FACULTAD DE INGENIERIA U. N. A. M.

DESCARTE

Estudio de la Organización de Talleres de Estructuras Metálicas.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

presenta:

HORACIO R. SANCHEZ ALVAREZ

MEXICO, D. F. 1965

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Al Sagrado Corazón de Jesús
con veneración.

A mi madre
Sra. Concepción Alvarez Amero Vda. de Sánchez.

A la memoria de mi abuelita
Sra. Dolores Amero Vda. de Alvarez

A la memoria de mi padre
Sr. Arnulfo L. Sánchez.

con inmensa gratitud y cariño.

A mis hermanos:
Arnulfo, Adrián, Octavio, cariñosamente.

100469

A mis escuelas, a mis maestros, con profundo agradecimiento y respeto.

Al Sr. Ing. Guillermo Salazar Polanco en agradecimiento a su valiosa ayuda en el desarrollo de este trabajo

A mis amigos y compañeros de estudios.

NOTA DE AGRADECIMIENTO:

A todas las personas, industrias y casas comerciales que en alguna forma y gentilmente se sirvieron proporcionar datos para el desarrollo de este trabajo, se les dá el más cumplido agradecimiento.

Principalmente, por la valiosa información y fotografías a las siguientes:

Máquinas y Herramientas Sabin St. Germain, S. A.

Champion de México, S. A.
Harris de México, S. A.

Soldaduras y Equipos de México, S. A.

Super Técnica, S. A.

Gases Agamex, S. A.

Industrias del Hierro, S. A.

FACULTAD DE INGENIERIA
Direccion
Núm. 73-
Exp. Núm. 73/214.2/1.-

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Al Pasante señor Horacio R. SANCHEZ ALVAREZ
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Guillermo Salazar P., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

ESTUDIO DE LA ORGANIZACION DE TALLERES DE ESTRUCTURAS METALICAS

a).-Requisición de materiales a partir del proyecto.
b).-Organización del alamacén de material
Manejo y control de salida de materiales.
c).-Problemas de enderezado Sisstemas de enderezado.
d).-Problemas y organización del trazo.Sistemas de trazo remachado.
e).-Organización del corte Equipos usados.
f).-Punteo y formado en estructuras remachadas y soldadas
g).-Soldadura Procedimientos de soldadura al arco metálico.
1.-Soldadura manual automática y semiautomática.
2.-Control de calidad procedimientos y solda - dores.
3.-Exámenes de control.
h).-Pintura y embarque
i).-Problemas especiales Estructuras ensambladas en taller.
j).-Manejo de materiales grúas titan de campo, grúas viajeras.
k).-Trabajos en serie diseño de bancadas o jigs
l).-Equipo mecánico auxiliar
m).-Herramientas de mano y máquinas herramienta
n).-Estudio de costos de les diferentes elementos de fabrica - ciòn."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el titulo del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 27 de Julio de 1964
EL DIRECTOR

Ing. Antonio Dovalí Jaime

ADJ'MMO'eag.

P R O L O G O

Los temas de la organización general de talleres de estructuras metalicas; de su funcionamiento y control en todos los procesos; de la maquinaría, equipo y herramienta que se utilizan y de los costos de los diferentes elementos de fabricación de los trabajos en el taller, son tan amplios y variados que se necesitaría mucho más amplitud que la de este breve estudio, para desarrollarlos exhaustivamente en todos sus aspectos.

El presente trabajo pretende dar una idea general del asunto, tratando someramente cada uno de los temas descritos.

I N D I C E

CAPITULO I

ORGANIZACION GENERAL

SECCION		PAGINA
1.-	Conceptos básicos.	1
2.-	Organización de la compañía.	1
3.-	Organización del funcionamiento.	3
4.-	Analisis del equipo y maquinaría.	3
5.-	Capacidad de producción del taller.	4
6.-	Tipos de fabricación.	5
7.-	Mano de obra directa.	6
8.-	Flujo del material durante la fabricación.	8
9.-	Númeración de órden.	9
10.-	Planeamiento del edificio.	10

CAPITULO II

MATERIALES Y ALMACENES

REQUISION DE MATERIALES A PARTIR DEL PROYECTO

1.-	Información y requisitos previos.	11
2.-	Requisición de materiales.	12
3.-	Tipos de materiales.	13
4.-	Problemas nacionales de adquisición.	14
5.-	Existencias de material de campo.	14

ORGANIZACION DEL ALMACEN DE MATERIAL

1.-	Especificaciones de recepción del material.	15
2.-	Recepción del material.	16
3.-	Almacenaje del material.	16
4.-	Manejo de salida de materiales.	16
5.-	Control de la salida de materiales.	17

CAPITULO III

HABILITACION

ENDEREZADO

1.- Problemas de enderezado. 18
2.- Sistemas de enderezado. 18
3.- Aplicaciones de los sistemas de enderezado 21
4.- Efecto de resorte. 24
5.- Tolerancias. 24

T R A Z O

1.- Problemas del trazo. 25
2.- Organización del trazo. 25
3.- Sistemas de trazo remachado. 26

C O R T E

1.- Organización del corte. 29
2.- Sistemas de corte y equipos usados. 30
3.- Preparación de bordes para soldadura con el sistema de Arco Aire ó Arcair. 38

CAPITULO IV

ARMADO, SOLDADURA, INSPECCION Y PINTURA

PUNTEO Y FORMADO EN ESTRUCTURAS REMACHADAS Y SOLDADAS.

1.- Procedimiento de punteo 41
2.- Formado en estructuras soldadas 42

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA AL ARCO METALICO

1.- Fundamentos generales. 45
2.- Electrodos. 45
3.- Soldadura al arco protegido. 47
4.- Principios básicos de los procedimientos. 47
5.- Reglas generales de los procedimientos. 48

6.- Clasificación de los procedimientos de soldadura. 49
7.- Soldadura manual, automatica y semi-automatica. 51
8.- Control de calidad de soldaduras. 57
9.- Reglas generales para inspección. 57
10.- Métodos de inspección y control de calidad. 58
11.- Exámen de procedimientos y soldadores. 60
12.- Exámenes de control de soldaduras en estructuras. 63

INSPECCION DE LOS TRABAJOS

1.- Necesidades y puntos de inspección. 66

PINTURA Y EMBARQUE

1.- Limpieza y pintura. 67

CAPITULO V

PROBLEMAS ESPECIALES

ESTRUCTURAS ENSAMBLADAS EN TALLER

1.- Motivos del ensamble. 69
2.- Tipos de estructuras. 69

TRABAJOS EN SERIE

1.- Tipos de trabajos. 70
2.- Tipos de bancadas y posicionadores. 70
3.- Diseño de bancadas de armado. 73
4.- Diseño de bancadas y posicionadores de soldar. 73
5.- Diseño de bancadas y posicionadores mixtos para armar y soldar. 74

PAILERIA

1.- Trabajos de pailería. 76
2.- Equipos roladores y bulldozers. 76

CAPITULO VI

EQUIPOS MECANICOS Y HERRAMIENTAS

MANEJO DE MATERIALES

1.- Empleo del equipo. 81
2.- Tipos de equipo 82

EQUIPO MECANICO AUXILIAR

1.- Usos generales. 84
2.- Localización del equipo. 85
3.- Tipos de máquinas y aplicaciones. 85

HERRAMIENTAS DE MANO Y MAQUINAS HERRAMIENTA

1.- Descripción y usos generales. 92

CAPITULO VII

ESTUDIO DE COSTOS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE FABRICACION

1.- Tipos y analisis de los costos. 96
2.- Determinación del costo total. 97

Bibliografía. 98

ESTUDIO DE LA ORGANIZACION DE TALLERES DE ESTRUCTURAS METALICAS

CAPITULO I

ORGANIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL TALLER

1.- CONCEPTOS BASICOS.- En la fabricación de estructuras metalicas, por tratarse de un negocio altamente competido, es fundamental tener la máxima eficiencia y economía en todo el proceso del funcionamiento administrativo de la compañía y del taller, así como en el manejo y el proceso a que se somete el material, desde la cotización, venta y requisición de materiales hasta que sale del taller como estructura fabricada, para proceder de inmediato a su montaje.

La organización del funcionamiento administrativo y del taller, varía en cada caso según la magnitud y complejidad de labores que deban ejecutarse, procurando eliminar la duplicidad de trabajo y departamentos innecesarios, para tener los mínimos costos de fabricación.

2.- ORGANIZACION DE LA COMPAÑIA.- La organización de una compañía de Estructuras Metalicas requiere de una Dirección General que controle a los Departamentos principales de Administración, Ingenieria y Ventas. A su vez, los Departamentos anteriores controlan las diversas labores que les corresponden, y que como un ejemplo lógico de organización se sugieren en el siguiente organigrama:

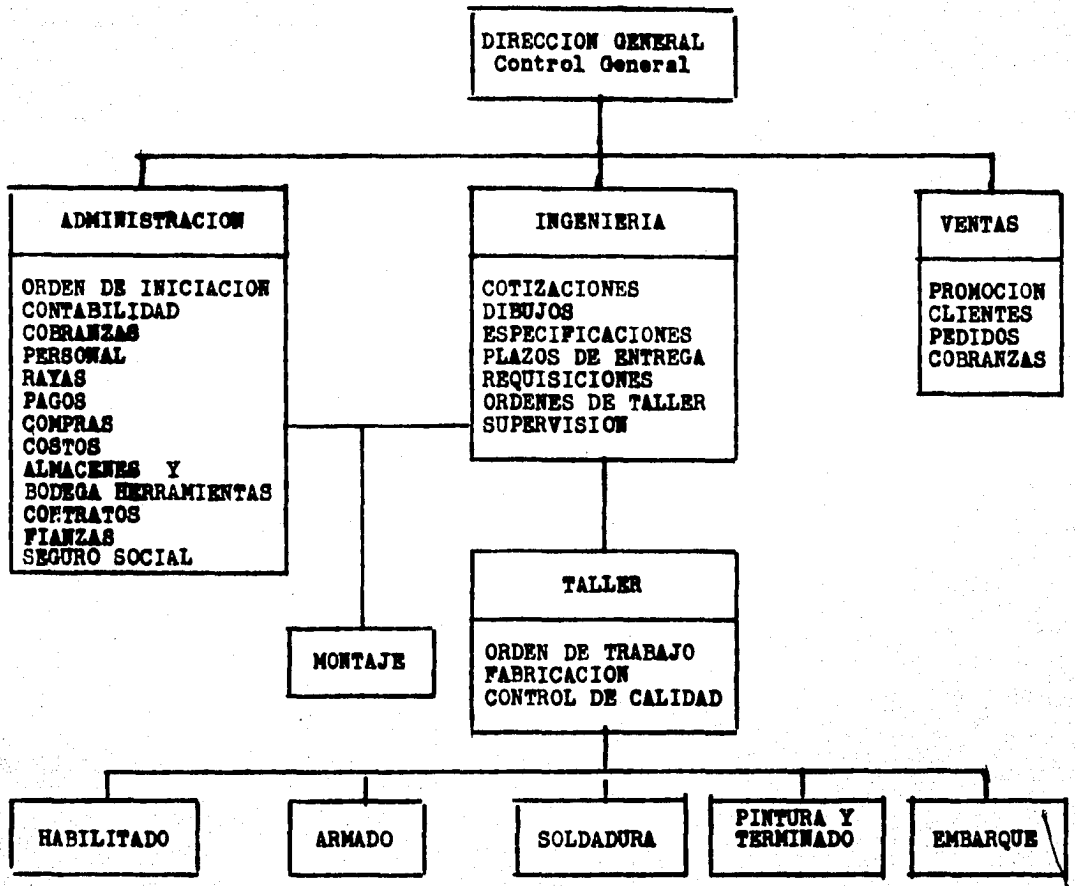


Fig. Organigrama General para una compañía de estructuras metalicas.

3.- ORGANIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL TALLER.- Para proceder a la organización del funcionamiento del taller deben analizarse los siguientes conceptos básicos:

a).- Análisis del equipo y maquinaría del taller.

b).- Estudio de la capacidad de producción.

c).- Flujo del material durante la fabricación.

A continuación se detallará cada uno de los conceptos anteriores:

4.- ANALISIS DEL EQUIPO Y MAQUINARIA DEL TALLER.- Para el trabajo de fabricación de estructuras se tienen tres grupos de equipos que pueden considerarse básicos según sean las labores que deban desarrollarse, y la magnitud e importancia del taller. Los tres grupos se detallarán a continuación.

a).- EQUIPO MINIMO NECESARIO.-

Equipo de soplete de gas para corte.

Máquina de soldadura eléctrica.

Herramientas de mano: marros, martillos, cinceles, escuadras, prensas, brochas, seguetas, taladro manual ó eléctrico.

b).- EQUIPO NECESARIO PARA PRODUCCION MEDIA.- Además del equipo anterior se requieren:

Enderezadora.

Cizalla.

Bulldozer.

Punzonadora.

Remachadora (en el caso de fabricar estructuras remachadas)

Roladora (en el caso de fabricar pailería)

Taladros eléctricos ó neumáticos.

Equipos manuales para manejo de materiales. (diablos, plataformas, etc.)

Fragua.

Bancos de trabajo.

Herramienta manual: llaves, gatos, etc.

Compresora y brocha de aire.

c).- EQUIPO AUXILIAR PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA.- Además de los equipos anteriores se requieren:

Grúas para manejo de materiales.

Equipos automáticos de corte con gas.

Máquinas soldadoras automáticas ó semi-automáticas.

Bancadas ó Jigs para producción en serie.

Máquinas-herramienta como sierras-cinta, cepillos, tornos, etc.

Equipo para exámen de control de calidad de soldaduras.

5.- ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DEL TALLER.- Para planear el funcionamiento del taller debe saberse con qué elementos y qué capacidad de producción se cuenta para desarrollar las diversas labores de la fabricación de estructuras.

Esta información se tiene mediante un analisis del equipo y maquinaría de que se dispone, con la capacidad de producción de cada unidad por turno de 8 horas. Para calcular la capaci-

dad de producción total de la planta en función del equipo usado por turno, se tendrán en cuenta los siguientes rendimientos - por turno:

TURNO DE 8 HORAS	PORCENTAJE DE RENDIMIENTO
1er. Turno	100%
2o. Turno	80%
3er. Turno	50%

6).- Tipos de Fabricación.- Para determinar la capacidad - de producción de las máquinas y equipos principales, deben analizarse los tipos de fabricación a los que se dedique el taller, - para calcular en cada tipo la Producción Promedio que se tenga ó se prevea en cada máquina ó equipo.

No pueden fijarse límites precisos para la clasificación de los materiales usados en cada tipo de estructura; sino unicamente como idea se agruparán en la siguiente forma general:

Tipo de Fabricación	Perfiles máximos que se trabajan (aproximados)
Estructura Ligera	Angulo de 2 1/2" x 1/4" Canal de 4" Redondo de 3/4" Placa de 1/4"

Estructura Semi-Pesada	Angulo de 5" x 1/2" Canal y Vigueta I de 8" liv. Perfiles doblados de placa de 1/4" Redondo de 11/2" Placa de 1/2"
Estructura Pesada	Angulos Mayores de 5" x 1/2" Viguetas y Canales de 9" en adelante WF (Viguetas de patín ancho), soldadas ó laminadas. Placa y plancha mayor de 1/2"
Estructuras Especiales	Diversos perfiles usados por ejemplo en: escaleras, pasamanos, pasillos, etc.

7.- MANO DE OBRA DIRECTA.- Al determinar la producción de las máquinas y equipos principales debe calcularse la cantidad de mano de obra directa necesaria para realizar las operaciones en las máquinas, calculada en unidades llamadas "HORAS-HOMBRE" -- (H-H) por tonelada de material trabajado en un tipo determinado de estructura y por tiempo trabajado, multiplicando los siguientes factores:

Número de HORAS que se trabajan por cada máquina en el periodo de tiempo considerado por el cálculo (turno, día, semana ó mes).

Número de HOMBRES productores que trabajan por cada máquina en el periodo considerado para el cálculo.

La siguiente tabla dá una idea de la forma de calcular la capacidad de producción y la mano de obra directa necesaria por cada unidad de máquina ó equipo.

CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL TALLER

BASADO EN LA PRODUCCION POR UNIDAD DE MAQUINA O EQUIPO EN 1 TURNO DIARIO

PARA ESTRUCTURA TIPO LIGERO

POR MAQUINA Y POR TURNO DE 8 HORAS					MENSUAL (26 días labor.)	
Máquina ó equipo	Producción promedio	Operarios	Mano de obra		Producción promedio	Mano de obra
	Tons.		H-H	H-H/ton	Tons.	H-H
Cortadora Universal (Ironworker)	10	1 Cortador 1 Ayudante	16	1.6	260	416
Equipo de gas	2	1 Cortador	8	4	52	208
Soldadora electrica	0.3	1 Soldador 1 Ayudante	16	53.3	7.8	416
Enderezadora	4	1 Operario 2 Peones	24	6	104	624

6.- FLUJO DEL MATERIAL DURANTE LA FABRICACION.- Debe estipularse el flujo ó ruta que seguirá el material en los diversos procesos a que se le somete durante la fabricación, a modo de poder planear el uso y ubicación más conveniente del equipo y maquinaria en el taller con el mínimo de movimientos del material y en la ruta más corta para tener la máxima eficiencia del funcionamiento. El flujo más usual es el siguiente:

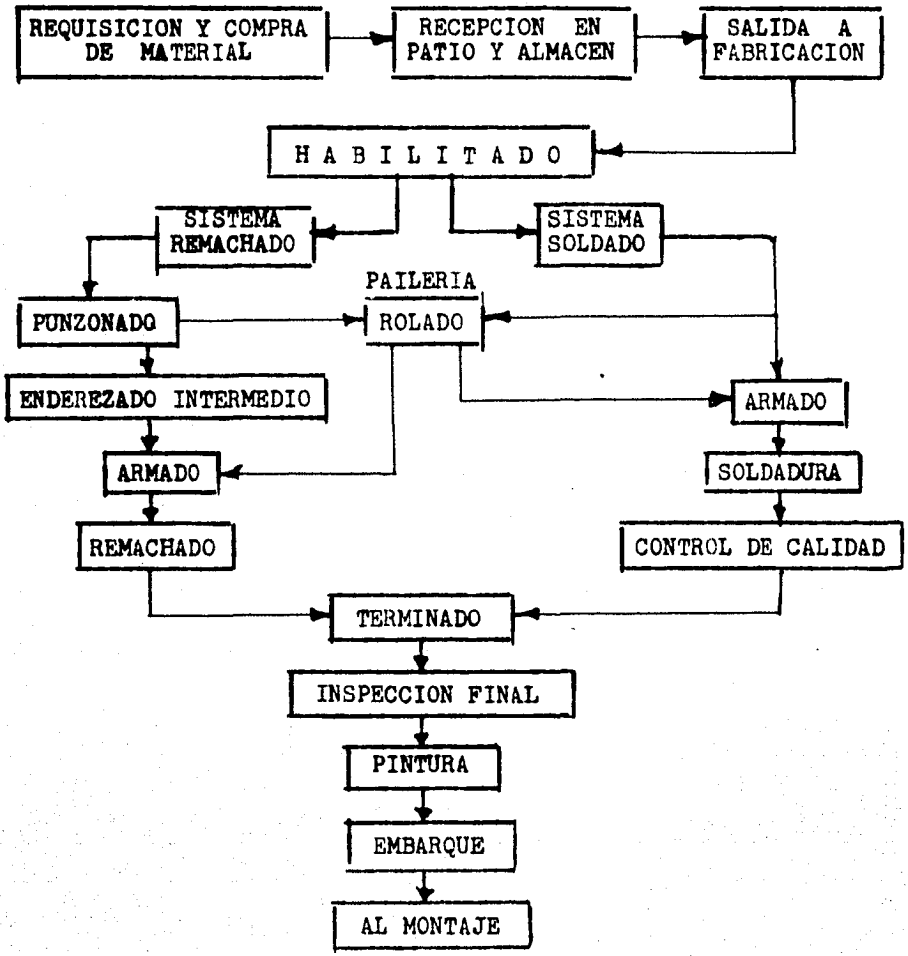


Fig. Diagrama de flujo de materiales en la fabricación de estructuras metálicas.

9.- NUMERACION DE ORDEN.- Desde que se recibe del cliente la solicitud de cotización se le asigna a ésta un número progresivo- que seguirá después al pedido establecido durante todo el proceso hasta su embarque final. En toda la correspondencia, planos, contratos y administración en general, así como para la órden de trabajo para cada cotización y pedido se indicará su número correspondiente.

La numeración de órden de trabajo fija para cada contrato- se emplea en:

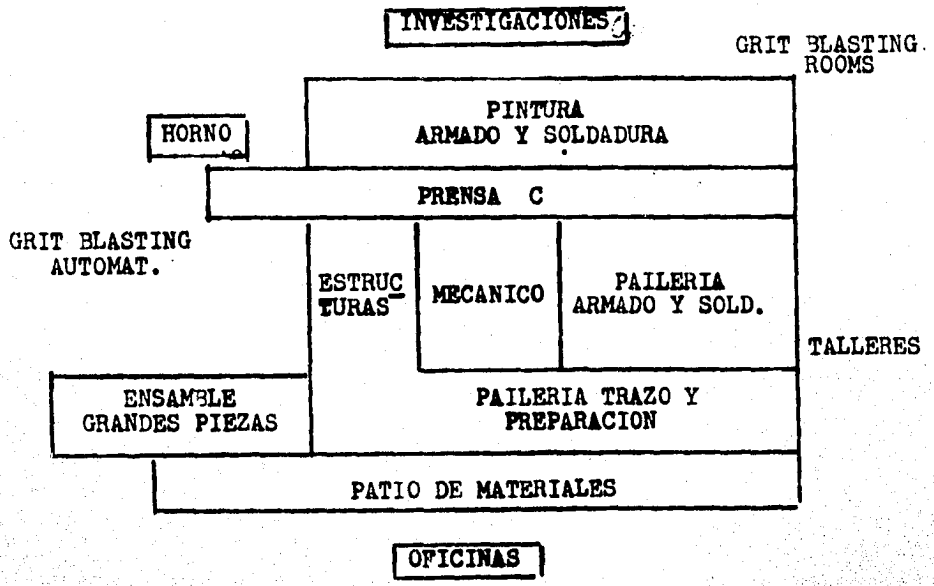
a) Contabilidad.

b) Orden de trabajo de taller.

10.- PLANEAMIENTO DEL EDIFICIO.- Para planear la forma y ubicación de los edificios y la ubicación de la maquinaría dentro de ellos, se toman en cuenta los factores anteriormente tratados.- que determinan la organización del funcionamiento del taller.

Para tener la máxima eficiencia funcional del conjunto, se toma el diagrama de flujo y recorrido del material durante la - fabricación como base para la ubicación más conveniente de la - máquinaría y equipo, procurando tener el mínimo de movimientos- inútiles del material. La ubicación de la maquinaria sirve de- base para planear la forma y localización de los edificios, naves y patios de la planta con todas sus instalaciones.

En los casos en que la construcción esté ya hecha, se estudia la forma de adaptar la ubicación más conveniente de la ma-- quinaria dentro de los edificios, siguiendo la base del flujo y recorrido del material



CAPITULO II

REQUISICION DE MATERIALES A PARTIR DEL PROYECTO

1.- INFORMACION Y REQUISITOS PREVIOS:

Se procura observar los siguientes lineamientos generales antes de la requisición de materiales y en el supuesto caso de que la empresa haya recibido la órden ó establecido el pedido.

a).- Simplicidad en el proyecto, con la mínima variedad de secciones, diseños especiales y detalles para simplificar el trabajo, procurando estandarizar detalles.

b).- Información completa sobre el proyecto, especificaciones de material y fecha de promesa de entrega del trabajo terminado para poder suplir los materiales que no haya en existencia cuando el tiempo de entrega lo permita.

c).- Dibujos de taller completos y detallados, basados en toda la información relativa al contrato que abarca diseños, dibujos generales, levantamientos topográficos, especificaciones, esquemas, etc.
Estos dibujos de taller deben indicar con exactitud las secciones, largos y especificaciones de todos los materiales, conexiones detalladas indicando el tamaño y posición de los taladros y remaches; tamaño, espesor, posición y especificaciones de cordones de soldadura; cortes, uniones, bases, remates y todos

los detalles necesarios para el trabajo exacto del taller. Las marcas de corte y embarque deben mostrarse en un plano de estructura completa. Conviene hacer una pre-requisión ó lista de materiales completa del trabajo detallado en cada plano en la orilla derecha del mismo, para simplificar la requisición de los materiales.

c).- Listas de Taller, las listas de taller deben contener los siguientes datos generales de todos los miembros de la estructura.

Designación ó número de la pieza ó miembro.

Clase de material que se usará en fábricar cada miembro.

Longitud total ó parcial entre empalmes ó juntas de campo.

Peso de cada pieza individual.

Número de piezas que forman un miembro.

Peso del miembro completo.

Lista del material perfilado con número de partida indicando los largos de las piezas y las secciones que se usen del almacén.

2.- REQUISICION DE MATERIALES.- Basandose en los diseños generales, croquis y detalles de la estructura se procede a la requisición de los materiales en la siguiente forma:

Ejecución de una pre-requisición de materiales por secciones iguales para ordenar a la laminadora ó reservar del almacén del taller ó patio.

Para pequeñas estructuras se hacen listas de material completas.

Para grandes estructuras, las listas se hacen por entregas según el proceso de montaje.

En la preparación de la pre-requisición de material a la laminadora ó al almacén se observan las siguientes reglas generales:

a) Ordenar primero el material principal

b) El largo se ordena con tolerancia de 3 cm. mayor- que el diseño de detalle.

c) Ordenar largos comerciales según el tipo de sec- - ción.

3.- TIPOS DE MATERIALES.- Los materiales que se fabrican en -- nuestro país pueden agruparse en general en los siguientes tipos de secciones y calidades.

COMERCIALES	Redondos Media caña Cuadrados Planos Soleras Angúlos menores Tes Zetas
ESTRUCTURALES	Angúlos Mayores Angúlos de lados desiguales Tees Mayores Placas Viguetas "I" (tipo americano) Viguetas "H" Canales "U"
PLANCHA Y LAMINA	De primera De segunda Irregular
MATERIALES ESPECIALES	Tuberia Conexiones Tornillería Remaches Pernos Templadores Barras de ojo Soldaduras Electrodos Fundentes Metales de relleno
GASES	Oxigeno Acetileno Butano

Fig. Tipos de materiales del país usados en talleres de estructuras metalicas.

4.- PROBLEMAS NACIONALES DE ADQUISICION DE MATERIALES.- Existen en nuestro país diversos problemas para la adquisición oportuna en el momento en que se necesiten de uno ó varios de los materiales requeridos en una obra.

Estos problemas se originan principalmente por la escasés en el mercado ó en las laminadoras de algunos materiales debido a la demanda comercial ó a la producción insuficiente y poca variedad de secciones que se laminan en el país. Debido a esta poca variedad de secciones, a veces se dificulta también la sustitución económica de unas secciones por otras similares que hubiera en el mercado.

5.- EXISTENCIAS O PROVISION DE MATERIAL DE CAMPO.- Por las eventualidades mencionadas anteriormente para la adquisición de los materiales, conviene tener en bodega , patio ó campo una provisión constante de los materiales que se utilicen con más frecuencia ó que sufran escasés en el mercado, para ser utilizados en el momento oportuno en el taller ó en el campo.

ORGANIZACION DEL ALMACEN DE MATERIAL.

MANEJO Y CONTROL DE SALIDA DE LOS MATERIALES.

1.- ESPECIFICACIONES DE RECEPCION DEL MATERIAL.- El material de acero estructural y comercial, las planchas y láminas y los materiales especiales deben satisfacer, para su recepción, las especificaciones correspondientes, que se encuentran vigentes a la fecha de compra del material según la siguiente tabla.

TABLA NO. 1

ESPECIFICACIONES DE RECEPCION DE MATERIAL			
TIPO DE MATERIAL	ESPECIFICACION	SERIE NO.	INSTITUCION
Comercial Estructural Placa Plancha Lámina	Especificaciones Standar para Acero estructural para puentes y edificios.	A 6 y A 7	A. S. T. M. Sociedad Americana para ensaye de materiales.
Remaches Tornillos	Especificaciones Standar para Acero de Remaches Estructurales.	A 141	A. S. T. M. Sociedad Americana para Ensaye de materiales.
Acero Fundido Fierro Fundido Materiales Diversos	Especificaciones correspondientes según tipo.		A. S. T. M.
Soldaduras Fundentes Metales de relleno	Especificaciones para electrodos de soldadura al arco para fierro y acero.		A. W. S. Sociedad Americana de soldadura.

2.- RECEPCION DE MATERIAL.- Al recibir y descargar los embarques del material, se examina éste cuidadosamente para descubrir cualquier defecto, rajadura, pandeos, hojeamientos ó cualquier otro-defecto de mala calidad que no satisfaga los requisitos de la especificación de recepción correspondientes, reportando el material defectuoso para cambiarse.

También se checa cada pieza ó partida contra las órdenes de compra para verificar las secciones, largos, calidades y especificaciones correctas.

3.- ALMACENAJE DE MATERIAL.- El material se clasifica y apila -- por secciones iguales sobre calzas ó en anaqueles y rimeros colocados en los lugares más convenientes del patio ó almacén para - tener el mínimo de maniobras en el manejo de recibo, almacenaje- y despacho del material para usarse en el taller.

En ocasiones que se requiera usar el material de inmediato, pueden eliminarse maniobras descargando, clasificando y apilando directamente en calzas cercanas a los carriles que se dirigen a las máquinas en las que va a ser usado como sigue:

a) Viguetas y canales alineados con enderezadoras y cortadoras de viguetas.

b) Angúlos alinados con enderezadoras y cortadoras de angúlos.

c) Placas. Cerca de rodillos enderezadores, cortadoras de - cizalla ó de gas.

4.- MANEJO DE SALIDA DE MATERIALES.- El material se mueve del patio de recibo ó del almacén a los talleres por medio de carreti-

llas especiales llamadas BUGIES ó DIABLOS, que son pequeños carritos con plataforma para correr en vía angosto ó con ruedas planas para rodar por tierra ó pavimento.

Estos carritos se empujan a mano ó con tractores eléctricos ó de gasolina cuando se mueven cargas pesadas.

Se usan también tractores tipo "Caterpillar", gruas tipo automotor, gruas Titan de campo ó gruas Viajeras, equipo LIFT, LOAD, HYSTER, YALE, GRUAS DE PATIO, etc.

5.- CONTROL DE LA SALIDA DE MATERIALES.- Se hace mediante vales u ordenes de salida del almacén en las cuales se especifique:

a) Número ó designación de la órden de trabajo ó contrato al que se cargará el material.

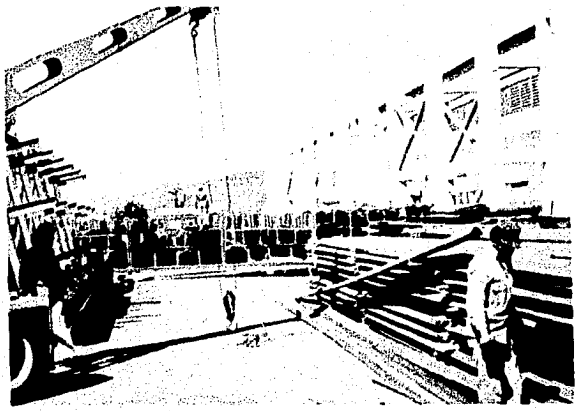
b) Especificación del material.

c) Medidas de la sección y largo.

d) Número de piezas.

e) Peso total.

f) Alguna observación aclaratoria.



Vista de un patio de material con anaqueles para los diversos perfiles y con material estibado sobre calzas.

La grúa se usa para el manejo del material.

CAPITULO III

PROBLEMAS Y SISTEMAS DE ENDEREZADO

1.- PROBLEMAS DE ENDEREZADO.- El primer paso en el proceso de fabricación de cualquier trabajo de taller o de campo es el de enderezar y corregir defectos apreciables en el material, originados por una ó más de diversas causas, tales como laminado-defectuoso, enfriamiento disparejo, transporte descuidado, flexión excesiva, aplilamientos incorrectos, golpes, caídas, exposición excesiva al calor, manejo incorrecto, etc.

Los defectos resultantes son de varios tipos y en menor ó mayor grado de importancia dentro de los problemas de enderezado, cuyas soluciones dependen de la aplicación del sistema de enderezado correcto y económico para cada caso.

La mayor causa de defectos en el material es originada en la laminación, el enfriamiento posterior ó por fuerzas externas que producen una deformación permanente en toda la pieza ó en parte de ella.

Los problemas de enderezado en general se reducen a encontrar los medios más eficientes de aplicar unas fuerzas externas en sentido contrario a las que originarón la deformación, tratando en esta forma de producir una deformación contraría que corrija ó elimine el defecto.

2.- SISTEMAS DE ENDEREZADO.- En general hay un sistema de enderezado para cada problema ó defecto en especial, aunque pue-

de haber casos en los que deba emplearse una combinación de varios sistemas para la solución efectiva del problema.

A continuación se detallarán los sistemas de enderezado más usuales:

a).- Sistemas mecánicos.- Por estos sistemas se logra la aplicación directa de las fuerzas que deberán producir la deformación contraria al defecto para corregirlo.

Estos sistemas abarcan el empleo de diversas herramientas-aparatos, equipos y maquinaría de varios usos y capacidades según sea la magnitud de la fuerza que deba aplicarse, el material y el problema que trate de resolverse.

En los sistemas mecánicos en general se emplea los siguientes equipos, según la aplicación indicada:

TABLA NO. 2

SISTEMAS MECANICOS DE ENDEREZADO DE MATERIAL

APLICACION	EQUIPO O HERRAMIENTAS
Golpe Directo	Martillos Macetas Marros
Presión Fija	Prensas de tornillo Torniquetes Gatos mecánicos Gatos Hidráulicos Prensas Hidráulicas Bulldozers
Presión Giratoria	Rodillos enderezadores Roladoras Máquinas Yoder
Oposición de Fuerzas	Grifas Llaves de mordaza Llaves de cadena Aplicación de palancas

b).- Sistemas termicos.- Los sistemas termicos se basan en la aplicación de calentamientos lentos y enfriamientos bruscos- en una zona del material que abarque la parte defectuosa, aplicados convenientemente de modo que produzcan dilataciones y contracciones previamente calculadas y controladas durante el proceso, en tal forma que las deformaciones resultantes sean opuestas al defecto que trata de corregirse para que éste quede eliminado ó reducido a un mínimo tolerable.

PRINCIPIO BASICO DEL SISTEMA

En las piezas que han sido deformadas en frío por golpes ó sobre-cargas, el metal que está alrededor del punto donde hay - dobléz se ha estirado de manera que dicho espacio está más delgado y menos resistente que antes de ocurrir el desperfecto.

La corrección del defecto consiste en recalcar y engrosar- la zona estirada para devolverle su primitiva forma y resistencia. Esto se logra mediante la aplicación concentrada de calor basandose en el principio siguiente:

El calor concentrado en el area reducida que circunda la - extensión del defecto, hace que esta parte del metal se expan-- sione mientras la masa circundante del metal sin calentar obra- como tornillo de sujeción, dirigiendo la mayor parte de la ex-- pansión de manera que el espacio caldeado se recalca y engruesa más que en estado frío. Conforme se va enfriando el area calentada, las fuerzas de contracción tienden a traer de nuevo la --

pieza a su forma y tamaño primitivos, tratando de extender el - metal recalcado que adquiere más resistencia conforme baja su - temperatura, siendo entonces más fácil que las fuerzas de con-- tracción tiren de toda la pieza y la enderecen antes que pueda- adelgazar nuevamente la parte engrosada.

La aplicación de estos sistemas térmicos, se hace mediante equipos para calentamiento directo ó por calentamiento inducido, según la siguiente tabla:

TABLA NO. 3

SISTEMAS TERMICOS DE ENDEREZADO DE MATERIAL

APLICACION	EQUIPO
Calentamiendo directo	Fraguas Sopletes de gasolina Sopletes de gas ó mecheros
Calentamiento inducido	Con arcos de carbón Con resistencias eléctricas acopladas a máquinas de soldar

3.- APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE ENDEREZADO.- La aplicación - del sistema conveniente de enderezado para cada caso depende - - principalmente de los siguientes puntos:

a).- Defecto ó problema que se pretende corregir.

b).- Tipo de material de que se trate.

c).- Sección ó perfil y dimensiones de la pieza a corregir.

d).- Tolerancia máxima y precisión que se desee obtener.

e).- Costo de la aplicación del sistema.

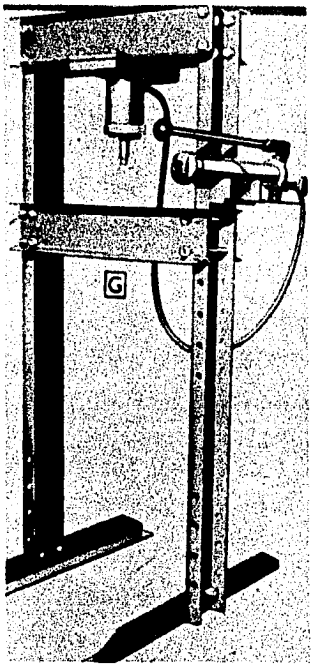
f).- Rapidez requerida para la solución del problema.

La siguiente tabla dá una idea general de los diferentes - problemas que se presentan y los sistemas usuales más económi-- cos que se aplican.

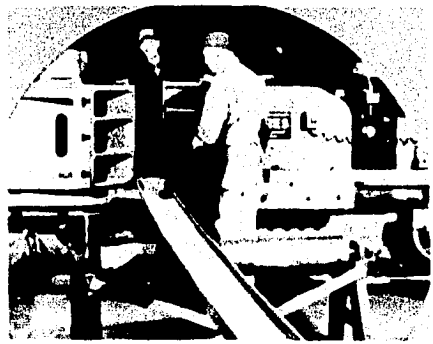
TABLA NO. 4

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE ENDEREZADO

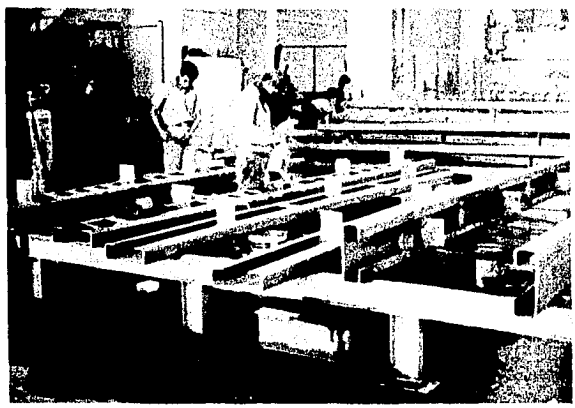
DEFECTO	MATERIAL	DIMENSIONES	SISTEMA
Arco ó Doblez	Angulos Soleras Barras Placas Viguetas Canales Tubería	Menores Mayores	Rodillos enderezadores Golpe directo Presión fija Térmico Bulldozer
Alabeado ó Torcedura	Angulos Soleras Barras Placas Viguetas Canales Tubería	Menores Mayores	Torsión Térmico
Arco abombado ó combado	Planchas Láminas	Menores Mayores	Golpe Directo Presión fija Presión giratoria Térmico



Prensa con gato hidraulico usada para enderezar material.



Enderezado de una vigueta mediante la presión ejercida -- por por un Bulldozer.



Aplicación del sistema termico por calentamiento directo son soplete de gas para enderezar materiales antes de -- trabajarse ó trabajos deformados por efecto de la soldadura.

4.- EFECTO DE RESORTE.- En todos los casos de enderezado debe-sobrepasarse la posición alineada normal de la pieza con un margen de tolerancia para absorver el regreso del material debido-al "efecto de resorte", de tal manera que después de todo el -- proceso de enderezado y al dejarse libre el material, éste tome su estado final derecho.

5.- TOLERANCIAS.- Debido a la misma naturaleza elastica del material, no es posible llegar a la perfección y exactitud en la corrección y enderezado de las piezas, sino que ésto se hace - dentro de ciertos límites de tolerancia, aplicables a cada caso según los factores de:

a).- Tipo de Material de que se trate.

b).- Dimensiones y tipo de la pieza

c).- Uso a que se destine.

d).- Sistema de enderezado que se emplee.

PROBLEMAS Y ORGANIZACION DEL TRAZO

SISTEMAS DE TRAZO

1.- PROBLEMAS DEL TRAZO.- La operación del trazado y marcado de fabricación en estructuras metálicas es de fundamental importancia tanto por ser la primera operación básica del proceso de fabricación como por requerir de gran precisión y cuidado en su desarrollo para obtener los mejores resultados, eliminandose los riesgos de hechar a perder material en el corte, punzonado ó el armado, por errores originados en el trazo.

Los problemas del trazo consisten en aplicar los medios más eficientes para interpretar y transportar debidamente el material todos los datos consignados en los planos, referentes a dimensiones, formas, cortes, espaciamientos de remaches, etc., para poder marcar visiblemente en el material las líneas de corte, los centros de taladros ó agujeros y demás indicaciones necesarias para los procesos subsecuentes.

2.- ORGANIZACION DEL TRAZO.- La organización del trazo debe seguir la siguiente secuencia en general:

a).- Partiendo de los planos de taller se procede a hacerlas plantillas ó dibujos necesarios al tamaño natural según sea el sistema de trazo adoptado.

b).- Las plantillas ó dibujos correspondientes se sujetan al material y se marcan los centros de los agujeros a golpe con punzón de marcar y se rayan los cortes directamente sobre el material através de la plantilla ó dibujo, según sea el sistema adoptado para trazar.

c).- Se marca el material con número de contrato y marca - de ensamble, quedando listo para las operaciones subsecuentes.

3.- SISTEMAS DE TRAZO REMACHADO.- Para trazar las perforaciones y cortes del material se usan varios sistemas, dependiendo del equipo, que se use para punzonar. En general se usan los siguientes sistemas:

TABLA NO. 5

TIPO DE PUNZONADORA	SISTEMA DE TRAZO
Sencilla	Rayado Directo Plantillas
Doble ó Multiple	Escantillones Tiras Perforadas
Prensas de Cortina	Sin uso de Plantillas

a).- Rayado Directo.- Este sistema consiste en marcar en - el material todos los cortes y localizar los agujeros rayando - directamente de los dibujos a tamaño natural, sin necesidad de plantillas. Se usa principalmente en el trazo de placas con intersecciones curvas, vigas y canales que no se dupliquen y en general cuando el trabajo es complicado y el número de piezas -

por fabricar es corto.

b).- Plantillas.- Las plantillas ó modelos se hacen de madera, cartones especiales ó lámina de acero a tamaño natural. - Se marcan en ellas todas las perforaciones, cortes, descripción y marca de identificación de la pieza que vaya a hacerse con la plantilla.

Las marcas de identificación de la plantilla deben indicar los siguientes datos:

1.- Número de contrato para el que se destina.

2.- Número de piezas y descripción del material que vaya a ser marcado con la plantilla.

3.- Número del plano de ensamble donde se identifique la - pieza.

4.- Marca de corte y de ensamble de la pieza.

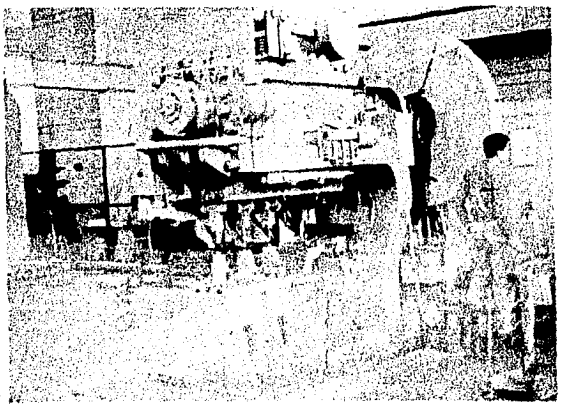
Las plantillas se hacen para detallar material menor de -- 3 m.; para material mayor de 3m. que no tenga duplicación ó - - cuando el espaciamiento de las perforaciones no se adapta a u-- sar punzonadora múltiple. Generalmente el material mayor de- 3 m. se detalla para punzonadora múltiple y no necesita plantillas, sino que se usan escantillones ó tiras perforadas.

Algunas veces una placa de alma u otro tipo se detalla con la mayoría de las perforaciones arregladas para punzonadora múltiple y el resto se espacía irregularmente. En estos casos se hace la plantilla para las perforaciones irregulares, localizando también en ella algunas de las perforaciones que coincidan -

con las que se hagan en la punzonadora múltiple, después se coloca la "plantilla de trampa", haciendo coincidir las perforaciones guías y se marcan las demás perforaciones para punzonarse individualmente. Las plantillas para ángulos cortos se hacen generalmente de cartón. Para los ángulos mayores las plantillas se hacen de madera para un lado y cartón para el otro. - Los respaldos de cartón se usan para pequeñas cantidades de ángulos y los respaldos de madera para grandes cantidades.

Las plantillas para ángulos doblados se hacen totalmente - de madera y principalmente de cartón especial con un eje de dobléz.

c).- Escantillones y tiras perforadas.- Los escantillones y tiras perforadas se hacen de madera ó lámina a tamaño natural. Se marcan en ellas los espaciamientos de las perforaciones, para usarse en el empleo de punzonadoras dobles y múltiples ó de bastidor y cuando hay varias duplicaciones, en cuyos casos no - se marca ni se rava el material.



Punzonadora multiple
En estas máquinas se usan los escantillones ó tiras perforadas.

ORGANIZACION DEL CORTE

EQUIPOS USADOS

1.- ORGANIZACION DEL CORTE.- El proceso de fabricación del material en el taller varía de acuerdo con el tipo de material y -- clase de trabajo a desarrollar. Así algunos materiales se cortan antes de ser punzonados ó taladrados y otros se cortan después de esa operación.

Generalmente, el material de largo menor de 3 mts., que se denomina "material de detalle" se corta antes de ser punzonado- ó de alguna operación posterior, excepto cuando haya una considerable duplicación de piezas en que conviene cortar una pieza- larga después de haberla punzonado ó taladrado con equipo múltiple para obtener simultaneamente varias piezas chicas.

Los materiales largos en general siguen las siguientes operaciones:

a).- Viguetas y canales se cortan y despatinan (cuando sea necesario) después de punzonarse.

b).- Las viguetas y canales que requieran terminando en -- sus extremos, generalmente se maquinan en cepillo ó - torno antes de punzonarse.

c).- Angulos, soleras, zetas, tes y otros perfiles largos- se cortan después de ser punzonados y enderezados.

d).- Las placas largas se cortan ó desbastan después de -- punzonarse.

Teniendo ya terminado el proceso a seguir en las operaciones de la fabricación, se organiza el sistema de corte como una

operación intermedia, colocando las máquinas y equipos necesarios para los diferentes tipos de materiales y sistemas de corte en los lugares más convenientes a modo de tener el minimo de maniobras con el material y la máxima eficiencia en el proceso.

2.- SISTEMAS DE CORTE Y EQUIPOS USADOS.- Los sistemas de corte del material estructural pueden dividirse en dos grandes grupos tomando en cuenta los medios que se usen para hacer el corte. Así hay sistemas mecánicos y sistemas por fusión. A su vez estos sistemas se subdividen según sea el tipo de acción ó proceso que se ejerza en el material para lograr el corte del mismo.

La siguiente tabla dá una idea general de los sistemas de corte y los equipos y herramientas usados:

TABLA NO. 6

SISTEMA	ACCION O PROCESO	MAQUINAS, EQUIPOS O HERRAMIENTAS
MECANICO	Cizallar al esfuerzo cortante	Ironworker ó Cortadora Universal Cizallas de cortina ó guillotina para plancha Cizallas biseladoras Cizallas despuntadoras
	Aserrar en frío	Seguetas Sierras cinta Sierras de disco dentado Sierras de disco de fricción Sierras de disco de esmeril
	Cepillar ó desbastar	Cepilladoras de canto en planchas Achaflanadoras Cepilladoras de mesa
POR FUSION	Flama oxidante	Sopletes de oxigeno - acetileno Sopletes de oxigeno - butano
	Arco eléctrico	Soldadoras de arco eléctrico con electrodos de carbón, grafito y de electrodo metálico

Los diferentes equipos, maquinarias y herramientas que se usan en el corte del material estructural son de varios tamaños y capacidades de acuerdo al tipo de material que vaya a cortarse con ellos. Pueden ser funcionamiento manual, mecanico, eléctrico ó hidroneumático.

A continuación se describen las generalidades de las maquinas y equipos de corte más usuales en talleres de estructuras:

A).- Ironworker ó cortadora Universal.- Esta máquina es la más importante en el corte de material estructural debido a sus múltiples aplicaciones y a su economía de funcionamiento.

Consta de diversos juegos de cizallas y dados de corte montados y operados en la misma máquina para los siguientes usos:

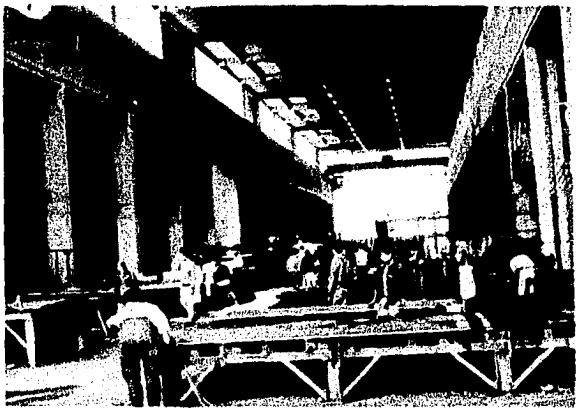
CIZALLAS DE ANGULOS, ZETAS Y TES.- Cortan las dos y tres ramas respectivamente en una sola operación. Algunas pueden girarse para hacer cortes oblicuos.

CIZALLAS DE BARRAS.- Cortan redondos, cuadrados, soleras planas y otros perfiles chicos.

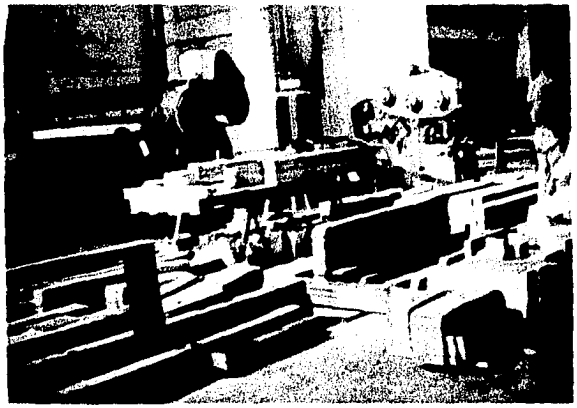
CIZALLAS DE VIGUETAS Y CANALES.- Cortan en una sola operación principiando del centro del alma hacia afuera a ambos lados hasta cortar los patines.

CIZALLAS DE PLACAS.- Cortan en una sola operación. Algunas pueden girarse para hacer cortes oblicuos.

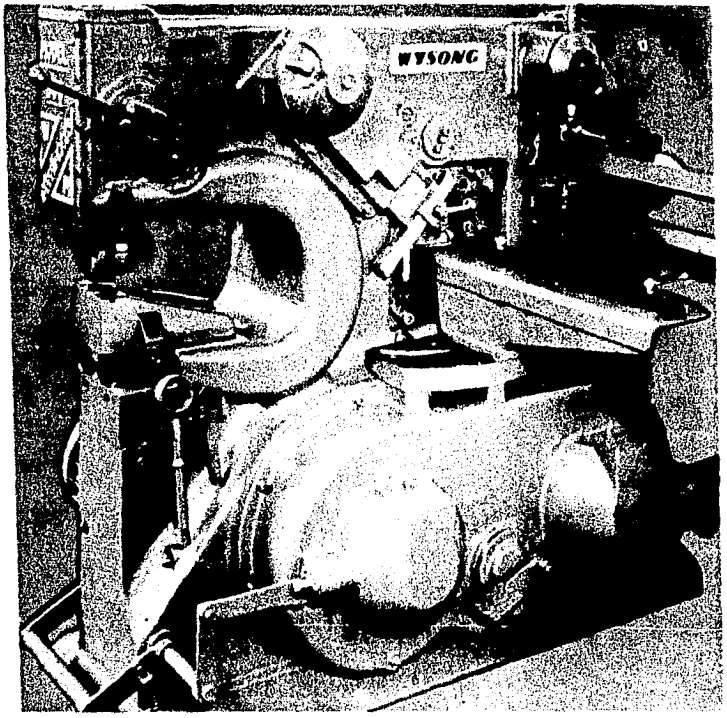
B).- Cizallas de Cortina ó Guillotinas.- Se usan para cortar placas y planchas largas, corriendo las placas en la dirección de la cuchilla después de cada golpe de corte.



Vista de la seccion de trazo y corte de material.
Al frente se ven las mesas de trabajo para el corte de planchas por el sistema de fusión mediante el soplete de gas.

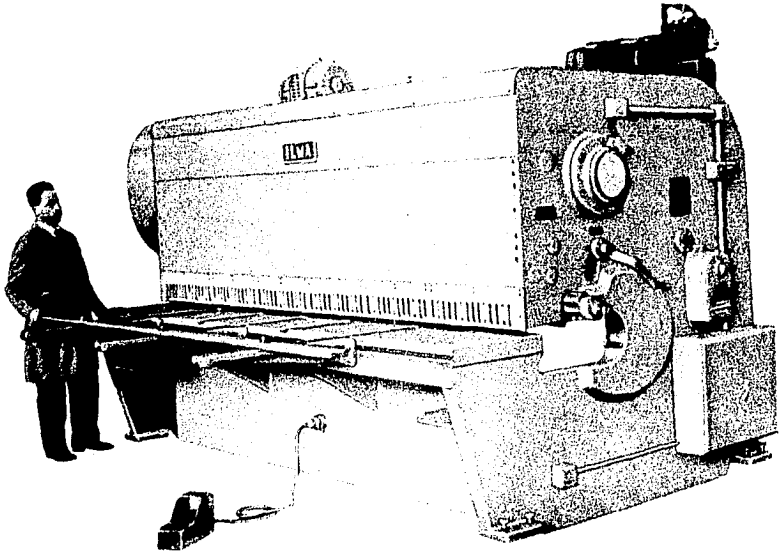


Vista de la sección de corte por el sistema mecánico.
A la derecha se ve la máquina cortadora Universal ó Iron worker con el material apilado.
A la izquierda se ve la cizalla de cortina para corte de planchas.



A

Cortadora Universal (Iron worker ó Steel worker) Para corte de perfiles, combinada con punzonadora (extremo izquierdo) y con entalladora para hacer ranuras y muescas (extremo derecho)



B

Cizalla - Guillotina de cortina para corte de placa y plancha.

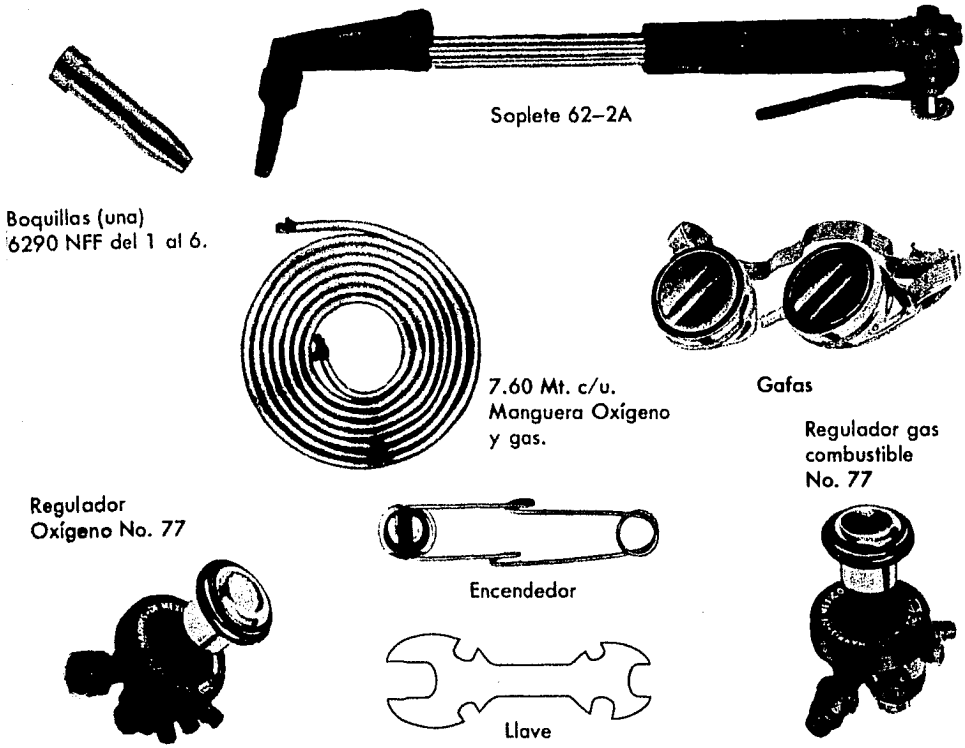
FOTOS: Cortesia de "Máquinas y Herramientas SABIN ST. GERMAIN, S.A."

C).- Soplete de oxígeno-acetileno y de oxígeno-butano.- - El corte con soplete de gases consiste en precalentar el material a cortar hasta su temperatura de ignición y oxidarlo rápidamente por medio de un chorro ó corriente de oxígeno regulado exactamente. Es por lo tanto, esencialmente un proceso químico de oxidación rápida del metal ferroso, en el cual el acetileno ó el butano sirven de combustible y el oxígeno como oxidante.

La flama se produce combinando dos gases (oxigeno y acetileno ú oxígeno y butano) a presión, mezclandolos en sopletes adecuados con reguladores de presión y control de flama mediante válvulas.

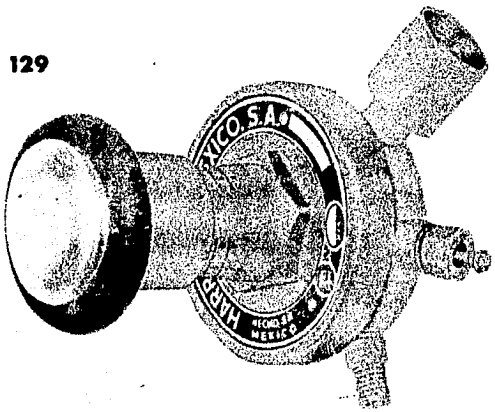
El soplete se usa principalmente en el corte de planchas gruesas, secciones y perfiles mayores que la capacidad de las cizallas; hacer cortes irregulares, curvos, en bisel ó chaflan, y en lugares ó posiciones de corte donde no puedan usarse los sistemas mecánicos; en reparaciones y demoliciones, y en algunos casos como auxiliar ó sustituto del taladro.

El pantógrafo ó soplete automático movido por motor se usa para cortar automáticamente con velocidad uniforme, siguiendo líneas rectas, curvas ó figuras irregulares copiando una - plantilla ó modelo y para la preparación de bordes ó cantos de planchas.

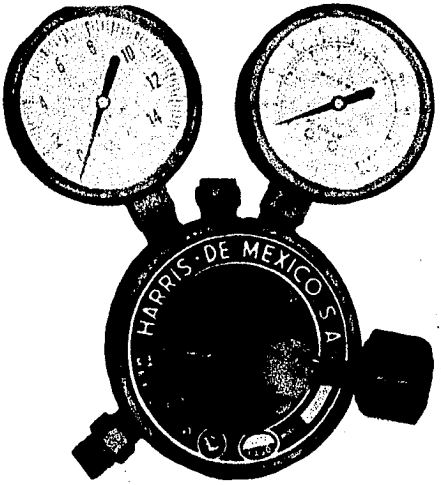


Equipos usados en el corte manual con soplete de gases

129

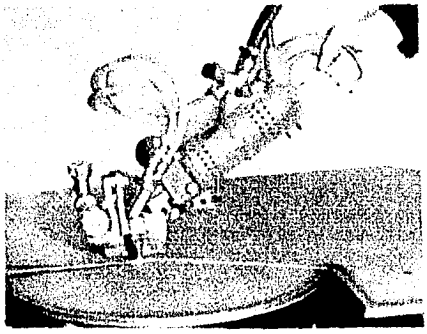


Regulador de presión de mango
sin manometros.

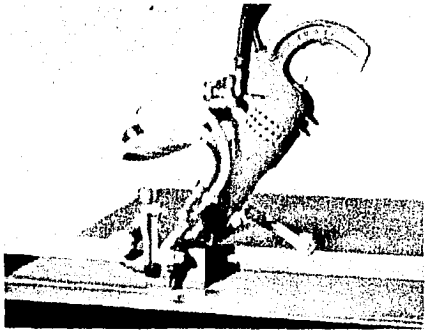


Regulador de presión con
manometros.

FOTOS: Cortesia de "HARRIS DE MEXICO, S. A."

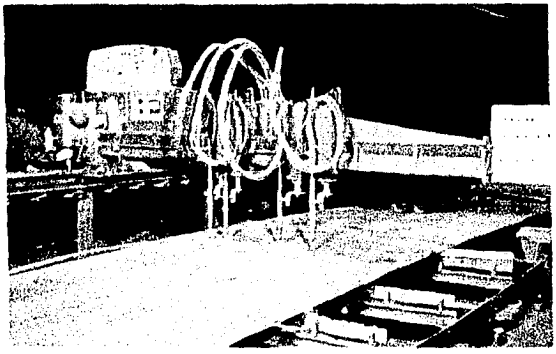


Se cortan con facilidad y con guía de la mano, per files de acuerdo con trazados sobre la pieza de trabajo.



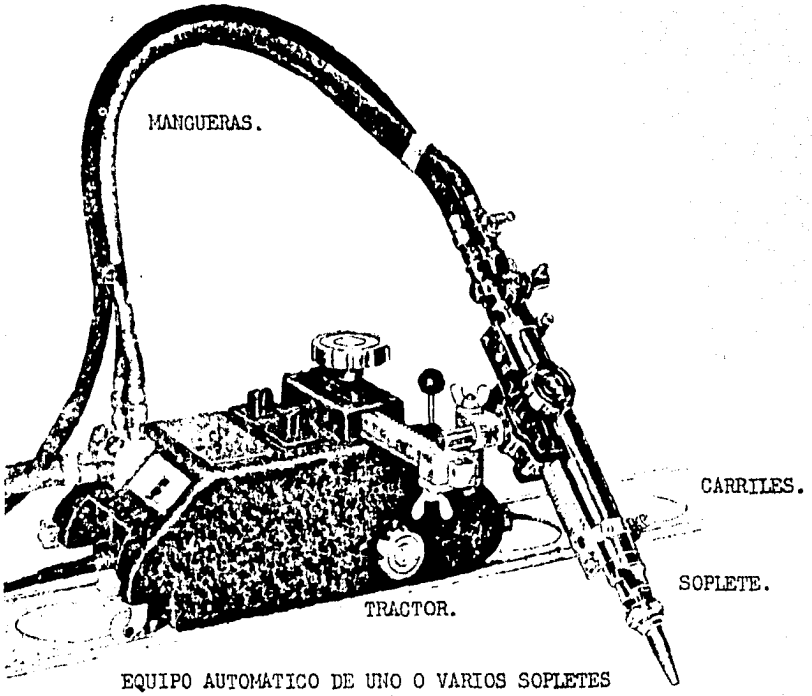
Cortes rectos se efectúan de la mejor manera con guía automática de acuerdo con una regla de hierro angular.

Uso del soplete semi-automatico y automatico



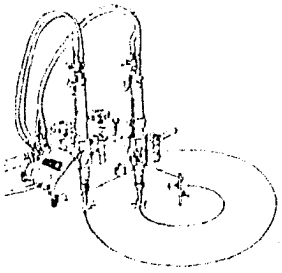
Uso del pantografo en corte automatico
de varias boquillas.

FOTOS: Cortesia de "GASES AGAMEX, S. A."

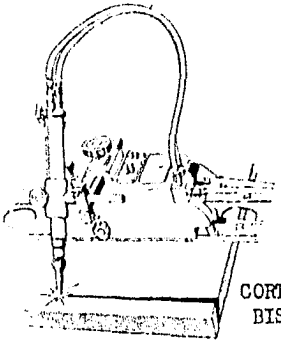


EQUIPO AUTOMATICO DE UNO O VARIOS SOPLETES
PARA CORTES RECTOS, CIRCULARES, ARCOS y BISELADO DE PLANCHAS.

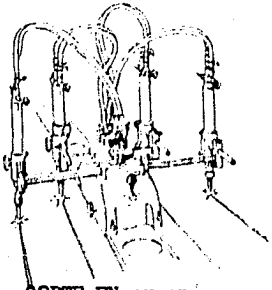
Fig. 1



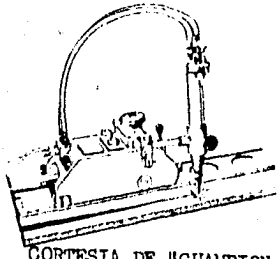
CORTE CIRCULAR DOBLE



CORTE RECTO Y BISELADO



CORTE EN CUATRO LINEAS



FOTOS
CORTESIA DE "CHAMPION DE MEXICO, S.A."

D).- Cortadora de arco electrico.- El corte mediante el proceso de arco electrico se usa principalmente en los materiales que no pueden ser cortados satisfactoriamente con el soplete de oxígeno. Entre estos materiales están el fierro fundido, aceros inoxidables, aceros al manganeso y los metales no ferrosos en general debido a su reluctancia a la oxidación.

En este proceso se usan generalmente electrodos de carbón, grafito y electrodo metalico.

3.- PREPARACION DE BORDES PARA SOLDADURA CON EL SISTEMA DE ARCO-AIRE ó ARCAIR.- El corte con arco electrico por el proceso de ARCO AIRE ó ARCAIR se usan con ventaja de tiempo y economía en la preparación de bordes ó cantos de los materiales para soldarse, mediante cortes en ranura, bisel, socavación ó fresado de diversos tipos, principalmente en placas y planchas para juntas en U, doble U, etc. También se usa para preparar el lado inferior ó fondo de las soldaduras cuando se solda el cordón de respaldo ó refuerzo y para remover rebaba, escoria, puntos de soldadura ó metal sobrante.

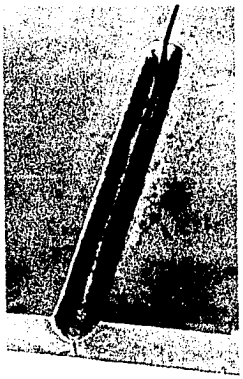
En el sistema ARCO AIRE (ARCAIR) se emplea una máquina de soldar de corriente directa y una compresora de aire. El metal se funde por medio del arco eléctrico e inmediatamente se socava y se saca el metal fundido mediante una corriente de aire a presión dirigida constantemente al punto del arco.

El arco eléctrico se mantiene entre el metal de trabajo y un electrodo de carbón-grafito sujetado por un maneral espe-

cial que controla la salida del aire a presión y lo dirige automaticamente hacia el punto del arco, independientemente de la posición de operación.

La corriente eléctrica y el aire comprimido se hacen llegar al maneral dentro de un cable concéntrico especial que se suministra.

La escoria y el metal fundido se retiran constantemente fuera de la superficie de trabajo, dejándola libre y limpia.



Aplicación del sistema ARCO-AIRE (arcair).

Las placas se juntan a tope sin preparación previa en los cantos, después se aplica el Arco Aire, que socava una ranura uniforme y limpia, lista para recibir la soldadura sin trabajo adicional, y con un considerable ahorro en los costos de fabricación.

FOTOS: Cortesia de "CHAMPION DE MEXICO, S. A."

TABLA NO. 7

CORTE CON SOPLETE A MANO EN LINEA RECTA. EN ACERO LIMPIO

CONSUMO DE GASES Y TIEMPO EMPLEADO

Espesor del acero	Tamaño de boquilla	Diametro del orificio cortante	Presión oxígeno	Velocidad de corte	Consumo de gases por metro cortado	
					Oxígeno	Acetíleno
mm	número	mm	kg/cm^2	cm/min	m^3/m de corte	m^3/m de corte
3	000-6	0.95-1.0	1.1-1.6	50-76	0.03-0.04	0.006
6.5	00-6	0.95-1.5	1.1-1.4	40-66	0.05-0.06	0.007-0.01
10	1-6	0.95-1.5	1.2-1.8	38-61	0.07-0.08	0.009-0.01
12		1.2 -1.5	1.4-2.1	30-55	0.10-0.10	0.01 -0.015
20	1 1/2-6	1.2 -1.5	1.7-2.5	30-50	0.13-0.18	0.015-0.03
25		1.2 -1.5	2.0-2.8	22-45	0.16-0.26	0.02-0.03
40	2-6	1.5 -2.0	2.8	15		
50		1.7 -2.0	1.5-3.5	15-33	0.33-0.57	0.03-0.04
75	3-6	1.7 -2.0	2.3-3.9	10-25	0.53-1.11	0.04-0.08
100		2.0 -2.2	2.9-4.2	10-20	0.90-1.36	0.06-0.09
125		2.0 -2.2	3.7-4.9	8-16	1.27-1.84	0.08-0.12
150		2.5	3.2-5.6	7-13	1.95-2.48	0.11-0.16
200		2.5	4.2-5.4	6-15	2.72-3.61	0.17-0.22
250		2.5	5.3-6.7	4- 8	4.36-5.97	0.23-0.35
300		3.0	4.9-6.0	3- 6	6.29-9.58	0.37-0.50

CAPITULO IV

PUNTEO Y FORMADO EN ESTRUCTURAS REMACHADAS Y SOLDADAS

1.- PROCEDIMIENTO DE PUNTEO EN AMBOS TIPOS DE ESTRUCTURAS.- Al tener debidamente enderezado, cortado y punzonado en su caso todo el material de detalle y material principal que formará parte de un miembro ó una serie de miembros duplicados, el siguiente paso es el de armar ó formar las diversas piezas de un miembro para dejarlo en condiciones de remacharse ó soldarse.

El formado es el proceso más dificil y de mayor responsabilidad en el trabajo estructural. Debe tenerse mucho cuidado en mantener las dimensiones totales del miembro y en armar correctamente todas las piezas de acuerdo con los dibujos de taller - que se toman como referencia.

El proceso de punteo es en general el siguiente:

a).- Identificación de las piezas.- Identificar las secciones principales por la descripción pintada en el material. Identificar el material de detalle por las marcas de armado indicadas en los dibujos y pintadas en las piezas.

b).- Limpieza de las piezas.- Limpiar de rebabas, escorias, grasa, pintura, tierra y demás defectos todos los taladros, aristas, cantos y caras de los materiales que van a estar en contacto en la junta.

c).- Punteo de las piezas.- Armar las piezas sujetandolas firmemente con pernos de armado para las estructuras remachadas ó con prensas, grifas y puntos de soldadura resistentes para --

las estructuras soldadas. Se usa 1 perno ó puntos de soldadura en intervalos máximos de 1.50 m. de largo de la pieza.

En esta forma quedan las piezas sujetas entre sí para poder enviarse a la siguiente operación que varía según sea el tipo de estructura remachada ó soldada.

2.- FORMADO EN ESTRUCTURAS SOLDADAS.- El formado en estructuras soldadas requiere mucho cuidado y máxima precisión y ajuste, para evitar altos costos de soldadura y uniones deficientes ó de mala presentación.

Debe procurarse tener las uniones en posición horizontal para soldarse hacia abajo en posición normal.

Las estructuras soldadas se arman y puntean generalmente por alguno de los tres métodos siguientes, según sea el tipo de piezas que se trate de armar. Para cada método se usan los siguientes medios:

a).- Armadura de Plantilla.- En este método se traza y ararma total ó parcialmente una armadura ó pieza de que se trate, con todas sus partes, elementos, materiales, forma y medidas exactas, colocándola sobre el piso ó sobre bancos de trabajo según convenga, para que sirva de muestra ó plantilla al armar sobre ella cada una de las demás piezas iguales que requiera el trabajo.

Para este objeto se puntean en lugares convenientes de la

plantilla unos pequeños topes ó guias que fijen la posición de las partes y elementos de las piezas que se arman sobre ella.

Cuando se temina de armar cada pieza, se quita de la plantilla para dejarla en condiciones de usarse nuevamente, y la pieza armada se pasa al proceso de soldadura.

Al finalizar el armado, se cuenta la misma plantilla como una pieza más del trabajo, ya que se aprovecha y se termina como todas las demás.

Este método se usa principalmente en armar estructuras sencillas, armaduras, marcos rígidos, columnas, trabes, arcos, y en general piezas desarrolladas en un plano y que no se repiten en gran cantidad.

b).- Plantilla con pernos soldados sobre planchas de acero. En este método se traza total ó parcialmente la forma exacta de la pieza con sus partes y elementos, marcándose sobre planchas de acero que sirven como plantilla para armar sobre ella la pieza ó piezas que requiera el trabajo. Como topes, guías y referencias para fijar la posición de las partes y elementos de las piezas, se usan unos pequeños pernos que convenientemente se localizan y se sueldan a las planchas de acero.

Este método se usa principalmente en armar trabajos de pailería, torres, piezas desarrolladas en varios planos, y en general piezas complicadas que no se repiten en gran cantidad.

c).- Bancadas de armado.- En este método se usan unos elementos accesorios llamados "bancadas", que se diseñan especialmente para cada trabajo, y sirven para facilitar la colocación, el armado y punteado de las partes ó elementos de las piezas que vayan a armarse, economizando tiempo y mano de obra con una producción más eficiente de piezas mejor terminadas.

Este método se emplea en trabajos que requieran piezas iguales que se repiten mucho como armaduras, largueros, columnas y en general una gran cantidad de piezas iguales producidas en serie.

En capítulo por separado se trata más ampliamente sobre el diseño de las bancadas empleadas en los talleres de estructuras metalicas.

S O L D A D U R A

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA AL ARCO METALICO

1.- FUNDAMENTOS GENERALES.- La soldadura al arco metalico es un proceso para unir metales mediante el calor generado por el arco eléctrico que se forma entre el metal de base y un electrodo ó varilla metálica, la cual aporta materiales que mejoran la calidad de la junta.

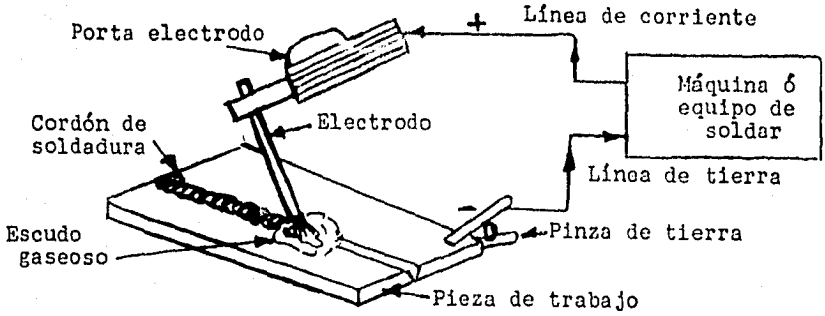
El intenso calor generado por el arco eléctrico funde rapidamente una pequeña parte de las piezas que van a soldarse al mismo tiempo que derrite la punta de la varilla metálica ó eléctrodo, formandose pequeños globulillos de metal fundido que se mezclan y unen con el metal de base.

El metal derretido del eléctrodo es transportado materialmente a lo largo del arco, que lo lleva del eléctrodo a las piezas que se estan trabajando, permitiendo así que la soldadura se haga en cualquier posición, tanto hacia abajo como verticales y sobre cabeza.

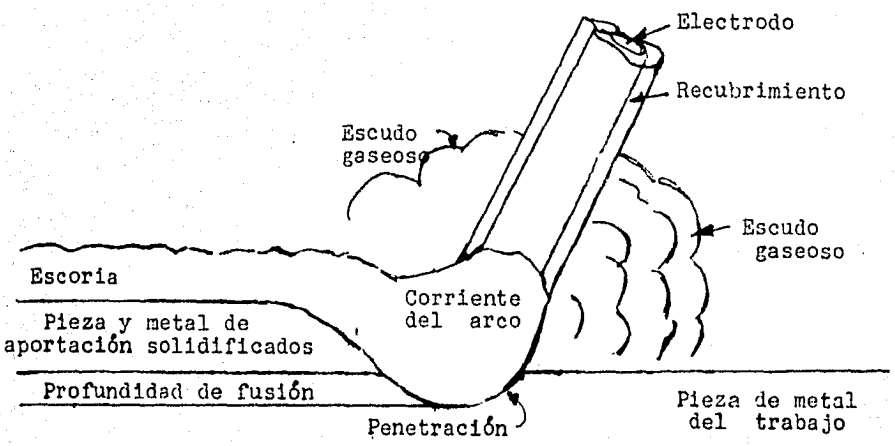
2.- ELECTRODOS.- En el proceso de soldadura al arco metalico usado en los talleres de estructuras, se emplean generalmente dos tipos de eléctrodos ó varillas soldadores que son las siguientes.

a) Varillas ó eléctrodos desnudos (casi en desuso).

b) Varillas ó eléctrodos de recubrimiento pesado.



ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SOLDADURA ELECTRICA



ESQUEMA DE LA ACCION DEL ARCO ELECTRICO
SOBRE EL ELECTRODO Y LA PIEZA DE TRABAJO
EN EL MOMENTO DE SOLDAR

Las varillas ó eléctrodos desnudos (sin recubrimiento) se usan cada vez menos debido a los problemas que presentan la oxidación, nitrogenación y las combinaciones químicas que sufre el metal fundido al tener contacto directo con el aire en el momento de hacerse el arco y que disminuyen la resistencia mecánica.

3.- SOLDADURA AL ARCO PROTEGIDO.- Para evitar los problemas de oxidación y combinaciones químicas al hacerse el arco en contacto directo con el aire, se usan los electrodos de recubrimiento pesado con una capa gruesa ó forro de compuestos químicos especiales, que además benefician la junta, pués su recubrimiento - produce una escoria protectora contra el enfriamiento brusco, - lo que ocasiona que el carbón en estado de solución sólida se - recombine nuevamente para producir un crecimiento de granos de tipo perlítico con aspecto gris opaco que es la mejor estructura que se tiene para resistir efectos mecanicos con porcentajes grandes de alargamiento.

4.- PRINCIPIOS BASICOS DE LOS PROCEDIMIENTOS.- Los procedimientos modernos de soldadura se basan en la obtención de las condiciones óptimas en los siguientes conceptos fundamentales:

A) .- Máximo grado de perfección y sanidad de la soldadura.

B) .- Máxima resistencia de la junta soldada.

C) .- Mínimo costo total de la soldadura.

D) .- Mínima distorción de las piezas después de soldarse.

Para lograr estas condiciones óptimas deben adoptarse los-

procedimientos que consideren los siguientes conceptos fundamentales:

a).- Hacer limpieza de la junta quitando grasa, pintura, - etc.

b).- Hacer el máximo ajuste y asentamiento correcto de las piezas, evitando huecos innecesarios entre ellas.

c).- Colocar la junta en la posición más adecuada para soldarse, de preferencia en posición horizontal soldando hacia abajo. (posición normal).

d).- Hacer la selección correcta del tipo y tamaño del electrodo más adecuado para cada tipo de trabajo que - vaya a ejecutarse.

e).- Usar la máxima corriente recomendada.

f).- Usar la inclinación correcta del electrodo de acuerdo a la técnica apropiada.

g).- Usar la polaridad adecuada.

h).- Mantener el arco tan corto como sea posible.

i).- Correr el arco de soldadura con la máxima velocidad - posible dentro de los límites requeridos para obtener una buena penetración de la soldadura y buena apariencia del cordón.

j).- Obtener la máxima penetración del material con la - - fuerza del arco.

k).- Usar una preparación en el metal base que corresponda a las juntas llamadas calificadas.

5.- REGLAS GENERALES DE LOS PROCEDIMIENTOS.- Para obtener los - mejores resultados en los trabajos de soldadura, deben seguirse las siguientes reglas generales:

A).- Diseñar y especificar el tipo de junta y la resistencia que debe tener en cada caso.

B).- Determinar el procedimiento de soldadura más adecuado y económico para cada junta.

C).- Estipular los factores que deban seguirse en el procedimiento especificando perfectamente en cada tipo y -

tamaño de junta los siguientes puntos:

a).- Preparación de los bordes ó cantos.

b).- Espesor de la junta.

c).- Ajuste mínimo.

d).- Calibre ó medida del cordón de la soldadura.

e).- Tipo y tamaño del electrodo.

f).- Corriente y polaridad necesarias.

g).- Velocidad del arco.

h).- Número de pases ó cordones de soldadura necesarios.

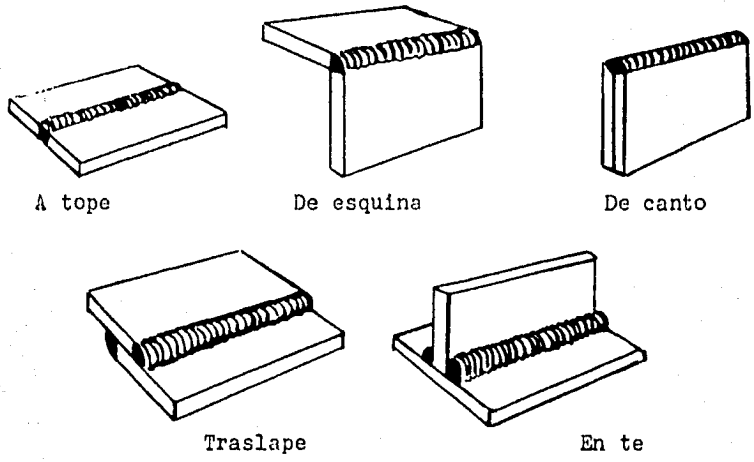
i).- Indicaciones sobre cepillado ó picado.

6.- CLASIFICACION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.- Los procedimientos de soldadura se clasifican en los siguientes grupos generales según los tipos de juntas en donde se aplican y según la posición de la soldadura.

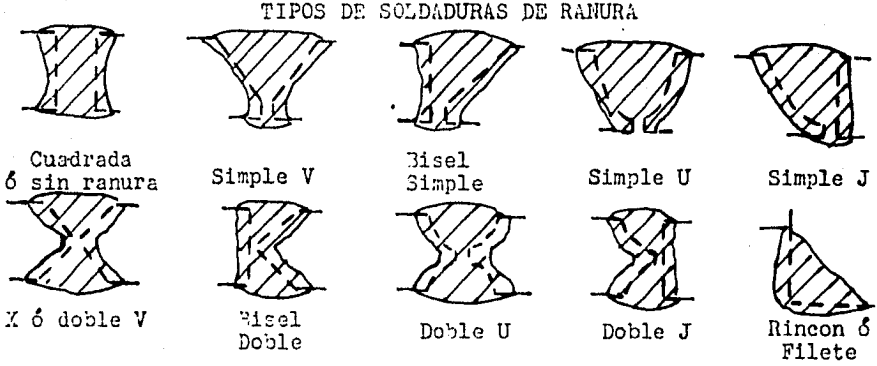
TABLA NO. 8

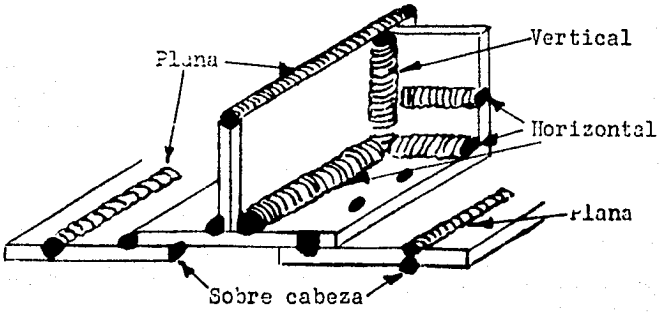
POSICION DE LA SOLDADURA	TIPOS DE JUNTAS O UNIONES				
	A TOPE	DE ESQUINA	DE CANTO	DE TRASLAPE	EN TE
	TIPO DE SOLDADURA				
PLANA (normal)	Sin Ranura Ranura sencilla Ranura doble	Sin ranura Ranura sencilla Ranura doble Filete	Sin ranura Ranura sencilla Cordón	Filete Tapón Muesca	Filete Bisel sencillo Bisel doble Ranura
HORIZONTAL	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
VERTICAL	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
SOBRE CABEZA	Ranura sencilla	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.

TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS



TIPOS DE SOLDADURAS DE RANURA





POSICIONES DE LA SOLDADURA

7.- SOLDADURA MANUAL, AUTOMATICA Y SEMI-AUTOMATICA.- La soldadura al arco metalico puede hacerse con máquinas de corriente directa ó con transformadores de corriente alterna y en operación manual, automática ó semi-automatica.

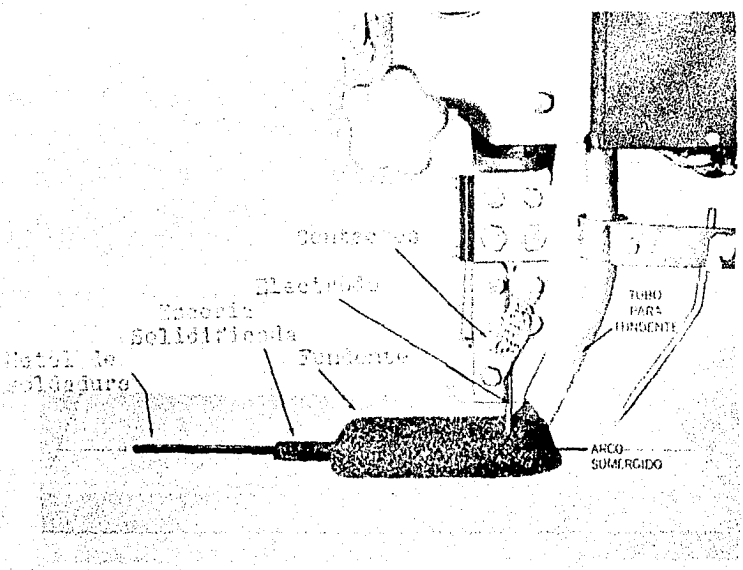
La siguiente tabla da una idea de los equipos usados para soldar al arco.

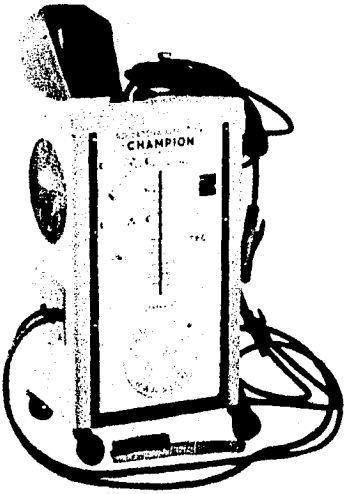
TABLA NO. 9

TIPO	VOLTAJE	ACCIONAMIENTO	OPERACION
GENERADOR DE CORRIENTE DIRECTA O CONTINUA	VARIABLE	Motor Eléctrico	Manual Automatica (arco sencillo) (arco doble) Semi-automatica
		Motor de combustión interna	Manual (1 operario)
	CONSTANTE	Motor Eléctrico Fijo	Manual Múltiple (2 ó más operarios)
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ALTERNA	VARIABLE	Línea de Alimentación Eléctrica	Manual (1 operario)
RECTIFICADOR DE CORRIENTE ALTERNA O SEMICONDUCTOR SILICIO	VARIABLE	Línea de Alimentación Eléctrica	Manual (1 operario) Semi-automatica Automatica

Método de la soldadura por arco sumergido.- La soldadura por arco sumergido es un método automatico que más rápidamente produce cordones que requieren una cantidad determinada de metal de soldadura. Los cordones son densos y de buena calidad.

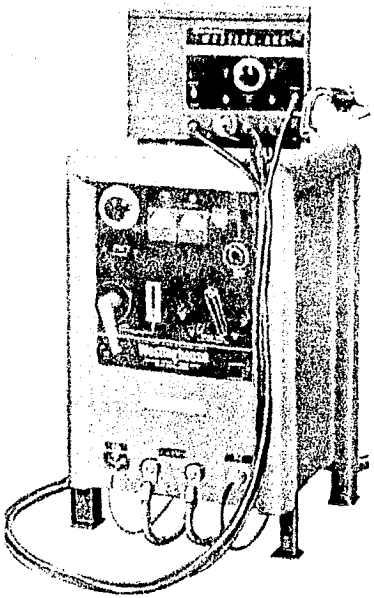
Este método utiliza un electrodo desnudo de alambre y un fundente granular que recubre completamente el arco y lo protege de la atmósfera. El calor del arco derrite el fundente, el electrodo y el metal base en un cráter común. A medida que se enfría el baño, el metal se solidifica y produce un cordón liso, libre de ondulaciones; mientras que el fundente en estado líquido flota sobre el metal formando luego una escoria protectora.





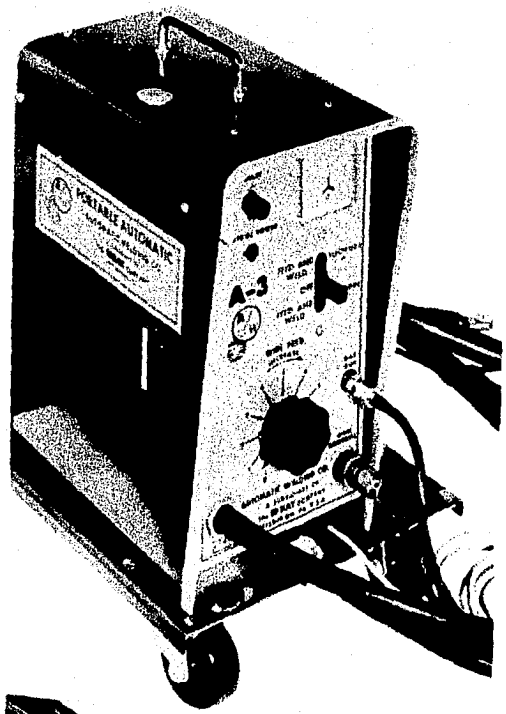
Corriente Continua: 20 a 200 amperios.
Corriente Alterna: 25 a 245 amperios.

Soldadora electrica
de operación manual



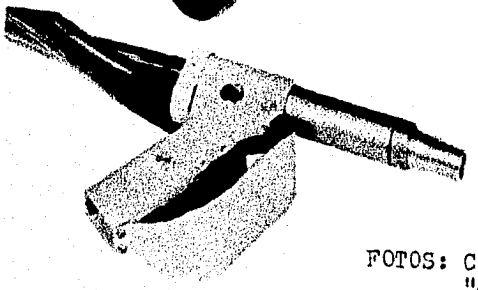
Transformador rectificador
de silicio de operación semi-automatica y automatica
para soldar con gas-inerte

FOTOS: Cortesia de "CHAMPION DE MEXICO, S. A."

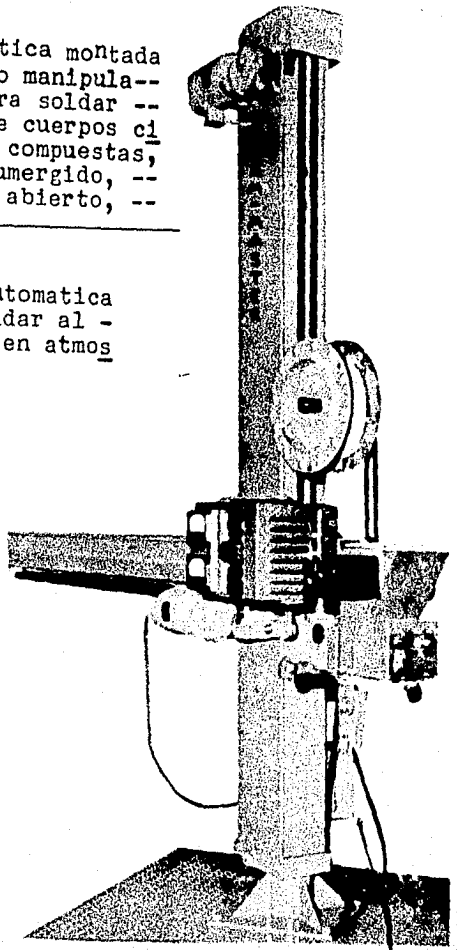


Soldadora automatica montada en un dispositivo manipula-- dor universal para soldar -- dentro y fuera de cuerpos cilíndricos, vigas compuestas, etc., por arco sumergido, -- gas inerte, arco abierto, -- etc.

Soldadora semi-automatica portátil para soldar al - arco sumergido y en atmosfera de gas



Pistola soldadora de la máquina



FOTOS: Cortesia de "SUPER TECNICA, S.A."

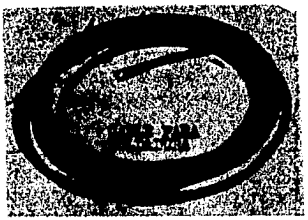
TABLA COMPARATIVA DE ELECTRODOS DEL PAIS CON CLASIFICACION DE LA A. W. S.

		FABRICANTE O MARCA					
TIPO A. W. S.	DESCRIPCION	CHAMPION	COMMON WEALTH	ELESA	LINCOLN	SMITHWAY	AGA SUTEC
PARA ACERO BAJO EN CARBONO (FIERRO DULCE)							
E-4510	Recubrimiento ligero Corriente continua Solamente	Roja Champion	No. 1	Roja 406	Stable Arc.		
E-6010	Toda posición. Corriente contínúa, polaridad invertida	Diablo Azul	APV	55	Fleetweld 5-y 5-p	SW-10	Ferromatic 10
E-6011	Toda posición corriente alterna y continua. Polaridad invertida.	Diablo Azul Alterno			Fleetweld 35	SW-14	Ferromatic 11
E-6012	Toda posición Corriente alterna y continua. Polaridad invertida	Diablo Gris No. 2	PFA	77	Fleetweld 7	SW-11	Ferromatic 12
E-6013	Toda posición Corriente continua y alterna. Gran variedad de aplicaciones.	Diablo Ligero	AC-3	447	Fleetweld 47	SW-15	Ferromatic 13
E-60-7014	Con polvo de hierro corriente continua y alterna. Gran rápidez. Toda posición.	Speedemon 14	DH-6	LH-7014	Improved Fleetweld 47	SW-151P	

ACCESORIOS USADOS EN LA SOLDADURA ELECTRICA

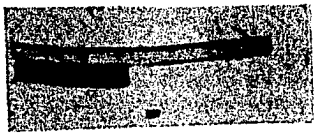
Maneral
Porta electrodo

Pinza de tierra

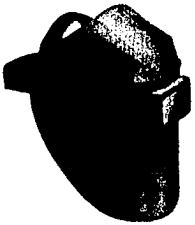


Cable para electrodo

Cable para tierra

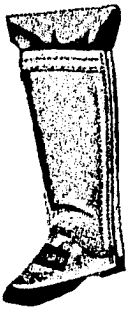


Cepillo de alambre



Casco
Protector

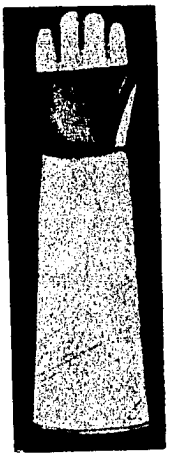
Martillo - Hachuela



POLAINAS
de piel

GUANTES DE PIEL
Núms. 10 y 11

No. 1514
GUANTES DE ASBESTO
De 35 y de 60 centímetros de largo



TOBILLERAS
de lona

8.- CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURAS.- El control de calidad de las soldaduras se verifica mediante varios sistemas de exámenes e inspecciones empleados para juzgar y calificar y calificar -- los resultados y el grado de perfección logrados en los siguientes conceptos generales:

a).- Eficacia e idoneidad de las técnicas y procedimientos de soldadura empleados en cada tipo de junta, ó tipo de fabricación.

b).- Habilidad y capacidad de los operarios soldadores calificados para aplicar el procedimiento de soldadura- en forma adecuada.

c).- Grado de calidad de las soldaduras depositadas en las juntas, en estructuras terminadas.

Los exámenes e inspecciones de las soldaduras pueden verificarse en el taller y en el campo de montaje, según sean las - necesidades ó conveniencias de la fabricación.

9.- REGLAS GENERALES PARA INSPECCION.- La inspección y control- de calidad de los procedimientos de soldadura, de la habilidad- de los soldadores y de las soldaduras terminadas en estructuras se verifica partiendo de las siguientes bases:

a).- Fijar y adoptar un procedimiento definido por el cual se hagan las soldaduras en el taller y en el campo, - con las características aceptables exigidas por las - especificaciones, normas y códigos establecidos como guía de trabajo é inspección. En la descripción es-- crita del procedimiento adoptado, deben establecerse- los siguientes datos que deberán seguirse:

1.- Tipo de eléctrodo que deberá usarse.

2.- Forma de la ranura para soldar.

3.- Número y secuencia de los diversos cordones ó pases de soldadura.

4.- Limpieza de la escoria.

5.- Forma de martillear ó asentar la soldadura.

6.- Características de la corriente eléctrica para - soldar.

7.- Todos los datos necesarios aclaratorios del procedimiento.

b).- Usar el tipo correcto de máquina ó equipo soldador,- eléctrodos adecuados y metal base apropiado para el trabajo a ejecutar con el procedimiento adoptado.

c).- Examinar cuidadosamente un determinado número de juntas en promedio, de preferencia las principales, que sirvan de base para un reporte de inspección, en vista de no poderse examinar todas y cada una de las - soldaduras de una estructura.

d).- Aplicar los métodos aprobados para inspección y control. Los métodos, reglas, normas y prácticas de -- inspección de soldadura más usuales son las recomendadas por las siguientes sociedades:

A. W. S. American Welding Society.
(Sociedad Americana de Soldadura)

A. S. M. E. American Society of Mechanical Engineers.
(Sociedad Americana de Ingenieros Mecanicos)

e).- Hacer un expediente de la inspección en el cual se - registren todos los datos pertinentes, los resulta-- dos obtenidos y defectos encontrados durante el proceso de soldadura y de inspección.

10.- METODOS DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURAS.- Los métodos de inspección y control de calidad de soldaduras -- pueden agruparse en tres grupos generales que se relacionan con cada uno de los exámenes que se utilizan en el control.

Los tres grupos generales son: Inspección visual, Pruebas y ensayes destructivos y Exámenes no destructivos.

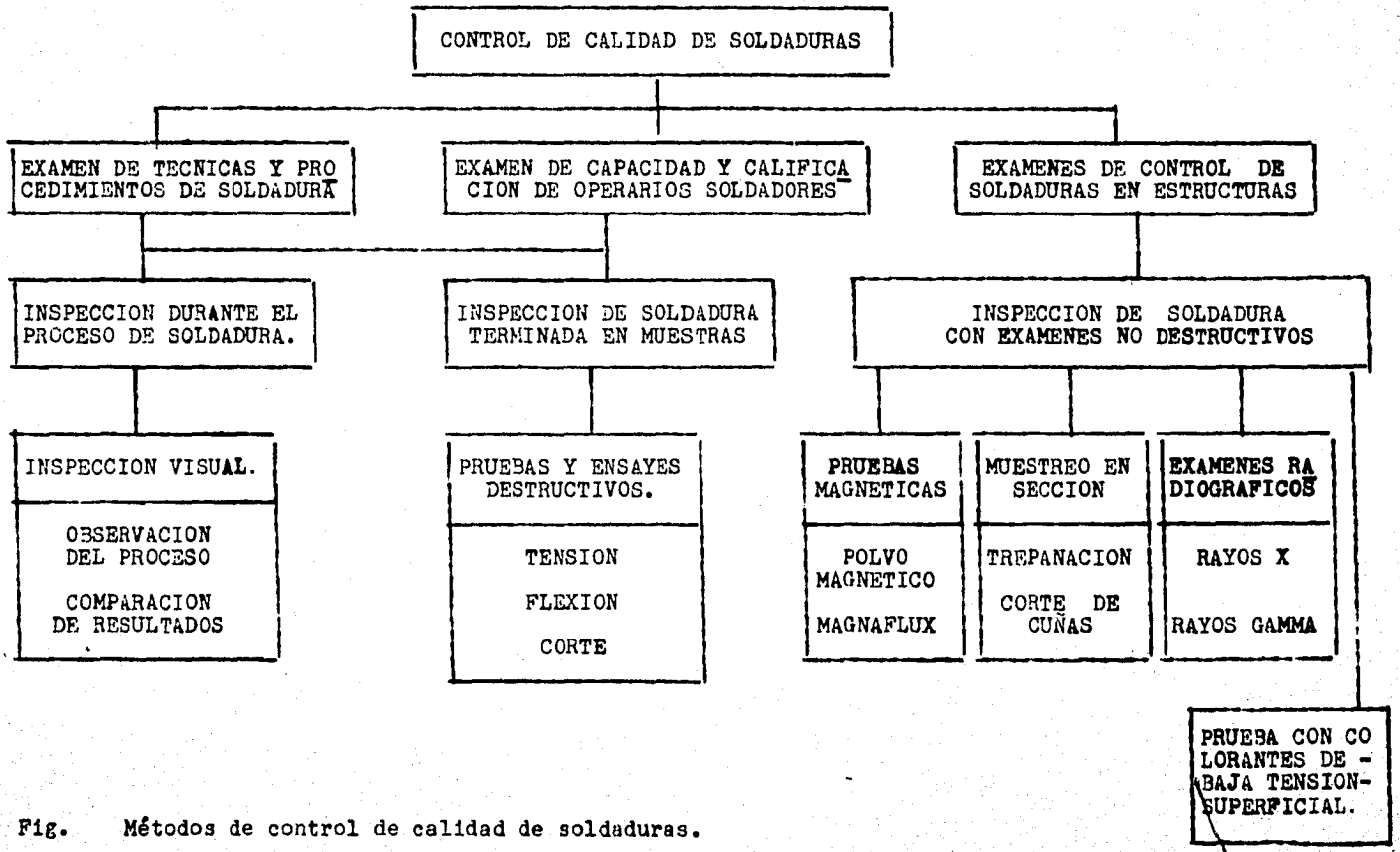


Fig. Métodos de control de calidad de soldaduras.

A continuación se detallará en que consiste cada uno de los métodos de inspección y control.

11.- EXAMEN DE PROCEDIMIENTOS Y SOLDADORES.-

a).- Inspección visual.- La eficiencia de los procedimientos de soldadura y la capacidad ó habilidad de los soldadores - pueden juzgarse y calificarse mediante la inspección visual de una persona capacitada con dotes de observador y suficiente experiencia y entrenamiento para juzgar la calidad de las soldaduras durante su ejecución ó de las soldaduras terminadas. Esta inspección se aplica en exámenes a los operarios soldando manualmente en piezas de muestra ó durante los procesos de soldadura de estructuras y comparando los resultados con las soldaduras ejecutadas en condiciones normales sin defectos. Es importante hacer notar que por razones de órden psicológico, la generalidad de los operarios calificados mejoran la calidad de sus soldaduras por el simple hecho de sentirse observados, ya sea - durante las pruebas ó durante la ejecución del trabajo normal.

Las características determinantes que deben observarse en las soldaduras son las siguientes:

TABLA NO. 10

INSPECCION VISUAL DURANTE EL PROCESO DE SOLDADURA			
CONDICIONES VARIABLES DEL ARCO			
CORRIENTE	VOLTAJE	VELOCIDAD	
CARACTERISTICAS DETERMINANTES PARA OBSERVACION Y COMPARACION			
Consumo del electrodo	Cráter	Cordón o filete	Continuidad del Arco
Fusión Suave	Tamaño Perfil Forma Apariencia Superficie	Tamaño Perfil Forma Penetración	Firmeza de pulso

TABLA NO. 11

INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA TERMINADA					
CONDICIONES VARIABLES DEL ARCO Y ELECTRODO					
CORRIENTE	VOLTAJE	VELOCIDAD	INCLINACION		
CARACTERISTICAS DETERMINANTES PARA OBSERVACION Y COMPARACION					
Cordon ó Filete	Escoria	Penetración	Traslapes	Cráteres	Garganta
Tamaño Perfil Forma Apariencia	Apariencia Cantidad	Fusión de Las piezas a ambos lados.	Frecuencia Forma	Posiciones de Principio y fin	Tamaño

b).- Pruebas y ensayes destructivos de muestras.- Este medio de inspección se emplea para juzgar los resultados y el grado de perfección logrados en la ejecución, de los procedimientos de soldadura aplicados en forma manual en muestras que se sujetan a pruebas destructivas. Los resultados de las pruebas se comparan con las tolerancias aceptadas en las normas y prácticas de inspección que se hayan adoptado precisamente.

Las reglas y pruebas de inspección de éste método se dividen en dos grupos según los siguientes objetivos:

1.- Calificación e idoneidad del procedimiento de soldadura adoptado.

2.- Calificación y capacitación de los operarios soldadores según su habilidad para hacer soldaduras sanas sin defectos.

Las soldaduras en las muestras se hacen en diversas formas y tipos de juntas, diversas posiciones y materiales según sea el objeto de la investigación y las pruebas a que deban someterse.

La siguiente tabla da una idea de las pruebas empleadas en este método:

TABLA NO. 12

INSPECCION DE SOLDADURA TERMINADA EN MUESTRAS		
TIPO DE JUNTA	OBJETO DE LA INVESTIGACION	PRUEBAS A QUE SE SOMETEN LAS MUESTRAS
(GROOVE) Ranura	Resistencia a la tensión	Tensión de sección reducida.
	Ductilidad	Flexión ó doblez libre.
	Solidez y Consistencia	Flexión ó doblez de raíz. Flexión ó doblez de cara. Flexión ó doblez lateral.
FILETE	Resistencia al corte	Corte longitudinal. Corte transversal.
	Ductilidad	Flexión ó doblez libre.
	Solidez y Consistencia	Prueba de Sanidad y firmeza de cordón.

12.- EXAMENES DE CONTROL DE SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS.- El control de la calidad en soldaduras teminadas en estructuras se verifica mediante diversos métodos de exámenes no destructivos para la inspección de las soldaduras, juzgando los resultados obtenidos en los siguientes puntos principales:

Descubrir defectos internos y externos, tales como:

Fracturas y grietas.

Porosidad ó sopladuras.

Incrustaciones de escoria.

Rajaduras.

Penetración escasa ó deficiente.

Fusión escasa.

A continuación se detalla cada uno de los métodos.

A).- Pruebas magneticas.- El método consiste en magnetizar la parte metalica y aplicar sobre ella una capa de marmaja ó -- particulas metalicas secas ó en suspensión de aceite.

Una fractura, grieta ó defecto en la parte examinada causa una discontinuidad en las líneas de flujo magnético haciendo -- que las particulas metalicas se acumulen en el punto defectuoso quedando así descubierto y localizado.

Mediante estas pruebas cualitativas únicamente, se localizan los defectos internos ó externos de las soldaduras, para -- proceder a su corrección.

B).- Muestreo en sección.- En los lugares dudosos de la calidad de la soldadura se aplica este método de inspección que -

consiste en sacar pequeñas muestras de la soldadura en los puntos a investigar, con objeto de examinarlas y localizar defectos de grietas, penetración deficiente, porosidad ó escoria. En caso de encontrar defectos debe seguirse muestreando hasta localizar toda la zona de soldadura defectuosa que debe quitarse con cincel ó sangrarse con Arco-Aire para resoldarse e inspeccionarse nuevamente.

El corte de las muestras se efectuan por los siguientes medios:

1.- Trepanación de pequeños tapones mediante una sierra cilíndrica especial.

2.- Corte de pequeñas cuñas mediante una sierra esférica especial.

C).- Examenes radiograficos.- El método de exámenes radiográficos es el más completo y más comunmente usado para la inspección de soldadura. Consiste en obtener placas radiográficas de la parte dudosa de la soldadura mediante aparatos y técnicas especiales que son de dos tipos:

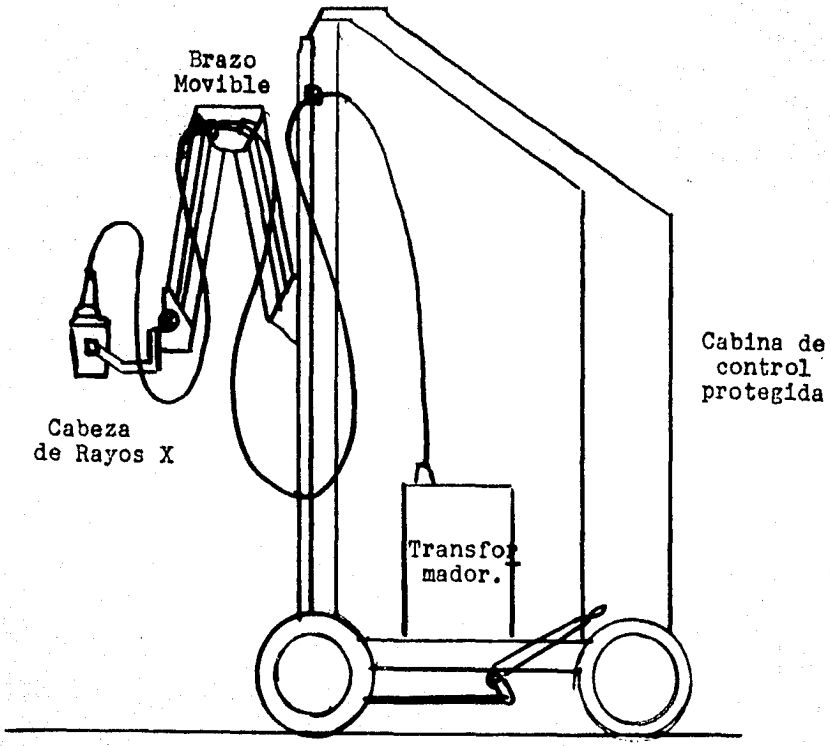
Rayos X (exografías)

Rayos Gamma (gammagrafías)

Las radiografías obtenidas muestran en forma cualitativa y cuantitativa el tipo y tamaño de los defectos, porosidad, incrustaciones de escoria, grietas, etc. que sean de un tamaño mayor que el 2% del espesor del material soldado. Para determinar este tamaño se usan los "Penetrametros" adecuados, que son guías indicadoras de la penetración del rayo, colocados conve--

nientemente e identificados con números de acuerdo con su localización. Las radiografías correctas deben mostrar los números de identificación de los penetrametros para comparar y poder controlar el porcentaje de profundidad del defecto.

Las partes defectuosas deben quitarse con cincel ó sangrarse con arco de aire (arc-air) para resoldarse y examinarse nuevamente.



Esquema de un equipo para inspección por Rayos X

INSPECCION DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de estructuras metalicas y pailería requieren de una serie de inspecciones y aprobaciones parciales confrontadas con las especificaciones, planos e indicaciones correspondientes, en cada uno de los procesos que siguen durante su fabricación, para evitar que algún material defectuoso ó algún error cometido en la mano de obra ó manejo del trabajo trascienda al siguiente proceso.

Entre los puntos principales a inspeccionar en cada trabajo, están los siguientes:

1).- Dimensiones y calidades de los materiales.

2).- Tolerancias del material enderezado.

3).- Trazo y geometría correctas en el rayado del material, plantillas y escantillones, bancadas, etc.

4).- Corte, punzonado y taladro exacto y correcto de los materiales.

5).- Armado y punteo preciso y adecuado de todas las partes de una pieza ó miembro manteniendo sus dimensiones, geometría y localización correctas.

6).- Soldadura, electrodos, técnicas y procedimientos adecuados, calidad por exámenes visuales y no destructivos.

7).- Tolerancia del trabajo deformado por la soldadura.

8).- Tolerancia de enderezado del trabajo terminado.

9).- Pintura y marcas de identificación de las piezas en forma correcta y lugar visible.

PINTURA Y EMBARQUE

1.- LIMPIEZA Y PINTURA.- Una vez que los miembros han sido totalmente terminados en todas las operaciones de fabricación y armado en taller, inspeccionados y aceptados, se pasan a la sección de limpieza y pintura que es la última operación antes del embarque del trabajo para salir del taller.

Las operaciones de limpieza y pintura siguen en general el siguiente proceso:

a).- Limpiar y secar perfectamente las superficies que van a pintarse, empleando gasolina, petroleo diáfano ó algun disolvente para la grasa y aceite. Usar hachuelas, rasquetas y cepillos de alambre para las escamas, costras, oxido, escoria de soldadura, tierra y demás sobrantes que deban limpiarse.

Para limpiar perfectamente las soldaduras, sobre todo de escoria, se usan las pistolas neumaticas con un haz de alambres finos que golpean ó pican alternativamente la soldadura, ajustandose perfectamente a la forma y rincones de la junta soldada al mismo tiempo que el aire a presión limpia todo lo que los alambres van desprendiendo.

b).- Usar la pistola de chorro de arena a presión, limpiar las superficies de fierro usado, oxidado, con pintura vieja ó en trabajos de reparación y en algunos casos sobre material nue

vo cuando se quiera obtener una superficie perfectamente limpia procurando pintar en breve tiempo después para evitar la oxidación.

c).- Pintar según convenga con brocha de mano, con pistola de aire ó por inmersión, dependiente del tipo y tamaño de las piezas que vayan a pintarse. Generalmente se aplica una capa de pintura ó de aceite de linaza en el taller y dos ó tres capas de pintura en el campo. Es usual dejar sin pintar las partes que estarán embebidas en concreto para tener mayor adherencia.

Las pinturas que se usan en los talleres para pintar las estructuras son en general a base de las siguientes sustancias.

Oxido rojo de fierro
Oxido de plomo (minio)
Cromato de zinc
Aluminio

d).- Marcar los números y marcas de identificación con marcadores de golpe de tamaño grande para evitar que se borren.

e).- Repintar las marcas de identificación con colores fuertes en lugares visibles.

CAPITULO V

PROBLEMAS ESPECIALES

ESTRUCTURAS ENSAMBLADAS EN TALLER

1.- MOTIVOS DEL ENSAMBLE.- Existen ciertas clases de trabajos estructurales y de pailería que se ensamblan totalmente en el propio taller para su inspección, presentándose algunos en las mismas condiciones en que quedarán colocados en su lugar definitivo y otros pasandose diversas pruebas de resistencia, de hermetismo y de impermeabilidad.

Son muy variados los casos en que conviene usar este proceso, pues depende de las necesidades ó exigencias de los clientes, de la certeza que el fabricante quiera tener en la calidad y exactitud de su trabajo, y de las conveniencias en facilitar el trabajo de fabricación ó de montaje.

2.- TIPOS DE ESTRUCTURAS.- En general se presentan los siguientes casos de estructuras ensambladas en taller:

TABLA NO. 13

ESTRUCTURAS ENSAMBLADAS EN TALLER

TIPO DE TRABAJO	POR INSPECCION		POR CONVENIENCIA DE FABRICACION O MONTAJE
	DE EXACTITUD	DE IMPERMEABILIDAD	
Trabajos que requieren montaje	Puentes Torres Estructuras especiales		Fondos de tanques de almacenamiento atmosférico
Trabajos que no requieren montaje	Estructuras y mecanismos especiales	Tanques y depósitos a presión	Escaleras, Alfardas, Pasillos y Pasamanos de tanques.

TRABAJOS EN SERIE

DISEÑO DE BANCADAS O JIGS

1.- TRABAJOS EN SERIE.- En la fabricación de estructuras metalicas es frecuente la producción de trabajos en serie ó en masa que se repiten en gran número ó con ligeras variaciones en largos ó en materiales. Entre estos trabajos se tienen los siguientes:

Largueros ó polines para techos.
Trabes de cuerdas paralelas.
Armaduras secundarias de cuerdas paralelas.
Columnas y postes.
Ménsulas y conexiones de apoyo.
Trabajos especiales.

La producción rápida, eficiente y económica de los trabajos en serie requiere el empleo de instalaciones y accesorios diversos para facilitar y activar el trabajo, especialmente diseñados para cada caso de fabricación, y que reciben los nombres de "bancadas, guías, jigs, posicionadores," etc.

2.- TIPOS DE BANCADAS Y POSICIONADORES.- Las instalaciones y accesorios para este fin pueden agruparse en general en los siguientes tipos, según su objeto y aplicación:

a).- Bancadas y guías, para armar y puntear las piezas.

b).- Bancadas para soldar.

c).- Posicionadores para ubicar y soldar las piezas en posición.

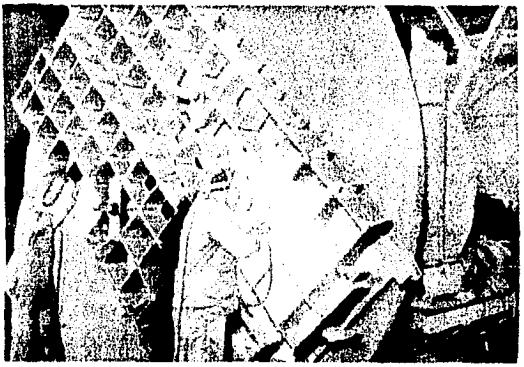
d).- Bancadas - Posicionadores mixtos para armar y soldar en posición en el mismo lugar.

TABLA NO. 14

TIPOS DE BANCADAS Y POSICIONADORES

USADOS EN TALLERES DE ESTRUCTURAS

USO	ACCESORIO	TIPO	ACCIONAMIENTO
ARMAR Y PUNTEAR	Bancada de armado	Fija	
		Semi-Fija	Manual
SOLDAR O MIXTO DE ARMAR Y SOLDAR	Bancada de soldar ó mixta	Fija	
		Semi-Fija	Manual
	Posicionador de soldar ó mixto	Giratorio de un apoyo	Manual
		Giratorio de 1 eje en dos apoyos.	Manual
			Motor eléctrico
		Giratorio Universal	Manual
			Motor eléctrico



Posicionador giratorio de un apoyo con motor electrico el plato gira en posición vertical para soldar todas las juntas de la rejilla del trabajo.

Posicionador giratorio de un apoyo con motor electrico.
El plato gira en posición inclinada y se usa en combinación con una soldadora semi-automatica.

Posicionador giratorio Universal con motor electrico.
Permite soldar en multiples posiciones.

3.- DISEÑO DE BANCADAS DE ARMADO.- Mediante un estudio adecuado de cada operación y trabajo en particular, se diseñan las bancadas y accesorios de armado para cumplir los siguientes requisitos generales:

a).- Facilitar la colocación de las partes para armarse en la posición correcta sin necesidad de mediciones, evitando toda posibilidad de colocar las partes en forma incorrecta.

b).- Facilitar la fijación de las partes por medio de accesorios de operación sencilla colocados en posición conveniente libre de obstrucciones para permitir puntear las piezas y martillear ó asegurar dichos puntos de armado.

c).- Tener topes y guías para localizar perfectamente algunos lugares de referencia como taladros, partes maquinadas, etc., que sirvan para colocar las partes correctamente en su posición relativa respecto a las demás.

d).- Facilitar la remoción de la pieza una vez armada y punteada.

e).- Proteger las partes maquinadas ó delicadas de la pieza.

f).- Tener un manejo fácil, rápido y cómodo tanto de las partes a armarse como de la misma bancada que se procurará diseñarla en lo posible; sencilla, ligera y sin peligro para la seguridad del operario.

g).- Aprovechar hasta donde sea posible el uso de una misma bancada para diversos trabajos similares, haciéndole ligeros cambios ó ampliaciones que no afecten la facilidad de usarla en varios casos.

4.- DISEÑO DE BANCADAS Y POSICIONADORES PARA SOLDAR.- En algunos trabajos en serie conviene diseñar bancadas fijas ó posicionadores movibles para soldar cuya función principal es la de fijar la estructura y facilitar su soldadura en la posición ó posiciones más convenientes para tener la máxima economía y rapi-

dez de ejecución.

El diseño de estas bancadas y posicionadores debe satisfacer los siguientes requisitos generales:

a).- Colocar y acomodar las piezas para soldarse, en la mayoría de sus juntas, en posiciones normales convenientes.

b).- Sujetar debidamente las piezas con topes y elementos de fijación, para asegurar la uniformidad en dimensiones y forma de las piezas ya soldadas, dejando las tolerancias necesarias para permitir los efectos de la dilatación térmica.

c).- Eliminar ó compensar los efectos de distorsión y deformaciones que se tengan al soldar, resolviendo los puntos que ayuden a este propósito, tales como:

1.- Colocar convenientemente los topes y accesorios fijadores.

2.- Aprovechar la rigidez de la misma bancada ó posicionador para evitar los movimientos de la pieza.

3.- Tener medios de disipar el calor de la soldadura con mayor superficie de contacto.

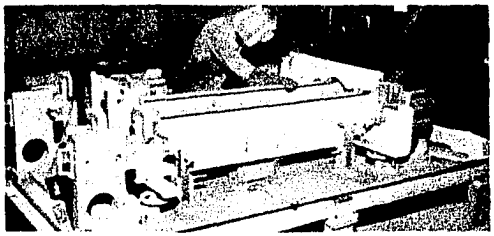
4.- Tener medios de pre-esforzar ó pre-deformar las piezas al fijarse sobre la bancada ó posicionador, para absorver ó compensar la deformación de la soldadura.

d).- Tener un manejo fácil, seguro y cómodo en los posicionadores cuidando de balancear el centro de gravedad de la pieza y del posicionador juntos en todas las posiciones de giro para evitar accidentes durante su operación.

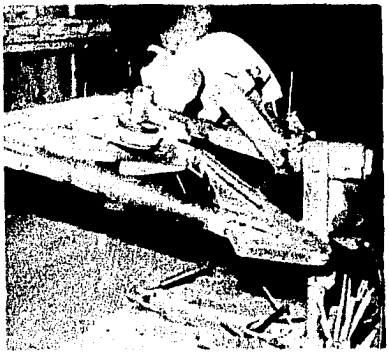
5.- DISEÑO DE BANCADAS Y POSICIONADORES MIXTOS PARA ARMAR Y SOLDAR.- El uso de este tipo de accesorios conviene en muchos casos por las ventajas de evitar el manejo de las piezas armadas a otro lugar para soldarse y de ocupar mayor espacio en el ta--

ller para las dos labores separadas.

El diseño de estos accesorios debe satisfacer las necesidades exigidas para las dos labores que se vayan a ejecutar en ellas, de acuerdo con los requisitos anteriormente anotados para cada una de ellas.



Bancada de armado mostrando los accesorios de fijación y los topes y guías de referencia para armar sin necesidad de mediciones.



Posicionador de soldar giratorio de un apoyo en forma de brazo que permite poner la pieza de trabajo en multiples posiciones.

TRABAJOS DE PAILERIA

EQUIPOS ROLADORES Y BULLDOZERS

1.- TRABAJOS DE PAILERIA.- Con este nombre se designa en general a todos los trabajos en los que se emplean principalmente materiales de lámina, placa y chapa de fierro, solos ó combinados -- con perfiles en diferentes formas: rectas, curvas, conos, cilindros, esferas, segmentos, espirales, mixtas, combinadas, etc., - para una gran diversidad de aplicaciones y usos entre los que se destacan los siguientes:

Pailas
Tanques
Calderas
Tolvas
Chimeneas
Tuberias
Ductos
Cimbras metalicas, etc.

2.- EQUIPOS ROLADORES Y BULLDOZERS.- Los trabajos de pailería en general requieren el empleo de ciertos equipos especiales llamados "Roladores" y "Bulldozers" para dar a los materiales -en - - frio ó en caliente según su tamaño- las diversas formas curvas ó mixtas indicadas en los diseños de los trabajos.

Los equipos roladores y bulldozers, abarcan una serie de máquinas y equipos de diversos tipos y capacidades para ajustarse- a las diversas condiciones de materiales empleados y de aplica-- ciones. Pueden ser de operacion manual, eléctrica, neumática ó

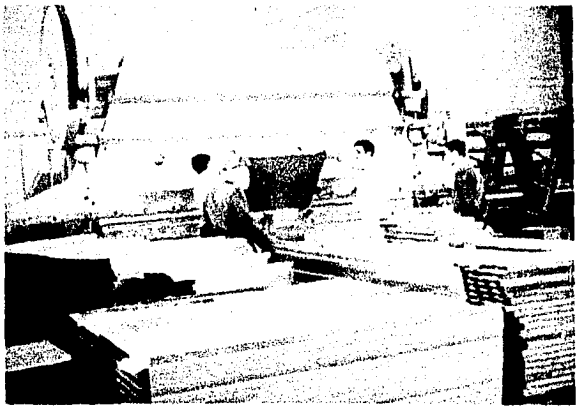
hidráulica.

En teminos generales, los equipos para curvar material pueden agruparse en los siguientes tipos según su aplicación y forma de trabajo.

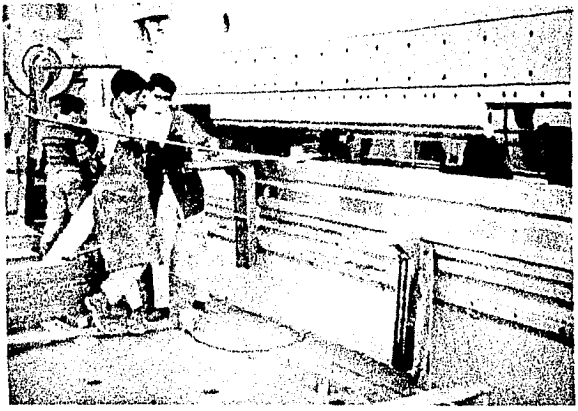
TABLA NO. 15

SISTEMAS PARA DOBLAR, CURVAR Y ROLAR MATERIALES EN LOS TALLERES DE ESTRUCTURAS

APLICACION DE LA FUERZA	EQUIPO EMPLEADO	TIPO DE MATERIAL QUE SE TRABAJA
GOLPE DIRECTO	Macetas	Angulos, Zetas, tes y Barras diversas ligeras.
	Marros	
	Bulldozers	Viguetas, Canales y pefiles pesados
	Prensas de cortina	Placas y Planchas
PRESION FIJA	Prensas Mecanicas	Placa, Plancha, Perfiles ligeros y pesados de todas formas con moldes adecuados.
	Prensas Hidraulicas	
PRESION GIRATORIA	Roladoras Verticales	Angulos, Zetas, tes, viguetas y canales.
	Roladoras Horizontales	Lámina, placas y planchas.

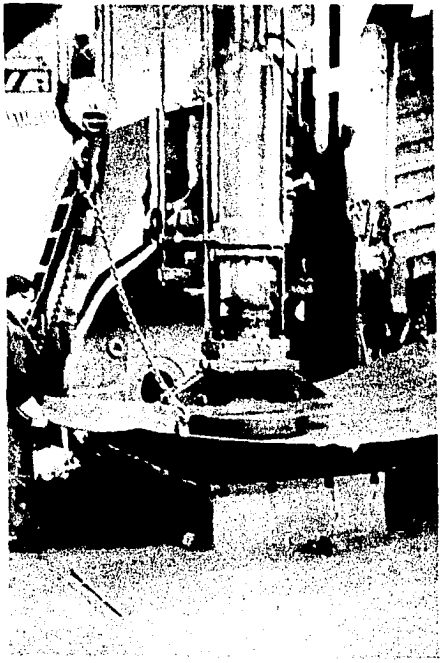


Doblado y formado de lámina.

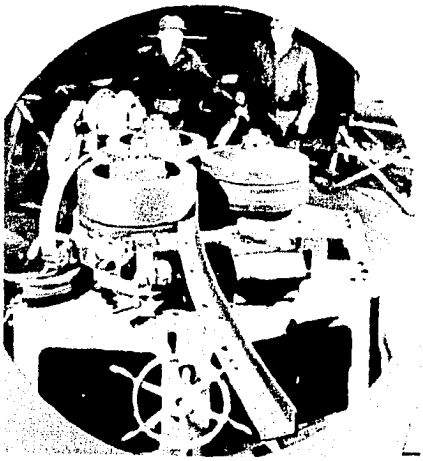


Doblado de una solera.

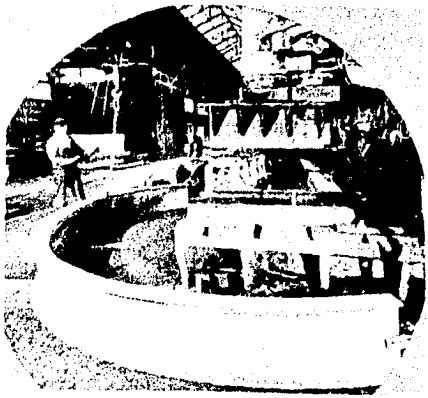
Vista de algunas de las aplicaciones de la prensa de cortina (Press-Brake)



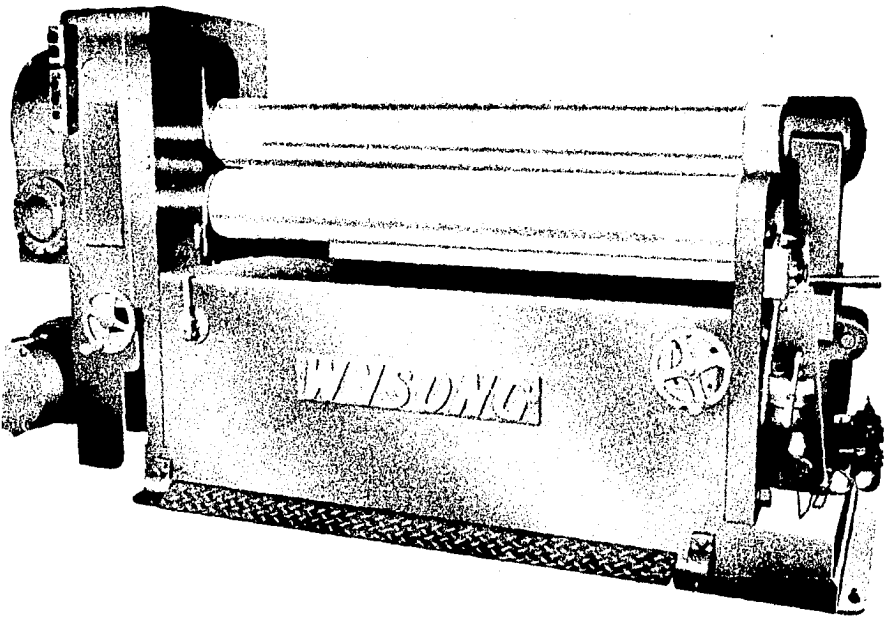
Prensa hidraulica tipo "Pata de Elefante" troquelando placa para hacer un gajo de esfera.



Roladora para perfiles
Curvando un ángulo



Vista de una vigueta curvada mediante una prensa hidraulica.



Roladora usada para curvar lámina, placa y plancha.
FOTO: Cortesia de "MAQUINAS Y HERRAMIENTAS SABIN ST. GERMAIN, S. A."

Roladora pequeña curvando lámina.

CAPITULO VI

MANEJO DE MATERIALES

.- EMPLEO DEL EQUIPO.- Para facilitar el manejo del material-
ırante todo el proceso de fabricación desde su recepción hasta
l embarque final, se usan una serie de equipos, grúas y máqui-
ıs de diversos tipos y capacidades para los movimientos del ma
erial.

Debe procurarse, en lo posible, que todos los movimientos
e carga pesada se hagan con vía aerea, es decir, con las faci-
idades de las grúas que no ocupan espacio en el piso y que - -
ransportan la carga rápida y facilmente a cualquier lugar de
a zona a la que sirven.

Son muy útiles también como auxiliares los equipos, grúas
máquinas de carga de piso que mueven y acomodan la carga ha--
iendo recorridos cortos y en movimientos de mayor precisión-
anto para almacenaje como para mover trabajos en proceso.

La siguiente tabla da una idea del equipo usado en cada zo
a de trabajo.

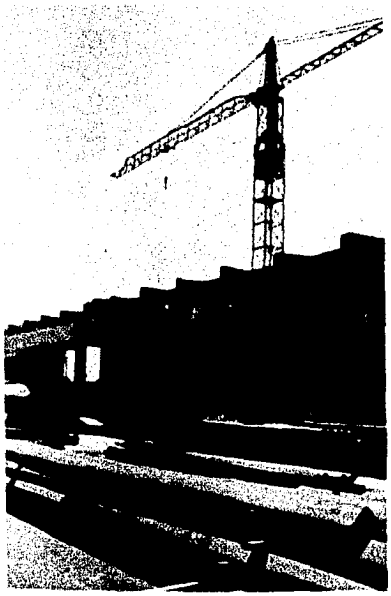
Estos equipos pueden ser accionados en diversas formas, se
gún sus capacidades y las facilidades ó necesidades del taller.
os hay de accionamiento manual, eléctrico, neumático, hidraúli-
o, con motor de gasolina ó combinaciones de varios sistemas.

TABLA NO. 16

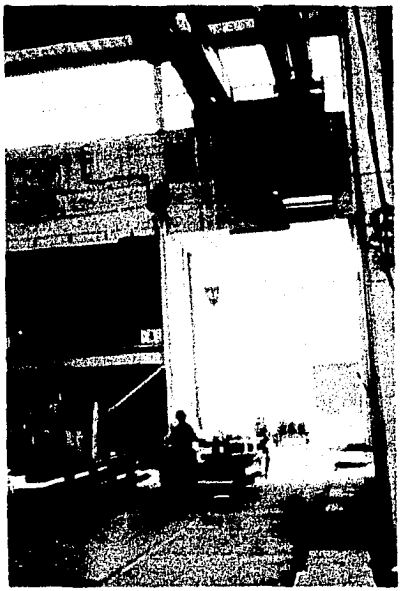
EQUIPO PARA MANEJO DE MATERIALES EN EL TALLER

LOCALIZACION	EQUIPO EMPLEADO SEGUN LAS NECESIDADES DEL TALLER	CAPACIDAD APROXIMADA
PATIO DE RECIBO Y ENTREGA DE MATERIAL	Grúas Titan de campo. Grúas de Puente Viajero.	10 a 20 ton. 10 a 20 ton.
	Grúas de Torre y Brazo. Tractores tipo Caterpillar Grúas Automotoras Equipo Lift-Load Equipo Hyster ó Yale	Diversas
ZONA DE HABILITADO	Grúas de Puente Viajero. (Para servir a toda el area de trabajo en general)	10 ton.
	Grúas de Aguilón ó Pescantes (Para servir al area de trabajo de algunas máquinas en particular)	5 ton.
ZONA DE SOLDADURA Y ARMADO	Grúas de Puente Viajero (Para servir a todo el area de trabajo en general)	30 a 75 ton.
	Grúas de Aguilón ó Pescantes (Para servir al area de trabajo de algunas máquinas)	10 ton.
ZONA DE TERMINADO Y EMBARQUE	Grúas de Puente Viajero	30 a 75 ton.
	Grúas Automotoras. Equipo Lift-Load. Equipo Hyster ó Yale	Diversas.

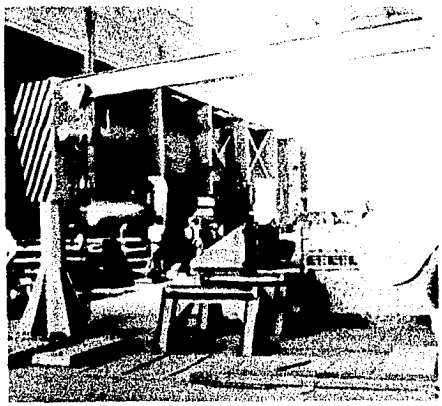
Fig. Equipo de Manejo de Materiales.

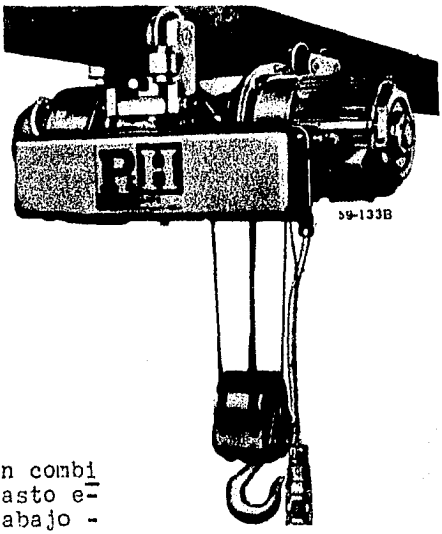


Gruas de torre y brazo moviendo material en un patio de almacenamiento



Grua de puente viajero moviendo trabajos en proceso dentro del taller.





Grúa de aguilon ó pescante usado en combinación con garrucha manual ó polipasto electrico para servir al area de trabajo de una máquina.

EQUIPO MECANICO AUXILIAR

1.- USOS GENERALES.- El funcionamiento completo y eficiente de un taller de estructuras metalicas requiere el uso de varios equipos mecanicos auxiliares que se emplean en general en las siguientes actividades según su localización:

TALLER DE PROCESO Y TERMINADO

a).- Preparación de ciertas piezas para soldadura ó remachado, tal como:

Achaflanar cantos de planchas, etc.

b).- Taladrar partes de estructuras ó pailería.

c).- Terminación y acabado de piezas ó partes de estructuras ó pailería como son:

Cepillar los extremos de columnas, de cuerdas, de armaduras, viguetas, largueros y vigas de piso de puentes, etc.

Barrenar y calibrar agujeros de pasadores, pernos, bridas, placas de caldería y equipos de proceso, etc.

Rimar taladros en algunas conexiones de piezas de estructuras de puentes, etc.

Cepillar placas de bases, etc.

Tornear bridas, bujes, flechas, etc.

d).- Movimiento de las piezas en areas pequeñas de trabajo.

TALLER MECANICO Y DE MANTENIMIENTO

e).- Terminación y acabado de piezas especiales anexas ó complementarias de las estructuras como son:

Piezas de fundición.

Pernos, pasadores, tornillos y templadores.

Rodillos y bases deslizantes.

Maquinaría para puentes giratorios, levadizos y basculantes, etc.

f).- Servicio de reparación y mantenimiento de la maquinaría, equipo y herramienta del taller en general tales como:

Retornear cilindros colectores de máquinas soldaduras, motores, equipo eléctrico, etc.

Fabricación y templado de piezas de herramientas como:

Punzones y matrices; bujes y dados para cizallas y prensas; buitrolas para remachar; montajes para tornos, etc.

Fabricación de plantillas, bancadas, etc. para uso del mismo taller.

g).- Movimiento de las piezas en areas pequeñas de trabajo.

2.- LOCALIZACION DEL EQUIPO.- El número y la localización de estos equipos depende del resultado del estudio del lugar más conveniente a que se haya llegado y de las necesidades, según la organización del taller y del flujo del material para cada caso particular de fabricación.

Básicamente se destina este equipo al servicio del departamento ó sección en la que se localiza; sin embargo en circunstancias especiales puede ocuparse en hacer trabajo para otros departamentos cuando así convenga.

3.- TIPOS DE MAQUINAS Y APLICACIONES GENERALES.- La siguiente tabla da una idea de las máquinas y equipos mecanicos auxiliares más usuales en los talleres de estructuras.

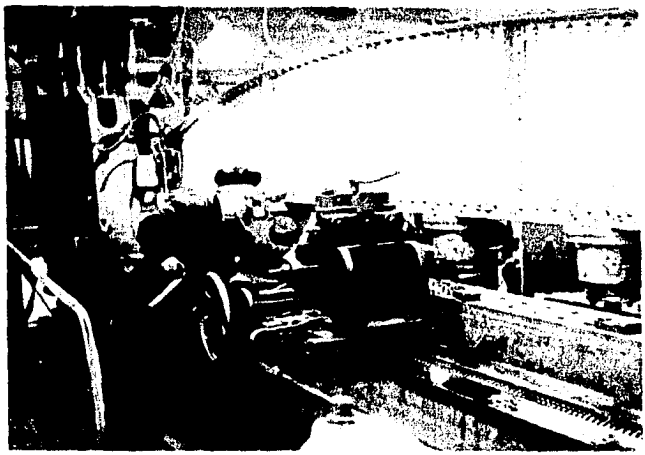
TABLA NO. 17

EQUIPO MECANICO AUXILIAR PARA TALLER DE ESTRUCTURAS

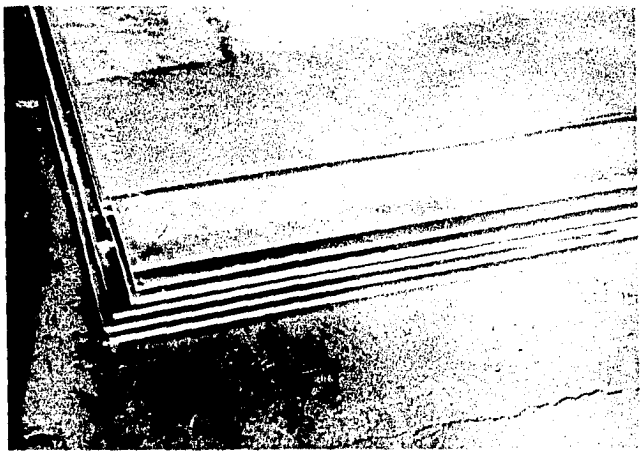
UBICACION	MAQUINA O EQUIPO	MOVIMIENTO DE LA HERRAMIENTA O DE LA PIEZA	FORMA DE LA SUPERFICIE TERMINADA O USO GENERAL
DEPARTAMENTO DE PROCESO Y TERMINADO	Canteadora de planchas.	Alternativo	Plana y Chaflan.
	Cepilladora Rotatoria	Rotatorio	Plana ó cilindrica
	Cepilladora de mesa.	Alternativo Horizontal	Plana ó combinaciones de elementos rectos.
	Taladro de banco	Rotatorio	Perforaciones cilindricas y avellanados
	Taladro de columna		
	Taladro Radial		
	Rimadora ó escariadora portátil	Rotatorio	Perforaciones cilindricas
	Garruchas y Polipastos	Diversos	Manejo de piezas
TALLER MECANICO Y DE MANTENIMIENTO	Torno mecanico	Rotatorio	Plana, Cilindrica, Cónica ó Combinaciones. Cuerdas.
	Torno esmerilador		
	Torno Barrenador	Rotatorio	Cilíndricas, Cónicas y combinaciones.

UBICACION	MAQUINA O EQUIPO	MOVIMIENTO DE LA HERRAMIENTA O DE LA PIEZA	FORMA DE LA SUPERFICIE TERMINADA O USO GENERAL
TALLER MECANICO Y DE MANTENIMIENTO	Torno vertical (Boring mill)	Rotatorio	Cilindrica
	Fresadora	Rotatorio y Alternativo	Plana Ranuras Perforaciones Combinaciones de elementos rectos y espirales. Dientes de engranes.
	Taladro Radial y Taladro de columna	Rotatorio	Perforaciones cilindricas y avellanados
	Cepilladora de codo ó perfiladora	Alternativo Horizontal	Plana ó combinaciones de elementos rectos, exteriores ó interiores.
	Cepilladora vertical ó entalladora	Alternativo Vertical	Plana ó combinaciones de elementos rectos, exteriores ó interiores.
	Esmeriladora de superficies	Rotatorio	Plana
	Esmeriladora cilindrica	Rotatorio	Cilindrica
	Esmeriladora de banco	Rotatorio	Afilar herramienta Desbastar rebaba

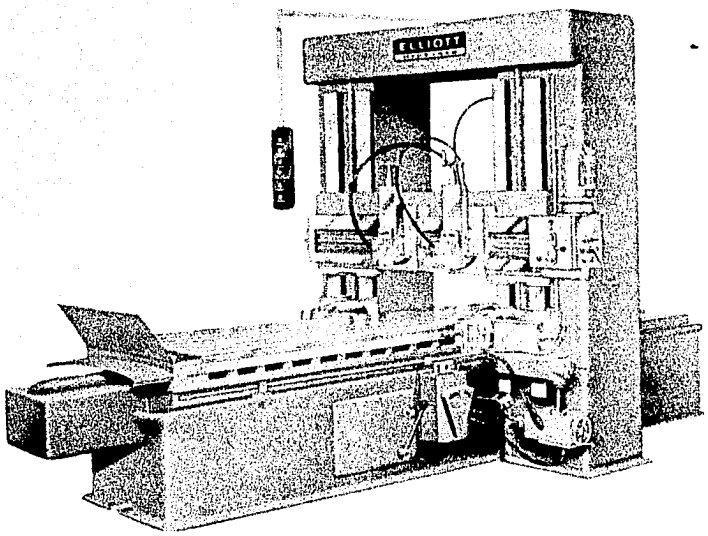
UBICACION	MAQUINA O EQUIPO	MOVIMIENTO DE LA HERRAMIENTA O DE LA PIEZA	FORMA DE LA SUPERFICIE TERMINADA O USO GENERAL
TALLER MECANICO Y DE MANTENIMIENTO	Tarrajadora ó máquina de roscar	Rotatorio	Cuerdas de tornillos, pernos, templadores, etc.
	Sierra cinta	Lineal	Corte de diversas formas
	Segueta automática	Alternativo	Corte recto
	Horno electrico		Templado de herramientas
	Fragua		Calentar y templar
	Prensa neumática ó hidraúlica	Alternativo	Forjar y Curvar
	Garruchas y polipastos	Diversos	Manejo de piezas
PAILERIA	Prensas de cortina (press brakes)	Alternativo	Combinaciones de elementos rectos ó curvos Perforaciones Doblado y prensado
	Roladoras de plancha	Rotatorio	Curvado de planchas en diversas formas.
	Roladoras de ángulos y perfiles.	Rotatorio	Curvado de ángulos y perfiles



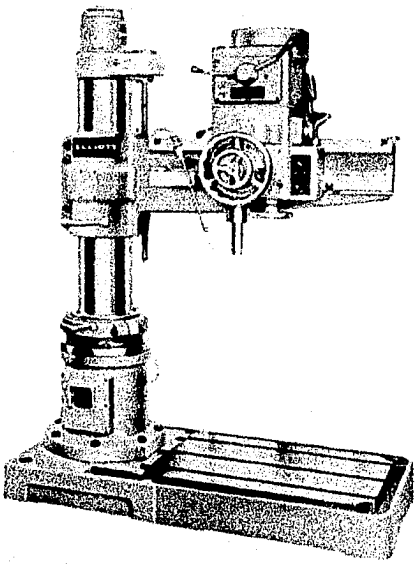
Canteadora cepilladora de planchas y placas (Planer) usada en la preparación de los cantos del material para las juntas soldadas.



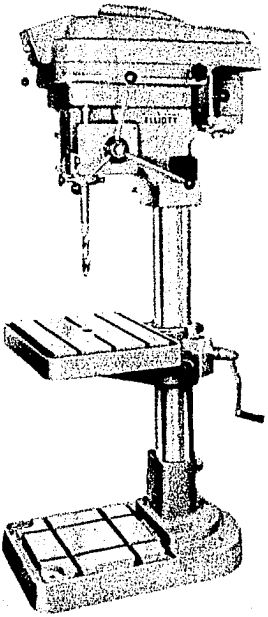
Planchas con el canto cepillado en una canteadora cepilladora (Planer) para preparación de juntas soldadas.



Cepilladora de Mesa.



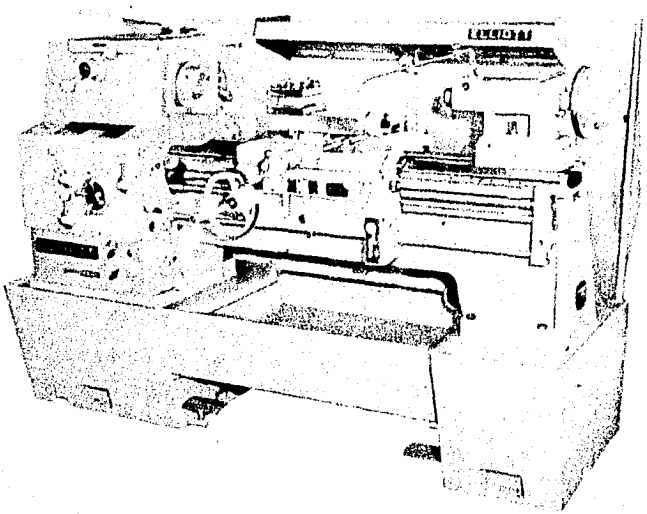
Taladro Radial



Taladro de Columna

Propiedad de "MAQUINAS Y HERRAMIENTAS SAZIN ST. GERMAIN, S. A."

Vista general del departamento de taller mecánico y de mantenimiento con la localización del equipo mecanico.



Torno Mecánico

)TO: Cortesia de "MAQUINAS Y HERRAMIENTAS SAZIN ST. GERMAIN, S.A."

HERRAMIENTAS DE MANO Y MAQUINAS HERRAMIENTA

DESCRIPCION GENERAL.- La maquinaria de fabricación y el equi mecanico auxiliar empleados en los diversos departamentos del ler de estructuras se complementan con una serie de herramien de mano y máquinas herramienta para muy diversas aplicacio-- tanto en la producción normal del taller como en la repara-- n y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Estas herramientas en general no tienen un lugar fijo para aplicación y uso, sino que pueden emplearse en los diferentes artamentos del taller, según las necesidades, aunque en cier- casos conviene destinar para uso exclusivo de cada departa-- to ó sección las herramientas más usuales ó especializadas en trabajo que les corresponda.

Los hay de diversos tipos, tamaños y forma de operación ó - ionamiento: Manual, electrico, neumático ó hidraúlico.

TABLA NO. 18

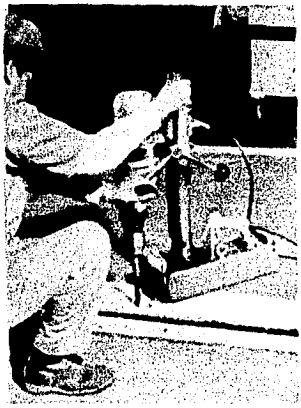
HERRAMIENTAS DE MANO Y MAQUINAS HERRAMIENTA MAS USUALES EN LOS TALLERES DE ESTRUCTURAS METALICAS

SO GENERAL	HERRAMIENTA O MAQUINA HERRAMIENTA
Medir, Trazar y Marcar	Reglas rígidas y flexibles de acero Flexometros Cintas métricas ó longímetros de acero Calibradores de gruesos

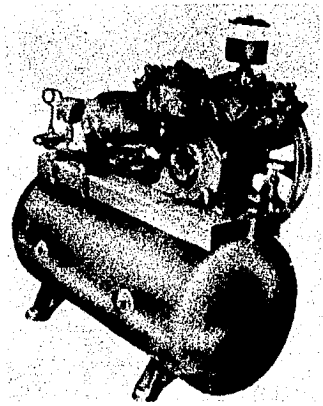
SO GENERAL	HERRAMIENTA O MAQUINA HERRAMIENTA	
Medir, Trazar y Marcar	Compases	de puntas ó de división de barra (trammel) de gruesos ó exteriores de interiores
	Escuadras	Fijas Combinadas con regla y nivel de centrar con regla falsas ó ajustables Universales
	Niveles de burbuja Transportadores giratorios con regla Plomadas de punta Hilos y reventones Rayadores de acero Marcadores y puntos Crayones, gises y lápices	
Calibrar y Ajustar	Calibradores	de cuerdas de tornillos de tornillos y brocas de alambre, lámina y placa de lainas
	Bloques de ajuste paralelos y triangulares	
Calibrar con Vernier	Micrometros calibradores de tornillo Calibradores Vernier ó "Pie de Rey" Calibradores de dientes de engranes Transportadores Universales de Vernier	
Golpear a mano	Martillos	de uña de bola remachadores de plastico ó bronce
	Marros	ligeros ó macetas de dos bocas de boca y punta

USO GENERAL	HERRAMIENTA O MAQUINA HERRAMIENTA
Cortar Desbastar y Perfilar	Cinceles Tajaderas y botadores.
	Tijeras y cizallas para lámina. Arcos de segueta Sierras de disco dentado Limas y limatones Rasquetas Cortatubos Buriles Fresas Mandriles
Fijar y Apretar	Pinzas y alicates Tenazas Destornilladores Llaves Allen Llaves de mordaza Llaves de cadena (caimanes) Llaves de cola Llaves de tuercas Llaves de impacto Tornillos de banco Prensas para tubos Prensas de carpintero
Taladrar, Rimar y Roscar	Taladros portátiles y brocas Taladros portátiles con base de imán Rimas (escariadores) Machuelos Tarrajas Mandriles
Esmerilar Desbastar y limpiar	Amoladoras portátiles y de banco Esmeriladoras portátiles Cepillos de alambre Cepilladoras de alambre portátiles
Diversos	Sopletes de gasolina Gatos mecánicos e hidraulicos Barretas

USO GENERAL	HERRAMIENTA O MAQUINA HERRAMIENTA
Diversos	Yunques Tirador de matraca (Pul-lift) (TIRFOR) para jalar piezas Báscula de plataforma Báscula de piso para camión ó F. C. Compresores de aire para pistola de chorro de arena, para pistola de pintar, para equipo - de ARC AIR y para operación de equipos y herramientas neumáticas.



TALADRO ELECTRICO PORTATIL CON BASE DE IMAN, PERFORANDO UNA PLACA CON PRECISION, SIN NECESIDAD DE MOVER EL MATERIAL.



COMPRESORA DE AIRE , USADA PARA DIVERSAS APLICACIONES EN LOS TALLERES DE ESTRUCTURAS.

CAPITULO VII

ESTUDIO DE COSTOS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE FABRICACION

1.- TIPOS Y ANALISIS DE LOS COSTOS.- La fabricación de estructuras metalicas por ser un negocio altamente competido requiere - controlar y bajar al máximo posible los costos de todos los elementos que intervienen en la misma. Con este objeto se deben - investigar y analizar perfectamente todos los factores que forman ó afectan directa ó indirectamente dichos costos, para poderlos controlar.

En otras palabras, es necesario conocer con la máxima precisión posible los gastos cuya suma total determina un valor -- real que es el precio de costo.

Básicamente para cada producto, operación, pieza ó trabajo se distinguen los siguientes precios de costo sucesivos y crecientes, hasta llegar al precio de venta.

a).- Costo directo.

b).- Costo de taller.

c).- Costo de fabricación.

d).- Costo total ó final.

e).- Precio de venta.

El precio de costo total es el que más interesa para los efectos del negocio, pues comprende la suma de todos los gastos efectuados hasta tener el trabajo terminado, y que se representan en general en el siguiente cuadro:

COSTO TOTAL							
COSTO DE FABRICACION					GASTOS DE INGENIERIA	GASTOS GENERALES	
COSTO DIRECTO		GASTOS GENERALES DE FABRICACION					
MATERIALES DIRECTOS	MANO DE OBRA DIRECTA DE OPERARIOS PRODUCTORES	SUELDOS DE OFICINA Y CONTROL DEL TALLER	MANO DE OBRA INDIRECTA EN EL TALLER	GASTOS GENERALES DEL TALLER Y DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	SUELDOS Y GASTOS DEL DEPARTAMENTO TECNICO	GASTOS DE ADMINISTRACION	GASTOS DE VENTA
MATERIALES SOLDADURA PINTURA GASES	SALARIOS DESTAJOS BONIFICACION TIEMPO EXTRA	SUPERINTENDENTES JEFES DE SECCION INSPECTORES TOMADOR DE TIEMPO Y DE COSTOS	BODEGUEROS OPERADORES DE EQUIPO DE MANEJO DE MATERIAL Y TRANSPORTES PERSONAL DE MANTENIMIENTO VIGILANTES PEONES Y ACARREADORES TIEMPOS PERDIDOS	DEPRECIACION REPARACIONES COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES FLETES ELECTRICIDAD GASES Y MATERIALES INDIRECTOS SUMINISTROS DE TALLER GASTOS DE HERRAMIENTA Y ACCESORIOS EXPERIMENTACION TRABAJO DESECHADO ALQUILERES SEGUROS DEL TALLER SEGURO SOCIAL DE TRABAJADORES PRESTACIONES DIVERSAS LIMPIEZA	SUELDOS DEL PERSONAL TECNICO	SUELDOS Y GASTOS DE FUNCIONARIOS Y EMPLEADOS SUMINISTROS DE OFICINA ALQUILER DE OFICINAS DEPRECIACION DE EQUIPO DE OFICINA REPARACION DE EQUIPO DE OFICINA SEGURO SOCIAL DE EMPLEADOS TELEFONOS GASTOS JURIDICOS PAPELERIA COPIAS LIMPIEZA LUZ CORREO Y TELEGRAFO	SUELDOS Y GASTOS DE VENDEDORES COMISIONES PROPAGANDA GASTOS ADMINISTRATIVOS SUMINISTROS GASTOS DE COBRANZA PRIMAS DE FIANZAS

SE CALCULAN Y SE APLICAN SEGUN LOS DATOS OBTENIDOS PARA CADA TRABAJO DETERMINADO.

SE CALCULAN EN SUMAS TOTALES PARA LA PRODUCCION TOTAL DEL TALLER Y SE APLICAN A CADA TRABAJO COMO UN PORCENTAJE DETERMINADO SOBRE EL COSTO DIRECTO

B I B L I O G R A F I A

Dirección de Fabricas.
John R. Bangs Jr. M. E.
C. D. Hart, M. E.

Control de la Producción. Estudios de tiempos y movimientos.
Harold V. Coes, M. E.

Steel & Timber Structures
Hool & Kinne

Organización de talleres (Labor)
J. Borrell y Maciá

Organización de talleres.
A. Henrley; J. Rollet y G. Flores Anton
de la colección "Tecnología de las Fabricaciones Mecanicas"

Manual de Acero de la Cía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A.

La soldadura y sus aplicaciones
Boniface E. Rossi
Editorial Reverté, S. A.

Procedure Handbook of Arc. Welding
Design and Practice
The Lincoln Electric Co.

Arc. Welding Engineering and Production control
Walter J. Brooking.

Machine Tools for Engineers
Charles R. Hine
Mc. Craw Hill. Book Co. Inc.

Hand Tools
Albert M. Wagener y Harlan R. Arthur

Investigación de los Costos
Dexter S. Kimball

Diccionario Inglés - Español de Ingeniería Civil
Ing. Salvador Mosqueira R.