acabado deseado.

$$LÁMINAS EN HOJAS = 50 \left[\frac{PZAS}{DIA} \right]$$

Éste proceso ya incluye el tiempo en que se tarda en colocar la película cubrelámina para proteger la pintura esmaltada de rayones en el proceso de pegado. Ésta película es removida una vez que la pieza ha sido correctamente instalada.



IMAGEN 6.6. CONJUNTO O LOTE DE LÁMINAS CON PINTURA ELECTROSTÁTICA, LISTAS PARA SER HORNEDAS

PEGADO DE LÁMINA [2 caras (láminas) =1 pieza]

Promedio de tiempo de unidades pegadas por trabajador=16 minutos

$$PEGADO DE LÁMINA = 40 \frac{PZA}{TRAB/DIA}$$

Si tenemos 2 trabajadores en este proceso:

$$PEGADO DE LÁMINA = 2(40) = 80 \left[\frac{PZA}{DÍA} \right]$$

PERÍMETRO DE ALUMINIO

Éste es el proceso que mas modifica la velocidad de la línea de producción, ya que mientras mayor sea el número de trabajadores en esta área, se incrementa significativamente el número de unidades terminas.

$$COLOCACIÓN DE PERIMETRO = 15 \left[\frac{PZA}{TRAB/DIA} \right]$$

Si tenemos a 2 trabajadores:

$$COLOCACIÓN DE PERÍMETRO = 2(15) = 30 \left[\frac{PZAS}{DÍA} \right]$$

Pero como se puede apreciar en el diagrama del ciclo de unidades de producción por día, si aumentamos a 1 persona más en este proceso, tenemos-

$$COLOCACIÓN DE PERÍMETRO = 50 \left[\frac{PZA}{DÍA} \right]$$

3 TRABAJADORES

Por lo tanto como podemos apreciar, el cuello de botella ocurre en el último proceso de transformación, ya que si tenemos una demanda mayor a 50 piezas es necesario ubicar a más trabajadores en la colocación de perímetro de aluminio.

Sin embargo hay que considerar que no todas las personas están capacitadas para este último proceso, pero si pueden ayudar con la limpieza de la unidad o a realizar actividades que no requieran de mayor conocimiento (transportar los perfiles, limpieza de la pieza, transportarla al embarque, etc.)

Capacidad disponible

La capacidad de producción es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

De acuerdo a la ley federal de trabajo la jornada de trabajo semanal puede repartirse la mayoría de horas entre los días de la semana con el fin de cubrir con medio día el día sábado, en este caso el taller de producción labora de Lunes a Viernes de 8:00 a 17:30 hrs, y Sábado de 8:00 a 13:00 hrs, teniendo como resultado un total de 47.5 horas por semana.

Se tienen 47.5 horas disponibles a la semana $47.5 \frac{HRS}{SEMANA}$

Ya que se trabaja sólo 1 turno.

Y con una fuerza de trabajo de 10 personas y las unidades ideales para producir por día son 50 piezas:

$$PRODUCCIÓN ESTANDAR SEMANAL = \left(50 \left[\frac{PZAS}{DIA}\right]\right) \left(6 \left[\frac{DIA}{SEMANA}\right]\right) = 360 \left[\frac{PZAS}{SEMANA}\right]$$

Capacidades de producción variando el número de trabajadores

$$CAPACIDAD DE PRODUCCION POR TRABAJADOR = \frac{50 PZAS}{10 TRAB} = 5 \left[\frac{PZAS}{TRAB/DIA}\right]$$

Considerando que el año tiene 310 días laborales:

$$CAPACIDAD DE LA PLANTA = \left(360 \frac{PZAS}{SEM}\right) \left(4 \frac{SEM}{MES}\right) \left(12 \frac{MES}{AÑO}\right) = 17,280 \left[\frac{PZAS}{AÑO}\right]$$

$$CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN = \frac{\# PZAS}{(TIEMPO)(\# PERSONAS)}$$

$$= \frac{17,280 [PZAS]}{(310 [DIAS])(10 [TRAB])} = 5.5 \left[\frac{PZAS}{DIA TRAB}\right]$$

Por lo tanto se redondea y nos da la capacidad de producción por trabajador de 5 PZAS POR DÍA. Éste dato es el que se utiliza primordialmente para poder hacer la planeación agregada en función de la demanda pronosticada.

Nota: Se consideran 310 días hábiles laborales (lunes a sábado) por año descontando los días feriados y domingos de descanso.

Personal de almacén

Es necesario tener una persona indicada para almacén que tiene las siguientes funciones:

- Mantener e informar inventario en stock de materiales y herramienta (herraje, tornillería, remaches, control de herramienta del taller, etc.
- Armar los kits de herraje para instalación de mamparas.
- Preparar el herraje adecuado para cada obra de mamparas.

Plan de inventario cero

De acuerdo a la naturaleza de los pedidos y de la demanda que en este caso es independiente y puede variar de un día para otro, aunque se conocen los datos históricos se puede calcular la fuerza de trabajo laboral. La demanda se va a considerar como unidades agregadas de producción en lugar de productos específicos. Uno de los métodos de la planeación agregada es el plan de inventario cero cuyo objetivo es producir la cantidad demandada variando el personal que genera la producción.

El plan de inventario cero nos indica de acuerdo a la demanda y a la capacidad de producción por trabajador por día en la planta la cantidad de piezas que se pueden fabricar y se analiza con los costos como los salarios, despidos, contrataciones, etc.

Para realizar esta planeación es indispensable conocer los tiempos para calcular la capacidad de producción tanto de manera ideal como real.

El objetivo de este plan es producir la cantidad demandada variando el personal que genera la producción. Puede realizarse este plan en un panorama de tiempo desde semanas hasta meses considerando que los pronósticos sean confiables, podemos determinar cuántos trabajadores se necesitan para cubrir la demanda.

Existen diversos factores que en este tipo de talleres o plantas industriales hay que considerar:

- La contratación de nuevo personal requiere de cierta capacitación para agilizar los procesos y alguna información importante para poder entender bien la orden de producción.
- Existen trabajadores universales que pueden ser ubicados en cualquier área o estación de trabajo, pero las empresas no tienen siempre esta fortaleza, existen capacidades y habilidades diferentes de cada persona.

En la tabla 6.1 se muestra una planeación agregada para una demanda pronosticada por semana por número de piezas, se está tomando un horizonte de planeación de 1 mes fraccionado en semanas, por lo tanto nos muestra la cantidad de trabajadores necesarios para poder cumplir con la demanda.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	5	UNIDADES/ trabajador por día	PERIODO/ SEMANA	1	2	3	4
Trab iniciales	8	trabajadores	DEMANDA (# de pzas)	150	200	250	300
			DIAS	6	6	6	6
			TRABAJADORES NECESARIOS	5	7	8	10
			TRABAJADORES ACTUALES	8	5	7	8
			TRABAJADORES CONTRATADOS	0	2	1	2
			TRABAJADORES DEPEDIDOS	3	0	0	0
			PRODUCCION	150	210	240	300
			INVENTARIO SOBRANTE	0	10	0	0
			INVENTARIO FALTANTE	0	0	0	0

TABLA 6.1. PLANEACIÓN AGREGADA (MUESTRA LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA Y ARROJA EL NÚMERO DE TRABAJADORES NECESARIOS

Eficiencia

Este indicador de productividad mide la discrepancia o variación que existe entre la producción estándar (o ideal) y la producción actual (o real)

La fórmula para calcular la eficiencia es:

$$E = \frac{PRODUCCIÓN ACTUAL}{PRODUCCIÓN ESTÁNDAR} \times 100$$

Tomando como base el diagrama de los ciclos de trabajo de los operarios que se muestran en los apéndices, teniendo 8 trabajadores nuestra producción en tiempo estándar es de 360 piezas fabricadas en 1 semana de trabajo. Por lo tanto de acuerdo a los datos históricos de producción durante los últimos 6 meses, tenemos una producción actual de 175 piezas fabricadas en una semana, por lo tanto la eficiencia de la planta se muestra en la siguiente ecuación:

$$E = \frac{175 [PIEZAS]}{360 [PIEZAS]} \times 100 = 48.61\%$$

Por lo tanto traduciendo esta ecuación quiere decir que el 58.33% del tiempo ha sido utilizado únicamente para producir las piezas, y el restante 41.66% del tiempo se ha perdido debido a los siguientes factores:

- Ineficiencia del trabajador
- Métodos ineficaces
- Inactividad de la máquina
- Ociosidad del trabajador
- Mala distribución de la planta

Con el Balance de Línea, o Balanceo de Línea, se establece la mejor distribución de mano de obra e inventarios para maximizar el flujo de las operaciones. Aquí el modelo matemático

El balanceo de líneas casi siempre se realiza para minimizar el desequilibrio entre maquinas y personal mientras se cumple con la producción requerida. Con la finalidad de producir a una tasa especificada, la administración debe conocer las herramientas, el equipo y los métodos de trabajo empleados. Después se deben determinar los requerimientos de tiempo para cada tarea de ensamble (como taladrar un agujero, apretar una tuerca, etc.) la administración también necesita conocer la relación de precedencia entre las actividades, es decir, la secuencia en que deben desempeñarse las tareas.

Análisis de la elección a trabajo a destajo o por día laboral

Como profesional de una planta o taller, también una de las responsabilidades fundamentales del Ingeniero Industrial es saber elegir cuándo utilizar el trabajo a destajo siempre y cuando la demanda lo justifique en cuanto el número de piezas por fabricar y el tiempo de entrega, en la siguiente tabla podemos ver la comparación de estas dos opciones.

ÁREA O ENSAMBLE	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN		
	TRABAJO POR DÍA	DESTAJO	%
BASTIDOR	25	40	60.00%
PEGADO DE LÁMINA	30	50	66.67%
COLOCACIÓN CANAL DE ALUMINIO	15	20	33.33%

Como podemos ver, se incrementa aproximadamente alrededor de 60% la producción sólo en el bastidor y pegado de lámina que son las actividades más rápidas de toda la línea, y en el caso del último proceso que sí requiere mayor

atención ya que es el último proceso de la fabricación es la colocación del canal de aluminio que sólo aumenta un 33%, por lo tanto sigue siendo evidente que la estación más lenta nos da la velocidad de la línea pero también se tienen las siguientes desventajas que hay que considerar en el caso de la elección del trabajo a destajo:

- ❖ Fatiga del trabajador: ninguna persona rinde igual trabajando al máximo de su capacidad en todo el día.
- ❖ Se debe tomar más tiempo en supervisar las piezas de trabajo porque presentar mayores errores al hacerlo más rápido.
- ❖ El trabajo a destajo sólo debe ser utilizado cuando la demanda exceda la fuerza de trabajo (número de trabajadores disponibles), y haciendo un análisis de costos que lo justifique.

De acuerdo las estadísticas de los últimos 6 meses, la empresa sólo ha tenido una demanda aproximada de 150-200 unidades producidas a la semana, por lo tanto en estas condiciones no es necesario el trabajo a destajo, basta con distribuir a los trabajadores en el "cuello de botella" que en este caso es en el último proceso: colocación de canal de aluminio.

En la mayoría de los casos debido a la naturaleza y tipo de materia prima que se utiliza en la planta, como se había mencionado, que son más fáciles de conseguir son:

- Todos los tubulares de galvanizado
- Honey-Comb

Con estos materiales es suficiente para fabricar los bastidores y ensamblarlos con el Honey-Comb. Pero ¿Qué pasa cuándo se ha girado la orden de producción y se ha hecho el pedido de la lámina y ésta no ha llegado a la planta? Éste tipo de fenómeno sucede muy seguido y lo único que ocasiona es que se ha contribuido a un cuello de botella en el pegado y posteriormente en la colocación de aluminio. Y lo más importante que es que ya se le agregó valor a todos los procesos y se tiene mucho inventario en proceso detenido lo que significa gastos de operación, mano de obra, indirectos, etc.

Resultados obtenidos y aportaciones utilizando los conocimientos adquiridos durante la carrera

Después de analizar los ciclos en los tiempos de producción en función del número de trabajadores (véase apéndices) y también de analizar exhaustivamente las capacidades de producción de cada operación se tienen que asignar a los trabajadores sus actividades para balancear la línea de producción y evitar el cuello de botella, como vimos, los cuellos de botella ocurren principalmente después del pegado de lámina, es decir, en la colocación del canal de aluminio.

La idea de balancear la planta de producción se refiere a obtener el máximo aprovechamiento de la mano de obra, en función de la demanda que se tiene. Sin embargo sabemos que cada trabajador tiene un nivel de eficiencia distinto debido a diversos factores como experiencia en el trabajo, fatiga, viajes al sanitario, distracciones, ambiente de trabajo, etc. Y estos en ocasiones también afectan los niveles de producción. Entonces en las capacidades de producción que se mostró en los cálculos y en los diagramas pueden diferir pero es un promedio, es decir, un trabajador puede colocar el canal de aluminio en menos tiempo que otros, por lo tanto también se requiere una supervisión constante.

La operación que se presenta con mayor velocidad es el corte de la lámina, entonces esos 2 trabajadores después de que terminan de cortar la lámina de los pedidos que existen deben ayudar en otras actividades donde se presentan las piezas en esto de "espera" o "demora", en este caso las dos siguientes actividades es el pegado de lámina y la **colocación del canal de aluminio (última operación)**, de hacerse así eleva de manera significativa la velocidad de la línea de producción.

Veamos cómo se distribuyen los trabajadores en las diferentes áreas de producción, en el siguiente cuadro se muestran las capacidades de producción por pieza por trabajador en su respectiva operación, de acuerdo a la demanda que se vaya presentando vemos que la operación más rápida es el corte de la lámina en la cizalla, por lo tanto esos dos trabajadores una vez que terminan de cortar la lámina de la(s) ordenes de trabajo deben ser reubicadas en el último proceso y así se incrementa la velocidad de la línea de producción ya que se acelera el tiempo incrementando más recursos humanos.

CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN EN CONDICIONES NORMALES

OPERACIÓN O PROCESO	8 TRAB [PZAS]	9 TRAB [PZAS]	10 TRAB [PZAS]	11 TRAB [PZAS]
CORTE DE TUBULAR	80	80	80	80
BASTIDOR	50	50	50	50
CORTE DE LÁMINA	80	80	80	80
PEGADO DE LÁMINA	30	60	60	80
COLOCACIÓN ALUMINIO	25	30	50	50

PIEZAS TOTALES POR DÍA	25	30	50	50
------------------------	----	----	----	----

VELOCIDAD DE LA LÍNEA	19.2	16	9.6	9.6
	[min/pza]	[min/pza]	[min/pza]	[min/pza]

DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES POR ÁREA

OPERACIÓN O PROCESO	8 TRAB	9 TRAB	10 TRAB	11 TRAB
CORTE DE TUBULAR	1	1	1	1
BASTIDOR	2	2	2	2
CORTE DE LÁMINA	2	2	2	2
PEGADO DE LÁMINA	1	2	2	3
COLOCACIÓN ALUMINIO	2	2	3	3

La velocidad de la línea nos indica, (por ejemplo), que con 10 trabajadores sale una pieza terminada cada 9.6 minutos. Y en el cuadro se aprecia que el cuello de botella es ubicada evidentemente en la última etapa, en la imagen 6.1 es evidente el cuello de botella que está ocasionando la última operación de todo nuestro proceso y que dificulta la salida del producto terminado



**IMAGEN 6.1. MUESTRA CÓMO HAY PIEZAS EN ESPERA DE SER PROCESADAS
EN LA ÚLTIMA ETAPA**

En los siguientes cuadros se muestra la comparación cuando ya se han balanceado los recursos disponibles de mano de obra, sin embargo, hay que resaltar que también existen tiempos de traslado entre las áreas y que aumentó aproximadamente entre 4 y 5 piezas por trabajador que se adicionó, es decir, sólo aumenta una pequeña parte ya que según el diagrama del ciclo de procesos, los 2 trabajadores que cortan lámina se desocupan en el minuto 400 del día, y sólo les queda un tiempo aproximado de 80 minutos, tiempo en el cual apoyan en el último proceso.

CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN EN CONDICIONES NORMALES

OPERACIÓN O PROCESO	8 TRAB [PZAS]	9 TRAB [PZAS]	10 TRAB [PZAS]	11 TRAB [PZAS]
CORTE DE TUBULAR	80	80	80	80
BASTIDOR	50	50	50	50
CORTE DE LÁMINA	80	80	80	80
PEGADO DE LÁMINA	35	60	60	80
COLOCACIÓN ALUMINIO	30	40	60	65

PIEZAS TOTALES POR DÍA	30	40	60	65
------------------------	----	----	----	----

VELOCIDAD DE LA LÍNEA

16	12	8	7
[min/pza]	[min/pza]	[min/pza]	[min/pza]

DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES POR ÁREA

OPERACIÓN O PROCESO	8 TRAB [TRAB]	9 TRAB [TRAB]	10 TRAB [TRAB]	11 TRAB [TRAB]
CORTE DE TUBULAR	1	1	1	1
BASTIDOR	2	2	2	2
CORTE DE LÁMINA	2	2	2	2
PEGADO DE LÁMINA	2	2	2	3
COLOCACIÓN ALUMINIO	3	4	5	5

Un cuello de botella es aquel fenómeno que se presenta cuando existe una estación de trabajo con menor capacidad que la que le sigue. Es el recurso cuya capacidad es mejor a la demanda ejercida sobre él

Por lo tanto el cuello de botella se presenta evidentemente en el área de la colocación de aluminio (última operación de todo el proceso)

¿Cómo se ataca el cuello de botella utilizando celdas de manufactura en el último proceso?

Utilizando células de manufactura en el último proceso aumenta la productividad, repartiendo las operaciones del último proceso, esto incluye:

- Corte del perfil de aluminio.
- Corte en escuadra a 45 grados.
- Colocación (se presenta el perfil para asegurarse de un excelente acomodo).
- Taladrar para realizar perforaciones.
- Colocar remache.

Todos estos procesos implican la carga y descarga de las herramientas: escuadras, taladro, remaches y por lo tanto implica tiempo de proceso si lo realiza una persona, por lo tanto dividiendo estos pasos en 2 o 3 personas disminuye los tiempos significativamente.

Disciplina y sinergia para un buen trabajo en equipo

Calidad: cada operario tiene la obligación de revisar cada pieza de trabajo cuando la esté realizando alguna actividad, es decir, cada que pasa de una estación a otra es importante revisarla y en caso de encontrar algún defecto o anomalía avisar de inmediato para que sea inspeccionado reparado, hacer este procedimiento a tiempo disminuye los defectos cuando la pieza ha sido completamente terminada.

El trabajo en equipo genera entusiasmo para que el resultado sea satisfactorio en las tareas encomendadas.

Ventajas de un buen trabajo en equipo:

- Aumenta calidad del trabajo al tomarse decisiones por consenso.
- Disminuye gastos
- Existe mayor conocimiento e información
- Surgen nuevas formas de abordar un problema
- Mayor aceptación de soluciones

La sinergia es el resultado de la acción conjunta de dos o más causas, pero caracterizado por tener un efecto superior al que resulta de la simple suma de estas causas.

Propuestas para aumentar la productividad en la planta

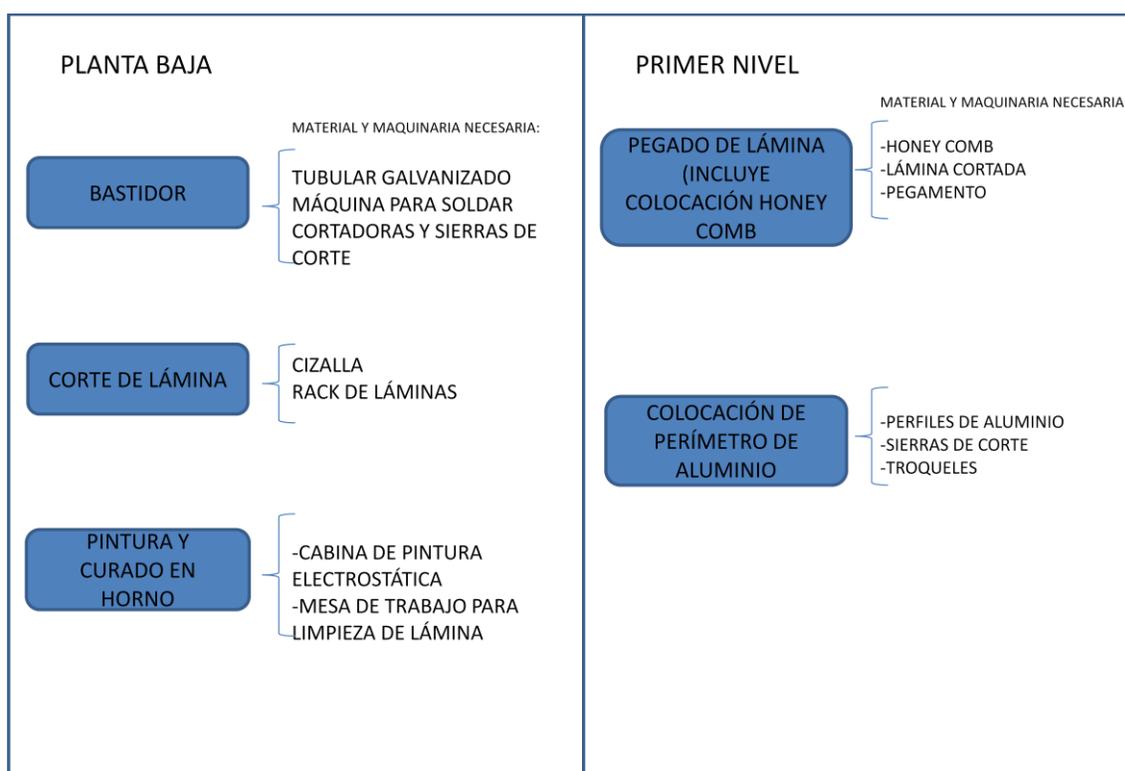
Dentro de mi quehacer profesional hago las siguientes propuestas para mejorar la producción:

Distribución de planta (LAYOUT)

La distribución de una planta es el acomodo óptimo de todas y cada una de sus estaciones de trabajo así como su maquinaria de tal manera que las operaciones y transportes de materia prima y producto terminado tengan un óptimo

rendimiento y se transporte en el menor tiempo posible, también incluye áreas que no intervienen directamente en la fabricación del producto (sanitarios, comedor, oficinas, almacén, etc).

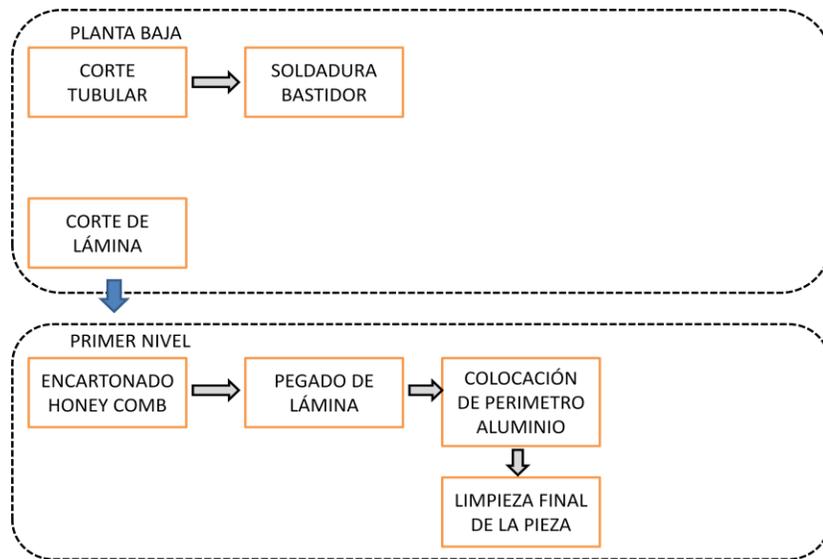
Actualmente la distribución de esta planta industrial tiene algunos factores por mejorar, en el siguiente diagrama o mapa se muestra cómo es el proceso real, y posteriormente, cómo nos gustaría que fuera el proceso. Sin embargo existen restricciones como el tamaño o forma del terreno, costos excesivos para reubicar maquinaria por ejemplo el horno, oficinas, etc. Pero debe considerarse en proyectos a largo plazo y como una inversión no como un gasto, ya que nos dará mayor productividad reduciendo tiempos y fatiga del trabajador.



CUADRO 6.1. MUESTRA LA UBICACIÓN Y LOS PROCESOS QUE SE REALIZAN EN PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA DEL TALLER DE PRODUCCIÓN

El trabajo a destajo en el área de bastidores nunca garantiza la salida del producto terminado y mucho menos la entrega del pedido a tiempo y completo

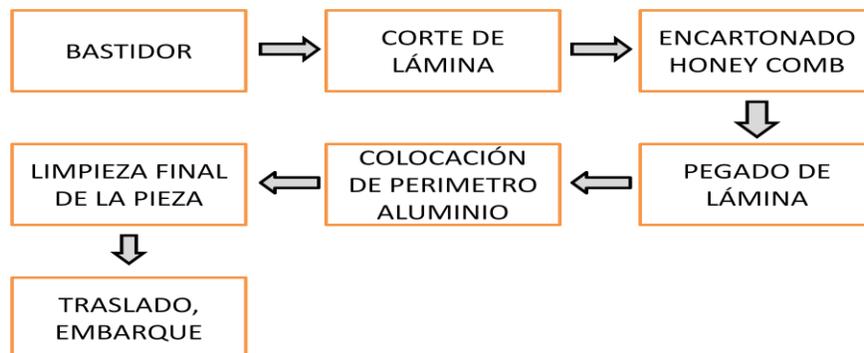
Actualmente toda la materia prima cuando llega a la planta se distribuye según sea el caso de donde se vaya a utilizar. Como se vio a principios del capítulo 1 el proceso de fabricación de una pieza de mampara es el siguiente:



CUADRO 6.3. PROCESO DE FABRICACIÓN (REAL) DE MAMPARA POR BLOQUES

Con la distribución de planta actual expone la calidad final de producto al ser trasladada desde el primer nivel manualmente hasta su embarque.

De manera resumida tenemos los procesos con el siguiente orden:



CUADRO 6.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Por lo tanto, en resumen actualmente la pieza de trabajo empieza a fabricarse en la planta baja y todo el proceso termina en la planta alta tomando en cuenta los siguientes puntos:

- o Tubular de galvanizado permanece almacenado en planta baja.

- La cizalla por cuestiones de peso y grandes dimensiones permanece abajo.
- El honey comb, la lámina cortada, los perfiles de aluminio para colocar perímetro de mampara son subidos a planta alta.
- La pieza de trabajo (bastidor) es trasladado a parte alta una vez que es terminado de soldar y esmerilar.

Sin embargo con el nuevo proyecto de distribución de planta tenemos las siguientes ventajas.

- Subir únicamente el tubular de galvanizado, es decir, que toda el área de soldadura permanezca en la parte alta.
- No trasladar a planta alta o primer nivel, lámina cortada, honey-comb ni perfiles de aluminio para colocar perímetro de mampara.

De esta manera logramos que nuestro proceso empiece por la parte alta y vaya trasladándose hacia la parte de la planta baja, con la ventaja de tener menos tiempo de transporte tanto de materiales como del producto terminado, además la pieza de trabajo terminada sale más fácil y rápido para ser embarcado y entregado lo que nos beneficia también en menos accidentes de trabajo.

¿Cómo debería de ser el proceso ideal?

De acuerdo a una distribución de planta óptima, toda la materia prima que conforma una pieza terminada debe ser en proceso tipo "U", de esta manera se reducen significativamente el traslado tanto de material como de trabajadores.

Es conveniente que el proceso o flujo de la producción se invierta, ya que en la distribución actual el producto terminado finaliza en la planta alta del taller, y una buena distribución y reacomodo de planta y maquinaria que se propone nos muestra que el proceso debería de empezar en la parte alta de la planta y finalizar en la planta baja para ser trasladadas las piezas con mayor facilidad reduciendo también riesgos de trabajo al bajar las piezas de manera manual por las escaleras.

Se proponen elevadores o garruchas para subir y bajar los materiales, grúas de pórtico o grúas áreas, así se disminuyen tiempos y fatiga del trabajador y principalmente accidentes de trabajo.

Actualmente la distribución de la planta se encuentra de la siguiente manera, como se muestra en la imagen y una propuesta en la imagen

DISTRIBUCIÓN ACTUAL

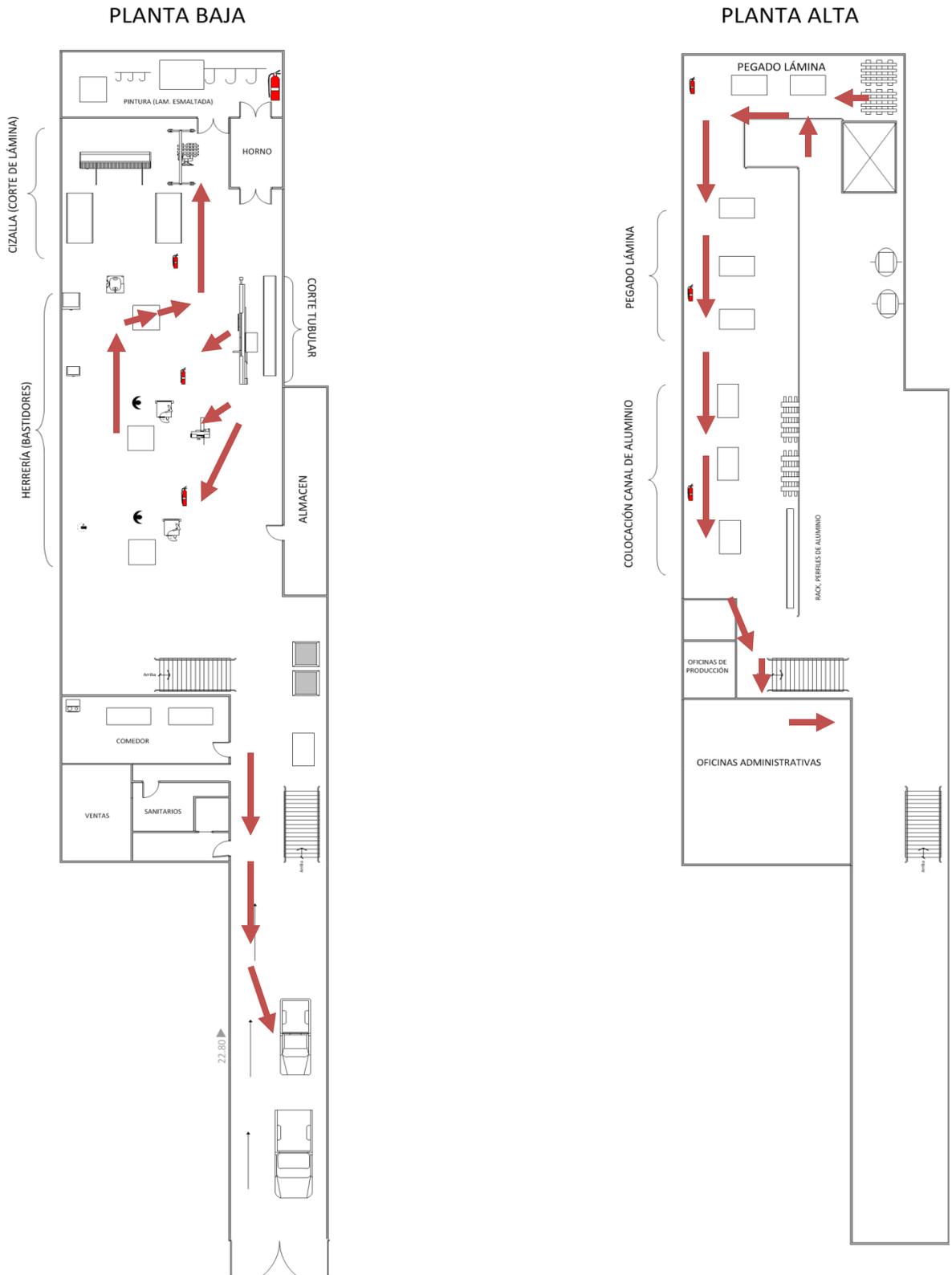


IMAGEN 6.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL (mediante flechas se aprecia el recorrido de la materia prima)

DISTRIBUCIÓN PROPUESTA

PLANTA BAJA

PLANTA ALTA



IMAGEN 6.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTA

Materiales que se justifican tener en stock

Debido a que la planta fabrica productos sobre pedido, no es posible tener inventario de piezas terminadas, pero si justifica tener ciertos materiales en stock principalmente los materiales de uso común en todas las piezas.

MATERIAL	CANT. MÍNIMA EN STOCK [PZAS]	IMPORTANCIA
TUBULAR DE GALVANIZADO 1"	200	BAJA
CANAL DE ALUMINIO	100	ALTA
LÁMINA	VARIABLE (DEPENDE COLOR)	MEDIANA
HONEY-COMB	100	MEDIANA

Razones de importancia

ALTA El proveedor tarda aproximadamente 15 días en entregar un pedido independientemente del tamaño que sea.

MEDIANA El proveedor tarda 7 días en entregar un pedido.

BAJA El proveedor tarda 3 días en entregar un pedido

Manejo de materiales

Área de corte de lámina

Debido a que el proceso actual de corte de lámina se realiza en la planta baja de la planta y es subida manualmente con un montacargas apoyado de una tarima de madera, éste proceso toma aproximadamente 10 minutos desde la carga y descarga del lote de láminas, ya que se hace manualmente.

La idea de utilizar una grúa o polipasto que se deslice sobre la planta alta reduce significativamente el tiempo y la fatiga del trabajador.

Se implementó una grúa aérea para subir la lámina que es cortada, subirla al área de pegado mediante un mecanismo de riel con un polipasto, y se disminuye tiempo.

Supervisión

La supervisión es la observación regular y registro de las actividades que se llevan a cabo dentro y fuera de la planta (ejemplo, en la instalación final de las

mamparas). La supervisión se encarga de controlar qué tanto están progresando las actividades asignadas, es una observación sistemática e intencionada.

El propósito de la supervisión es vital dentro de la calidad del producto. Y en cuanto a fabricación de mamparas existen diferentes factores que deben ser supervisados en la planta para evitar errores o defectos, es función del coordinador vigilar que se hagan bien las cosas, para ello se puede apoyar de algunos formatos que se muestran a continuación:

Supervisión en obra

Cuando las piezas ya están en la obra, es importante la atención y darle seguimiento a los problemas que ocurren en su instalación:

- Debe cumplirse la instalación de acuerdo al plano y la orden de trabajo con la que fueron fabricadas las piezas.
- Revisar que coincidan las medidas reales de los sanitarios, en caso de haber diferencia, puede resolverse en la obra, y en otros casos es necesario enviar algún material extra o realizar cortes en las piezas, etc.

Puntos importantes en la "toma de medidas":

- El sanitario debe contar con acabados terminados para poder realizar bien la toma de medidas, ya que con esas medidas se fabricarán las piezas y así se reducen los riesgos de fabricar una pieza con dimensiones equivocadas.
- Deben considerarse situaciones extrañas en el sanitario que influyen en la fabricación e instalación de las piezas (declives, desniveles, coladeras, muros desplomados, ventanas, abatimientos de puertas, etc), esto con el objetivo de que el área técnica sepa cómo resolver ese conflicto en la obra y realizar la instalación de manera correcta.

Funciones del supervisor en obra:

- Verificar que la instalación sea de acuerdo al plano.
- Asegurarse de que las piezas estén limpias y sin rayones.
- Asegurarse de que las piezas estén siendo instaladas a plomo, derechas y funcionales.
- Verificar las medidas correctas con las que fueron fabricadas las piezas, en caso de existir alguna diferencia debe comunicarse de inmediato ya que existe el riesgo de no poder terminar la instalación con éxito.
- Asegurarse de que se esté utilizando de manera correcta los herrajes, (pijás y tornillos bien colocados).

- Verificar que el instalador acuda a la obra en su horario correcto y cumpla las solicitudes del cliente.

Control de calidad

Para controlar la calidad de un producto, se realizan inspecciones o pruebas de muestreo para verificar que las características del mismo sean óptimas. El único inconveniente de estas pruebas es el gasto que conlleva el control de cada producto fabricado ya que se eliminan los defectuosos, sin posibilidad de reutilizarlo.

Las inspecciones para detectar piezas defectuosas debe hacerse principalmente antes del cuello de botella de tal manera que sólo lleguen las piezas buenas y evitar el retrabajo para que no se pierda tanto tiempo

En la tabla 6.5 se presentan los defectos por atributos, en función del atributo implica un responsable en alguna área, y mediante acciones preventivas se pueden evitar, en la última columna se explican las consecuencias en caso de no llevarse a cabo el procedimiento preventivo.

INSPECCIONES Y MEDIDAS QUE SE DEBEN DE TOMAR EN CUENTA PARA REDUCIR FALLAS, Y PIEZAS DEFECTUOSAS

PRINCIPALES ERRORES O CAUSAS DETECTADAS	ÁREA RESPONSABLE	MEDIDA PREVENTIVA O INSPECCIÓN	CONSECUENCIA SI NO ES DETECTADA A TIEMPO
MALA ESCUADRA EN BASTIDORES	HERRERÍA	UTILIZAR ESCUADRAS AL SOLDAR MEDIR CON FLEXÓMETRO DE ESQUINA A ESQUINA OPUESTA (NO SE PERMITE TOLERANCIA MAYOR A 3mm)	EN LA INSTALACIÓN PROVOCA DESPLOME O MALA COLOCACIÓN, SI SE ENCUENTRAN MAS DE 5 O 6 PIEZAS CON MALA ESCUADRA PUEDE PROVOCAR 1 O 2 cm QUE SON VISIBLES A SIMPLE VISTA
LÁMINA MALTRATADA (POR GOLPES, RAYONES, TORCEDURAS) (CASO DE LÁMINA PORCELANIZADA)	CORTE LÁMINA, CIZALLA, PEGADO Y PERÍMETRO	REALIZAR MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO A CIZALLA ASEGURARSE DE QUE LA LÁMINA SE COMPRE EN BUENAS CONDICIONES CUIDAR TRASLADO DE CIZALLA A ÁREA DE PEGADO MANEJAR CON CUIDADO LA PIEZA DE TRABAJO EN LO QUE RESTA AL PROCESO DE FABRICACIÓN	MALA APARIENCIA RECHAZO POR PARTE DEL CLIENTE
LÁMINA MALTRATADA (POR GOLPES, RAYONES, TORCEDURAS, ABOYADURAS) (LÁMINA ESMALTADA)	PINTURA, CORTE, CIZALLA	ASEGURARSE DE TENER LÁMINA PARA PINTAR NUEVA INSPECCIÓN EN LIMPIEZA Y FOSFATIZADO INSPECCIÓN VISUAL DURANTE EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA VERIFICAR TEMPERATURA Y TIEMPO DEL HORNO DE CURADO COLOCAR PELÍCULA PROTECTORA DESPUES DE PINTAR	MALA APARIENCIA Y NO SE ADHIERE LA PINTURA EN POLVO CORRECTAMENTE MALA APARIENCIA O VARIACIÓN DE TONO VARIACIÓN DE TONO O LÁMINA MAL QUEMADA RAYONES
COLOCACIÓN DE HONEY-COMB DE DESPERDICIO	PEGADO Y HONEY-COMB	NO UTILIZAR MATERIAL DE DESPERDICIO EXCESIVO	TORCEDURAS EN LÁMINA CUANDO ES PEGADO, YA QUE LA LÁMINA NO SE ADHIERE COMPELTAMENTE AL CARTÓN PORQUE QUEDAN ESPACIOS VACÍOS
REBABAS EN UNIONES DEL PERIMETRO DE ALUMINIO	PERÍMETRO	VERIFICAR QUE SE HAYA LIMADO LAS PUNTAS DE PIEZA	PELIGRO AL MANEJAR LA PIEZA EN LA INSTALACIÓN Y PUEDE PROVOCAR HERIDAS A PERSONAS
RAYONES EN LÁMINA PORCELANIZADA, GOLPES, ABOYADURAS	TRASLADO, CIZALLA	INSPECCIONAR TODAS LAS HOJAS DE LÁMINA DESDE QUE LLEGAN A LA PLANTA Y TRANSPORTARLA CON PRECAUCIÓN UTILIZANDO MANEJO DE MATERIALES	MALA APARIENCIA EN LA PIEZA FINAL, RECHAZO POR PARTE DEL CLIENTE

TABLA 6.5 TABLA DE DEFECTOS POR ATRIBUTOS

¿Cómo aprovechar la mano de obra al máximo y reducir los tiempos ociosos?

A partir de la planeación agregada podemos determinar efectivamente cuántos trabajadores necesitamos a cubrir con cierta demanda en función del tiempo programado (días, semanas, meses o años), hemos visto que nuestra demanda es independiente y puede sufrir fluctuaciones en cualquier momento. Entonces con la planeación agregada definimos si es necesario despedir o contratar a los trabajadores.

Existen diversas características que hacen a cada planta industrial diferente, en algunos casos el trabajo en equipo, compañerismo, disciplina, limpieza general de las áreas de trabajo también son una parte importante que eleva de cierta manera la producción en una planta manufacturera, en el siguiente cuadro se muestran algunas situaciones dentro de la planta y el riesgo que puede ocasionar así como la acción correctiva que se debe hacer para evitar desastres o accidentes. En la siguiente tabla se muestra una tabla de estrategias a seguir para reducir riesgos en función del tema a tratar, existen diversos temas como son la limpieza e higiene en las áreas de trabajo, seguridad industrial, etc.

TEMA	ACCIÓN/ESTRATEGIA PARA CORREGIRLA	RIESGO
LIMPIEZA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO	CREAR UNA DISCIPLINA A CADA TRABAJADOR PARA LIMPIAR SU ÁREA DE TRABAJO PERIODICAMENTE	ACCIDENTES, TAMBIÉN ALTERA LAS OPERACIONES YA QUE TRABAJAR EN UN LUGAR SUCIO NO ES SANO ADEMÁS INFLUYE EN EL ÁMBITO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
INSTALACIONES ELÉCTRICAS MAL INSTALADAS	UTILIZAR CORRECTAMENTE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, EXTENSIONES PARA MAQUINARIA COMO TALADROS, ESMERILES, PLANTAS PARA SOLDAR.	ACCIDENTES DE TRABAJO, TROPEZONES, INCENDIOS
USO DE EQUIPO INDUSTRIAL	USO DE GUANTES, BOTAS, GAFAS, CARETAS INDUSTRIALES	ACCIDENTES DE TRABAJO, INCENDIOS, ETC.
LEGISLACIÓN INDUSTRIAL	UBICAR EXTINTORES EN LUGARES CORRECTOS Y DE FACIL ACCESO. LETREROS PARA RUTAS DE EVACUACIÓN, INSTALACIONES ELECTRICAS, DE AGUA Y GAS CON COLORES.	NORMATIVIDAD Y SANCIONES POR PARTE DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL
MOTIVACIÓN Y ESTÍMULOS	SEÑALIZACIONES GRAFICAS EN LAS ÁREAS DE TRABAJO PARA MOTIVAR AL TRABAJADOR EL USO DE CASCO, GAFAS, BOTAS, CARETA PARA SOLDAR, GUANTES, UNIFORME, ETC.	ACCIDENTES DE TRABAJO Y UN BENEFICIO PARA LOGRAR HACER LAS COSAS BIEN Y A LA PRIMERA
SUPERVISIÓN EN PLANTA E INSTALACIONES	REALIZAR FORMATOS PARA SUPERVISIÓN E INSPECCIONES EN TODOS LOS PROCESOS DE LA PLANTA	REDUCCIÓN DE DEFECTOS LOGRANDO HACER BIEN LAS COSAS, AUMENTA LA CALIDAD DEL PRODUCTO

CUADRO 6.6 ACCIONES PARA CORREGIR ERRORES O SITUACIONES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN

Cualquier accidente por mínimo que sea que se llegue a presentar afecta el buen desempeño de la empresa y también influye en la calidad del mismo producto ya que puede presentar defectos o alteraciones.

De llevarse a cabo estas acciones correctivas llevaran a la empresa por un mejor rumbo y un futuro mejor, considerando una visión a largo plazo para una certificación ISO 9000

Tener la materia prima disponible en el momento en que se necesita, es claro que se debe de tener un stock que se justifique, es decir, tampoco nos conviene tener inventario de material por mucho tiempo ya que genera un costo que no se ha estado utilizando.

Eliminar desperdicios

Antes de cortar las hojas de láminas se analizan todas las piezas que van a ser cortadas para poder definir cómo hacer el corte y qué piezas empezar a cortar.

- Se utilizan los sobrantes de las hojas de Honey Comb al máximo.
- Antes de ser cortada la lámina, se analizan todos los tamaños de las piezas para optimizar el proceso de corte y reducir los desperdicios, esto ocurre también con los perfiles de aluminio y tubular

Cuando es girada una orden de producción para el corte de lámina, es importante que se lleve a cabo de acuerdo a las instrucciones del supervisor o jefe de planta para hacer los cortes de todas las piezas utilizando el menor número de láminas.

Con la distribución de planta actual, deben subirse los bastidores una vez que estén terminados, no es necesario subirlos uno por uno debido a que la distancia es lejana y se pierde tiempo en ello, pero si se justifica subir los bastidores cuando se han completado todas las piezas de un baño o de una obra en específico.

Seguridad e higiene en el taller

Es de mucha importancia contar con las normas de seguridad industrial, ya que existen muchos riesgos que pueden sufrir los trabajadores, ya se explicaron

algunos de estos riesgos en las tablas anteriores y su consecuencia si no es controlada a tiempo. En la imagen 6.2 se muestran algunas fotos que no deben ser aceptadas en un ambiente de trabajo industrial, para ellos se tomaron varias medidas que en la actualidad ya se están llevando a cabo, los factores que se detectaron en el taller son los siguientes:

- Trabajadores manejan lámina sin guantes y sin equipo de protección (casco, botas, guantes, gafas, etc)
- El equipo de manejo de materiales como se ve en las imágenes es deficiente y peligroso para la integridad de los trabajadores, por eso se ha recomendado herramientas para el manejo de materiales y una distribución de planta óptima.
-



IMAGENES. MUESTRAN TRABAJADORES MANEJANDO LÁMINA CON EL RIESGO DE PODER SER ACCIDENTADOS, TAMBIEN EN LA IMAGEN SE APRECIA EL EVIDENTE CUELLO DE BOTELLA DESPUES DEL PEGADO DE LÁMINA. Y EN LA SEGUNDA IMAGEN SE VEN EN LOS PASILLOS MANGUERAS QUE TRANSPORTAN UN FLUIDO FLAMABLE (ADHESIVO O PEGAMENTO)

Habilidades de un Ingeniero industrial

De acuerdo a la formación profesional obtenida en la carrera, es necesario contar con la creatividad e ingenio para solucionar los problemas que se presenten en este tipo de fábricas manufactureras identificando los gustos del cliente para que nuestra experiencia sea satisfactoria. Además la toma de decisiones en todo momento es de mucha importancia,

Conclusiones generales

El tema principal de este trabajo fue desarrollar algunas de las herramientas y estrategias de la Ingeniería Industrial para producir o trabajar con eficiencia en una planta manufacturera, se vio que la empresa tiene una gran capacidad de producción respecto al espacio e infraestructura de sus instalaciones, también tiene un mercado potencial por explotar.

El saber distribuir al personal de la planta en el momento correcto de acuerdo a la demanda de los pedidos existentes y teniendo la disponibilidad de materiales es la estrategia clave para no frenar la velocidad de producción de las piezas. Está comprobado que siempre existirán los cuellos de botella y es el proceso o estación que se debe de atacar inmediatamente para evitar tener inventario de piezas ya trabajadas en la línea y dejar fluir toda la línea, para ello se debe de aumentar los recursos en esa estación más lenta (colocación del canal de aluminio).

Con un balance de línea, en la línea de ensamble manual principalmente en el último proceso u operación de la planta se obtuvieron diversos beneficios: eliminación de tiempos ociosos en mano de obra y aumento de productividad.

También el quehacer profesional de un Ingeniero Industrial es la reducción de los costos de fabricación, esto implica tener el número de trabajadores necesarios. El tiempo extra nunca asegura el cumplimiento de entrega a futuro, sino que es necesario un análisis de capacidad. Digo que no lo asegura porque también influye la fatiga del trabajador, y si está a no especializado para el proceso, se vio que se trabajan varios procesos y no siempre se tiene la disponibilidad de tener trabajadores universales.

Proponer estímulos o incentivos a los trabajadores también es parte de una estrategia, a final de cuentas lo que se busca es hacer bien las cosas y a la primera, por lo tanto un trabajador que no esté de acuerdo con alguna política o situación de la empresa que estén en contra de ellos contamina aspectos negativos que a largo plazo afectan también a la producción.

Existen casos en donde las semanas tienen poca demanda (reducción de la venta de mamparas) y por lo tanto eso no justifica que los trabajadores estén ociosos ya que a la empresa en general le cuesta un gasto, por lo tanto se debe de tener la disciplina de realizar otras actividades que de no generar un valor agregado si pueden generar un bienestar en los centros de trabajo, por ejemplo,

barrer y limpiar cada estación o área de trabajo, verificar que la maquinaria esté en buenas condiciones, verificar el inventario en stock, etc.

La planeación agregada nos mostró cuántos trabajadores se necesitan para poder cubrir una demanda futura semanal o mensual (según sea programado), aunque es un cálculo ideal y no es posible tener piezas en inventario ya que todas son fabricadas "a la medida".

Finalmente también con una distribución de planta óptima se reducen significativamente los tiempos y traslado de materiales ya que nos ayuda a realizar el buen acomodo y con la reducción de tiempos y distancias recorridas del producto o pieza en toda la línea de producción se obtienen ventajas que aumentan la productividad. Una buena distribución de planta es aquella en que la trayectoria de la línea es en forma de "U", en nuestro caso debido a la forma irregular y ubicación de la planta no es posible, pero se comprueba que es mejor que el producto final salga por la planta baja ya que se tienen las ventajas de evitar maltratos en las piezas, menos recorrido, menos tiempo y se traslada menos toda la materia prima, aunque hay que destacar que también se requiere de cierta inversión en equipo de manejo de materiales pero a largo plazo es conveniente ya que reduce tiempos y costos de fabricación.

El retrabajo representa recursos monetarios, materiales y mano de obra, es importante evitarlo llevando a cabo las propuestas y una calidad competitiva.

Otro punto de mucha importancia en el taller de producción es que se lleven a cabo las condiciones climáticas y ambiente de trabajo laboral con seguridad e higiene; se detectó que existen muchas irregularidades respecto a seguridad industrial, se colocaron los extintores en lugares correctos y de fácil acceso, los trabajadores deben de utilizar guantes para trasladar la lámina, gafas cuando se utiliza alguna maquina de corte para evitar que las rebabas sean incrustadas en los ojos, etc. Se vale que también existan trabajadores del sexo femenino pero con actividades ligeras.

Afortunadamente no se ha dado el caso de sufrir algún accidente de trabajo grave, pero en caso de ocurrir es costoso para la empresa tanto en factores de dinero como el paro de la línea de producción, y es un gasto innecesario, por lo tanto es mejor prevenir que lamentar, llevando a cabo las normas de seguridad industrial para también lograr la visión y el futuro exitoso de la empresa.

Como parte de una estrategia de productividad en cuanto a la planeación de materiales a necesitar, cuando existen pedidos (obras) grandes, se creó mediante una hoja de cálculo una matriz que reúne todos los materiales a necesitar para los diferentes tipos de piezas.

Es evidente que en los libros de operaciones y producción los tiempos de los procesos están estandarizados o incluso automatizados, pero en este caso, las piezas fabricadas tienen algunas diferencias, así como los pedidos tienen sus restricciones ya que el tamaño, el número de piezas y principalmente el color de la lámina es diferente, éstos factores hacen que el sistema de producción sea intermitente y los tiempos del ciclo pueden variar. Incluso sucede en grandes industrias. Por ejemplo, no es lo mismo pintar 10 piezas de color rojo, que pintar 10 piezas pero de 3 colores diferentes, esto implica el tiempo en que se adecua la herramienta y los materiales necesarios.

Se tiene en mente implementar una tecnología más avanzada para automatizar de alguna manera los procesos adaptándose a los cambios rápidamente.

Todas las propuestas que expliqué en este trabajo son sustentables y funcionales, en algunas habrá inversión y se tienen que proyectar a largo plazo, de llevarse a cabo llevarán a la empresa a un mejor futuro cuidando ante todo la calidad del producto y seguridad del trabajador.

El plan de estudios que cursé me dio la fortaleza competitiva y creatividad para enfrentar situaciones difíciles que se viven en el departamento de producción, esto implica desde conocimientos técnicos y científicos como de las áreas administrativas respondiendo a las necesidades que requiere la industria en todo momento, por ejemplo, cuando se descompone o falla una máquina se tiene que dar la solución inmediatamente ya que ocasiona un paro en la línea de producción.

Este trabajo tuvo como origen mi trayectoria como Ingeniero en el área de operaciones/producción aplicando mis conocimientos académicos y habilidades profesionales.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. P. Groover, Fundamentos de Manufactura Moderna, México: McGraw Hill, 2007.
- [2] Barry Render, Principios de Administración de Operaciones, Pearson 2004.
- [3] Manual del Ingeniero Industrial, Maynard, Editorial McGraw Hill Edición 2004
- [4] Everett E Adam, J. Ebert, Administración de la producción y las operaciones 4ª Prentice Hall 1991

Software de apoyo

- MICROSOFT EXCEL
- MICROSOFT VISIO
- WINQSB

Direcciones Electrónicas:

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Administraci%C3%B3n de la Producci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Administraci%C3%B3n_de_la_Producci%C3%B3n)
- [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria industrial/balanceodelinea/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/balanceodelinea/)
- <http://www.monografias.com/trabajos24/control-produccion/control-produccion.shtml>
- http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-produccion_1.html

ANEXOS

DIAGRAMA PARA 10 PIEZAS 8 PERS

TIEMPO [min]	OPERARIO 1 CORTE TUBULAR	OPERARIO 2 BASTIDOR	OPERARIO 3 y 4 CORTE LÁMINA	OPERARIO 5 y 6 PEGADO	OPERARIO 7 y 8 PERÍMETRO
5	30 min		5		
10		15	5		
15			5	5	
20			5	5	
25		15	5	5	15
30			5	5	
35			5	5	
40		15	5	5	15
45			5	5	
50		15	5	5	15
55				5	
60				5	
65				5	
70		15		5	15
75				5	
80				5	
85				5	15
90					
95					
100					15
105					
110					
115					15
120					
125					
130					15
135					
140					
145					15
150					
155					
160					15
165					
170					
175					
180					
185					
190					

TIEMPO TOTAL DE 10 PIEZAS 170 MINUTOS

DIAGRAMA PARA 10 PIEZAS 9 PERS

TIEMPO [min]	OPERARIO 1 CORTE TUBULAR	OPERARIO 2 Y 3 BASTIDOR	OPERARIO 4 Y 5 CORTE LÁMINA	OPERARIO 6 Y 7 PEGADO	OPERARIO 8 Y 9 PERÍMETRO
5	30 min		5		
10		15	5		
15			5	5	
20			5	5	
25		15	5	5	15
30			5	5	
35			5	5	
40		15	5	5	15
45			5	5	
50		15	5	5	15
55				5	
60				5	
65				5	
70		15		5	15
75				5	
80				5	
85				5	15
90					
95					
100					15
105					
110					
115					15
120					
125					
130					15
135					
140					
145					15
150					
155					
160					15
165					
170					
175					
180					
185					
190					

TIEMPO TOTAL DE 10 PIEZAS 165 MINUTOS

DIAGRAMA PARA 10 PIEZAS

10 PERS

TIEMPO [min]	OPERARIO 1 CORTE TUBULAR	OPERARIO 2 Y 3 BASTIDOR	OPERARIO 4 Y 5 CORTE LÁMINA	OPERARIO 6 Y 7 PEGADO	OPERARIO 8, 9 Y 10 PERÍMETRO
5	30 min	15	5	8	
10			5	8	
15			5	8	
20			5	8	10
25		15	5	8	10
30			5	8	10
35			5	8	10
40		15	5	8	10
45			5	8	10
50			5	8	10
55		15	5	8	10
60			5	8	10
65			5	8	10
70		15	5	8	10
75			5	8	10
80			5	8	10
85			5	8	10
90			5	8	10
95			5	8	10
100			5	8	10
105			5	8	10
110			5	8	10
115			5	8	10
120			5	8	10
125			5	8	10
130			5	8	10
135			5	8	10
140			5	8	10
145			5	8	10
150			5	8	10
155			5	8	10
160			5	8	10
165			5	8	10
170			5	8	10
175			5	8	10
180			5	8	10
185			5	8	10
190			5	8	10

TIEMPO TOTAL DE 10 PIEZAS 110 MINUTOS

DIAGRAMA PARA 10 PIEZAS

11 PERS

TIEMPO [min]	OPERARIO 1 CORTE TUBULAR	OPERARIO 2 Y 3 BASTIDOR	OPERARIO 4 Y 5 CORTE LÁMINA	OPERARIO 6, 7 Y 8 PEGADO	OPERARIO 9, 10 Y 11 PERÍMETRO
5	30 min	15	5	8	3
10			5	8	3
15			5	8	3
20			5	8	3
25		15	5	8	3
30			5	8	3
35			5	8	3
40		15	5	8	3
45			5	8	3
50			5	8	3
55		15	5	8	3
60			5	8	3
65			5	8	3
70		15	5	8	3
75			5	8	3
80			5	8	3
85			5	8	3
90			5	8	3
95			5	8	3
100			5	8	3
105			5	8	3
110			5	8	3
115			5	8	3
120			5	8	3
125			5	8	3
130			5	8	3
135			5	8	3
140			5	8	3
145			5	8	3
150			5	8	3
155			5	8	3
160			5	8	3
165			5	8	3
170			5	8	3
175			5	8	3
180			5	8	3
185			5	8	3
190			5	8	3

TIEMPO TOTAL 10 PIEZAS 105 MINUTOS

Simbología utilizada en los diagramas de procesos



OPERACIÓN

Decimos que hay operación cuando se modifica intencionalmente las características físicas o químicas, cuando se monta o desmonta con relación a otro objetivo, cuando se prepara para una operación siguiente, cuando se completa o produce algo.



INSPECCIÓN

Decimos que hay inspección cuando un objeto es examinado para fines de supervisión para comprobar cantidad o calidad de sus propiedades. La inspección no contribuye a la conversión del producto terminado. Sirve para comprobar si una actividad ha sido terminada correctamente en lo que se refiere a cantidad o calidad.



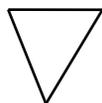
TRANSPORTE

Hay transporte cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, salvo que sea trasladado dentro de una operación o inspección, usamos el símbolo de transporte siempre que haya manipulación del material o desplazamiento del operario.



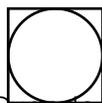
DEMORA

Hay demora con relación a un objeto cuando las condiciones no permiten la ejecución de la acción prevista siguiente, se le llama también almacenamiento temporal, abandono momentáneo o almacenamiento no registrado.



ALMACENAMIENTO

Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo. La diferencia entre almacenamiento y almacenamiento temporal existe en que para sacar un artículo que está en almacenamiento se necesita un vale o autorización que no existe en el temporal.



ACTIVIDAD COMBINADA

Cuando se desea expresar actividades ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario, se combinan los símbolos de estas actividades. [3]

Líneas de producción

Una línea de montaje se define como una serie de estaciones de trabajo de montaje manual o automatizado en las cuales se ensamblan en secuencia un producto o varios. Al diseñar o equilibrar una línea de montaje, el ingeniero industrial debe considerar:

1) la configuración de la línea, 2) las características de las estaciones de trabajo y los operarios ubicados en la línea, 3) las tareas asignadas a las estaciones de trabajo y los operarios, 4) la velocidad de la línea.

En el montaje de un producto hay muchos elementos de trabajo, en consecuencia estos elementos de trabajo se asignan a estaciones de trabajo a lo largo de la línea de montaje. El desafío al problema de balancear o equilibrar la línea de fabricación es asignar paquetes de trabajo para reducir al mínimo los costos operativos o incrementar la productividad, estas decisiones no deben violar las relaciones de precedencia entre los elementos de trabajo. [2]

Planeación Agregada

El término agregada implica que esta planeación se realiza para una sola medida en general de producción y en dado caso, en algunas categorías de productos acumulados.

Por lo tanto, la planeación agregada, tiene un alcance establecido, tanto en límite de tiempo, como a nivel de productividad, en el que deberá abarcar un tiempo no mayor de un año, al igual que sólo se aplica para una sola medida general de producción, y cuando mucho pudiera realizarse para algunas categorías de productos ya existentes.

Como resultado de la Planeación Agregada (PA), deben tomarse decisiones y establecerse políticas que se relacionen con el tiempo extra, contrataciones, despidos, subcontratistas y niveles de inventario. La PA determina no solo los niveles de producción que se planean si no también la mezcla de los recursos a utilizar.

La última fase en la planeación y el control de la producción se relaciona con la autorización de órdenes de producción, monitorear y controlar el avance de las órdenes y obtener información actualizada sobre el estado de los pedidos. El término control de piso de taller se emplea para describir estas funciones, cuando se realizan en las fabricas de la propia compañía.

Por lo tanto la planeación agregada es una actividad de planeación corporativa de alto nivel, aunque los detalles del proceso de planeación se delegan al personal. El plan agregado debe integrar los planes de mercadotecnia de los productos actuales y nuevos y los recursos disponibles para esos productos. [2]

Células de manufactura

Una Célula de Manufactura es un esquema de distribución y acomodo de los equipos en función del proceso y/o producto, el cual permite disminuir el Tiempo de Ciclo de fabricación, incrementando así la velocidad de respuesta al cliente.

Las Células combaten de manera frontal el alto costo de fabricación: disminuyendo el inventario en proceso, optimizando el transporte y evitando la necesidad de equipo altamente especializado.

Un sistema flexible de manufactura es una celda de maquinado con tecnología altamente automatizada que consiste en un grupo de estaciones de procesamiento generalmente con maquinas herramienta CNC interconectadas mediante un sistema automatizado de manejo y almacenamiento de material y controladas por medio de un sistema integrado de computadoras. Un sistema flexible de manufactura es capaz de procesar una amplia variedad de estilos de piezas simultáneamente bajo un programa de control numérico en diferentes estaciones de trabajo. [1]

Las principales estrategias que nos brinda la planeación agregada para hacer frente a las fluctuaciones semanales o mensuales de la demanda son las siguientes: [4]

Modificar el número de empleados productivos en relación directa con los requerimientos mensuales de producción

A partir de datos anteriores la administración puede calcular la productividad promedio por empleado y por lo tanto determinar el número de empleados que se necesitan para satisfacer la producción de cada mes o de cada semana y cuando la producción disminuye los empleados pueden ser despedidos, y a medida que la demanda mensual se incrementa, la fuerza de trabajo se puede aumentar en la misma proporción.

Existen desventajas, que son elevados como los costos por concepto de contrataciones y despidos, y es común el costo indirecto de entrenamiento o capacitación de los nuevos empleados. Además las habilidades del empleado son distintas.

Mantener un tamaño constante de la fuerza de trabajo pero variar la proporción de la utilización de la fuerza de trabajo

Aquí se evitan los costos de contratación y despido que origina la estrategia anterior, pero en vez de eso origina otro tipo de costos: el tiempo extra, y puede resultar muy costoso, normalmente un 50% más elevado que los salarios regulares en horarios normales, además existen límites jurídicos y de comportamiento respecto a la cantidad de tiempo extra que se puede laborar, además cuando los empleados trabajan bastante tiempo extra tienden a ser menos eficientes y aumentan los accidentes de trabajo.

Permitir que el nivel de inventario flutúe como respuesta a las variaciones de la demanda.

Los inventarios de producto terminado en algunas empresas donde se puede tener este tipo de inventario pueden ser utilizados como colchón en respuesta a las fluctuaciones de

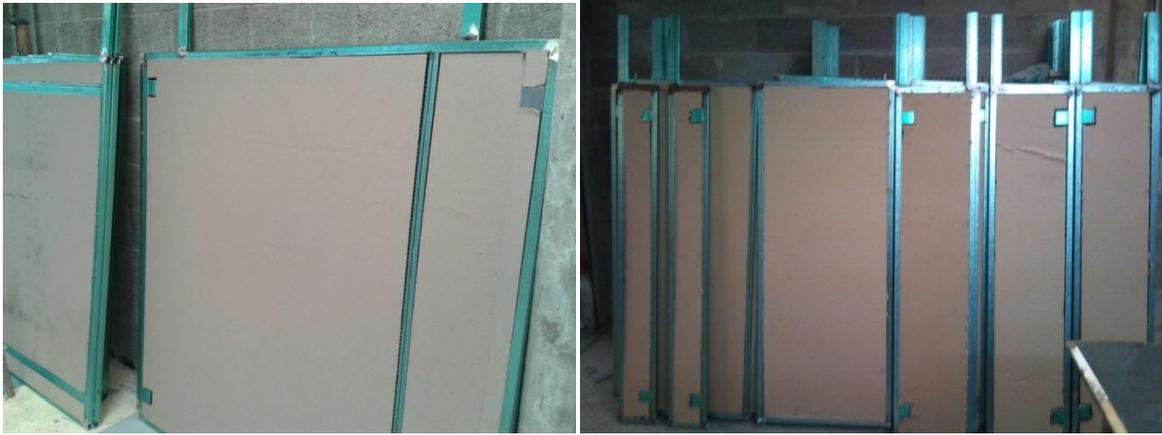
la demanda. Un número fijo de empleados seleccionados de manera que no se incurra o se incurra muy poco en tiempo extra o en tiempo ocioso puede mantenerse a lo largo de todo el horizonte de planeación.

El producir a un ritmo constante hará que la producción exceda a la demanda en periodos de baja demanda y se acumulen inventarios de producto terminado. Las ventajas de este estrategia son: empleo estables, se elimina el tiempo de ocio y tampoco se utiliza el tiempo extra que siempre es costoso, y las desventajas serían los inventarios de productos terminados, costos de manejo de materiales, riesgo de daño del inventario terminado.[4]

Calidad

La calidad se define como el grado de excelencia que posee cada cosa.

Son todas aquellas acciones o herramientas que se realizan para detectar la presencia de errores o defectos en la fabricación de un producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación para que la producción alcance las especificaciones correctas. Como tal función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada.



BASTIDORES CON HONEY-COMB EN ESPERA DE SER PROCESADOS
(PEGADO DE LÁMINA)



MANEJO DE HONEY-COMB

LÁMINAS CON PEGAMENTO



PIEZAS TERMINADAS

INSTALACIÓN FINAL DE LAS PIEZAS DE MAMPARAS PARA SANITARIOS



