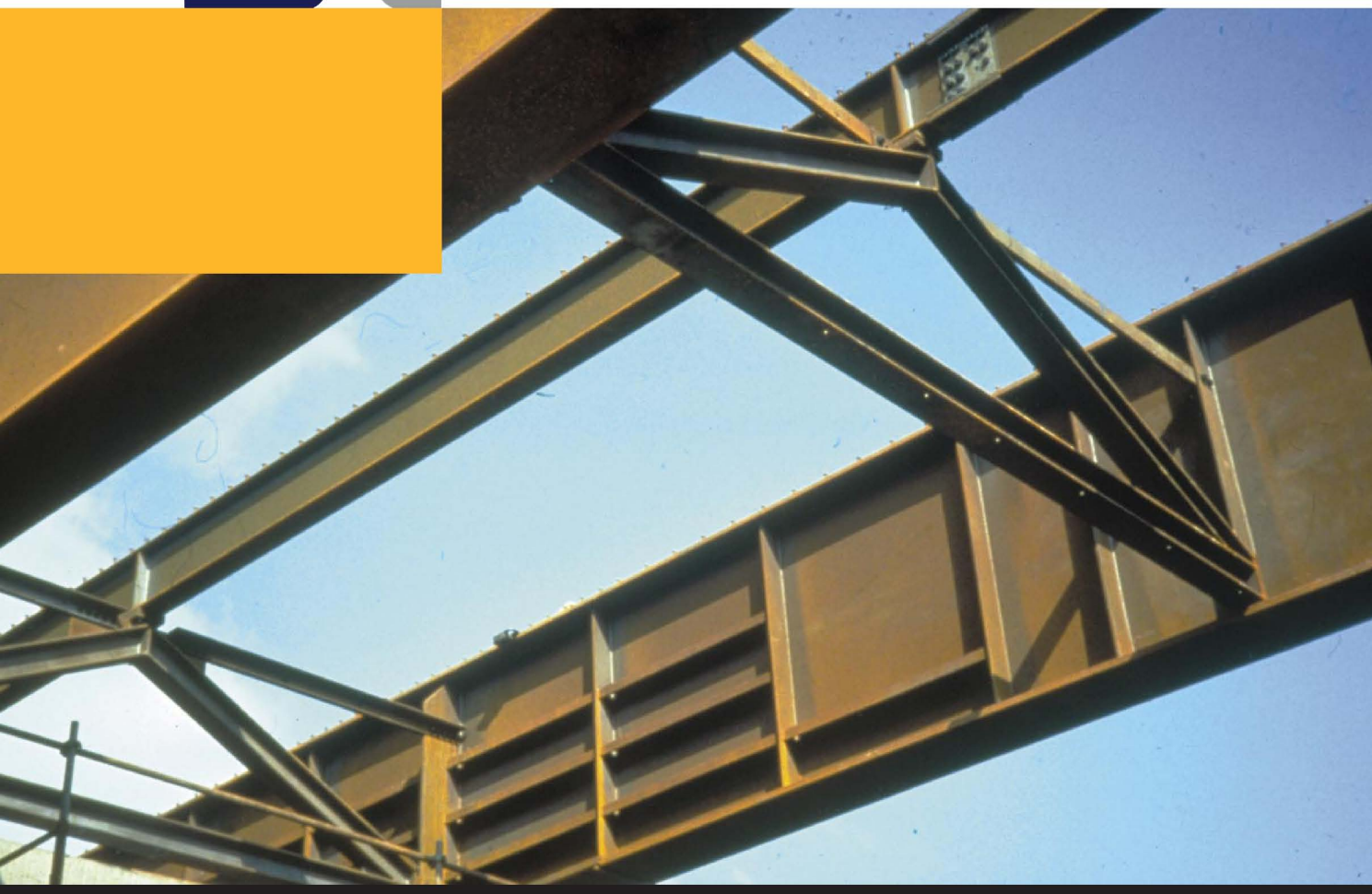
4

Construcción

Instituto Técnico
de la Estructura
en Acero



ITEA

ÍNDICE DEL TOMO 4

CONSTRUCCIÓN

Lección 4.1.1: Fabricación general de estructuras de acero I 1

1 INTRODUCCIÓN 4
2 TIPOS DE CONTRATO Y ORGANIZACIÓN 5
2.1 General 5
2.2 Procedimientos contractuales 5
2.3 Plan 5
2.4 Delineación 5
3 PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN 7
3.1 Organización del taller 7
3.2 Manipulación y preparación de materiales 8
3.3 Plantillas y marcaje 8
3.4 Líneas de corte y perfiles laminados 8
3.5 Taladrado y líneas de vigas 9
3.6 Cizallas, Guillotinas y Punzonado 10
3.7 Oxicorte de chapa 10
3.8 Prensado y conformado 11
3.9 Métodos de soldeo 11
3.10 Plan de soldeo y control de la distorsión 12
3.11 Misión del ingeniero soldador 12
3.12 Producción en serie de vigas armadas 13
3.13 Operaciones de mecanizado 13
3.14 Tolerancias de fabricación 13
3.15 Premontaje en el taller 14
3.16 Inspección y Control de Calidad 14

4 RESUMEN FINAL 15
5 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 15

Lección 4.1.2: Fabricación general de Estructuras de Acero II 17

1 INTRODUCCIÓN 20
2 FACTORES ECONÓMICOS 21
2.1 Material 21
2.2 Fabricación 22
2.3 Protección de las estructuras de acero 23
2.4 Transporte 23
2.5 Factores comerciales 24
3 EJEMPLOS DE CÓMO SE MEJORA EL PROYECTO 25
4 RESUMEN FINAL 27
5 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 27

Lección 4.2.1: Montaje I 29

1 INTRODUCCIÓN 32
2 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 33
3 ORGANIZACIÓN DE LA OBRA 34
3.1 Tareas principales en la obra 34
3.2 Estimación de necesidades 34
3.3 Instalaciones básicas y condiciones de la obra 34
3.4 Mano de obra directa 35
3.5 Grúas, herramientas y otros equipos 35
4 RESUMEN FINAL 36
5 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 36

Lección 4.2.2: MONTAJE II 37

1 INTRODUCCIÓN 40
2 PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE 41

2.1 Recepción, descarga y manipulación del material de construcción.... 41
2.2 Cimientos y placas de asiento (nivelado, medición, etc.) 42
2.3 Armado y montaje 42
2.4 Uniones atornilladas en la obra 43
2.4.1 Tornillos ordinarios 44
2.4.2 Tornillos de alta resistencia (HSFG) 44
2.4.2.1 Método de torsión regulada 44
2.4.2.2 Método de giro parcial 44
2.4.2.3 Indicadores de carga 45
2.4.2.4 Colocación 45
3 RESUMEN FINAL 46
4 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 46

Lección 4.2.3: Montaje III 47

1 INTRODUCCIÓN 50
2 UNIONES SOLDADAS EN OBRA 51
3 CONTROL DE CALIDAD 52
3.1 Manual de garantía de calidad 52
3.2 Programa de control de calidad 52
3.3 Programa de inspección 52
4 SEGURIDAD EN EL MONTAJE 53
5 RESUMEN FINAL 54
6 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 54

Lección 4.3: Principios de soldadura 55

1 INTRODUCCIÓN 58
2 TIPOS DE UNIÓN 59
3 MÉTODOS PARA HACER UNA UNIÓN SOLDADA 60
4 ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LAS SOLDADURAS 62
5 PREPARACIÓN DE BORDES PARA SOLDADURA A TOPE 64

6 PROCEDIMIENTO DE SOLDEO 66
6.1 Corriente 66
6.2 Posición de la soldadura 66
6.3 Medio ambiente 66
7 RETRACCIÓN 67
8 RESUMEN FINAL 68
9 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 68

Lección 4.4: Procesos de soldadura 69

1 INTRODUCCIÓN-FUENTES DE CALOR Y MÉTODOS DE COBERTURA 72
2 SOLDEO MANUAL DE METALES AL ARCO 73
3 SOLDEO DE METAL CON GAS NOBLE (MAG) 75
4 SOLDEO CON ARCO SUMERGIDO (SAW) 77
5 SOLDADURA DE CONECTORES 78
6 ELECCIÓN DEL PROCESO 79
7 RESUMEN FINAL 80
8 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 80

Lección 4.5: Fabricación y montaje de edificios 81

1 INTRODUCCIÓN-FABRICACIÓN 84
2 ESTRUCTURA DEL COSTE 85
3 RED DE PRODUCCIÓN 86
3.1 Producción primaria y secundaria 86
3.2 Organización del taller-Preparación del material 86
3.3 Organización del taller-Montaje y acabado 87
4 PROYECTO/ECONOMÍA DE LOS DETALLES 89
5 GENERALIDADES-MONTAJE 91
5.1 Planificación de la obra 91
5.2 Organización de la obra 91
5.3 Comienzo 91
5.4 Operaciones 92

5.5 Edificios de una planta 92
5.6 Edificios de varias plantas 93
5.7 Tiempo 94
5.8 Seguridad 95
6 RESUMEN FINAL 96
7 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 96

Lección 4.6: Inspección/Garantía de Calidad 97

1 INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES 100
2 OBJETIVOS 102
3 MÁRGENES DE SEGURIDAD 103
3.1 Variaciones del proceso 103
3.2 Grandes errores 103
4 RESPONSABILIDADES 104
4.1 Intervención 104
4.2 Evolución mediante la experiencia 104
4.3 Causas de los fallos y su prevención 104
4.4 Programación 105
4.5 Especialización 105
4.6 Registros 105
5 TIPOS PRINCIPALES DE INSPECCIÓN 106
5.1 Proyecto 106
5.2 Fabricación 106
6 FASES DE LA INSPECCIÓN 107
7 MÉTODOS DE INSPECCIÓN, PROPÓSITO Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 108
7.1 Identificación 108
7.2 Análisis químico 108
7.3 Ensayos mecánicos 109
7.4 Análisis dimensional 109
8 RESUMEN FINAL 111
9 BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL 111

Problema resuelto Nº: 4.1 (i) y (ii): Garantía de Calidad/Control de Calidad y Sistemas de Garantía de Calidad 113

1 GARANTÍA DE CALIDAD/CONTROL DE CALIDAD 116
1.1 Propósito 117
1.2 Definiciones 117
1.3 Responsabilidades 117
1.4 Descripción 117
1.4.1 Sistemas de garantía de calidad 117
1.4.2 Manual de garantía de calidad 117
1.4.3 Procedimientos 118
1.4.4 Subcontratistas y proveedores 118
1.4.5 Auditorías de calidad 118
1.4.6 Plan de calidad 118
1.4.7 Sistema de garantía de calidad mediante análisis por parte de la dirección 119
1.5 Referencias 119
2 SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD 120
2.1 Introducción 121
2.2 Bases del sistema de calidad 121
2.3 Programa de garantía de calidad 121
2.4 Manual de garantía de calidad 121
2.5 Procedimientos de Tabajo Generales 121
2.6 Plan de calidad 122
2.7 Procedimientos de Proyecto Específicos 122
2.8 Definiciones 122
2.9 Referencias 123
2.10 Matriz de referencia de la ISO 9001 124
2.11 Muestra del desglose de los Procedimientos de Trabajo Generales ... 125
DIAPOSITIVAS COMPLEMENTARIAS 127

ESDEP TOMO 4
CONSTRUCCIÓN

Lección 4.1.1: Fabricación general de estructuras de acero I

OBJETIVOS/CONTENIDO

Dar una descripción somera del proceso de fabricación de estructuras de acero; señalar los factores que influyen en los costes de fabricación y destacar la importancia de que el proyectista tenga en mente el proceso de fabricación al redactar el proyecto.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

No hay ninguno esencial.

Las siguientes lecciones pueden ser útiles:

Lección 3.1: Características de las aleaciones de hierro y carbono

Lección 3.2: Procesos de fabricación y conformado

Lección 3.3: Propiedades físicas de los metales

Lección 3.4: Calidades y tipos de acero

Lección 3.5: Selección de la calidad del acero

LECCIONES AFINES

Lección 4.3: Principios de soldadura

Lección 4.4: Procesos de soldadura

Lección 4.5: Fabricación y montaje de edificios

Lección 5.1: Corrosión general

Lección 17.8: Estructuras petrolíferas: Fabricación

Lección 18.10: Introducción a la construcción de puentes

RESUMEN

La lección resume brevemente los tipos de contrato y organización habituales en la fabricación de estructuras de acero. Examina los procesos de fabricación, con descripciones breves de las operaciones principales.

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de esta lección es dar a conocer los aspectos de la fabricación de estructuras de acero. Sólo se puede lograr que el proyecto de una estructura de acero sea óptimo considerando su fabricación y montaje al mismo tiempo que las necesidades funcionales, arquitectónicas y estructurales.

Para reducir el coste total y producir un proyecto óptimo de la estructura de acero, importa que las distintas especialidades que intervienen trabajen coordinadamente en forma de equipo en todas las fases del proyecto.

El coste de fabricación no depende sólo de la fabricación misma, también influyen el alcance del contrato, el procedimiento de contratación y la organización. La mano de obra que interviene en la fabricación tiene gran efecto en los costes. Un buen proyecto se centra en reducir la manipulación y preparación del material; se hace notar al respecto que en los procedimientos y secuencias de fabricación influye la protección superficial que requiere la obra de acero. También debe prestarse atención cuidadosa a otros aspectos, como las características de los materiales, la distorsión y las tolerancias.

2. TIPOS DE CONTRATO Y ORGANIZACIÓN

2.1 General

El tipo de contrato y la organización dependen mucho de la clase de obra, de la propiedad y del fabricante. Es práctica común que el contrato con la empresa de construcciones metálicas comprenda la fabricación y montaje y la confección de los planos de detalle; esto favorece mucho la competencia, ya que en el coste de fabricación de una estructura de acero influye mucho la preocupación por el coste al resolver los detalles de ingeniería.

Las obras grandes, como rascacielos, puentes y estructuras marinas, suelen ser proyectadas por firmas consultoras de ingeniería especializada con un contrato aparte; sin embargo, no es raro que el proyecto total de estructuras más comunes (pórticos, etc.) lo realice el fabricante bajo un contrato conjunto con la propiedad.

2.2 Procedimientos contractuales

Después de recibir el encargo y acordar las condiciones, se pasan copias de los documentos principales a la oficina de proyectos. Estos documentos suelen ser los siguientes:

- Planos de ingeniería.
- Condiciones del contrato.
- Especificación técnica.
- Programa del contrato.

2.3 Plan

El buen fin de un contrato suele depender del cumplimiento con los requisitos del programa del proyecto; las desviaciones del programa pueden tener efectos muy serios sobre el coste y los retrasos podrían perjudicar mucho a los otros oficios participantes y posteriormente a la propiedad.

El programa se suele confeccionar en un formato de barras fundado en las técnicas de red, entre ellas el análisis de camino crítico.

Los elementos esenciales son:

- Secuencia de montaje;
- Compra de materiales a la acería;
- Elaboración de planos de taller;
- Preparación de los materiales;
- Fabricación;
- Armado;
- Tratamiento de protección;
- Entrega a pie de obra.

Todos los elementos se planean a plazos fijos y coordinados con las actuaciones paralelas de otros contratos que se realicen al mismo tiempo. Si el programa de montaje impone exigencias de trabajo en taller superiores a la capacidad del fabricante, se hace necesario subcontratar trabajos en conjunción con los requisitos de garantía y control de calidad (GC y CC).

2.4 Delineación

Únicamente se pueden confeccionar los planos con rapidez y economía si el ingeniero consultor proporciona toda la información precisa acerca de la geometría de la estructura, dimensiones de los elementos y los esfuerzos y momentos de las uniones. Sin la información oportuna, habrá retrasos muy caros, no solo en delineación de proyectos, sino en toda la cadena de producción. Las variaciones del proyecto una vez acabados los planos ocasionan gastos extra. Y peor aún, habrá más gastos extra si hay que modificar el trabajo ya realizado en el taller; las modificaciones hechas en obra suelen ser muy costosas, en particular si producen retrasos en el programa.

La delineación de los planos se divide en tres fases:

- Preparación y comienzo del trabajo.
- Dibujo de los detalles.
- Revisión de los planos.

El tiempo y dinero dedicado a la confección de los planos depende mucho del grado de

repetición y de la complejidad del proyecto; una atenta consideración de estos extremos antes de empezar a trabajar en detalle produce planos que comuniquen eficazmente y sin ambigüedades las condiciones de la estructura a los operarios del taller y al personal de montaje.

En un centro de trabajo provisto de máquinas trazadoras modernas, manejadas por delineantes bien formados, el ritmo de producción de planos es mayor. También producen planos de mejor calidad y es más fácil incorporar modificaciones. Es posible la transmisión telefónica a distancia. Estos equipos tienen además la ventaja de producir automáticamente listas de materiales y cintas de control numérico (CN) para fabricación.

3. PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN

3.1 Organización del taller

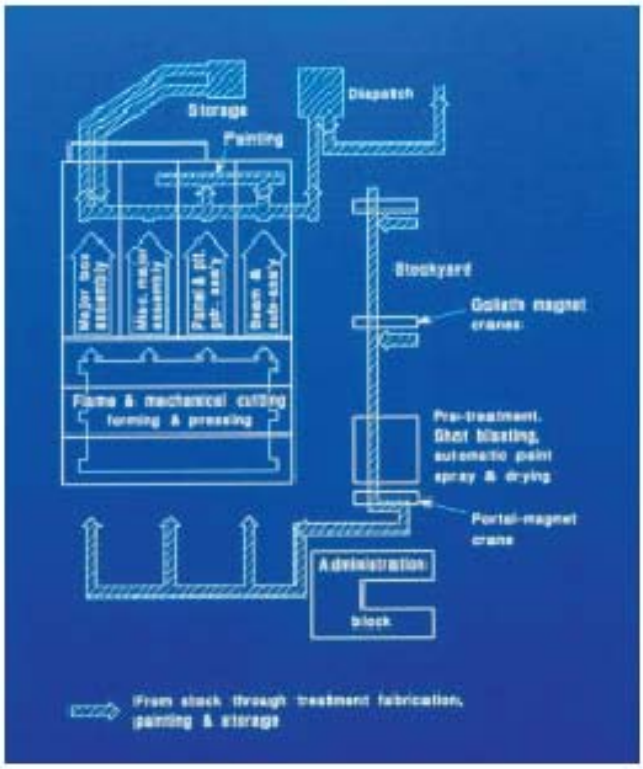
Los fabricantes de estructuras van desde pequeñas empresas generalistas hasta grandes fábricas especializadas que disponen de distintos equipos. En todo caso, la fabricación debe organizarse siempre de modo que el material circule por el taller en un solo sentido desde que entra hasta que sale (diapositiva 1). Un diagrama de circulación, como el de la diapositiva 2, muestra las principales actividades de un taller moderno; las actividades concretas de la fabricación de una estructura sencilla también se pueden organizar mediante un diagrama de circulación (diapositiva 3).



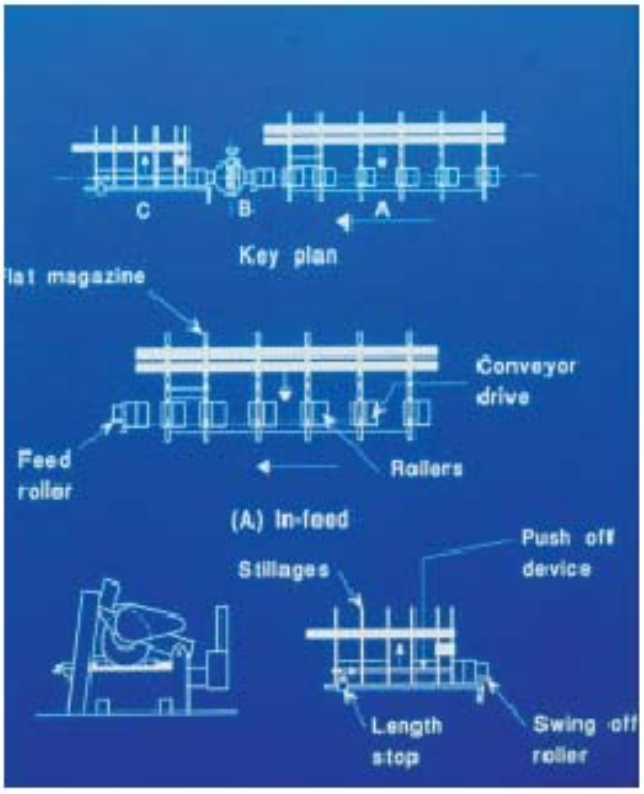
Diapositiva 1

La mayor parte de los talleres están dotados de puentes grúas móviles, a veces con control a distancia desde el suelo. En talleres grandes son comunes los sistemas de cintas transportadoras. Se reducen así mucho los costes de acarreo.

Se deben prever instalaciones especiales para almacenar materiales inflamables, e instalarse tuberías para gas y oxígeno. Las áreas de soldadura requieren un elevado suministro de energía eléctrica y pantallas para proteger la vista contra la luz ultravioleta. Ciertas operaciones, como el desbastado mecánico y el corte por arco, causan mucho polvo y ruido. Por lo tanto,



Diapositiva 2



Diapositiva 3

siempre que sea posible, deben separarse de las demás zonas de trabajo.

3.2 Manipulación y preparación de materiales

El material se almacena temporalmente de modo que sea fácil identificarlo y moverlo. Algunas empresas apilan el material de modo que se facilite el acceso y traslado con grúas con cadenas y ganchos. En otras se maneja el material con mucha automatización, mediante grúas y transportadores de izado magnético; en la diapositiva 4, por ejemplo, se ve una grúa móvil magnética Goliath capaz de izar chapas y perfiles (la diapositiva 5 muestra una operación similar). Los datos de dimensión, longitud, peso y calidad del acero perteneciente a una marca de identificación se registran por medios informáticos.

Si es necesario, se granalla el acero, ya sea a mano o mecánicamente. Algunas instalaciones automatizadas pueden detectar las medidas de los elementos. Puede seguir la pintura con pistola (a mano o automática), pero en función del programa de producción; por ejemplo, si hay que soldar, se debe pintar posteriormente.

3.3 Plantillas y marcaje

El acero se puede marcar directamente trazando a mano líneas de corte y ejes de taladros; pero actualmente casi todos los talleres tienen máquinas automáticas programables. Tradicionalmente se hacían plantillas a tamaño natural de madera o cartón grueso para trazar las líneas de corte y los ejes de los taladros que debían hacerse en el acero.

A veces se producen piezas repetidas por medio de una plantilla de acero taladrada para evitar el desgaste. Aún se trabaja con plantillas, en especial para chapas y cartelas de unión pequeñas, pero las propias plantillas se trazan por métodos automáticos una vez trazados en la sala de dibujo con ordenador. Esta técnica reduce mucho el trabajo del trazador de plantillas tradicional.



Diapositiva 5

3.4 Líneas de corte y perfiles laminados



Diapositiva 4



Diapositiva 6



Diapositiva 7

En casi todos los casos los perfiles laminados se sierran a su longitud, siendo otras posibilidades el corte mecánico o a el oxicorte. El fabricante dispone de tres tipos de sierra:

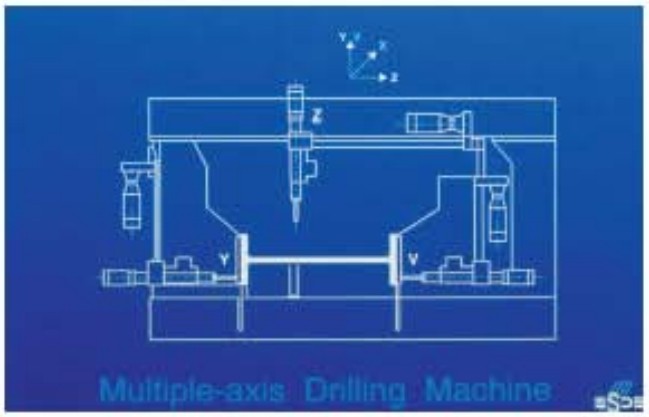
- Sierra circular;
- Sierra de cinta;
- Sierra oscilante a motor.

Sin duda, la sierra con más ventajas es la circular en frío, porque su rendimiento es mayor que el de la sierra de cinta o la oscilante. En muchos casos estas sierras van montadas en líneas automatizadas, dotadas de transportadores longitudinales y laterales y sistemas de medición, como se ve en las diapositivas 6 y 7.

La precisión de la sierra es de una fracción de milímetro en longitud y del 0,2% del canto en escuadra. El tipo más exacto está provisto de un brazo giratorio que hace descender la hoja sobre el perfil. La velocidad de la hoja se ajusta automáticamente al atravesar la pieza. Un sistema de sierra totalmente automático se dirige por medio de control numérico.



Diapositiva 8



Diapositiva 9

3.5 Taladrado y línea de vigas

El método de taladrado tradicional consiste en tres operaciones:

- Marcar la posición de los taladros que han de realizarse;
- Llevar la pieza al taladro con grúa, transportador u otro medio;
- Taladrar el orificio mediante, por ejemplo, un taladro radial (radio: alrededor de 1,5 metros).

Los talleres actuales mejor equipados tienen líneas automáticas para trabajar vigas en serie (diapositiva 8), generalmente enlazados a los elementos de transporte de la línea de corte. Un transportador longitudinal mueve la viga (diapositiva 9) a lo largo del eje Y, llamado V y X a cada ala, y las brocas que taladran el alma se trasladan en el sentido del eje Z.

Este sistema, como la línea de corte, se dirige por programas informáticos; algunas máquinas están provistas de cabezas taladradoras múltiples que les permiten taladrar varios orificios simultáneamente en cada eje (diapositivas 10 a 12).



Diapositiva 10

Existen unas brocas espirales nuevas, capaces de alcanzar mayores velocidades y rendimientos, a saber:

- Brocas refrigeradas que triplican la velocidad de perforación.
- Brocas forradas de nitruro de titanio que sextuplican la velocidad de perforación.
- Brocas con punta de carburo con velocidades de perforación excepcionales.

3.6 Cizallas, Guillotinas y Punzonado

Los perfiles pequeños de reducido espesor se pueden cortar con cizalla.

Las chapas de hasta 25 mm de espesor se pueden cortar con guillotina, pero la fuerte presión de contacto de la hoja inferior suele deformar la chapa y por tanto sólo puede hacerse si lo permite la especificación. Sin embargo, las punzonadoras modernas que funcionan a gran velocidad deforman menos el material.

Es mucho más rápido punzonar el acero que taladrarlo, y por lo tanto menos costoso; pero el punzonado se reduce generalmente a las estructuras de poco espesor con carga predominantemente estática o elementos secundarios, salvo que las uniones sean con tornillería de alta resistencia o los taladros se escarien a mayor diámetro. El máximo espesor al que se puede aplicar el punzonado depende de la clase y calidad del material.

3.7 Oxicorte de chapa

El biselado y oxicorte de chapas es práctica general en muchos talleres. El oxígeno y el propano se suelen guardar a granel en depósitos exteriores y alimentan al taller por tuberías. El equipo para cortar a la llama va desde el soplete manual hasta multilanzas con control numérico (diapositiva 13). Para cortar chapas anchas se disponen varios cabezas a fin de asegurar la misma temperatura a cada lado, evitándose así la deformación. Se puede dotar incluso el tren de corte de tres sopletes para producir cantos con doble bisel.

Las máquinas de una sola cabeza pueden operar dirigidas por un cabezal óptico, siguiendo un perfil trazado en papel a escala



Diapositiva 11



Diapositiva 12



Diapositiva 13

1:10 o tamaño natural. El perfilado lo suelen realizar máquinas con control numérico que también pueden marcar la posición de los agujeros y estampar marcas de identificación.

Si no se considera esencial la precisión de los bordes, hay otros métodos con mayor velocidad de corte, como corte con plasma bajo agua o bajo polvo inerte. El corte con láser empieza a introducirse, pero por ahora se reduce a chapas finas; no obstante, la poca precisión del borde resultante lo hace inadecuado para ciertas aplicaciones.

El fabricante debe estar al tanto de que el oxicorte siempre causa contracción, por las mismas razones que el soldeo.

El oxicorte simétrico de las chapas reduce la distorsión. El mecanizado de un solo lado produce deformación debido la tensión residual.



Diapositiva 14

3.8 Prensado y Conformado

Para el fabricante moderno, la aplicación más importante del prensado y conformado de chapas es aumentar la gama disponible de perfiles laminados. Un buen ejemplo es la viga artesa trapezoidal con la que se rigidizan tableros de puente (diapositiva 14). Otro ejemplo son las secciones tubulares de dimensiones mayores que las normalizadas (diapositiva 15).

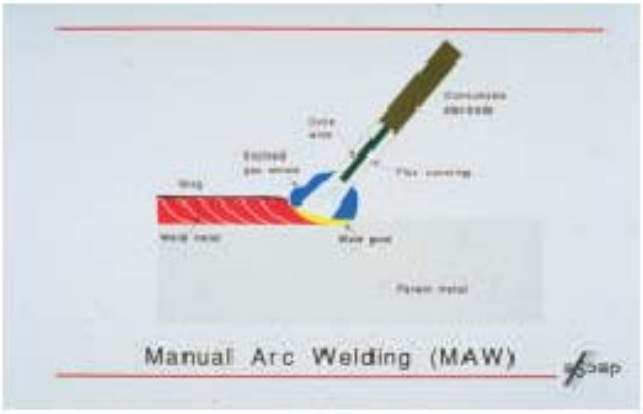


Diapositiva 15

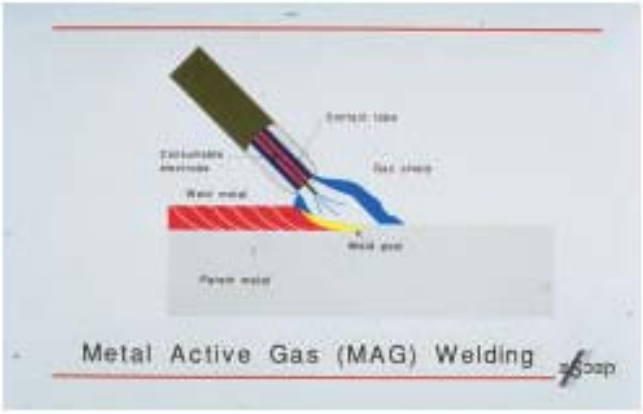
3.9 Métodos de soldeo

Son tres los procesos de soldeo más utilizados en los talleres modernos:

- Soldeo manual con arco para piezas auxiliares y ciertas soldaduras de perfiles y posicionales (diapositiva 16);



Diapositiva 16



Diapositiva 17

- Soldeo de metales con gas activo (MAG) y soldadura con varilla forrada, con y sin gas (diapositiva 17);
- Soldeo con arco sumergido (diapositiva 18) en procesos totalmente automáticos; particularmente útil para soldadura pesada en posición horizontal o vertical y cordones largos en vigas armadas.
- Soldeo de conectores al arco eléctrico, principalmente en estructuras mixtas de acero y hormigón.

3.10 Plan de soldeo y control de la distorsión

Como la soldadura de penetración completa es más difícil de hacer que la de resistencia total, sólo debe soldarse a penetración completa donde sea preciso, como las uniones donde pueden producirse grandes tensiones de fatiga. Un correcto diseño de soldeo refleja los aspectos económicos y ventajas de los distintos tipos de soldeo, eligiendo los adecuados a las necesidades del proyecto.

La soldadura de resistencia total se logra fácilmente soldando en ángulo; soldaduras con penetración completa sin inclusiones en el centro, sólo se consigue preparando bordes por la parte posterior antes de soldar el otro lado. El riesgo de fallos en la soldadura de penetración completa es mucho mayor y la distorsiones son mucho más difíciles de evitar.

Las distorsiones se reducen pretensando los elementos antes de soldarlos o aplicando calor por igual a cada lado del eje del perfil. También deben calcularse las tolerancias de acuerdo a la contracción total debida a la soldadura. La calidad de los ajustes es muy importante pues las holguras excesivas influyen en la distorsión y aumentan la contracción.

Es difícil mantener la calidad de la soldadura al final del cordón. En la soldadura a tope el problema se resuelve soldando chapas en cada extremo, que se quitan al terminar la soldadura.

3.11 Misión del ingeniero soldador

Los procedimientos de soldadura son responsabilidad del ingeniero soldador, quien



Diapositiva 18



Diapositiva 19

redactará una hoja con procedimientos para cada tipo de soldadura. También comprobará que el soldador está calificado según la norma exigida.

Igualmente debe supervisar los ensayos no destructivos (END) que se realicen por medios radiográficos, ultrasónicos, partículas magnéticas o líquidos penetrantes.

3.12 Producción en serie de vigas armadas

Las vigas armadas soldadas son una manera de suplementar la gama de perfiles laminados existente. La secuencia de producción típica es como sigue:

- Las chapas para las vigas se ensayan con ensayos no destructivos por si hubiera hojas procedentes de la laminación u otros defectos; luego se oxicortan a la medida precisa y se chorrean con granalla.
- Las vigas se fijan firmemente en posición y se sueldan por puntos; sigue el soldeo con arco sumergido, moviéndose las cabezas por las líneas de soldadura (diapositivas 19 y 20). Los rigidizadores que hagan falta se sueldan por puntos y luego, generalmente, con soldadura MAG.

La soldadura simultánea de ambas alas reduce la distorsión.



Diapositiva 20



Diapositiva 21

3.13 Operaciones de mecanizado

Casi todos los talleres disponen de cepilladoras, fresadoras radiales y máquinas para mecanizar la superficie de la chapa (diapositiva 21).

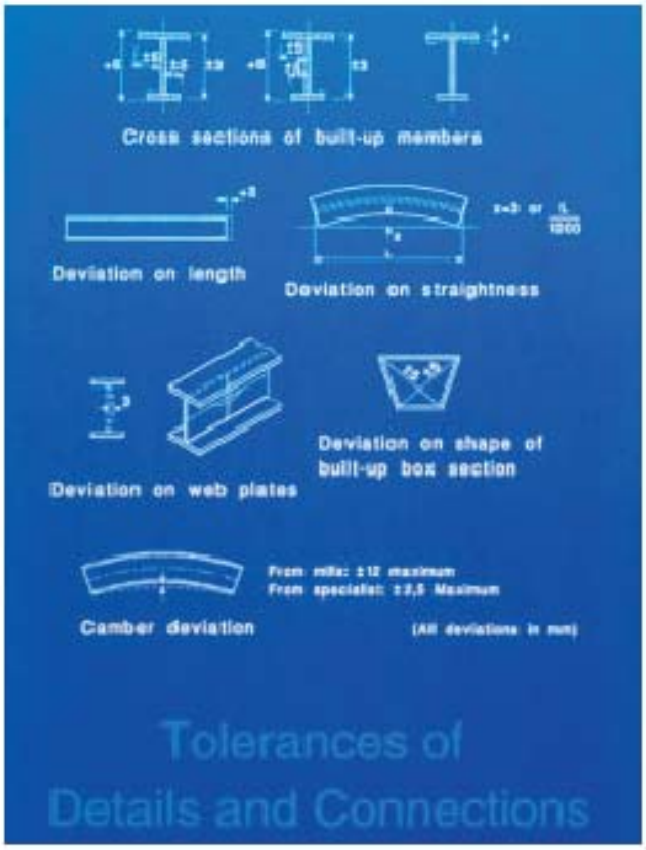
Las asperezas de los bordes de la chapa, a menudo debidas al oxicorte, se suprimen cepillándolas.

Los bordes de las piezas se cepillan para conseguir una escuadra mejor que la que produce la sierra. El eje de la pieza se alinea con la cabeza de corte mediante métodos de rayo láser óptico.

Sólo es necesario mecanizar las superficies de apoyo especiales, y a veces, la placa de asiento de los pilares sobre el forjado.

3.14 Tolerancias de fabricación

Los talleres modernos regulan con precisión las dimensiones de las piezas fabricadas y no tienen dificultad para cortar el material laminado a su tamaño. El mayor problema estriba en la inexactitud de los perfiles y planchas que sirve la



Diapositiva 22

acería. Las Euronormas (EN) y las normas ISO establecen las tolerancias dimensionales de los perfiles, chapas y pletinas, perfiles huecos y angulares laminados. Las alas de los tramos de viga en los puntos de unión críticos se enderezan con plegadora. Como se ha dicho, reducir la distorsión debida a la soldadura es un factor importante para producir con precisión perfiles soldados.

Los detalles y las uniones han de proyectarse de modo que se respeten las tolerancias dentro de los límites de la buena ejecución. Se da un ejemplo en la diapositiva 22.

3.15 Premontaje en el taller

A veces es preciso comprobar las correctas dimensiones del producto premontando una parte de la estructura en el taller.

Es probable que lo requieran las partes de la estructura de un puente, en especial las destinadas al extranjero, o que pertenezcan a instalaciones complejas.

El premontaje es caro y debe evitarse si es posible incorporando al proyecto medios de ajuste en obra y con perfecta control de las medidas.

3.16 Inspección y Control de Calidad

El control de calidad debe empezar en el proyecto y seguir durante la elaboración de los planos y el acopio de materiales; el mantenimiento de la calidad en todo el proceso de producción depende mucho de los detalles de fabricación y de los materiales que se acopien.

Los fabricantes grandes tienen un control de calidad propio que crea y mantiene un manual de Calidad describiendo el método de trabajo en todo el proceso de fabricación. El departamento de control de calidad se integra con la dirección del taller para asegurar que todos los trabajadores poseen la formación que exige el trabajo y los soldadores la homologación para ejecutar los procedimientos de soldadura prescritos.

Es necesario realizar revisiones periódicas que aseguren que:

- Todos los materiales coinciden con los especificados.
- Se examine el material por si hubiese hojas o defectos de laminación.
- Los electrodos de soldadura sean identificables.
- Los electrodos de soldar se almacenen en las condiciones exigidas.
- Se sigan los procedimiento de soldadura.
- Se inspeccionen las soldaduras mientras se ejecutan.
- Se han implantado procedimientos correctos para apretar los tornillos de alta resistencia
- Las marcas de identificación son claras y visibles.
- Todo el equipo se conserva en perfecto estado.

Debe mantenerse siempre un enlace estrecho entre el personal de control de calidad y el de delineación.