7

CAD/CAM

Instituto Técnico
de la Estructura
en Acero



ITEA

ÍNDICE DEL TOMO 7

CAD/CAM

Lección 7.1: Introducción al Papel del Acero en la Construcción en Europa 1

1 INTRODUCCIÓN 4
2 EL SOPORTE INFORMÁTICO 6
3 IMPRESORAS Y PLOTTERS (TRAZADORES GRÁFICOS) 8
4 ENTRADA/SALIDA Y ALMACENAMIENTO DE DATOS 10
5 COMUNICACIONES 11
6 EL INTERFAZ DEL USUARIO 12
7 PROGRAMACIÓN DE LOS ORDENADORES 14
8 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DEL SOFTWARE 15
9 DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR (C.A.D.): DELINEACIÓN EN DOS DIMENSIONES 17
10 MODELO ESTRUCTURAL TRIDIMENSIONAL 19
11 CONTROL NUMÉRICO EN LA FABRICACIÓN 24
12 EL FUTURO 25
13 RESUMEN FINAL 27

Lección 7.2: Futuro desarrollo de los sistemas de información en la construcción en acero 29

1 INTRODUCCIÓN 32
2 EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN 33
2.1 El intercambio de información: situación actual 33
2.2 El intercambio de información: el futuro 34

3. UN ESUQEMA PARA CAMBIAR 37
3.1 El Modelo de Producto 37
3.2 Intercambio de información entre los programas informáticos 38
3.2.1 Introducción 38
3.2.2 Formatos “neutros” de intercambio de ficheros de gráficos ... 38
3.3 Gestión de los sistemas de información (MIS-Management Information System) 40
4 INSTALACIÓN 43
5 RESUMEN FINAL 44
6 REFERENCIAS 45

ESDEP TOMO 7
CAD/CAM

Lección 7.1: Introducción al diseño y la fabricación asistidos por ordenador (C.A.D./CAM)

OBJETIVOS/ALCANCE

Se repasarán brevemente los principales avances de la informática y se describirán los distintos modos en los cuales los ordenadores pueden ser usados en el campo de la construcción metálica, haciendo un énfasis especial en el diseño y la delineación.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Ninguno.

LECCIONES AFINES

Lección 7.2: Futuras tendencias y desarrollo de los sistemas informáticos en la construcción en acero.

RESUMEN

El reducido coste de los relativamente poderosos ordenadores personales ha permitido que labores tradicionalmente realizadas “a mano” se realicen ahora con la ayuda de dichas herramientas. Se analizarán los avances en la informática que han permitido este desarrollo.

Se describirán los usos potenciales de los ordenadores dentro de cada una de las actividades asociadas a la construcción con acero, desde la idea inicial del cliente hasta el trabajo en obra. Aunque se tratarán las aplicaciones generales tales como los procesadores de textos, las hojas de cálculo o las bases de datos, se hará especial énfasis en los cálculos de diseño y analíticos y en la delineación asistida por ordenador (C.A.D.). Se distinguirán los sistemas de dibujo en 2-D (dos dimensiones) de los de modelado sólido y la posibilidad de transferir la información del modelado sólido a la maquinaria automática, a través de su control numérico.

1. INTRODUCCIÓN

Los avances alcanzados en los soportes, entornos, programas y en los sistemas de intercambio de información han provocado cambios en diversas actividades de la construcción en acero. Estos avances informáticos se han mezclado con avances en los equipos (hardware), lo que ha permitido que se abran nuevas posibilidades para el desarrollo de aplicaciones o programas (software). Sin embargo, no todos los avances han seguido esta secuencia desde el punto de vista del usuario final; en numerosas ocasiones el desarrollo de aplicaciones más fáciles de usar ha precedido a la disponibilidad o accesibilidad de las instalaciones necesarias para soportarlas.

Los diversos procesos informatizados existentes en los campos del diseño y la fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM) deben integrarse en la secuencia normal de actividades que aparecen durante la concepción, el diseño y la fabricación de estructuras (figura 1). Todo este proceso de integración debe ser manejado por grupos de especialistas en distintas disciplinas, junto al propio fabricante. Un planteamiento alternativo podría consistir en encargar el proceso global de diseño y construcción a una única organización que tome la responsabilidad de todas las tareas, aunque se subcontraten ciertos aspectos de ellas a especialistas. En ambos casos, aparecerán problemas de comunicación, y el grado de éxito al superarlos es crucial para el éxito global del proyecto.

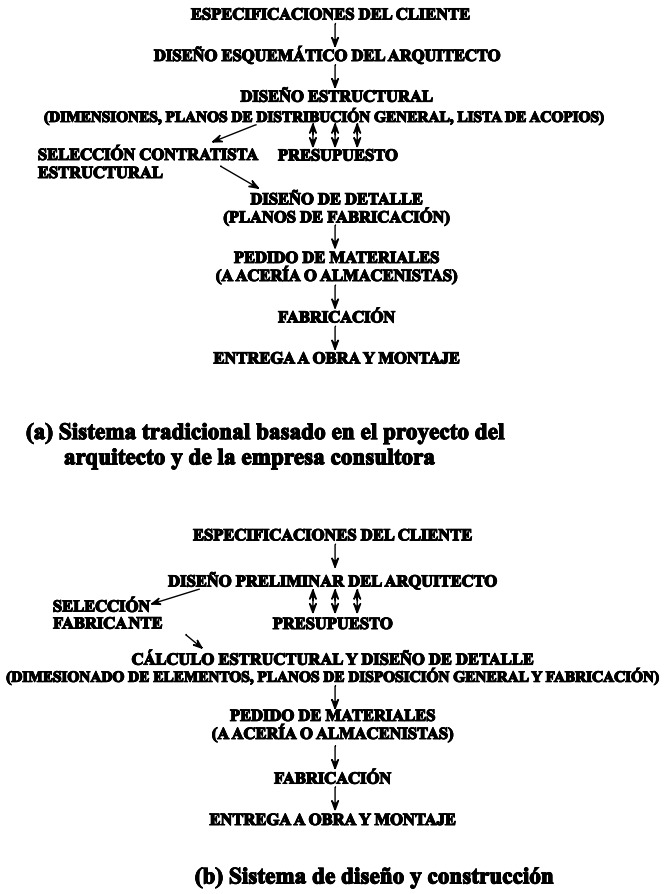


Figura 1 Procesos de diseño y construcción (esquemático)

Las tecnologías de manejo de la información se ocupan del intercambio eficaz de datos, y pueden ser empleadas para maximizar la eficiencia en todas las etapas del proyecto. Si bien, desde el punto de vista de este programa estamos interesados en su influencia sobre los aspectos estructurales, todos los grupos de especialistas involucrados en el proyecto deben considerarse parte de un equipo integrado. Con esta idea las posibilidades ofrecidas por los sistemas de ordenadores a la hora de compartir información deben utilizarse, por ejemplo, para asegurarse que las instalaciones auxiliares pueden situarse en el interior de la estructura, evitando los problemas que puedan presentarse en la última fase del proyecto, particularmente a pie de obra. Desde el punto de vista arquitectónico, es importante que los elementos estructurales no obstruyan la entrada de luz natural desde las ventanas o que exista una libre circulación de ocupantes dentro del edificio. Incluso en el contexto puramente estructural, hay áreas donde se pueden presentar problemas, uno muy típico ocurre al diseñarse la estructura con todos los elementos en su tamaño óptimo, pues esto plantea al fabricante el problema de encargar pequeñas cantidades de un gran número distinto de perfiles y a diseñar y fabricar diferentes tipos de uniones, que siendo eficientes desde el punto de vista del aprovechamiento y coste del material, provocan elevados costes en la fabricación, que podrían evitarse con la estandarización de las uniones para adaptarse al

fabricante. Estos problemas puede que no se presenten en todos los casos, y el hecho de que se produzcan es una prueba de la falta de eficacia en la comunicación entre los miembros del equipo de diseño.

En la fase de presentación de ofertas, los diseñadores deben:

- Contactar con el Cliente, sus arquitectos y otros especialistas, posiblemente incluyendo a fabricantes de estructura.
- Concebir, acordar y racionalizar un diseño estructural.
- Realizar los cálculos de diseño de la estructura con rapidez.
- Preparar un número reducido de planos.
- Decidir los requisitos que se solicitarán al material y el proceso de construcción.
- Usar todos estos datos para estimar un precio de oferta y emitir la documentación adjunta a dicha oferta.

Esta etapa representa una gran cantidad de trabajo que, después de que el contrato haya sido adjudicado, puede haber resultado infructuosa. Desde este punto de vista, existe la necesidad de minimizar el esfuerzo empleado durante esta fase tan arriesgada. Por otro lado, en el caso en el que se consiga la adjudicación del Contrato, es esencial reducir la cantidad de variaciones eventuales con respecto a la especificación en el momento de la oferta, por lo que esta actividad debe realizarse de una manera muy concienzuda. Existe, pues, una justificación muy clara para la introducción de una aproximación, basta que pueda desarrollarse por ordenador, facilitando un ahorro de tiempo en mano de obra en el dimensionamiento inicial de los elementos, en la elaboración de los planos de oferta y en la estimación de los costes.

Una vez que se ha superado la fase de oferta, y el Contrato ha sido adjudicado, el equipo de diseño designado debe enfrentarse con:

- Producción de cálculos de diseño de detalle.
- Producir un conjunto de planos para fabricación, construcción y control de la edificación y para facilitar el intercambio de información entre los especialistas de estructuras, arquitectura y de instalaciones.
- Preparar la lista de mediciones y documentos de contratación.
- Identificar una secuencia eficiente de fabricación y construcción que asegure que los componentes lleguen a obra poco antes de que sean necesitados, y que no se presenten situaciones inesperadas en obra.

En cada una de estas tareas el uso de ordenadores, bien directamente, mediante programas con aplicaciones, o bien, para el intercambio de información, es una posibilidad que hay que tener en cuenta para asegurarse de que la obra se realiza eficazmente y que funciona correctamente.

Aunque es normal que en una lección como esta se haga hincapié en la entrada de datos técnicos para el diseño y la fabricación, debe recordarse que una parte importante de un eventual aumento en la eficacia de un proceso complejo con múltiples tareas, puede provenir de una integración adecuada de los programas de uso normal en una oficina: procesadores de textos, hojas de cálculo y bases de datos. Las decisiones que sean tomadas acerca de cómo se deben compartir y enviar los datos y el modo en que se debe organizar el proceso global, puede suponer importantes diferencias para su eficiencia.

En esta lección se presupondrá que el lector tiene unos conocimientos generales sobre la informática y su uso, así como de las aplicaciones al control automático de la fabricación. Por ello, en esta lección solo se realizará un repaso general de la informática actual y los desarrollos alcanzados en los últimos 40 años. Cuando sea necesario introducir un término del lenguaje informático, éste aparecerá en letras itálicas.

El desarrollo de la informática es muy rápido y, por lo tanto, toda la información que se va a presentar tiene un período de validez muy reducido tras la fecha de su publicación.

2. EL SOPORTE INFORMÁTICO (HARDWARE)

Los primeros “computadores” con funcionamiento mecánico, se desarrollaron por los matemáticos del siglo XIX. Tras estas primeras máquinas los avances no pasaron de la obtención de calculadoras y computadoras electromecánicas (la mayoría de las veces analógicos en lugar de digitales), usados en aplicaciones comerciales, industriales y militares hasta la mitad del siglo XX. Realizaban operaciones numéricas más rápidamente de lo que se podía hacer manualmente, pero estaban limitadas por el alto número de piezas de precisión necesarias para operaciones de aritmética general, o para operaciones especiales como cálculo de trayectorias en artillería.

Los primeros ordenadores electrónicos se desarrollaron a mitad del siglo XX, usando válvulas como elementos básicos de procesado. Éstos componentes se disponían en placas, y por ello los computadores recibían el nombre de placas madre. Generaban grandes cantidades de calor y, por ello era necesario instalar sistemas de enfriamiento y aire acondicionado. Estos primeros computadores eran poco fiables debido a la limitada vida de las válvulas termoiónicas, y cuanto mayor era su tamaño, mayor era la probabilidad de fallo. El límite natural de dicho tamaño se alcanzaba cuando se concebía un diseño que tenía tantos componentes, que usando la probabilidad simple tendría una media de 57 minutos de paro por hora. Su uso y mantenimiento requería el empleo de un gran número de personal de mantenimiento y para el manejo de la maquinaria. Comparadas con sus precedentes mecánicos eran extremadamente poderosas. En el sector industrial se aplicaron preferentemente a la contabilidad y a los departamentos financieros, pero su uso en el campo de la investigación permitió el crecimiento inicial del análisis numérico.

El desarrollo de los transistores en los años 50 y de los circuitos integrados (micro chips) en los 60 y 70 condujeron a la mejora del tamaño, del consumo de energía, de la potencia de cálculo, de la fiabilidad y de los costes de equipos (hardware). Estos avances permitieron una gran diversificación de las aplicaciones de la informática y de las máquinas que las hacían posibles. El primero de estos avances fue la aparición de los miniordenadores -ordenadores relativamente transportables y con la suficiente capacidad de cálculo como para desarrollar labores que antes sólo eran posibles con las placas madres-. El procesador central se podía instalar en una cabina que podía montarse sobre un carrito con los elementos periféricos, y que podía usarse en una oficina o laboratorio de tamaño normal. En comparación con las placas madre, los miniordenadores sólo necesitaban un soporte técnico modesto. Su tamaño se redujo drásticamente durante los años 80, de manera que sus descendientes, conocidos como estaciones de trabajo (workstations), tenían un aspecto muy similar al de los ordenadores personales actuales. Las placas madres se convirtieron en super ordenadores con el objetivo puesto en almacenar y manejar cantidades enormes de información con velocidades de procesamiento muy altas. Estos super ordenadores son empleados en la actualidad para gestionar bases de datos de gran tamaño y simulaciones numéricas de sistemas complejos.

En la mitad de los años 70 la tecnología de los micro chips se había desarrollado tanto como para que se dispusiera de una considerable capacidad de cálculo, que pudiera ser instalada en unidades muy pequeñas -denominadas microordenadores u ordenadores personales-. Al principio tenían una capacidad de memoria instalada en una unidad muy pequeña, pero eran programables desde el teclado en lenguaje BASIC, pudiéndose cargar programas desde casete. Los primeros fabricantes de microordenadores tenían cada uno su propio sistema operativo (o programa de control), y no era posible transferir programas o datos directamente desde un tipo de máquina a otro. También había varios tipos de micro chips, cada uno con su conjunto de instrucciones, por lo que cada uno de los compiladores de los lenguajes de programación debían reescribirse para cada tipo. La escritura de un sistema operativo común para una familia de procesadores supuso un importante avance. Este sistema permitió la fabricación de un número importante de microordenadores entre los

cuales podían intercambiarse los programas. Este proceso de estandarización ha continuado hasta el punto que en el momento de redacción de esta lección solo hay dos grandes grupos de ordenadores personales usados en ambientes profesionales y de negocios, ordenadores personales PC compatibles con IBM PC y los Apple Macintosh. En el caso de Macintosh no existe una industria de fabricación compatible, que no impide que exista una programación muy amplia en algunas áreas, especialmente en el diseño y la publicación gráficas.

3. IMPRESORAS Y PLOTTERS (TRAZADORES GRÁFICOS)

A pesar de la multiplicidad de medios existentes para la presentación y almacenamiento de información, sigue siendo necesaria la posibilidad de disponer de copias en papel de los datos de entrada, listados de programas, resultados de análisis, gráficos y documentos. En el caso de copias de datos alfanuméricos lo más conveniente es el uso de una impresora. Dentro de este área existe un considerable abanico de opciones, aunque el principal cambio en los últimos años ha sido el paso de los caracteres tipográficos a las impresoras matriciales de distintos tipos. La gran mayoría de las modernas impresoras pertenecen al último de estos grupos, en los cuales la salida está formada por una matriz de puntos que cubre el área de impresión de una forma similar a la que los pixels forman las imágenes en la pantalla. En las impresoras en blanco y negro cada uno de estos puntos se activa o desactiva para determinar la forma del carácter o la imagen gráfica, y la calidad de la impresión depende de la densidad con que estos puntos estén espaciados. La principal diferencia entre las impresoras de un tipo u otro está constituida por el modo en que se imprimen estos puntos en el papel.

Las impresoras que se usaban con las antiguas computadoras se basaban en principios similares a las de la máquina de escribir, mediante el uso de caracteres tipográficos estampados sobre un material metálico y que escribían mediante la presión de éstos sobre un cartucho impregnado de tinta. Estas impresoras lineales podían realizar impresiones de textos voluminosos con bastante rapidez, pero estaban muy limitadas para la impresión de gráficos. Las impresoras daisywheel and thimble, derivadas de las anteriores, compartían sus limitaciones, pero eran capaces de suministrar trabajos de mayor calidad.

Las impresoras matriciales por impacto se han usado durante años, proporcionando un sistema relativamente barato para conseguir impresiones de una calidad razonable, tanto para textos como para gráficos. La cabeza impresora puede desplazar una o más filas verticales de agujas, cada una de las cuales puede proyectarse hacia el papel para producir un punto. Los sistemas típicos se componen de 9 agujas en una sola columna o 24 agujas en 3 columnas. La calidad borrador se obtiene con rapidez imprimiendo las agujas sin que éstas se superpongan en absoluto, mientras que impresiones de mayor calidad se obtienen al simular los caracteres mediante series de puntos que se superponen. En las impresoras de 9 agujas esto se consigue mediante una pasada doble por línea con un pequeño desplazamiento entre ellas, lo que permite imágenes más densas y precisas. Se pueden usar varios tipos de letras y una gran variedad de caracteres. El control de cada una de las agujas de la cabeza de impresión a su paso por el papel permite la impresión de imágenes gráficas. Éstas se pueden definir como mapas de bits en los que se almacena la imagen como un conjunto continuo de puntos que cubren todo el área de impresión y que puede enviarse a la impresora como un solo barrido de pantalla que convierte directamente un pixel de la pantalla en una o más puntos de la impresora. A veces, las imágenes vectoriales (como planos de ingeniería) pueden convertirse en mapas de bits mediante un programa instalado en el ordenador o la impresora.

Las impresoras láser, que depositan sus puntos electrostáticamente, de forma parecida a las fotocopiadoras, permiten alcanzar mapas de bits mucho más densos. Aunque son caras, ofrecen una calidad de impresión excelente, además de rapidez y flexibilidad (en términos de caracteres, tipos de letras y tamaños de impresión). La gran densidad de sus matrices permite a las impresoras láser imprimir imágenes gráficas así como texto. Las impresoras de chorro de tinta, más baratas, que proyectan pequeñas gotitas de tinta en el papel desde una cabeza impresora, ofrecen resultados de calidad comparable, pero con menor flexibilidad y rapidez.

La mayoría de los planos que se delinean con sistemas CAD se almacenan en vectores de información (o instrucciones gráficas). Los traza-

dores de plumas (plotters), que han sido usados durante muchos años, usan plumillas para obedecer estas instrucciones, actuando en una forma muy similar a como lo haría un delineante mecanizado. La tecnología de estos trazadores se ha desarrollado hasta el punto de que en el momento de escribir este texto representan todavía un método económico de conseguir grandes cantidades de planos con una velocidad razonable, con múltiples colores y con diferentes espesores de línea. Puesto que están basados en servomotores, el aumento en el tamaño del plano no supone que se haya de enviar y almacenar una cantidad mayor de información, pues ésta depende sólo del número de vectores de instrucciones en el plano. Por otro lado, la dependencia de las partes móviles limita su velocidad y precisión. Estos trazadores cubren todo el rango de tamaños de papel en uso, desde A4 hasta AO. Puesto que su método de trabajo consiste en desplazar la pluma siguiendo los vectores a lo largo del papel (a veces moviendo el papel y la pluma conjuntamente) el método más económico para representar caracteres es dibujar caracteres tipográficos mediante líneas en vez de intentar simular los tipos de letras. Por la misma razón no son eficientes para dibujar áreas sombreadas que necesitan un gran número de movimientos. En los modelos más caros, se incluye la alimentación continua o automática del papel.

Los plotters electrostáticos, que derivan de las impresoras láser se emplean cada vez más en detrimento de los plotters de plumas. La gran memoria necesaria para reproducir imágenes matriciales de alta calidad, perjudica su uso para formatos de gran tamaño, al ser muy caras. Son, sin embargo, muy rápidas y precisas. Las impresoras láser producen resultados de alta calidad y son una solución más económica cuando se tiene una gran cantidad de trabajo que puede desarrollarse en tamaños pequeños (A4 y A3). Las impresoras de chorro de tinta se encuentran disponibles a precios más baratos que las electrostáticas y son una opción económica para la impresión en color.

4. ENTRADA/SALIDA Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

En los sistemas de procesamiento por lotes, toda la información, incluyendo el programa y el lote de datos de entrada es suministrada por el usuario antes de que el procesamiento comience. Esto puede hacerse en distintas formas. En los primeros computadores se usaban tarjetas perforadas, difíciles de editar y que conducían a cometer numerosos errores. Éstas fueron sustituidas en los años 70 por cintas magnéticas y discos. En los microordenadores se usaban cintas casete, que actualmente han sido sustituidas por los discos o disquetes, más fáciles de controlar. Éstos últimos permiten el almacenamiento de una cantidad importante de datos, y que después de varias fases de mejora, se han establecido en un formato de 3,5 pulgadas, que es lo suficientemente robusto como para protegerse del deterioro físico exterior. Los llamados discos duros, que se instalan en la mayoría de los ordenadores personales actuales permiten un acceso más rápido y una capacidad de memoria mayor que los disquetes, pero normalmente no pueden ser desplazados de una unidad a otra. Sistemas de cintas son usados con frecuencia en la actualidad para realizar copias de seguridad de la información almacenada en los discos duros.

Una forma de almacenamiento diferente a los sistemas magnéticos recién mencionados es el disco compacto (CD-ROM). Este producto es muy similar a los usados para la reproducción de sonido o imágenes y, comparado con los sistemas magnéticos, permite el almacenamiento y recuperación de enormes cantidades de datos. Estos sistemas de discos compactos se incorporan con bastante frecuencia en los ordenadores personales usados en la enseñanza, puesto que permiten la mezcla de programación, grandes bases de datos y video-gráficos de manera interactiva. En algunos casos es posible escribir en los discos compactos para que se conviertan en un medio de almacenamiento transportable, pero es imposible usar de nuevo el espacio una vez escrito por primera vez, por lo que el disco compacto es un medio de almacenamiento de una sola escritura y múltiples lecturas. Sin embargo, cuando es necesario producir, almacenar y recuperar enormes cantidades de datos, es una elección obvia.

El uso de escáner para la entrada de textos o gráficos directamente desde el papel al ordenador es bastante común. La clave de esta tecnología no es tanto la habilidad del escáner para reproducir el papel suministrado, sino en los programas que permiten reconocer los caracteres individuales y los transforman en sus bits correspondientes. Para el caso de gráficos, la producción de un mapa de bits de una fotografía o figura en general es directa. En este momento existen programas que permiten producir ficheros de vectores procedentes de mapas de bits de planos, si bien esto aún están en fase de desarrollo. En ambos casos, la entrada de datos procedente de un escáner es todavía poco fiable.

5. COMUNICACIONES

En los computadores iniciales el trabajo interactivo directo no era posible, pero progresivamente se ha ido convirtiendo en el método más efectivo en la mayoría de los casos. Inicialmente se usaron terminales dumb que permitían al usuario escribir y enviar al ordenador los comandos de programación, previamente leídos en lote desde las tarjetas perforadas. Sin embargo, en los ordenadores iniciales la comunicación biunívoca era lenta, puesto que el tiempo de proceso de la unidad central había de ser compartido por varios usuarios y porque la velocidad de transmisión también era lenta. Al numerar las velocidades de procesamiento y de transmisión de información se ha hecho posible el uso de programas interactivos. En este momento, se puede detener la ejecución de un programa y solicitar la toma de decisiones o información adicional al usuario, y continuar la ejecución cuando esta información se ha introducido. Los resultados pueden mostrarse en el terminal o imprimirse.

El ordenador personal tiene, por si mismo, suficiente capacidad de procesamiento y de memoria para la mayoría de las aplicaciones, por lo que la comunicación con la unidad de proceso no está sujeta a tiempos de espera y por ello la programación realmente interactiva es posible. Cuando el acceso a la información o los programas debe ser compartido entre varios usuarios, es normal conectar los ordenadores mediante una red. En una red cierto número de ordenadores, cada uno de los cuales usa su propia capacidad de procesamiento, están unidos (figura 2) de manera que cada uno tiene acceso a una enorme memoria central donde la información y los datos son almacenados. Esta memoria es controlada por un ordenador "esclavo" conocido como servidor, el cual hace funcionar la red. Cuando un ordenador dentro de la red necesita usar un programa particular lo carga desde la memoria central y lo ejecuta localmente. La información generada por un ordenador puede ser guardada en una base de datos común en la memoria central, accesible para el resto de usuarios. Estas redes se suelen conectar a autopistas o redes más grandes, nacionales o internacionales, de modo que la información puede ser compartida por un gran número de personas. Incluso en los ordenadores domésticos el uso de modem permiten a los usuarios el acceso a redes mediante la conexión de teléfono ordinaria. Esta posibilidad conlleva la necesidad de proteger la información de un posible deterioro por parte de usuarios no autorizados y, en algunos casos, el mantener la confidencialidad de los mismos. Para evitar el acceso más allá de las zonas donde se permite legítimamente, se usan diversos sistemas de claves de protección.

Los ordenadores no son los únicos dispositivos que pueden conectarse a una red. La mayor parte de los periféricos (como impresoras, plotter, escáner, etc.) pueden ser conectados igualmente. En el caso, por ejemplo, de un plotter el servidor controlará el acceso al dispositivo mediante el establecimiento de colas de espera. Este sistema de cola de espera puede ser aplicado a cualquier periférico que sea susceptible de conectarse a una red; en el entorno de una planta de fabricación puede aplicarse a las máquinas de control numérico para las cuales puede haber un número de trabajos esperando al mismo tiempo.

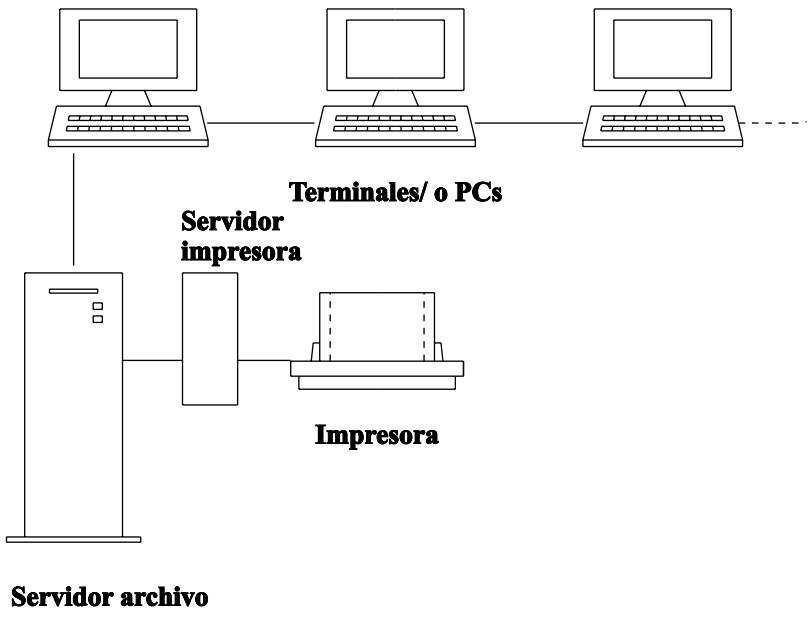


Figura 2 Ilustración de la configuración típica de red

6. EL INTERFAZ DEL USUARIO

El término interfaz del usuario denota el modo en el cual el usuario y el ordenador intercambian información. En su sentido más básico puede referirse a cómo el usuario da instrucciones cuando el ordenador se enciende o está accesible, y cómo responde el ordenador.

Se controla mediante el sistema operativo, el cual se carga desde el disco duro cuando se enciende el ordenador, e incluye una serie de utilidades que pueden ser introducidas por el usuario mediante comandos. Al referirse muchas de estas funciones a las operaciones de control de ficheros en el disco (borrado, renombrado, acceso, etc.), el sistema operativo suele recibir el nombre de sistema de manejo de discos (DOS-disk operating system).

En los computadores más antiguos las dos únicas funciones del interfaz del usuario eran:

- Mostrar en la pantalla la línea de caracteres que se acababa de mecanografiar y eventualmente enviarla a la unidad central (normalmente después de pulsar una tecla de “entrada”).
- Mostrar en pantalla cualquier mensaje enviado a la terminal desde el ordenador.

La naturaleza de esta comunicación estaba marcada por la estricta secuencialidad. Las líneas de texto progresaban desde la cabecera de la pantalla hasta el final de la pantalla y las líneas finales iban desapareciendo para dar paso a las nuevas en lo alto de la misma.

Dada la actual velocidad de transferencia de información, y debido a que la pantalla es controlada por un solo ordenador, la comunicación entre pantalla y ordenador es prácticamente simultánea en lo que respecta al usuario. Esto ha posibilitado un rápido desarrollo de la interfaz del usuario, con el claro objetivo de convertir el uso de los ordenadores en una actividad humana más “natural” y menos especializada. Cada vez existe un mayor consenso en el reconocimiento de la necesidad de que los procesos de decisión deben estar basados en figuras icónicas, en vez de en lógica verbal. La apertura del uso de los ordenadores a una mayoría de población depende de la eliminación de la necesidad de aprender lenguajes de programación de alto nivel, incluyendo los comandos especiales de un sistema operativo o un programa comercial.

La presente generación de interfaces con forma de ventana (figura 3) ha intentado minimizar la cantidad de conocimientos específicos necesarios para el usuario y contemplar la naturaleza no verbal del proceso de pensamiento humano. Su apariencia básica es una pantalla de ordenador, en la que se colocan una serie de ventanas. Estas ventanas contienen una colección de herramientas (programas) y documentos (ficheros de información). Estas ventanas pueden llevarse al fondo o tenerse en un primer plano y desplegar sus contenidos, al igual que una ventana puede ser parcialmente cubierta por otra. Cada herramienta está representada por un icono (pequeña figura) y un título. Un puntero controlado directamente por el ratón se usa para seleccionar el programa; para ello basta con apuntar a él y apretar el botón del ratón. Una vez que un programa está funcionando, éste cumple las mismas reglas comunes de este sistema operativo, por lo que no hay necesidad de aprender un método de trabajo nuevo cuando se comienza a usar una nueva herramienta. El principio de funcionamiento es el de minimizar en lo posible el uso del teclado para la toma de decisiones (que continúa siendo, obviamente, la mejor herramienta para la entrada de textos o información) al permitir mediante un puntero la selección de una gran cantidad de opciones representadas por unas imágenes gráficas estandarizadas. Estas opciones incluyen menús desplegables y cuadros de diálogo, los cuales son pequeñas pantallas en las que se pueden realizar selecciones mediante la presión de botones usando el puntero. Es posible, mientras se está ejecutando una aplicación en una ventana, detener la operación y usar otra herramienta en otra ventana. Esta posibilidad no supone un trabajo multitarea real, puesto que sólo hay una aplicación activa en cada momento, pero es posible mezclar una serie de tareas en un tiem-

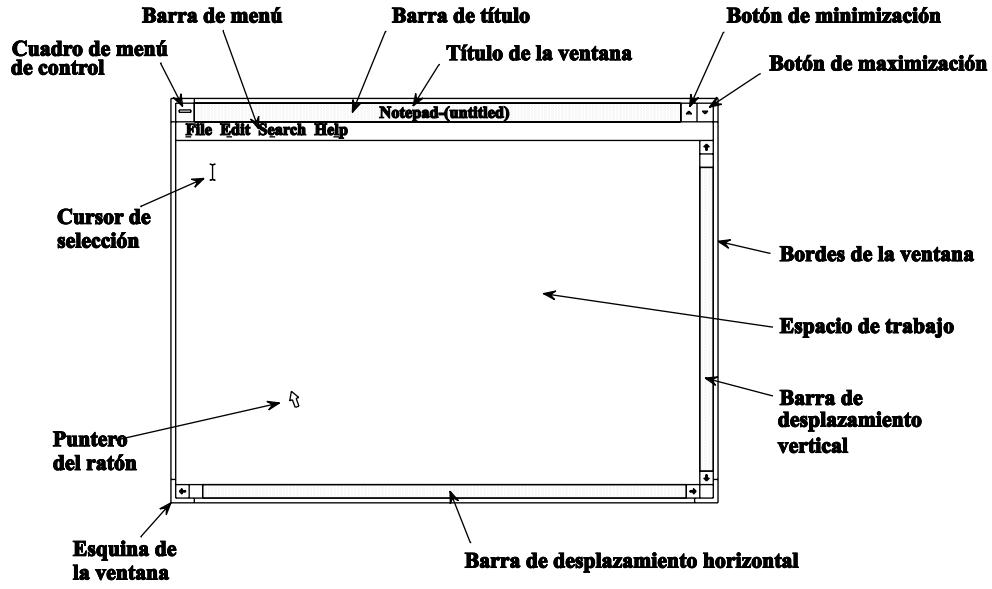


Figura 3 Una ventana

po determinado sin tener que cerrar completamente una de ellas. Por ejemplo, cuando se está escribiendo un informe técnico puede ser necesario mantener abiertos simultáneamente un procesador de textos, una hoja de cálculos, un programa de análisis y un programa de CAD, de tal manera que el documento final puede prepararse al tiempo que las figuras, los cálculos o la información de las tablas o gráficos se generan o modifican. Un procesamiento real multitarea, en el que un gran análisis mediante elementos finitos, por citar un ejemplo, pueda ejecutarse mientras se realizan otras tareas más rutinarias, solo se encuentra disponible en las estaciones de trabajo más poderosas.

A pesar de que los sistemas de ventanas hacen los ordenadores más accesibles a una cantidad creciente de usuarios potenciales, presentan algunas dificultades para los programadores informáticos. Los requerimientos de memoria RAM y de memoria para almacenamiento de información son altos. El desarrollo de programas originales compatibles con estos sistemas de ventanas es lento y requiere mucho tiempo y, por ello, el coste de la escritura de un programa técnico destinado a un grupo restringido de usuarios los hace muchas veces prohibitivos. La conversión de programas muy extendidos y que funcionen con sistemas operativos normales, de tal manera que se preserve el funcionamiento y el método de trabajo que los ha hecho populares al tiempo que se aprovechen las ventajas del nuevo sistema operativo, es una tarea mucho más difícil aún. Muchas veces es necesario trabajar dentro del sistema operativo basado en la introducción de comandos desde el teclado. En los ordenadores personales, el más extendido es el MS-DOS y, en las estaciones de trabajo lo es el UNIX. El uso de ordenadores con estos sistemas requiere un mayor conocimiento de las funciones del sistema operativo y del sistema de almacenamiento de la información en el disco. Visualmente se presentan como una pantalla negra, o al menos parte de ella, con un cursor que luce intermitentemente, y que se encuentra a la derecha de un pequeño texto. Con el objetivo de que el ordenador realice cualquier tarea es necesario teclear un comando en el lenguaje de programación de alto nivel del sistema operativo. Este funcionamiento es más efectivo de lo que parece su descripción, pues con un número limitado de comandos y un conocimiento de la estructura del disco duro es posible trabajar con bastante eficiencia, bien en un ordenador personal o en una estación de trabajo.

7. PROGRAMACIÓN DE LOS ORDENADORES

El trabajo a nivel de un chip de un procesador requiere que hasta las operaciones más sencillas se realicen mediante la ejecución de un gran número de instrucciones muy simples. La tarea de programar un ordenador en esos términos es un proceso muy tedioso que sólo se plantea cuando la velocidad de ejecución tiene la prioridad absoluta. Los lenguajes de programación de alto nivel suministran una vía alternativa para manejar el ordenador mediante el uso de una secuencia de instrucciones más avanzadas con un parecido razonable con el lenguaje verbal ordinario. Este conjunto de instrucciones (el programa de ordenador) se traducen (compilan) a un código máquina que pueda ser entendido por el ordenador. A estos lenguajes máquina se les denomina de bajo nivel, en contraste con los lenguajes de programación.

Cualquier lenguaje de programación tiene un vocabulario de comandos y unas reglas de sintaxis. Además contienen un conjunto de operadores aritméticos, incluyendo muchos de los usados en las operaciones matemáticas más avanzadas, y la posibilidad de usar variables de muy distintos tipos. El programador ha de preparar una lista de instrucciones que representan el flujo de control dentro del programa. Hay muchos lenguajes de programación, pero cada uno de ellos tiene una filosofía básica que lo hace eficiente en un campo específico. Para aplicaciones técnicas el FORTRAN (originalmente usado en los primeros ordenadores para el procesado por lotes), es usado ampliamente debido a su eficiencia matemática y a su gigantesca librería de subrutinas matemáticas. El lenguaje más popular para programación general es el BASIC, que existe en diferentes formas, desde el intérprete casi sin estructurar que generalmente se entrega en cualquier ordenador personal, hasta versiones compilables muy avanzadas con una gran cantidad de librerías de funciones. Posiblemente el lenguaje más versátil y poderoso para aplicaciones generales empleado fundamentalmente por programadores profesionales es el C. el cual incluye operadores que permiten un acceso directo y fácil a la memoria del ordenador. Otros lenguajes se usan principalmente en tipos específicos de aplicaciones con sus propios requerimientos funcionales, sobre los cuales no vamos a dar más detalles aquí. En este momento los usuarios de ordenadores no necesitan escribir programas, sino usar los producidos por profesionales. Una excepción a esta regla son las hojas de cálculo y, a veces, las bases de datos, en las cuales puede ser conveniente la escritura de aplicaciones en lenguaje de alto nivel que se incluyen junto a estos programas.

8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE SOFTWARE

Principalmente debido a su estrecha relación con las investigaciones sobre los ordenadores realizadas en las universidades, los programas de análisis estructural estuvieron disponibles desde hace mucho tiempo, inicialmente en los primeros ordenadores modernos y más recientemente en todo tipo de hardware. Excepto en los procesos de análisis más complejos la capacidad de los ordenadores personales actuales es suficiente incluso para los problemas más especializados que se presentan en la ingeniería estructural. En el caso de cálculos estáticos de componentes estructurales, las rutinas de cálculo suelen estar contenidas dentro de las aplicaciones de ingeniería de diseño. El análisis elástico de pórticos planos es probablemente la herramienta más útil para el diseñador de estructuras. Actualmente, está disponible en ordenadores personales en una multiplicidad de formas distintas. Las diferencias más importantes entre éstos tiende a residir en la mayor o menor facilidad de uso, más que en sus capacidades técnicas: pues todos tienden a tener la opción de representación gráfica (figura 4), de tal manera que la geometría y los resultados puedan ser visualizados convenientemente. Es en el proceso de edición de dicha geometría donde varían muchísimo, al igual que en sus posibilidades de interacción con los programas de diseño y CAD. Distintos análisis como no lineales, elasto-plásticos y tridimensionales de pórticos se presentan habitualmente integrados en paquetes de cálculos por elementos finitos generalistas, que fueron desarrollados para los primeros ordenadores durante su concepción en los centros de investigación universitarios. Estos paquetes, aunque muy útiles para la comprobación de tensiones, deformaciones y comportamientos dinámicos en problemas complejos, exigen una gran cantidad de información de entrada y producen una cantidad de resultados muy superior a la necesaria habitualmente. Su uso se adapta mejor a la comprobación final de un diseño, más que en la fase de análisis inicial donde se usan como parte del proceso global de selección del tamaño de los elementos estructurales.

Los programas de diseño estructural son un fenómeno mucho más reciente, puesto que se basan primordialmente en su interacción continua con el ingeniero diseñador y sólo comenzó a estar disponible cuando aparecieron los microordenadores a principios de los años 80. Muchos de los diseños estructurales sólo requieren cálculos relativamente simples (cálculos de cargas normalizadas, análisis y dimensionamiento basados en las reglas establecidas en códigos y normas). Estos cálculos se han realizado tradicionalmente a mano, pero la informática interactiva permite actualmente al diseñador aprovecharse de las ventajas de los procesos informáticos sin perder control sobre las decisiones del diseño. Estos programas de diseño permiten al diseñador evitar laboriosos cálculos manuales, en muchos casos un cierto grado de optimización automática forma parte del programa, pero siempre la decisión de elegir el tamaño final de cada uno de los elementos sigue siendo potestad del diseñador. Los programas de diseño cubren todos los campos, pero son muy variables en naturaleza, estilo y calidad. Las mejores permiten una flexibilidad considerable, facilitando

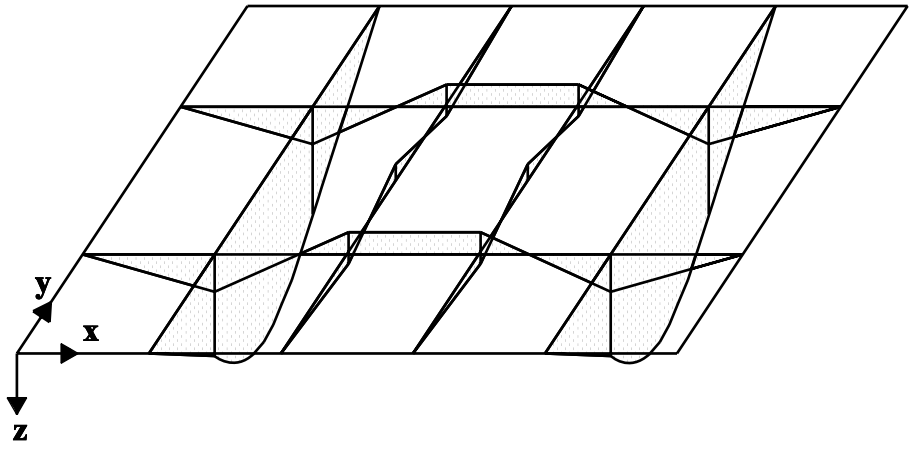


Figura 4 Ejemplo de salida gráfica

la revisión de los diseños y permitiendo el intercambio de información con programas de análisis, de CAD, de modelización y de estimaciones de costes.

En el contexto del diseño estructural en acero, el material disponible comienza con discos divulgativos suministrados por los fabricantes de productos siderúrgicos, que incluyen tablas con valores de cargas mayoradas y dimensiones principales y en función de las condiciones de sustentación. El diseño de elementos de acuerdo con diferentes normas, incluye vigas (de acero o mixtas), pilares y vigas-pilar y uniones de varios tipos. Aunque el diseño de los elementos toma normalmente la forma de programas ejecutables independientes, la capacidad actual de las hojas de cálculo es tal que ciertas aplicaciones basadas en hojas de cálculo estándar, pueden ser un método flexible de automatizar estos procesos de diseño relativamente simples, con una buena transmisión de información resultante a otros programas. El diseño plástico de pórticos metálicos, particularmente en el caso de baja altura o pocos niveles, está disponible en diferentes grados de sofisticación desde el punto de vista de su facilidad de uso, conexión a otros programas y CAD, y al orden de los cálculos realizados. Este tipo de diseño es un área donde los diferentes niveles de capacidad analítica suministran distintos grados de acercamiento a los resultados reales; el análisis no lineal, que permita el desarrollo de zonas plásticas, puede producir capacidades resistentes para los mismos elementos distintas a las de las versiones rigidoplásticas o elastoplásticas.

Probablemente lo más destacable de los programas de diseño actuales es que diferentes maneras de trabajar pueden ser convenientes para distintos campos de diseño. Un taller de estructuras con una orientación mayoritaria hacia el diseño y la fabricación necesitará un sistema realmente integrado, preferentemente basado en un modelo tridimensional, donde sea fácil manejar una gran cantidad de elementos, donde puedan estandarizarse las dimensiones y las uniones, hacer rápidas revisiones, y obtener datos lo más exactos posible, acerca de los costes y de la fabricación. Una pequeña empresa de consultoría puede encontrar más conveniente disponer de una librería bastante extensa de programas de diseño independientes con un manejo por parte del diseñador lo más simple posible, de tal manera que los dimensionamientos básicos de los elementos estructurales y la presentación de los cálculos para el control de su aprobación pueda realizarse con fiabilidad y sin un proceso de reaprendizaje cuando cada aplicación se usa únicamente ocasionalmente.

9. DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR (C.A.D): DELINEACIÓN EN DOS DIMENSIONES

El desarrollo de representaciones gráficas interactivas a principios de los años 70 ofreció la oportunidad de usar ordenadores para la delineación. Estos sistemas usaban los ordenadores de placa madre con terminales gráficas y podían delinear incluso en 3 dimensiones. Inicialmente su uso estaba limitado a la industria de fabricación pesada, particularmente en la producción de aviones, barcos y coches, donde la producción en masa permitía asumir las gigantescas inversiones requeridas por los sistemas de CAD de estas épocas. Ya desde la época de estos sistemas pioneros, los resultados obtenidos de estos sistemas de delineación incluían la elaboración de mediciones automáticas y conectadas a máquinas de control numérico (C.N.) permitieron la mejora de la eficacia en la fabricación.

En los últimos años de la década de los 70, el desarrollo de los super miniordenadores supuso un factor muy importante en el crecimiento de la extensión de los sistemas de CAD. Estos equipos posibilitaron el trabajo individual y podrían denominarse como “diseñadores personales”. Su extensión seguía estando concentrada en las industrias orientada a la producción, pero se incrementó el uso de sistemas relativamente más baratos y simples de delineación en dos dimensiones en el sector de la construcción. El uso de estos diseñadores personales era difícil fundamentalmente porque no estaban pensados con el objetivo de facilitar su manejo. La comunicación usuario ordenador, no estaba estandarizada, y se realizaba generalmente en forma de líneas de comandos con una sintaxis compleja. Sus posibilidades replicaban las de los procesos de delineación manual, con muy pocas posibilidades de decisión automáticas por parte de la máquina. Por ejemplo, era muy típica la posibilidad de cambiar la dimensión que figuraba sobre una cota, sin cambiar dicha dimensión y sin que se emitiera un mensaje de advertencia automático. Algunos sistemas simples todavía posibilitan dichas operaciones. Las ventajas que presentaban este tipo de CAD eran muy limitadas y, básicamente, se reducían a la posibilidad de revisar un plano y volverlo a imprimir. Los tiempos empleados en la realización de los planos originales solía ser muy similar, sino superior a los empleados en la producción del mismo mediante la delineación manual.

Se han ido introduciendo rápidamente nuevas posibilidades, con mayores ventajas. Éstas empiezan por la mejora en la producción de construcciones geométricas como:

- Chaflanes automáticos, generados al final o en el punto medio de una línea, de un punto de una malla, o de una tangente, etc..
- Generación de mallas de referencia automáticamente.
- Entidades geométricas, como rectángulos, círculos y otras figuras, permitiéndose su sustitución, redimensionamiento o distorsión.
- Dimensiones relacionadas, en la cual una flecha se asocia a dos puntos o a una entidad y varía su dimensión si el objeto cambia su tamaño.
- Capas, que permiten que distintos grupos de información, como pueden ser los detalles arquitectónicos, las cimentaciones, los detalles estructurales, o de las instalaciones, puedan superponerse en una vista única, como en la figura 5.
- Objetos, definidos por el usuario y que pueden ser redimensionados y colocados en cualquier parte del plano, de tal manera que al cambiar una de las dimensiones del objeto se cambien automáticamente el resto de dimensiones dependientes de ella.
- Librerías de símbolos con formas geométricas normalizadas, como pueden ser los detalles arquitectónicos o estructurales. Estas librerías se pueden usar, no solamente durante la delineación, sino también como información que puede usarse en otras aplicaciones, como en la producción de listas de materiales. Existen librerías especiali-

zadas de símbolos que pueden ser creadas o adquiridas.

Todas estas opciones se encuentran disponibles en las aplicaciones de CAD para ordenadores personales. Las posibilidades aumentan cada día, y los programas cada vez ofrecen más facilidades para la generación de ciertas representaciones, por ejemplo en algunas relaciones particulares de los elementos a delinear. No obstante, estas ventajas llevan acarreadas algunas desventajas:



Figura 5 Distribución de la información por capas

- El usuario debe especificar un número creciente de datos.
- Se requiere un sistema de manejo de bases de datos y con ella una creciente memoria del sistema.
- Estas ventajas incrementan los tiempos de procesamiento del ordenador.

Los sistemas de delineación en dos dimensiones tienen un papel importante en la producción de las plantas de disposición general, que son tradicionalmente la responsabilidad de las ingenierías. A menos que el sistema vaya a ser usado posteriormente en la producción de los planos de detalle, que normalmente son responsabilidad del fabricante, no existe una ventaja en el uso de un sistema de modelado tridimensional. Un sistema estándar en dos dimensiones permite un intercambio fácil de información con los arquitectos y los ingenieros encargados de las instalaciones auxiliares. Permite la integración de parte de los trabajos de ingeniería civil y de ingeniería estructural mediante una superposición simple de capas. Los planos pueden ser copiados directamente en paquetes de procesamiento de textos para la preparación de informes. En el futuro además será posible usar los sistemas 2D en el pre-proceso de modelación tridimensional.

10. MODELO ESTRUCTURAL TRIDIMENSIONAL

Los sistemas de delineación tridimensional pueden variar desde una simple malla de líneas, que opera únicamente con entes unidireccionales, pasando por el modelado con superficies hasta el auténtico modelado sólido que requiere un conjunto de datos que permita definir completamente dicho volumen y sus relaciones con otros, pero que a cambio ofrece un potencial enorme.

Los sistemas tridimensionales más simples ofrecen pocas ventajas sobre el CAD bidimensional para la industria de la construcción. Sin embargo, el desarrollo de formas específicas de modelado pueden ofrecer un potencial enorme en su aplicación al campo estructural (incluidos los detalles de diseño). En este contexto, el modelado 3D supone la posibilidad de representar la estructura completa, lo que lo distingue del CAD tradicional en el que los elementos individuales se representan como formas planas. Se consigue, pues, una descripción completa de la estructura, incluyendo conexiones de las que se puede extraer toda la información sobre la fabricación y el montaje de una manera automática. El modelado se crea de una manera similar a como se realiza el diseño, con una definición basta al principio, a la que se van añadiendo más detalles progresivamente.

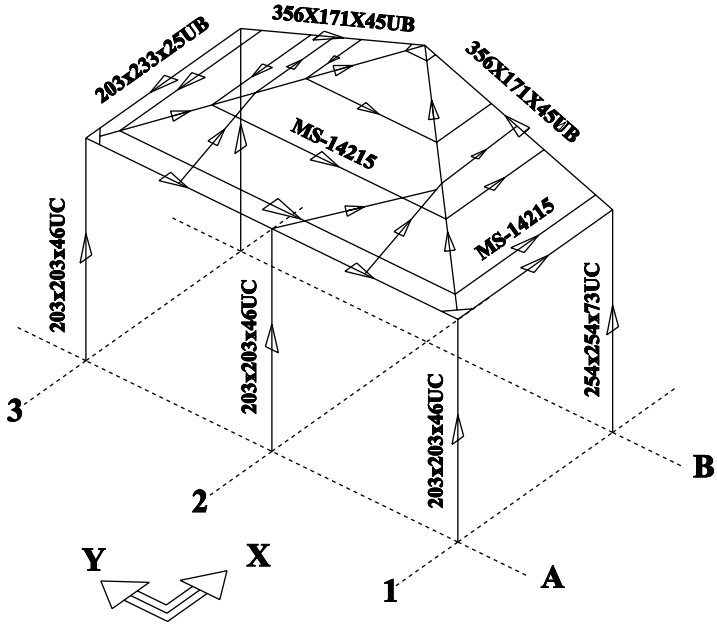


Figura 6a Modelo de pórticos de alambre

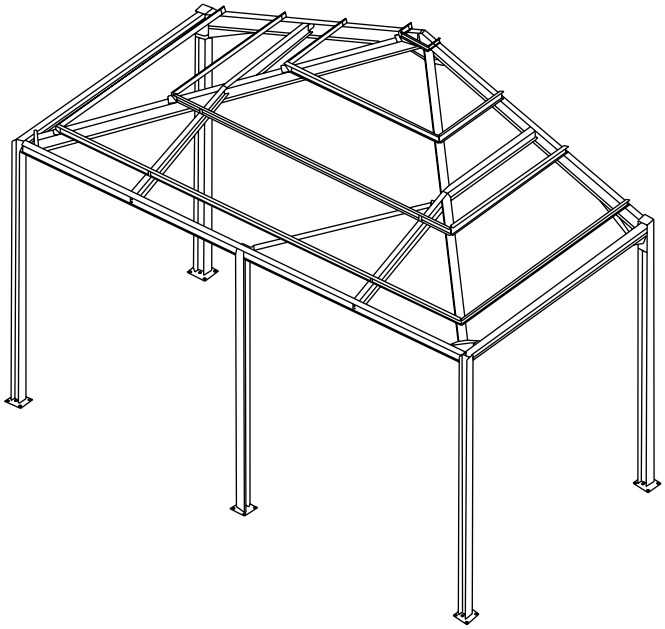


Figura 6b Vista isométrica generada de un modelo 3D

Inicialmente se define la disposición general mediante una malla de líneas (figura 6a). Esto puede llevarse a cabo con la ayuda de una malla tridimensional de líneas y los datos de nivel, que corresponden a la disposición general suministrada por el arquitecto o ingeniero. Con el modelado tridimensional pueden darse más planos de detalle, incluyendo vistas isométricas (figura 6b). La información sobre tamaños de los elementos, elevaciones de nivel y otras informaciones adicionales como las reacciones obtenidas en el diseño pueden introducirse fácilmente. La siguiente responsabilidad del fabricante será diseñar las uniones. Esta tarea se verá facilitada

por el uso de uniones estándar previamente definidas (que pueden acomodarse a las necesidades de cada compañía o cliente) y que se dimensionarán automáticamente teniendo en cuenta el tamaño de los elementos a unir (figura 7). Se podrán realizar cálculos de detalle de acuerdo a las normas de diseño vigentes y teniendo en cuenta las reacciones introducidas en el modelado de la malla de líneas. Allí donde sea necesario introducir una unión no definida previamente o no disponible, se pueden usar subrutinas de generación de los detalles necesarios, bien partiendo desde cero o partiendo de modelos ya existentes. El resultado puede ser añadido a la librería para su uso futuro.

La definición de un modelo tridimensional de la manera recién descrita contiene una descripción topográfica y morfológica completa de la estructura incluyendo sus vértices, bordes y superficies para cada pieza de acero. Consecuentemente, las dimensiones de los elementos pueden ser comprobadas automáticamente, evitando las interferencias que pueden producirse fácilmente en el proceso tradicional. El modelo permite la generación eficiente de los planos, incluyendo la disposición general (plantas, alzados, secciones, vistas isométricas y cimentaciones), planos de despiece completos para la fabricación de todos los elementos, ensamblado de piezas, y cálculo de áreas y volúmenes de toda la estructura (figuras 8, 9a y b). Algunas otras ventajas de estos sistemas están aparejadas a la posibilidad de enlace con otras partes del proceso de producción. Se pueden generar plantillas para, por ejemplo, rigidizadores y tuberías. Se pueden extraer planos de montaje y listas de materiales automáticamente (incluyendo detalles de corte ensamblado, tornillos, etc.). Si se dispone adicionalmente de una conexión a un sistema de gestión de información, se pueden extraer datos para el control de stocks, previsiones y contabilidad, etc. Una posibilidad con unas posibilidades potenciales muy importantes es la transmisión directa de datos al control numérico de las máquinas, lo que permite automatizar gran parte de la fabricación. Con relación a este aspecto, el modelado tridimensional es la pieza clave para el control de un taller de fabricación totalmente integrado, lo que posibilitará que se ofrezca un producto completo llave en mano.

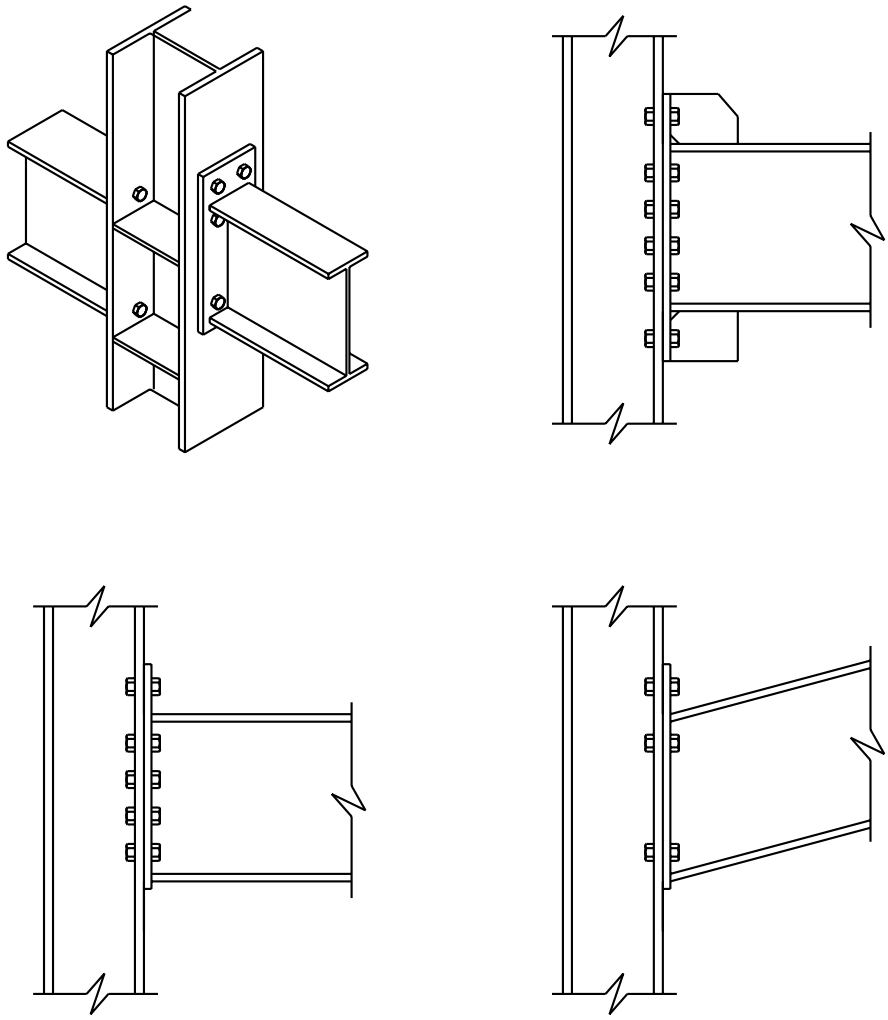


Figura 7 Típica librería de detalles de conexiones

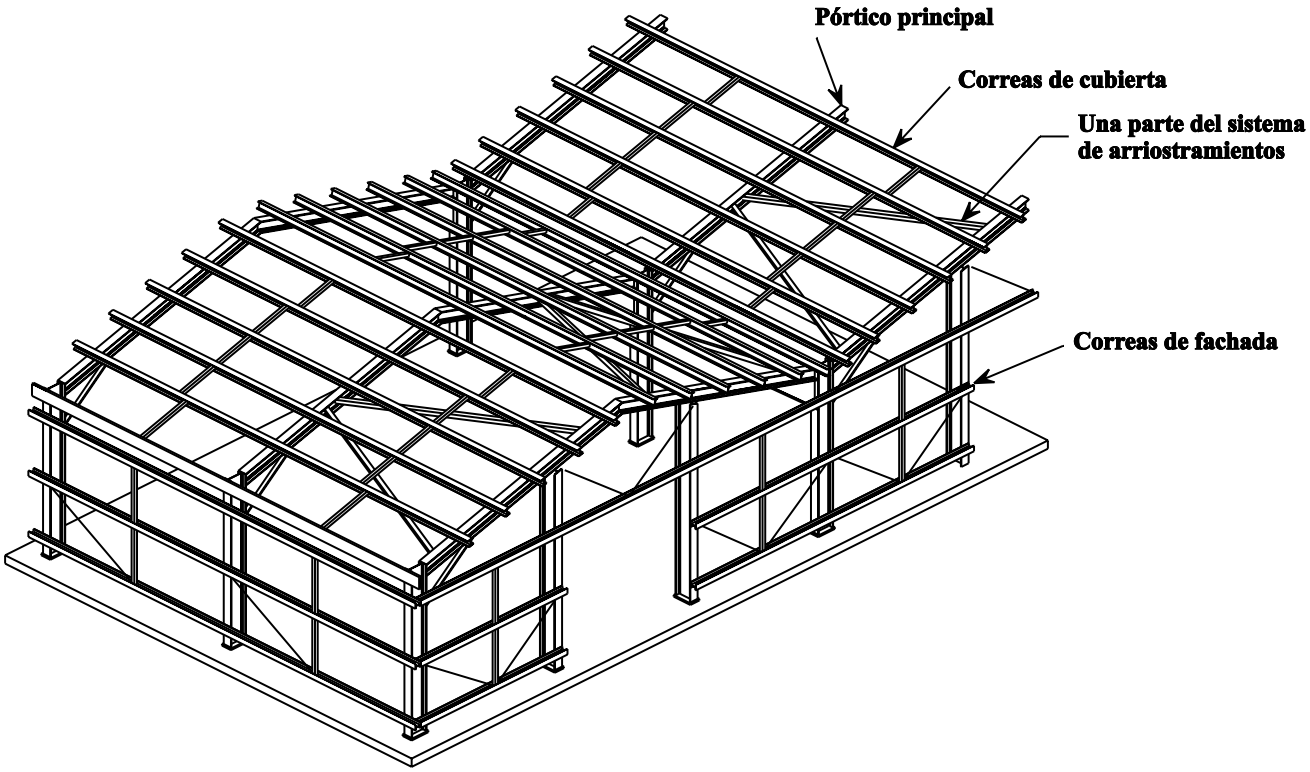


Figura 8 Vista isométrica típica de una disposición general preparada en un sistema CAD

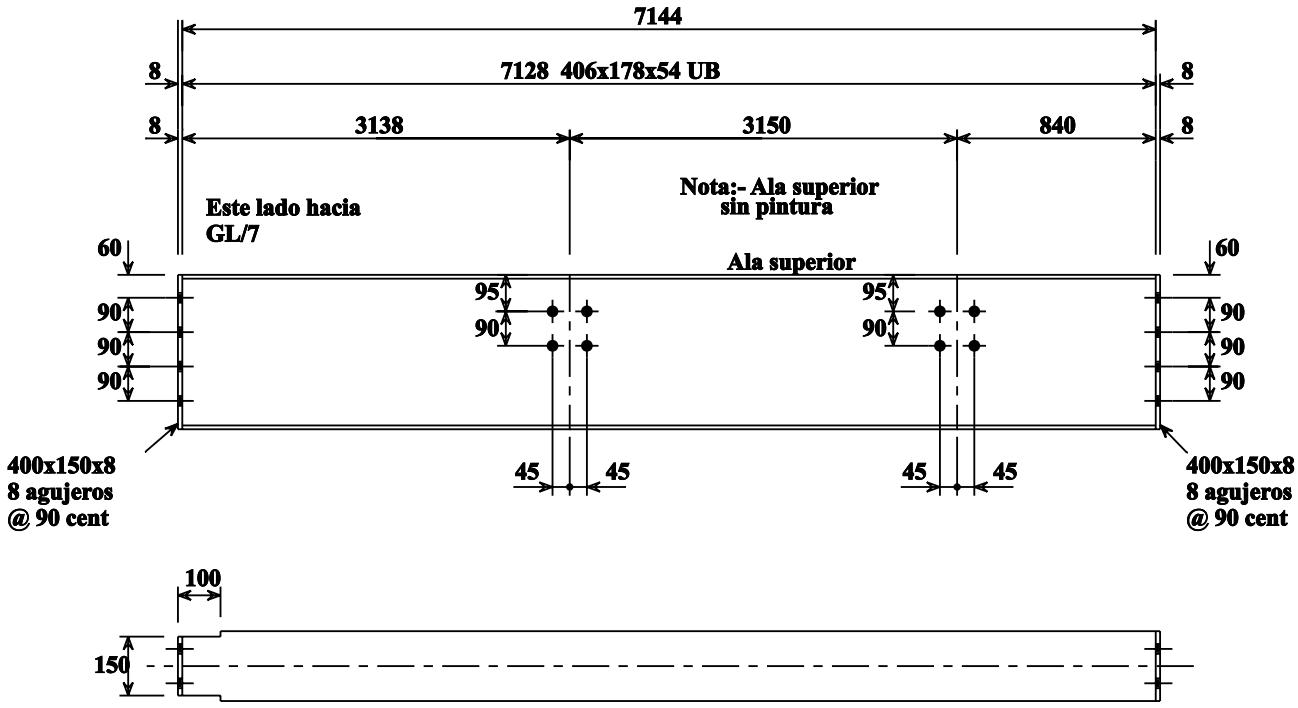


Figura 9a Detalles de definición de una viga de forjado

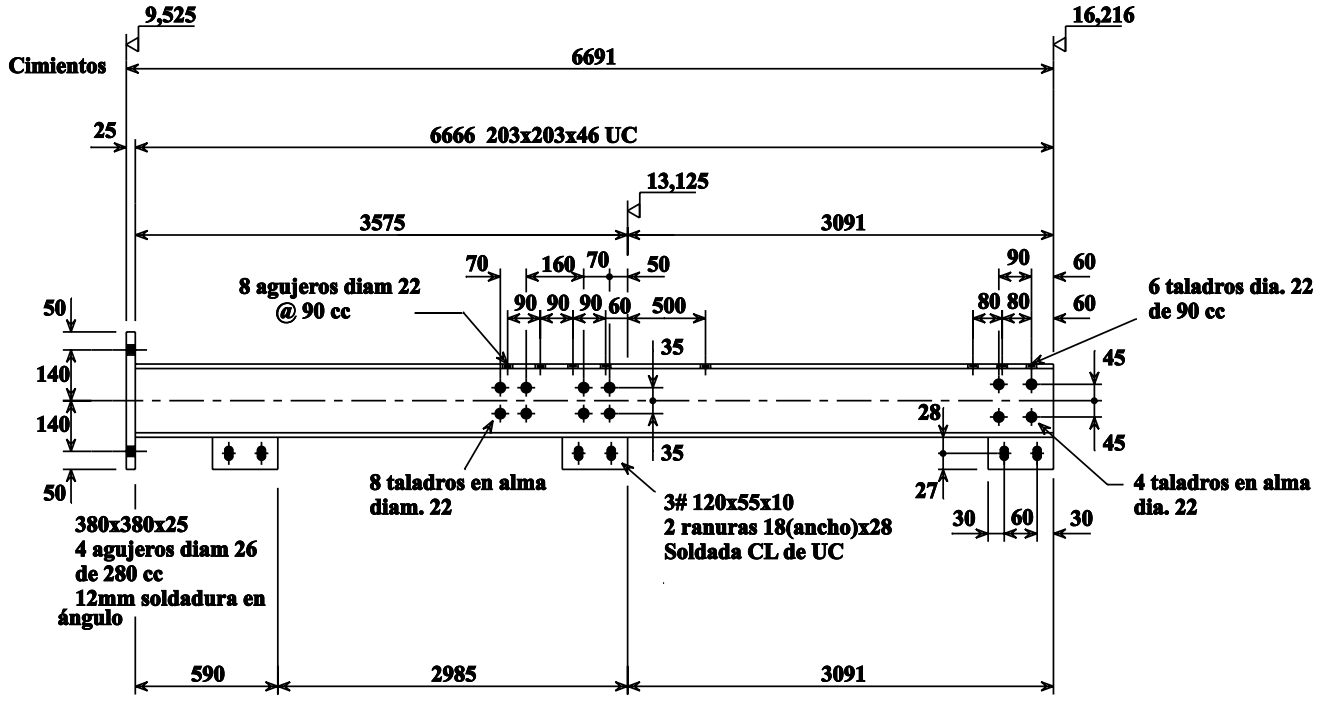


Figura 9b Detalles de definición de un pilar

En términos generales, el modelado de las superficies puede suministrar información adicional. La aplicación más obvia es la de definir los límites dentro de los cuales hay superficies de unas características determinadas. Técnicas de modelización más sofisticadas, como las que permiten adaptar una superficie siguiendo una forma geométrica, no tienen aplicación directa en la mayor parte de las actividades de construcción, pero son particularmente valiosas cuando se están desarrollando recipientes o tanques, como en el caso del diseño y la fabricación del chasis de un automóvil. Es posible que adelantos futuros como los recién descritos permitan integrar el modelado de “esqueletos”, con modelos de superficie que describan la envoltura del edificio y sistemas de visualización arquitectónicos, pero por el momento no están aún disponibles.

Normalmente los planos de distribución general han sido la base para la elaboración de las mediciones usadas en las ofertas. Su preparación requiere el cálculo de los pesos de la estructura, incluyendo las uniones y elementos estructurales auxiliares, la fabricación y el montaje. Las especificaciones, que pueden presentarse en formato estándar, suministran información adicional, como las características de la protección anticorrosiva. Estas mediciones suelen prepararse manualmente. Sin embargo, si se usa un sistema de modelado tridimensional adecuado, puede obtenerse información de dicho modelo que pueda usarse como base de la medición, al determinarse las cantidades automáticamente. Esta técnica no sólo presenta la ventaja de ahorrar el tiempo empleado en los tediosos cálculos, sino que reduce los posibles errores de cálculo. Como parte de los planos de detalle de la estructura, cada pieza recibe un marca de referencia. Esta marca puede usarse para identificar cada pieza en la fase de fabricación y en las operaciones de montaje y sirve también como base para la elaboración de listas de materiales que se envían al departamento de suministros y al de planificación de la producción.

En un contrato llave en mano, no se usa una lista de mediciones oficial. Por el contrario el fabricante de la estructura metálica debe estimar unas cifras basándose en su experiencia y en cálculos preliminares. Una vez que se ha adjudicado el contrato, el fabricante prepara los cálculos de diseño y unos planos de disposición gene-

general. Se necesita a continuación la elaboración de listas de acopio preliminares siguiéndose posteriormente los pasos normales en el proceso de compra de materiales. En este contexto, el uso de modeladores tridimensionales mejora la exactitud de la estimación de las listas de materiales, incluso antes de que exista un modelo sólido completo.

11. CONTROL NUMÉRICO EN LA FABRICACIÓN

Los métodos tradicionales de preparación de los elementos estructurales de acero para la construcción -corte a la longitud adecuada, taladrado, fabricación de elementos auxiliares (orejetas, rigidizadores, cartelas, etc.) y el ensamblado de subconjuntos (como cerchas)- son labores que consumen gran cantidad de trabajo, y que están basadas en la información exacta proveniente de los planos de detalle. La medición y marcado manual se ha hecho durante mucho tiempo mediante el uso de plantillas, típicas de los trabajos en madera. Después las máquinas apropiadas (serradoras, taladros, etc.) pueden ser posicionadas manualmente, realizándose las operaciones en secuencia para lo que la pieza pasa de una máquina a otra. Los ensamblajes preliminares se unían disponiéndolos sobre el suelo, sobre el que se había marcado la geometría usando métodos tradicionales de trazado.

La introducción de máquinas de control numérico ha permitido que las operaciones de preparación como el corte a medida y el posicionamiento de taladros sean realizados numéricamente desde una consola de ordenador. De esta manera, las largas operaciones de marcado, posicionamiento y preparación se integran en un proceso único que permite la consecución de ahorros importantes en la eficiencia de la fabricación, especialmente dónde hay una cantidad estándar de operaciones, o éstas son muy repetitivas. Esta mejora puede ser aún mayor si la información necesaria sobre la mecanización se envía directamente desde el programa de modelado a la máquina de control numérico, evitando tener que hacerlo manualmente desde los planos y las especificaciones. Esta operación sólo es posible si el programa de modelado puede transferir los datos de las operaciones de mecanización de una manera adecuada. Esta información puede ser transferida mediante un disquete que pueda ser leído por el control numérico o bien mediante el uso de una conexión de red entre los ordenadores de CAD y la maquinaria. Actualmente sólo unos pocos talleres han alcanzado una integración completa vía ordenador tal como la descrita, fundamentalmente debido a incompatibilidades entre los equipos informáticos y las máquinas, pero esta integración puede permitir una mayor eficiencia y mejor calidad que el sistema semi-manual mayoritario hoy en día.

12. EL FUTURO

La predicción de los avances futuros en el campo de la informática es notoriamente peligrosa. No obstante, la tendencia continua de aumento en la capacidad de los ordenadores con un pequeño aumento de precio, o incluso sin él, parece no tener fin, por lo que parece lógico suponer que las aplicaciones de la informática se extenderán aún más. Las aplicaciones, que en este momento requieren una cantidad de procesamiento excesivo, y por ello no son posibles, lo serán en el futuro. La evolución de los dispositivos gráficos parece haber alcanzado una meseta de estabilidad, pero las aplicaciones de los gráficos pueden aún extenderse, como por ejemplo, con la aplicación de la realidad virtual, que podría permitir, tanto al ingeniero estructurista como al arquitecto, visualizar de una manera realista los nuevos avances. Esta aplicación ya ha sido usada, en forma de demostraciones, para un pequeño número de nuevas construcciones.

Las rutinas de cálculos de diseño podrían ser más sofisticadas, permitiendo soluciones más audaces, pero existe el peligro de que el diseñador padezca una dependencia del poder de procesamiento del ordenador. Un conocimiento elemental del comportamiento estructural es absolutamente esencial. Puede haber una tentación que lleve a usar métodos de análisis y diseño elaborados en exceso, y el ingeniero siempre debe considerar si éstos son apropiados, particularmente teniendo en cuenta las inevitables incertidumbres en los valores de las cargas de diseño, características de los materiales, etc.. Otro peligro consiste en refinar en exceso los diseños con el objetivo de optimizar la eficiencia estructural. Por ejemplo, una estructura en la que todos los elementos hayan sido diseñados con un peso mínimo necesario para soportar las solicitaciones, resultará en una reducción del peso final, pero casi con toda seguridad será a expensas de un aumento en los costes de fabricación y montaje.

Algunos aspectos del diseño estructural, como la resistencia a un incendio, han sido tratados tradicionalmente de una manera simplificada y el incremento en el uso de los ordenadores permitirá que se puedan incluir en los cálculos de diseño unos principios más racionales. Otros aspectos del comportamiento han sido completamente ignorados. Por ejemplo, el comportamiento dinámico es un tema en el que habrá una demanda creciente de atención por parte del diseñador, y de nuevo, la integración que permite la informática puede colaborar a que se haga con menor dificultad. La posibilidad de que el diseñador cree un modelo inteligente de la estructura y lo exponga a un número determinado de escenarios de diseño, observando e interpretando sus respuestas, será cada vez más habitual. En este aspecto las posibilidades gráficas tendrán otra vez un papel prominente, con la posibilidad de visualizar el comportamiento en vez de representarlo en forma de listados de difícil interpretación.

La integración de los ordenadores en cada una de las fases del diseño y la construcción no sólo conllevará un aumento en la eficiencia con el transvase de la información de una fase a la siguiente, sino que expandirá el uso de la informática en áreas que, hasta el momento, se consideraban triviales. Si en el esquema de diseño se incluye la creación de un modelo de malla de la estructura, los cálculos de cargas son prácticamente automáticos. A pesar de que esta fase no es una parte difícil de los cálculos de diseño, es aburrida y su determinación automática puede conllevar cierto ahorro de tiempo. Es imposible que eventuales sistemas expertos, que hasta ahora han tenido un éxito limitado en el campo estructural, puedan ser útiles en la fase de concepción inicial y en la de integración de la forma estructural con las instalaciones auxiliares o con las formas requeridas por el uso del edificio.

Estos avances, que se basan en el establecimiento de una estructura de base de datos común y universal, permitirá que la información sobre la estructura se pueda compartir entre las diferentes aplicaciones, por lo que un cambio como consecuencia de un proceso automáticamente se incorpora en todos los procesos dependientes para asegurar la consistencia. Los conceptos de programación orientada a objetos

y las bases de datos relacionales son los vehículos que permitirán estos avances. Se ha visto que la delineación en 3D ya ha sido enlazada con las máquinas y con otros aspectos de la construcción. Estos nexos serán seguramente más comunes al introducirse datos sobre las estructuras normalizadas y los fabricantes explotarán los beneficios que ofrece la integración. Esta conexión puede extenderse a la planificación en obra, donde podrán observarse aún mayores beneficios. Otros aspectos no estructurales también se verán mejorados gracias a la integración de la información: análisis de los requerimientos de energía, luz solar, etc..

13. RESUMEN FINAL

- Los equipos informáticos continúan desarrollándose vertiginosamente y su uso permite la reducción de costes en una amplia variedad de actividades integradas en la construcción con acero.
- Los equipos gráficos interactivos se han convertido en estándares, facilitando el uso de los ordenadores a los no especialistas.
- Diferentes organizaciones dentro del mundo de la construcción necesitan distintos tipos de equipos.
- Cuanto mayor sea el grado de transferencia automática de datos entre diferentes aplicaciones, mayor será la eficiencia del proceso global.

ESDEP TOMO 7
CAD/CAM

Lección 7.2: Futuro desarrollo de los sitemas de información en la construcción en acero

OBJETIVOS/ALCANCE

Se analizarán los avances futuros en la transmisión de datos entre las distintas etapas dentro del proceso de construcción en acero, hasta acercarse a una modelización del producto. Se indicarán las ventajas que se pueden obtener de ello, y cómo pueden alcanzarse estos cambios.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Lección 7.1: Introducción al diseño y la fabricación asistidos por ordenador

LECCIONES AFINES

Ninguna.

RESUMEN

Se revisará brevemente los procesos de intercambio de información en las distintas fases de la construcción en acero. Se destacan las ventajas potenciales de realizar este intercambio mediante ordenadores, en vez realizarlo, como actualmente, mediante información manuscrita. Se discutirán los principios y requerimientos básicos que deben cumplirse de tal manera que se pueda implementar dicho sistema, a la vez que se considerarán los medios prácticos en los cuales puede alcanzarse. Se explicará el papel de los sistemas de gestión de información, y se describirá una método realista para su instalación en toda la industria.

1. INTRODUCCIÓN

El progreso del proyecto de un edificio desde las condiciones del cliente hasta la conclusión de la ejecución conlleva la generación y transferencia de grandes cantidades de información, mucha de ella en forma de documentos en papel. Mucha gente realiza aportaciones para el avance del proyecto en sus diversas fases.

La necesidad de transferir la información de un formato a otro (como ocurre, por ejemplo, en la creación de planos de taller para la fabricación de la estructura de acero), junto con la transmisión de información errónea o inadecuada y las modificaciones tardías provocan problemas de ineficiencia e interrupciones, que exigen repeticiones costosas de trabajo.

El propósito de esta lección es extender las ideas de intercambio estándar de información, desarrolladas para la industria de la fabricación, a los procesos de transferencia de información entre las distintas fases de la construcción, con el objetivo de mejorar su eficiencia y su coste.

2. EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

2.1 El intercambio de información: situación actual

Las figuras 1 y 2 dan una idea de la información generada e intercambiada dentro del proceso de construcción, y las distintas partes que podrían estar involucradas en dichos intercambios de información. La figura 3 representa esquemáticamente una parte de esta información, usando la terminología del modelo del producto - siendo en este caso el producto, la parte del conjunto de la construcción de un edificio correspondiente a la estructura metálica. Esta figura marca las etapas en la vida del producto, e ilustra la acumulación de datos al progresar su vida. Los intercambios de información entre varias fases tienen una significación legal particular. Un ejemplo, es el conjunto de datos que se intercambian al final de la fase de diseño y que está marcada por la firma de un contrato. Existe la obligación, por parte de los participantes, de asegurar la corrección, claridad, finalidad e integridad de dichos intercambios, puesto que los errores producen pérdidas de tiempo y dinero y las variaciones conducen a reclamaciones contractuales.

El sentido común sugiere que la cantidad de información intercambiada se limite a lo esencial, compatible, por supuesto, con la necesidad de permitir un entendimiento de las requerimientos.

En la actualidad este intercambio entre los participantes se realiza por medio de material impreso, ya sean informes, cálculos, planos, etc. La interpretación de estos datos en cada etapa es una tarea que consume mucho tiempo, particularmente si hay ambigüedades, o si hay aspectos incompletos. Las modificaciones de la información generalmente acarrean cambios en cada una de las etapas posteriores de la ruta del modelo de

En una etapa preliminar:

- **requisitos iniciales del cliente**
- **informes de viabilidad**
- **documentos de planificación y control de edificación**
- **planos de diseño preliminares**
- **costes preliminares.**

(Estos últimos pueden ser necesarios para considerar un esquema alternativo)

En la etapa de diseño del esquema:

- **cálculos de diseño para la estructura y los servicios**
- **planos de arquitectura, estructura y servicios**
- **especificaciones**
- **lista de mediciones.**

Etapa de oferta y de construcción:

- **documentos de oferta**
- **tipo de contrato**
- **condiciones del contrato**
- **garantías**
- **planos para construcción**
- **planos de fabricación**
- **programas**
- **procedimientos**
- **instrucciones**
- **ampliaciones de pedido**
- **informes de progreso**
- **reclamaciones de pago**
- **certificaciones**
- **recepción definitiva**
- **planos 'as-built'**
- **manuales de mantenimiento**

Figura 1 Información transferida durante el proceso de construcción: documentación

- **Cliente**
- **Consultores para el diseño**
  - **arquitectos**
  - **ingenieros**
    - **estructurales**
    - **servicios para edificios (eléctricos, calefacción, y ventilación, fontanería y sanitarios)**
  - **diseño de interiores**
  - **"quantity surveyors"**
  - **jefe de obra (por ejemplo ingenieros residentes)**
- **Fabricantes**
  - **dirección de obra y planificación**
  - **economistas**
  - **talleres (fabricación, etc.)**
  - **operaciones en obra**
    - **capataces**
    - **suministradores**
    - **obreros**

Figura 2 Información transferida en el proceso de construcción: participantes

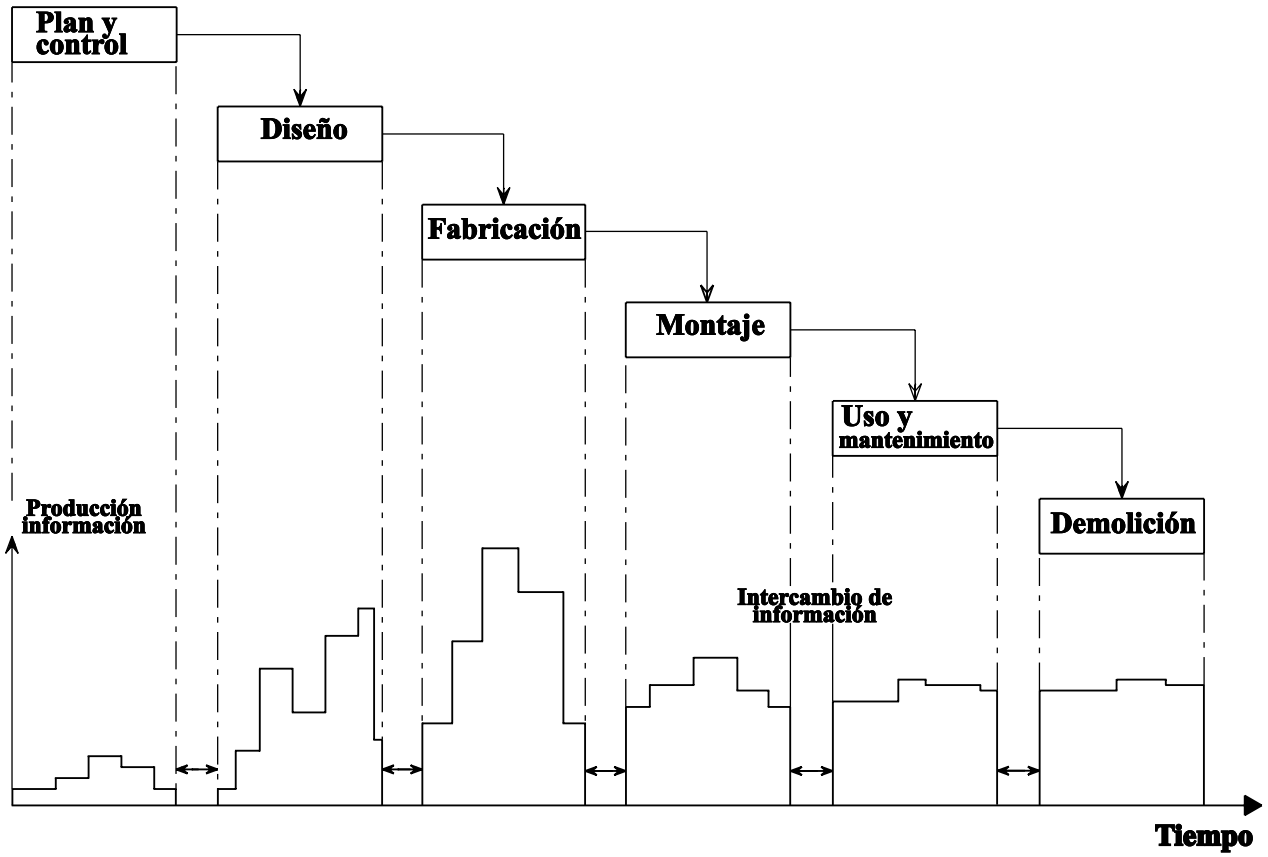


Figura 3 Producción e intercambio de información

producto. Los cambios en las especificaciones del cliente, por ejemplo, causan una repetición de los cálculos de diseño, de los planos, detalles, etc. y, si se produce tardíamente en el programa puede provocar retrasos significativos. La sustitución de los tamaños de las secciones durante la fase de ingeniería de detalle debido, por ejemplo, a los condicionamientos del acopio puede tener menores consecuencias, pero aún así los cambios necesarios provocan perdidas de tiempo. Siempre existe el peligro de que cambios aislados tengan implicaciones en otras partes de la construcción, los cuales pasan desapercibidos debido a las prisas durante la introducción de las correcciones. Un cambio tan simple como el del canto de una viga puede, en algunos casos, tener una importancia considerable en la colocación de las instalaciones auxiliares.

Los sistemas actuales ofrecen, sin embargo, oportunidades muy útiles para comprobar los datos, puesto que en cada transferencia de información, éstos se examinan como si fueran los primeros. Esto posibilita una gran flexibilidad al sistema, con parte de la información transferida en un determinado formato, y en una variedad de formatos. El intercambio de puntos de vista entre las posteriores fases de la ruta de vida del producto y las fases iniciales del proceso son relativamente fáciles.

2.2 El intercambio de información: el futuro

El uso de los ordenadores, en cada una de las etapas de un proyecto, crece cada día con el objetivo de aumentar la eficiencia. Una de las actividades que consumen mayor cantidad de tiempo cuando se usan los ordenadores es la introducción de los datos, por tanto se pueden producir grandes ahorros si dicho fase se minimiza. Este objetivo puede conseguirse mediante la transferencia electrónica de datos entre las

sucesivas etapas, en vez de la transferencia habitual mediante papel.

En el futuro la transferencia de información implicará un uso creciente de los ordenadores para reducir la introducción manual de datos y hacer que el flujo de datos sobre el "producto estructural" sea mejor. Por ejemplo la información originada durante los cálculos de diseño podría ser transferida directamente a un sistema de dibujo por ordenador (CAD), evitándose de esta manera la duplicidad en la definición de los datos básicos como vanos de las vigas, alturas de los pilares, etc. y permitiendo que los resultados de los cálculos (tamaño de las secciones, reacciones sobre las vigas, etc.) puedan ser usados en las siguientes etapas.

Ya se han producido algunos avances en esta dirección. La integración de la delineación de los planos de disposición general y los de detalles, y la salida de datos de los modelos tridimensionales directamente a las máquinas de control numérico. Esto significa la sustitución de las limitadas convenciones y protocolos actuales de intercambio de información, tanto manuales como informáticos, por un sistema mucho más riguroso que pueda ser usado en el conjunto del sector de la industria de la construcción, y que sea capaz de operar en todas las fases de la vida del proyecto.

Este sistema requiere:

1. El establecimiento de una descripción unificada del producto mediante ordenador.

   Se necesitaría incluir, de una manera comprensible, toda la información necesaria para describir todos los aspectos del producto en todas sus etapas.

2. La creación de estándares para la transferencia de información entre distintos ordenadores y organizaciones.

3. La creación de sistemas de gestión de la información, que controlen los cambios, el acceso a ella y las garantías de calidad.

Estas exigencias pueden ilustrarse mediante los siguientes sencillos ejemplos:

1. Un programa de ordenador para el análisis elástico de pórticos necesita describir las secciones transversales de los elementos en función de su área y momento de inercia. No es necesario conocer cómo se distribuye dicha área en la sección, es decir su forma. Sin embargo esta descripción, quizás, puede ser inadecuada para la generación de las uniones. Por ello, es preferible tener un formato común que pueda satisfacer ambas necesidades, permitiendo una eficiente transición desde el análisis al dibujo de planos.

   El ejemplo anterior puede parecer trivial. La mayoría de los programas de análisis permiten la definición de una sección transversal mediante una librería estándar. Sin embargo, ilustra la idea de que la información que puede ser suficiente para describir un producto en una determinada fase puede ser insuficiente para otras fases.

2. Un fabricante de estructuras trabaja con una gama de productos, tiene que producir planos de fabricación con información de diseño elaborada mediante una gran variedad de programas y equipos informáticos, algunos de los cuales son incompatibles entre ellos. El fabricante podría beneficiarse si tuviera acceso directo a la información gráfica creada por el diseñador en cada caso. Esto significaría tener un sistema de CAD compatible con todos los demás del mercado. Los encargados del desarrollo de los sistemas de CAD se han concentrado con más fuerza en la transferencia de información entre los ordenadores que usan el mismo programa, más que en facilitar el intercambio con otras máquina que ejecuten programas de CAD de la competencia. El formato de intercam-

bio de información particular de un sistema de CAD se le denomina formato "nativo" del sistema.

En el campo de los datos alfanuméricos se ha alcanzado un considerable progreso en esta dirección. El formato ASCII constituye un estándar básico de tal manera que un texto producido en un procesador de textos determinado puede ser extraído, eventualmente, en este formato, permitiendo que pueda ser leído directamente por otros sistemas o programas de aplicación. El manejo de textos es una tarea relativamente simple, por el reducido número de caracteres. No obstante, el sistema ASCII transfiere solamente los caracteres básicos, sin ningún formato de estilo de texto. Los datos para la representación gráfica son mucho más complejos, pero se han establecido algunos estándar, los ficheros IGES y DXF cumplen una función similar, estableciendo un formato apropiado para las instrucciones de dibujo, permitiendo que las salidas de un sistema sean interpretadas por otro. Sin embargo, hay que tener presente que este no es en sí mismo suficiente para conseguir una descripción completa de lo que se está dibujando. El producto completo requiere una información mucho más completa.

3. UN ESQUEMA PARA CAMBIAR

3.1 El Modelo de Producto

Un paso inicial hacia un enfoque integrado es el desarrollo de una especificación técnica estándar para la organización de la información técnica de una estructura metálica. Esta especificación se denomina modelo lógico del producto ("logical product model"), y constituye la base para la producción de las comunicaciones entre los distintos programas informáticos relacionados con estructuras de acero. Cuando la información técnica de un proyecto se organiza de acuerdo con un modelo lógico de producto, se le suele denominar simplemente modelo de producto. Este enfoque puede ser usado para la transferencia de información entre toda clase de programas informáticos, mediante el uso de archivos modelo (archivos informáticos) que son transferidos automáticamente. Versiones documentadas en papel se pueden generar a partir de estas descripciones digitales unificadas o modelos de producto.

A grandes rasgos, el sistema debería funcionar de la siguiente manera:

- Cada programa informático involucrado en alguna fase de un proyecto de estructuras metálicas debe tener su propio modelo de producto para transferir sus resultados.
- Los ficheros de los modelos pueden ser usados para transferir la información de un programa informático a otro.
- Los comunicadores deben leer información de, y escribirla en, los ficheros modelo de producto, cuando sea requerido.

En la figura 4 se representa una comparación entre la transferencia de información según métodos tradicionales y la del modelo de producto. Las principales ventajas del modelo de producto es la flexibilidad que ofrece a los usuarios, para configurar o desarrollar sistemas usando los programas informáticos de su preferencia (siempre que cada uno de los productos que se vayan a usar tenga un modelo de producto para su comunicación).

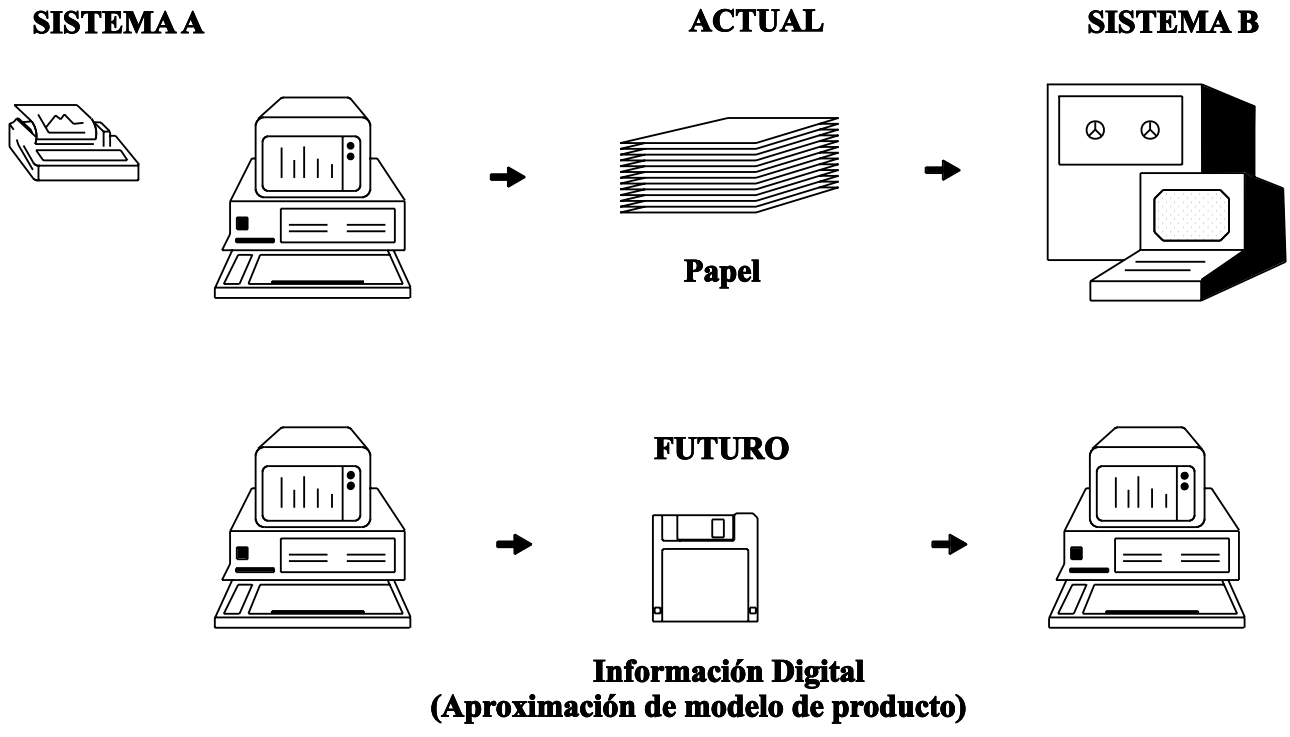


Figura 4 Intercambio de información actual y futura

Un modelo de producto para el sector de las estructuras en acero está siendo desarrollado dentro del proyecto europeo Eureka EU130 CIMSTEEL.

A largo plazo, este planteamiento es capaz de desarrollarse con el objetivo de alcanzar una integración de las bases de datos de productos informáticos. El futuro de los desarrollos estarán encaminados a integrar las actividades arquitectónicas en el sistema.

3.2 Intercambio de información entre los programas informáticos

3.2.1 Introducción

Los formatos nativos de los ficheros de intercambio son los estándar "de facto" establecidos por cada creador de programas y que permanecen bajo su control. El concepto de un formato neutral de ficheros supone un estándar universal independiente de cada vendedor particular. Estos estándares surgieron durante la elaboración de proyectos de investigación, pero hay una tendencia creciente a que pasen a estar controlados por instituciones internacionales de normalización.

Uno de los principales objetivos de los proyectos de investigación actuales, como EUREKA, ESPRIT, es hacer posible el intercambio de información fácil y económica entre distintos productos informáticos ya disponibles o que estén siendo desarrollados para la industria estructural. Esto incluye la transferencia digital de información que permita obviar la necesidad de interpretación manual de planos, etc.

Algunos ejemplos de programas informáticos involucrados son:

- Programas de análisis estructural.
- Diseño asistido por ordenador y sistemas de detalle.
- Programas para el manejo de máquinas de control numérico (CN), como sierras, taladradoras, oxicorte, etc..
- Programas para el manejo de máquinas de soldadura.
- Sistemas de gestión de información (MIS-management information systems) y de estimación de costes.

Los principales beneficios que se pueden obtener de la conexión de distintos programas es el esfuerzo y tiempo que pueden ser ahorrados, y los errores de transcripción que pueden eliminarse.

Tradicionalmente, cuando una compañía necesitaba un método eficiente de comunicación entre productos informáticos específicos, se debía crear una nueva aplicación específicamente con este objetivo, un comunicador. Desafortunadamente, éste sólo funciona con los programas para los cuales ha sido diseñado específicamente. Por lo tanto, cada vez que se introduce un nuevo producto, se han de crear comunicadores nuevos que conecten todos y cada uno de los programas con aquellos con los que intercambia información. Un comunicador que conecte únicamente dos aplicaciones solventará un problema local y creará un incremento puntual en la eficiencia (figura 5). Para obtener una solución que responda a las necesidades de toda la industria se necesita una perspectiva más global.

3.2.2 Formatos "neutros" de intercambio de ficheros gráficos

El estándar IGES

El formato de intercambio de ficheros más extendido es el IGES (Initial Graphic Exchange Standard). Fue creado en 1980 en la Oficina Nacional para la Normalización de los Estados Unidos. En 1988 se había publicado ya la versión 4.0, en el momento de redacción de esta lección se espera la salida de la versión 5.0. Al mismo tiempo que ha mejorado su capacidad para resolver los problemas de eficacia, el formato se

ha vuelto más complejo. Es muy similar en su base al sistema DXF, que es un producto propiedad de Autodesk.

El concepto de ficheros neutros establecido por IGES ha liderado la evolución de otros estándares de comunicación, desarrollados, cada uno de ellos para satisfacer las necesidades de un grupo específico de usuarios de CAD/CAM. En estos casos, el objetivo fue hacer el intercambio de información más eficiente y fiable, y maximizar la capacidad de los formatos de intercambio de información para representar clases de información de ingeniería específica.

Aunque estos variados estándares permitieron un avance técnico importante, el resultado fue la proliferación de diferentes formatos. Se planteó en ese momento la necesidad de introducir un único estándar de segunda generación que pudiera suministrar una estructura para el intercambio de información en todos los sectores de la ingeniería. El resultado fue el nacimiento de ISO (International Standars Organization) STEP estándar.

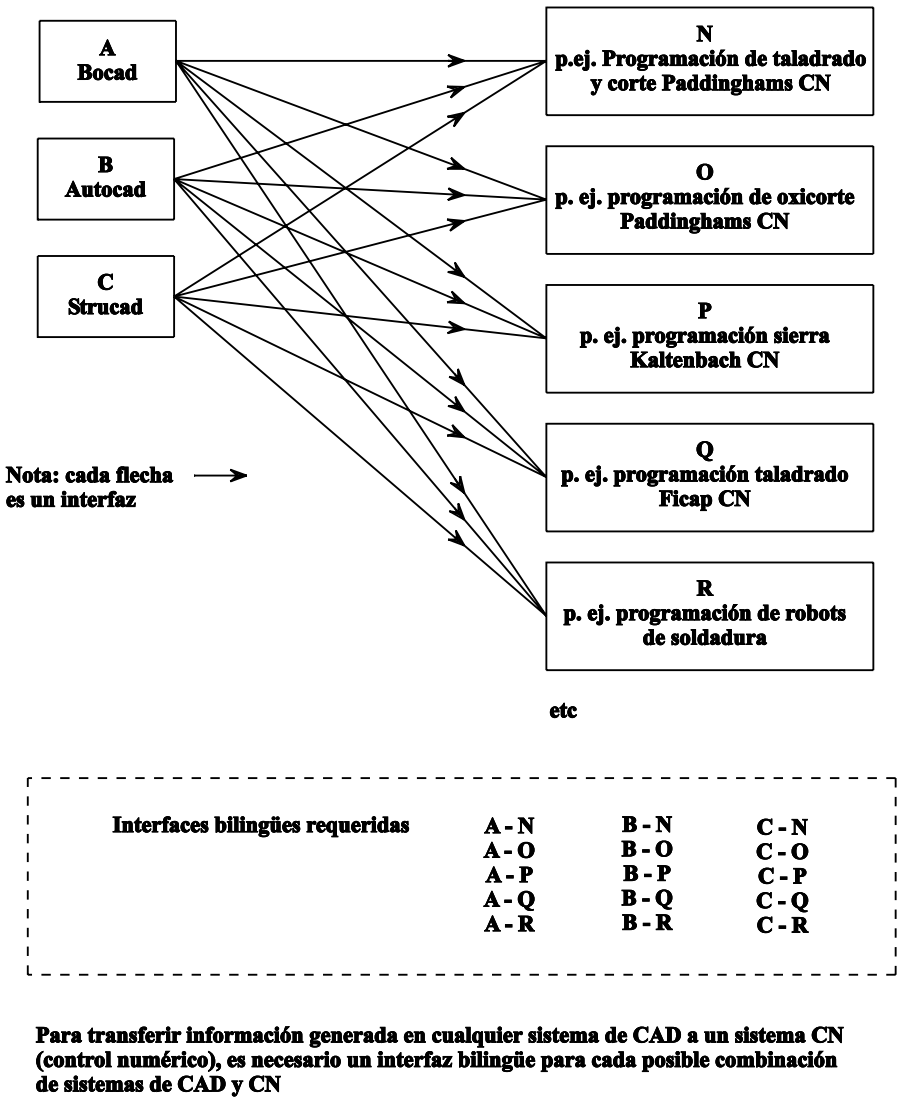


Figura 5 Intercambio de información entre instalaciones de CAD y CN enfoque tradicional

El estándar ISO STEP

STEP (Standard for the Exchange of Product model), es el estándar para el intercambio de datos que persigue el suministro de modelos consistentes con una amplia variedad de aplicaciones mecánicas, los cuales puedan ser aplicados a la totalidad del desarrollo de los productos ingenieriles. Consecuentemente, los modelos STEP permitirán, eventualmente, representar todos los aspectos de un proyecto de construcción, desde la concepción hasta la postrera demolición de la estructura.

En algunos aspectos, STEP es tan sólo otro formato neutro de intercambio de ficheros de datos. Sin embargo, la importancia real de STEP es que usa estándares de intercambio de información técnica definidamente de segunda generación, basados en los conceptos de modelo de producto. Es importante hacer notar que durante los primeros pasos de desarrollo de

IGES eran los datos del modelo los que se iban a intercambiar. El salto a "modelo de producto" de STEP refleja el reconocimiento de que era la información (es decir su significado), no los datos, lo que había de transferirse (ver figura 6).

Actualmente, STEP es poco más que una tecnología muy poderosa y, aunque puede ser una labor a largo plazo la reunión de los necesarios componentes de los modelos de los productos, la tecnología para la implementación de STEP estará disponible pronto [1, 2].

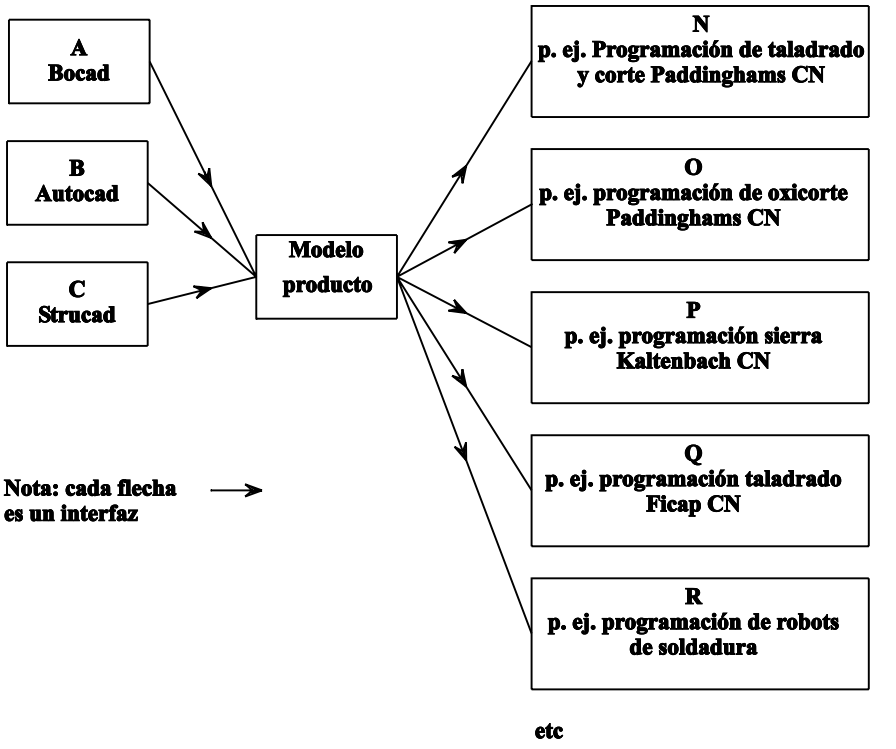


Figura 6 Intercambio de información entre instalaciones de CAD y CN - enfoque de modelo de producto

3.3 Gestión de los sistemas de información (MIS-Management Information System)

Para poder conseguir avances importantes en el área de la gestión de los sistemas de información es necesario tener un idea clara y común de cómo se relaciona con el modelo de producto. El principio más importante es reconocer que dicho modelo se limita a información técnica. La gestión de la información debe ser tratada separadamente por el MIS (Management Information Systems).

La figura 7 presenta una visión simplista del proceso de diseño y fabricación de estructuras, con ventanas que representan las funciones de diseño básico, ingeniería de detalle, fabricación y montaje. Los programas informáticos que pueden usarse se muestran bajo cada función. En la parte alta del diagrama se encuentra el MIS, que supervisa y controla las funciones. En la parte baja del diagrama se encuentra el modelo del producto que suministra la información técnica necesaria para los productos informáticos en forma de ficheros.

Aunque teóricamente se puede establecer una división clara entre información técnica y de gestión, en realidad la MIS necesitará:

- Conocer dónde se localiza y organiza la información técnica.
- Supervisar y controlar todas las modificaciones de la información.

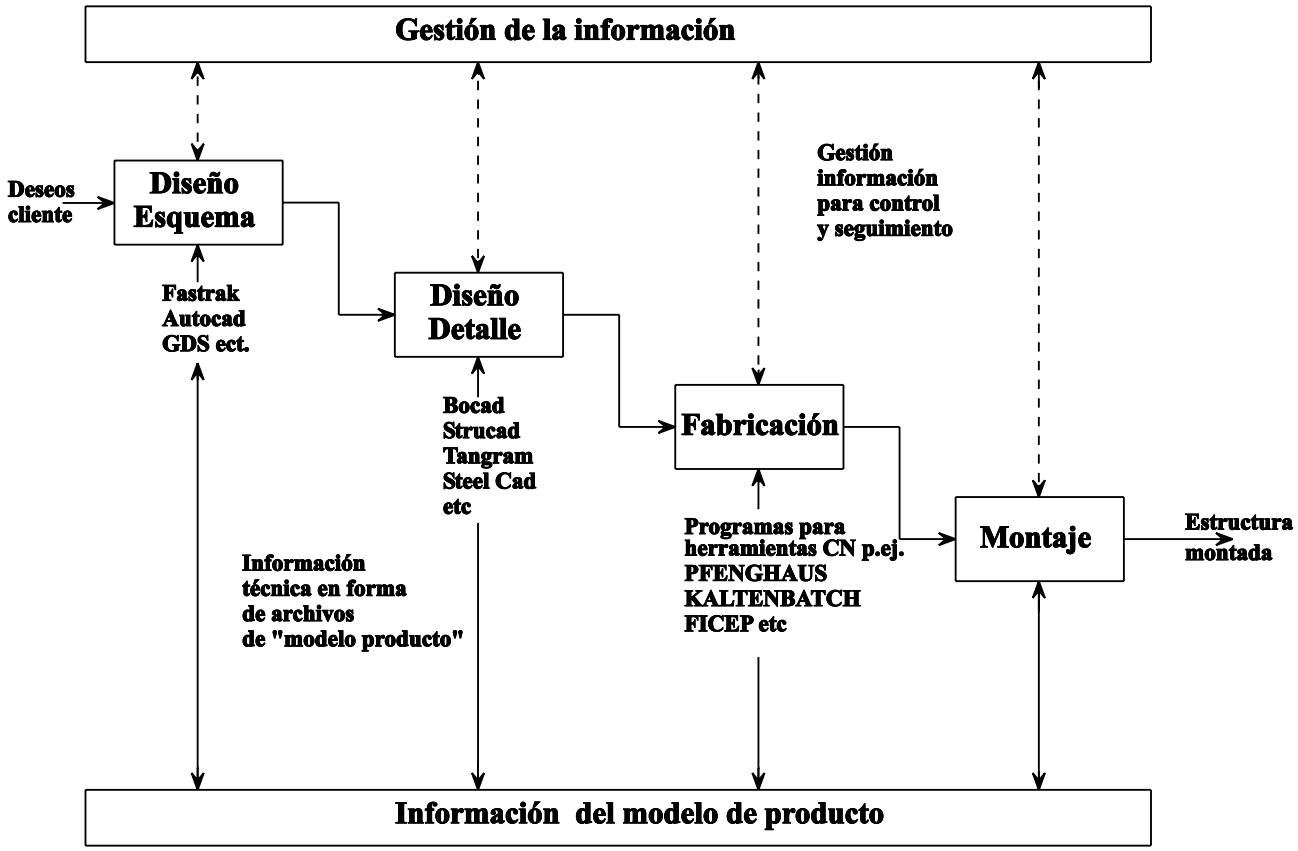


Figura 7 Representación simplificada de los procesos de diseño y construcción de estructuras de acero

- Supervisar y controlar todas las transferencias de ficheros desde y hasta las aplicaciones informáticas.

Por lo tanto, además de un controlador de la gestión de la información, la MIS debe incluir también, un controlador de la información del modelo de producto cuya función es manejar el flujo de información en la forma de ficheros de modelo de producto. La figura 8 ilustra el modo en que se pueden establecer estas funciones. En esencia, la MIS controla las funciones de gestión y de transferencia de información. Los ficheros de modelo de producto se almacenan en el almacén de ficheros de producto y se usan para transferir la información necesaria para que cada una de las aplicaciones realice sus operaciones para cualquier contrato que se esté ejecutando en el taller.

En la figura 8 se ha representado la comunicación entre ficheros de modelos de producto , y no se ha representado la integración en base de datos de la información de modelos de producto. En ese sentido, sólo representa un paso en dirección a la conclusión de un sistema de integración plena.

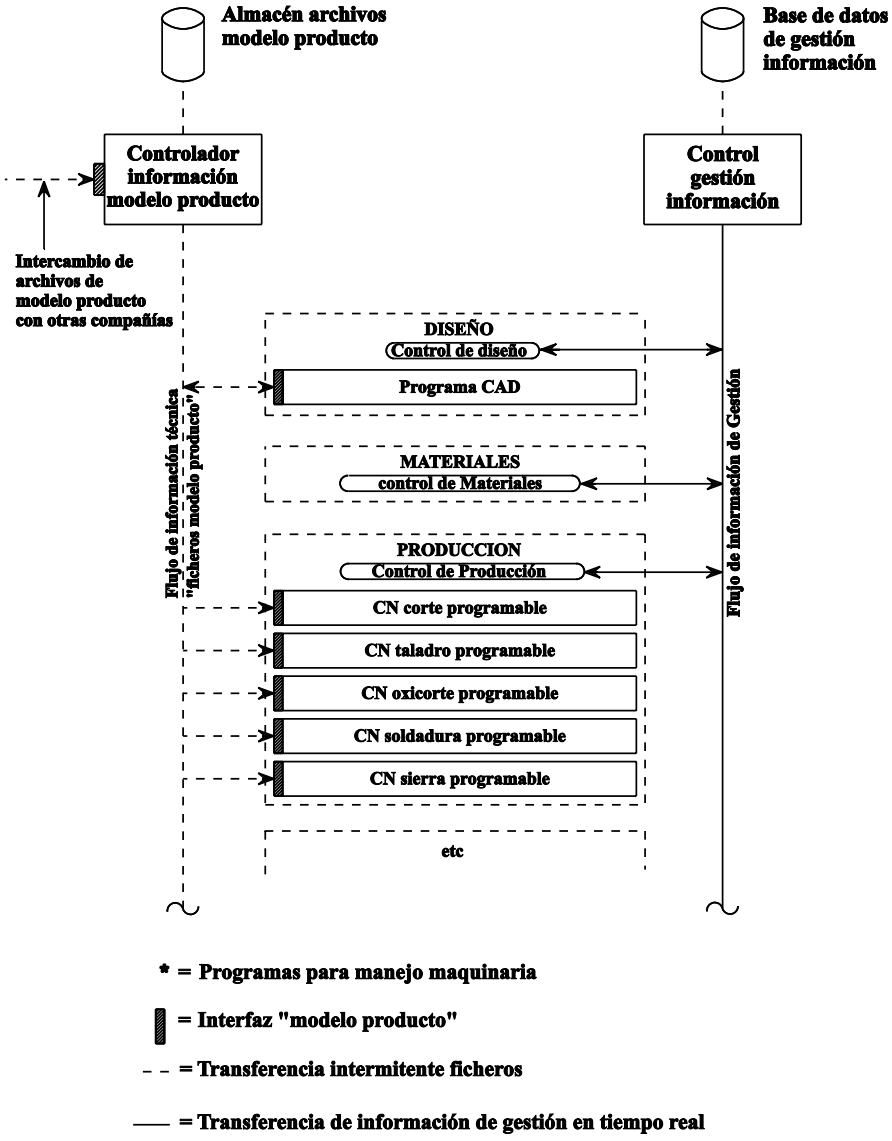


Figura 8 Posible organización del sistema de transferencia de información

4. INSTALACIÓN

Instalación progresiva

Se ha de reconocer que muchos de estos objetivos a largo plazo sólo tienen un significado teórico hoy. Consecuentemente, la instalación progresiva es esencial para que la industria pueda empezar a beneficiarse de sus ventajas a corto plazo. Los objetivos a corto plazo de los estándares comunes de intercambio de información permiten la conexión de sistemas, lo que supone tomar las primeras decisiones hacia la instalación de una fabricación integrada por ordenador (CIM-Computer Integrated Manufacture).

Reconociendo los diferentes modos en que las industrias del sector de las estructuras se gestionan, y cómo lo serán en el futuro, es evidente que será difícil de conseguir un avance acompasado de los estándar de gestión de la información.

Sin embargo, si se excluyen las funciones financieras, administrativas, recursos humanos y comerciales por el momento, entonces se puede llegar a un acercamiento común en las siguientes áreas:

- Planificación de contratos.
- Planificación de la capacidad.
- Planificación del proceso.
- Control del diseño.
- Control de suministros.
- Control de la fabricación.
- Gestión de expedición y transporte.
- Control del montaje.

Es en estas áreas dónde se puede desarrollar un enfoque común en un sector amplio de la industria. Se puede instalar un sistema de gestión de la información en una industria que cubra dichas funciones, el cual incluirá un número de módulos que operarán en unión de una base de datos y un almacén de ficheros de modelos de producto.

5. RESUMEN FINAL

- La transferencia estándar de información entre el diseñador y el fabricante asistida por ordenador, reduce el tiempo de elaboración de los informes, de los detalles de diseño y de los planos de fabricación, al permitir la transferencia automática de toda ella.
- Los beneficios secundarios asociados son un incremento significativo de la eficiencia debido a la reducción de las reclamaciones por variaciones en el contrato y consecuentemente una menor crispación en las relaciones contractuales. Un acceso temprano y controlado a información pertinente tiene grandes ventajas en la reducción de tiempos de espera y errores.
- Estos futuros avances provocarán un cambio dramático en los métodos de estimación de los costes con respecto a los actuales. El fabricante recibirá partidas estándar de información de la producción, ficheros históricos de fabricación (tanto de materiales como de mano de obra) y datos de costes. La parte científica de la estimación podrá ser automatizada. Los decisiones comerciales podrán hacerse con mayor confianza, al tener una mayor exactitud en las estimaciones.
- Hay tres requisitos claves para la transferencia eficiente y efectiva de la información en la industria de la construcción de estructuras. Éstos son: descripciones de los productos disponibles en soporte informático, estándares de intercambio de información internacionales para la industria (formatos de intercambio de ficheros neutros) y control de la información (MIS).
- Estos avances representan un cambio fundamental con respecto a los métodos de trabajo actuales. La aceptación por parte de la industria sólo podrá conseguirse por el planteamiento de objetivos a corto plazo que conduzcan hacia el objetivo final.

6. REFERENCIAS

[1] National Economic Development Council (NEDC), Information Transfer in Building, NEDO, London, 1990.

[2] Watson, A. S., CAD Data Exchange, Proc. Institution of Civil Engineers, Part 1, 1990, Vol. 88, Diciembre, 955-969.