

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**FABRICACIÓN DE PLATAFORMA ESTRUCTURAL  
PARA AMPLIACIÓN DE ALMACÉN Y RECUPERACIÓN  
DE ESPACIOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN UNA  
EMPRESA METALMECÁNICA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**GILMER JAVIER TUCTO YANTAS**

**PROMOCIÓN 2011- I**

**LIMA-PERÚ**

**2 014**

**Dedicatoria**

A mi madre, por su apoyo en todo momento y a mi Alma Mater, La Universidad Nacional de Ingeniería

## ÍNDICE

PRÓLOGO.....	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Planteamiento del Problema.....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivo General.....	8
1.5 Objetivos Específicos.....	8
1.6 Alcance.....	8
1.7 Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Estructuras metálicas.....	10
2.1.1 Procesos en la Fabricación de Estructuras Metálicas.....	10
2.1.2 Diagrama de Flujo del Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas.....	14

2.1.3 Organigrama del Área de Producción.....	16
2.2 Proceso de Soldadura.....	16
2.2.1 La Soldadura.....	16
2.2.2 Naturaleza de la Soldadura.....	16
2.2.3 La Soldadura desde el Punto de Vista Metalúrgico.....	18
2.2.4 Cordón de Soldadura en Arco Eléctrico.....	18
2.2.5 Microestructura de la Unión Soldada.....	19
2.2.6 Zona Afectada Por el Calor ZAC, Definición.....	21
2.2.7 Factores que Influyen para Afectar la zona ZAC.....	22
2.2.8 Efectos de la Temperatura.....	22
2.2.9 Soldabilidad.....	23
2.2.10 Factores importantes para la Soldabilidad.....	23
2.2.11 Soldabilidad de los Aceros al Carbono.....	24
2.2.12 Tensiones Residuales en Soldadura.....	25
2.2.13 Alivio de Tensiones.....	25
2.2.14 Selección de la Soldadura.....	26
2.2.15 Soldadura GMAW.....	27

2.2.15.1 Mecanismos de Transferencia del Metal.....	28
2.2.15.2 Transferencia En Cortocircuito .....	28
2.2.15.3 Transferencia Globular.....	29
2.2.15.4 Transferencia por Aspersión.....	31
2.2.15.5 Ventajas del Proceso GMAW .....	32
2.2.15.6 Desventajas del Proceso GMAW .....	33
2.3 Los Aceros.....	34
2.3.1 Clasificación de los Aceros al Carbono.....	34
2.3.2 Constituyentes de las Aleaciones Ferrosas.....	36
2.4 Especificaciones del Proceso de Soldadura WPS, PQR.....	38
2.5 Corte con Plasma.....	39
2.6 Corte con Oxicorte.....	41
2.7 Distribución de Planta.....	42
2.7.1 Distribución de Posición Fija.....	43
2.7.2 Distribución por Proceso.....	44
2.7.3 Distribución por Producto.....	46

CAPÍTULO III: FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA.....	48
3.1 Identificación de Problemas.....	48
3.1.1 Layout Actual de la Planta.....	49
3.1.2 Algunos Problemas Importantes.....	54
3.1.2.1 Falta de Espacio en Almacenes.....	56
3.1.2.2 Falta de Espacio en Área de Estructuras.....	56
3.1.2.3 Deficiente Distribución de Planta.....	57
3.1.2.4 Identificación de Problemas Mediante la Herramienta “Lluvia de Ideas”.....	58
3.1.2.5 Identificación de Problemas Mediante la Herramienta “Diagrama de Ishikawa”.....	60
3.2 La Fabricación de la Plataforma Estructural como parte de la Solución del Problema.....	62
3.2.1 Acerca del Diseño de la Plataforma.....	62
3.2.2 Acerca del Granallado y Pintura de la Plataforma.....	63
3.2.3 Acerca del Montaje de la Plataforma.....	63
3.2.4 Acerca de Instalación de Paredes, Techo, Piso y Anaqueles en la Plataforma.....	63

3.2.5 Elementos de Entrada para la Fabricación de la Plataforma.....	64
3.2.5.1 Orden de Trabajo Interna.....	64
3.2.5.2 Cronograma de Actividades de Fabricación de la Plataforma.....	64
3.2.5.2.1 Cálculo Previo de Tiempo de Fabricación de La Plataforma.....	65
3.2.5.3 Croquis de Fabricación de la Estructura Metálica.....	68
3.2.5.4 Características Generales de la Plataforma.....	68
3.2.6 Cálculo de Recursos que se usarán en la Fabricación de la Plataforma.....	68
3.2.6.1 Aceros que se usarán en la Fabricación de la Plataforma.....	68
3.2.6.2 Recursos Humanos que se Necesitarán en la Fabricación de la Plataforma.....	69
3.2.6.3 Insumos y EPP's que se usarán en la Fabricación de la Plataforma.....	70
3.2.6.4 Herramientas y equipos que se usarán en la Fabricación de la Plataforma.....	72
3.2.7 Fabricación de la Plataforma.....	73
3.2.7.1 Plan de Trabajo en la Fabricación de la Plataforma.....	73
3.2.7.2 Control del Avance de la Producción.....	75
3.2.7.3 Proceso de Habilitado 1 y Habilitado 2.....	76
3.2.7.4 Proceso de Armado.....	76

3.2.7.5 Proceso de Soldeo.....	76
3.2.7.6 Proceso de Enderezado.....	78
3.2.7.7 Proceso de Perforado.....	78
3.2.7.8 Proceso de Limpieza Mecánica.....	78
3.2.7.9 Cierre de la Fabricación en Negro.....	78
3.2.8 Presentación de Layout de Nueva Distribución de Planta.....	80
3.2.8.1 Beneficios de la Nueva Distribución de Planta.....	80
<b>CAPÍTULO IV: CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>82</b>
4.1 Puntos de inspección más Importantes en el Proceso de Control de Calidad de la Fabricación de la Plataforma.....	82
4.2 Formatos que se usarán para el Control de la Calidad.....	82
4.3 Tolerancias dimensionales que se usarán para Control de Calidad .....	82
4.4 WPS del proceso de Soldadura.....	83
4.5 Prueba de Líquidos Penetrantes que se Realizará a la Soldadura.....	83
<b>CAPÍTULO V: COSTOS.....</b>	<b>84</b>
5.1 Costos de Fabricación de la Plataforma.....	84
Conclusiones.....	91

Recomendaciones.....	92
Bibliografía.....	93
APÉNDICE.....	94
1. OTI De Fabricación de la Estructura Metálica.....	95
2. Cronograma de Actividades.....	98
3. Especificaciones Técnicas de Fabricación de la Plataforma.....	100
4. Formato de Puntos de Inspección de Control de Calidad.....	103
5. Formato de Estructurado de Elementos.....	105
6. WPS de Soldadura.....	107
7. Formato de Inspección por Líquidos Penetrantes.....	109
8. Formato de Inspección Visual de Soldadura.....	111
9. Descripción de cargos de personal de planta.....	113
10. Croquis de Fabricación de la Plataforma.....	114

## PRÓLOGO

En el presente informe de suficiencia se muestra la manera ordenada y sustentada, cómo se planifica darle solución a un problema específico que acontece en una empresa Metalmecánica, el proyecto que se propone para este fin, se tiene planificado como fecha tentativa realizarse en enero del 2015 según cronograma, luego de la aprobación de la Gerencia General, tal como se indica en el documento de creación de “Orden de Trabajo Interna”, mostrado en los anexos. Toda esta planificación se realiza debido a que en la empresa metalmecánica a la que se refiere este informe, cada proyecto se tiene que sustentar ante la Gerencia, lejos de que a simple vista pueda parecer factible o rentable ejecutarla si más. Entonces para lograr esto, se han creado 5 capítulos, ubicados estratégicamente para poder explicar de la mejor manera cómo debe realizarse este proyecto y dar solución al problema que se plantea. A continuación paso a señalar la secuencia de los capítulos. En el capítulo I, comienzo con las investigaciones previas que he considerado, que me sirven como referencia base, luego en el planteamiento del problema muestro de manera concisa cual es el problema a solucionar, también componen este primer capítulo, los objetivos, alcances y limitaciones que tiene

el presente trabajo. El capítulo II, consta de los conceptos básicos y teorías más importantes concernientes al presente informe, lo cual corresponde al Marco Teórico, se podrá ver temas referidos a la fabricación y detallar algunos procesos básicos de este rubro metálmecánico. Luego en el capítulo III, comenzamos a explicar como se realizará el trabajo, iniciando por la identificación de problemas, explicación de los principales problemas concernientes al tema, luego comenzamos con el inicio de la solución donde hacemos uso de la herramienta Lluvia de Ideas y luego del Diagrama de Ishikawa. Después damos a conocer los elementos de entrada para la fabricación de los elementos estructurales de la plataforma, su planificación y cada uno de los elementos físicos, como abstractos, digitales o documentarios que son necesarios para su elaboración. Dentro de los elementos físicos se encuentran los insumos necesarios, aceros, materiales, entre otros. Dentro de los elementos abstractos, documentarios o digitales se encuentran el cronograma de actividades, el formato de avance de la fabricación, la OTI de fabricación, entre otros. Al finalizar el capítulo III mostramos los beneficios de la fabricación de la plataforma. En el capítulo IV damos un breve alcance de lo que hace el Área de Control de Calidad en la fabricación, mencionando algunos aspectos como los puntos de inspección y formatos más importantes que garantizan una fabricación de calidad. Finalmente en el capítulo V entramos al tema de costos de la fabricación indicados en los alcances, para luego dar nuestras Conclusiones y Recomendaciones

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Existen varios aspectos que se pueden mejorar en la empresa CIA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA S.R.L, donde laboro, pero en el presente informe trataremos el tema de cómo dar solución a la falta de espacios para el área productiva y para el área de almacén, que tiene una de sus plantas ubicadas en Lima norte. Para comenzar describiremos algunas características importantes de la planta, para tener un mejor panorama de las oportunidades de mejora. Luego haremos una lluvia de ideas donde participarán algunas personas que trabajan en la planta y que presentarán sus soluciones o aportes; seguidamente presentaremos el diagrama de Ishikawa donde identificaremos mediante el enfoque de falta de espacios en almacenes y falta de espacios en producción, la causa raíz o causas raíces de este problema.

Luego del uso de la herramienta, diagrama de Ishikawa, y haber identificado las causas raíces, entre ellas elegiremos lo que será el tema del presente informe de suficiencia, para poder darle solución y dar a conocer a Gerencia, que es factible la solución que presentaremos y que el proyecto se puede ampliar luego de ver los resultados obtenidos.

## 1.1 ANTECEDENTES

Para el presente Informe de Suficiencia, mencionamos a continuación algunos trabajos, antecedentes al nuestro.

Tesis: “Fabricación y Montaje de una Estructura Metálica”, que presenta el Sr. Oscar Gerardo Villaseñor Ruiz para optar por obtener su título profesional, Junio de 1990 México D.F.

En esta Tesis, de la cual solo vamos a tomar la parte de Fabricación, que es la que nos corresponde según nuestro alcance, más no montaje, observamos que los puntos mencionados en su Capítulo II, Fabricación, son similares a los que se mostrarán en el presente informe. Podemos ver que Villaseñor también considera el proceso de enderezado, pero solo previo a la fabricación en sí, con diferencia a lo que nosotros consideramos en donde referimos al enderezado como un proceso no solo antes de sino posterior al soldeo. Otro punto que considera Villaseñor es que se refiere al pedido de materiales, lo cual en la empresa a la cual se refiere el presente informe, ese pedido lo realiza el Área de Ingeniería en coordinación con el Área Logística. Llamamos punteado a lo que nosotros vamos a llamar apuntalado y es una acción que se realiza dentro del proceso de armado. La tesis de Villaseñor no incluye cronogramas, ni programaciones como sí lo haremos nosotros. A continuación mostramos dos conclusiones de la tesis de Villaseñor:

Una estructura metálica sujeta a los procesos expuestos, tanto para la fabricación como para el montaje y con el acero estructural y materiales de aportación fabricados

bajo normas, dará como resultado una gran confiabilidad y totalmente apegada a las condiciones del análisis y diseño de la misma.

Con una buena planeación y programa, debe reducirse el tiempo de ejecución de una obra, con estructura metálica, por la súper posición de actividades principalmente en la construcción de la cimentación y la fabricación de la estructura en la planta.

A continuación presentamos otra investigación

Tesis: “Tecnología de Nueva Generación para la Edificación con Estructuras Metálicas”, que presenta la Srta. Sandra Fabiola Silva Esteban para optar por obtener su título profesional, Junio de 2005 México D.F.

En este caso mencionaremos qué objetivos persigue con este trabajo de factibilidad de edificación con estructuras de acero.

Una estructura no solo debe soportar con seguridad las cargas impuestas sino en forma tal que las deflexiones y vibraciones resultantes no sean excesivas, y alarmen a los ocupantes o causen grietas en ellas.

El proyectista siempre debe tener en mente la posibilidad de abatir los costos de la construcción sin sacrificar la resistencia.

Debido a la creciente industrialización de los últimos años, se ha dado lugar a un notable desarrollo de la construcción a base de estructura metálica, tanto en el ámbito de

la edificación industrial, que es el uso más frecuente, y en edificios de carácter urbano, como es el caso a tratar en esta tesis.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las áreas de producción y almacén de una planta metalmeccánica se requiere de mayor espacio para producir y almacenar en mayor cantidad. Se va a proponer la Fabricación de una plataforma estructural para lograr el espacio faltante.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

El problema de la falta de espacio en almacén ha generado que se utilicen áreas de planta para colocar enseres, máquinas u otros pertenecientes a almacén, entorpeciendo de este modo las operaciones de fabricación que se realizan en esta planta metalmeccánica. Por ello es importante solucionar este problema, ya que perjudica a ambas áreas.

Para esto, la solución que se propone es usar la mano de obra de la misma empresa para la fabricación de una plataforma estructural donde en el segundo nivel, almacén podrá guardar los enseres, máquinas u otros que está colocando en áreas que pertenecen a Producción y la parte del primer nivel de la plataforma será un área recuperada para el Área Productiva. Así mismo con la recuperación de ésta área productiva se recomienda modificar la posición de los procesos de fabricación para un mejor ordenamiento como para que los espacios sean bien distribuidos.

#### 1.4 OBJETIVO GENERAL

Solucionar el problema de falta de espacios en Almacén y el Área Productiva en la Planta Metal Mecánica de la Compañía de Servicios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, ubicada en Calle San Alejandro N° 266, Urb Santa Luisa, San Martín de Porres-Lima.

#### 1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.5.1 Realizar la respectiva planificación documentada para la fabricación de los elementos estructurales de la plataforma estructural, donde se guardarán los enseres de almacén que ocupan espacios del área productiva.

1.5.2 Presentar el cálculo de los tiempos de fabricación de la plataforma, el cálculo de la cantidad de perfiles estructurales a utilizarse.

1.5.3 Presentar los costos aproximados de los recursos necesarios para este proyecto.

1.5.4 Demostrar que con la recuperación de espacio ocupado por almacén, se mejorarán los procesos productivos al reordenarlos de una forma más adecuada.

#### 1.6 ALCANCE

El presente informe se refiere al procedimiento ordenado y sustentado de cómo se va a fabricar los elementos estructurales de la plataforma, es decir una vez recibidos los planos en el Área de Producción por parte del Área de Ingeniería, pasando por la planificación de insumos, materiales, aceros, equipos y horas hombre necesarios para hacer posible esto, hasta llegar a la fabricación en sí, donde corresponden los procesos de la fabricación de estructuras metálicas que son el Habilitado, Armado, Soldadura, Enderezado, Perforado y Limpieza Mecánica, terminando por los costos del proyecto.

El presente informe incluye solo los costos directos de fabricación, más no los costos indirectos, ni de diseño, o de montaje, tampoco se tocará el tema del granallado y pintura.

#### 1.7 LIMITACIONES

Se presentará a la Gerencia General un trabajo donde se involucra solamente la fabricación de los elementos estructurales de la plataforma. La parte del diseño, montaje, colocación de pisos grating, paredes de drywall y techos serán realizados por otras áreas de la empresa o externas a ésta. Los croquis de las estructuras que fueron copiados de estructuras existentes colindantes a la futura plataforma deberán ser revisados y convertidos a planos por el área de Ingeniería antes de su aprobación para fabricación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS

##### 2.1.1 PROCESOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las siguientes actividades son las que generalmente se realizan en la empresa metalmecánica para la producción de estructuras metálicas. Estas actividades podrían repetirse más de una vez en un solo producto dependiendo de su complejidad.

##### **Stock de Aceros:**

El stock de aceros, no es un proceso de fabricación, pero es de donde parte el proceso de fabricación de estructuras metálicas. Los materiales a utilizarse pueden existir en el stock, sobrantes de otros proyectos, debidamente identificados por control de calidad o pueden haberse comprado recientemente, en ambos casos pasan a formar parte del stock de almacén de donde el área de Producción retira mediante un vale los materiales que se van a utilizar en el proyecto, sea hacia las áreas de habilitado 1 o habilitado 2.

**Corte con Pantógrafo:**

Se cuenta con un Pantógrafo semi automático donde se cortan planchas de acero ASTM A36 desde ¼” hasta 2” de espesor y de dimensiones de hasta 1500 x 6000 mm. Las planchas obtenidas luego del corte son planchas de amarre, cartelería u otros similares, las que luego pasan al proceso de Habilitado 2 (llamado habilitado de cartelería)

El pantógrafo puede ser abastecido por la máquina de corte por plasma o por el equipo de oxicorte, en caso la máquina de corte por plasma estuviera en mantenimiento.

**Proceso de Habilitado 1:**

En este proceso se realiza el corte de los elementos de mayor dimensión que no sean planchas, tales como vigas, tubos, canales, tubos cuadrados y otros, haciendo uso de oxicorte para espesores de más de 6 mm o discos abrasivos si los espesores fueran menores a 6 mm. Luego los elementos cortados abastecen al proceso de Armado.

**Proceso de Habilitado 2:**

Proceso donde se reciben las planchas cortadas con el pantógrafo para su limpieza con disco abrasivo de desbaste y trazado de agujeros para pernería, luego son llevados al área de maestranza para realizar la perforación con la punzonadora o

con el taladro vertical para después pasar al proceso de Armado. Algunas planchas como la cartelería solo necesitan limpieza y pasan luego al Proceso de Armado.

### **Proceso de Armado:**

Teniendo los elementos recibidos desde los procesos de Habilitado 1 y Habilitado 2, se procede a apuntalarlos con puntos de soldadura, según el plano de fabricación respectivo, cuidando que cada elemento cumpla con las tolerancias respectivas. En este proceso los operarios armadores pueden valerse de rigidizadores para mantener la estructura estable ante el proceso siguiente que es el soldeo, que siempre va a generar considerables tensiones que tratarán de deformar el ensamble.

También se realizan en este proceso el trazado de agujeros que necesitaban la referencia de otras piezas para ser trazadas. Luego de este proceso las estructuras pasan al proceso de Soldadura.

### **Proceso de Soldadura:**

Luego de la verificación de control de calidad en el proceso de Armado dando el visto bueno al ensamble, el operario soldador procede a soldar según el WPS respectivo. Para esto, el operario soldador realiza los pases de soldadura con una destreza tal que las deformaciones por soldeo sean lo menor posible. Las estructuras soldadas pasan al Proceso de Enderezado si fuera necesario.

**Proceso de Enderezado:**

En muchas ocasiones el proceso de soldeo produce que se las estructuras se deformen, de modo tal que la estructura sale de las tolerancias respectivas, por esto es necesario corregir estas deformaciones, siempre y cuando sean mínimas.

Para esto se hace uso de las prensas, cuando el enderezado sea en frío, o del equipo oxicorte, cuando el enderezado sea en caliente, además de otras herramientas como los tecles, tirfor, etc.

**Proceso de Perforación:**

En este proceso se realiza el perforado de los agujeros trazados en la estructura en el proceso de Armado. Se realiza mediante uso de los taladros magnéticos portátiles.

**Proceso de Limpieza Mecánica:**

En este proceso se resanan posibles pequeñas grietas dejadas en las estructuras, producto del uso de rigidizadores en el armado, retiro de salpicaduras de la soldadura, rebabas de los agujeros de las perforaciones, entre otros.

**Producto Terminado:**

Luego de la última verificación de control de Calidad a la estructura, esta es liberada y se hace entrega a almacén para su traslado hacia el proceso de Granalla,

Pintura y posterior traslado al Montaje. A esto se le suele llamar, “término de la fabricación en negro”.

## 2.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Para la planta en cuestión lo tenemos en la Figura 2.1.

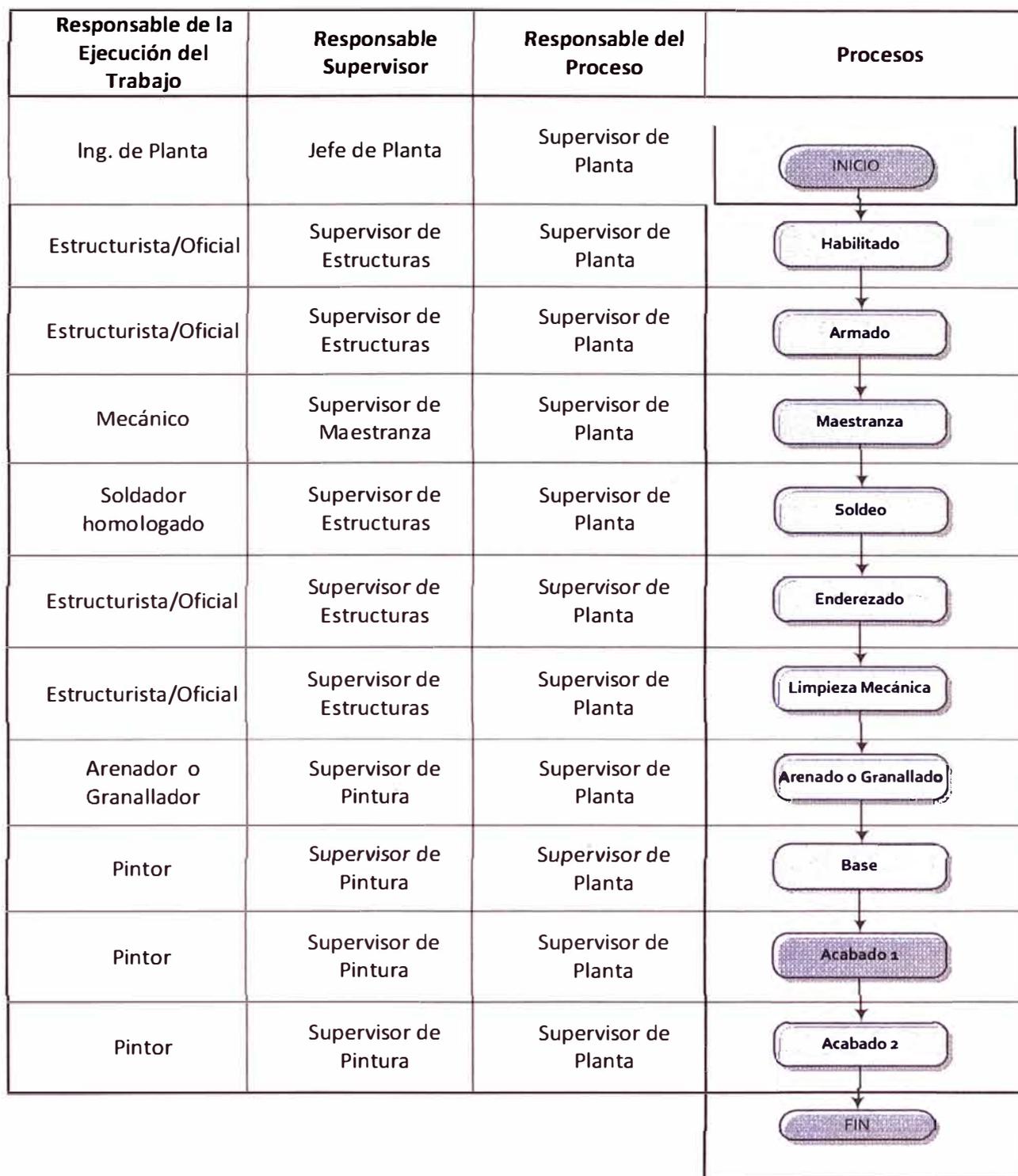


Figura 2.1 – Diagrama de Flujo del Proceso de Fabricación

### 2.1.3 ORGANIGRAMA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

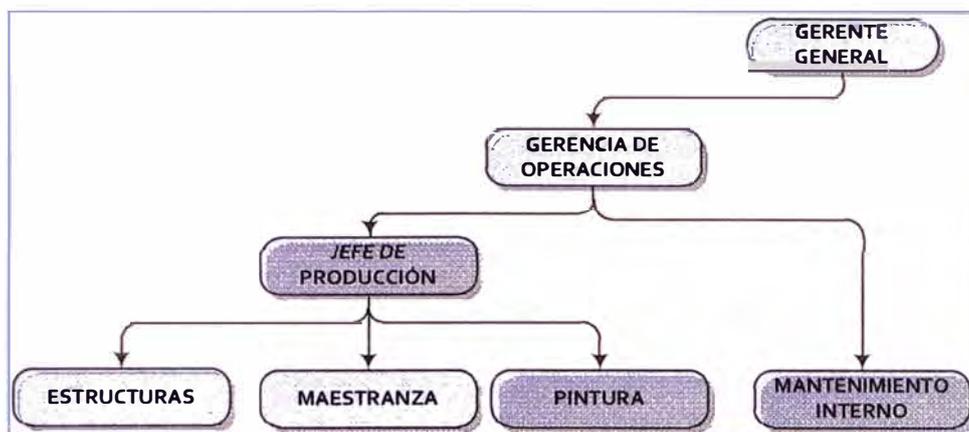


Figura 2.2 – Organigrama del Área de Producción

## 2.2 PROCESO DE SOLDADURA

### 2.2.1 LA SOLDADURA

En la soldadura, las superficies a ser unidas, son juntadas lo más estrechamente hasta lograr un contacto íntimo entre ellas y dependen principalmente de las fuerzas inter atómicas o inter moleculares; de tal manera de alcanzar el enlace metálico (unión soldada) o, alternativamente el enlace de Van der Waals u otras fuerzas inter moleculares (uniones adhesivas).

### 2.2.2 NATURALEZA DE LA SOLDADURA

Desde el punto de vista metalúrgico los procesos de soldadura pueden ser divididos en dos principales grupos que son:

- Procesos de soldadura por fusión.
- Procesos de soldadura de fase sólida.

En la soldadura por fusión los bordes de las superficies a ser unidas son calentados hasta alcanzar el punto de fusión de las mismas y el metal de aporte fundido es añadido para llenar la holgura de la junta. En estos procesos de soldadura, comprenden tres zonas metalúrgicas como lo podemos ver en la figura 2.3. Zona de fusión, zona afectada por el calor que se encuentra adyacente a la zona de fusión, y la Zona no afectada del metal base.

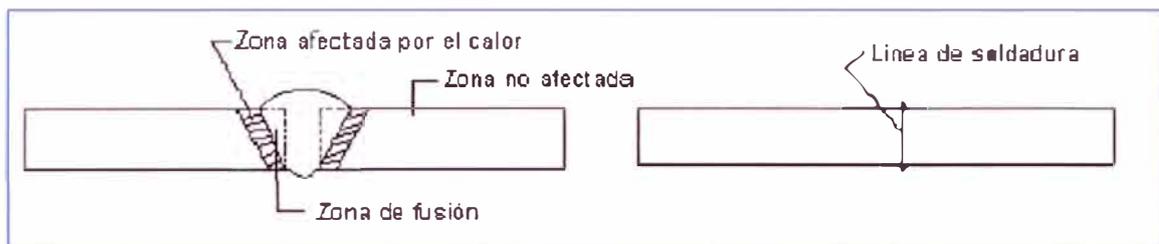


Figura 2.3 – Soldadura por Fusión y Soldadura en Fase Sólida.

La soldadura en fase sólida, es realizada llevando a las dos superficies metálicas limpias a que entren en contacto suficientemente estrecho que permita formar entre ellas el enlace metálico.

De esta manera la soldadura por fusión requiere necesariamente que las partes del metal sean calentadas sobre el punto de fusión mientras que en la soldadura de fase sólida, se puede efectuar la unión soldada a temperaturas tan bajas como la temperatura normal del ambiente.

### 2.2.3 LA SOLDADURA DESDE EL PUNTO DE VISTA METALURGICO

Cuando se realizan las soldaduras se dan algunos cambios asociados a la metalurgia física, cambios de temperatura, de dimensiones, fusión, solidificación, enucleación, crecimiento de cristales, granos, transformaciones de fase, el calor aportado influye significativamente en los resultados finales de las propiedades, el arco eléctrico la flama, el ciclo térmico, temperaturas, la velocidad de enfriamiento darán diferentes microestructuras.

En los procesos de soldadura de arco el material de aporte se sobrecalienta muy por encima de la temperatura de fusión, al soldarse el metal las gotas de liquido solidifican inmediatamente, el calor latente de solidificación se transmite al material base y la temperatura del entorno se incrementa, al depositarse el metal fundido sobre el metal base parte de este se funde y se mezcla con el metal de aporte produciéndose la dilución del aporte, en la soldadura multipase en el primer pase tendrá un alto factor de dilución, en el segundo pase menos y en tercero quizás nada

### 2.2.4 CORDÓN DE SOLDADURA EN ARCO ELÉCTRICO

En un cordón de soldadura de arco eléctrico la masa llevada al estado liquido es muy pequeña y las velocidades de enfriamiento son muy altas,  $1600\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Por lo tanto la estructura en los aceros se encuentra formada por granos de ferrita alargada con agregados perlítico (estructura basáltica)

En una soldadura multipase la estructura basáltica se afina por recocido (calentamiento por encima de la temperatura A3 generando una estructura equiaxial de ferrita y perlita, solo el último pase queda con estructura basáltica).

La presencia de granos grandes y de componentes microestructurales como la martensita y la estructura Widmanstaetten (ferrita en formas de agujas con agregados de perlita) tiende a fragilizar el cordón de soldadura. Estas estructuras se encuentran en los aceros con un porcentaje de carbono entre 0.2 a 0.4. Estas estructuras se originan por el enfriamiento rápido de la austenita de grano crecido, también puede aparecer en los aceros cortados con oxicorte el, y en planos paralelos a los planos de deslizamiento, aparecen durante el soldeo, el Cr, Mo, Mn, favorecen este tipo de microestructura.

La presencia de ferrita acicular en los granos incrementa la fragilidad de los aceros y disminuye la resistencia a la fatiga.

#### 2.2.5 MICROESTRUCTURA DE LA UNIÓN SOLDADA

La microestructura se forma igual a la colada y solidificación de los metales presentando las siguientes características:

La máxima temperatura alcanzada es mayor a la temperatura de fusión de los materiales involucrados.

El metal líquido está presente en reducida cantidad.

Presenta granos calumniares semejantes a una estructura fundida.

- La nucleación es de tipo epiaxial, la solidificación empieza a partir de los granos parcialmente fundidos.
- El crecimiento de los granos columnares es del tipo competitivo ocasionando con ello una disminución del número de granos desde la línea de fusión hacia el centro de cordón, sobreviven los granos que tienen direcciones preferentes de crecimiento.
- El tipo de microestructura en un cordón de soldadura está relacionado con la velocidad de avance.
- Para soldadura oxiacetilénica la sección transversal presenta granos equiaxiales grandes para el acero granos de ferrita con colonias de perlita la velocidad de enfriamiento es más lenta  $350\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Lo podemos ver en la figura 2.4.

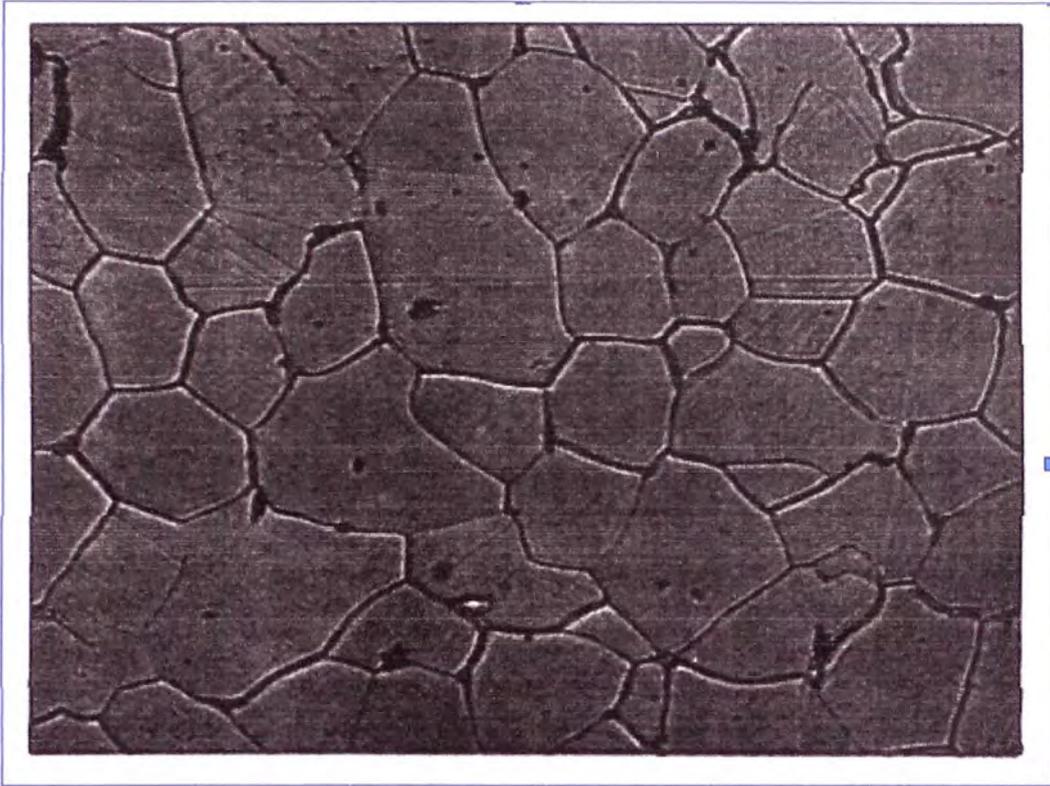


Figura 2.4 – Acero ASTM A36 con 0.026 % C. Ferrita mayoritariamente. 800 X

#### 2.2.6 ZONA AFECTADA POR EL CALOR ZAC

La zona afectada por el calor es aquella zona del metal base que se afecta en sus propiedades mecánicas y micro estructurales debido al calor generado durante el soldeo. En la figura 2.5 podemos apreciar la Zona ZAC y otras características de la soldadura.

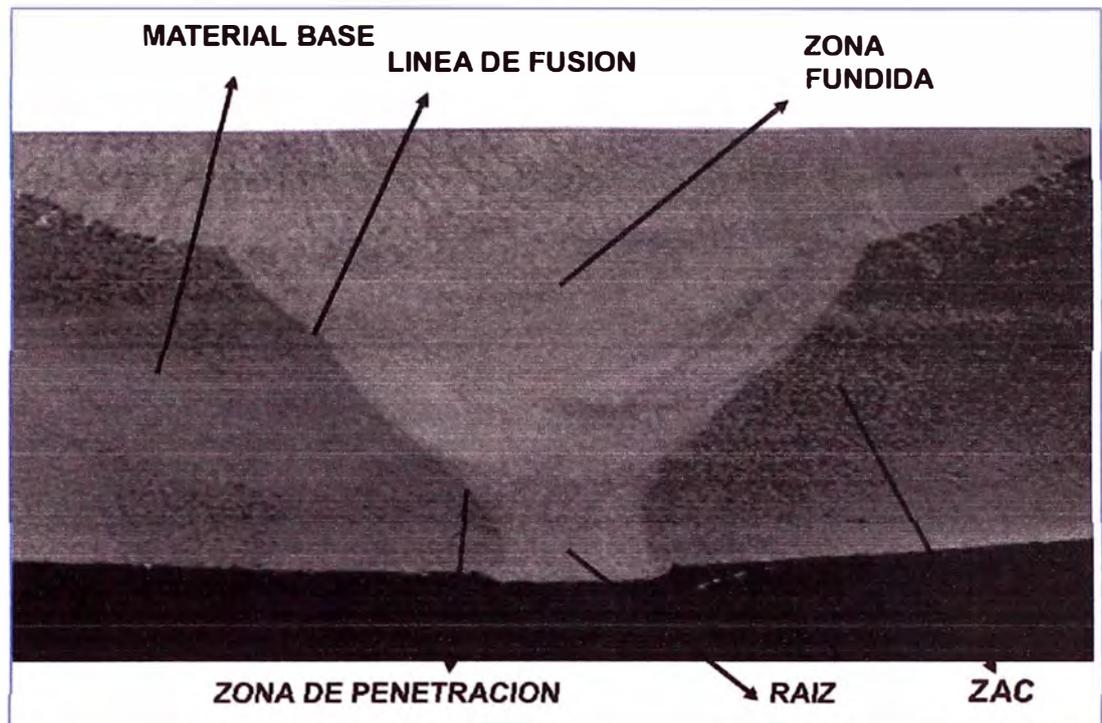


Figura 2.5 – partes de una unión soldada. Se puede destacar la zona ZAC.

### 2.2.7 FACTORES QUE INFLUYEN PARA AFECTAR LA ZONA ZAC

La mayor conductividad térmica del material base, la mayor cantidad de calor aportado, el espesor del material base.

### 2.2.8 EFECTOS DE LA TEMPERATURA

Así como es útil la temperatura para el proceso de soldar, también el calor y la elevación de temperatura provocan efectos perjudiciales y crea algunas desventajas como:

- Crea tensiones residuales debido a calentamientos localizados y contracciones de solidificación y enfriamiento, produciendo deformaciones y distorsiones.
- Pérdida de la ductilidad por cambios micro estructurales en algunas aleaciones.
- Pérdida de resistencia y dureza en la zona afectada por el calor.
- Pérdidas de resistencia en algunas aleaciones tratadas térmicamente, o trabajadas en frío.

### 2.2.9 SOLDABILIDAD

Soldabilidad: es la medida de la facilidad de realizar una soldadura resistente y sana y que produzca una unión íntima entre las partes del material base y el material de aporte (coalescencia).

### 2.2.10 FACTORES IMPORTANTES PARA LA SOLDABILIDAD

Proceso, Tipo de junta, Numero de pases y secuencia, Amperaje y voltaje, Velocidad de avance, Electrodo tipo y diámetro, Tipo de corriente (CC, CA,) polaridad, Posicionamiento y sujeción, Pre calentamiento, Post calentamiento, Alivio de tensiones

### 2.2.11 SOLDABILIDAD DE LOS ACEROS AL CARBONO

Los aceros entre 0.3 y 0.5% de C presentan una soldabilidad limitada debido a la facilidad de producir martensita en la zona ZAC. Estos aceros deben ser precalentados adecuadamente eligiendo la temperatura en función del carbono equivalente, del espesor de la pieza a soldar y el proceso de soldadura.

Cuando el acero es de 0.4 a 0.6% de C el precalentamiento es de 90 a 200°C, la temperaturas entre pasadas debe ser la misma que el del precalentamiento.

Es recomendable el tratamiento térmico de alivio de tensiones después de la soldadura

El electrodo usado debe ser bajo hidrogeno, cuidar la dilución que se puede producir durante la soldadura y genera acumulación de carbono fragilizando la unión, para evitar esto es mejor hacer múltiples pasadas.

Para lograr una buena soldadura se debe hacer un procedimiento de soldadura y una rigurosa calificación.

Usar electrodos de bajo hidrogeno y de acero inoxidable austenítico

## 2.2.12 TENSIONES RESIDUALES EN SOLDADURA

Siempre que se funde un metal en una zona pequeña, y localizada, como en soldadura, se generan esfuerzos por la contracción.

Inclusive, si la barra fue restringida externamente durante este ciclo de calentamiento y enfriamiento, la parte enfriada todavía contiene tensiones causadas por este calentamiento y enfriamiento diferencial. Conocemos estas tensiones como tensiones residuales. Estas tensiones residuales tienden a mantener la barra en su perfil flexionado. Sin embargo, la barra no se flexionará más debido a que se enfrió hasta temperatura ambiente y ahora es más resistente que las fuerzas ejercidas por las

tensiones residuales. Las tensiones residuales permanecerán en la barra salvo que se realice algo para relajarla.

### 2.2.13 ALIVIO DE TENSIONES

Las tensiones internas se originan en complejas Interacciones térmicas y mecánicas, por consiguiente los alivio de tensiones se basan en tratamientos térmicos y o mecánicos

Tratamientos térmicos.- Consiste en calentar la unión a una temperatura, mantenerla durante un tiempo y enfriarla, cuando el componente es posible ingresarlo al horno mejor, si es muy grande el componente se calienta localmente, las temperaturas recomendadas por algunos estándares se dan en la tabla 2.1.

Tratamientos mecánicos.- se trata haciendo finas deformaciones plásticas en la superficie para crear tensiones de compresión superficial, Ej.: el shot peening, martillado o con herramientas de vibración mecánica o neumática.

Tabla 2.1 – Tratamientos térmicos recomendados por algunos estándares.

	<b>ANCC</b>	<b>ASME</b>	<b>BS</b>	<b>DnT</b>
Acero al C/C-Mn	600 - 650°C	> 593°C	580 - 620°C	550 - 600°C
Acero C-1/2Mo	620 - 670°C	> 593°C	650 - 680°C	580 - 620°C
1Cr -1/2 Mo	630 - 680°C	> 593°C	630 - 670°C	620 - 660°C
21/4 Cr - 1/2 Mo	660 - 710°C	> 677°C	680 - 720°C	625 - 750°C
5Cr - 1/2 Mo	680 - 730°C	> 677°C	710 - 760°C	670 - 740°C
3 1/2 Ni	550 - 610°C	> 593°C	580 - 620°C	550 - 590°C
9 Ni	Por acuerdo	No especificado	No requerido	No especificado

ANCC: Associazione Nazionale per el Controllo della Combustione  
ASME: American Society Mechanical Engineering  
BS: British Standard  
DnT: Den Norske Trykkebeholdekomite

#### 2.2.14 SELECCIÓN DE LA SOLDADURA

Para escoger el tipo de soldadura que se va a utilizar, es necesario analizar las condiciones de trabajo en particular y luego determinar el tipo y diámetro de electrodo que más se adapte a estas condiciones. Este análisis se realiza luego de evaluar las siguientes variables:

- Naturaleza del metal base. Aquí debemos precisar si el material con el que vamos a utilizar es compatible con la soldadura, si es soldable o no, etc.
- Dimensiones de la sección a soldar. Para efectos del diseño, cuanto mide el cateto que se va a soldar y cual es su longitud.
- En qué posición o posiciones se soldará. Es muy importante saber cual es la posición ya que por ejemplo si va a ser soldadura en posición plana únicamente, podría ser

recomendable usar soldadura SAW, pero si las posiciones son de difícil acceso podría recomendarse GMAW, etc.

- Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza. Hay soldaduras que tienen mejor penetración que otras, si la unión fuera a tope.
- Si el depósito debe poseer alguna característica especial, como son: resistencia a la corrosión, gran resistencia a la tracción, ductilidad, etc.
- Si la soldadura debe cumplir condiciones de alguna norma o especificaciones especiales.

#### 2.2.15 SOLDADURA GMAW

El proceso GMAW se basa en la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que se protege mediante un gas de procedencia externa. Una vez que el operador ha hecho los ajustes iniciales, el equipo puede regular automáticamente las características eléctricas del arco. Por todo esto, en efecto, los únicos controles manuales que el soldador requiere para la operación semiautomática son los de velocidad y dirección del desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola. Cuando se cuenta con equipo y ajustes apropiados, la longitud del arco y la corriente (es decir, la velocidad de alimentación del alambre) se mantienen automáticamente.

GMAW puede operar en modalidad mecanizada, semiautomática o automática.

Todos los metales de importancia comercial, como el acero al carbono, el acero de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre,

el titanio y las aleaciones de níquel se pueden soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodo y variables de soldadura apropiados.

#### 2.2.15.1 Mecanismos de Transferencia del Metal

La mejor forma de describir las características del proceso GMAW, es en términos de los tres mecanismos básicos empleados para transferir metal del electrodo al trabajo:

- Transferencia en cortocircuito.
- Transferencia globular.
- Transferencia por aspersion.

#### 2.2.15.2 Transferencia En Cortocircuito

Este tipo de transferencia abarca el intervalo más bajo de corrientes de soldadura y de diámetros de electrodo asociados al proceso GMAW. La transferencia en cortocircuito produce un charco de soldadura pequeño, de rápida solidificación, que generalmente es apropiado para unir secciones delgadas, soldar fuera de posición y tapar aberturas de raíz anchas. El metal se transfiere del electrodo al trabajo sólo durante el periodo en que el primero está en contacto con el charco de soldadura; no se transfiere metal a través del espacio del arco.

El electrodo hace contacto con el charco de soldadura a razón de 20 a más de 200 veces por segundo. La secuencia de sucesos durante la transferencia de metal, y la corriente y el voltaje correspondientes, se muestran en la siguiente figura:

### 2.2.15.3 Transferencia Globular

Con un electrodo positivo (CCEP), hay transferencia globular cuando la corriente es relativamente baja, sea cual sea el gas protector empleado. Sin embargo, con dióxido de carbono y helio este tipo de transferencia ocurre con todas las corrientes de soldadura útiles. La transferencia globular se caracteriza por un tamaño de gota mayor que el diámetro del electrodo. La gravedad actúa fácilmente sobre esta gota grande, por lo que en general sólo hay transferencia útil en la posición plana.

Con corrientes medias, sólo un poco mayores que las empleadas para la transferencia en cortocircuito, es posible lograr transferencia globular en dirección axial con un escudo de gas más o menos inerte. Si el arco es demasiado corto (bajo voltaje), la gota en crecimiento puede hacer corto con la pieza de trabajo, sobrecalentarse y desintegrarse, produciendo una buena cantidad de salpicaduras. Por tanto, el arco debe tener la longitud suficiente para asegurar que la gota se suelte antes de que haga contacto con el charco de soldadura. Sin embargo, una soldadura hecha empleando el voltaje más alto probablemente resulte inaceptable a causa de la falta de fusión, la insuficiente penetración y el excesivo refuerzo. Esto

limita considerablemente el empleo de la modalidad de transferencia globular en aplicaciones de producción.

La protección con dióxido de carbono produce transferencia globular en dirección aleatoria cuando la corriente y el voltaje de soldadura están bastante por encima del intervalo para la transferencia en cortocircuito. La desviación respecto a la transferencia axial está regida por fuerzas electromagnéticas generadas por la corriente de soldadura al actuar sobre la punta fundida. Las más importantes de estas fuerzas son la fuerza de estrangulamiento electromagnético y la fuerza de reacción del ánodo.

La magnitud de la fuerza de estrangulamiento es función directa de la corriente de soldadura y del diámetro del alambre, y por lo regular es la que causa la separación de las gotas. Con protección de CO<sub>2</sub>, la corriente de soldadura se conduce a través de la gota fundida y el plasma del arco no envuelve la punta del electrodo. Con fotografías de alta velocidad se ha visto que el arco se mueve sobre la superficie de la gota fundida y la pieza de trabajo, porque la fuerza  $R$  tiende a sustentar la gota. La gota fundida crece hasta que se separa por cortocircuito o por gravedad, ya que  $P$  por sí sola nunca vence a  $R$ . Como se aprecia en la figura (A), es posible que la gota se suelte y se transfiera al charco de soldadura sin romperse. No obstante, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el gas más utilizado para soldar aceros dulces. La razón es que el problema de la salpicadura puede reducirse de manera significativa “enterrando” el arco. Cuando se hace esto, la atmósfera del arco se

convierte en una mezcla del gas y de vapor de hierro, lo que permite una transferencia casi por aspersion. Las fuerzas del arco bastan para mantener una cavidad que atrapa una buena parte de las salpicaduras. Esta técnica requiere una corriente de soldadura más alta y produce mayor penetración. Sin embargo, a menos que la velocidad de recorrido se controle con mucho cuidado, la excesiva tensión superficial (mojado deficiente) puede dar como resultado un refuerzo excesivo de la soldadura.

#### 2.2.15.4 Transferencia por Aspersion

Con un escudo rico en argón, es posible producir una modalidad de transferencia de “rocío axial” muy estable y libre de salpicaduras, como el que se ilustra en la figura. Para esto es preciso usar corriente continua con el electrodo positivo (CCEP) y un nivel de corriente por encima de un valor crítico conocido como corriente de transición. Por debajo de este nivel, la transferencia se realiza en la modalidad globular antes descrita, a razón de unas cuantas gotas por segundo. Por encima de la corriente de transición, la transferencia se efectúa en forma de gotas muy pequeñas que se forman y sueltan a razón de centenares por segundo. Se aceleran axialmente a través del espacio del arco. La corriente de transición, que depende de la tensión superficial del metal líquido, es inversamente proporcional al diámetro del electrodo y, en menor grado, a la extensión del electrodo. Varía con el punto de fusión del metal de aporte y la composición del

gas protector. En la tabla se dan las corrientes de transición típicas para algunos de los metales más comunes.

El modo de transferencia por aspersión produce un flujo altamente direccional de gotas discretas aceleradas por las fuerzas del arco hasta alcanzar velocidades que vencen los efectos de la gravedad. Por esta razón, y en ciertas condiciones, el proceso puede usarse en cualquier posición. Como las gotas son más pequeñas que la longitud del arco, no hay cortocircuitos y las salpicaduras son insignificantes, si es que no se eliminan del todo.

Otra característica de la modalidad de aspersión es la penetración de “dedo” que produce. Aunque el dedo puede ser profundo, acusa el efecto de los campos magnéticos, los cuales deben controlarse para que siempre esté situado en el centro del perfil de penetración de la soldadura.

#### 2.2.15.5 Ventajas del Proceso GMAW

- Trabajos en producción muy rápidos
- Es el único proceso de electrodo consumible que puede servir para soldar todos los metales y aleaciones comerciales.
- Puede soldarse en todas las posiciones, algo que no es posible con el proceso de arco sumergido (SAW).
- Se logran tasa de deposiciones bastante altas.
- las velocidades de soldaduras son altas comparado con el proceso SMAW.
- Como la alimentación del alambre es continua, es posible depositar soldaduras

largas sin parar y volver a comenzar.

- casi no requiere limpieza después el soldeo, por que no produce mucha escoria.

- Bajo nivel de salpicadura

- Un buen procedimiento de soldada esta caracterizado por la poca presencia de porosidad, buena fusión, y una terminación libre de grietas o quebraduras.

- GMAW no tiene la restricción de tamaño de electrodo limitado que se presenta con la soldadura por arco de metal protegido.

- Cuando se usa transferencia por aspersión, es posible lograr mayor penetración que con la soldadura por arco de metal protegido, lo que puede permitir el uso de soldaduras de filete más pequeñas para obtener una resistencia mecánica equivalente.

#### 2.2.15.6 Desventajas del Proceso GMAW

- Menos portabilidad (cilindro de gas y mangueras)

- No es adecuado para trabajo de campo (el gas es afectado por la brisa).

- El material a soldar o base debe estar limpio (sin polvo, óxidos, grasa, etc.).

- Existe la posibilidad de tener falta de fusión en el modo de transferencia por corto circuito.

- Existe la posibilidad de socavación en el modo de transferencia por rociado.

- Se requiere menos destreza pero más conocimiento del equipo.

- Los niveles relativamente altos de calor radiado y la intensidad del arco pueden hacer que los operadores se resistan a utilizar el proceso.

## 2.3 LOS ACEROS

Son aleaciones de hierro carbono más otros elementos como el manganeso, silicio, aluminio, cobre, cromo, níquel, cobalto, magnesio, molibdeno, vanadio etc.

### 2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS AL CARBONO:

Aceros de construcción o de bajo carbono, contienen hasta 0.30% de C, el uso frecuente es el estructural por su facilidad de conformado en planchas, perfiles, no responden muy bien al T. T. tienen buena ductilidad, soldabilidad. Sus aplicaciones son estructuras civiles, de maquinas, automotrices, recipientes a presión. Ver tabla 2.2.

Aceros para maquinas o de medio carbono contienen C de 0.3% a 0.6%, responden muy bien a los T. T. de temple y revenido produciendo martensita, se utilizan en elementos mecánicos, como ejes, cigüeñales, ruedas ferroviarias, templadores, tornillos y pernos, cables etc.

Aceros para herramientas o de alto carbono contienen C entre 0.6% a 1.2% excepcionalmente hasta 1.5% responden muy bien al T. T. de temple, logran su mejor combinación de dureza resistencia tenacidad y ductilidad, sus usos son en herramientas, cuerda de piano (alambres), herramientas de corte, herramientas de medición, resortes, muelles etc.

Tabla 2.2 Algunos aceros de bajo carbono de uso estructural.

Especificación de la ASTM	Grado o tipo del material	Esfuerzo		Esfuerzo de fluencia		Elongación en 50 mm o 2 pulg.
		máximo de fluencia MPa	ksi	MPa	ksi	
A36	...	400-550	58-80	220-250	32-36	23
A131	A, B, D, E, CS, DS	400-490	58-71	220	32	24
A283	A	310-380	45-55	165	24	28
	B	345-415	50-60	185	27	26
	C	380-450	55-65	205	30	23
	D	415-515	60-75	230	33	21
A284	A	345	50	170	25	25
	B	380	55	190	27	25
	C	415	60	205	30	23
	D	415	60	230	33	22
A440	...	435	63	290	42	19
A529	...	414-586	60-85	290	42	19
A573	58	400-490	58-71	220	32	...
	65	450-530	65-77	240	35	...
	70	480-620	70-90	290	42	...
A678	A	483-621	70-90	345	50	20
	B	552-689	80-100	414	60	20
	C	586-793	85-115	448	65	17
A709	36	400-550	58-80	220	32	21

### 2.3.2 CONSTITUYENTES DE LAS ALEACIONES FERROSAS

**FERRITA:** Constituyente considerado como hierro puro con carbono de 0.008% a condiciones normales es el mas blando y dúctil de todos los constituyentes, dureza aproximada de 90 BHN, 28 Kg/mm<sup>2</sup> de  $\sigma_t$ , y alargamiento de 40%

**AUSTENITA:** Es el constituyente más denso de los aceros, alcanza una dureza de 300 BHN y una  $\sigma_t$  de 100 Kg/mm<sup>2</sup> y un alargamiento de 30%. esta formada por una solución sólida saturada de carbono en hierro gamma, los átomos de carbono se encuentran intercalados en las aristas y en el centro. Es importante mencionar que la austenita puede existir tanto en los aceros al carbono como en los aleados por lo que debemos definir que en este caso se trata de la austenita obtenida en aceros al carbono sin elementos de aleación. Esto es importante ya que en los aceros al carbono la austenita empieza a formarse a partir de los 723 °C y tal como vemos en el diagrama su rango de existencia es a temperaturas superiores a las de su formación. Existen tratamientos de enfriamiento rápido en los que se puede retener la estructura austenítica en los aceros a la temperatura ambiente (aceros de alto carbono y aceros aleados), pero al ser esta austenítica inestable termina transformándose en el tiempo en perlita y ferrita o cementita y perlita. La única forma de obtener aceros con austenita estable a temperatura ambiente es modificando las líneas críticas del diagrama hierro carbono, y esto se consigue con ciertos elementos que llamamos “gammágenos” ya que amplían el rango de existencia de la fase gamma del acero, dos

de estos elementos son el cromo y el níquel por lo que los aceros inoxidable al Cr-Ni son

**MARTENSITA:** Luego de la cementita es el constituyente mas duros de los aceros, se obtiene por enfriamiento violento a partir una estructura totalmente austenítica su dureza varia de 600 a 700 BHN su  $\sigma_1$  va de 175 a 250 Kg/mm<sup>2</sup> y su alargamiento de 2.5 a 5%.

**GRAFITO:** Es uno de los tres estados alotrópicos el que se encuentra el carbono en la naturaleza, se presenta en forma de laminas en las fundiciones grises, en forma de nódulos en las fundiciones maleables, y en forma de esferas en fundiciones especiales, tiene baja dureza, baja resistencia, no tiene elasticidad, ni plasticidad, mejora la resistencia al desgaste y a la corrosión.

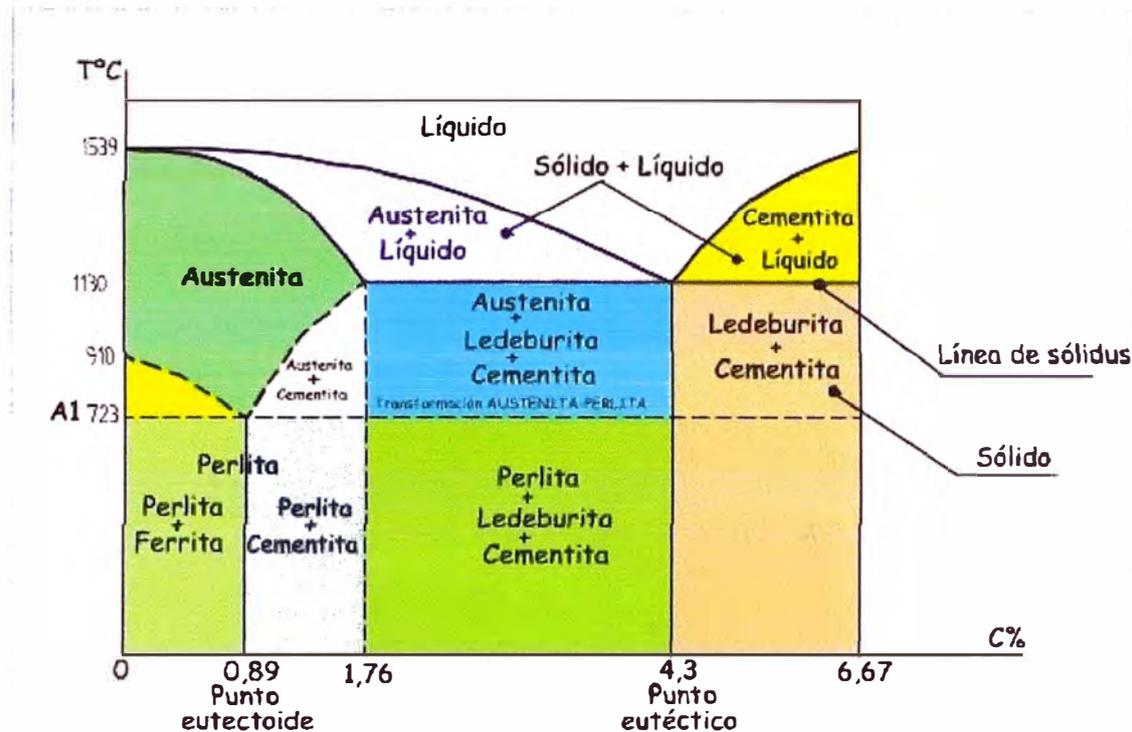


Figura 2.6 – Diagrama hierro Carbono

Fuente: <http://ivancuadriello-eaf.blogspot.com>

## 2.4 ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA WPS, PQR

El Welding Procedure Specification (WPS) es un documento formal por escrito que describe los procedimientos de soldadura, lo que proporciona indicaciones a los soldadores sobre la calidad de las soldaduras de acuerdo con los requisitos del código. El objetivo del documento es orientar a los soldadores para que consigan unos procedimientos aceptados, utilizando unas técnicas de soldadura repetibles y fiables. Se desarrolla un WPS para cada aleación y tipo de soldadura utilizadas. Códigos específicos

y/o empresas de ingeniería suelen ser la fuerza impulsora detrás del desarrollo de la WPS de una empresa. El WPS es complementado con un Procedure Qualification Record (PQR o WPQR). El PQR es un registro de una soldadura de prueba realizado y probado para garantizar que el procedimiento va a producir una buena soldadura.

## 2.5 CORTE CON PLASMA



Figura 2.7 – Antorcha de Corte por Plasma

El fundamento del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 20.000 °C, llevando el gas utilizado hasta el cuarto estado de la materia, el plasma, estado en el que los electrones se disocian del átomo y el gas se ioniza (se vuelve conductor).

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar.

Resumiendo, el corte por plasma se basa en la acción térmica y mecánica de un chorro de gas calentado por un arco eléctrico de corriente continua establecido entre un electrodo ubicado en la antorcha y la pieza a mecanizar. El chorro de plasma lanzado contra la pieza penetra la totalidad del espesor a cortar, fundiendo y expulsando el material.

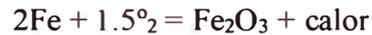
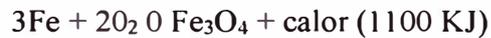
- La ventaja principal de este sistema radica en su reducido riesgo de deformaciones debido a la compactación calorífica de la zona de corte. También es valorable la economía de los gases aplicables, ya que a priori es viable cualquiera, si bien es cierto que no debe atacar al electrodo ni a la pieza.
- No es recomendable el uso de la cortadora de plasma en piezas pequeñas debido a que la temperatura es tan elevada que la pieza llega a deformarse.
- Esta moderna tecnología es usable para el corte de cualquier material metálico conductor, y más especialmente en acero estructural, inoxidable y metales no férricos.
- El corte por plasma puede ser un proceso complementario para trabajos especiales, como pueden ser la producción de pequeñas series, la consecución de tolerancias muy ajustadas o la mejora de acabados.

- También se produce una baja afectación térmica del material gracias a la alta concentración energética del arco-plasma. El comienzo del corte es prácticamente instantáneo y produce una deformación mínima de la pieza.
- Este proceso permite mecanizar a altas velocidades de corte y produce menos tiempos muertos, (no se necesita precalentamiento para la perforación).
- Permite espesores de corte de 0.5 a 160 milímetros, con unidades de plasma de hasta 1000 amperios.
- El corte por plasma también posibilita mecanizados en acero estructural con posibilidad de biselados hasta en 30 milímetros.
- Una de las características más reseñables es que se consiguen cortes de alta calidad y muy buen acabado.

## 2.6 CORTE CON OXICORTE

En este tipo de corte con oxígeno, se usa para el calentamiento el calor proveniente de una flama de reacción de un gas oxicombustible, debe especificarse el gas que se usa, hay varios gases como el acetileno el mas importante por sus cualidades térmicas, el propano, el gas natural, el GLP y diversas mezclas comerciales.

Una vez dadas las condiciones de temperatura por la combustión del oxicombustible se encenderá y quemara el metal base con el oxígeno en una reacción exotérmica de oxígeno puro con la siguiente reacción:



El hierro y el acero de bajo carbono se ajustan perfectamente a este tipo de corte, el fierro fundido no se puede cortar con este método, así como los aceros inoxidable, el cobre y el aluminio

Gases Combustibles más usados son el acetileno, propano, propileno, gas natural, hidrógeno.

## EXPLICACIÓN DEL PROCESO

Este proceso se basa en la oxidación de los productos férricos y en lo fácil que resulta la eliminación de los óxidos formados. El Hierro es el único metal cuyo punto de oxidación es menor que su punto de fusión. Para cortar se calienta el acero hasta 900 grados Celsius y en esa temperatura se aplica el chorro de oxígeno a presión sobre la zona caliente. El oxígeno provoca la oxidación del hierro transformándola en escorias que se eliminan por la acción mecánica del chorro.

## 2.7 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución en planta implica la ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc. Los objetivos de la distribución en planta son:

- Integración de todos los factores que afecten la distribución.
- Movimiento de material según distancias mínimas.
- Circulación del trabajo a través de la planta.
- Utilización “efectiva” de todo el espacio.
- Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores.
- Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

### 2.7.1 DISTRIBUCIÓN DE POSICIÓN FIJA

El material permanece en situación fija y son los hombres y la maquinaria los que confluyen hacia él.

A.- Proceso de trabajo: Todos los puestos de trabajo se instalan con carácter provisional y junto al elemento principal ó conjunto que se fabrica o monta.

B.- Material en curso de fabricación: El material se lleva al lugar de montaje ó fabricación.

C.- Versatilidad: Tienen amplia versatilidad, se adaptan con facilidad a cualquier variación.

D.- Continuidad de funcionamiento: No son estables ni los tiempos concedidos ni las cargas de trabajo. Pueden influir incluso las condiciones climatológicas.

E.- Incentivo: Depende del trabajo individual del trabajador.

F.- Cualificación de la mano de obra: Los equipos suelen ser muy convencionales, incluso aunque se emplee una máquina en concreto no suele ser muy especializada, por lo que no ha de ser muy cualificada.

Ejemplo: Montajes de calderas, en edificios, barcos, torres de tendido eléctrico y, en general, montajes a pie de obra.

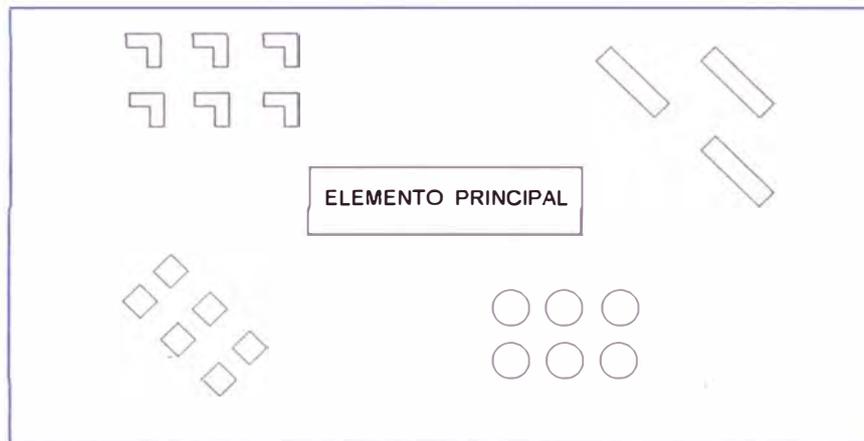


Figura 2.8 – Distribución de Posición Fija

### 2.7.2 DISTRIBUCIÓN POR PROCESO

Las operaciones del mismo tipo se realizan dentro del mismo sector.

A.- Proceso de trabajo: Los puestos de trabajo se sitúan por funciones homónimas. En algunas secciones los puestos de trabajo son iguales, y en otras, tienen alguna característica diferenciadora, como potencia, r.p.m.,...

B.- Material en curso de fabricación: El material se desplaza entre puestos diferentes dentro de una misma sección, ó desde una sección a la siguiente que le corresponda. Pero el itinerario nunca es fijo.

C. Versatilidad: Es muy versátil. Siendo posible fabricar en ella cualquier elemento con las limitaciones inherentes a la propia instalación. Es la distribución más

adecuada para la fabricación intermitente ó bajo pedido, facilitándose la programación de los puestos de trabajo al máximo de carga posible.

D.- Continuidad de funcionamiento: Cada fase de trabajo se programa para el puesto más adecuado. Una avería producida en un puesto no incide en el funcionamiento de los restantes, por lo que no se causan retrasos acusados en la fabricación.

E.- Incentivo: El incentivo logrado por cada operario es únicamente función de su rendimiento personal.

F.- Cualificación de la mano de obra.: Al ser nulos, ó casi nulos, el automatismo y la repetición de actividades. Se requiere mano de obra muy cualificada.

Ejemplo: Taller de fabricación mecánica, en el que se agrupan por secciones: tomos, mandrinadoras, fresadoras, taladradoras.

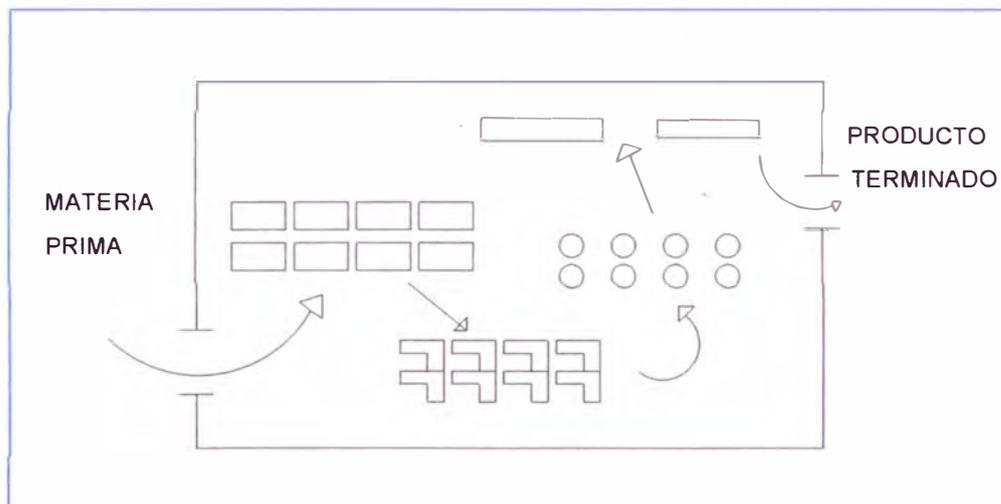


Figura 2.9 – Distribución Funcional o por Proceso.

*F.*-Cualificación de mano de obra: La distribución en línea requiere maquinaria de elevado costo por tenderse hacia la automatización. Por esto, la mano de obra no requiere una cualificación profesional alta.

*G* Tiempo unitarios: Se obtienen menores tiempos unitarios de fabricación que en las restantes distribuciones.

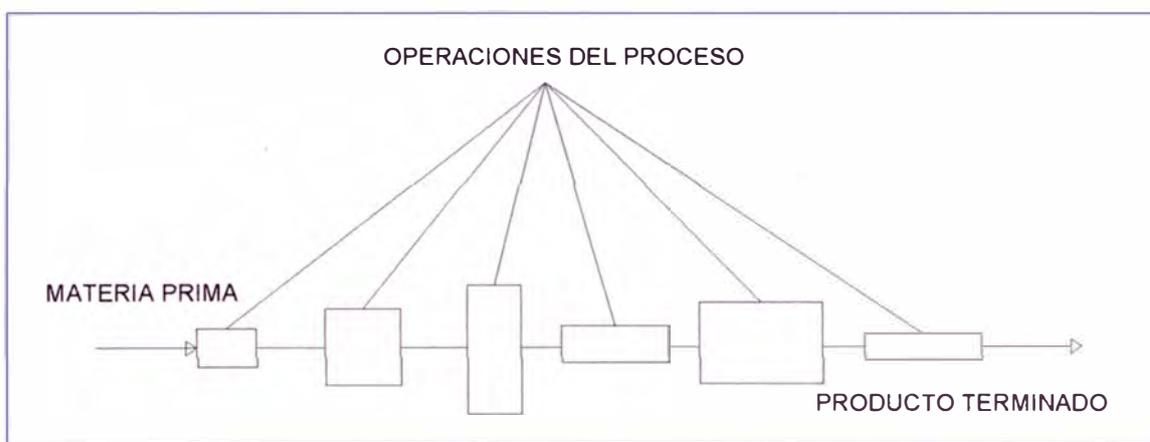


Figura 2.9 – Distribución de Línea o por Producto.

## CAPÍTULO III

### FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

#### 3.1 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

Para la mejor comprensión del problema describimos un poco como es la planta actualmente, la interacción interna en producción y el conflicto producción – almacén por la falta de espacios.

En la planta existen áreas de oficinas administrativas como áreas operativas, en este caso solo nos centraremos en las áreas del área productiva y el área de almacén que son adyacentes y presentan problemas de falta de espacios, para lo cual detallaremos detenidamente los siguientes párrafos:

### 3.1.1 LAYOUT ACTUAL DE LA PLANTA

Primeramente presentamos el croquis de la planta en la figura 3.1, donde se puede ver la distribución de las áreas administrativas y productivas y en el gráfico siguiente, figura 3.2, encerramos con una línea naranja la parte operativa, para su análisis:

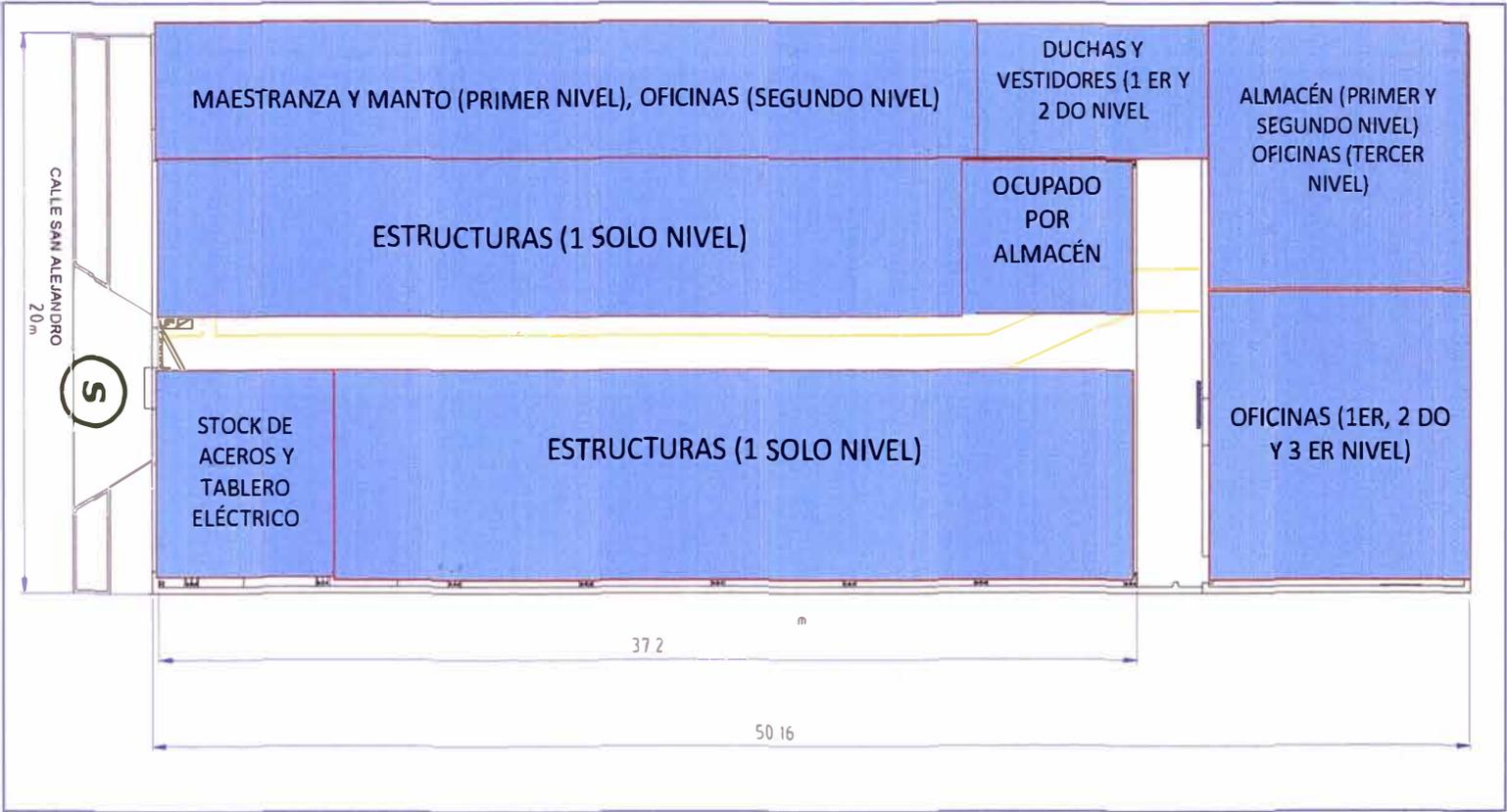


Figura 3.1 – Layout Actual de la Planta

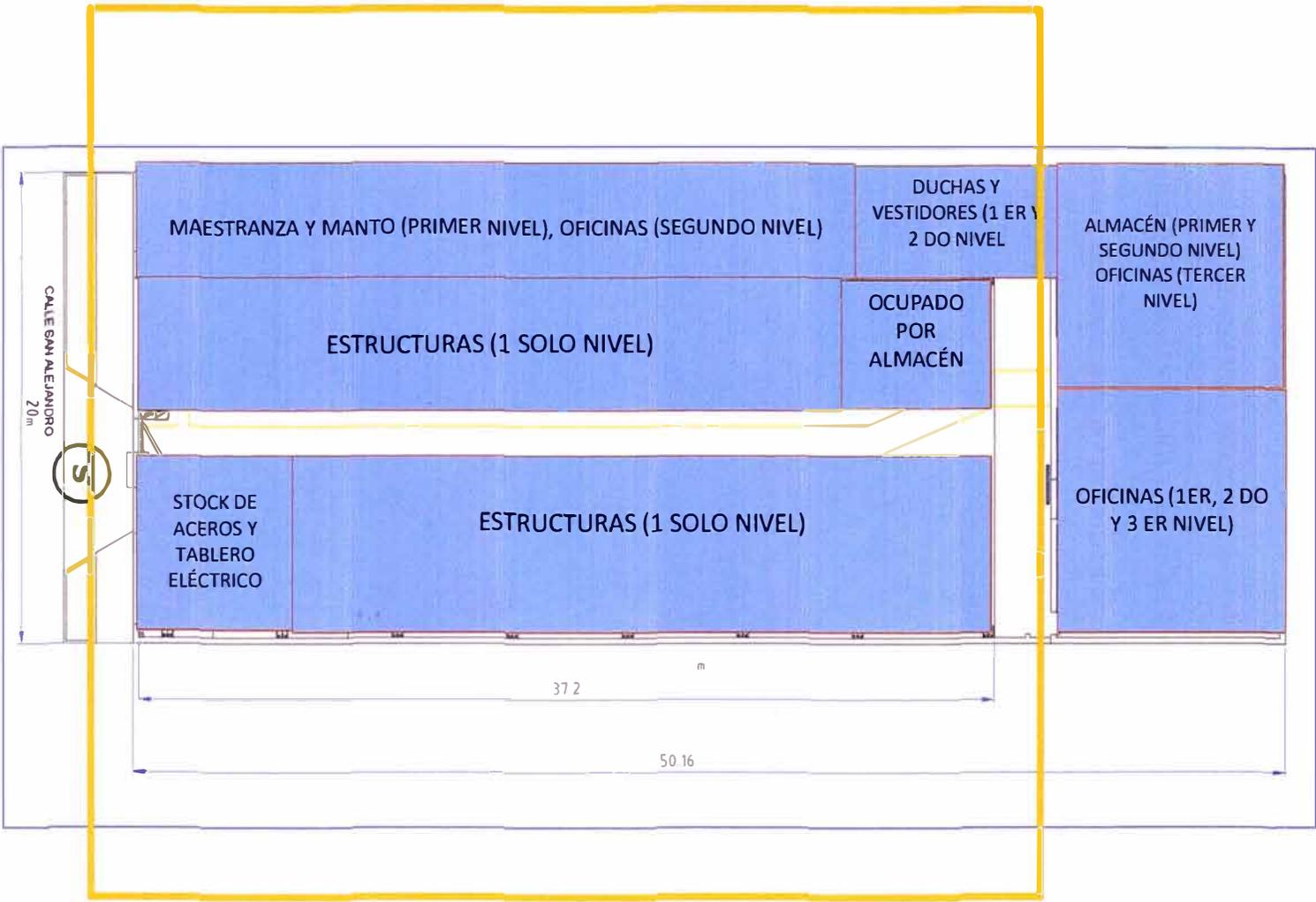


Figura 3.2 – Layout actual planta (parte operativa dentro del recuadro)

Las áreas de Estructuras, Maestranza y Mantenimiento son las que se encuentran dentro del recuadro naranja y serán sectorizadas para su mejor manejo, para lo cual en el siguiente gráfico plasmaremos solo la parte que nos interesa sectorizar. Esto será del siguiente modo: a lo ancho será con las letras A, B y C; y a lo largo será con los números 0, 1, 2, 3, 4, 5. Donde el cruce de las líneas que parten de cada letra y números nos darán el sector que será la combinación de una letra y un número, como observamos en la figura 3.3.

		0	1	2	3	4	5
A		A0	A1	A2	A3	A4	A5
B		B0	B1	B2	B3	B4	B5
C		C0	C1	C2	C3	C4	C5

Figura 3.3 – Sectorización de la Planta metalmecánica.

El espacio mostrado mide 703 metros cuadrados, de los cuales el área que le interesa a la empresa es en la que opera el Área de Estructuras ya que el rubro de la empresa es la fabricación de estructuras metálicas, comprenden ésta área 353.6

**metros cuadrados**, aparte de esto está el área de Maestranza compuesto principalmente por máquinas, ocupando un área de 88 metros cuadrados, también está el área de mantenimiento ocupando un área de 29.2 metros cuadrados. En la siguiente tabla 3.1, podemos ver un resumen respecto de las áreas del gráfico anterior:

Tabla 3.1 - Áreas en metros cuadrados de los departamentos de estructuras, Maestranza, Mantenimiento.

ÁREAS	SECTORES	ÁREA SUB TOTAL (m <sup>2</sup> )
<b>ESTRUCTURAS</b>	B1,B2,B3,B4,C2,C3,C4,C5	353.6
<b>MAESTRANZA</b>	A2,A3,A4	87.7
<b>MANTENIMIENTO</b>	A1	29.2
<b>OTROS</b>	A0,B0,C0,A5,B5	125.4

Es el área de Estructuras el que tiene un trabajo constante y del mejor aprovechamiento de sus espacios, depende la producción de las estructuras metálicas.

Con estos datos mostramos a continuación el layout actual de la planta, mostrando los procesos más importantes en la fabricación de estructuras metálicas y su respectivo flujo de producción:

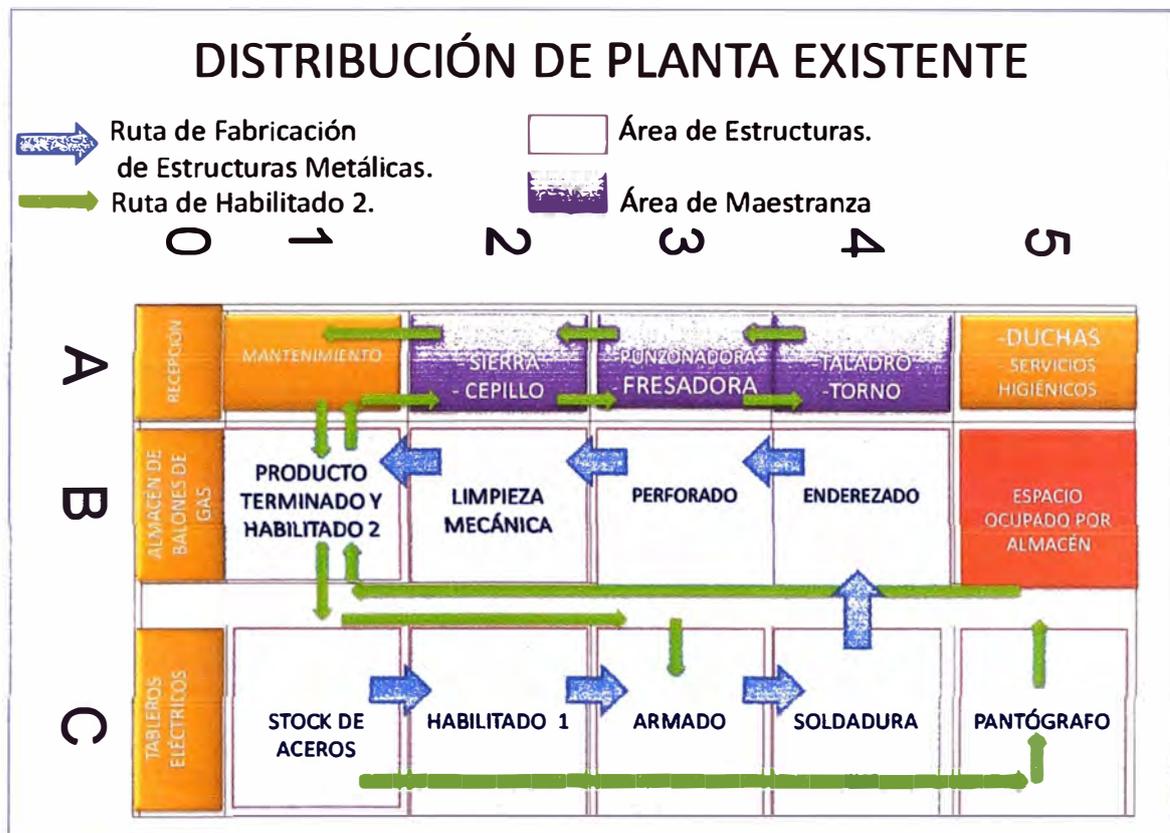


Figura 3.4 – Distribución de Planta Existente

En el gráfico anterior las líneas azules indican la ruta principal de fabricación de estructuras metálicas, **cuando la distribución de planta es por proceso**, o sea cuando hay producción en serie de un producto de similares características. La línea verde indica el camino que sigue el proceso de habilitado 2, donde observamos que esa ruta es un tanto dificultosa.

### 3.1.2 ALGUNOS PROBLEMAS IMPORTANTES

En el gráfico anterior se puede observar que hay un recuadro rojo que pertenece al área productiva, más específicamente al área de Estructuras, pero sucede que por la

falta de espacios dentro del almacén se ha tenido que guardar algunas herramientas, equipos y otros pertenecientes a almacén es esa área, por tanto para entender esto describimos a continuación los problemas más pertinentes.

### 3.1.2.1 FALTA DE ESPACIO EN ALMACENES

El almacén de ésta planta cuenta con un área principal interna dividida en 2 niveles y un área externa que viene a ser el almacén de aceros (ambos de fondo amarillo), donde en la Figura 3.5 podemos ver la ubicación de esas 2 áreas y adicionalmente el área que actualmente está tomando prestado del área productiva (en fondo rojo).

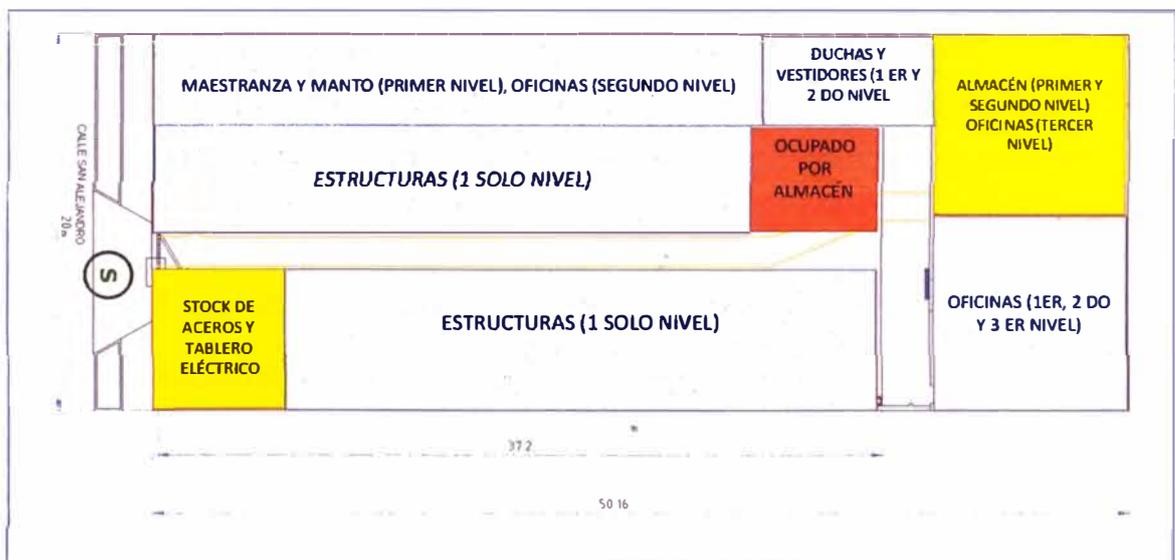


Figura 3.5 – Ubicación del Área productiva ocupada por almacén.

Luego presentamos en la tabla 3.2 el resumen de áreas ocupadas por almacén:

Tabla 3.2 – Resumen de áreas ocupadas por almacén.

Áreas de Almacén	Sector	Área (m2)	Observación
Internas	NN	189	dos niveles
espacio prestado	B5	40	1 nivel
stock de aceros	C1	47	1 nivel
	<b>TOTAL</b>	<b>276</b>	

Del cual podemos decir que tienen una falta de espacio de 40 metros cuadrados, que es el área que ocupan del área productiva.

### 3.1.2.2 FALTA DE ESPACIO EN ÁREA DE ESTRUCTURAS

En el área de estructuras pueden ser varios los factores que sean los causantes de la falta de espacio, entre ellos podemos mencionar la mala coordinación con el área de almacén donde el problema es que al no haber una comunicación fluida entre sus encargados y los del área productiva, muchas veces algunos enseres de almacén traídos de otras plantas o de proveedores son dejados en espacios donde luego van a estorbar a los procesos productivos. Otro problema que podemos mencionar es la falta de orden y limpieza diarios en cada punto de trabajo.

### 3.1.2.3 DEFICIENTE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Un problema crítico es la deficiente distribución de planta el cual no es planificado, sino que es definido en el último momento cuando ya la estructura se va a fabricar. Muchas veces el espacio ocupado para fabricación cuando esta involucra una distribución de posición fija, lo definen los mismos jefes de cuadrilla cuando debería definirlo el jefe de planta o en su defecto el técnico supervisor. Por otro lado, cuando el supervisor técnico distribuye algún área, lo hace sin el conocimiento de alguna técnica de distribución de planta para el mejor aprovechamiento de los espacios o cuando la fabricación se hace en una distribución por procesos, no se han ubicado de manera más conveniente estos procesos, sino que están en cierto desorden. En la figura 3.6, podemos ver a groso modo, en una de las distribuciones elegidas, como el proceso de habilitado 2, que es el proceso de habilitado de cartelas, sigue un largo proceso que no debiera suceder si hubiera una adecuada planificación.

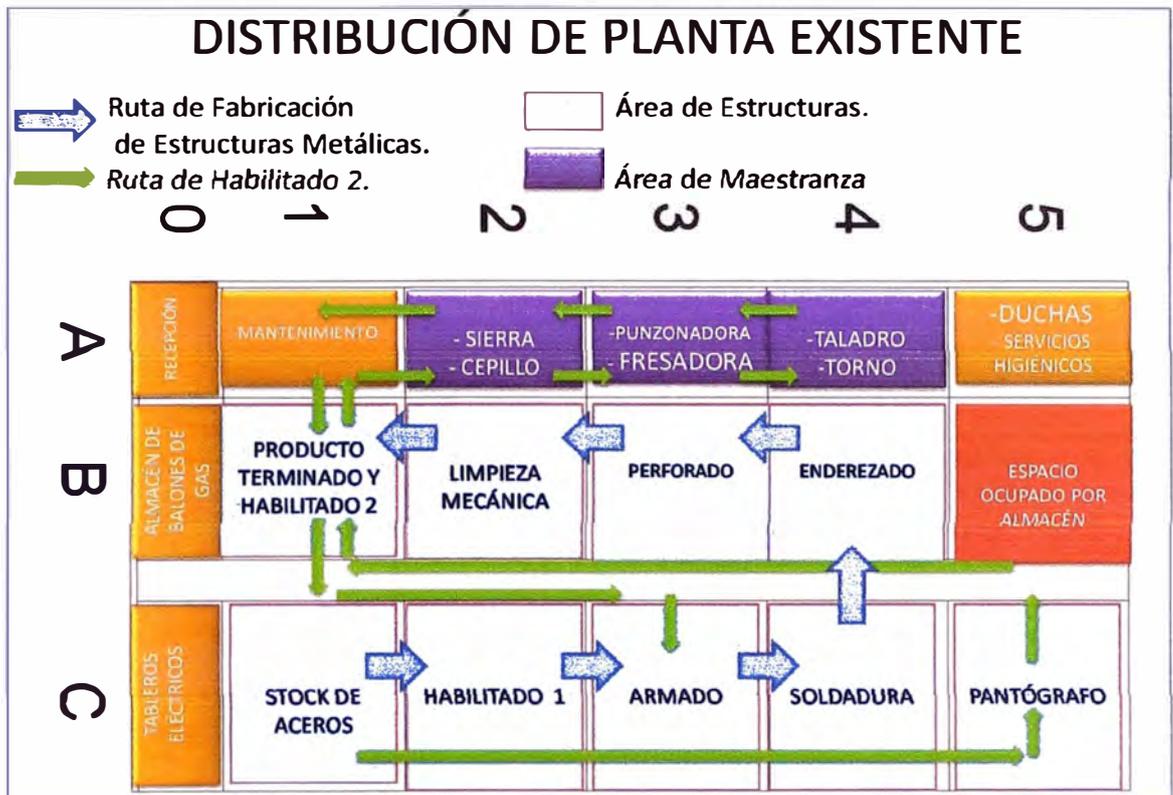


Figura 3.6 – Distribución de Planta Existente

#### 3.1.2.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE LLUVIA DE IDEAS

Teniendo en cuenta la opinión de algunos de los trabajadores de la empresa, desde diferentes áreas, podremos elaborar nuestra lluvia de ideas que nos ayudará en la identificación de las posibles raíces del problema de falta de espacios.

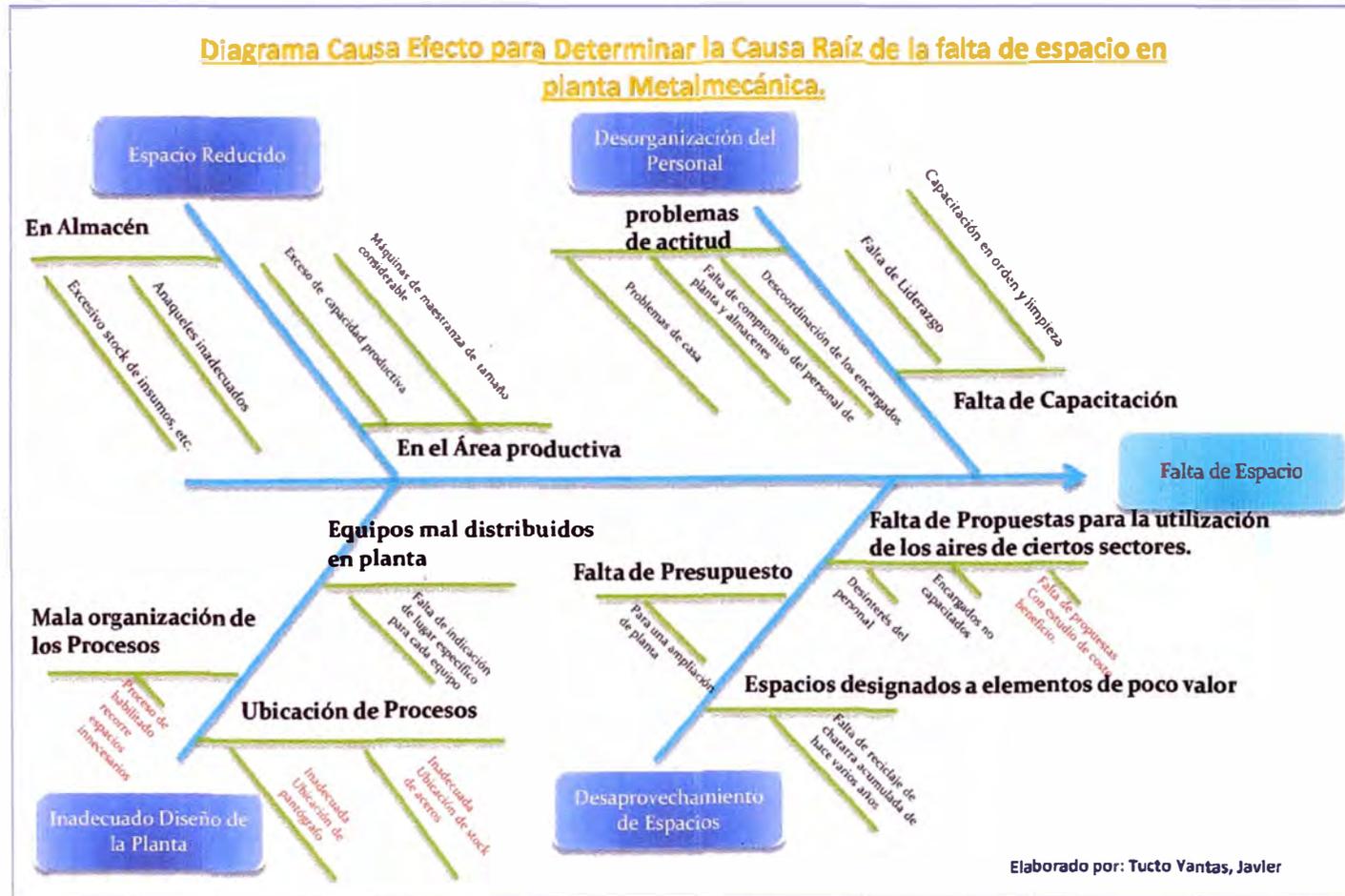
<b>LLUVIA DE IDEAS PARA IDENTIFICAR LAS CAUSAS DE LA FALTA DE ESPACIO EN LA PLANTA</b>			
<b>Opiniones</b>	<b>Primera Ronda de opiniones</b>	<b>Segunda Ronda de opiniones</b>	<b>Tercera Ronda de opiniones</b>
Jefe de Planta	Reducido espacio de la planta	Falta de aprovechamiento de los aires en ciertos sectores de la planta	Falta de buenas prácticas de ordenamiento en almacén
Jefe de Logística	Inadecuado aprovechamiento de los espacios	Falta de espacio dentro del almacén para ordenar todos sus insumos, equipos y herramientas.	Proceso de habilitado de cartelas deficiente
Jefe de Almacén	Falta de coordinación entre áreas	Falta de liderazgo para guiar al personal en mantener el orden.	Falta de ordenamiento de los procesos
Supervisor de Maestranza	Fabricación de Estructuras inadecuadas para el espacio	Orden y Limpieza deficientes	Falta de establecimiento de lugares específicos para determinados elementos.
Inspector de Control de Calidad	Falta de compromiso por parte del personal de planta por mantener un orden determinado	Desconocimiento de técnicas de distribución de planta	Mal diseño de la planta
Supervisor de Estructuras	Falta de compromiso por parte del personal de almacén por mantener el orden	El área de maestranza requiere de mayor espacio	Personal de almacén no está capacitado
Operador de Puente Grúa	Mala ubicación de stock de aceros	Mala ubicación pantógrafo	Inadecuada distribución de elementos dentro y fuera de los almacenes

Figura 3.7 – Lluvia de ideas para Identificar causas de falta de espacio

### 3.1.2.5 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS MEDIANTE LA HERRAMIENTA “DIAGRAMA DE ISHIKAWA”

Luego del ordenamiento de las causas iniciales presentadas en la “Lluvia de ideas” y la mejora de éstas, elaboramos nuestro diagrama de Ishikawa, con el cual determinaremos la causa raíz del problema:

Figura 3.8 – Diagrama Ishikawa para la identificación de causas raíces.



Del diagrama de Ishikawa extraeremos los siguientes problemas reales que se solucionarán conjuntamente:

- falta de propuestas de proyectos para aprovechamiento de aires en determinados sectores de la planta.
- inadecuada ubicación de stock de aceros.
- inadecuada ubicación de pantógrafo.
- Inadecuado proceso de habilitado 2 (habilitado de cartelas)

### 3.2 LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA ESTRUCTURAL COMO PARTE DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La plataforma servirá para que en su segundo nivel se almacenen en anaqueles, aceptables cantidades de insumos necesarios para la fabricación de estructuras metálicas, dando lugar a que el área de almacén desocupe el espacio ocupado en la parte inferior de la plataforma y se aprovechará este momento para reorganizar la ubicación de los procesos, donde ese espacio desocupado jugará un papel importante.

#### 3.2.1 ACERCA DEL DISEÑO DE LA PLATAFORMA

El diseño presentado, es similar a las estructuras existentes, adyacentes a la plataforma, que también pertenecen a almacén, las cuales fueron diseñadas por el área de Ingeniería y se calcula que pueden soportar aprox. 15 toneladas de carga estática,

dato que tendrá que ser corroborado por el área de Ingeniería, si se acepta el proyecto.

### 3.2.2 ACERCA DEL GRANALLADO Y PINTURA DE LA PLATAFORMA

El proceso de granallado y pintura se realizará en otra planta de la misma empresa y luego las estructuras se regresarán a la planta de su fabricación para su montaje.

### 3.2.3 ACERCA DEL MONTAJE DE LA PLATAFORMA

Se realizará según el cronograma, tomando en cuenta las consideraciones que el área de Ingeniería hará llegar al Supervisor encargado del montaje. El total del montaje de las estructuras metálicas se realizará con pernería, es decir no habrá soldadura en el montaje, salvo algunas vigas que se mandarán apuntaladas por alguna posible variación. Luego del torqueo correspondiente, se realizarán los resanes de pintura y la verificación final de control de calidad.

### 3.2.4 ACERCA DE INSTALACIÓN DE PAREDES, TECHO, PISO Y ANAQUELES EN LA PLATAFORMA

La instalación de paredes, techo y piso será realizado por personal externo (contratistas), que trabaja con Drywall y la instalación de anaqueles será realizado por personal de almacén.

### 3.2.5 ELEMENTOS DE ENTRADA PARA LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

Para el inicio de la fabricación de las estructuras metálicas, el área de producción necesita de elementos de entrada, tanto documentarios como de recursos, los cuales los detallamos a continuación:

#### 3.2.5.1 ORDEN DE TRABAJO INTERNA

Es un documento necesario para iniciar la fabricación de alguna estructura que sea a modo de inversión de la empresa. En este caso la plataforma que servirá como ampliación de almacén. Para ver el documento ir a anexos.

#### 3.2.5.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

La plataforma se iniciaría su fabricación en Enero del 2015, previa revisión y aprobación del presente informe, e involucra desde el diseño de ingeniería incluida la ingeniería de detalle, compra de aceros, fabricación en negro, pintura, montaje y cierre. El cronograma se encuentra en los anexos.

### 3.2.5.2.1 CÁLCULO PREVIO DE TIEMPO DE FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

Previo al cronograma, el planificador y el jefe de la planta donde se fabricarán las estructuras definen, según sus ratios el tiempo de fabricación aproximado, a continuación indicamos como se realiza:

Inicialmente necesitamos saber cuales son las estructuras a fabricarse, su tipo, cantidad, longitud y peso. Lo podemos ver en la tabla 3.3

Tabla 3.3 - características de los elementos estructurales de la plataforma.

Elementos Estructurales	Peralte y Libraje de la viga (pulg x Lbs / pie)	Lbs/pie	Kg/m	cantidad de vigas (Pzas)	Longitud de cada viga (m)	Peso de cada viga (kg)	Peso total (Kg)
COLUMNAS	8" x 40 Lbs/pie	40	59.6	6	3.8	226.48	1358.88
VIGAS DE PRINCIPALES A	8" x 40 Lbs/pie	40	59.6	3	6	357.6	1072.8
VIGAS DE PRINCIPALES B	8" x 40 Lbs/pie	40	59.6	2	4.5	268.2	536.4
VIGAS DE PRINCIPALES C	8" x 40 Lbs/pie	40	59.6	2	2.25	134.1	268.2
VIGAS DE AMARRE	6"x20 Lbs/pie	20	29.8	8	2.25	67.05	536.4
<b>PESO TOTAL (KG) Aprox.</b>							<b>3772.68</b>
<b>PESO TOTAL (TONELADAS) Aprox.</b>							<b>3.77268</b>

De este modo obtuvimos el peso total aprox. de la estructura metálica y con los tipos de vigas podremos determinar, según nuestro ratios de fabricación, los

tiempos aprox. de fabricación con el siguiente cuadro de ratios de fabricación para vigas obtenida de manera empírica en nuestros talleres de fabricación:

Tabla 3.4 – ratios de producción para vigas

Tipo de Estructura	Intervalos de Libras/pie de las estructuras		Longitud Aprox. De la Viga (m)	Intervalos de Rendimiento en HH/TN		Intervalos de Producción en TN/mes	
Para estructura XLigera	8	18	2	150	120	27.7	34.7
Para Estructura Ligera	18	30	3	120	90	34.7	46.2
Para Estructura Mediana	30	50	4	90	80	46.2	52.0
Para Estructura Pesada	50	70	5.5	80	70	52.0	59.4
Para Estructura XPesada	70	80	7	70	60	59.4	69.3
Para Trabajos Especiales	VARIABLE		VARIABLE	VARIABLE			

Como ya vimos, nuestras vigas serán de 40 Lbs/pie y de 20 Lbs/pie por tanto se ubican en la segunda y tercera fila como estructura ligera y estructura mediana, así como también sus dimensiones son aproximadamente las del cuadro en promedio y de esto obtenemos las horas hombre HH por tonelada que se necesitan para la fabricación de cada tipo de estructura y del total:

Tabla 3.5 - Cálculo de Horas Hombre, necesarios para la fabricación.

Elementos Estructurales	Peralte y Libraje de la viga (pulg x Lbs / pie)	Longitud de cada viga (m)	Peso total (Kg)	HH/t	HH
COLUMNAS	8" x 40 Lbs/pie	3.8	1358.88	85	115.5048
VIGAS DE PRINCIPALES A	8" x 40 Lbs/pie	6	1072.8	80	85.824
VIGAS DE PRINCIPALES B	8" x 40 Lbs/pie	4.5	536.4	85	45.594
VIGAS DE PRINCIPALES C	8" x 40 Lbs/pie	2.25	268.2	110	29.502
VIGAS DE AMARRE	6"x20 Lbs/pie	2.25	536.4	120	64.368
<b>HORAS HOMBRE TOTALES</b>					<b>340.7928</b>

Estas 340 Horas no incluyen horas de perforado ni de pantógrafo, que se calculan según el tipo de estructuras que se van a perforar. Pero debido a que este cálculo es un previo para poder aproximar el cronograma y el planificador pueda crearlo todavía no es el cálculo final. El cálculo final se hará más adelante en la planificación del supervisor de planta. Entonces multiplicando la cantidad de Horas diarias por la cantidad de días necesarios por la cantidad de trabajadores promedio debemos obtener esas 340 HH. El jornal es de 8 horas y planificamos hacerlo con un promedio de 6 personas por lo que decimos que serán necesarios 7 días para la fabricación y es ese tiempo el que corresponde a producción entregar al Planificador y es el que figura en el cronograma.

Tabla 3.6 – Aceros necesarios para la fabricación de la plataforma estructural.

ACEROS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	MAT	UND	CANTIDAD
1	Perfil Viga Wde 8"x40 Lbs/pie x 40'	A36	3	Und
2	Perfil Viga W de 8"x40 Lbs/pie x 20'	A36	3	Und
3	Perfil Viga W de 6"x20 Lbs/piex40'	A36	1	Und
4	Perfil Viga W de 6"x20 Lbs/piex20'	A36	1	Und
5	Perfil Plancha de 1"x4'x8'	A36	1	Und
6	Perfil Ángulo L 3/8"x3"x3"x20'	A36	1	Und
7	Perfil Ángulo L 1/4"x2 1/2"x2 1 1/2"x20'	A36	1	Und

### 3.2.6.2 RECURSOS HUMANOS QUE SE NECESITARÁN EN LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

En resumen se necesitará

Tabla 3.7 – Recursos Humanos para la fabricación de la plataforma estructural:

MANO DE OBRA DIRECTA				
ITEM	DESCRIPCIÓN		UND	CANTIDAD
1	CALDERERO	-	HH	100
2	OFICIAL	-	HH	160
3	MECÁNICO	-	HH	16
4	PANTOGRAFISTA	-	HH	8
5	SOLDADOR	-	HH	60

En un arreglo que mostraremos en el punto 3.2.7.1 que es el plan de trabajo de fabricación de la plataforma.

### 3.2.6.3 INSUMOS Y EPP'S QUE SE USARÁN EN LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

Tabla 3.8 – Insumos para la fabricación de la plataforma estructural.

INSUMOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANTIDAD
1	DISCO DE CORTE DE 7	-	UND	30
2	DISCO DE CORTE DE 4 ½	-	UND	20
3	DISCO DE DESBASTE DE 7	-	UND	5
4	DISCO DE DESBASTE DE 4 1/2	-	UND	5
5	ESCOBILLA CIRCULAR DE 4 1/2		UND	4
6	ESCOBILLA CIRCULAR DE 7		UND	2
7	DISCO DE CIRCONIO POLIFLAP DE GRANO 36		UND	5
8	ESCOBILLA DE FIERRO C/MANGO DE MADERA		UND	3
9	LUNA TRANSPARENTE RECTANGULAR		UND	30
10	LUNA NEGRA RECTANGULAR No 11		UND	5
11	LUNA NEGRA CIRCULAR No 5		PAR	2
12	MANOMETRO P/OXIGENO	VICTOR	UND	1
13	MANOMETRO DE ACETILENO	VICTOR	UND	1
14	FLUJOMETRO PARA MIG	VICTOR	UND	1
15	TENAZA PORTAELECTRODO		UND	4
16	GAS OXIGENO	MESSER	M3	1
17	GAS ARGOMIX	MESSER	M3	1
18	VALVULAS ANTIRRETORNO FB-1	VICTOR	PAR	6
19	CAÑA P/OXICORTE	VICTOR	UND	2
20	BOQUILLA P/OXICORTE No 2	VICTOR	UND	3
21	BROCHAS DE 3"	TORO	UND	2
22	FRESA CONICA P/TURBINETA DE 10 MM		UND	3
23	LIMPIABOQUILLAS		UND	3
24	BROCA FEIN DE 25 MM		UND	3

25	BROCA FEIN DE 22 MM		UND	3
26	SOLDADURA SUPERCITO 7018 DE 1/8	OERLIKON	KG	8
27	SOLDADURA CELLOCORD 6011 DE 1/8	OERLIKON	KG	4
28	TIZA DE CALDEDERO		UND	10
29	MARCADOR DE METAL COLOR AMARILLO	NISSEN	UND	4
30	MARCADOR DE METAL COLOR BLANCO	NISSEN	UND	1
31	MEKANOL (REFRIGERANTE)		LT	5
32	TIP DE CONTACTO DE 1.2 MM		UND	4
33	TOBERA		UND	2
34	TRAPO INDUSTRIAL		KG	5
35	MANGUERA MELLIZA P/OXICORTE		MT	10
36	ROLLO DE ALAMBRE CARBOFIL 1.2 MM		MT	2

Tabla 3.9 – EPP's necesarios para la fabricación de la plataforma estructural.

EPP's				
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANTIDAD
1	GUANTE CUERO CORTO		PAR	6
2	GUANTE CAÑA LARGAP/SOLDADOR		PAR	2
3	BARBIQUEJOS		UND	6
4	TAPÓN DE OIDO	JACKSON	UND	6
5	RESPIRADOR 6200	3M	UND	6
6	ESCARPINES DE CUERO		PAR	6
7	GORRO ARABE		UND	6
8	MICA TRANSPARENTE P/ESMERILAR		UND	12
9	CLIP P/MICA		UND	6
10	ZAPATO P/ACERO TALLA		PAR	6
11	CASACA DENIM	CIA SIME	UND	6
12	PANTALON DENIM	CIA SIME	UND	6
13	RODILLERA DEPORTIVA		PAR	2
14	CASCO DE SEGURIDAD		UND	6

### 3.2.6.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS QUE SE USARÁN EN LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

Tabla 3.10 – Herramientas para la fabricación de la Plataforma estructural.

HERRAMIENTAS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANTIDAD
1	ESCUADRA DE 24"	STANLEY	UND	4
2	ESCUADRA DE TOPE DE 12"	STANLEY	UND	4
3	ESCUADRA DE COMBINACION	STANLEY	UND	4
4	FALSA ESCUADRA	STANLEY	UND	4
5	LLAVE FRANCESA DE 24	STANLEY	UND	2
6	MARTILO DE BOLA	STANLEY	UND	2
7	COMBA DE 6 LBS		UND	2
8	GRILLETES DE 1"		UND	6
9	GRILLETES DE 3/4"		UND	6
10	ALICATE UNIVERSAL	STANLEY	UND	2
11	WINCHA DE 5 MT	STANLEY	UND	2
12	WINCHA DE 8 MT	STANLEY	UND	2
13	LIMA PLANA		UND	2
14	CINCEL PLANO C/PROTECTOR DE GOMA		UND	2
15	COMPAS		UND	1
16	LLAVES ALLEN EN PULGADAS	STANLEY	JGO	1
17	LLAVES ALLEN EN MM	STANLEY	JGO	1
18	BARRETILLAS		UND	2
19	SACABOCADOS DE 7/8"		UND	1
20	ESLINGA DE 5" X 5 MT X 5 TN		UND	2
21	ESLINGA DE 3" X 2 MT X 3 TN		UND	2
22	ESLINGA DE 1" X 2 MT X 1 TN		UND	2

Tabla 3.11 - Equipos para la fabricación de la plataforma estructural.

EQUIPOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANT.
1	CALIBRADOR DE 12"	MITUTOYO	UND	1
2	TURBINETA TR1-111	METABO	UND	2
3	ESMERIL DE 7"	METABO	UND	4
4	ESMERIL DE 4 1/2"	METABO	UND	4
5	MAQ. DE SOLDAR INVERTEC	LINCONL	UND	2
6	EXTINTORES PQS DE 6 KG		UND	3
7	TECLE DE RACHE DE 3TN	VITAL	UND	2
8	GALGA DE 0.020- 1.00MM	INSIZE	JGO	1
9	HORNO P/SOLDADURA PORTATIL DE 5KG MS-012	DRY ROD	UND	2
10	PUENTE GRÚA DE 8 TN		UND	1
11	TALADRO MAGNÉTICO FEIN		UND	1

### 3.2.7 FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

#### 3.2.7.1 PLAN DE TRABAJO EN LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

A continuación mostramos el arreglo que se usará para la distribución del personal en el transcurso de los días en que se fabricará la plataforma:

PLAN DE ACTIVIDADES EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS						
Días	Habilitado 1 y 2	Armado	Soldadura	Enderezado	Perforado	Limpieza Mecánica
Lunes 13	6 Columnas y planchas de amarre en pantógrafo					
Martes 14	6 Vigas Principales	6 Columnas				
Miércoles 15	1 viga Principal y 8 Vigas de Amarre	6 Vigas Principales	6 Columnas			
Jueves 16		1 viga Principal y 8 Vigas de Amarre	6 Vigas Principales	6 Columnas		
Viernes 17			1 viga Principal y 8 Vigas de Amarre	6 Vigas Principales	6 columnas	6 Columnas
Sábado 18				1 viga Principal y 8 Vigas de Amarre	7 vigas de principales	6 Vigas Principales
Lunes 20						1 viga Principal y 8 Vigas de Amarre
Recursos Humanos	1 cuadrilla de 3 personas (1 calderero y 2 oficiales) y un pantografista 8 horas	3 cuadrillas de 2 personas (1 cald. Y 1 oficial C/U)	3 soldadores Homologados	1 cuadrilla de enderezado (1 cald. Y un oficial)	1 perforista (mecánico)	2 oficiales
HH	68	120	60	40	16	40
344						

	Día completo
	Medio Día

Figura 3.9 – Plan de actividades para la fabricación de la plataforma estructural

### 3.2.7.2 CONTROL DEL AVANCE DE LA PRODUCCIÓN

Según nuestro procedimiento el reporte de avance es 2 veces por semana o a criterio del planificador. Y para ello usamos los siguientes formatos en Excel:

AVANCE DE PRODUCCION - WORKSHEET													SC-F-161		
													v1		
													AVANCE TOTAL		
													0.00		
													0.00%		
													% de Avances		
													0.00% 0.00% 0.00%		
													5% 85% 10%		
Plano	Codigo	Descripción	Cant	Peso Unitario	Peso Sub Total	Area Unitaria	Area Sub Total	Avance Dia	Avance Peso	%Avance Proyecto	%Pendientes	% Material	% Fabricación	% Pintura	
FABRICACIÓN DE PLATAFORMA DE AMPLIACIÓN DE ALMACÉN															
OTI-001-14-C	C-1.2..6	Columnas	6	226.48	1358.88	4.27	25.62		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
OTI-001-14-VPA	VPA-1.2..3	Vigas principales A	3	331.60	1022.62	7.32	21.84		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
OTI-001-14-VPB	VPB-1.2	Vigas principales B	2	268.20	536.40	5.00	10.00		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
OTI-001-14-VPC	VPC-1.2	Vigas principales C	2	134.10	268.20	2.80	5.60		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
OTI-001-14-VA	VA-1.2..8	Vigas de Amarras	8	87.05	536.40	1.95	15.60		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
				0	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Barras y accesorios															
		Barras #5/8" x 1 1/2"	34												
		Tuerca #5/8" zincado	34												
		Arandela plana #5/8"	34												
		Barras #3/4" x 2" zinc	32												
		Tuerca #3/4" zincado	32												
		Arandela plana #3/4"	32												
		Barras #1/2" x 1 1/2"	26												
		Tuerca #1/2" zincado	26												
		Arandela plana #1/2"	26												

Figura 3.10 – formato de avance de la producción, Worksheet

AVANCE DE PRODUCCION - FABRICACIÓN													SC-F-162	
													v1	
													20%	
													5%	
													30%	
													24%	
													10%	
													6%	
													5%	
Plano	Codigo	Descripción	Cant	%Avance Fabricación	Material	Habitado	Maestrano	Armedo	Soldador	Endereado	Limpio	Control de Calidad		
FABRICACION DE PLATAFORMA DE AMPLIACIÓN DE ALMACÉN														
OTI-001-14-C	C-1.2..6	Columnas	6	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
OTI-001-14-VPA	VPA1.2..3	Vigas principales A	3	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
OTI-001-14-VPB	VPB-1.2	Vigas principales B	2	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
OTI-001-14-VPC	VPC-1.2	Vigas principales C	2	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
OTI-001-14-VA	VA-1.2..8	Vigas de Amarras	8	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		

Figura 3.11 – formato de avance de la producción, fabricación.

### 3.2.7.3 PROCESO DE HABILITADO 1 Y HABILITADO 2

En el habilitado 1 se cortarán a medida las vigas de 8" x 40 Lbs/pie, las vigas de 6" x 20 Lbs/pie y en el proceso de Habilitado 2 se cortará con el pantógrafo la plancha de 1" para obtener las planchas de amarre de las columnas, también se cortarán con disco de corte los ángulos de 3/8" x 3" x 3" x 6000 mm y ángulos de 1/4" x 2 1/2" x 6000 mm, que servirán como clips para las vigas principales y de amarre. Luego las planchas y clips pasarán por la punzonadora y por el taladro vertical.

### 3.2.7.4 PRO ESO DE ARMADO

Una vez obtenidos todos los elementos por separado, se comenzará el proceso de armado para lo cual las vigas de 8" x 40 Lbs/pie se fabricarán las columnas y vigas principales. Estos elementos se dejarán apuntalados. También se trazarán los agujeros necesarios de las estructuras.

### 3.2.7.5 PROCESO DE SOLDEO

Primeramente tenemos que seleccionar la soldadura que vamos a utilizar, teniendo en cuenta las variables mencionadas en el marco teórico. Para esto detallamos punto por punto qué se necesita:

Naturaleza del metal base. Se va a trabajar con acero A36.

Dimensiones de la sección a soldar. Prácticamente el 90% de lo que se va a soldar son clips (ángulos de 3/8" x 3" y de 1/4" x 2 1/2"), o sea de espesores delgados, que

van a soldarse en los extremos de las vigas para conectarse a otras vigas. También se van a soldar las planchas base de las columnas de 1" de espesor, pero poca cantidad.

- En qué posición o posiciones se soldará. Para soldar estos elementos, ángulos y planchas se soldará en la posición 1F.
- Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza. Las uniones serán en filete y las piezas son de fácil fijación.
- Si el depósito debe poseer alguna característica especial. Es para una estructura que no tendrá roces con alguna corrosión excesiva y a la humedad estándar de Lima.
- Si la soldadura debe cumplir condiciones de alguna norma o especificaciones especiales. Se fabricará basado en las norma AWS D1.1 2010.

En conclusión para esta estructura se elige la soldadura GMAW con espesor de alambre de 1.0 mm, específicamente ER70S-6 que cumple con las normas AWS A5.18 / ASME SFA-5.18, y que cubre los requerimientos antes descritos.

Luego de elegida la soldadura pasamos a la aplicación en sí, donde el soldador comenzará a soldar luego de que control de calidad le dé luz verde y con el tamaño de cateto respectivo, la operación podrá realizarse en una o más pasadas. Se soldará las planchas de 1" a las columnas y los clips a las vigas.

#### 3.2.7.6 PROCESO DE ENDEREZADO

Prácticamente en todas las planchas de amarre y clips habrá deformaciones por efectos del soldeo y se enderezará con uso de calor, en este caso con equipo de oxicorte, con llama neutra.

#### 3.2.7.7 PROCESO DE PERFORADO

Con las marcaciones que se hizo en el proceso de armado a las vigas principales y vigas de amarre, el perforista ingresará al área de Estructuras con su taladro magnético y realizará las perforaciones respectivas del diámetro indicado en los planos de fabricación.

#### 3.2.7.8 PROCESO DE LIMPIEZA MECÁNICA

Haciendo uso de disco abrasivo o disco polifán se dará un acabado final a las estructuras que hayan sido dañadas en el transcurso del proceso de fabricación y se entregará a control de calidad para su revisión final.

#### 3.2.7.9 CIERRE DE LA FABRICACIÓN EN NEGRO

Luego de que control de calidad dé su visto bueno final a las estructuras, se hará entrega de la lista de elementos liberados al almacén, para que posteriormente pasen al proceso de granalla y pintura.

Tenemos a continuación el croquis de la plataforma en la figura 3.12, no olvidemos que los pisos del segundo nivel, techo y paredes de material drywall serán realizados posteriormente por personal externo.

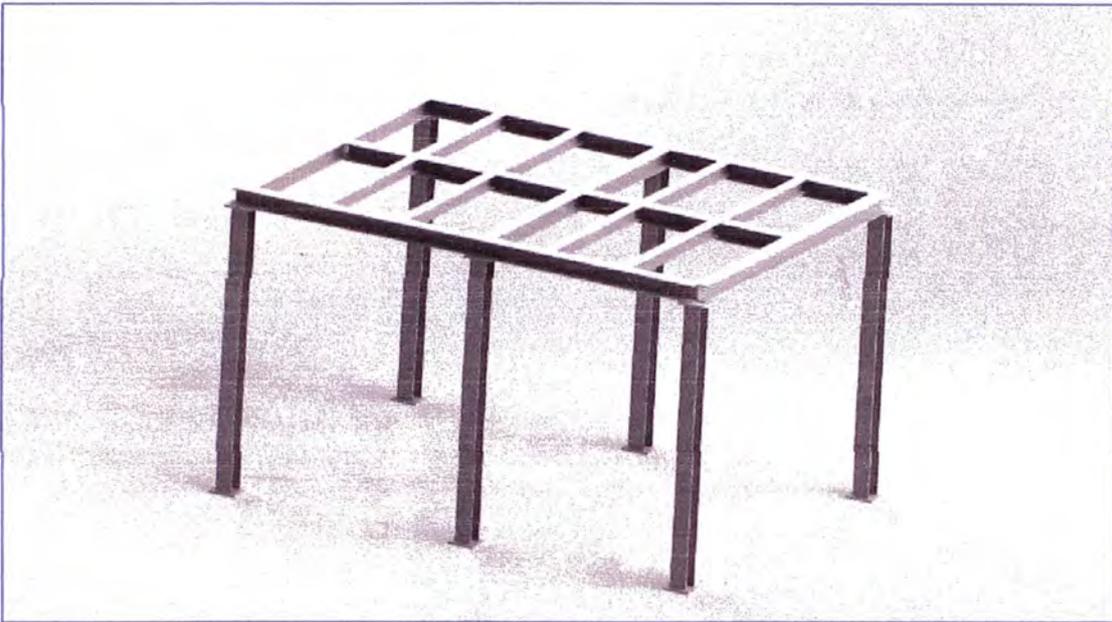


Figura 3.12 - Croquis de la plataforma estructural.

### 3.2.8 PRESENTACIÓN DE LAYOUT DE NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

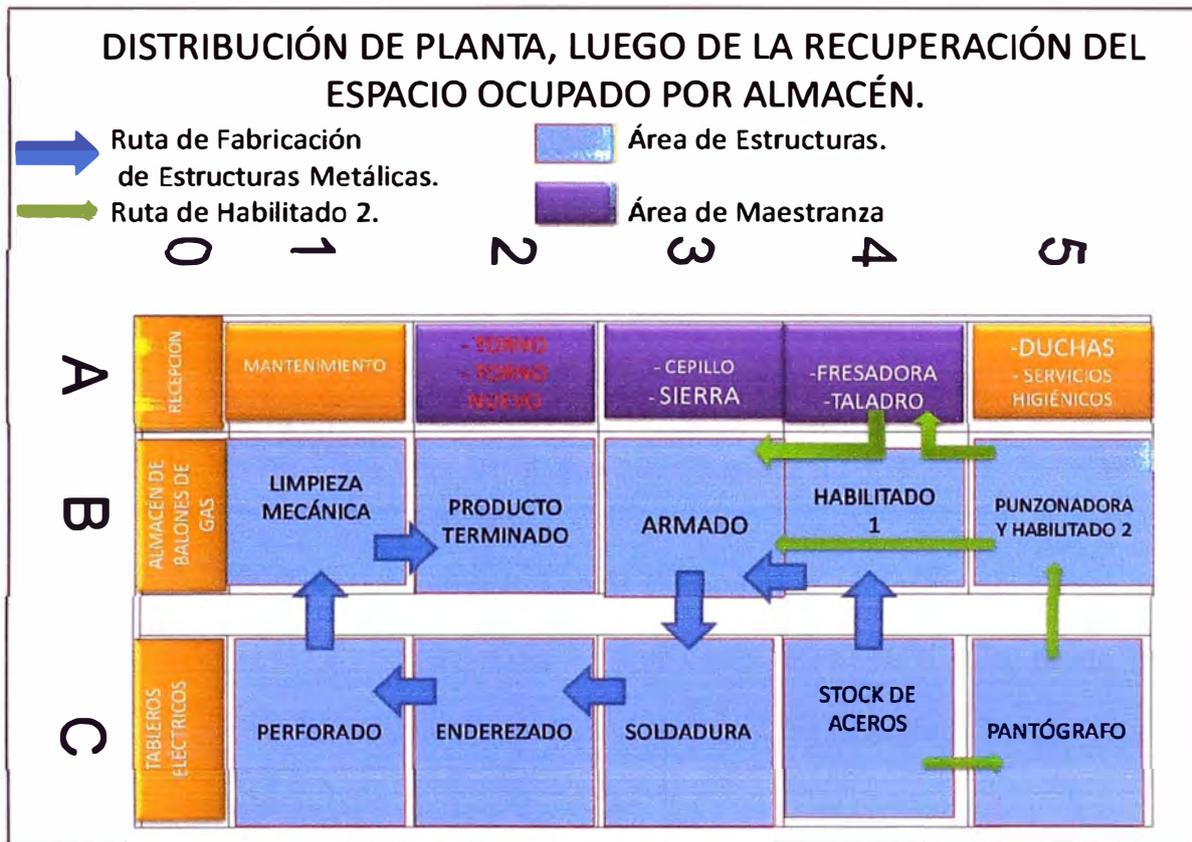


Figura 3.13-Distribución de planta, luego de la recuperación de espacio ocupado por almacén.

#### 3.2.8.1 BENEFICIOS DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La nueva distribución de planta, lograda gracias a la recuperación de espacios ocupados por almacén beneficiará entre otras cosas con los siguientes puntos:

- Al ubicar el almacén de aceros (stock de aceros) en un punto más cercano del centro de la planta, será favorable tanto para la fabricación de distribución por

procesos, como en la distribución de distribución fija, ya que en la distribución por procesos la ruta será como la mostrada en la figura anterior y para la distribución fija, se podrá repartir los aceros a los 2 o 3 puntos donde se requieran fabricar estructuras diferentes por separado.

El proceso de Habilitado 2 es más dinámico, dado que ubicamos los sectores C4, C5, B5, A4, B3 en serie como se muestra en el gráfico, y por tanto se perderá el menor tiempo en traslados entre uno y otro sector, como sucedía en la antigua distribución de planta.

Hablando del mismo párrafo anterior, un punto álgido era que al trasladar planchas desde el stock de aceros hacia el pantógrafo, el camino era 4 veces más distante y como el traslado se hacía vía puente grúa y al ser el único puente grúa en la planta, hacía que se perdieran muchas horas hombre, lo que se está minimizando en esta nueva distribución.

Al ubicar la punzonadora y habilitar un espacio para la limpieza y trazado de las planchas de amarre salidos del pantógrafo en el punto B5, se está ahorrando el tiempo que demoraba trasladar las planchas salidas del pantógrafo hacia 2 o 4 puntos diferentes, cuando se estaba trabajando en una distribución de planta de distribución fija.

## CAPÍTULO IV

### CONTROL DE CALIDAD

La parte de control de calidad en la empresa en que se quiere fabricar la plataforma, es compleja y completa, pero en este informe solo mostraremos algunos de los formatos más importantes usados por el área mencionada.

#### 4.1 PUNTOS DE INSPECCIÓN MÁS IMPORTANTES EN EL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

El formato de los puntos de inspección que se usará para este fin lo encontramos en el Anexo.

#### 4.2 FORMATOS QUE SE USARÁN PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

Usaremos el formato de estructurado de elementos, el cual está en el anexo.

#### 4.3 TOLERANCIAS DIMENSIONALES QUE SE USARÁN PARA CONTROL DE CALIDAD

Serán de acuerdo a la AISC, AWS D1.1, y a la ASTM.

#### 4.4 WPS DEL PROCESO DE SOLDADURA

El formato respectivo se encuentra en los anexos.

#### 4.5 PRUEBA DE LÍQUIDOS PENETRANTES QUE SE REALIZARÁ A LA SOLDADURA

Estos puntos serán determinados por el Área de Ingeniería, el cual determinará determinadas partes del soldeo que serán sometidas a pruebas de líquidos penetrantes. Respecto de la inspección visual será al 100% de la soldadura. Su formato respectivo se encuentra en los anexos.

## CAPÍTULO V

### COSTOS

#### 5.1 COSTOS DE FABRICACIÓN DE LA PLATAFORMA

Como ya indicamos en los alcances del proyecto, en este informe mencionaremos los costos de lo necesario para la fabricación, en lo cual incluiremos costos de insumos, costos de aceros, costo de los RR.HH. de la mano de obra directa, costos horas máquina de los equipos y de las herramientas, también los costos de los EPP's. Más propiamente dicho lo que son los costos directos.

Tabla 5.1 – costos de Mano de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA						
IT	DESCRIPCIÓN		UND	CANT	P/U (NS/.)	SUB TOTAL
1	CALDERERO	-	HH	100	S/. 15.0	S/. 1,500.00
2	OFICIAL	-	HH	160	S/. 8.0	S/. 1,280.00
3	MECÁNICO	-	HH	16	S/. 18.8	S/. 300.00
4	PANTOGRAFISTA	-	HH	8	S/. 12.5	S/. 100.00
5	SOLDADOR	-	HH	60	S/. 18.8	S/. 1,125.00
						S/. 4,305.00

Tabla 5.2 – costos de los insumos.

INSUMOS						
IT	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANT	P/U	SUB TOTAL
1	DISCO DE CORTE DE 7	-	UND	30	S/. 5.0	S/. 150.00
2	DISCO DE CORTE DE 4 1/2	-	UND	20	S/. 4.0	S/. 80.00
3	DISCO DE DESBASTE DE 7	-	UND	5	S/. 6.0	S/. 30.00
4	DISCO DE DESBASTE DE 4 1/2	-	UND	5	S/. 4.0	S/. 20.00
5	ESCOBILLA CIRCULAR DE 4 1/2		UND	4	S/. 8.0	S/. 32.00
6	ESCOBILLA CIRCULAR DE 7		UND	2	S/. 15.0	S/. 30.00
7	DISCO POLIFLAP DE GRANO 36		UND	5	S/. 15.0	S/. 75.00
8	ESCOBILLA DE FIERRO		UND	3	S/. 3.0	S/. 9.00
9	LUNA TRANSPARENTE RECTANGULAR		UND	30	S/. 0.2	S/. 6.00

10	LUNA NEGRA RECTANGULAR No 11		UND	5	S/. 3.0	S/. 15.00
11	LUNA NEGRA CIRCULAR No 5		PAR	2	S/. 5.0	S/. 10.00
12	MANOMETRO P/OXIGENO	VICTOR	UND	1	S/. 60.0	S/. 60.00
13	MANOMETRO DE ACETILENO	VICTOR	UND	1	S/. 60.0	S/. 60.00
14	FLUJOMETRO PARA MIG	VICTOR	UND	1	S/. 30.0	S/. 30.00
15	TENAZA PORTAELECTRODO		UND	4	S/. 20.0	S/. 80.00
16	GAS OXIGENO	MESSER	M3	10	S/. 3.0	S/. 30.00
17	GAS ARGOMIX	MESSER	M3	10	S/. 17.0	S/. 170.00
18	VALVULAS ANTIRRETORNO FB-1	VICTOR	PAR	6	S/. 10.0	S/. 60.00
19	CAÑA P/OXICORTE	VICTOR	UND	2	S/. 60.0	S/. 120.00
20	BOQUILLA P/OXICORTE No 2	VICTOR	UND	3	S/. 5.0	S/. 15.00
21	BROCHAS DE 3"	TORO	UND	2	S/. 4.0	S/. 8.00
22	FRESA CONICA P/TURBINETA DE 10 MM		UND	3	S/. 6.0	S/. 18.00
23	LIMPIABOQUILLAS		UND	2	S/. 5.0	S/. 10.00
24	BROCA FEIN DE 25 MM		UND	2	S/. 150.0	S/. 300.00
25	BROCA FEIN DE 22 MM		UND	2	S/. 145.0	S/. 290.00
26	SOLDADURA SUPERCITO 7018 DE 1/8	OERLIKON	KG	8	S/. 14.0	S/. 112.00
27	SOLDADURA CELLOCORD 6011 DE 1/8	OERLIKON	KG	4	S/. 12.0	S/. 48.00
28	TIZA DE CALDEDERO		UND	10	S/. 0.5	S/. 5.00
29	MARCADOR DE METAL AM.	NISSEN	UND	4	S/. 3.0	S/. 12.00
30	MARCADOR DE METAL BLAN.	NISSEN	UND	1	S/. 3.0	S/. 3.00
31	MEKANOL (REFRIGERANTE)		LT	5	S/. 4.0	S/. 20.00

32	TIP DE CONTACTO DE 1.2 MM		UND	4	S/. 15.0	S/. 60.00	
33	TOBERA		UND	2	S/. 10.0	S/. 20.00	
34	TRAPO INDUSTRIAL		KG	5	S/. 1.5	S/. 7.50	
35	MANGUERA MELLIZA P/OXICORTE		MT	10	S/. 5.0	S/. 50.00	
36	ALAMBRE CARBOFIL 1.2 MM de 15 Kg.		UND	2	S/. 250.0	S/. 500.00	S/. 2,545.50

Tabla 5.3 – costos de los equipos.

### EQUIPOS

IT	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANT	P/U	SUB TOTAL	
1	CALIBRADOR DE 12"	MITUTOY O	H.M.	16	S/. 3.0	S/. 48.00	
2	TURBINETA TR1-111	METABO	H.M.	16	S/. 2.5	S/. 40.00	
3	ESMERIL DE 7"	METABO	H.M.	32	S/. 3.0	S/. 96.00	
4	ESMERIL DE 4 1/2"	METABO	H.M.	32	S/. 3.0	S/. 96.00	
5	MAQ. DE SOLDAR INVERTEC	LINCONL	H.M.	32	S/. 8.0	S/. 256.00	
6	EXTINTORES PQS DE 6 KG		H.M.	56	S/. 3.0	S/. 168.00	
7	TECLE DE RACHE DE 3TN	VITAL	H.M.	16	S/. 4.0	S/. 64.00	
8	GALGA DE 0.020- 1.00MM	INSIZE	H.M.	16	S/. 3.0	S/. 48.00	
9	HORNO P/SOLDADURA PORTATIL	DRY ROD	H.M.	32	S/. 3.0	S/. 96.00	
10	PUENTE GRÚA DE 8 TN		H.M.	16	S/. 15.0	S/. 240.00	
11	TALADRO MAGNÉTICO FEIN		H.M.	16	S/. 5.0	S/. 80.00	S/. 1,232.00

Tabla 5.4 – costos de las herramientas ( PU x día)

### HERRAMIENTAS

IT	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANT	P/U	SUB TOTAL
1	ESCUADRA DE 24"	STANLEY	UND	4	S/. 8.0	S/. 32.00
2	ESCUADRA DE TOPE DE 12"	STANLEY	UND	4	S/. 8.0	S/. 32.00
3	ESCUADRA DE COMBINACION	STANLEY	UND	4	S/. 8.0	S/. 32.00
4	FALSA ESCUADRA	STANLEY	UND	4	S/. 5.0	S/. 20.00
5	LLAVE FRANCESA DE 24	STANLEY	UND	2	S/. 4.0	S/. 8.00
6	MARTILO DE BOLA	STANLEY	UND	2	S/. 3.0	S/. 6.00
7	COMBA DE 6 LBS		UND	2	S/. 3.0	S/. 6.00
8	GRILLETES DE 1"		UND	6	S/. 3.0	S/. 18.00
9	GRILLETES DE 3/4"		UND	6	S/. 3.0	S/. 18.00
10	ALICATE UNIVERSAL	STANLEY	UND	2	S/. 5.0	S/. 10.00
11	WINCHA DE 5 MT	STANLEY	UND	2	S/. 5.0	S/. 10.00
12	WINCHA DE 8 MT	STANLEY	UND	2	S/. 5.0	S/. 10.00
13	LIMA PLANA		UND	2	S/. 3.0	S/. 6.00
14	CINCEL PLANO		UND	2	S/. 3.0	S/. 6.00
15	COMPAS		UND	1	S/. 3.0	S/. 3.00
16	LLAVES ALLEN EN PULGADAS	STANLEY	JGO	1	S/. 10.0	S/. 10.00
17	LLAVES ALLEN EN MM	STANLEY	JGO	1	S/. 10.0	S/. 10.00
18	BARRETILLAS		UND	2	S/. 8.0	S/. 16.00

19	SACABOCADOS DE 7/8"		UND	1	S/. 3.0	S/. 3.00	
20	ESLINGA DE 5" X 5 MT X 5 TN		UND	2	S/. 8.0	S/. 16.00	
21	ESLINGA DE 3" X 2 MT X 3 TN		UND	2	S/. 8.0	S/. 16.00	
22	ESLINGA DE 1" X 2 MT X 1 TN		UND	2	S/. 8.0	S/. 16.00	S/. 304.00

Tabla 5.5 – costos de los EPP's.

**EPP's**

IT	DESCRIPCIÓN	MARCA	UND	CANT	P/U	SUB TOTAL
1	GUANTE CUERO CORTO		PAR	6	S/. 25.0	S/. 150.00
2	GUANTE CAÑA LARGAP/SOLDADOR		PAR	2	S/. 35.0	S/. 70.00
3	BARBIQUEJOS		UND	6	S/. 2.0	S/. 12.00
4	TAPÓN DE OIDO	JACKSON	UND	6	S/. 4.0	S/. 24.00
5	RESPIRADOR 6200	3M	UND	6	S/. 78.0	S/. 468.00
6	ESCARPINES DE CUERO		PAR	6	S/. 8.0	S/. 48.00
7	GORRO ARABE		UND	6	S/. 15.0	S/. 90.00
8	MICA TRANSPARENTE P/ESMERILAR		UND	12	S/. 2.0	S/. 24.00
9	CLIP P/MICA		UND	6	S/. 4.0	S/. 24.00
10	ZAPATO P/ACERO TALLA		PAR	6	S/. 55.0	S/. 330.00
11	CASACA DENIM	CIA SIME	UND	6	S/. 45.0	S/. 270.00
12	PANTALON DENIM	CIA SIME	UND	6	S/. 40.0	S/. 240.00
13	RODILLERA DEPORTIVA		PAR	2	S/. 30.0	S/. 60.00

14	CASCO DE SEGURIDAD		UND	6	S/. 45.0	S/. 270.00	S/. 2,080.00
----	--------------------	--	-----	---	-------------	---------------	-----------------

Tabla 5.6 – costos de los aceros

### ACEROS

IT	DESCRIPCIÓN	MAT	UND	CANT	P/U	SUB TOTAL	
1	Viga Wde 8"x40 Lbs/pie x 40'	A36	UND	3	S/. 7,500.0	S/. 22,500.	
2	Viga W de 8"x40 Lbs/pie x 20'	A36	UND	3	S/. 3,750.0	S/. 11,250.	
3	Viga W de 6"x20 Lbs/piex40'	A36	UND	1	S/. 1,880.0	S/. 1,880.	
4	Viga W de 6"x20 Lbs/piex20'	A36	UND	1	S/. 940.0	S/. 940.	
5	Plancha de 1"x4'x8'	A36	UND	1	S/. 2,826.0	S/. 2,826.	
6	Ángulo L 3/8"x3"x3"x20'	A36	UND	1	S/. 341.0	S/. 341.	
7	Ángulo L 1/4"x2 1/2"x2 1 1/2"x20'	A36	UND	1	S/. 227.0	S/. 227.	S/. 39,964.00

**TOTAL**                      S/.  
**50,430.50**

Finalmente obtuvimos los costos directos de la fabricación de la plataforma, donde no se incluye el IGV.

## CONCLUSIONES

1. Con la fabricación de la plataforma se dará solución a la falta de espacios en Almacén y Área productiva en la Planta Metal Mecánica de la Compañía de Servicios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, ubicada en Calle San Alejandro ° 266, Urb Santa Luisa, San Martín de Porres-Lima.
2. Siguiendo la planificación presentada, se asegura la calidad necesaria, en la fabricación de la plataforma. También es necesario adquirir los requerimientos calculados, tanto en insumos, equipos, herramientas y horas hombre.
3. Los costos directos aproximados para la fabricación de la plataforma son S/. 50 430.50
4. Al modificar la disposición de los procesos productivos, como se muestra en el nuevo layout, a partir de la recuperación de espacios, se obtendrá un mejor ordenamiento y eficiencia, tanto en almacén como en el área productiva.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario abordar y analizar las otras causas mostradas en el diagrama de Ishikawa, que están trayendo consigo la falta de espacios y darle solución, ya que no se necesita de muchos recursos y los beneficios serán grandes, entre estas causas se puede destacar la falta de coordinación entre las áreas o más propiamente dicho entre los jefes de áreas, para quienes se recomienda tomar charlas de trabajo en equipo y otros similares.
2. Se recomienda capacitar a los jefes de planta en cursos de distribución de planta eficiente, Reingeniería de Procesos u otros similares para poder aprovechar al máximo los espacios, así como la fuerza productiva a su responsabilidad. Además para el personal operativo y de almacenes se recomienda capacitaciones de las 5 S, sobre todo en la parte de orden y limpieza, ya que sin ellos, no se podrá llevar a buen fin ningún plan de ordenamiento y mejor aprovechamiento en las plantas de forma sostenida.
3. Se debe descentralizar los almacenes, de modo que los elementos de mayor rotación se encuentren más al alcance de la parte productiva y los de menor rotación, se guarden en lugares donde no entorpezcan el flujo de estos.

## BIBLIOGRAFÍA

Manual Técnico de Soldadura.- American Welding Society- Prentice Hall.-1994.

Tesis: “Fabricación y Montaje de una Estructura Metálica”, de Oscar Gerardo Villaseñor Ruiz, Junio de 1990 México D.F.

Tesis: “Tecnología de Nueva Generación para la Edificación con Estructuras Metálicas”, de Sandra Fabiola Silva Esteban, Junio de 2005 México D.F.

Gustin, E y J. Diehl, “Estructuras Metálicas”

Kornadl, Gatz y Franz Hart, “Edificios con Estructura Metálica”, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1966

Peshkovski, O. I., y V. B. Yakubovski, “Producción de Estructuras Metálicas”, Editorial Mir Moscú 1982.

Bruce G. Johnston, “Diseño Básico de Estructuras de Acero”

Diapositivas del curso de Soldadura I-UNI 2010-II, Profesor Sarmiento Sarmiento, Enrique

<http://www.monografias.com/trabajos82/acero/acero.shtml>

<http://www.profesorenlinea.cl/Quimica/acero.htm>

<http://www.areatecnologia.com/videos/ACERO.htm>

<http://aceromieres.wordpress.com/2012/06/11/articulo1/>

<http://es.scribd.com/doc/59613724/06-Metalurgia-Del-Acero>

<http://www.slideshare.net/VinicioAcuna/clasificacion-de-los-procesos-de-soldadura>

[http://www.soldexsa.com.pe/descarga/manual\\_sold\\_oer\\_exsa.pdf](http://www.soldexsa.com.pe/descarga/manual_sold_oer_exsa.pdf)

<http://www.slideshare.net/MariaGpeRdzMarthell/distribucin-de-planta-15020464>

<http://www.monografias.com/trabajos47/distribucion-planta/distribucion-planta.shtml>

<http://logisticreference.blogspot.com/2013/01/el-diseno-de-un-almacen.html>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n\\_por\\_l%C3%ADquidos\\_penetrantes](http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_l%C3%ADquidos_penetrantes).

## APÉNDICE

## 1.- OTI DE FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

**ORDEN DE TRABAJO DE FABRICACIÓN**

*Cliente* : Almacén - San Alejandro

Nº de Orden de Servicio :

PROYECTO : **Fabricación de Plataforma para ampliación de Almacén.**

PRESI Nº : 0001 - 14

PLAZO SEGÚN CONTRATO : 24 días

## **ACTIVIDADES A REALIZAR**

### **1.- Cálculo estructural**

- a) Cálculo estructural para Plataforma Estructural – Responsable: Área de Ingeniería
- b) Elaboración de planos de fabricación y montaje – Responsable: Área de Ingeniería

### **2.- Suministro e Instalación**

- a) Fabricación de estructura para plataforma de ampliación de almacén – Responsable: Área de Producción
  - La plataforma se fabricará con los siguientes materiales
    1. Columnas de VIGA EST ASTM-A36 WF 8"x 40Lbp
    2. Vigas, VIGA EST ASTM-A36 WF 8"x 40Lbp, VIGA EST ASTM-A36 WF 6"x 20 Lbp, PLANCHA EST ASTM-A36 1"x4'x8', ÁNGULO EST ASTM-A36 L de 3/8"x3"x20', ÁNGULO EST ASTM-A36 L de 1/4"x 2 1/2" x 20'.
    3. Pernos, tuercas y arandelas A325.
- b) Montaje de Plataforma de ampliación de almacén – Área de Montaje

### **3.- Pintado**

- a) Pintado de estructuras metálicas:

- Tratamiento superficial según SSPC SP10
- Base Zinc Primer 910 (3 mills)
- Acabado Epoxico Ameron Color Gris (6 mills)
- Espesor total de pintura seca 9 mills

#### **- La Empresa se responsabilizará de lo siguiente:**

- a) Levantamiento in Situ para elaboración de planos para nueva configuración de estructura para plataforma de ampliación de almacén.
- b) Suministro y fabricación de estructuras para plataforma de ampliación de almacén.
- c) Dossier de calidad de fabricación (incluye: Certificado de materiales, control dimensional y tolerancias, homologación de soldadores, registros y controles de soldadura, fotografías)
- d) Ingeniero Supervisor e Ingeniero de seguridad durante todo el proceso de fabricación y montaje de la plataforma.
- e) Personal calificado en montaje de estructuras y soldadura (3G)
- f) Personal con equipos de protección personal (EPPs) para trabajo en caliente y altura.
- g) Andamios Homologados para trabajo en altura.
- i) Seguro complementario de trabajo de Riesgo (SCTR): Pensión y Salud

## 2.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>FABRICACIÓN DE PLATAFORMA ESTRUCTURAL PARA ALMACÉN</b>	<b>18 días</b>	<b>lun 05/01/15 08:00 a.m.</b>	<b>sáb 24/01/15 05:00 p.m.</b>
<b>Hitos Principales</b>	<b>18 días</b>	<b>lun 05/01/15 08:00 a.m.</b>	<b>sáb 24/01/15 05:00 p.m.</b>
Inicio del Proyecto	1 día	lun 05/01/15 08:00 a.m.	lun 05/01/15 05:00 p.m.
Fin del Proyecto	0 días	sáb 24/01/15 08:00 a.m.	sáb 24/01/15 08:00 a.m.
<b>Hitos de Construcción</b>	<b>13 días</b>	<b>sáb 10/01/15 08:00 a.m.</b>	<b>sáb 24/01/15 05:00 p.m.</b>
Inicio de Fabricación	0 días	lun 12/01/15 08:00 a.m.	lun 12/01/15 08:00 a.m.
Fin de Fabricación	0 días	lun 19/01/15 08:00 a.m.	lun 19/01/15 08:00 a.m.
Inicio de Pintura	0 días	lun 19/01/15 05:00 p.m.	lun 19/01/15 05:00 p.m.
Fin de Pintura	0 días	mié 21/01/15 05:00 p.m.	mié 21/01/15 05:00 p.m.
Inicio de Montaje	0 días	mié 21/01/15 05:00 p.m.	mié 21/01/15 05:00 p.m.
Fin de Montaje	0 días	sáb 24/01/15 05:00 p.m.	sáb 24/01/15 05:00 p.m.
<b>Ingeniería</b>	<b>3 días</b>	<b>lun 05/01/15 08:00 a.m.</b>	<b>mié 07/01/15 05:00 p.m.</b>
Modelado	1 día	lun 05/01/15 08:00 a.m.	lun 05/01/15 05:00 p.m.
Lista de Materiales	1 día	mar 06/01/15 08:00 a.m.	mar 06/01/15 05:00 p.m.
Revisión	1 día	mié 07/01/15 08:00 a.m.	mié 07/01/15 05:00 p.m.
Conformidad de Planos	0 días	mié 07/01/15 08:00 a.m.	mié 07/01/15 08:00 a.m.
<b>Gestión de Compra</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 08/01/15 08:00 a.m.</b>	<b>sáb 10/01/15 05:00 p.m.</b>
Compra y suministro de materiales	3 días	jue 08/01/15 08:00 a.m.	sáb 10/01/15 05:00 p.m.
Conformidad	0 días	sáb 10/01/15 05:00 p.m.	sáb 10/01/15 05:00 p.m.
<b>Fabricación</b>	<b>7 días</b>	<b>lun 12/01/15 08:00 a.m.</b>	<b>lun 19/01/15 05:00 p.m.</b>
Habilitado	3 días	lun 12/01/15 08:00 a.m.	mié 14/01/15 05:00 p.m.
Armado	3 días	mar 13/01/15 08:00 a.m.	jue 15/01/15 05:00 p.m.
Soldadura	3 días	mié 14/01/15 08:00 a.m.	vie 16/01/15 05:00 p.m.

Enderezado	3 días	jue 15/01/15 08:00 a.m.	sáb 17/01/15 05:00 p.m.
Perforado	2 días	jue 15/01/15 08:00 a.m.	vie 16/01/15 05:00 p.m.
Limpieza Mecánica	3 días	vie 16/01/15 08:00 a.m.	lun 19/01/15 05:00 p.m.
Control de Calidad	7 días	lun 12/01/15 08:00 a.m.	lun 19/01/15 05:00 p.m.
<b>Pintura</b>	<b>3 días</b>	lun 19/01/15 08:00 a.m.	mié 21/01/15 05:00 p.m.
Base	1 día	lun 19/01/15 08:00 a.m.	lun 19/01/15 05:00 p.m.
Acabado	1 día	mar 20/01/15 08:00 a.m.	mar 20/01/15 05:00 p.m.
Control de Calidad	1 día	mié 21/01/15 08:00 a.m.	mié 21/01/15 05:00 p.m.
<b>Montaje</b>	<b>3 días</b>	jue 22/01/15 08:00 a.m.	sáb 24/01/15 05:00 p.m.
Actividades Previas	1 día	jue 22/01/15 08:00 a.m.	jue 22/01/15 05:00 p.m.
Montaje	2 días	vie 23/01/15 08:00 a.m.	sáb 24/01/15 05:00 p.m.
Conformidad	0 días	sáb 24/01/15 05:00 p.m.	sáb 24/01/15 05:00 p.m.
Cierre	1 día	sáb 24/01/15 08:00 a.m.	sáb 24/01/15 05:00 p.m.

	AISI 304		Perno Acero Inoxidable AISI 304
	OTROS		

RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO (PINTURA)			
		ESP. (MILS)	DESCRIPCIÓN DE RECUBRIMIENTO
<b>*SISTEMA DE PROTECCIÓN ESPECIFICADO POR EL CLIENTE:</b>	PRIMERA CAPA:		
	SEGUNDA CAPA:		
	TERCERA CAPA:		
<b>*SISTEMA DE PROTECCIÓN ESPECIFICADO POR EL PROVEEDOR</b>	PRIMERA CAPA:	3	ZINC CLAD 60BR
	SEGUNDA CAPA:	1.5	MACROPOXI 850
	TERCERA CAPA:	4.5	MACROPOXI 850

\*PREPARACIÓN SUPERFICIAL PARA EL RECUBRIMIENTO SERÁ DEFINIDO POR LA HOJA TÉCNICA DEL PROVEEDOR DE PINTURA

<b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES:</b>		COLOR	RAL
	VIGAS	CREMA	1013
	COLUMNAS	CREMA	1013
	VIGUETAS	CREMA	1013
	ARRIOSTRÉS		
	CORREAS		
	TEMPLADORES		
	PISO ESTRIADO		
	MONORRIELES		
	ESCALERAS		

	BARANDAS		
	PUERTAS		
	SOPORTES		
	PUENTE GRÚA		
	OTROS		

**4.- FORMATO DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE CONTROL DE  
CALIDAD.**



## **5.- FORMATO DE ESTRUCTURADO DE ELEMENTOS**



## 6.- WPS DE SOLDADURA

Nombre de la Compañía: CIA. SIME S.R.L.		Identificación N°: SIME / WPS-03						
Proceso(s) de soldadura: <b>GMAW</b>		Revisión: 0	Fecha: 01-08-2009					
Soporte PQR N°(s): Procedimiento Precalificado		Elaborado por: Ing. Martín Ríos						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA</b>		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Semiautomático : <input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo: Junta en T – Soldadura de filete		Maquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>					
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble: <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>						
Respaldo: Si: <input type="checkbox"/>	No : <input checked="" type="checkbox"/>	Posición en filete : Horizontal						
Material de respaldo: --		Progresión : ---						
Abertura de raíz (R): 0 - 0.5 mm	Dimensión cara raíz (f) : --	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
Tolerancia: --	Tolerancia: ---	Modo de transferencia (FCAW)						
Ángulo de bisel(α) : --		Spray : <input type="checkbox"/> Globular : <input checked="" type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>						
Tolerancia: --		Corriente: CA : <input type="checkbox"/> CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN: <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>						
Soldadura de respaldo	Si : <input type="checkbox"/> No : <input checked="" type="checkbox"/>	Otro: ---						
Cateto Mínimo (mm): Z		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
<b>METAL BASE</b>		Tamaño: ---						
Especificación del material: ASTM A36		Tipo: ---						
Tipo o Grado : ---								
Espesor (T1) :	Filete(mm): $9 \leq T_2 < 12$ , Z <sub>1</sub> mínimo: 5							
	$12 \leq T_2 \leq 20$ , Z <sub>2</sub> mínimo: 6							
Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>						
<b>METAL DE APORTE</b>		Arrastre u oscilación: Arrastre						
Especificación AWS: A5.18		Pasada simple o múltiple: Múltiple						
Clasificación AWS : ER 70S-6		Número de electrodos: 1						
Nombre Comercial : CARBOFIL PS-6 GC		Espaciado de electrodos: ---						
<b>PROTECCIÓN</b>		Longitudinal: ---						
Fundente: ---	Gas: Ar / CO2	Ángulo: ---						
Composición del Gas : 80 / 20		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: 10- 15 mm						
Fundente-electrodo (clase) : ---		Forjado : ---						
Ratio de alimentación : 15-20 LPM		Limpieza entre pasadas: Escobilla						
Tamaño de la copa : ---								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>						
Temperatura de precalentamiento, mínima: 15°C (ver tabla 3.2 ó anexo I)		Temperatura : ---						
Temperatura entre pases, máxima : 15°C (ver tabla 3.2 ó anexo I)		Tiempo : ---						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1 - N	GMAW	ER70S-6	1.2	CCEP	225-235	30-32	18- 21	
<i>N, representa el último pase.</i>								
VºBº SUPERVISOR		VºBº ING. QC		VºBº SUPERVISIÓN				

## 7.- FORMATO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES



REPORTE DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES

CC-FO-18  
V00  
23/02/2013

Elaborado por:  
Hugo Romo/Inspector de Control de Calidad

Revisado por:  
Fernando Perez/Supervisor de Control de Calidad

Aprobado por:  
David Gavilán/Jefe de Control de Calidad

<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>REPORTE N°</b>
Cliente		O/T:
Proyecto		Fecha
Lugar de inspeccion		Procedimiento

<b>DATOS DEL ELEMENTO A INSPECCIONAR</b>				
Linea/Pieza		Tipo Material		Proceso Soldadura
Ident. Junta		Diametro		Diseño de Junta
Long. Inspeccionada		Espesor		Soldadura <input type="checkbox"/> Tope <input type="checkbox"/> Filete <input type="checkbox"/>
Inspeccion (%)		Tipo de Elemento		Estampa Soldador

<b>MATERIAL UTILIZADO</b>								
Liquido	Marca	Codlgo	Tipo	Metodo	Tramo de Aplicación	Forma de Aplicación	Tiempo de Acción	Iluminación
Penetrante								
Removedor								
Revelador								

Tipos: I( Penetrante Fluorescente); II(Penetrante Visible)				Métodos: A(Lavable con agua); C(removible por solvente)				
<b>METODO DE INSPECCIÓN</b>				<b>METODO DE ACEPTACIÓN</b>				

<b>GRAFICO Y/O FOTOGRAFIA</b>								

<b>IDENTIFICACION Y EVALUACION</b>					
JUNTA	ESTAMPA DEL SOLDADOR	TIPO DE DISCONTINUIDAD	LOCALIZACION DE LA INDICACION	DIMENSION DE LA INDICACION	RESULTADO

Observaciones:

<b>DESCRIPCION DE INDICACIONES</b>					
<b>DISCONTINUIDAD</b>		<b>OBSERVACIONES</b>			
CL: Fisura Longitudinal	IPD: Falta de Penetración "High low"	IFD: Falta de Fusión entre Pases	CP: Porosidad Anidada		
CT: Fisura Transversal	F: Falta de Fusión	IP: Falta de Penetración	IU: Mordedura / Socavación		
	GP: Porosidad Aislada	WP: Porosidad Tubular	AP: Porosidad Alineada		

<b>APROBACION FINAL:</b>		
<b>INSPECTOR CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SUPERVISOR CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SUPERVISIÓN/CLIENTE</b>
Nombre: Nivel: Fecha: Firma:	Nombre: Fecha: Firma:	Nombre: Fecha: Firma:

## 8.- FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA



## 9. DESCRIPCIÓN DE CARGOS DEL PERSONAL TÉCNICO DE LA PLANTA METAL MECÁNICA

**CALDERERO.** Persona que se dedica a la construcción o mantenimiento de depósitos, estructuras metálicas, tuberías, cisternas y chapas, aptos para el almacenaje y transporte de sólidos, líquidos y gas así como todo tipo de construcción de estructuras.

**OFICIAL.** En estructuras metálicas se refiere al ayudante del calderero, que con la práctica obtendrá esa distinción.

**SOLDADOR.** Persona capacitada para realizar uno o varios tipos de soldadura con la calidad requerida. En estructuras metálicas se necesita que esta persona sea homologada.

**MECÁNICO.** Persona encargada de los trabajos de mecánica de banco, como de mantenimiento de equipos electromecánicos.

**GRANALLADOR.** Persona encargada del granallado de las estructuras metálicas que consiste en disparar un chorro de partículas metálicas a presión sobre los aceros, de tal modo que saque toda la cáscara de óxido, dejando una superficie blanca, ideal para poder ser pintada.

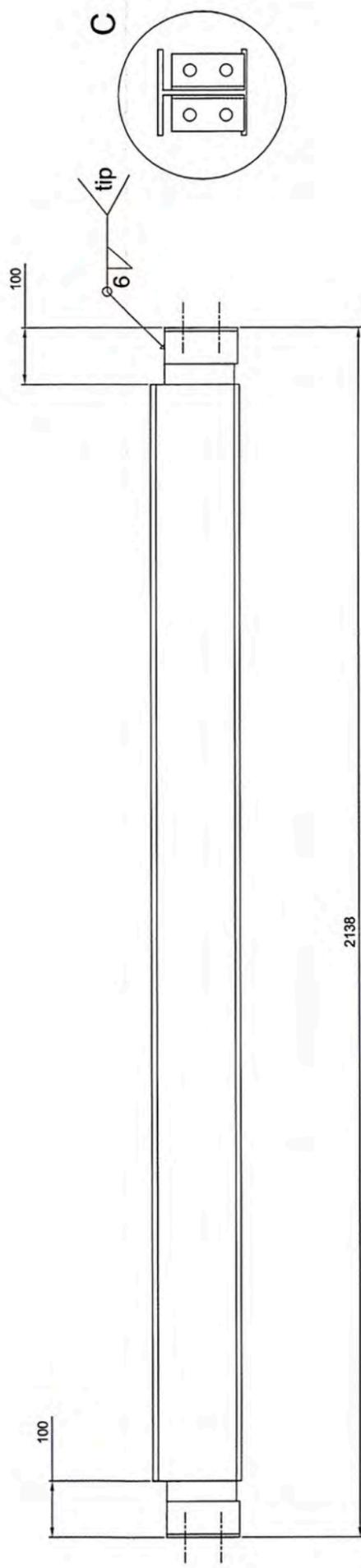
**PINTOR.** Persona encargada de aplicar las capas de pintura necesarias a las estructuras metálicas para obtener el espesor requerido, luego del granallado. Esta puede ser realizada con brocha, rodillo o soplete.

## 10.- CROQUIS DE FABRICACIÓ DE LA PLATAFORMA.

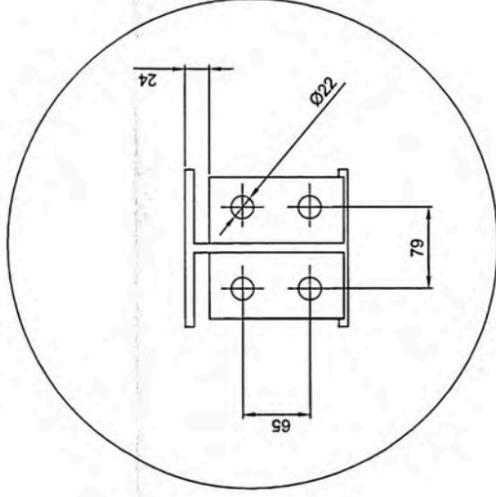
Nota General

1. Material acero estructural A-36 y A 572 GR-50
2. Fabricación de acuerdo al manual AISI
3. Todas las uniones soldadas de acuerdo al código de soldadura AWS D1-1
4. Preparación superficial y acabado final según especificaciones separada.
- 5.-Todas la unidades de medidas seran dadas: Peso en Kg. y Area en m2

# VIGA VA1, VA2 ... VA8



## DETALLE C



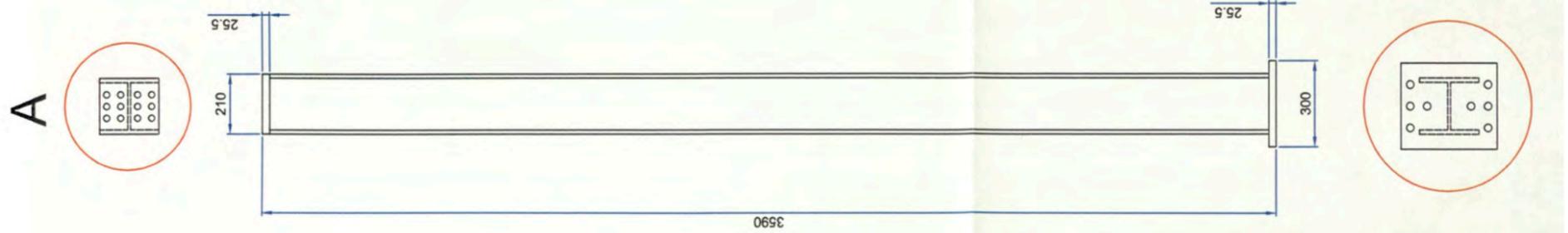
01	08	VA1,2...8	Viga de Amarre	W6" x20Lbs/pie x2138 mm	67 Kg	Peso	Observación
Ítem	Cant	Código	Denominación	Nombre			Plano
Cliente La Información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización. Reemplazado por: Reemplazo de:							
Designación Plataforma de Ampliación de Almacén							
Empresa Nro de croquis OTI - 001 - 15 - VA rev. 0							
				Fecha	Nombre	Área	
				Dibujado			
				Revisado			
				Aprobado			

Nota General

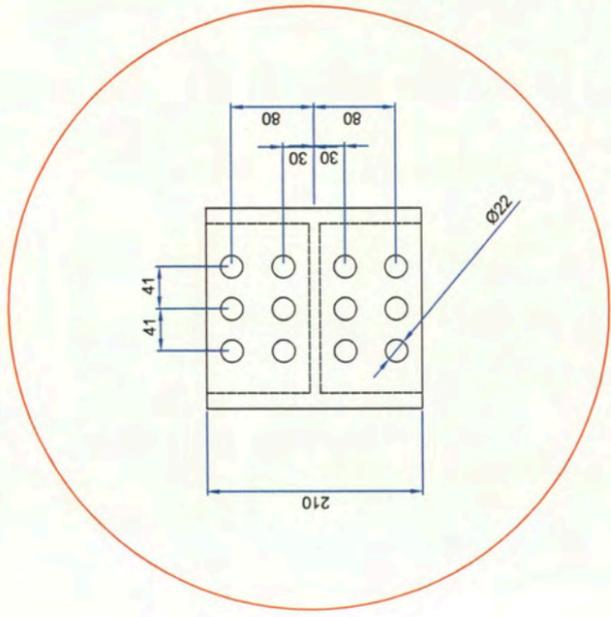
1. Material acero estructural A-36 y A 572 GR-50
2. Fabricación de acuerdo al manual AISC
3. Todas las uniones soldadas de acuerdo al código de soldadura AWS D1-1
4. Preparación superficial y acabado final según especificaciones separada.
- 5.-Todas la unidades de medidas serán dadas: Peso en Kg. y Area en m2

COLUMNA

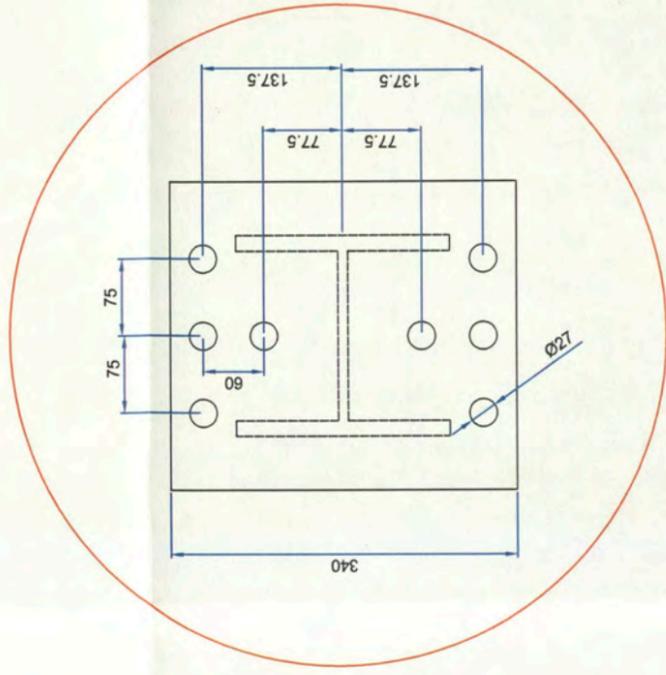
C1, C2, ...C6



DETALLE A

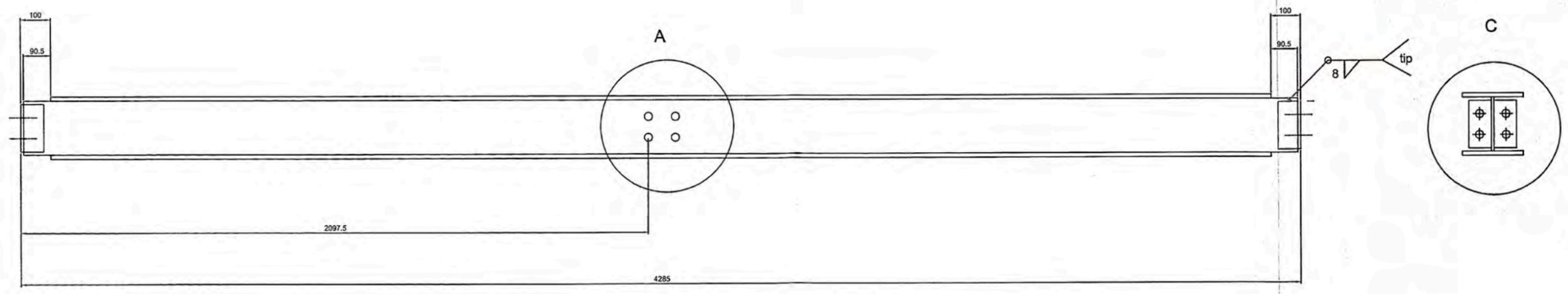


DETALLE C

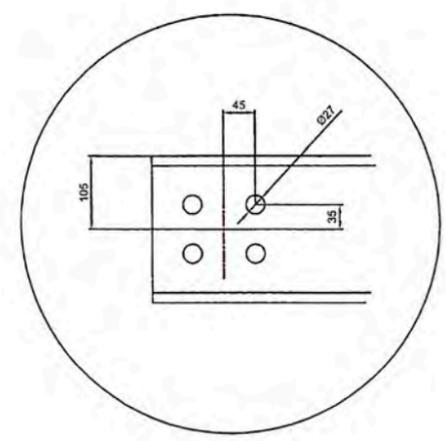


01	06	C1, C2...C6	Columna	W8" x40Lbs/pie x 3590 mm	227 Kg				
Ítem	Cant	Código	Denominación	Nombre	Peso U.	Plano	Observación		
Cliente Reemplazado por: Reemplazo de:									
La Información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.									
Designación <b>Plataforma de Ampliación de Almacén</b>									
Empresa Nro de croquis OTI - 001 - 15 - C rev.0									

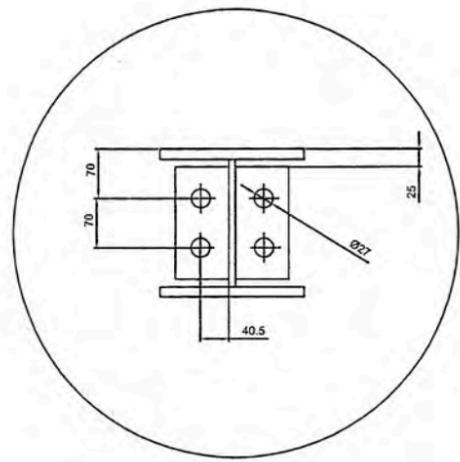
- Nota General
1. Material acero estructural A-36 y A 572 GR-50
  2. Fabricación de acuerdo al manual AISC
  3. Todas las uniones soldadas de acuerdo al código de soldadura AWS D1-1
  4. Preparación superficial y acabado final según especificaciones separada.
  - 5.-Todas la unidades de medidas seran dadas: Peso en Kg. y Area en m2



DETALLE A



DETALLE C



Ítem	Cant	Código	Denominación	Nombre	Peso	Plano	Observación
02	01	VPB2	Viga principal	W8" x40Lbs/pie x4285mm	268 Kg		
01	01	VPB1	Viga principal	W8" x40Lbs/pie x4285mm	268 Kg		

SELO:					distribución de planos				
Nombre	Cargo	Fecha	Firma		7				
	S.E.			REVISIONES	6				
	C.C.				5				
	S.P.				4				
					3				
S.E. Supervisor de Estructura					2				
C.C Control de Calidad					1				
S.P. supervisor de Planta					Rev.	Descripción	Por	Aprov.	Fecha

Cliente

Designación  
**Plataforma de Ampliación de Almacén**

Empresa

La información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.

Reemplazado por:

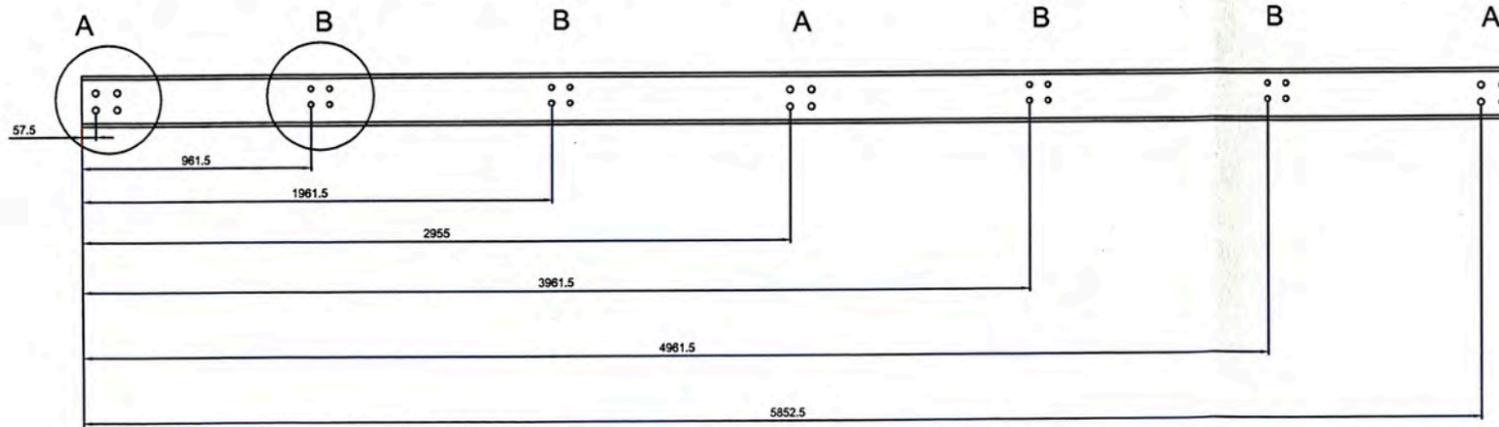
Reemplazo de:

	Fecha	Nombre	Área
Dibujado			
Revisado			
Aprobado			

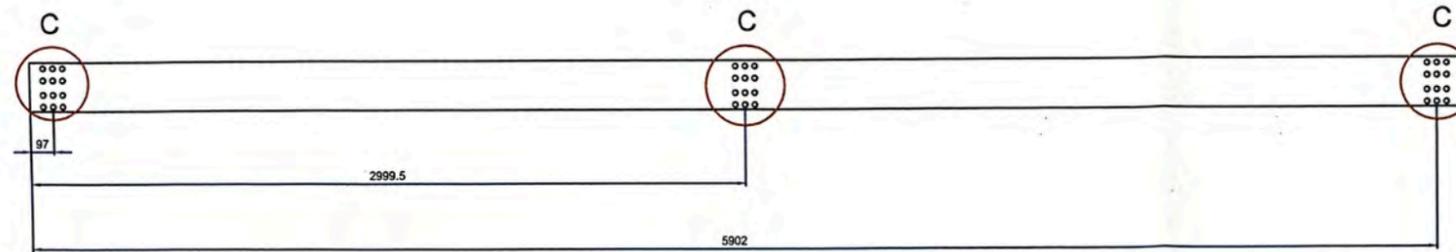
Nro de croquis  
**OTI - 001 - 15 - VPB rev. 0**

Nota General  
 1. Material acero estructural A-36 y A 572 GR-50  
 2. Fabricación de acuerdo al manual AISC  
 3. Todas las uniones soldadas de acuerdo al código de soldadura AWS D1-1  
 4. Preparación superficial y acabado final según especificaciones separada.  
 5. Todas la unidades de medidas seran dadas: Peso en Kg. y Area en m2

VIGA VPA1 Y VPA3

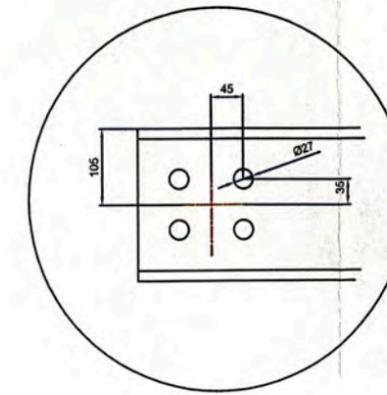


VISTA FRONTAL

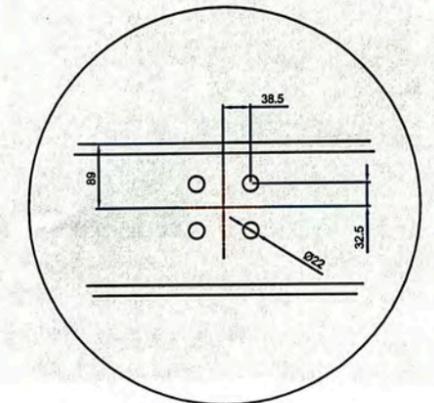


VISTA INFERIOR

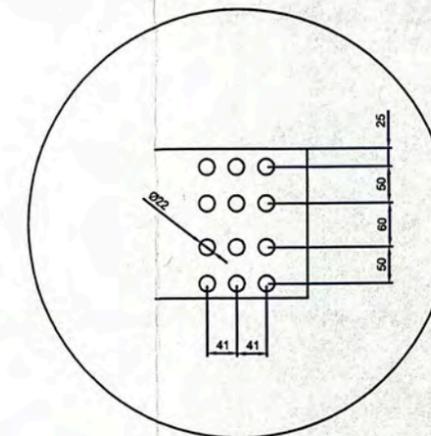
DETALLE A



DETALLE B



DETALLE C



Ítem	Cant	Código	Denominación	Nombre	Peso	Plano	Observación
02	01	VPA3	Viga principal	W8" x40Lbs/pie x6000mm	357 Kg		
01	01	VPA1	Viga principal	W8" x40Lbs/pie x6000mm	357 Kg		

SELLO:

distribución de planos			
Nombre	Cargo	Fecha	Firma
	S.E.		
	C.C.		
	S.P.		
S.E. Supervisor de Estructura			
C.C Control de Calidad			
S.P. supervisor de Planta			

REVISIONES

Rev.	Descripción	Por	Aprov.	Fecha
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

Cliente

Designación

Plataforma de Ampliación de Almacén

Empresa

La información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.

Reemplazado por:

Reemplazo de:

	Fecha	Nombre	Área
Dibujado			
Revisado			
Aprobado			

Nro de croquis

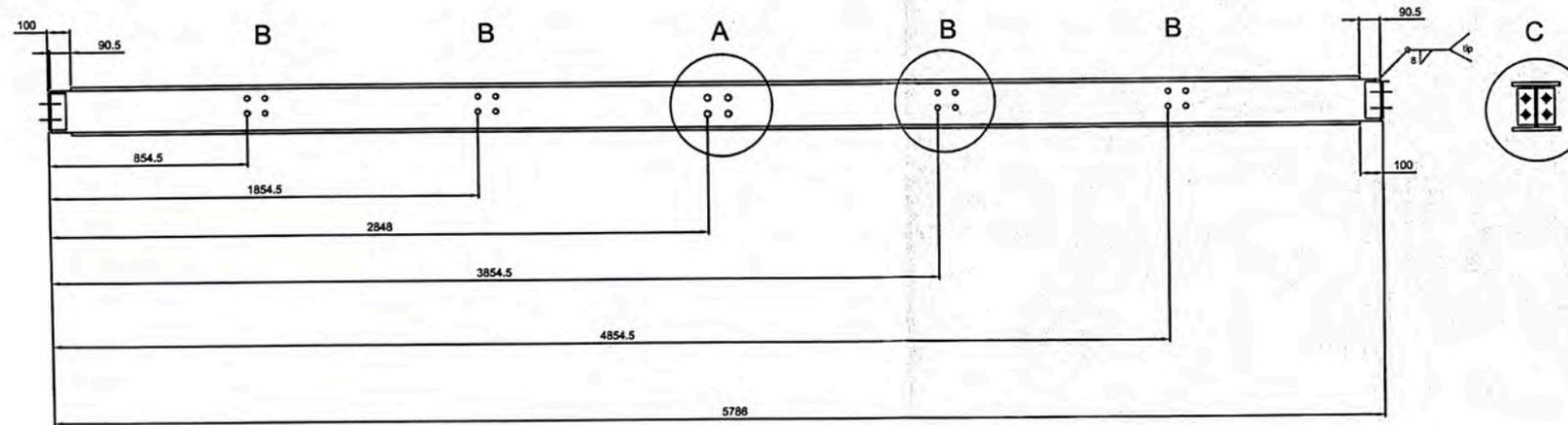
OTI - 001 - 15 - VPA1,3 rev. 0



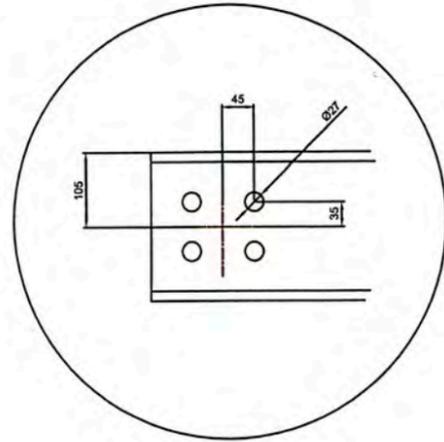
# VIGA VPA2

Nota General

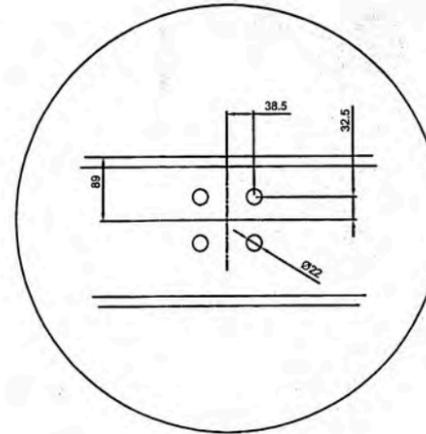
1. Material acero estructural A-36 y A 572 GR-50
2. Fabricación de acuerdo al manual AISC
3. Todas las uniones soldadas de acuerdo al código de soldadura AWS D1-1
4. Preparación superficial y acabado final según especificaciones separada.
5. Todas la unidades de medidas seran dadas: Peso en Kg. y Area en m2



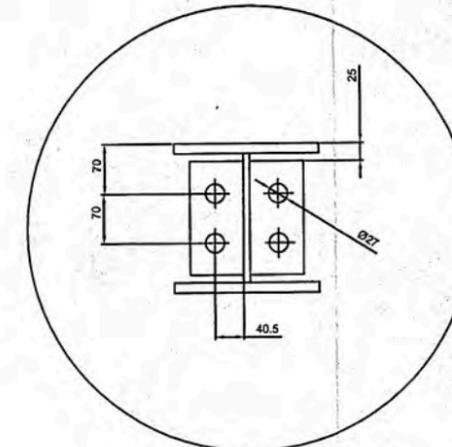
DETALLE A



DETALLE B



DETALLE C



Ítem	Cant	Código	Denominación	Nombre	Peso	Plano	Observación
01	01	VPA2	Viga principal	W8" x40Lbs/pie x5786mm	357 Kg		

SELLO:

distribución de planos			
Nombre	Cargo	Fecha	Firma
	S.E.		
	C.C.		
	S.P.		
S.E. Supervisor de Estructura			
C.C Control de Calidad			
S.P. supervisor de Planta			

REVISIONES	7				
	6				
5					
4					
3					
2					
1					
Rev.	Descripción	Por	Aprov.	Fecha	

Ciente	
Designación	Plataforma de Ampliación de Almacén
Empresa	

La Información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.

Reemplazado por:			
Reemplazo de:			
	Fecha	Nombre	Área
Dibujado			
Revisado			
Aprobado			

Nro de croquis  
OTI - 001 - 15 - VPA2 rev. 0