

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

ESTUDIO PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE UNA PLANTA
INDUSTRIAL METALMECÁNICA

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por
María Isabel Paiz Rosado para optar al título de
Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala
2004



ESTUDIO PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE UNA
PLANTA INDUSTRIAL METALMECÁNICA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

ESTUDIO PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE UNA PLANTA
INDUSTRIAL METALMECÁNICA

INGENIERÍA
INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA


Trabajo de graduación presentado por
María Isabel Paiz Rosado para optar al título de
Licenciada en Ingeniería Industrial
Guatemala 2004

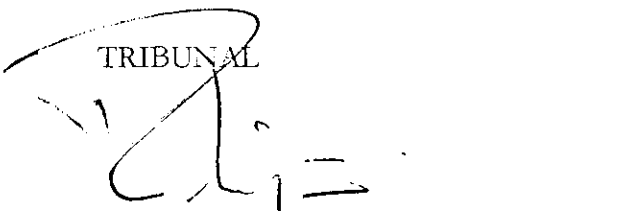
Agradezco a

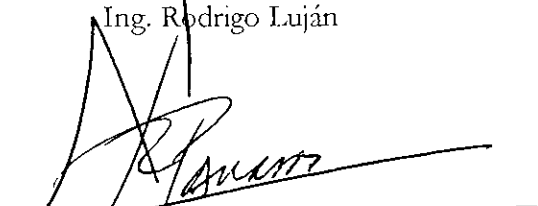
Dios, por ser el motor de mi vida y mi fortaleza

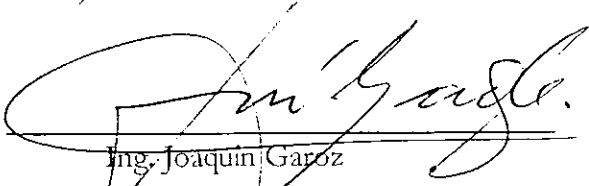
La Santísima Virgen, por ser mi ejemplo y guía

Mis padres y hermanos, que siempre me brindan su apoyo y cariño


Ingeniero Rodrigo Luján
Vo.Bo. Asesor de tesis

TRIBUNAL

Ing. Rodrigo Luján


Ing. Carlos Paredes


Ing. Joaquín Garoz

Fecha de Aprobación
8 de Junio de 2004

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realiza un estudio para la empresa Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero, la cual pertenece al ramo de la industria metalmeccánica. El estudio da una propuesta de diseño óptimo, en el cual se determina la ubicación ideal de la planta, tamaño y distribución interna. La propuesta se basa en el análisis de la planta actual, sus necesidades y tomando en cuenta la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta.

INDICE

RESUMEN.....	i
LISTA DE TABLAS.....	v
LISTA DE GRAFICOS.....	vi
CAPITULOS	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
A. Justificación.....	2
B. Objetivos.....	3
1. General.....	3
2. Específicos.....	3
II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA.....	4
III. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA EMPRESA.....	5
A. Diseño y fabricación de estructuras metálicas.....	5
B. Mantenimiento industrial.....	5
IV. ASPECTOS IMPORTANTES DE PRODUCCIÓN QUE AFECTAN EL DISEÑO DE LA PLANTA.....	6
A. Tipos de procesos.....	6
1. Conversión.....	6
2. Fabricación.....	6
3. Ensamble.....	6
4. Prueba.....	6
B. Estructura de flujo de proceso.....	7
1. Talleres de trabajo.....	7
2. Lotes.....	7
3. Líneas de ensamble.....	7
4. Flujo continuo.....	7
C. Formatos básicos de la distribución en la producción.....	8
1. Distribución por proceso (También llamada taller de empleos o distribución funcional).....	8
2. Distribución por productos (Llamada también distribución del taller de flujos).....	8
3. Distribución por posición fija.....	8
4. Tecnología de grupo o distribución celular.....	8
V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BÁSICO DE PRODUCCIÓN UTILIZADO EN DISEÑO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN EN ACERO.....	9

VI.	ANÁLISIS DE LA PLANTA ACTUAL.....	11
A.	Ubicación.....	11
1.	Disponibilidad de mano de obra.....	11
2.	Disponibilidad de proveedores.....	11
3.	Disponibilidad para los clientes.....	11
4.	Disponibilidad de la infraestructura.....	11
B.	Análisis de los departamentos existentes en la planta.....	12
1.	Área administrativa.....	13
2.	Bodegas.....	13
3.	Área de corte y dobleces.....	14
4.	Área de armado.....	14
5.	Área de soldadura.....	14
6.	Área descubierta.....	15
7.	Mecánica de banco.....	15
8.	Área de servicio.....	15
9.	Observaciones generales.....	15
VII.	DISEÑO DE LA PLANTA.....	16
A.	Ubicación de la nueva planta.....	16
1.	Disponibilidad de la infraestructura.....	16
2.	Utilización del terreno y diseño propuesto.....	17
3.	Características generales de construcción.....	17
4.	Descripción del diseño por áreas.....	18
VIII.	MANUFACTURA ESBELTA APLICADA EN DISEÑO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN EN ACERO.....	28
A.	Técnicas 5'S.....	29
1.	Objetivo de las técnicas 5'S.....	29
2.	Beneficios de las técnicas 5'S.....	29
3.	Definición de las técnicas 5'S.....	29
B.	Mantenimiento Productivo Total.....	33
1.	Pilares del TPM.....	34
C.	Recomendaciones para implementar Manufactura Esbelta en Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero.....	36
IX.	CONCLUSIONES.....	37
X.	RECOMENDACIONES.....	38

XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	39
XII.	APENDICE.....	40
A.	RECOMENDACIÓN DE PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO.....	40

LISTADO DE TABLAS

1. Diagrama de operaciones.....	8
2. Maquinaria del área de corte y dobleces.....	23

LISTADO DE GRAFICOS

1. Distribución actual de la planta y diagrama de recorrido.....	12
2. Utilización del terreno.....	17
3. Distribución de áreas y diagrama de recorrido.....	19
4. Diseño propuesto.....	20
5. Distribución de primera etapa.....	40

I. INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica se dedica a la conversión y fabricación de productos cuya materia prima son metales como el hierro, aluminio, acero, entre otros. Este tipo de industria requiere de instalaciones bien distribuidas y seguras.

Las empresas que se dedican al campo de la industria metalmecánica en Guatemala se caracterizan por tener plantas improvisadas. Son pocas las empresas que cuentan con instalaciones adecuadas y sistemas de producción bien definidos.

La empresa Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero (DICA) pertenece al ramo de industrias dedicadas a la metalmecánica. En los últimos años se ha dado un desarrollo en la industria metalmecánica, lo cual a beneficiado a esta empresa dándole oportunidad para su expansión.

La gerencia de la empresa conciente de la importancia que tiene la planificación del diseño para la planta, ha solicitado que se realice el presente estudio con la finalidad de evaluar la distribución y condiciones actuales de la planta, así como proponer un diseño que sea óptimo para el funcionamiento eficiente y eficaz de la planta.

Se ha desarrollado un diseño propuesto utilizando herramientas que proporciona la ingeniería industrial, como análisis de los sistemas productivos e ingeniería de plantas. Para el diseño de la planta se realizó un análisis del sistema productivo utilizado por la empresa actualmente y los requerimientos de cada una de las áreas con las que cuenta, entre ellas, Cortes y dobleces, armado y soldadura.

Además se plantea aplicar Manufactura Esbelta como cultura dentro de las actividades de la empresa

A. Justificación

Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero es una empresa mediana que se dedica a la fabricación de estructuras metálicas, mantenimiento industrial y fabricación o reconstrucción de maquinaria. Actualmente la planta se ubica en un área industrial que le beneficia, sin embargo, el desarrollo de la planta se ha visto afectado en cierta forma por limitaciones de espacio.

En ocasiones, la empresa se ha visto forzada a hacer recontrataciones para cumplir con algunos proyectos que requieren áreas grandes para su realización, lo que ocasiona costos más altos de producción.

La empresa ha ido ganando terreno en el campo de la industria metalmeccánica por lo que la gerencia tiene como proyecto a futuro el traslado de sus instalaciones a un área más amplia que le permita ampliar sus servicios.

La mala planificación de las instalaciones de una planta puede provocar pérdidas a largo plazo y obstaculizar el desempeño de la maquinaria o del personal, por eso el diseño de la planta debe ser tomando en cuenta cualquier expansión o cambios en la maquinaria, como el tipo de producción. Consientes de esto la empresa desea que se realice el presente estudio en el que se determine el tamaño, ubicación y distribución interna óptima para la planta.

B. Objetivos

1. General

Determinar el tamaño, ubicación y distribución interna óptima para la empresa Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero.

2. Específicos

- a. Determinar las necesidades específicas de cada área de la planta.
- b. Realizar el diseño de la planta con base en una distribución de procesos y requerimientos de la maquinaria.
- c. Facilitar la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura con el diseño propuesto.
- d. Realizar el diseño considerando cuatro criterios, seguridad y salud, desempeño, comodidad y necesidades mayores, de los operarios de la planta.

II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA

Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero es una empresa fundada en 1982. Se cataloga como empresa mediana, debido a la cantidad de recurso humano con el que cuenta. Esta empresa se dedica a la industria metalmeccánica, siendo su principal fuerte la fabricación de estructuras metálicas industriales.

La producción de Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero es variada, por lo que para llevar a cabo sus actividades necesita instalaciones bastante flexibles.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA EMPRESA

A. Diseño y fabricación de estructuras metálicas

El campo en el que se especializa la empresa es en el de diseño y fabricación de estructuras metálicas. Se fabrican estructuras, para residencias, industrias, transporte pesado, maquinaria y edificios comerciales.

B. Mantenimiento industrial

La empresa presta el servicio de mantenimiento industrial preventivo y correctivo. Este servicio consiste en realizar revisiones periódicas en las instalaciones de los clientes para verificar el estado de la maquinaria, equipo e instalaciones. Por la naturaleza de este servicio, se realiza fuera de las instalaciones de la empresa.

IV. ASPECTOS IMPORTANTES DE PRODUCCIÓN QUE AFECTAN EL DISEÑO DE LA PLANTA

Tres factores que intervienen en el diseño de distribución de la planta son los tipos de proceso que se llevan a cabo, la estructura del flujo de materiales en dichos procesos y el formato bajo el cual se distribuye la producción.

A. Tipos de procesos

En el nivel más básico, los tipos de procesos se pueden clasificar de la siguiente manera

1. Conversión

Este proceso consiste en combinar varias materias primas, con la finalidad de convertirlas en un producto ya sea para una materia prima o como producto final. Ejemplo de este tipo de proceso es convertir el hierro en láminas de acero o convertir todos los ingredientes que figuran en el empaque de una pasta dental en dentífrico.

2. Fabricación

Proceso en el que se le da a la materia prima una forma específica, por ejemplo transformar una lámina de metal en un guarda fango.

3. Ensamble

En el cual se realiza la unión de piezas fabricadas para obtener un producto nuevo, como ejemplo esta la colocación del guardafango mencionado anteriormente en un automóvil.

4. Prueba

Este no es un proceso fundamental, estrictamente hablando, pero se menciona mucho como una de las principales actividades individuales.

B. Estructura de flujo de proceso

La estructura de flujo de proceso es la manera en que una fábrica organiza el flujo material mediante una o más de las tecnologías de proceso ya mencionadas.

Hayes y Wheelwright ha identificado cuatro grandes estructuras de flujo de procesos

1. Talleres de trabajo

Producción de pequeñas series de una gran cantidad de productos diferentes, la mayor parte de los cuales requieren una serie o secuencia distinta de procesamientos.

2. Lotes

Esencialmente, es una especie de taller de trabajo un poco estandarizado. Esta estructura suele emplearse cuando una empresa tiene una línea relativamente estable de productos, cada uno de los cuales produce en lotes periódicos, ya sea de acuerdo con los pedidos del cliente o como inventario. Casi todos estos elementos siguen el mismo patrón de flujo en la planta.

3. Líneas de ensamble

Producción de componentes discretos, que pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado, siguiendo la secuencia requerida para fabricar el producto.

4. Flujo continuo

Conversión o procesamiento adicional de materiales no diferenciados como petróleo, químicos o cerveza. A semejanza de lo que ocurre en las líneas de ensamble, la producción pasa por una secuencia de pasos predeterminada, pero el flujo es continuo en vez de discreto. Este tipo de estructura suele ser altamente automatizadas, y en efecto, constituyen una máquina integrada que debe ser operada 24 horas al día para evitar cierres y arranques costosos.

C. Formatos básicos de la distribución en la producción

Los formatos según los cuales se arreglan los departamentos están definidos por el patrón general del flujo de trabajo; existen tres tipos básicos de formatos (La distribución por proceso, la distribución por producto y la distribución por posición fija) y un tipo híbrido (La tecnología de grupo o distribución celular).

1. Distribución por proceso (También llamada taller de empleos o distribución funcional)

Es un formato según el cual los equipos o funciones similares se agrupan. En este formato de acuerdo con la secuencia establecida de las operaciones, una parte ya trabajada pasa de un área a otra, en donde se encuentran ubicadas las máquinas apropiadas para cada operación.

2. Distribución por productos (Llamada también distribución del taller de flujos)

Es un formato en el cual el equipo o los procesos de trabajo se arreglan de acuerdo con los pasos progresivos mediante los cuales se hace el producto.

3. Distribución por posición fija:

El producto (en virtud de su volumen o peso) permanece en un sitio. El equipo de fabricación se mueve hacia el producto y no viceversa.

4. Tecnología de grupo o distribución celular

Agrupar máquinas disímiles en centros de trabajo o células para trabajar en productos que tengan formas y requisitos de procesamientos similares. Una distribución de tecnología de grupo es similar a la distribución por proceso en que las células están diseñadas para ejecutar una serie específica de procesos, y es similar a la distribución por producto en que las células están dedicadas a una gama limitada de productos.

V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BÁSICO DE PRODUCCIÓN UTILIZADO EN DISEÑO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN EN ACERO

Es importante conocer y tener presente el proceso básico de producción para considerar el espacio y las necesidades en cada uno de los subprocesos, en la siguiente tabla se describe por medio de un diagrama de proceso, la secuencia de los subprocesos de producción llevados a acabo en Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero.

Símbolo	Descripción del proceso
①	Diseño y elaboración de plantillas
②	Se realizan los cortes y dobleces necesarios
①	Verificación de la calidad de los cortes y chequeo de medidas contra planos.
③	Se arman las piezas y se puntean
①	En algunos casos es necesario hacer falsos montajes, con lo que se verifica la exactitud de medidas y diseño.
④	Ensamble final y soldadura.
②	Revisión de soldaduras
⑤	Limpieza y pintura
③	Inspección final

Tabla No. 1: Diagrama de Operaciones

Es importante hacer notar que este proceso depende del producto que se fabrique, ya que en algunos casos es necesario realizar el proceso varias veces, o no es necesario algunos subprocesos.

Como se pudo observar en la tabla No. 1 los principales procesos son, fabricación, ensamble y prueba. Como procesos de fabricación están cortes, dobleces, soldadura y pintura. Como ensamble se puede tomar el armado de las piezas. El proceso de prueba se aplica en ocasiones eventuales en los que se necesita de un alto grado de precisión.

Se maneja una estructura de flujo de proceso de taller principalmente, ya que no se manejan productos en serie, lo cual hace que la variedad en la producción sea amplia. Sin embargo en ocasiones eventuales se maneja con líneas de ensamble, esto es necesario cuando se tiene que fabricar productos que requieran un número grande de piezas iguales.

Las operaciones realizadas en Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero son intermitentes, por lo que se maneja un formato de distribución de producción en el que se combina la distribución por proceso y posición fija, en ocasiones también se maneja una tecnología de grupo. Por esta razón el diseño propuesto se realizó de manera que la planta quede altamente flexible para que pueda ser adaptado a cualquier situación requerida por los productos fabricados.

Los ensambles en su mayoría se manejan en forma no progresiva, es decir, en general se asigna el proyecto a uno o dos empleados y ellos lo trabajan desde su inicio hasta el final, son pocos los productos que se manejan en serie y en forma progresiva

VI. ANÁLISIS DE LA PLANTA ACTUAL

A. Ubicación

Actualmente la planta se encuentra ubicada en área industrial de la zona 12, cercana a las instalaciones de sus principales clientes, lo cual le beneficia.

1. Disponibilidad de mano de obra

La mayoría de empleados de la empresa residen en el área de zona 12, 21 y villa nueva, por lo que si hay bastante accesibilidad a mano de obra.

2. Disponibilidad de proveedores

Las instalaciones de Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero actualmente se encuentran en un área industrial muy conveniente, una de las ventajas con las que cuenta es la facilidad para obtener materia prima, ya que sus mayores proveedores se localizan cerca de la planta actual.

3. Disponibilidad para los clientes

En cuanto a los clientes desde el punto de vista del acceso de ellos a la planta, la localización no es un factor influyente, ya que generalmente la empresa visita al cliente en sus instalaciones. En cuanto a los clientes actuales, la empresa se encuentra localizada en un punto céntrico para ellos.

4. Disponibilidad de la infraestructura

a. Electricidad

En el sector en donde se localiza actualmente la planta, se dificulta obtener el suministro de corriente trifásica, por el hecho de ser un área industrial y encontrarse muy sobrecargado el servicio. La planta por esta razón utiliza corriente industrial monofásica 220. Hasta ahora esto no les ha ocasionado mucho problema, puesto que toda la maquinaria de Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero utiliza corriente 220 monofásica. El servicio de energía, actualmente es tomado de un banco de 50KW, sin embargo cuando se trabaja tiempo corrido y con la capacidad de la maquinaria al 100% no se da abasto.

b. Comunicación

En cuanto a comunicación el área no tiene ningún problema, ya que existen varias empresas que prestan el servicio a dicho sector.

c. Agua

El agua sí es un factor escaso en el área, debido a que el servicio es bastante irregular, lo cual obliga a las empresas a instalar tanques de reserva

B. Análisis de los departamentos existentes en la planta

Actualmente la planta de Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero cuenta con un área de 471.75 mts² de la cual se utiliza 66.5 mts² en bodegas, quedando un área de trabajo de 405.25 mts².

La planta se encuentra dividida en cuatro áreas principales que son corte y dobles, armado, soldadura, pintura y una última llamada mecánica de banco; sin embargo el espacio en cada una de estas áreas se ve reducido para llevar a cabo algunos productos, por lo que la utilización del área de trabajo es totalmente flexible para adecuarse a las necesidades de cada uno de los productos que se fabrican.

El hecho de que cada área se adecue al tipo de producto, implica el uso de equipo para facilitar el manejo de los materiales, ocasionando pérdidas de tiempo y reducción de espacio en el área.

En el gráfico No.1 se observa la distribución de la planta y su diagrama de recorrido, elaborado a partir de la operación No. 2 que es donde ya entra a taller la materia prima:

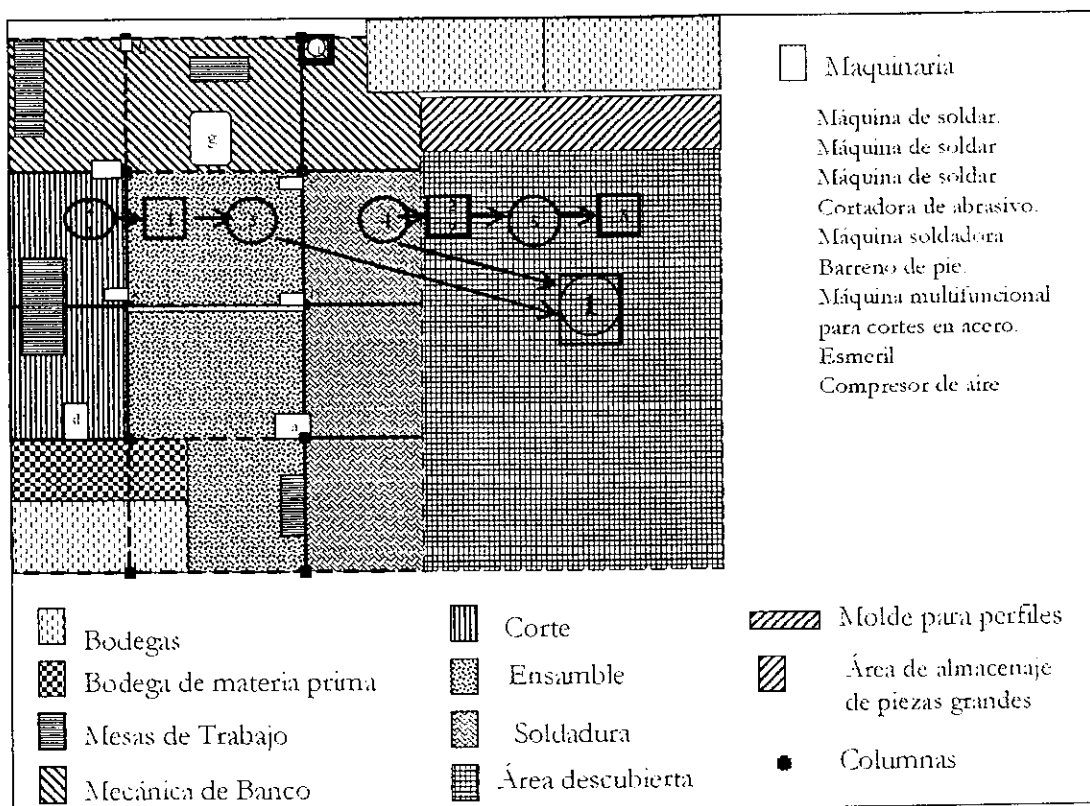


Gráfico No. 1: Distribución actual de la planta y diagrama de recorrido

En el gráfico No. 1 se observa la distribución real de la planta, a continuación se desarrollará el análisis basado en dicha distribución.

1. Área administrativa

Como se puede notar en la gráfica No. 1 no hay un área específica para el área administrativa, ya que está ubicada en una construcción aparte de la de taller, esta es compartida con otra empresa, Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero cuenta con un área en la que se localiza una oficina privada del Gerente General y un área en la que están secretaria, dibujante y Gerente Administrativo. Debido a que el objetivo de la presente tesis es el diseño de la planta no se analizará a detalle el departamento administrativo.

2. Bodegas

Debido al espacio actual de la planta Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero, cuenta con tres bodegas improvisadas en el interior de furgones metálicos, una bodega de materia prima, además de contemplar un área para almacenaje de materia prima de mucho volumen. Las bodegas son utilizadas de la siguiente forma

a. Bodega de insumos y herramienta

En esta bodega se almacenan las herramientas pequeñas, como llaves, cadenas, polipastos, barrenos, pulidoras, etc., además se almacena los insumos como el electrodo, lija, pintura, discos de pulir, discos de corte etc. Ocupa un área de 17.25mts².

b. Bodega de materia prima

Ocupa un área de 13.8 mts², aquí se almacenan los perfiles como láminas, tubos, hierros planos, etc. En Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero no se maneja mucho inventario de materia prima, debido a que su producción es bastante variada y generalmente los materiales utilizados son distintos para cada producto.

Los materiales ingresan a bodega conforme se van necesitando y generalmente son consumidos en el momento, por lo que no es necesario contar con un área demasiado amplia para los mismos.

c. Bodega de herramienta y equipo

En esta bodega se guarda el equipo de uso en campo, como las maquinas de soldar y compresores móviles. Cada soldador cuenta con una caja de herramientas las cuales también son guardadas en esta bodega. El área que ocupa es de 17.25mts². También se ubica en el interior de un furgón.

d. Bodega para equipo de uso eventual

Esta bodega también es un furgón y en ella se almacena equipo utilizado para montajes grandes, motores y repuestos.

e. Área de almacenaje para materia prima de mucho volumen

Esta área se contempla para materia prima como las vigas, también se utiliza con producto terminado como columnas y estructuras. Es importante hacer notar que esta área es ocupada en ocasiones muy eventuales en las que se trabajan proyectos como estructuras para edificios, tanques de petróleo o fabricación de graneleras, de lo contrario el área se utiliza como parte del área de trabajo en el taller.

3. Área de corte y dobleces

El área de corte y dobleces es el departamento por donde da inicio el proceso de producción, en esta área se encuentra la maquinaria y mesas de trabajo especiales para realizar los cortes y dobleces. Ocupa un área de 36mts².

Al igual que el resto de áreas, corte y dobleces es un área totalmente flexible, en la que hay mesas de trabajo y maquinaria que puede ser fácilmente trasladada a conveniencia de la producción. El área esta adecuada de manera que el equipo de corte se pueda adaptar para manejar cualquier tipo de material, como cualquier tamaño, en las mesas de trabajo.

En Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero se trabaja con cuatro métodos de corte que son de abrasivo, plasma, oxiacetileno y con sisalla. De la maquinaria utilizada para estos cortes las únicas estacionarias son la cortadora de abrasivo y la sisalla, el resto son máquinas de fácil manejo que se utilizan sobre las mesas de trabajo o se colocan burros para manejar materiales más grandes.

4. Área de armado

Segunda operación por la que pasa la materia prima. En esta área basándose en planos del producto y de las necesidades que hayan para facilitar el ensamble final, las piezas son armadas pero solo se puntean no se remata la soldadura. Ocupa un área de 75mts².

Hay productos que no son fáciles de movilizar o no se cuenta con el equipo necesario para trasladarlo a otro departamento, por eso esta área y el área de soldadura en algunas ocasiones se unen. Por ello también, como se puede ver en el gráfico No. 1 las máquinas de soldar están posicionadas de forma que se comparta su uso en las dos áreas.

Aquí también se encuentra un área de moldes, ya que en ocasiones en las que no se encuentra los perfiles requeridos, aquí se adecua la materia prima con la que cuenta el mercado de manera que funcione para los fines del producto en fabricación. Sin embargo el equipo que se requiere para realizar esta operación no ocupa mucho espacio.

5. Área de soldadura

El área de soldadura ocupa 54mts². Como se puede observar esta área no tiene mesas de trabajo fijas y la maquinaria está en el límite con el área de Armado, eso es por la razón que se menciono anteriormente,

algunas máquinas de soldar se comparten en los dos departamentos. Aquí se trabaja principalmente en mesas desmontables que se pueden armar de acuerdo a las necesidades que tenga la producción.

Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero trabaja con cuatro tipos de soldadura que son, soldadura de arco abierto, Gas inerte de tungsteno (TIG), Gas Arco Metal (MIG) e Innershield, en la actualidad se tienen cuatro máquinas estacionarias, el resto son máquinas pequeñas que se colocan en el lugar de trabajo que se requiera.

Es importante hacer notar que algunas de estas máquinas son semiautomáticas, en la planta se han fabricado piezas que faciliten su uso pero la falta de espacio dificulta el manejo de los materiales, por lo que el uso de las mismas se ve limitado.

6. Área descubierta

Esta área es utilizada para varios propósitos, uno de ellos es el almacenaje de materia prima o piezas terminadas de mucho volumen, el otro es utilizarlo como área de pintura. Es un área de 177.25mts².

Esta área en ocasiones es utilizada como área de armado y soldadura, esto en casos en que los productos requieran de un área amplia para su realización, también es utilizada en proyectos en los que se requiere realizar falsos montajes.

7. Mecánica de banco

Entre los servicios prestados por Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero está el de mantenimiento industrial, este servicio se realiza en las instalaciones de los clientes, sin embargo hay ocasiones en que es necesario llevar la maquinaria al taller para reparaciones. Por eso se cuenta con un área de 63mts² para estos fines. Esta es el área en que hay mayor número de máquinas estacionarias pues las piezas que se manejan, no requieren de mucho espacio. El área es utilizada también para el trabajo de productos pequeños, que estén en cualquier parte del proceso de producción.

8. Área de servicio

Como ya se menciono anteriormente en el terreno en que se localiza actualmente Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero también hay otra empresa, por lo que los servicios de comedor, sanitarios y vestidores, se encuentran en un área común para las dos empresas.

9. Observaciones generales

En cuanto al manejo de materiales, debido al espacio no se ha podido fabricar equipo fijo para el manejo de materiales, lo que se utiliza son polipastos montados en marcos móviles, mesas con rodos, entre otros. Esto trae como consecuencia perdida de tiempo por la dificultad de manipular el material, utilización de más recurso humano y no se aprovecha bien el equipo con que se cuenta.

VII. DISEÑO DE LA PLANTA

Durante el tiempo que se ha estudiado la planta industrial metalmecánica de la empresa Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero, se ha observado la importancia que tiene una buena distribución de su equipo. Actualmente es necesario modificar parte de la distribución cuando se realizan proyectos grandes, por esto se optó por trazar como meta a futuro el traslado y ampliación de la planta.

Como base para la distribución del equipo se tomó el manejo del tamaño estándar en que se trabaja la materia prima, que es de 6mts de largo.

Este diseño se ha trabajado con la colaboración de la gerencia de la empresa, buscando satisfacer todas las necesidades y aspiraciones que se tienen, también se realizaron investigaciones sobre los requerimientos de plantas metal-mecánica, para lograr una propuesta óptima que permita a la empresa desarrollarse mejor.

Además de tomarse en cuenta que se facilite aplicar herramientas de Manufactura Esbelta como las técnicas 5'S y Mantenimiento productivo Total, así como la utilización de Buenas Practicas de Manufactura.

Se presenta una propuesta completa cubriendo todas las necesidades y requerimientos, sin embargo esta propuesta está diseñada de manera que se pueda ir implementando por etapas.

A. Ubicación de la nueva planta

El terreno para las instalaciones de la nueva planta está ubicado en un sector de avenida petapa zona 12 ciudad capital. Tiene una extensión de 45 por 70 metros.

Debido a que el terreno queda en la misma zona que la planta actual la disponibilidad de mano de obra, proveedores, clientes e infraestructura tienen las mismas características mencionadas en el análisis de ubicación de la planta actual. Sin embargo, en cuanto a la disponibilidad de infraestructura se ha solicitado que se tome en cuenta soluciones para mejoras.

1. Disponibilidad de la infraestructura

a. Electricidad

En las nuevas instalaciones se tienen previsto el uso de corriente 220 monofásica y 440 trifásica, la empresa aspira a tener una subestación, dentro de sus instalaciones futuras. Sin embargo, por el costo elevado que representa la instalación de la misma, se puede iniciar solicitando a la empresa eléctrica el suministro por medio de bancos como lo tienen actualmente.

b. Agua

El suministro de agua es escaso en la zona, en la planta no hay mucho consumo de agua, sin embargo la falta de la misma ocasiona incomodidades. Por lo que se instalará una cisterna de 1,100 galones para evitar estas incomodidades.

2. Utilización del terreno y diseño propuesto

La estructura principal se ubicará en el centro del terreno y es el punto de partida para la ubicación del resto de construcciones necesarias.

En el gráfico No 2 se observa la distribución del terreno en una vista de planta así como la división modular de la estructura.

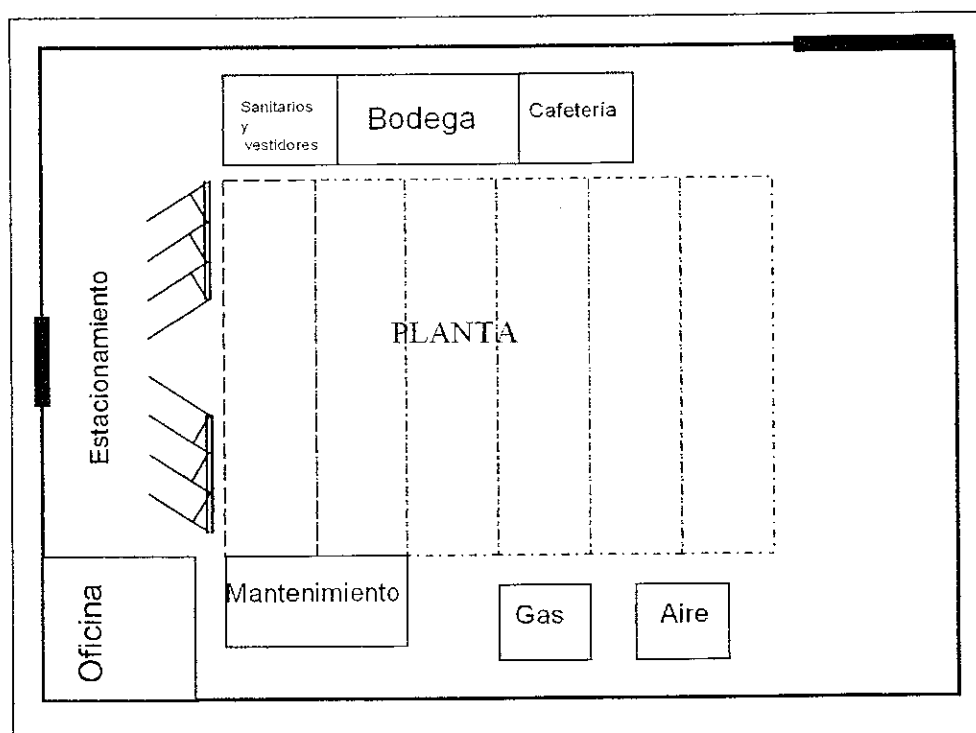


Gráfico No. 2: Utilización del terreno

3. Características generales de construcción

Como se mencionó anteriormente el diseño propuesto está planteado para ser desarrollado por etapas, a continuación se da una serie de características con respecto a la construcción que benefician el desarrollo por etapas y facilitan la producción en la planta.

a. Estructura principal

El diseño consta de una sola nave principal para la planta compuesta por seis módulos de 6mts de largo por 25mts de ancho. Las columnas serán de 8mts de alto. Ésta será una estructura metálica de marcos rígidos de alma llena y cimientos de concreto. En la parte superior de las columnas van motadas las vigas carrileras para la instalación de un puente grúa, que trabajará a todo lo largo de la nave.

Anexo a la nave de la planta se montará una estructura liviana a cada lado para las áreas de mantenimiento, bodega, servicios y cafetería.

b. Techo

La estructura será techada con lámina aluzinc calibre 26, y por motivos de iluminación se colocarán láminas plásticas que permitan la iluminación natural. La pendiente del techo será de 25%.

c. Piso

Se recomienda que la superficie sea antideslizante y fácil de limpiar, de preferencia de concreto pulido y con pendiente adecuada que facilite la limpieza.

d. Iluminación

La planta no contará con paredes perimetrales por lo que en el área de taller se aprovechará la luz natural, sin embargo se recomienda una iluminación artificial uniforme por medio de lámparas, esto facilita la flexibilidad en las estaciones de trabajo y ya que no se realizan trabajos que necesiten iluminación especial, resulta más conveniente.

e. Instalación eléctrica

El cableado es recomendable se haga por medio de la estructura metálica, de manera que queden los tomacorrientes en las columnas. Esto para evitar que los cables queden sueltos dentro del área de trabajo. Se recomienda que la caja de flípones quede en un área visible y del conocimiento del personal, para que en caso de emergencia cualquier persona pueda cortar el suministro de corriente.

4. Descripción del diseño por áreas

La distribución de la producción se realizó por proceso, utilizando dentro de la planta un flujo de producción en "U". En los gráficos No. 3 y 4 se observa, en el primero, la distribución de áreas y el diagrama de recorrido (ver tabla No.1) y en el segundo, la distribución completa de la maquinaria dentro de la planta.

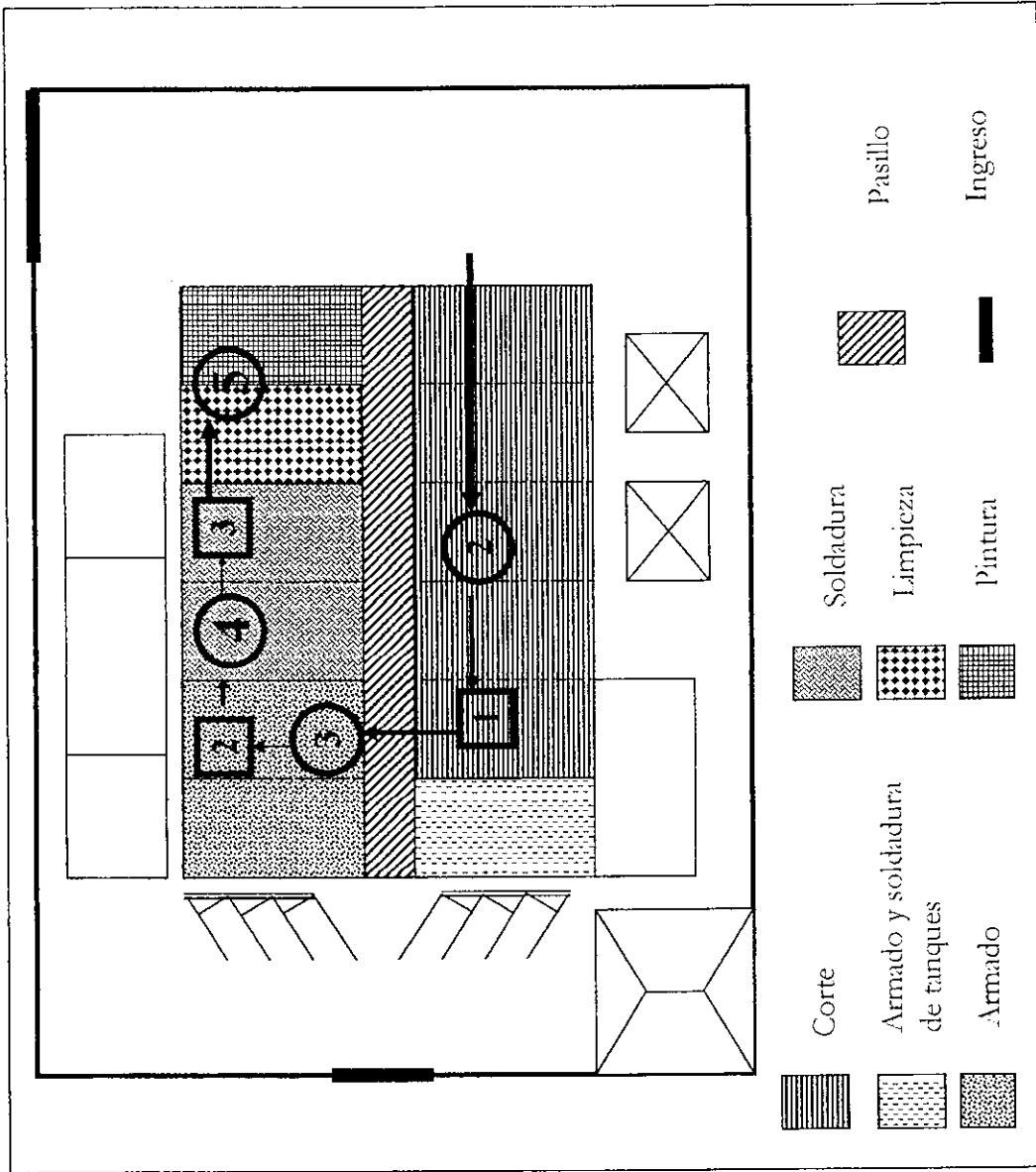


Gráfico No. 3: Distribución de áreas y diagrama de recorrido

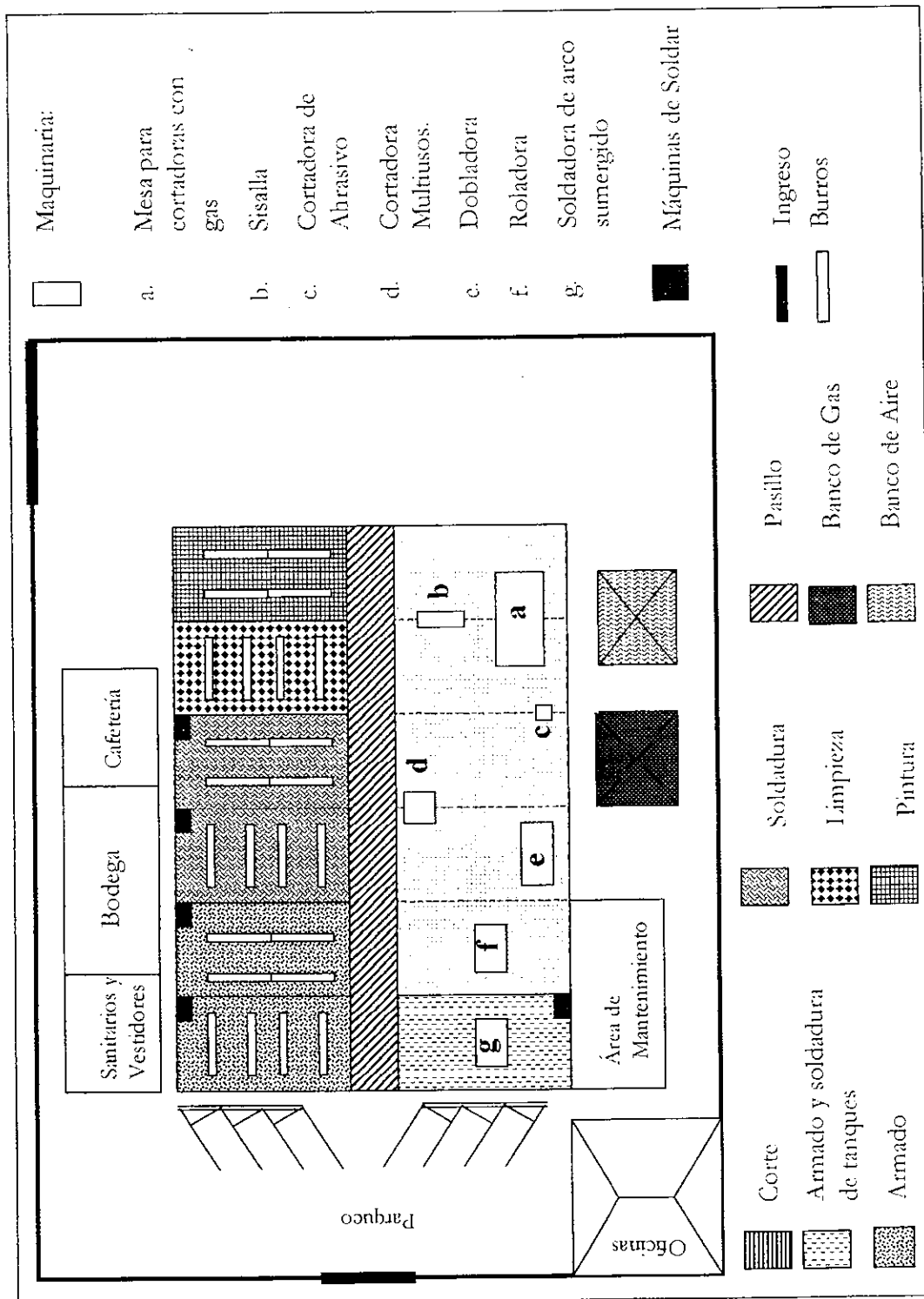


Gráfico No. 4: Diseño Propuesto

a. Área de oficinas administrativas

No se requiere que esta área esté localizada cerca de la planta de producción. Por lo que se sugiere se haga una construcción aparte, en el diseño se contempló para la construcción de oficinas un área de 10mts por 10mts.

Aquí se tomará en cuenta oficina de gerencia general, gerencia administrativa, gerencia de producción, secretaría, recepción, salón de reuniones, área de diseño, servicios sanitarios para clientes y personal administrativo y comedor para personal administrativo.

b. Área de cafetería

Esta área esta diseñada para el personal de la planta, de tal forma que sirva a los empleados como área de descanso para relajarse en los tiempos de comida, también se contempla que esta área pueda ser usada como salón de reuniones con los empleados en caso de capacitaciones.

c. Servicios sanitarios y vestidores

El área esta contemplada para 25 trabajadores, pero está contemplado el poder hacer modificaciones o ampliaciones en caso de aumento de personal. Se ubica a una distancia que permita que los empleados pasen al vestidor antes de entrar a la planta, esto le da más seguridad a la empresa. Y acorta la ruta de los trabajadores para llegar a su estación de trabajo.

d. Bodega de materiales, herramientas y equipo

Para tener un mejor control sobre el consumo de insumos, materia prima y de herramienta, se diseño una bodega central ubicada de tal forma que se le facilite el acceso a ella tanto por parte del personal como de los proveedores que entregan la mercadería. La bodega funciona de tal forma que el material y suministros llevado por los proveedores ingrese a bodega por el lado fuera del área de taller y que los operarios puedan acceder a ellos por lado dentro de la planta.

En esta bodega es donde más estrictamente se debe aplicar la herramienta de las técnicas 5'S, que se detallará más adelante, esta herramienta ayudara al buen manejo del contenido de la bodega.

Dentro de la bodega se deben instalar casilleros para organizar insumos como tornillos, tuercas, etc. Así como estanterías para máquinas pequeñas como las pulidoras y remachadoras, también un lugar especial para colocar las llaves de tal forma que sea fácil de ordenarlas y reconocerlas.

e. Área de producto terminado

Como se mencionó en el proceso de producción de la empresa, este espacio no se requiere sea muy grande, puesto que por lo general el producto terminado de una vez es entregado. Sólo en caso de estructuras metálicas como de edificios, en los que es un gran número de piezas las que componen la estructura, en estos

casos sí es necesario tener un área para ir almacenando las piezas conforme se van terminando, hasta que sea posible realizar el montaje.

f. Banco de oxígeno, aire y gas propano

En empresas de la industria metalmeccánica, son comunes los accidentes por el mal manejo de los cilindros de oxígeno. Es importante tener en cuenta que el oxígeno reacciona fuertemente al contacto con aceites o algunos otros hidrocarburos.

Para evitar accidentes, a los bancos de aire y gas se recomienda montar dos estructuras livianas alejadas de la planta, como se observa en el gráfico No.4, una para banco de compresores y otra para el banco de gas.

Deben utilizarse reguladores de presión en los cilindros. Los cilindros que tengan fugas deben ser retirados y tratados como fuentes de ignición. Todo el equipo debe estar libre de sustancias aceitosas o grasosas.

Por ello se recomienda establecer un banco central que suministre el oxígeno a toda la planta por medio de tuberías, las tomas deberán ser ubicadas en puntos estratégicos de las estaciones de trabajo. Para la localización de estos puntos se debe considerar que sea factible el manejo de los materiales para realizar las soldaduras o cortes, según sea el caso, sin intervenir con el trabajo en otra estación o puesto de trabajo, Por ello en el diseño se colocan las tomas en las columnas.

Para la instalación de las tuberías se debe tomar en cuenta que se deben probar (con respecto a fugas del gas) a unas 1 ½ veces la presión máxima de operación. Las tomas de servicio de la tubería deben estar protegidas por medio de dispositivos de liberación de presión que descarguen hacia arriba, hacia alguna ubicación segura. Debe proporcionarse un sistema de protección de contra flujo por medio de algún dispositivo aprobado para que impida que el oxígeno fluya hacia el sistema de combustible.

Actualmente la empresa está considerando la utilización de gas propano en sustitución del acetileno, esto debido al alza en los precios de los gases comprimidos, sin embargo, no es una decisión definitiva. En el diseño, de una vez se contempla que este gas sea suministrado de la misma manera que el oxígeno.

Actualmente se trabaja únicamente con un compresor de aire, sin embargo, si la empresa se amplía como lo tiene previsto, este no se dará abasto para las necesidades de la maquinaria, por eso se contempla en el diseño contar con un banco en el que se centralice ya sea un compresor industrial grande o varios pequeños similares al que se tiene actualmente. Al igual que los gases el aire se hará llegar por medio de tuberías.

g. Área de corte, doblado y rolado

Como se describió en el análisis de la planta, en esta área se realizan los cortes y dobleces necesarios, se le contemplo un área de 11mts por 30mts. Es el área más grande pues aquí se maneja la materia prima en sus tamaños originales y la maquinaria requiere del suficiente espacio para manipularla fácilmente.

1) Maquinaria

Para el diseño propuesto se tomará en cuenta equipo con el que no cuenta actualmente la empresa sin embargo la gerencia de la empresa solicitó sea tomado en cuenta.

En la tabla No.2 encontrará a continuación se describe brevemente el equipo que se ubicará en esta área.

MAQUINA	AREA DE TRABAJO	# DE OPERARIOS NECESARIOS
Cortadora de Abrasivo	Se contemplo que la máquina quedara con espacio de 5mts a los lados para facilitar la manipulación de los materiales.	1 o 2
Sisilla	De preferencia debe contar con 6mts de cada lado para manejo de material.	1 o 2
Cortadoras de oxiacetileno	Se contemplo una mesa de 18mts ² . Requiere torna de gas.	1
Cortadora multiusos	Colocada al centro de dos tramos para aprovechar el espacio libre de 5mts a cada lado.	1
Dobladora	Se coloco abarcando el largo de un tramo, 6mts, y el ancho hasta el pasillo 11mts, para facilitar el trabajo con las láminas.	2 o 3
Roladora	Generalmente utilizada para fabricar tanques se coloco de tal forma que la lámina rolada salga directo al área de armado y soldado de tanques.	2

Tabla 1 Maquinaria del área de corte y dobleces

2) Requerimientos de seguridad

Aquí es de suma importancia que las áreas estén bien definidas, porque el riesgo de cada máquina es alto.

Es necesario que cada maquina tenga sus guardas de seguridad adecuadas y que el personal utilice equipo de protección completo.

h. Área de armado y soldadura

Estas áreas se describirán juntas debido a que el equipo y maquinaria son similares y utilizan maquinaria compartida.

Las máquinas soldadoras están localizadas cerca de los toma corriente, para que el cable de poder sea conectado directamente y evitar pérdidas por el uso de extensiones. Se recomienda que los cables para soldar sean los que se lleven únicamente al área de trabajo, esto evita daños en la maquinaria y reducción de espacio.

Se tiene contemplada un área de 11mts por 6mts para el armado y soldado de tanques. Actualmente no existe esta área, sin embargo se solicitó sea tomada en cuenta en el diseño para una línea futura de producción, aquí se trabajara con soldadura de arco sumergido.

Hay un área de 11mts por 12mts para armado y un área de 11mts por 12mts para soldadura.

A continuación se describirá la maquinaria y equipo utilizado en estas áreas y los requerimientos de seguridad necesarios.

1) Maquinaria y equipo

Tanto en armado como en soldadura se trabaja sobre burros de 4mts de largo, se prefiere trabajar con burros pues estos son más fáciles de movilizar, dejando el área flexible. Como equipo auxiliar se requiere de prensas y polipastos.

Está previsto la colocación de un puente grúa, que trabajará a todo lo largo y ancho de la planta. Este puente grúa sirve como auxiliar para movilizar el material y productos ya terminados. Como maquinaria para estas áreas están las pulidoras, máquinas de soldar, remachadoras, todos son equipos de fácil movilidad, en el diseño se le asignó un área específica a cada máquina, sin embargo pueden ser movilizadas como lo requiera la producción.

2) Requerimientos de seguridad

Es necesario para esta área tomar en cuenta todas las precauciones necesarias para realizar soldaduras y trabajar con máquinas giratorias portátiles.

En cuanto a las máquinas hay dos recomendaciones básicas: 1. Que en el área de rotación cuenten con la protección adecuada y 2. Que los cables de corriente estén debidamente aislados y en buen estado.

Ahora en cuanto a la soldadura hay que considerar una serie de precauciones, tanto como para el operario, como para la maquinaria:

a) Protección de ojos y cara

La luz de la soldadura de arco nunca debe ser observada de cerca sin protección en ojos, ya que puede causar quemaduras.

Se debe usar caretas de preferencia de color negro o gris para evitar la reflexión. Estas deben estar diseñadas para cubrir la cara, el cuello y las orejas de la radiación directa proveniente del arco. La careta lleva un vidrio que permite al soldador observar el área de trabajo; este vidrio debe ser especial para rayos infrarrojos y ultravioleta.

b) Ropa de protección

La energía ultravioleta de la soldadura y de las operaciones de corte produce quemaduras en la piel, parecidas a las quemaduras de sol, que no son visibles inmediatamente. Por esto los soldadores deben vestir ropa que les proteja toda área de la piel que quede expuesta.

La ropa de preferencia debe ser de algodón o fibra sintética, lo ideal es que sea de material no inflamable. Se recomienda que la ropa sea de colores oscuros para minimizar la reflexión.

De preferencia tratar que los empleados utilicen zapatos altos, tipo bota, con punta de acero, esto los protege de las chispas y de accidentes con piezas que se puedan caer.

Como protección adicional el soldador debe utilizar guantes de cuero. Hay trabajos en los que la posición para soldar o el tipo de soldadura obliga, al soldador, a utilizar gabachas o mangas de cuero para evitar quemaduras en el cuerpo y en brazos.

c) Cuidado de la maquinaria para soldar

Las máquinas de soldar se deben mantener limpias y frías, las máquinas de soldar llevan un ventilador que mantiene fría la máquina cuando esta en funcionamiento, es indispensable que el ventilador se mantenga limpio ya que al recalentarse la máquina puede ocasionar corto circuito.

También es importante revisar continuamente que los cables de la máquina sean los adecuados para el voltaje con el que se trabaja y que estén debidamente aislados.

Se debe alejar cualquier material combustible del área de soldadura.

3) Área de pintura

Última parte del proceso, en esta área se lleva a cabo la limpieza de las piezas y la pintura, generalmente se protege primero el material con pintura anticorrosivo y luego con la pintura de acabado. En el diseño, como se puede observar en el gráfico No. 3, se consideró un área para limpieza y otra de pintura, esto con la finalidad de alejar del área de soldadura los materiales inflamables de la pintura.

a) Maquinaria y equipo

En esta área se trabaja sobre burros y si el producto es de mucho volumen pues se trabaja en el piso directamente. También son necesarias las prensas que sostengan las piezas.

Se utilizan pistolas de aire por lo que en esta área no debe faltar la toma de aire. Para el área de limpieza las pulidoras.

b) Requerimientos de Seguridad

El personal debe estar provisto de mascarillas adecuadas al tipo de pintura utilizado. Y las pulidoras con sus guardas de seguridad correspondientes.

4) Área de mantenimiento

Esta área no es muy amplia como se puede observar en la gráfica de diseño No.2, por dos razones:

1. El mantenimiento que se le da a la maquinaria propia de la empresa es preventivo por lo que se mantiene una rutina en las máquinas, no salen todas a mantenimiento al mismo tiempo.
2. Para prestar el servicio de mantenimiento a otras empresas, si se requiere la revisión de alguna parte de la maquinaria, no se necesita de mucho espacio, generalmente no son piezas muy grandes.

Esta área se encuentra fuera de la estructura central, en una estructura anexa, ya que no forma parte del proceso de producción directamente.

5) Estacionamientos

El área de estacionamientos se diseño frente a la planta, del lado que da para las oficinas esto con la finalidad de tener un mejor control de las personas que ingresan a la empresa.

Se recomienda para la empresa un estacionamiento con las dimensiones que aparecen en el gráfico No.5, ya que este tipo de estacionamiento es de fácil acceso y en la empresa el flujo de visitantes no es demasiado por lo que no se requiere de mucho espacio. Las dimensiones se proponen de acuerdo a las recomendadas por el autor Stephan Konz en su libro Diseño de Instalaciones Industriales.

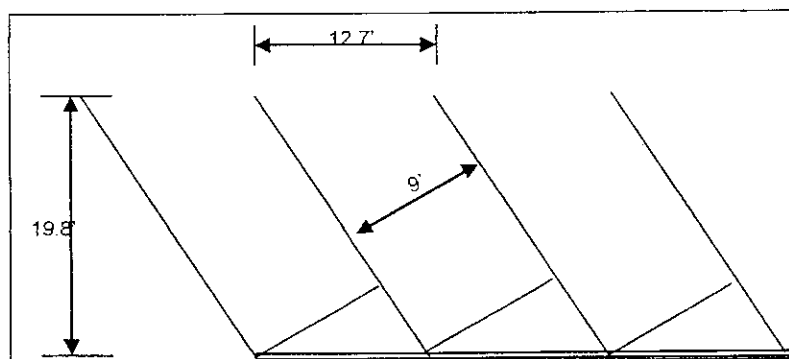


Gráfico No. 5: Dimensiones para parqueo

6) Ingreso a la planta

Se contemplaron dos ingresos a la planta. Uno por la parte de enfrente que corresponde para visitas, empleados y proveedores de insumos. Los proveedores de insumos tienen área para ingresar por esta entrada hasta la bodega para dejar el producto. La segunda entrada queda en la parte final del terreno, de tal forma que por esta entrada ingresen plataformas o camiones grandes a dejar materiales de mucho volumen.

7) Área de Carga y Descarga

En la parte frontal se contempló el espacio para que ingresen camiones pequeños hasta la bodega puedan descargar fácilmente.

En la parte de atrás de la planta se dejó un área libre para el almacenaje tanto de piezas terminadas, como de materiales de mucho volumen. Como se mencionó en el inciso anterior, se cuenta con una entrada directa a esta área, en la que los camiones pueden ser cargados y descargados con facilidad.

VIII. MANUFACTURA ESBELTA APLICADA EN DISEÑO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN EN ACERO

Al instalar una planta nueva se puede tomar como que se iniciará una nueva etapa en la vida de la empresa, por lo mismo resulta un momento propicio para implantar una nueva cultura de trabajo. Una muy buena opción es buscar una cultura de manufactura esbelta desde el inicio de operaciones en la nueva planta.

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

El sistema de Manufactura Flexible o Manufactura Esbelta ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

1. La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
2. El respeto por el trabajador: (Kaizen)
3. La mejora consistente de productividad y calidad

El iniciar en una planta nueva implica una serie de cambios radicales en los sistemas de producción, principalmente para los empleados, ya que son ambientes distintos, más amplios y cómodos para trabajar. Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero desarrollará el diseño propuesto en la presente tesis por etapas, sin embargo desde que se inicie en el nuevo local de la planta debe empezar a trabajar con el personal, para que éste valla aprendiendo y haciendo una rutina de trabajo la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta.

Las herramientas de Manufactura Esbelta son:

1. Técnicas 5'S
2. Justo a Tiempo
3. Kanban
4. Mantenimiento Productivo Total
5. Poka-Yoke
6. SMED
7. Mejora Continua (Kaizen)

Para aplicar todas estas herramientas en Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero se deben realizar cambios en su sistema de producción, como estandarizar piezas o procesos, entre otras. Se recomienda iniciar implantando dos herramientas bastante básicas como lo son las técnicas 5'S y Mantenimiento Productivo Total (TPM), a continuación se describe brevemente en que consiste cada una de estas herramientas.

A. Técnicas 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor calidad de vida al trabajo. Las técnicas 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana, estas son:

1. Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
2. Ordenar: Seiton
3. Limpieza: Seiso
4. Estandarizar: Seiketsu
5. Disciplina: Shitsuke

1. Objetivo de las técnicas 5'S

El objetivo central de las técnicas 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

2. Beneficios de las técnicas 5'S

La implantación de una estrategia de técnicas 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategias de las técnicas 5'S son:

1. Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
2. Mayor calidad
3. Tiempos de respuesta más cortos
4. Aumenta la vida útil de los equipos
5. Genera cultura organizacional
6. Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos

3. Definición de las técnicas 5'S

a. Clasificar (seiri)

Clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamado etiquetado en rojo. En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como:

herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de Por sí acaso.

1) Clasificar consiste en:

1. Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven
2. Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario
3. Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
4. Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo
5. Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible
6. Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías
7. Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación

2) Beneficios de clasificar

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad.

Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura, Clasificar permite que no surjan estos inconvenientes.

b. Ordenar (seiton)

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de todo en su lugar son, pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular o gabinetes para tener en su lugar cada cosa. Entre las ventajas de ordenar están:

1. Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retomo al lugar
2. Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia
3. Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro
4. En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
5. Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza

6. Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles
7. Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción
8. Beneficios de ordenar.
9. Ordenar trae beneficios tanto para la empresa como para los trabajadores

1) Beneficios para el trabajador

1. Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo
2. Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial
3. El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad
4. La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo
5. Se libera espacio
6. El ambiente de trabajo es más agradable
7. La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo

2) Beneficios para la empresa

1. La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso
2. Eliminación de pérdidas por errores
3. Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo
4. El estado de los equipos se mejora y se evitan averías
5. Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa
6. Mejora de la productividad global de la planta

c. Limpieza (seiso)

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fuga. Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

1) Para aplicar la limpieza se debe:

1. Integrar la limpieza como parte del trabajo diario
2. Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: la limpieza es inspección

3. Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento
4. El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación
5. No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

2) Beneficios de la limpieza

1. Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes
2. Mejora el bienestar físico y mental del trabajador
3. Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad
4. Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
5. La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEF)
6. Se reducen los desperdicios de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes
7. La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque

d. Estandarizar (seiketsu)

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

1) La estandarización pretende:

1. Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
2. Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
3. Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal
4. En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado
5. El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento

6. Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Ishu Hozen)

2) Beneficios de estandarizar

1. Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo
2. Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente
3. Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo
4. Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios
5. La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
6. Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo
7. Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta

e. Disciplina (shitsuke)

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las técnicas 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y mejorar la calidad de vida laboral, además:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás

B. Mantenimiento Productivo Total

El TPM, como se le conoce por sus siglas en inglés, se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

El TPM permite diferenciar una organización con relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. TPM busca:

1. Maximizar la eficacia del equipo
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo
3. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la aplicación de TPM.
4. Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
5. Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos
6. Cero accidentes
7. Cero defectos
8. Cero averías

1. Pilares del TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

a. Pilar 1: Mejoras enfocadas (Kaizen)

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global del Equipo, proceso y planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los desperdicios que se presentan en las plantas industriales.

b. Pilar 2: Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen)

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios.

c. Pilar 3: Mantenimiento progresivo o planificado (Keikaku Hozen)

El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

d. Pilar 4: Educación y formación

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

e. Pilar 5: Mantenimiento temprano

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento.

f. Pilar 6: Mantenimiento de calidad (Hinshitsu hozen)

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el cero defectos es factible. Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones cero defectos regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

g. Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de técnicas 5'S, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

h. Pilar 8: Gestión de seguridad, salud y medio ambiente

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

i. Pilar 9: Especiales (Monotsukuri)

Este pilar tiene como propósito mejorar la flexibilidad de la planta, implantar tecnología de aplazamiento, nivelar flujo, aplicar Justo a Tiempo y otras tecnologías de mejora de los procesos de manufactura.

C. Recomendaciones para implementar Manufactura Esbelta en Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero

Como se mencionó anteriormente para iniciar a implantar una cultura de Manufactura Esbelta en la empresa, es recomendable que se inicie con las herramientas, técnicas 5S y TPM, pues esto permite organizar a la empresa de tal forma que se facilite en un futuro aplicar las demás herramientas.

En Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero, en cierta forma, ya se trabaja con la herramienta de las técnicas 5S, pues cada empleado tiene la obligación de mantener limpia y ordenada el área en que se trabaja y las herramientas tienen lugares predeterminados para ser guardadas. En la planta nueva para equipar la bodega por ejemplo, se deben diseñar estantes para herramienta pequeña, áreas marcadas para las llaves, casilleros para colocar tuercas, tornillos, clavos, remaches, etc.; todas las áreas deberían estar delimitadas en el piso para evitar el desorden en el taller y se debe inculcar una rutina de organización y limpieza antes de iniciar el trabajo y al final de la jornada.

Con respecto al TPM se recomienda que antes de iniciar operaciones en la nueva planta se le de mantenimiento a toda la maquinaria existente y se cree un registro del estado de la misma, para que se pueda planificar un mantenimiento preventivo para cada máquina. Es importante que todo el personal que trabaja directamente con la maquinaria se involucre en este procedimiento para que puedan conocer mejor la maquinaria y se les pueda capacitar en cuanto al cuidado que deben tener con ella. Es recomendable también que se realice una revisión de todo el equipo de seguridad para los empleados con la finalidad de verificar su buen estado y funcionamiento.

Toda empresa debe cumplir con Buenas Practicas de Manufactura y como se pudo observar las herramientas de Manufactura Esbelta traen como añadidura el cumplimiento de las Buenas Practicas de Manufactura.

IX. CONCLUSIONES

1. En la empresa se manejan tres procesos básicos, fabricación, ensamble o armado y prueba; el flujo de materia prima por estos procesos es bajo una estructura de taller y la distribución de la producción es por proceso.
2. Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero generalmente trabaja bajo especificaciones de las necesidades de los clientes, lo cual hace que tenga una producción poco estandarizada.
3. La zona 12, ha resultado ser una ubicación muy conveniente para Diseño, Ingeniería y Construcción en Acero por ser un área industrial, lo cual facilita el acceso a proveedores, mano de obra y principalmente a clientes.
4. El espacio de trabajo en cada una de las áreas debe ser bastante amplio para manipular el material dentro de la planta fácilmente. Por lo que el diseño óptimo propuesto cuenta con un área total de trabajo de 900mts².
5. El riesgo que se maneja por el tipo de trabajo y la maquinaria es alto, por lo que es importante tomar en cuenta los requerimientos de seguridad en las distintas áreas de trabajo y capacitar a los empleados para el uso de equipo de seguridad.
6. Manufactura esbelta es una herramienta de mucha importancia actualmente para toda empresa, ya que ofrece herramientas que le permiten a la empresa organizarse mejor e involucrarse en el compromiso de mejora continua.
7. Al crear en la empresa una cultura de Manufactura Esbelta por añadidura se cumple con Buenas Prácticas de Manufactura.

X. RECOMENDACIONES

1. La instalación de una nueva planta trae consigo una gran inversión, en este caso esa inversión no sólo seña el montaje de la nueva planta, sino también la adquisición de nueva maquinaria. Por eso se recomienda el proyecto sea desarrollado por etapas. Como anexo se dan las sugerencias para la primera etapa.
2. Es recomendable se inicie desde ya un estudio para ver posibilidades de estandarizar algunos procesos y productos, esto facilitaría aplicar herramientas como el Justo a Tiempo.
3. Este es un proyecto a futuro, por lo que se recomienda sea tomado en cuenta en los objetivos y metas de la empresa, dentro de su planificación administrativa.
4. Es recomendable involucrar al personal en el desarrollo de este proyecto desde su inicio para que ellos se sientan motivados con la idea de tener mejores condiciones de trabajo.
5. Se debe realizar un estudio más profundo sobre manufactura esbelta y cómo se puede aplicar a la empresa, ya que esto traería grandes beneficios organizacionales y operativos.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Baumeister Theodore, Avallone Eugene A., Baumeister Theodore III, 1984, MARKS MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO, Octava edición, México, McGraw-Hill, Volumen III.
2. Konz Stephan, 2001, DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES, México, Limusa Noriega Editores, 405 pp.
3. Chase Richard, Aquilano Nicholas, Jacobs Robert, 2000, ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES, Octava edición, Colombia, McGraw-Hill, 885 pp.
4. Lyncoln Electric Company, 1973, THE PROCEDURE HANDBOOK OF ARC WELDING, doceava edición, Cleveland, Ohio Canada.
5. Methods, Organization, Resources and Achievement, Inc. LLC M.O.R.A. Inc. TPM [en línea],1995-,<<http://www.tpmonline.com>> [Consulta: Mayo 2004]
6. Pineda Mandujano, Karla. Manufactura esbelta. [en línea]. 20 de Febrero 2004. <<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.htm#5S>> [Consulta: Mayo 2004]
7. Miller Electric Mfg. Co. Guía rápida de seguridad, “para soldar y cortar de una forma segura”. [en línea] 2004. <http://www.millerwelds.com/pdf/safety/m199776c_spa.pdf>. [Consulta: Mayo 2004]

XII. APENDICE

A. RECOMENDACIÓN DE PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO

Como se mencionó en el desarrollo del presente trabajo de Graduación es recomendable iniciar el proyecto del traslado y ampliación de la empresa con el montaje de dos primeros módulos de estructura y luego como sea posible seguir realizando el montaje del resto del diseño propuesto.

Para la primera etapa se recomienda hacer la construcción de las oficinas, ubicar las dos entradas a la empresa y como ya se dijo el montaje de los dos primeros módulos de estructura. Para no ocupar espacio dentro de la estructura se puede seguir haciendo uso de los tres furgones que se tienen actualmente como bodega. El diagrama de recorrido sería en línea.

En el gráfico No. 5 se muestra la propuesta de distribución interna para la primera etapa.

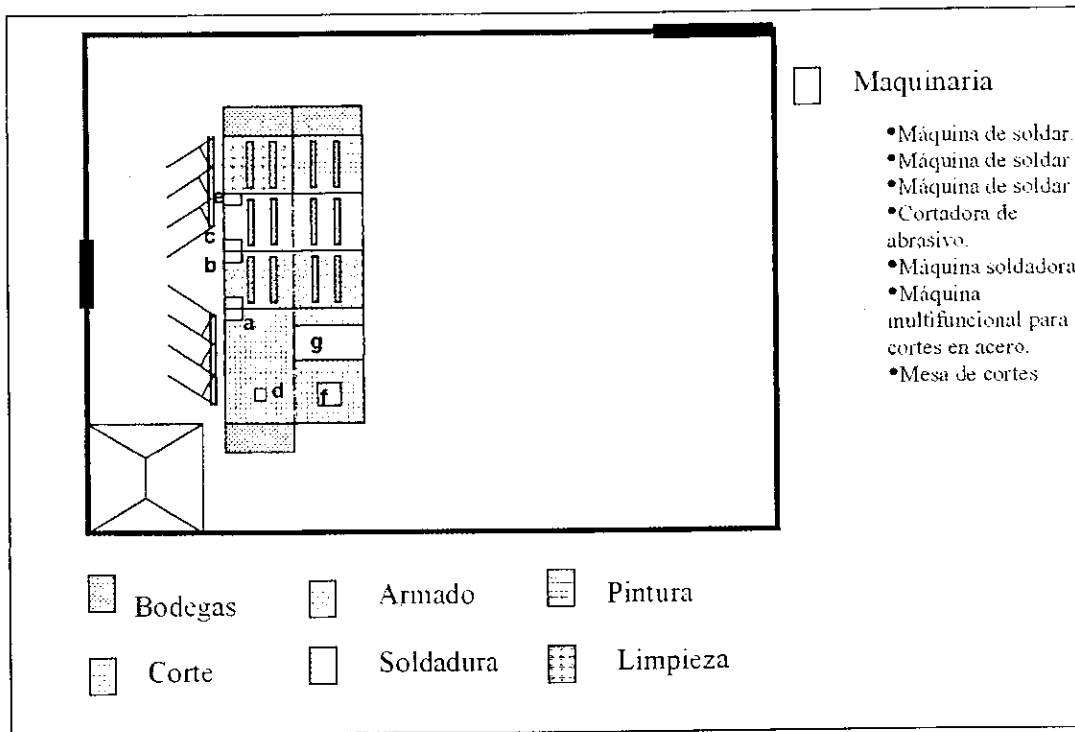


Gráfico No.5: Distribución para primera etapa

