



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

CA44 STAAD – PRO PARA ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Tema

INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACIÓN DEL
MODULO STAAD DEL PROGRAMA DE
COMPUTADORA STAAD/PRO

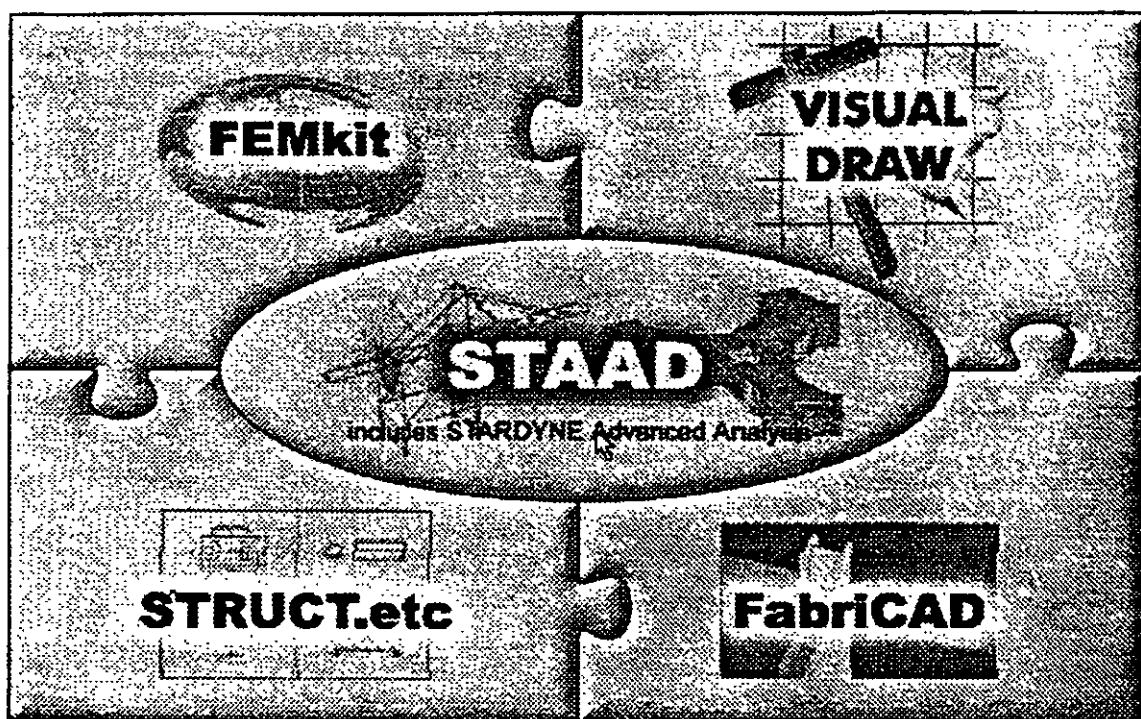
DEL 22 DE SEPTIEMBRE AL 3 DE OCTUBRE

EXPOSITOR: ING. FERNANDO MONROY MIRANDA
PALACIO DE MINERÍA
SEPTIEMBRE DEL 2003

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

STAAD/Pro

(STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN)



**INSTRUCTIVO PARA UTILIZACION DEL MÓDULO
STAAD DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA
STAAD/Pro**

Análisis y Diseño Estructural por computadora

FERNANDO MONROY MIRANDA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**INSTRUCTIVO PARA UTILIZACIÓN DEL
PROGRAMA DE COMPUTADORA STAAD
(STAAD/ Pro)**

*Análisis y Diseño Estructural
por Computadora*

FERNANDO MONROY MIRANDA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

PRÓLOGO

El programa **STAD/Pro** recientemente es uno de los programas más conocidos en el campo de la Ingeniería Estructural a nivel mundial, ha sido utilizado por un gran número de ingenieros en nuestro país y en muchas partes del mundo, cuenta con respaldo y soporte técnico al que tiene derecho el usuario autorizado así como con los manuales respectivos para uso del programa y de los módulos que lo componen.

Por lo anterior el Departamento de Estructuras de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, consideró conveniente iniciar una serie de cursos para enseñar a los alumnos de la carrera de Ingeniero Civil a utilizar varios programas incluyendo el módulo **STAAD** del programa **STAAD/Pro**, para ello, el contar con un instructivo que permita introducir al usuario de una manera sencilla, al programa, facilitará el objetivo anterior.

En este instructivo se pretende describir algunos de los principales elementos que intervienen en el uso del programa de computadora para Análisis y Diseño Estructural **STAAD**, cuya principal utilización será para los alumnos de la materia "Diseño Estructural" de la carrera de Ingeniero Civil, de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Se ha procurado realizar este instructivo de una manera sencilla y resumida para que el usuario no emplee demasiado tiempo en leerlo y pueda resolver su problema en lo que respecta al Análisis y Diseño de Estructuras utilizando el programa **STAAD (STAAD/Pro)**.

Se recomienda que si algunos de los elementos no son descritos ampliamente se consulten los manuales respectivos o la ayuda en línea incluida dentro del programa y se observen los ejemplos que se desarrollan al final del instructivo. Se supone que el usuario está familiarizado con la nomenclatura y terminología utilizada en el Análisis y Diseño Estructural y que cuenta con conocimientos básicos de computación en lo que respecta a manejo de información (archivos) y ejecución de programas en ambiente Windows.

El autor agradece al Ing Miguel Ángel Rodríguez Vega, Jefe del Departamento de Estructuras, el apoyo para el desarrollo de este tipo de actividades y por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo, así como la revisión del presente instructivo.

FERNANDO MONROY MIRANDA

Cd. Universitaria, Agosto de 2001

CONTENIDO

PRÓLOGO

CAPÍTULO 1 EL PROGRAMA STAAD/Pro

1.1 Introducción al programa **STAAD/Pro**.

1.2 Introducción al programa **STAAD**

CAPÍTULO 2 RECOMENDACIONES PARA USO DEL PROGRAMA

2.1 Paso 1. Tipo de estructura

2.2 Paso 2. Definición de la geometría

2.3 Paso 3. Definición de las propiedades elásticas de los materiales

2.4 Paso 4. Definición de las propiedades geométricas de los elementos

2.5 Paso 5. Definición las características de las fuerzas y de las combinaciones

2.6 Paso 6. Elección del tipo de análisis y resultados

2.7 Paso 7. Diseño de elementos

CAPÍTULO 3 MÓDULOS DEL PROGRAMA DESCRIPCION GENERAL

3.1 Ejecución del programa, módulos que lo componen.

3.2 Descripción general.

CAPÍTULO 4 GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA

4.1 Introducción

4.2 Descripción general

4.3 Generación de la geometría

- 4.4 Asignación de propiedades geométricas
- 4.5 Definición y asignación materiales
- 4.6 Condiciones de frontera, tipos de apoyo
- 4.7 Asignación de fuerzas y combinaciones
- 4.8 Opciones de análisis y diseño, selección de resultados

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

CAPÍTULO 6 VER RESULTADOS

- 6.1 Introducción
- 6.2 Ver estructura deformada
- 6.3 Ver diagramas de elementos mecánicos
- 6.4 Ver resultados de diseño
- 6.5 Otras características

CAPÍTULO 7 LOS MÓDULOS COMPLEMENTARIOS

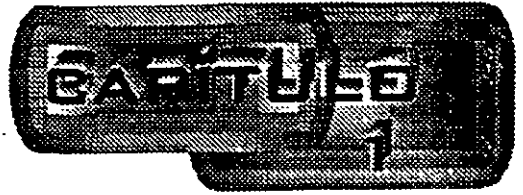
- 7.1 Introducción
- 7.2 Ver archivo de entrada
- 7.3 Ver archivo de salida

CAPÍTULO 8 EJEMPLOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Ejemplo No. 1
- Ejemplo No. 2
- Ejemplo No. 3
- Ejemplo No. 4
- Ejemplo No. 5

CAPÍTULO 9 COMENTARIOS FINALES

EL PROGRAMA STAAD/Pro



1.1 Introducción al programa STAAD/Pro

En los últimos años, el desarrollo de los equipos y sistemas de cómputo ha permitido una comunicación mucho más rápida, directa y sencilla entre el usuario y la computadora logrando la posibilidad de desarrollar programas que, utilizando las características de las computadoras de hoy en día, nos permitan usarlas más eficientemente y entre otras cosas facilitarnos la posibilidad de explorar varias alternativas de solución de problemas estructurales o bien considerar más variables en el modelo de las estructuras con el objeto de lograr un mejor entendimiento comportamiento de la estructura.

Tomando en cuenta lo anterior, **STAAD/Pro** es el resultado de un trabajo desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica cuyo principal objetivo fue desarrollar un programa para Análisis y Diseño de Estructuras, en donde el usuario tenga gran versatilidad en el manejo del mismo a través de una interacción directa en la mayor parte de la ejecución de los módulos que componen al programa que, junto con la relativa sencillez y facilidad de uso son algunas de sus principales características.

STAAD/Pro consta básicamente de una serie de módulos (véase figura 1), de ellos, en este instructivo se describirá sólo el módulo **STAAD**, en éste, el usuario puede seleccionar diversas opciones para poder introducir y/o modificar datos, o bien almacenarlos para su procesamiento posterior, analizar la estructura, ver resultados en la pantalla o imprimirlos, ver resultados de diseño etc.

STAAD/Pro, la siguiente generación del programa **STAAD-III**, es el principal software para Análisis y Diseño Estructural de Research Engineers. En **STAAD/Pro**, el enfoque principal está en la productividad. **STAAD/Pro** dirige el proceso completo de la Ingeniería Estructural, desde el desarrollo del modelo hasta el análisis, diseño, bosquejo y detallado de componentes estructurales, **STAAD/Pro** se diseñó para trabajar de manera similar a como se hace en un despacho de Proyecto Estructural.

STAAD/Pro es el ambiente de funcionamiento nativo con una ventana para la selección de los componentes que lo constituyen, permitiendo la construcción del modelo así como la visualización y comprobación de resultados. **STAAD/Pro** es el paquete principal con varios componentes optativos, que consisten en lo siguiente:

STAAD proporciona el análisis estructural y el diseño integrado de acero, concreto y madera.

STARDYNE proporciona características avanzadas de análisis. Construido alrededor de una biblioteca de elemento finito, **STARDYNE** proporciona poderosas opciones de análisis Dinámico, Sísmico, No-lineal, por temperatura, pandeo y otras capacidades avanzadas de análisis.

El ambiente **FEMkit** ofrece modelación de Elemento Finito orientada gráficamente, se complementa con tecnologías para generación de mallas 2D y 3D y herramientas poderosas para la comprobación del modelo.

Visual DRAW permite la generación de planos, elevaciones, secciones y dibujos de detalle. Totalmente integrado en el ambiente **STAAD/Pro**, **Visual DRAW** proporciona la generación de dibujos, con capacidades de edición y ploteo.

Los módulos siguientes también están disponibles como componentes de **STAAD/Pro**.

STAAD.etc es una colección de módulos de diseño de componentes estructurales, le permite al ingeniero completar el proyecto diseñando cimentaciones, muros de retención, mampostería, conexiones y otros componentes estructurales de utilidad.

FabriCAD es una herramienta integrada que realiza el detallado de acero, cálculos de fabricación y montaje, así como la generación de dibujos.

El componente **ADLPIPE** ofrece un sistema confiable para modelado y análisis. Este componente ofrece una solución completa para diseño de plantas industriales.

Poderoso y comprensivo, **STAAD/Pro** está basado en un diseño orientado a objetos que utiliza la tecnología MFC (Microsoft Foundation Class), aprovechando la computación de 32 bits. Una base de datos relacional, con enlaces OLE y DDE, permite intercambio de información entre múltiples aplicaciones integradas con todo el software basado en Windows.

1.2 Introducción al programa STAAD

El Sistema **STAAD/Pro** es un programa escrito para computadoras personales IBM o compatibles mediante el cual puede realizarse el Análisis y Diseño de Estructuras bajo uno o más sistemas de carga formados por un conjunto de fuerzas estáticas y/o dinámicas aplicadas a la estructura proporcionando, después del análisis, los desplazamientos de los nudos, elementos mecánicos, reacciones, formas modales y resultado del diseño.

STAAD fue desarrollado básicamente bajo la hipótesis de que la estructura está formada por barras prismáticas (aunque también maneja cierto tipo de barras de sección variable) de eje recto, considerando también la posibilidad de modelar estructuras utilizando elementos placa y sólido (elemento finito).

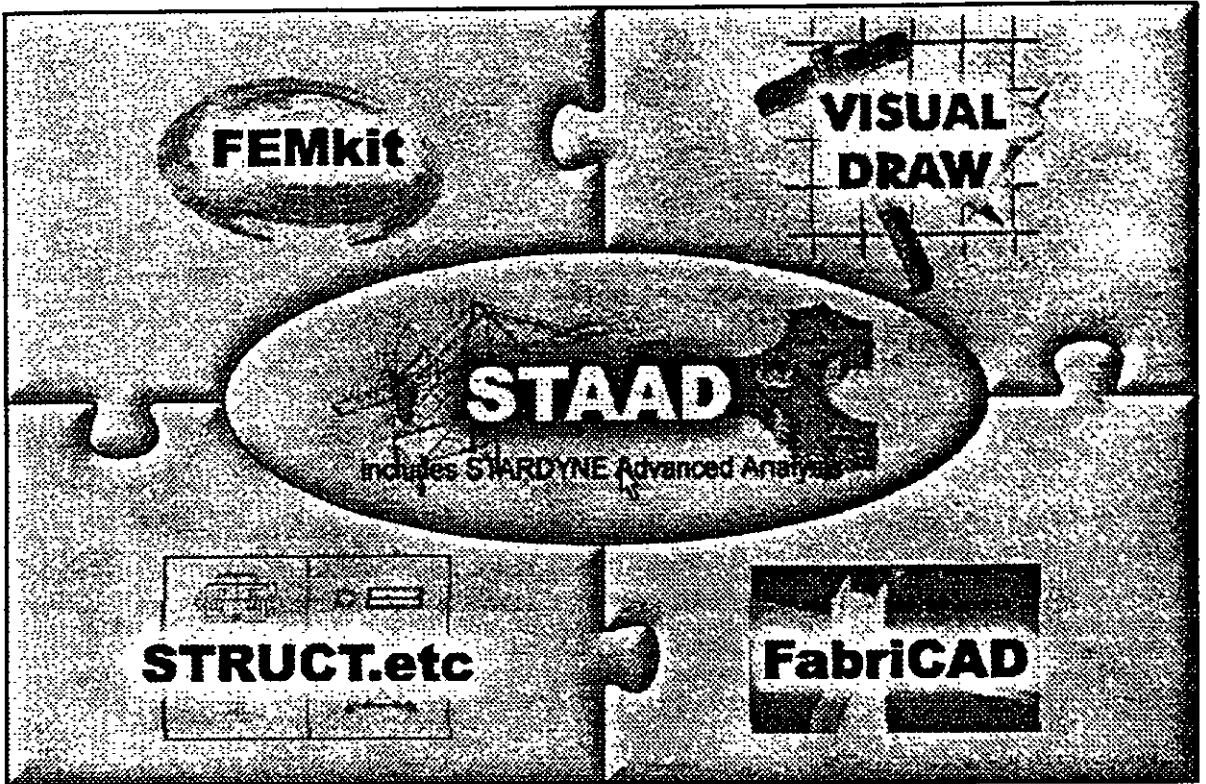


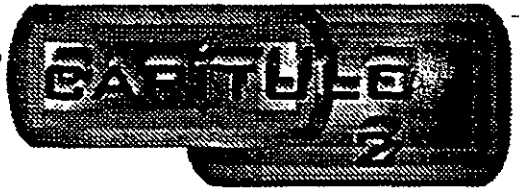
Figura 1.1 STAAD/Pro, programa principal y sistemas que lo integran.

Una de las principales características del programa es la interacción que se puede establecer entre éste y el usuario, sin embargo, debido al número de opciones que el usuario puede activar, se requiere aprender su lenguaje específico para poder utilizarlo, ya que, el usuario puede seleccionar varias opciones y la ejecución de cada una de ellas genera otras más. **STAAD** es un programa orientado a eventos (seleccionar un elemento con el mouse, elegir una opción, activar/desactivar sucesos etc.) y no siempre solicita textualmente los elementos (datos) que se vayan requiriendo para la ejecución completa de ese módulo, además es necesario saber las convenciones de signos empleadas, los sistemas de referencia utilizados así como algunas recomendaciones para su uso, éstas y algunas características más son descritas en los capítulos posteriores.

En el capítulo 2 se dan las recomendaciones necesarias para facilitar la preparación e introducción de datos, en el capítulo 3 se comentan los módulos que componen el programa, el capítulo 4 describe el módulo para crear o generar la estructura, en el capítulo

5 se presentan las opciones de análisis, en el capítulo 6 se muestran las opciones para ver resultados del Análisis y Diseño, en el capítulo 7 se describen los módulos complementarios, el capítulo 8 contiene algunos ejemplos con la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos por el programa STAAD, por último, en el capítulo 9 se incluyen algunos comentarios y sugerencias finales.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL PROGRAMA



2.1 Ejecución del programa

Una vez instalado, para iniciar la ejecución del programa **STAAD**, se puede hacer clic en inicio luego deslizar el puntero del ratón hasta programas, enseguida desplazarlo a la derecha y hacia abajo hasta la carpeta **STAAD/Pro** y por último a la derecha y hacia arriba (en la computadora donde se preparó este instructivo), para, finalmente hacer clic en **STAAD** (véase figura 2.1), con lo cual aparece la ventana de la figura 1.1, después de hacer clic en su zona central (**STAAD**) se muestra la ventana de la figura 2.2.

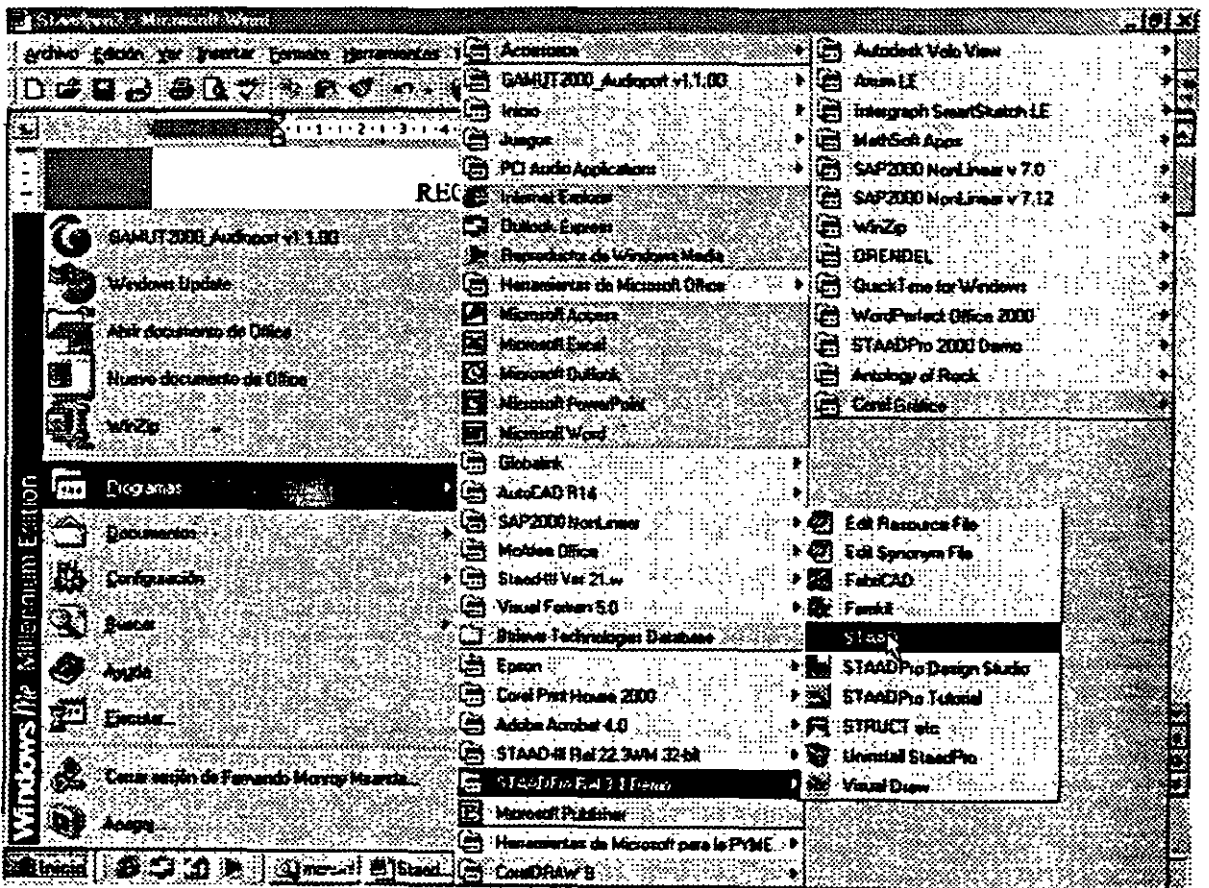


Figura 2.1 Ejecución del programa STAAD/Pro.

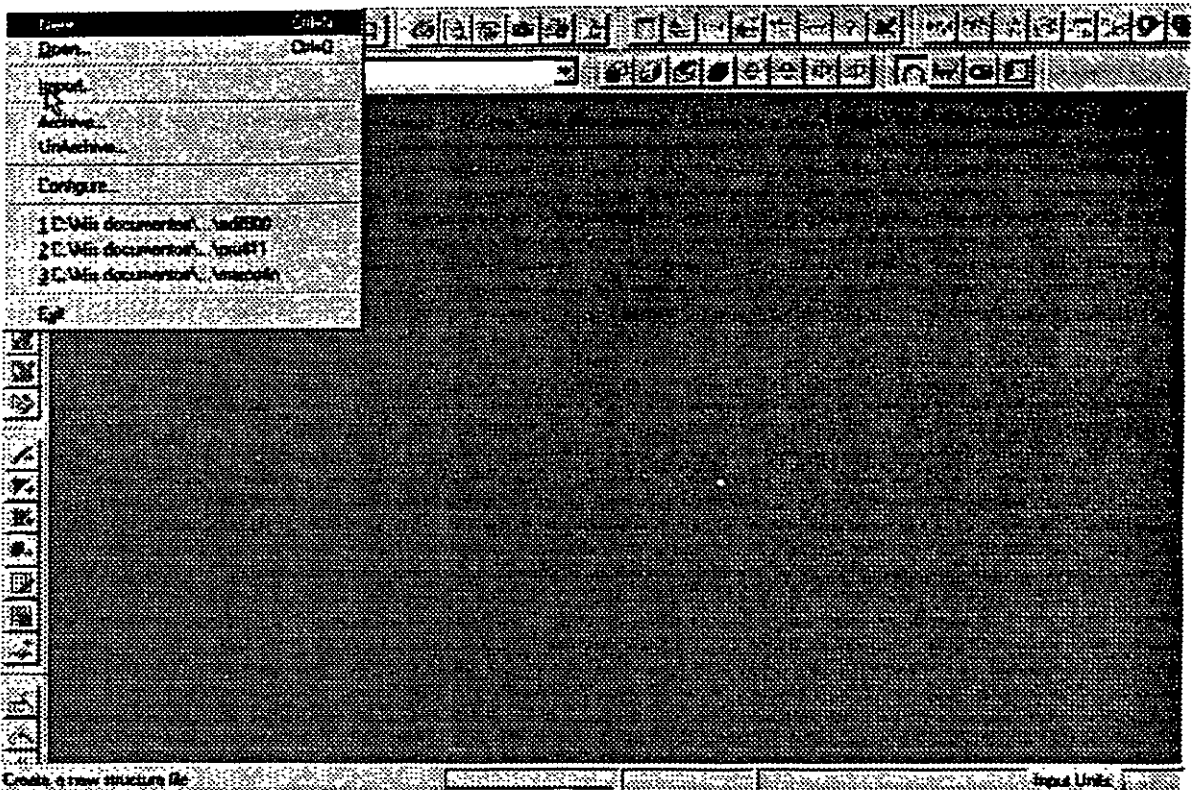


Figura 2.2 Inicio del programa STAAD.

2.2 Tipo de estructura y datos generales

Para iniciar la introducción de datos generales y el tipo de estructura por analizar se utiliza la opción **N**ew del menú **F**ile (véase figura 2.2) mostrándose la ventana de la figura 2.3.

STAAD permite manejar la estructura a analizar como una de las siguientes:

Truss
Plane
Floor
Space

Para el caso de la estructura tipo **Truss** (armadura) esta puede ser plana o en 3 dimensiones (3D) en ambos casos en el análisis sólo se considerará el efecto axial.

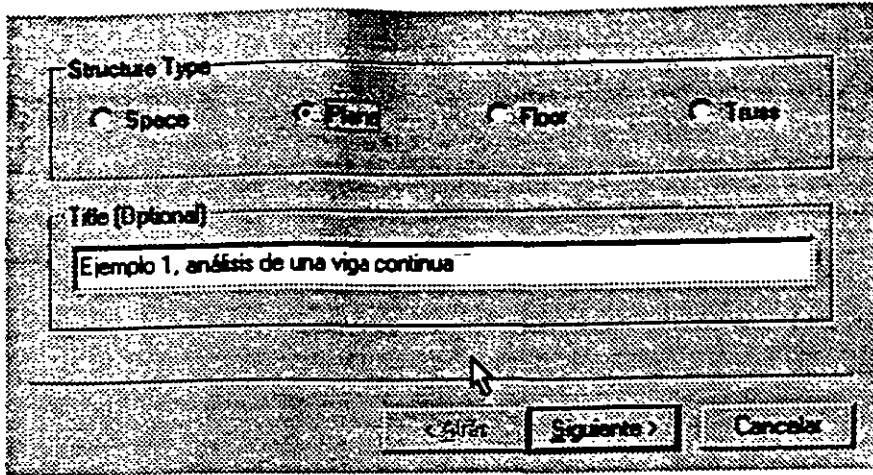


Figura 2.3 Datos generales al inicio del programa STAAD.

En la estructura tipo **Plane** se consideran cortante y axial en el plano de la estructura y flexión perpendicular a ese plano.

El tipo **Floor** permite analizar estructuras con acciones perpendiculares a su plano (retículas) considerando flexión en el plano, torsión, y cortante.

El caso general lo constituye el tipo **Space** en donde se consideran flexión y cortante en dos direcciones, torsión y axial, y seis grados de libertad por nudo, desde luego que se pueden liberar extremos de las barras a algún elemento mecánico y suprimir o ligar grados de libertad (por ejemplo diafragma rígido).

La opción que corresponda a la estructura por analizar, y la introducción de un título (opcional) como identificación que se incluirá dentro del archivo de datos, se realiza en la ventana de la figura 2.3, una vez introducidos los datos y seleccionado el tipo de estructura y después de hacer clic en el cuadro **Siguiente** se muestra la ventana de la figura 2.4, en donde han de seleccionarse las unidades para las fuerzas y longitudes de los datos de la estructura que se introducirán posteriormente (geometría, propiedades, cargas, etc.)

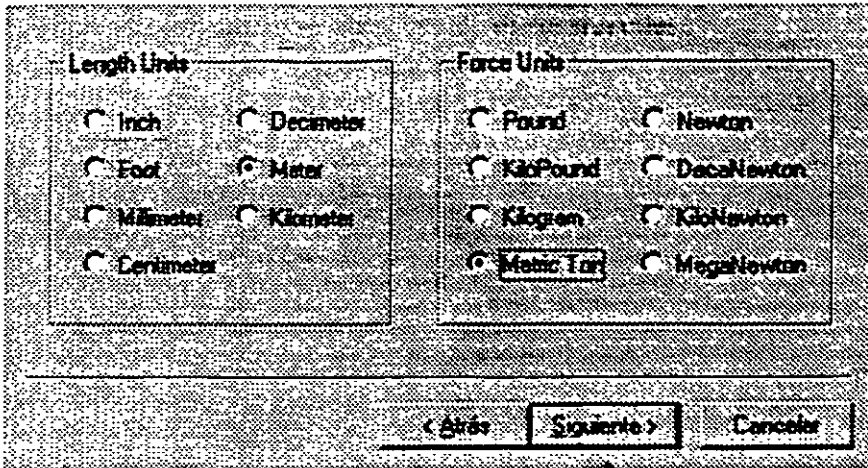


Figura 2.4 Datos de unidades al inicio del programa STAAD.

Una vez seleccionadas las unidades se hace clic en Siguiente para que se despliegue la ventana de la figura 2.5, finalmente, Finish conduce a la ventana de la figura 2.6 que es la ventana o módulo principal de STAAD.

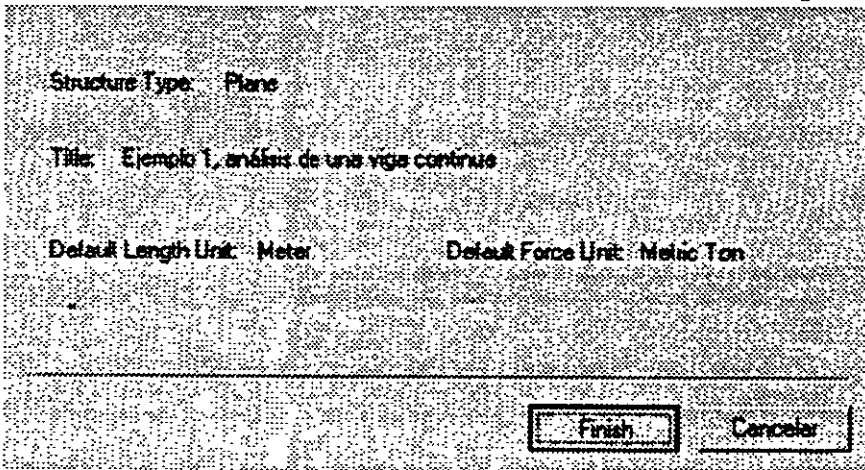


Figura 2.5 Datos seleccionados por el usuario al inicio del programa STAAD.

Obsérvese que en esta ventana (figura 2.6), en general, están contenidos algunos elementos típicos de varios programas desarrollados para ambiente o plataforma **Windows**, es decir, una barra de título (extremo superior de la ventana), una de menús desplegables (File, Edit, View, etc.), barras de iconos (algunos típicos de varios programas, y otros propios STAAD), una barra de estado en el extremo inferior de la ventana (for help press.....). En el extremo izquierdo se muestran algunos iconos y varias opciones agrupadas por categorías (Job, Setup, Geometry, etc.), seguidas por un área con fondo blanco que se utilizará para desplegar gráficamente la geometría y algunas características de la estructura

(apoyos, cargas, etc.), el área restante (a la derecha de la anterior) la utiliza el programa STAAD para mostrar, generalmente, información de los elementos de la estructura en forma numérica (coordenadas de los nudos, incidencias de las barras, fuerzas, etc.).

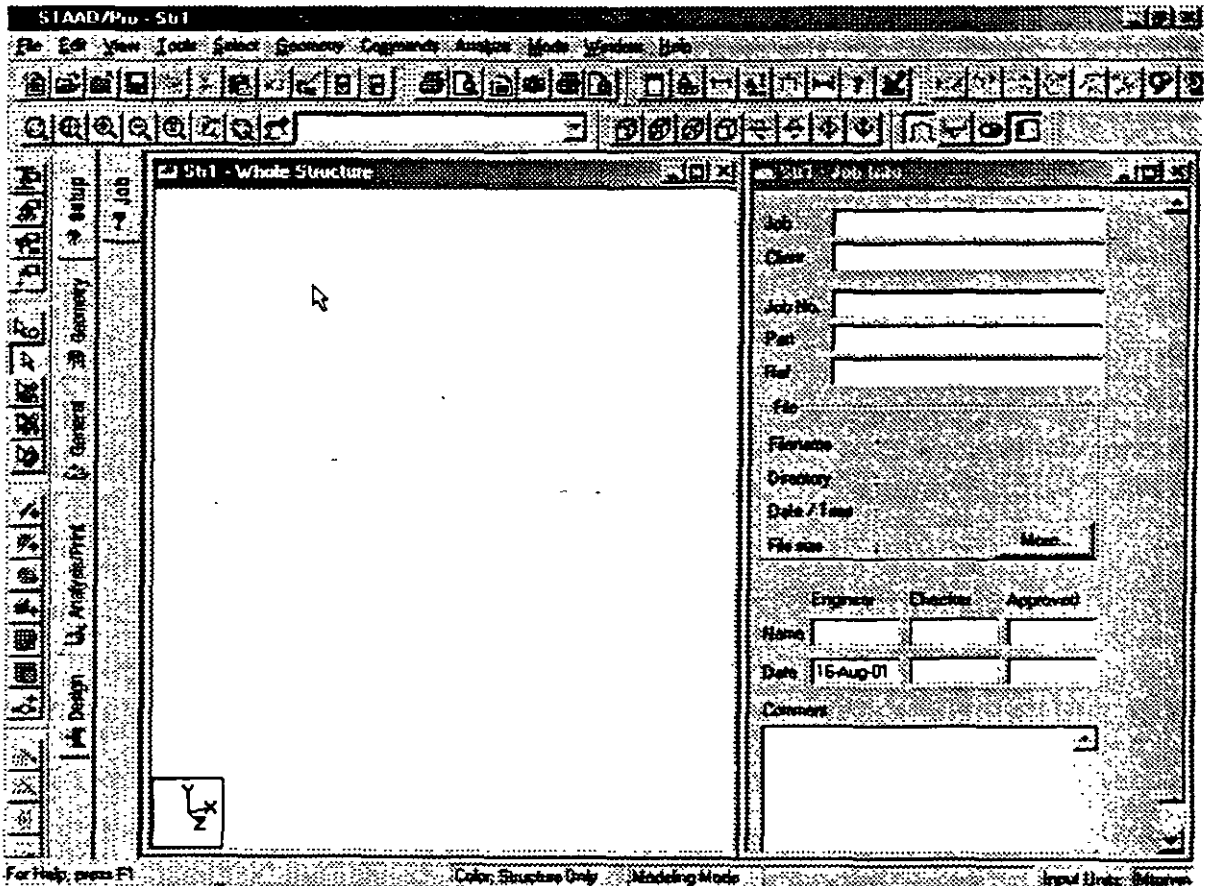


Figura 2.6 Ventana completa del programa STAAD.

2.3 Definición de la geometría

Antes de iniciar la ejecución del programa STAAD es conveniente tener completamente bien definida la geometría del modelo. La estructura por analizar se idealizará mediante una serie de elementos estructurales conectados entre sí, los cuales, de acuerdo a sus características o con fines de análisis se podrán modelar como elementos barra (trabes, columnas, diagonales, etc.), elementos finitos placa (losas, muros) o elementos finitos sólidos (elementos tridimensionales), estos elementos estarán unidos en puntos comunes (nudos), algunos nudos estarán completamente o parcialmente restringidos (apoyos), en uno o varios grados de libertad.

La definición o ubicación de los elementos (barra, placa, sólido) se logra localizando sus nudos extremos, por ejemplo, en un sistema coordenado cartesiano. Proporcionando las coordenadas de esos nudos (o su longitud si es que el elemento barra es paralelo a alguno de los ejes de referencia) así como los nudos extremos (incidencias) de la barra queda definida su posición.

No es necesario numerar los nudos que forman parte de la estructura ya que el programa lo hace de manera automática. Es conveniente localizar nudos en donde se tenga cambio de propiedades geométricas o elásticas, recordando que el elemento barra requiere de dos nudos para posicionarlo, el elemento placa 3 ó 4 y el sólido desde 4 hasta 8 nudos (véase figura 2.7).

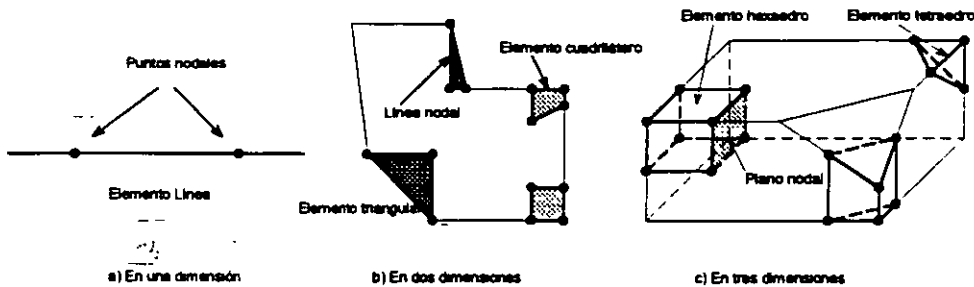


Figura 2.7 Tipos de nudos.

2.4 Definición de las propiedades geométricas de los elementos

Los siguientes son algunos de los tipos de elementos barra que permite manejar STAAD.

- Prismáticos (rectangular, circular, etc.).
- Elementos estándar de acero.
- Elementos de acero definidos por el usuario.
- Sección I de peralte variable.
- Asignarles una forma específica.

Para elementos barra prismáticos de forma arbitraria se requiere proporcionar las siguientes propiedades referidas a ejes locales y centroidales de la barra.

AX = Área de la sección transversal.

IX = Constante de torsión.

IY = Momento de inercia al rededor del eje y.

IZ = Momento de inercia al rededor del eje z.

AY = Área de cortante en dirección y.
 AZ = Área de cortante en dirección z.
 YD = Dimensión de la sección en dirección y.
 ZD = Dimensión de la sección en dirección z.

Para barras de sección trapezoidal o T el significado de YB y ZB se muestra en la figura 2.8.

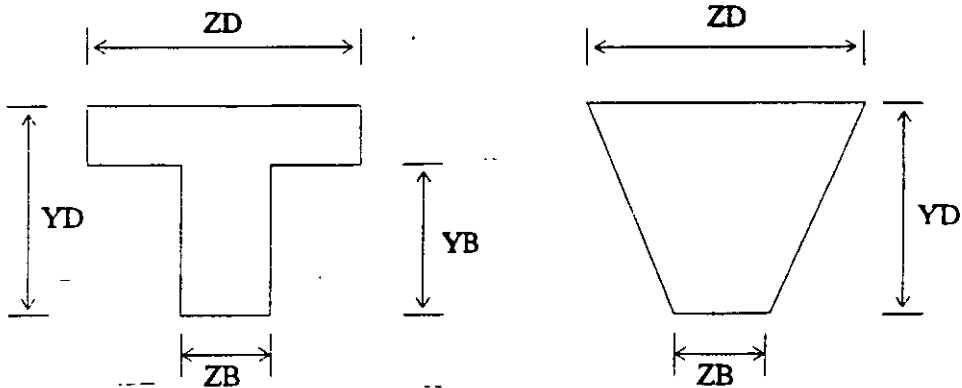


Figura 2.8 Características de secciones T y trapezoidal

Si al programa se le solicita el cálculo de esfuerzos o el diseño (revisión) en concreto o acero será necesario proporcionar los valores de YD y ZD en caso contrario se pueden omitir.

Si no se proporcionan las áreas de cortante el programa no considera ese efecto en el análisis, esto sólo es posible definiendo a las barras de tipo "General" e introduciendo los valores de sus propiedades.

Para secciones específicas (rectangular, circular, etc.) las propiedades son obtenidas por el programa sólo con proporcionar las dimensiones características según la forma de la sección transversal de la barra (p.ej. B y D para la sección rectangular, D para la circular, etc.) en este caso serán considerados los efectos de deformación por cortante.

Dependiendo del tipo de estructura, en la tabla 2.1 se muestran las propiedades geométricas mínimas que es necesario proporcionar para que el análisis se pueda realizar.

Tipo de estructura	Propiedad geométrica requerida
TRUSS	AX
PLANE	AX, IZ ó IY
FLOOR	IX, IZ ó IY
SPACE	AX, IX, IY, IZ

Tabla 2.1 Propiedades geométricas mínimas requeridas para el análisis.

El programa STAAD permite asignar las propiedades geométricas de los elementos barra de acuerdo a una tabla de perfiles de acero estándar (P.ej. tabla AISC) o tomarlas de una tabla definida por el usuario.

En el caso de secciones I de peralte variable los datos son los que se muestran en la figura 2.9.

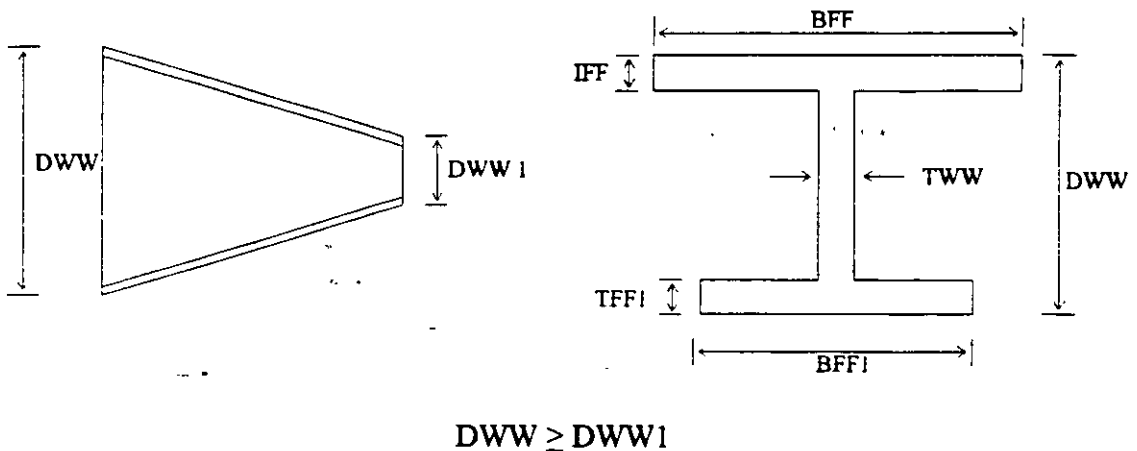


Figura 2.9 Características de la sección I de peralte variable.

Al programa se le pueden dar instrucciones para que, de manera automática, maneje a los elementos con secciones de formas específicas (sección T, o formada por uno o dos ángulos, etc.).

Para el caso de los elementos placa será necesario proporcionar el espesor de la placa en cada esquina, para el sólido no es necesario proporcionar propiedades geométricas sólo constantes elásticas.

2.7 Elección del tipo de análisis y los resultados

STAAD permite realizar un análisis elástico lineal de 1^{er} orden y también de 2^{do} orden, en el segundo caso se consideran efectos P- Δ , o un análisis no lineal por geometría en cuanto a considerar la geometría deformada de la estructura, por lo anterior habrá que decidir el tipo de análisis a efectuar por el programa.

En cuanto a los resultados que el programa puede proporcionar, será necesario saber cuales se requerirán, por ejemplo: desplazamientos, elementos mecánicos, gráficas y resultados de diseño (revisión), y de que elementos se requieren; por ejemplo: algunos o todos los nudos, algunos o todos los elementos (barras, placas, etc.). Gráficas de la deformada, de algún marco o de toda la estructura, etc. Lo anterior se tendrá que especificar para una, algunas o todas las condiciones de carga y/o combinaciones. Si el usuario no selecciona o define los elementos (nudos, barras, etc.) y las condiciones y/o combinaciones, la impresión la realiza para todos los elementos y todos los sistemas de fuerza existentes.

2.8 Diseño de elementos

STAAD permite diseñar o revisar elementos de acero, concreto y madera por lo que será necesario especificar un código aplicable a utilizar (ACI, AISC, LRFD, ASSTHO, etc.), así como proporcionar los valores de los parámetros a utilizar (f'_c , f_y , etc.), e indicar los elementos que se diseñarán y el criterio a seguir para su diseño (viga, columna, etc.).

2.5 Definición de las propiedades elásticas de los materiales

Para realizar el análisis se requiere tener definidas las constantes del material del cual están o estarán hechos los elementos (barra, placa y sólido) como son E (Módulo elástico), y μ (relación de Poisson) y, mediante la siguiente expresión se obtiene el modelo de rigidez a cortante.

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

Para incluir el peso propio es necesario proporcionar el peso volumétrico, si se consideran efectos de temperatura será necesario especificar el coeficiente lineal de dilatación térmica.

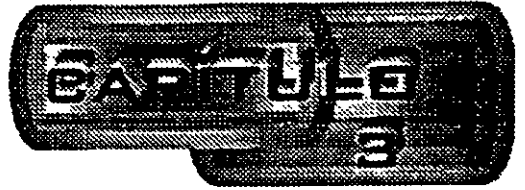
2.6 Tipos de fuerzas y combinaciones de carga

Es necesario tener completamente identificados los sistemas o conjuntos de fuerzas (condiciones de carga) bajo los que se realizará el análisis (P. ej. peso propio, carga viva, sismo, viento, etc.) y, para cada condición de carga, contar con las características de las fuerzas (tipo, magnitud, dirección, sentido y punto de aplicación) que componen cada sistema de fuerzas (condición de carga).

Por ejemplo, una condición de carga puede ser la carga muerta, que puede estar formada por fuerzas uniformes en algunas barras simulando el peso, por ejemplo, de los muros divisorios, o fuerzas concentradas que representan, por ejemplo, el peso de tanques, etc. Otra condición de carga, el sismo, puede ser representado por una serie de fuerzas estáticas (sismo estático) o dinámicas aplicadas a determinados nudos. Una condición más puede ser la carga viva, idealizada como una fuerza por unidad de área actuando en una determinada zona de la estructura (P. ej. azotea, entrepiso, pasillos, escaleras, etc.).

Los sistemas de carga independientes o primarios (como los llama el programa) pueden ser utilizados para formar sistemas de carga dependientes de los anteriores, es decir combinaciones, si lo anterior se desea, es necesario saber de antemano el número de combinaciones a incluir en el análisis y, para cada combinación, las condiciones de carga que se incluirán así como su participación respectiva (factor de carga). Por ejemplo, teniendo como marco de referencia al Reglamento de Construcciones para el D.F. pensando en una estructura del grupo A, localizada en el D. F. una combinación será 1.5 de la carga muerta + 1.5 de la carga viva máxima, por lo que el factor de carga o participación de las condiciones anteriores 1 y 2 es 1.5, siendo 1 y 2 las condiciones de carga respectivas (1 la carga muerta y 2 la viva).

MÓDULOS DEL PROGRAMA DESCRIPCION GENERAL



3.1 Introducción

Para poder introducir y/o hacer cambios a los datos o características de la estructura el programa **STAAD**, además de contar con un editor en línea modo texto, principalmente tiene un editor gráfico integrado desde donde también se puede invocar al editor modo texto. Casi con cualquiera de los dos editores se puede:

- Manejar (Definir, mover, copiar, borrar, etc.) elementos estructurales (nudos, barras, placas sólidos).
- Especificar tipos de apoyo (fijo o con grados de libertad, resortes, apoyos inclinados, tipo "Foundation", etc.).
- Asignar propiedades geométricas de los elementos barra de acuerdo a: una tabla de perfiles estándar (AISC por ejemplo), una tabla previamente definida por el usuario, secciones prismáticas (circular rectangular, Te, trapezoidal, I de peralte constante o con variación lineal etc.), o introducir sus características particulares (propiedades geométricas, orientación de su sección transversal, etc.).
- Especificar espesores de los elementos placa.
- Asignar propiedades a uno o varios elementos o grupo de elementos (barra, placas), las propiedades pueden ser: densidad, módulo elástico, relación de Poisson, coeficiente de dilatación térmica. Así como definir la posición de la sección dentro de la estructura (posición de ejes locales con respecto a los globales). Algunas de las propiedades se tienen predefinidas para ciertos materiales (acero, concreto, etc.) o se pueden introducir valores particulares.
- Especificar que elementos desempeñarán sólo una función estructural específica por ejemplo: cable, barra en compresión, en tensión, armadura (tensión o compresión), con articulación o liberación a algún elemento mecánico en un extremo, ignorarlos y otras opciones. También se puede definir diafragmas rígidos.

- Definir cargas variables (móviles) pudiendo ser definidas por el usuario (tren de cargas concentradas), de acuerdo a AASHTO(HS20, HS15, H20, H15) o bien tomadas de un archivo externo.
- Especificar fuerzas definidas en el tiempo (fuerza-tiempo o aceleración-tiempo) tomando los valores de un archivo existente o introduciéndolos de acuerdo a una función (seno o coseno) proporcionando características dinámicas (amplitud y frecuencia), definiendo el lapso de tiempo de actuación de la fuerza así como también considerar el amortiguamiento.
- Definir características para generar cargas definidas por el UBC (Uniform Building Code).
- Definir cargas de viento especificando (hasta cinco) intensidades (presiones) actuando respectivamente en n alturas.
- Especificar fuerzas estáticas aplicadas a los nudos, desplazamientos prescritos de los apoyos, peso propio, etc. Para barras: fuerzas y/o momentos uniformes, fuerzas y/o momentos concentrados, fuerzas con variación lineal, presión hidrostática. Para los elementos placa: presión uniforme, lineal, hidrostática.
- Asignar carga uniforme por unidad de área en un nivel específico y en cierta área.
- Incluir en las barras, presfuerzo, incrementos de temperatura y ajustes en la longitud inicial de los elementos.
- Seleccionar el tipo de análisis como puede ser: elástico-lineal de primer orden, análisis no lineal P- Δ , análisis de segundo orden (especificando el número de iteraciones) y análisis dinámico.
- Y otras opciones más.

3.2 Descripción general

En la figura 3.1 se muestra la ventana deslizante correspondiente a la opción o menú File.

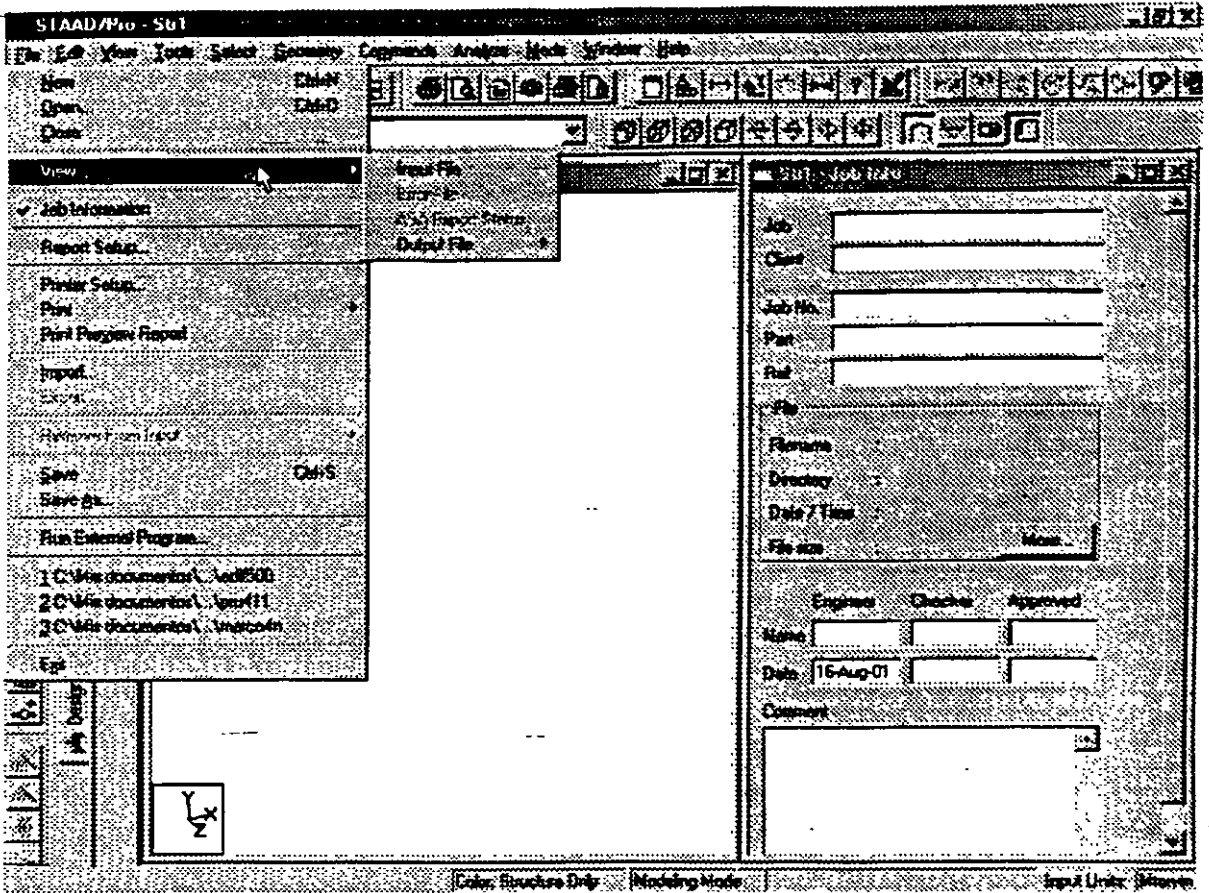


Figura 3.1 Menú File de STAAD.

Algunas de las opciones del menú File permiten:

- New** Iniciar un problema nuevo.
- Open** Abrir un archivo existente con datos de alguna estructura.
- View** Ver el contenido del archivo de datos (**Input File**) o el archivo de resultados (**Output File**)
- Printer Setup** Seleccionar una impresora o bien modificar sus propiedades.
- Print Input File** Imprimir el contenido de un archivo de datos.
- Preview Print Input** Ver el contenido del archivo de datos antes de imprimir.
- Save, Save As** Permiten guardar el archivo de datos.

Exit Cerrar el programa

Existen, dentro del menú anterior, otras opciones que pueden ser de uso no muy frecuente.

Ahora en la figura 3.2 se presentan las opciones del menú Edit

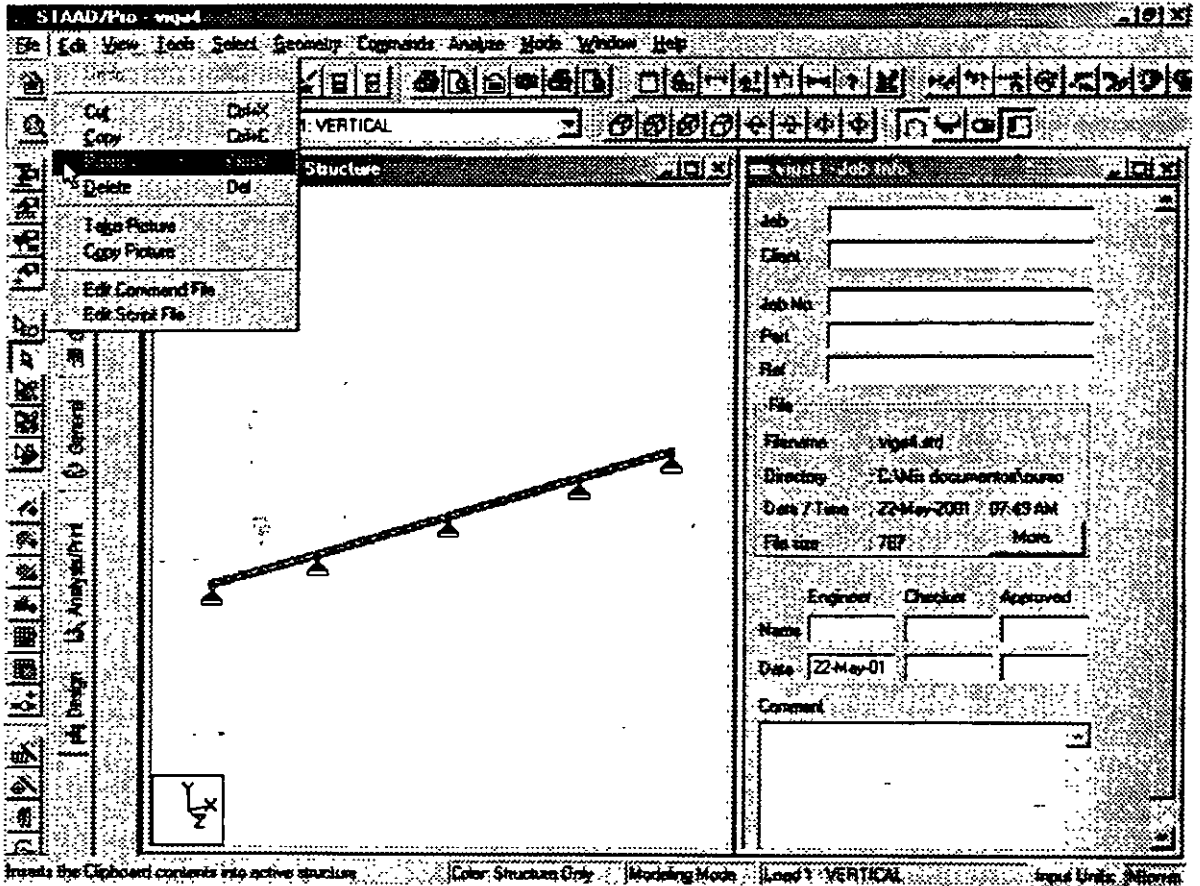


Figura 3.2 Menú Edit del módulo STAAD.

Las opciones del menú Edit permiten:

Undo Deshacer la acción anterior (última).

Cut Suprimir(borrar) los elementos seleccionados de la estructura (p.ej. barras que aparecen en color en el área de dibujo) y los coloca en la memoria temporal.

- Copy** Copia a la memoria temporal los elementos seleccionados de la estructura (para poder insertarlos posteriormente), esta opción no borra a los elementos
- Paste** Insertar los elementos almacenados en la memoria temporal.
- Del** Borra los elementos seleccionados de la estructura.
- Edit command file** Ejecuta el editor modo texto mostrando el contenido del archivo de datos al que pueden realizársele cambios (adicionar comandos o datos, suprimir o modificar parte de la información etc.).



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 04-Oct-00	Chd
Client	File V3clapro.std	Date/Time 23-Sep-2001 22:26

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:			
Date:	04-Oct-00		

Structure Type	SPACE FRAME
----------------	-------------

Number of Nodes	4	Highest Node	4
Number of Elements	3	Highest Beam	3

Number of Basic Load Cases	1
Number of Combination Load Cases	0

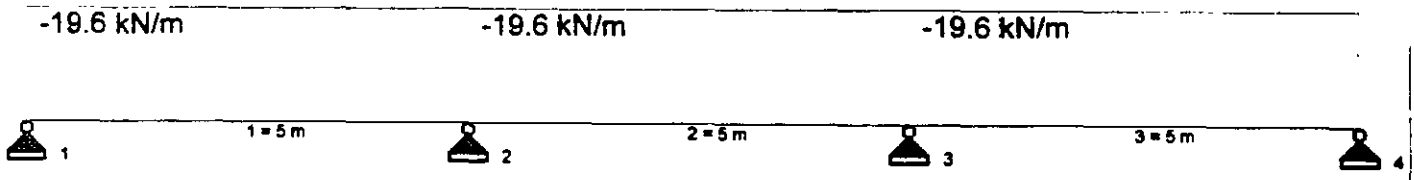
Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 04-Oct-00	Chd
Client	File V3ctapro.std	Date/Time 23-Sep-2001 22:26



```
STAAD SPACE EJEMPLO
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 04-Oct-00
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER MTON
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 5 0 0; 3 10 0 0; 4 15 0 0;
MEMBER INCIDENCES
1 1 2; 2 2 3; 3 3 4;
MEMBER PROPERTY AMERICAN
1 TO 3 PRIS YD 0.5 ZD 0.25
UNIT METER KN
CONSTANTS
E 2.5e+007 MEMB 1 TO 3
POISSON 0.17 MEMB 1 TO 3
DENSITY 24 MEMB 1 TO 3
ALPHA 1.1e-005 MEMB 1 TO 3
UNIT METER MTON
SUPPORTS
1 TO 4 PINNED
LOAD 1 VERTICAL
MEMBER LOAD
1 TO 3 UNI GY -2
PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
PRINT ANALYSIS RESULTS
FINISH
```

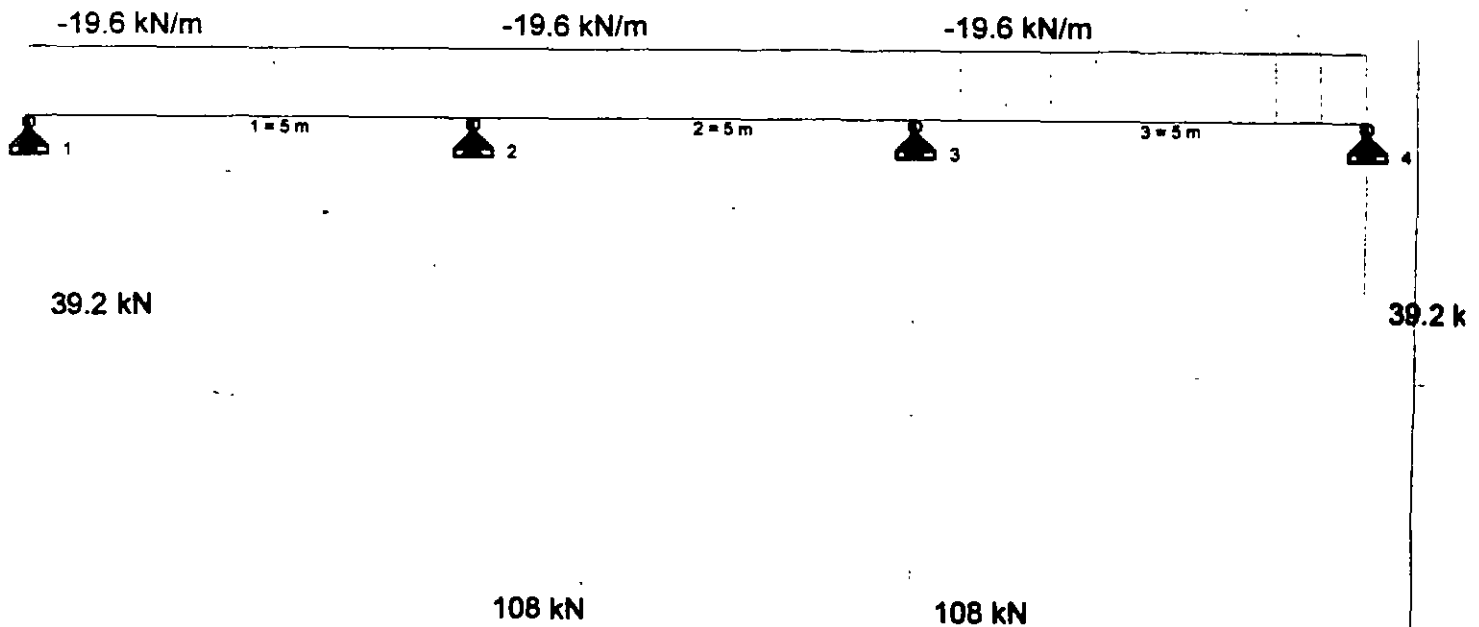


Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 04-Oct-00	Chd
Client	File V3clapro.std	Date/Time 23-Sep-2001 22:41

Software licensed to Unknown User

Job Title

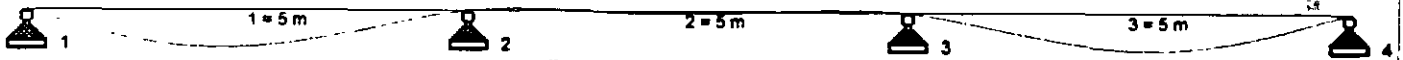
Client





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 04-Oct-00	Chr
Client	File V3clapro.std	Date/Time 23-Sep-2001 22:41



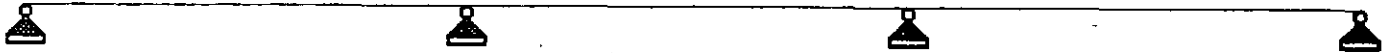


Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part	Ref	
By	Date 04-Oct-00	Chd
Client	File V3clapro.std	Date/Time 23-Sep-2001 22:41

Max: 48.9 kNm

Max: 48.9 kNm





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 04-Oct-00

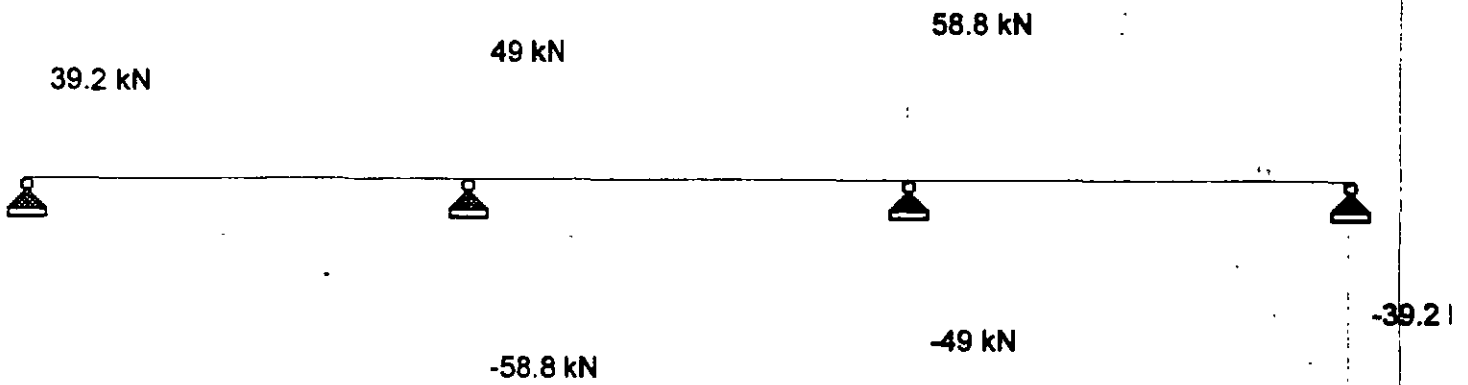
Chd

Client

File V3clapro.std

Date/Time

23-Sep-2001 22:41




```

*****
*
*          STAAD/Pro STAAD-III
*          Revision 3.1
*          Proprietary Program of
*          RESEARCH ENGINEERS, Inc.
*          Date=   SEP 23, 2001
*          Time=   23:24:35
*
*          USER ID: Unknown User
*****

```

1. STAAD SPACE EJEMPLO
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 04-CCT-00
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 0; 2 5 0 0; 3 10 0 0; 4 15 0 0
9. MEMBER INCIDENCES
10. 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4
11. MEMBER PROPERTY AMERICAN
12. 1 TO 3 PRIS YD 0.5 ZD 0.25
13. UNIT METER KN
14. CONSTANTS
15. E 2.5E+007 MEMB 1 TO 3
16. POISSON 0.17 MEMB 1 TO 3
17. DENSITY 24 MEMB 1 TO 3
18. ALPHA 1.1E-005 MEMB 1 TO 3
19. UNIT METER MTON
20. SUPPORTS
21. 1 TO 4 PINNED
22. LOAD 1 VERTICAL
23. MEMBER LOAD
24. 1 TO 3 UNI GY -2
25. PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

PROBLEM STATISTICS

```

-----
NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS =    4/    3/    4
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH =    1/    1
TOTAL PRIMARY LOAD CASES =    1, TOTAL DEGREES OF FREEDOM =    12
SIZE OF STIFFNESS MATRIX =    72 DOUBLE PREC. WORDS
REQRD/AVAIL. DISK SPACE = 12.00/ 2047.7 MB, EXMEM = 1798.5 MB

```

EJEMPLO

-- PAGE NO. 2

LOADING 1 VERTICAL

MEMBER LOAD - UNIT MTON METE

MEMBER	UDL	L1	L2	CON	L	LIN1	LIN2
--------	-----	----	----	-----	---	------	------

```

1 -2.000 GY 0.00 5.00
2 -2.000 GY 0.00 5.00
3 -2.000 GY 0.00 5.00

```

***TOTAL APPLIED LOAD (MTON METE) SUMMARY (LOADING 1)

```

SUMMATION FORCE-X = 0.00
SUMMATION FORCE-Y = -30.00
SUMMATION FORCE-Z = 0.00

```

SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-

```

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= -225.00

```

```

++ Processing Element Stiffness Matrix. 23:24:35
++ Processing Global Stiffness Matrix. 23:24:35
++ Processing Triangular Factorization. 23:24:35

```

***WARNING - IMPROPER LOAD WILL CAUSE INSTABILITY AT JOINT 4

DIRECTION = MX PROBABLE CAUSE MODELING PROBLEM -0.728E-11

```

++ Calculating Joint Displacements. 23:24:35
++ Calculating Member Forces. 23:24:35

```

***TOTAL REACTION (MTON METE) SUMMARY

LOADING 1

```

SUM-X= 0.00 SUM-Y= 30.00 SUM-Z= 0.00

```

SUMMATION OF MOMENTS AROUND ORIGIN-

```

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= 225.00

```

EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY-

JT	EXT FX/ INT FX	EXT FY/ INT FY	EXT FZ/ INT FZ	EXT MX/ INT MX	EXT MY/ INT MY	EXT MZ/ INT MZ
1	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-4.17
	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	4.17
2	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	4.17
	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-4.17

EJEMPLO

-- PAGE NO. 3

***** END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE *****

26. PRINT ANALYSIS RESULTS

EJEMPLO

-- PAGE NO. 4

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = SPACE

JOINT	LOAD	X-TRANS	Y-TRANS	Z-TRANS	X-ROTAN	Y-ROTAN	Z-ROTAN
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0010
2	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
3	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0003
4	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010

EJEMPLO

-- PAGE NO. 5

SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE STRUCTURE TYPE = SPACE

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
1	1	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00

EJEMPLO

-- PAGE NO. 6

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- MTON METE

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
1	1	1	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	-4.99
2	1	2	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	4.99
		3	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	-4.99
3	1	3	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	4.99
		4	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

27. FINISH

***** END OF STAAD-III *****

**** DATE= SEP 23,2001 TIME= 23:24:35 ****

 * FOR QUESTIONS REGARDING THIS VERSION OF PROGRAM *
 * RESEARCH ENGINEERS, Inc at *
 * West Coast: Ph- (714) 974-2500 Fax- (714) 921-2543 *
 * East Coast: Ph- (978) 688-3636 Fax- (978) 685-7230 *



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 18-May-01	Chd
Client	File marco1.std	Date/Time 18-May-2001 02:11

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:			
Date:	18-May-01		

Structure Type | SPACE FRAME

Number of Nodes	5	Highest Node	11
Number of Elements	4	Highest Beam	13

Number of Basic Load Cases	1
Number of Combination Load Cases	0

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	VERTICAL

Nodes

Node	X (m)	Y (m)	Z (m)
5	4.000	7.000	0.000
7	2.000	3.000	0.000
9	2.000	0.000	0.000
10	9.000	7.000	0.000
11	9.000	0.000	0.000



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Date 18-May-01	Chd
Client	File marco1.std	Date/Time 18-May-2001 02:11

Beams

Beam	Node A	Node B	Length (m)	Property	β degrees
6	9	7	3.000	1	0
10	7	5	4.472	1	0
11	5	10	5.000	1	0
13	10	11	7.000	1	0

Section Properties

Prop	Section	Area (m ²)	I_{yy} (m ⁴)	I_{zz} (m ⁴)	J (m ⁴)	Material
1	Rect 0.80X0.40	0.320	0.004	0.017	0.012	-

Materials

Mat	Name	E (kN/mm ²)	G (kN/mm ²)	ν	Density (kg/m ³)	α (1/ ^o K)
1	Steel	205.000	82.000	0.250	77.000	12E -12
2	Concrete	25.000	10.684	0.170	24.000	12E -12
3	Aluminum	70.000	26.316	0.330	26.600	23E -12

Supports

Node	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	rX (kN/rad)	rY (kN/rad)	rZ (kN/rad)
9	Fixed	Fixed	Fixed	-	-	-
11	Fixed	Fixed	Fixed	-	-	-

Releases

There is no data of this type.

Basic Load Cases

Number	Name
1	VERTICAL

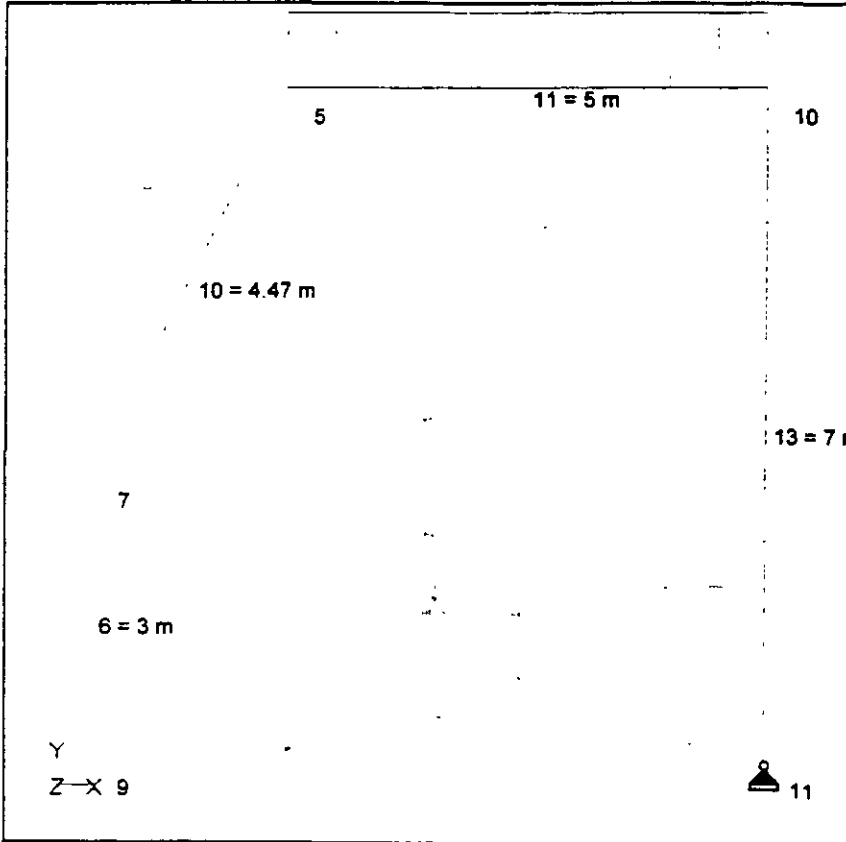


Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No	Rev
	3	
Part		
Ref		
By	Date 18-May-01	Chd
Client	File marco1.std	Date/Time 18-May-2001 02:11

Combination Load Cases

There is no data of this type.



Whole Structure Loads 5kN:1m 1 VERTICAL



Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

4

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 18-May-01

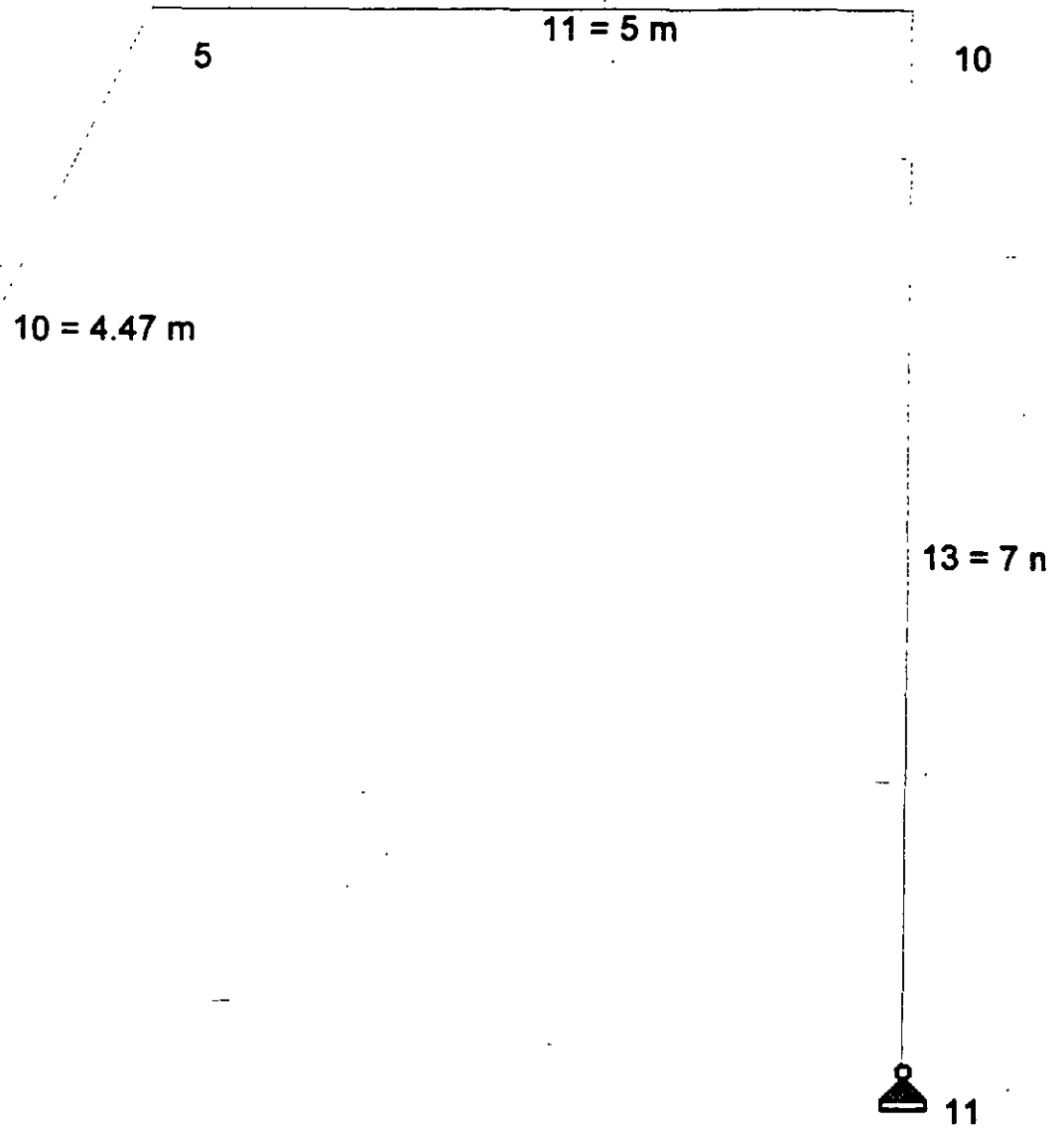
Chd

Client

File marco1.std

Date/Time

18-May-2001 02:11



Whole Structure Loads 5kN:1m 1 VERTICAL



Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Ref

By

Date 18-May-01

Chd

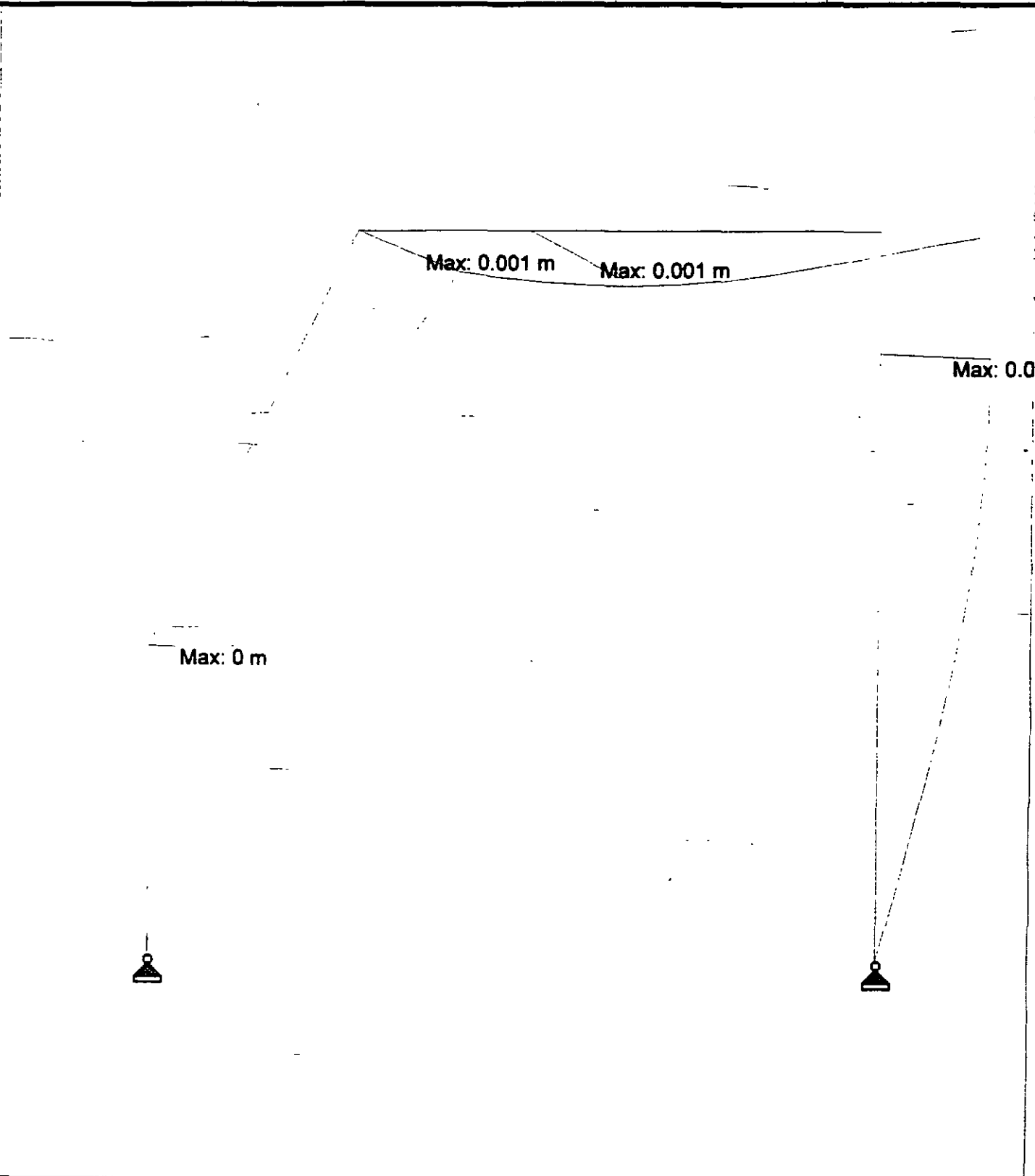
File

marco1.std

Date/Time

18-May-2001 02:11

Client





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

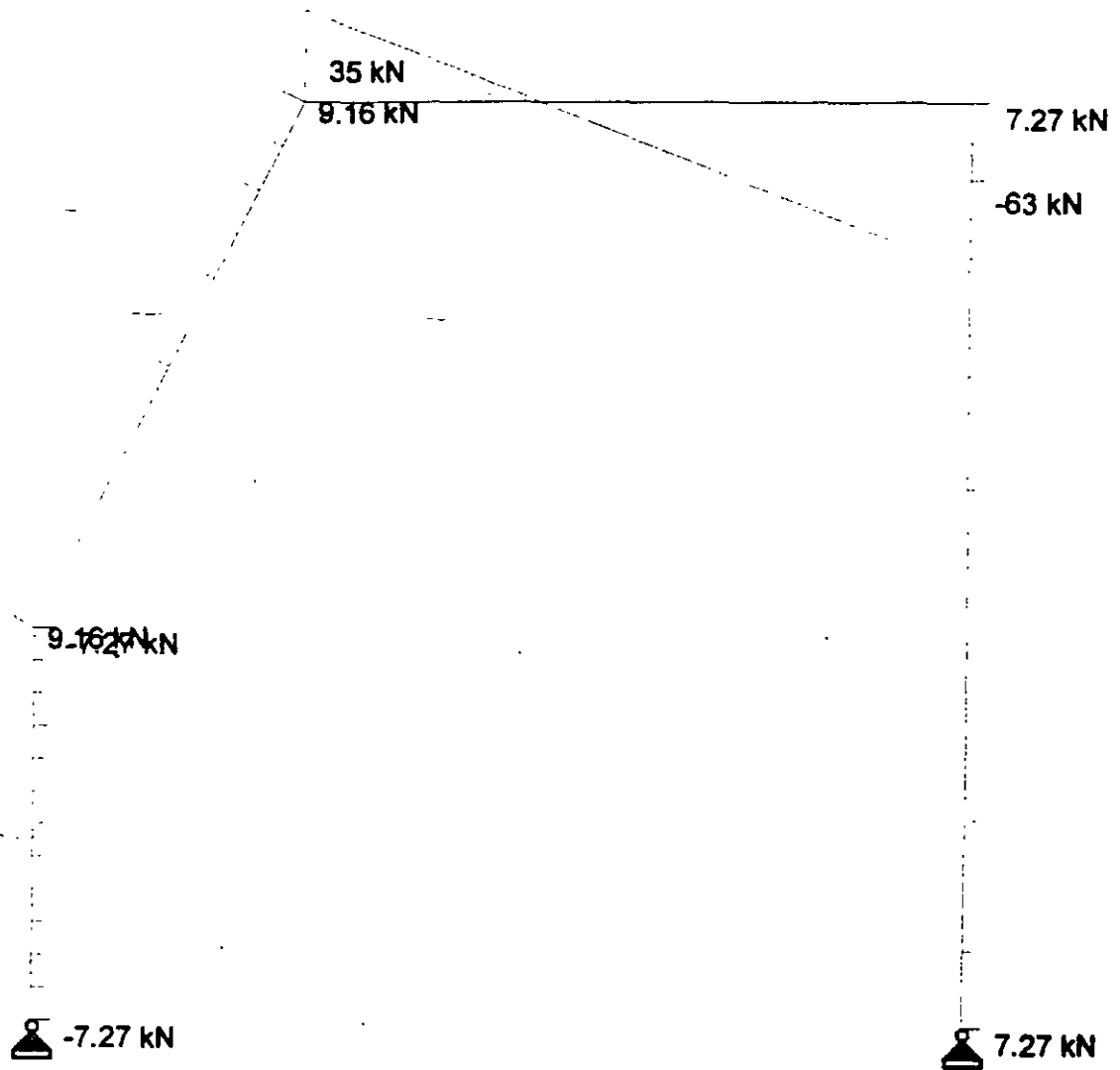
Date 18-May-01

Chd

Client

File marco1.std

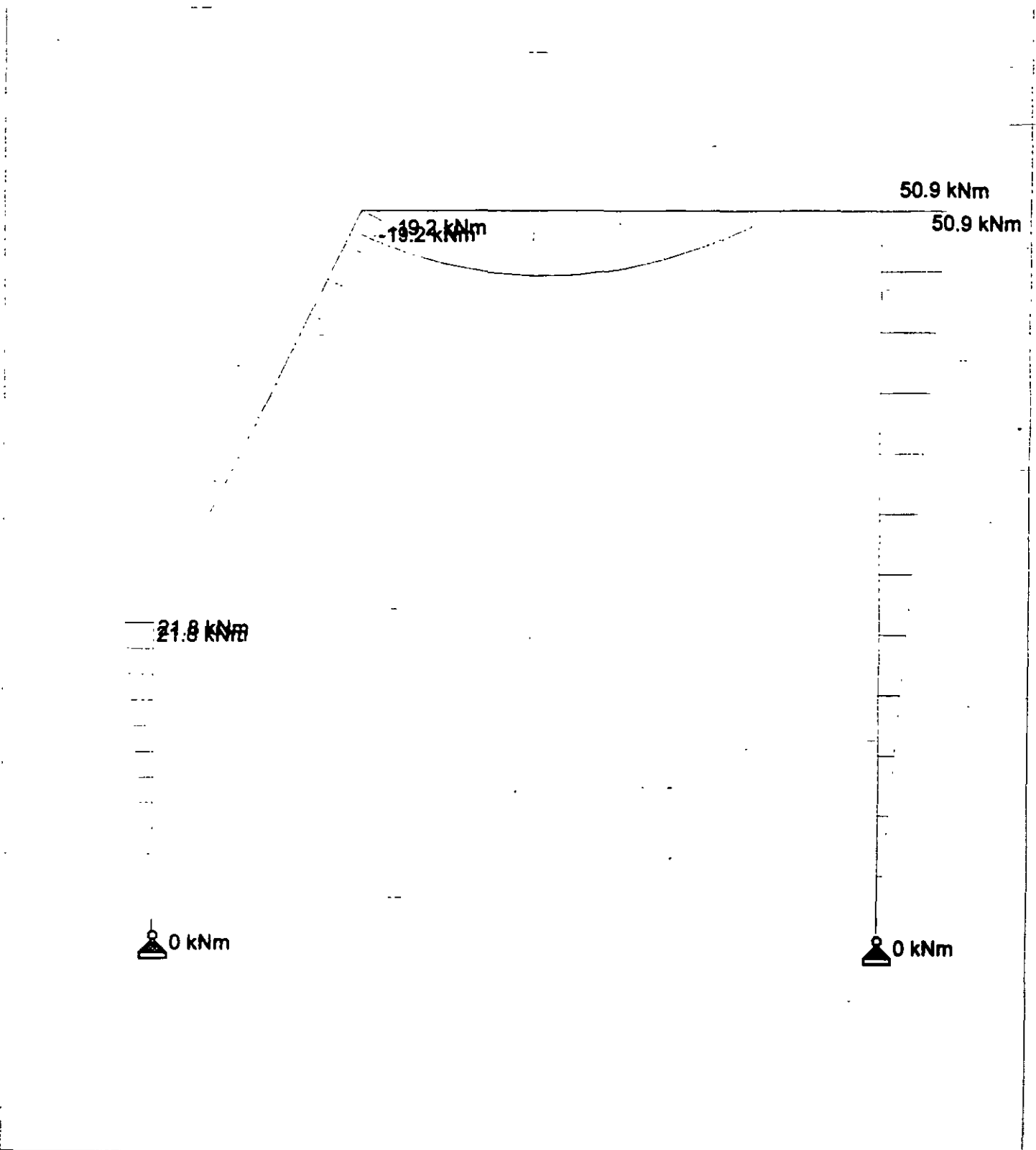
Date/Time 18-May-2001 02:11





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 18-May-01	Chd
File marco1.std	Date/Time 18-May-2001 02:11	







Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 18-May-01	Chd
Client	File marco1.std	Date/Time 18-May-2001 02:11

-19.6 kN/m



N9	
X =	7.269 kN
Y =	35.024 kN
Z =	0.000 kN
MX =	FREE
MY =	FREE
MZ =	FREE



N11	
X =	-7.269 kN
Y =	63.043 kN
Z =	0.000 kN
MX =	FREE
MY =	FREE
MZ =	FREE

```
STAAD PLANE VIGA EJEMPLO 2
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 18-May-01
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER MTON
JOINT COORDINATES
5 4 7 0; 7 2 3 0; 9 2 0 0; 10 9 7 0; 11 9 0 0;
MEMBER INCIDENCES
6 9 7; 10 7 5; 11 5 10; 13 10 11;
MEMBER PROPERTY AMERICAN
6 10 11 13 PRIS YD 0.8 ZD 0.4
SUPPORTS
9 11 PINNED
UNIT METER KN
CONSTANTS
E 2.5e+007 MEMB 6 10 11 13
POISSON 0.17 MEMB 6 10 11 13
DENSITY 24 MEMB 6 10 11 13
ALPHA 1.1e-005 MEMB 6 10 11 13
UNIT METER MTON
LOAD 1 VERTICAL
MEMBER LOAD
11 UNI GY -2
PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
PRINT SUPPORT REACTION ALL
PRINT JOINT DISPLACEMENTS ALL
PRINT MEMBER FORCES ALL
FINISH
```

```

*****
*
*          STAAD/Pro STAAD-III
*          Revision 3.1
*          Proprietary Program of
*          RESEARCH ENGINEERS, Inc.
*          Date=   SEP 24, 2001
*          Time=   0:35:15
*
*          USER ID: Unknown User
*****

```

1. STAAD PLANE VIGA EJEMPLO 2
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 18-MAY-01
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 5 4 7 0; 7 2 3 0; 9 2 0 0; 10 9 7 0; 11 9 0 0
9. MEMBER INCIDENCES
10. 6 9 7; 10 7 5; 11 5 10; 13 10 11
11. MEMBER PROPERTY AMERICAN
12. 6 10 11 13 PRIS YD 0.8 ZD 0.4
13. SUPPORTS
14. 9 11 PINNED
15. UNIT METER KN
16. CONSTANTS
17. E 2.5E+007 MEMB 6 10 11 13
18. POISSON 0.17 MEMB 6 10 11 13
19. DENSITY 24 MEMB 6 10 11 13
20. ALPHA 1.1E-005 MEMB 6 10 11 13
21. UNIT METER MTON
22. LOAD 1 VERTICAL
23. MEMBER LOAD
24. 11 UNI GY -2
25. PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

P R O B L E M S T A T I S T I C S

```

-----
NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS =    5/    4/    2
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH =    3/    1
TOTAL PRIMARY LOAD CASES =    1, TOTAL DEGREES OF FREEDOM =    11
SIZE OF STIFFNESS MATRIX =    66 DOUBLE PREC. WORDS
REQRD/AVAIL. DISK SPACE = 12.01/ 2047.7 MB, EXMEM = 1804.5 MB

```

VIGA EJEMPLO 2 -- PAGE NO. 2

LOADING 1 VERTICAL

MEMBER LOAD - UNIT MTON METE

MEMBER	UDL	L1	L2	CON	L	LIN1	LIN2
--------	-----	----	----	-----	---	------	------

11 -2.000 GY 0.00 5.00

***TOTAL APPLIED LOAD (MTON METE) SUMMARY (LOADING 1)
SUMMATION FORCE-X = 0.00
SUMMATION FORCE-Y = -10.00
SUMMATION FORCE-Z = 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= -65.00

++ Processing Element Stiffness Matrix. 0:35:15
++ Processing Global Stiffness Matrix. 0:35:15
++ Processing Triangular Factorization. 0:35:15
++ Calculating Joint Displacements. 0:35:15
++ Calculating Member Forces. 0:35:15

***TOTAL REACTION (MTON METE) SUMMARY

LOADING 1

SUM-X= 0.00 SUM-Y= 10.00 SUM-Z= 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND ORIGIN-

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= 65.00

EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY-

JT	EXT FX/ INT FX	EXT FY/ INT FY	EXT FZ/ INT FZ	EXT MX/ INT MX	EXT MY/ INT MY	EXT MZ/ INT MZ
5	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-4.17
	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	4.17
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-0.74	-3.57	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	4.17
	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	-4.17
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.74	-6.43	0.00	0.00	0.00	0.00

***** END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE *****

VIGA EJEMPLO 2 -- PAGE NO. 3

26. PRINT SUPPORT REACTION ALL

VIGA EJEMPLO 2 -- PAGE NO. 4

SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE ---STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
9	1	0.74	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1	-0.74	6.43	0.00	0.00	0.00	0.00

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

27. PRINT JOINT DISPLACEMENTS ALL

VIGA EJEMPLO 2

-- PAGE NO. 5

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	X-TRANS	Y-TRANS	Z-TRANS	X-ROTAN	Y-ROTAN	Z-ROTAN
5	1	0.0973	-0.0395	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0002
7	1	0.0252	-0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0001
9	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0001
10	1	0.0968	-0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
11	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0003

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

28. PRINT MEMBER FORCES ALL

VIGA EJEMPLO 2

-- PAGE NO. 6

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = PLANE

ALL UNITS ARE -- MTON METE

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
6	1	9	3.57	-0.74	0.00	0.00	0.00	0.00
		7	-3.57	0.74	0.00	0.00	0.00	-2.22
10	1	7	3.53	0.93	0.00	0.00	0.00	2.22
		5	-3.53	-0.93	0.00	0.00	0.00	1.95
11	1	5	0.74	3.57	0.00	0.00	0.00	-1.95
		10	-0.74	6.43	0.00	0.00	0.00	-5.19
13	1	10	6.43	0.74	0.00	0.00	0.00	5.19
		11	-6.43	-0.74	0.00	0.00	0.00	0.00

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

29. FINISH

***** END OF STAAD-III *****

**** DATE= SEP 24,2001 TIME= 0:35:15 ****

 * FOR QUESTIONS REGARDING THIS VERSION OF PROGRAM *
 * RESEARCH ENGINEERS, Inc at *
 * West Coast: Ph- (714) 974-2500 Fax- (714) 921-2543 *
 * East Coast: Ph- (978) 688-3636 Fax- (978) 685-7230 *



Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Ref

By

Date 31-May-01

Cmd

Job Title

Client

File marco4n.std

Date/Time 31-May-2001 22:39

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

-19.6 kN/m

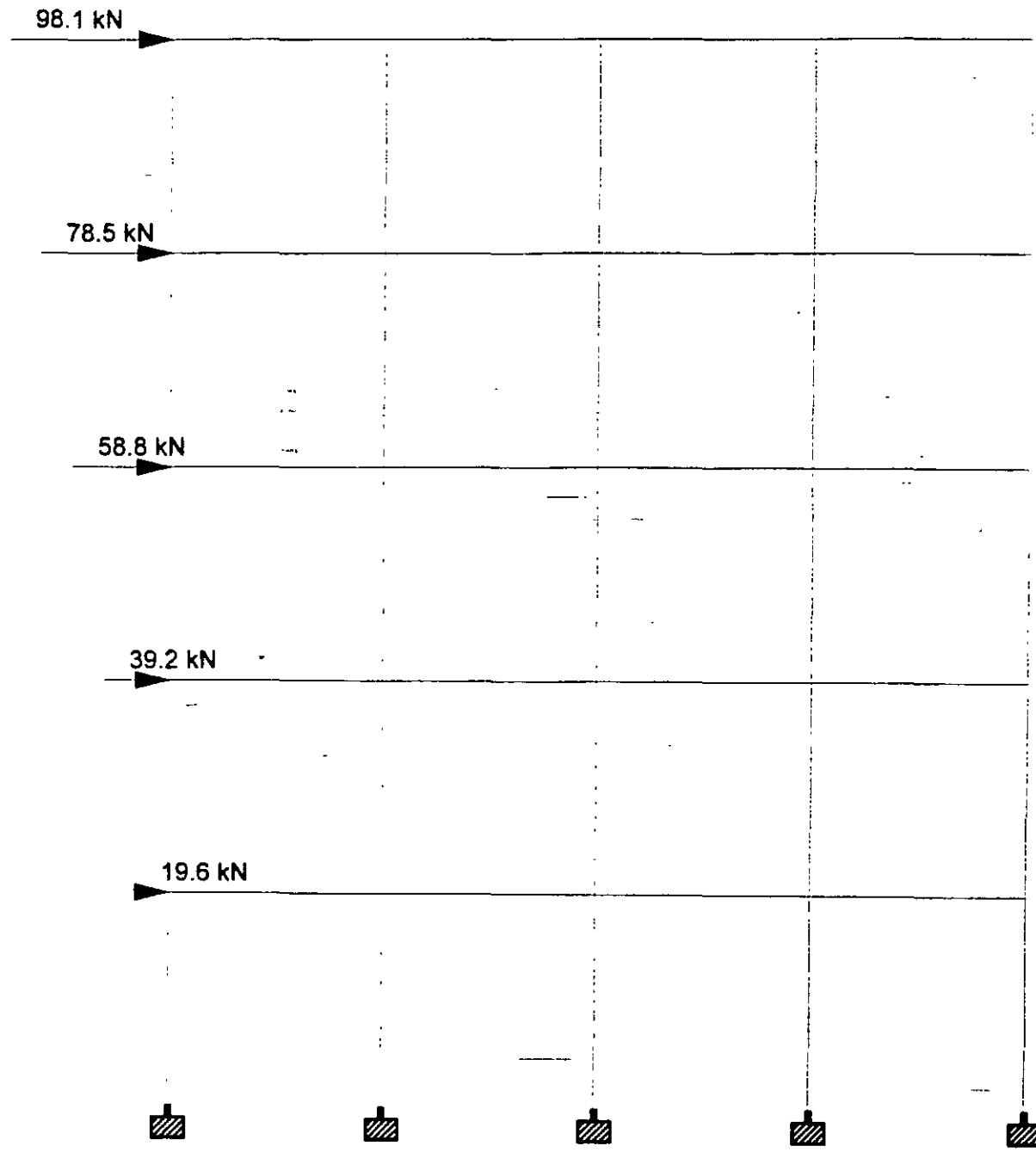
-19.6 kN/m





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 31-May-01	Chd
Client	File marco4n.std	Date/Time 31-May-2001 22:39





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

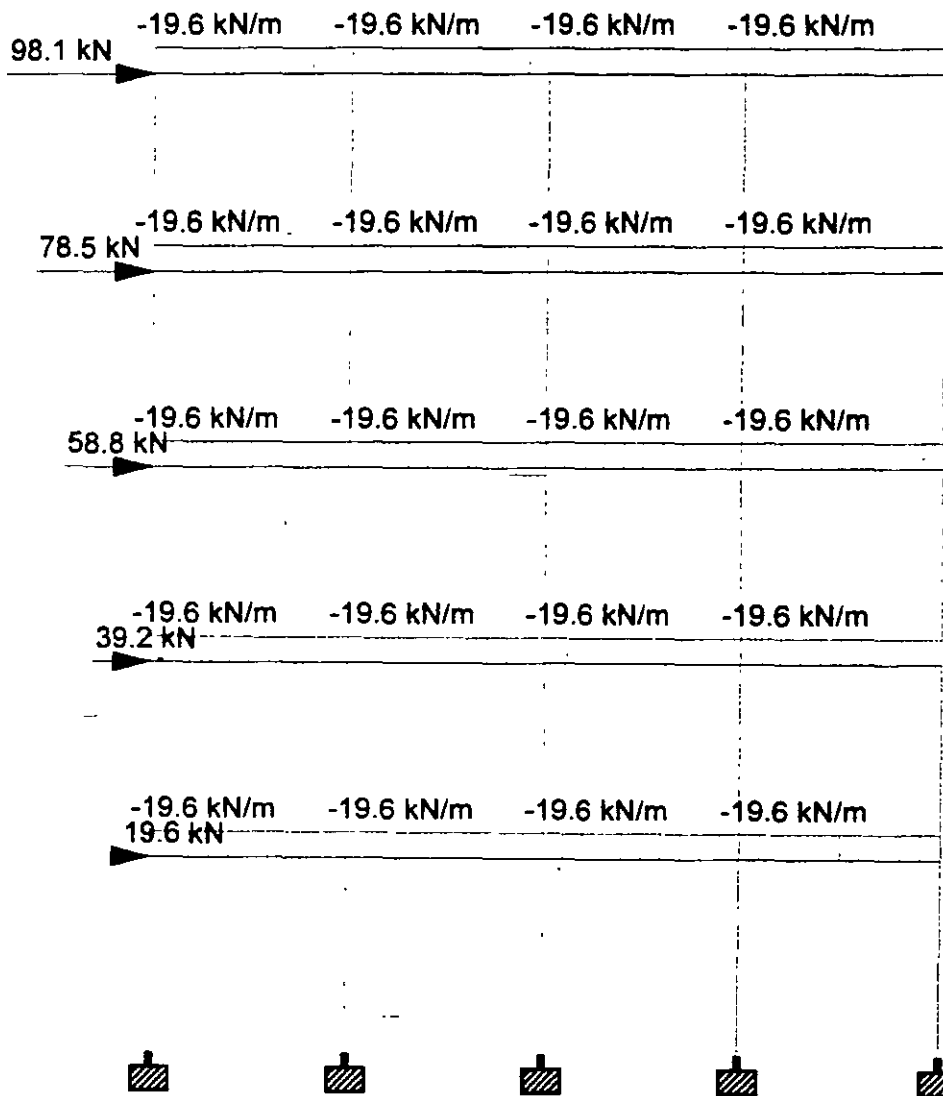
Date 31-May-01

Chd

Client

File marco4n.std-

Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

Rev

1

Part

Ref

By

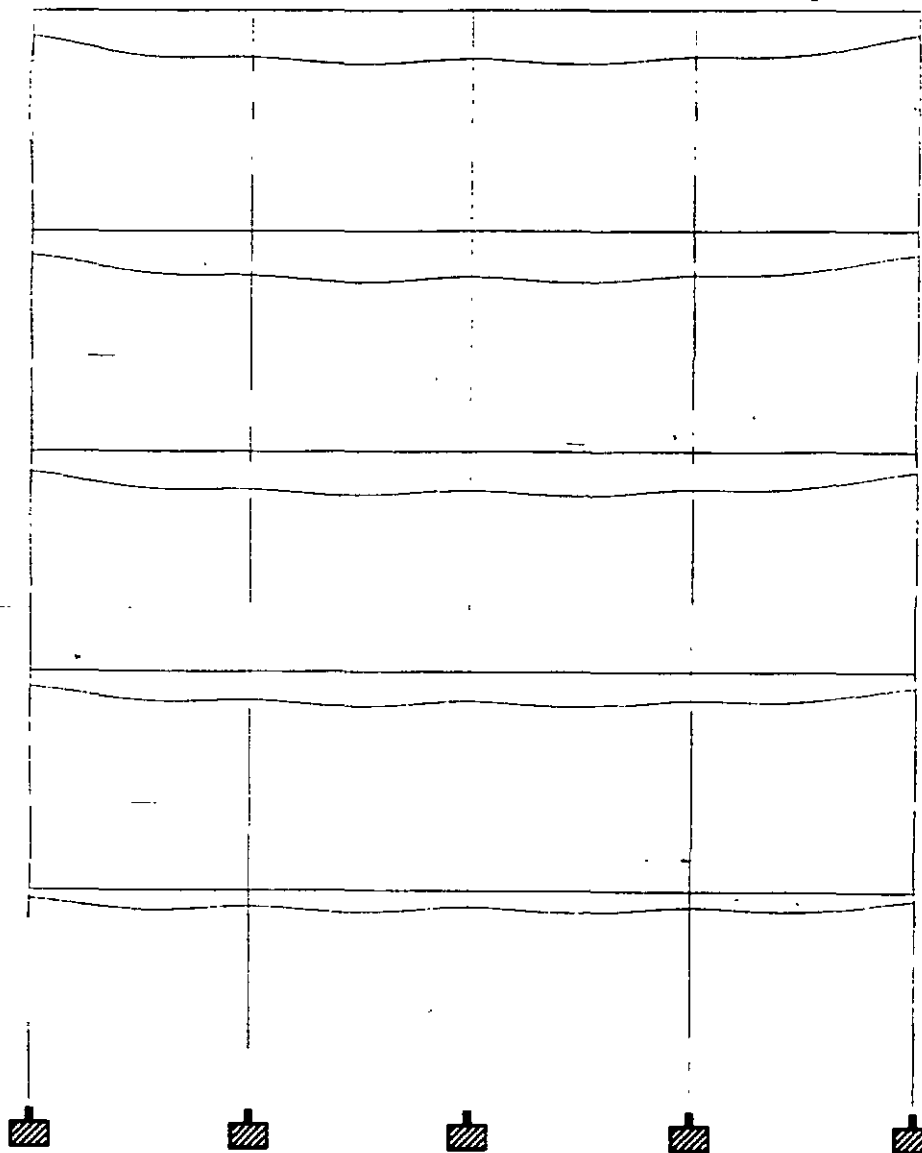
Date 31-May-01

Chd

Client

File marco4n.std

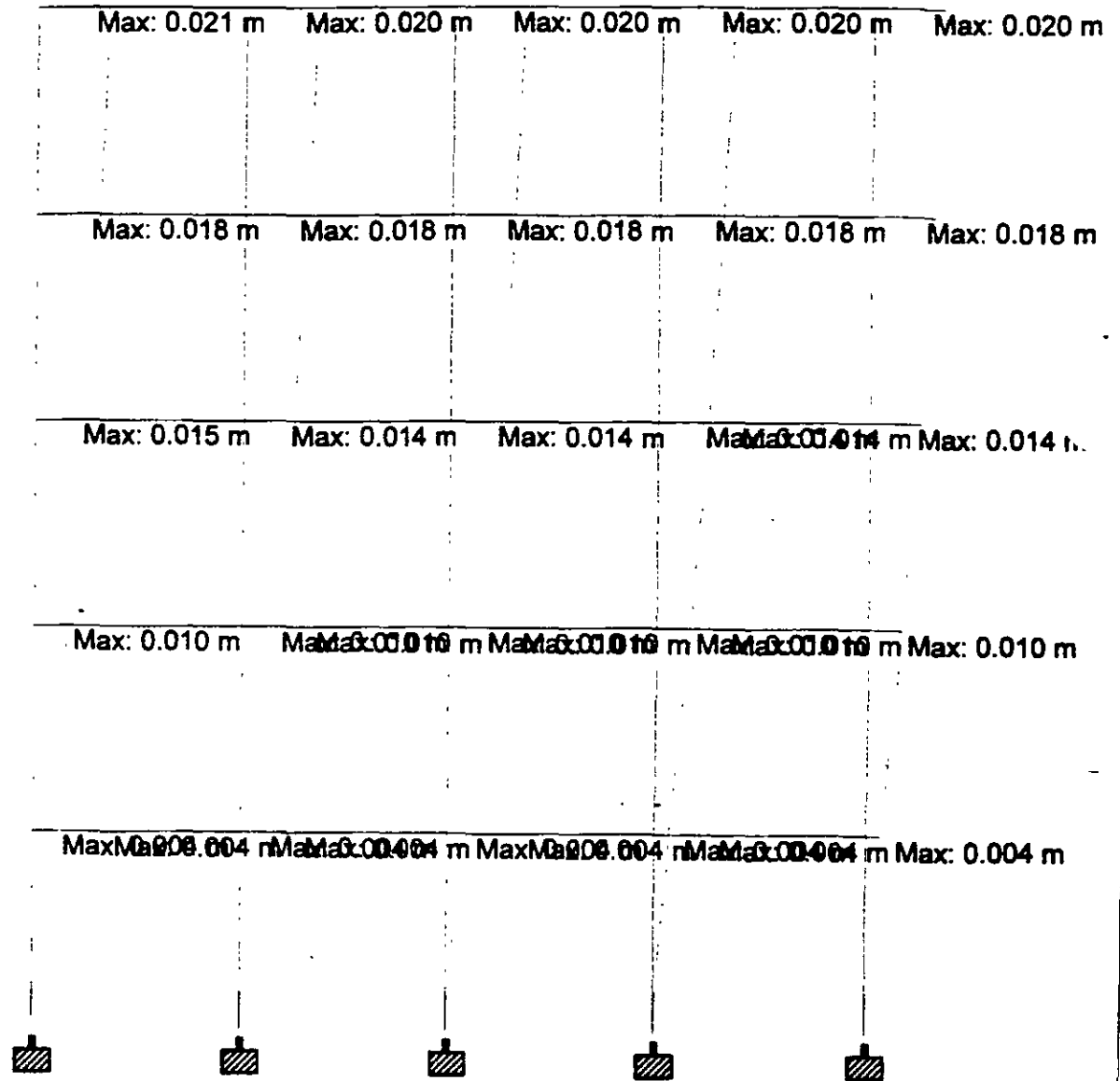
Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 31-May-01	Chd
Client	File marco4n.std	Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

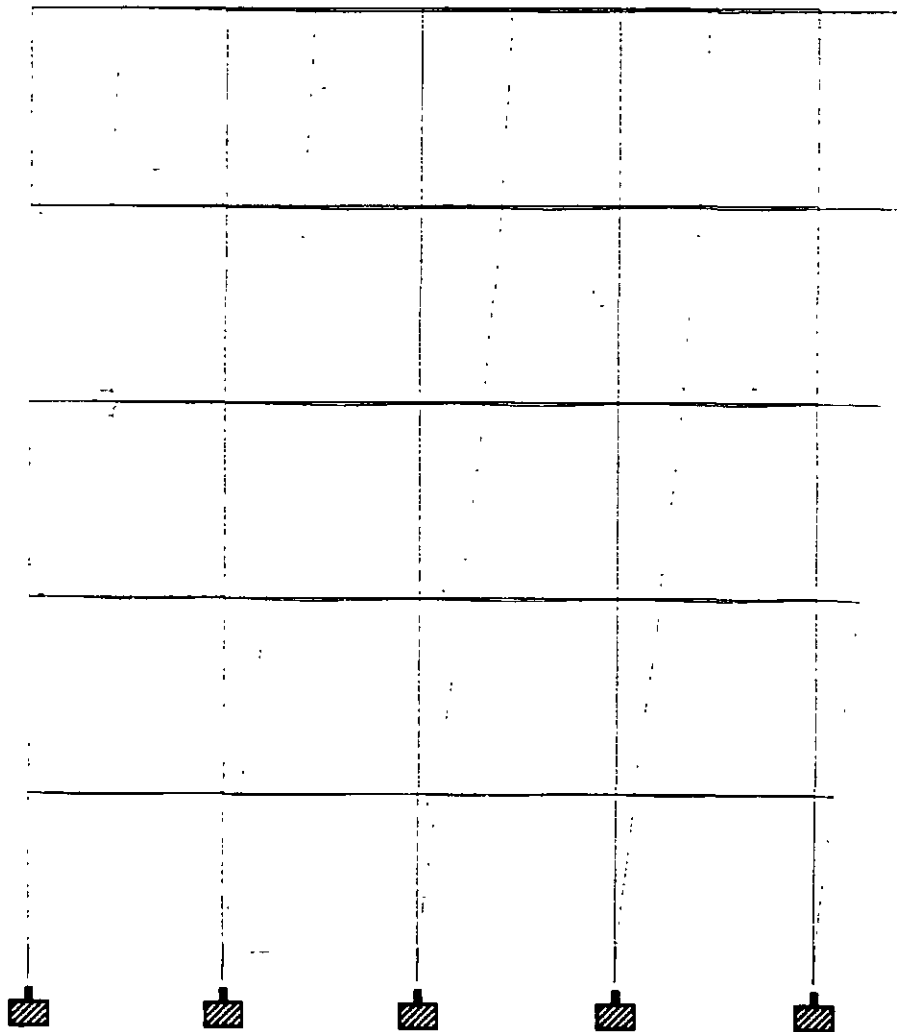
Date 31-May-01

Chd

Client

File marco4n.std

Date/Time 24-Sep-2001 01:41





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

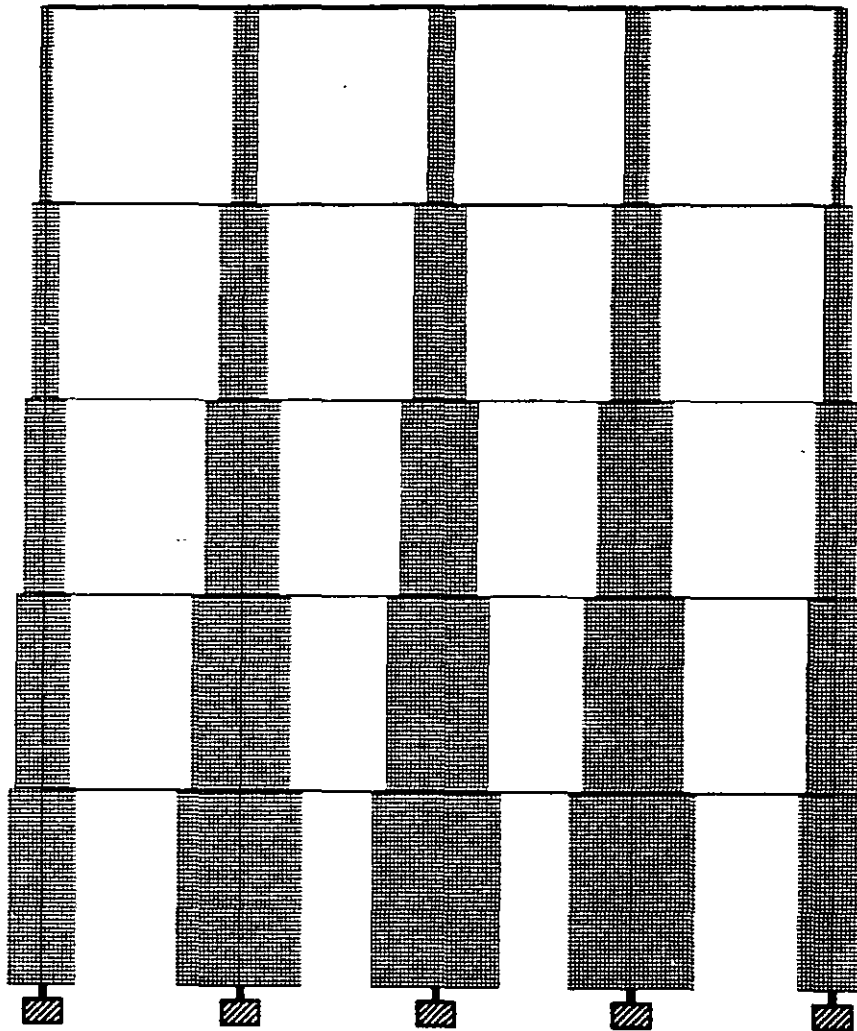
Date 31-May-01

Chd

Client

File marco4n.std

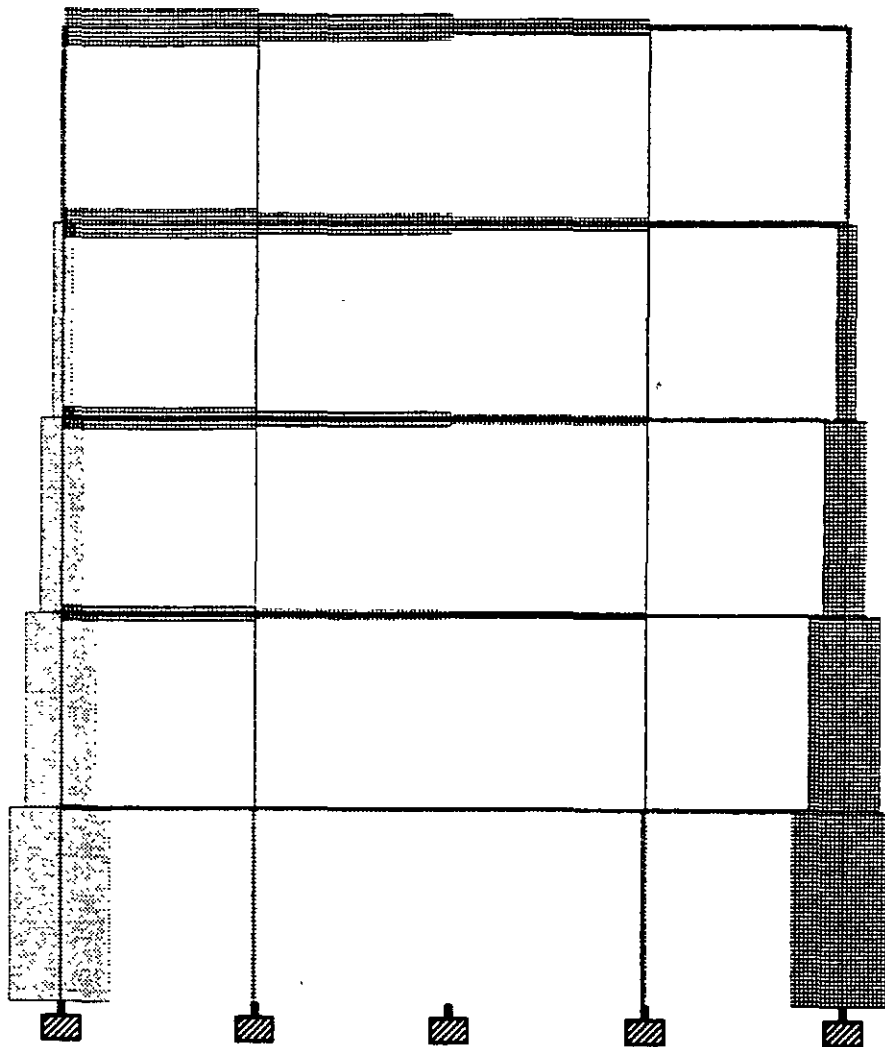
Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 31-May-01	Chd
Client	File marco4n.std	Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

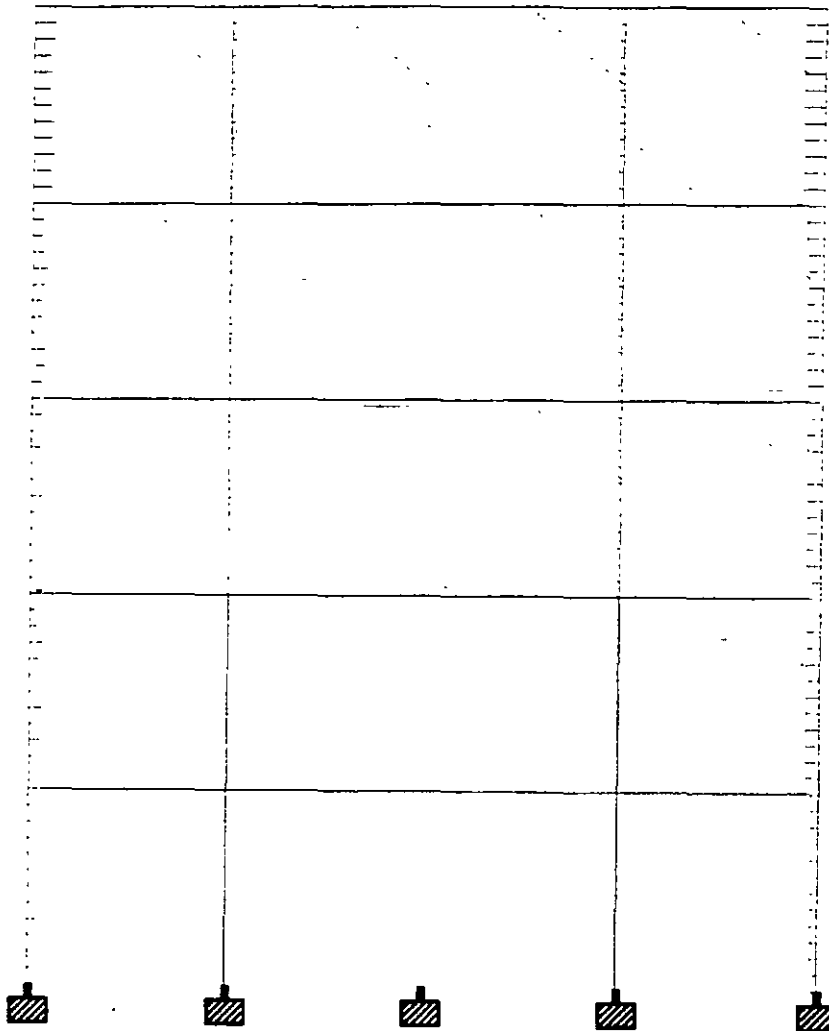
Date 31-May-01

Chd

Client

File marco4n.std

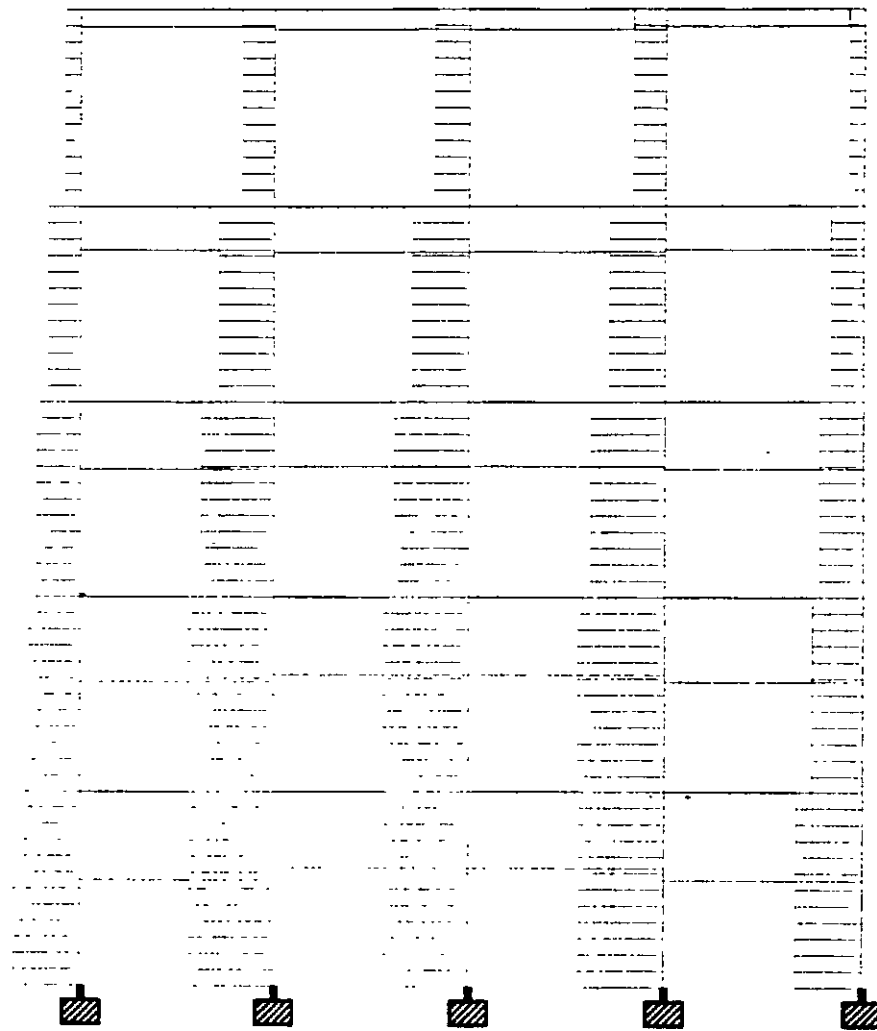
Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 31-May-01	Chd
Client	File marco4n.std	Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

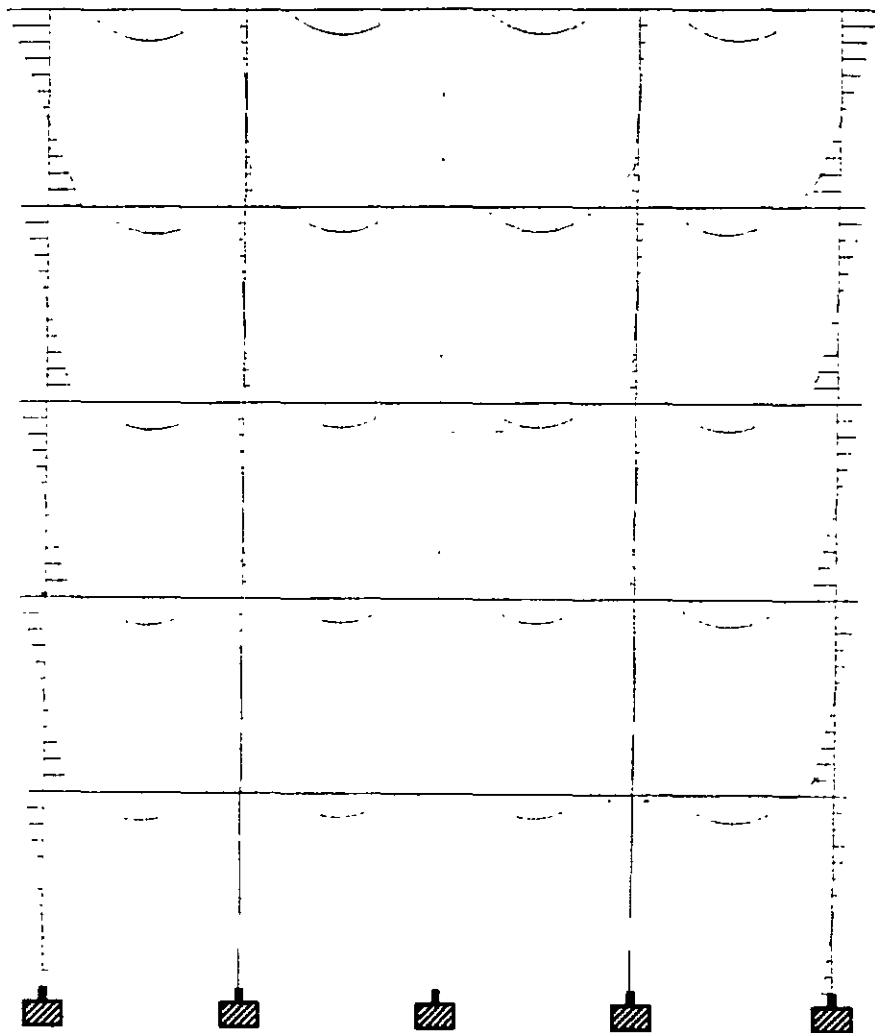
Date 31-May-01

Chd

Client

File marco4n.std

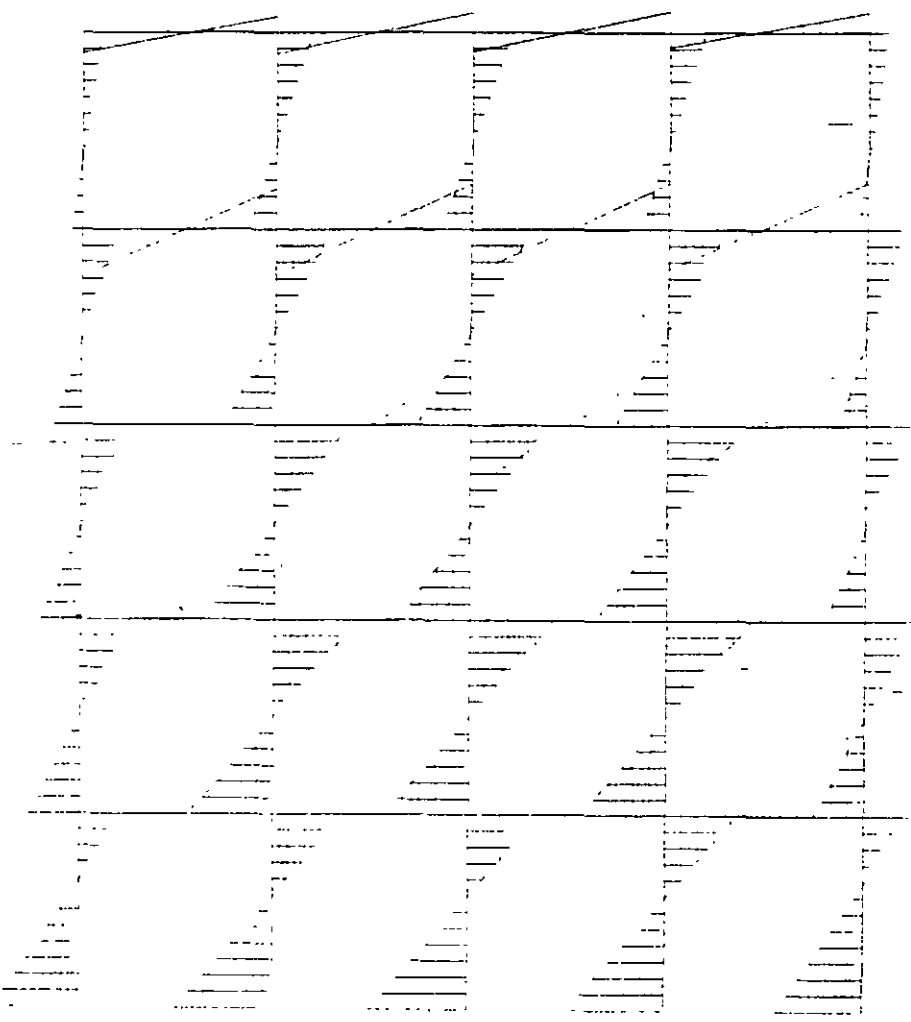
Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

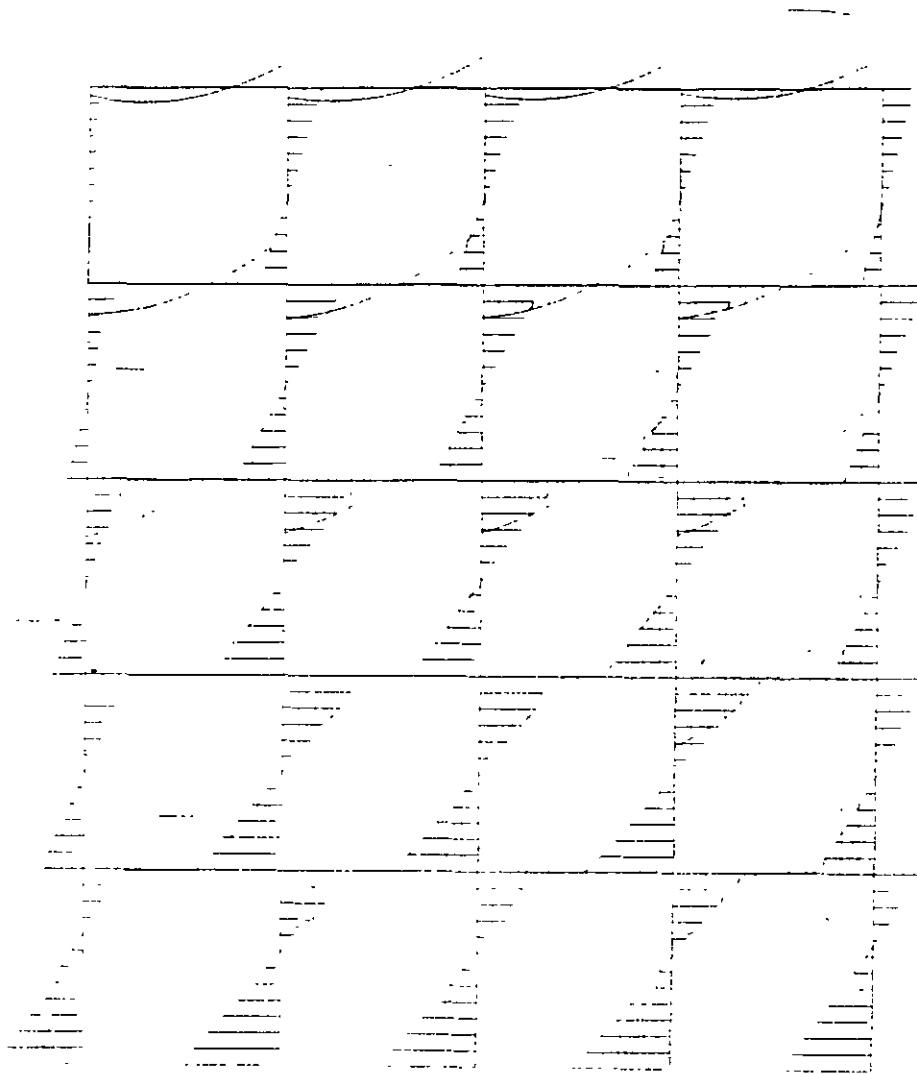
Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 31-May-01	Chd
Client	File marco4n.std	Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

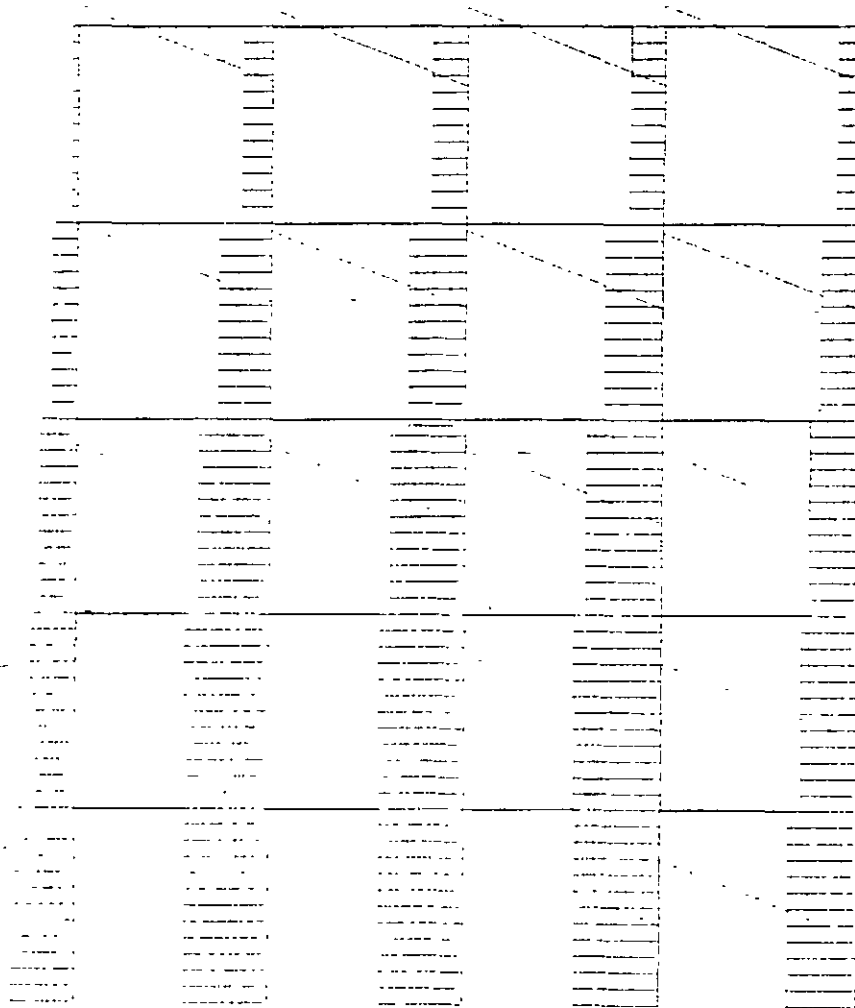
Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 31-May-01	Crd
Client	File marco4n.std	Date/Time 24-Sep-2001 00:55





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev 58
Part	---	
Ref	---	
By	Date 31-May-01	Chd
Client	File marco4n.std	Date/Time 24-Sep-2001 00:55



STAAD PLANE VIGA OCHO CLAROS

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 31-May-01

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 3 0; 2 3 3 0; 3 6 3 0; 4 9 3 0; 5 12 3 0; 6 0 6 0; 7 3 6 0; 8 6 6 0;
9 9.6 0; 10 12 6 0; 11 0 9 0; 12 3 9 0; 13 6 9 0; 14 9 9 0; 15 12 9 0;
16 0 12 0; 17 3 12 0; 18 6 12 0; 19 9 12 0; 20 12 12 0; 21 0 15 0; 22 3 15 0;
23 6 15 0; 24 9 15 0; 25 12 15 0; 26 0 0 0; 27 3 0 0; 28 6 0 0; 29 9 0 0;
30 12 0 0;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 6 7; 6 7 8; 7 8 9; 8 9 10; 9 11 12; 10 12 13;
11 13 14; 12 14 15; 13 16 17; 14 17 18; 15 18 19; 16 19 20; 17 21 22; 18 22 23;
19 23 24; 20 24 25; 21 26 1; 22 27 2; 23 28 3; 24 29 4; 25 30 5; 26 1 6;
27 2 7; 28 3 8; 29 4 9; 30 5 10; 31 6 11; 32 7 12; 33 8 13; 34 9 14; 35 10 15;
36 11 16; 37 12 17; 38 13 18; 39 14 19; 40 15 20; 41 16 21; 42 17 22; 43 18 23;
44 19 24; 45 20 25;

MEMBER PROPERTY AMERICAN

1 TO 45 PRIS YD 0.4 ZD 0.4

SUPPORTS

26 TO 30 FIXED

UNIT METER KN

CONSTANTS

E 2.5e+007 MEMB 1 TO 45

POISSON 0.17 MEMB 1 TO 45

DENSITY 24 MEMB 1 TO 45

ALPHA 1.2e-011 MEMB 1 TO 45

UNIT METER MTON

LOAD 1 PESO PROPIO

MEMBER LOAD

1 TO 20 UNI GY -2

LOAD 2 Fuerza lateral

JOINT LOAD

1 FX 2

6 FX 4

11 FX 6

16 FX 8

21 FX 10

LOAD COMB 3 Combinación (suma de ambas)

1 1.0 2 1.0

PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

PRINT SUPPORT REACTION ALL

FINISH

```
*****
*
*          STAAD/Pro STAAD-III
*          Revision 3.1
*          Proprietary Program of
*          RESEARCH ENGINEERS, Inc.
*          Date=   SEP 24, 2001
*          Time=   1:29:31
*
*          USER ID: Unknown User
*****
```

1. STAAD PLANE VIGA OCHO CLAROS
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 31-MAY-01
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 3 0; 2 3 3 0; 3 6 3 0; 4 9 3 0; 5 12 3 0; 6 0 6 0; 7 3 6 0; 8 6 6 0
9. 9 9 6 0; 10 12 6 0; 11 0 9 0; 12 3 9 0; 13 6 9 0; 14 9 9 0; 15 12 9 0
10. 16 0 12 0; 17 3 12 0; 18 6 12 0; 19 9 12 0; 20 12 12 0; 21 0 15 0; 22 3 15 0
11. 23 6 15 0; 24 9 15 0; 25 12 15 0; 26 0 0 0; 27 3 0 0; 28 6 0 0; 29 9 0 0
12. 30 12 0 0
13. MEMBER INCIDENCES
14. 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 6 7; 6 7 8; 7 8 9; 8 9 10; 9 11 12; 10 12 13
15. 11 13 14; 12 14 15; 13 16 17; 14 17 18; 15 18 19; 16 19 20; 17 21 22; 18 22 3
16. 19 23 24; 20 24 25; 21 26 1; 22 27 2; 23 28 3; 24 29 4; 25 30 5; 26 1 6
17. 27 2 7; 28 3 8; 29 4 9; 30 5 10; 31 6 11; 32 7 12; 33 8 13; 34 9 14; 35 10 15
18. 36 11 16; 37 12 17; 38 13 18; 39 14 19; 40 15 20; 41 16 21; 42 17 22; 43 18 3
19. 44 19 24; 45 20 25
20. MEMBER PROPERTY AMERICAN
21. 1 TO-45 PRIS YD 0.4 ZD 0.4
22. SUPPORTS
23. 26 TO 30 FIXED
24. UNIT METER KN
25. CONSTANTS
26. E 2.5E+007 MEMB 1 TO 45
27. POISSON 0.17 MEMB 1 TO 45
28. DENSITY 24 MEMB 1 TO 45
29. ALPHA 1.2E-011 MEMB 1 TO 45
30. UNIT METER MTON
31. LOAD 1 PESO PROPIO
32. MEMBER LOAD
33. 1 TO 20 UNI GY -2
34. LOAD 2 FUERZA LATERAL
35. JOINT LOAD
36. 1 FX 2
37. 6 FX 4
38. 11 FX 6
39. 16 FX 8
40. 21 FX 10
41. LOAD COMB 3 COMBINACIÓN (SUMA DE AMBAS)

VIGA OCHO CLAROS

42. 1 1.0 2 1.0

43. PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

PROBLEM STATISTICS

NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 30/ 45/ 5
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH = 25/ 5
TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 2, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 75
SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 1350 DOUBLE PREC. WORDS
REQRD/AVAIL. DISK SPACE = 12.07/ 2047.7 MB, EXMEM = 1779.0 MB

VIGA OCHO CLAROS

-- PAGE NO. 3

LOADING 1 PESO PROPIO

MEMBER LOAD - UNIT MTON METE

Table with 8 columns: MEMBER, UDL, L1, L2, CON, L, LIN1, LIN2. It lists member loads for 20 members, each with a UDL of -2.000 GY and moments of 0.00 and 3.00.

***TOTAL APPLIED LOAD (MTON METE) SUMMARY (LOADING 1)
SUMMATION FORCE-X = 0.00
SUMMATION FORCE-Y = -120.00
SUMMATION FORCE-Z = 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= -720.00

LOADING 2 FUERZA LATERAL

JOINT LOAD - UNIT MTON METE

JOINT FORCE-X FORCE-Y FORCE-Z MOM-X MOM-Y MOM-Z

1	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

VIGA OCHO CLAROS

-- PAGE NO. 4

***TOTAL APPLIED LOAD (MTON METE) SUMMARY (LOADING 2)
 SUMMATION FORCE-X = 30.00
 SUMMATION FORCE-Y = 0.00
 SUMMATION FORCE-Z = 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
 MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= -330.00

++ Processing Element Stiffness Matrix. 1:29:31
 ++ Processing Global Stiffness Matrix. 1:29:31
 ++ Processing Triangular Factorization. 1:29:31
 ++ Calculating Joint Displacements. 1:29:31
 ++ Calculating Member Forces. 1:29:31

***TOTAL REACTION (MTON METE) SUMMARY

LOADING 1

SUM-X= 0.00 SUM-Y= 120.00 SUM-Z= 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND ORIGIN-

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= 720.00

EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY-

JT	EXT FX/ INT FX	EXT FY/ INT FY	EXT FZ/ INT FZ	EXT MX/ INT MX	EXT MY/ INT MY	EXT MZ/ INT MZ
1	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
2	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
6	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
7	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50

11	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
12	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00

VIGA OCHO CLAROS

-- PAGE NO. 5

13	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
16	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
17	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
21	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
22	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	1.50
	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-0.27	-15.62	0.00	0.00	0.00	0.27
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-0.01	-29.30	0.00	0.00	0.00	0.02
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	-30.17	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.01	-29.30	0.00	0.00	0.00	-0.02
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.27	-15.62	0.00	0.00	0.00	-0.27

LOADING 2

SUM-X= -30.00 SUM-Y= 0.00 SUM-Z= 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND ORIGIN-

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= 330.00

EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY-

JT	EXT FX/ INT FX	EXT FY/ INT FY	EXT FZ/ INT FZ	EXT MX/ INT MX	EXT MY/ INT MY	EXT MZ/ INT MZ
----	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

1	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

VIGA OCHO CLAROS

-- PAGE NO. 6

3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.13	23.71	0.00	0.00	0.00	-10.02
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.64	-1.38	0.00	0.00	0.00	-11.49

28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.52	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.36
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.62	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.45
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.09	-23.58	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.95

VIGA OCHO CLAROS

-- PAGE NO. 7

LOAD COMBINATION NO. 3
 COMBINACIÓN (SUMA DE AMBAS)

LOADING- 1. 2.
 FACTOR - 1.00 1.00

***** END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE *****

44. PRINT SUPPORT REACTION ALL

VIGA OCHO CLAROS

-- PAGE NO. 8

SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
26	1	0.27	15.62	0.00	0.00	0.00	-0.27
	2	-5.13	-23.71	0.00	0.00	0.00	10.02
	3	-4.86	-8.09	0.00	0.00	0.00	9.75
27	1	0.01	29.30	0.00	0.00	0.00	-0.02
	2	-6.64	1.38	0.00	0.00	0.00	11.49
	3	-6.63	30.67	0.00	0.00	0.00	11.48
28	1	0.00	30.17	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	-6.52	0.04	0.00	0.00	0.00	11.36
	3	-6.52	30.21	0.00	0.00	0.00	11.36
29	1	-0.01	29.30	0.00	0.00	0.00	0.02
	2	-6.62	-1.29	0.00	0.00	0.00	11.45
	3	-6.63	28.01	0.00	0.00	0.00	11.47
30	1	-0.27	15.62	0.00	0.00	0.00	0.27
	2	-5.09	23.58	0.00	0.00	0.00	9.95
	3	-5.36	39.19	0.00	0.00	0.00	10.22

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

45. FINISH

***** END OF STAAD-III *****
 **** DATE= SEP 24,2001 TIME= 1:29:31 ****

 * FOR QUESTIONS REGARDING THIS VERSION OF PROGRAM *
 * RESEARCH ENGINEERS, Inc at *
 * West Coast: Ph- (714) 974-2500 Fax- (714) 921-2543 *
 * East Coast: Ph- (978) 688-3636 Fax- (978) 685-7230 *



Software licensed to Unknown User

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

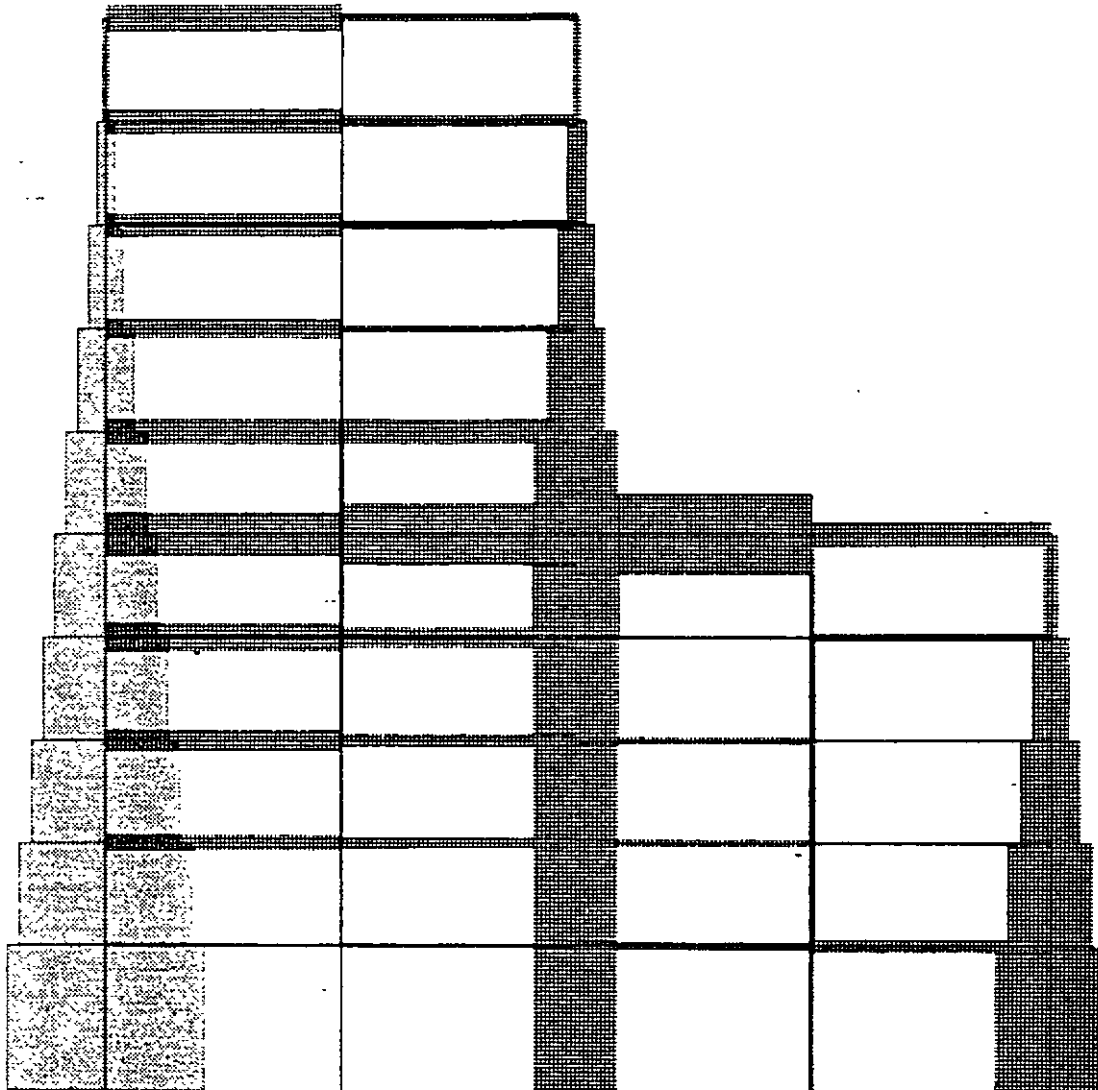
Date 24-Sep-01

Chd

Client

File mar3-2d-10n.std

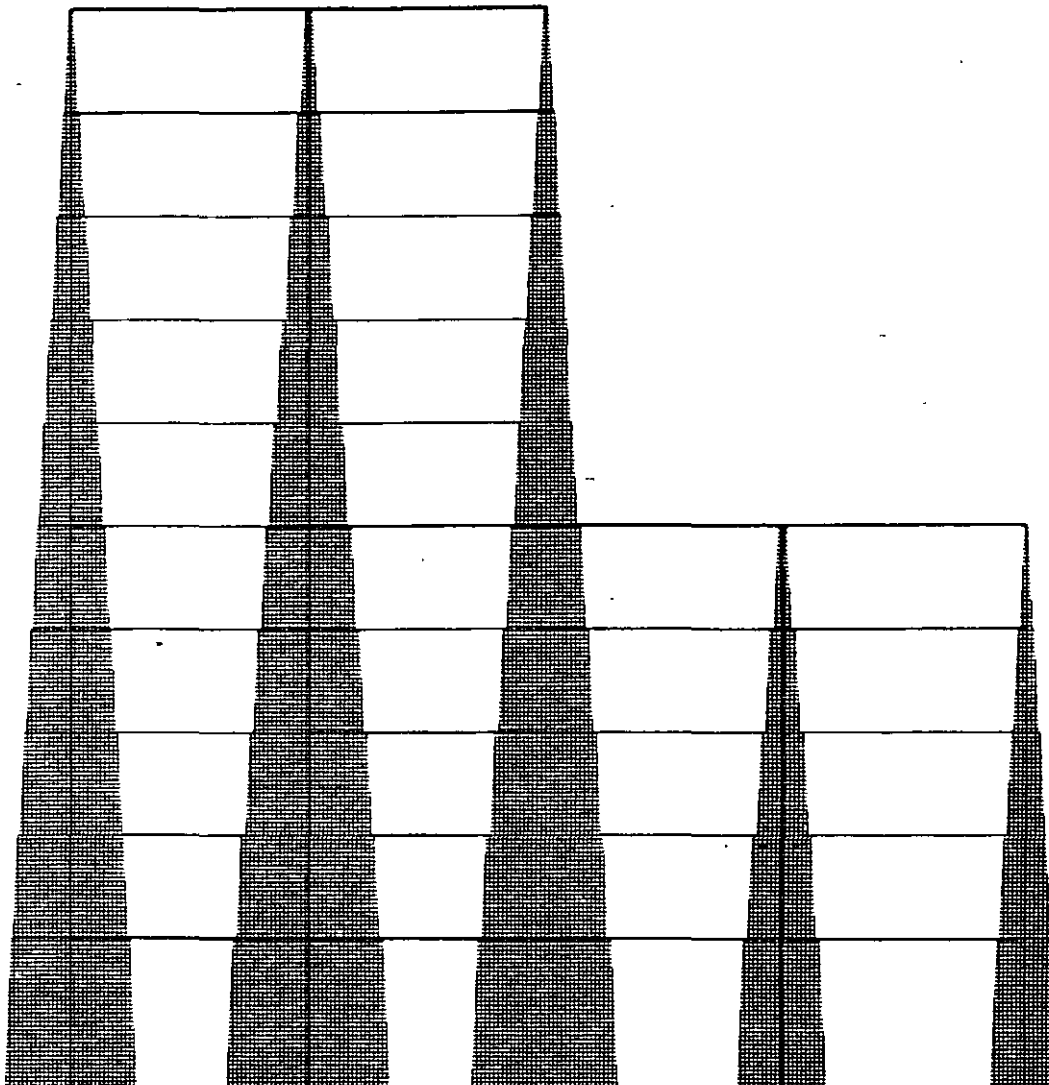
Date/Time 24-Sep-2001 16:07





Software licensed to Unknown User

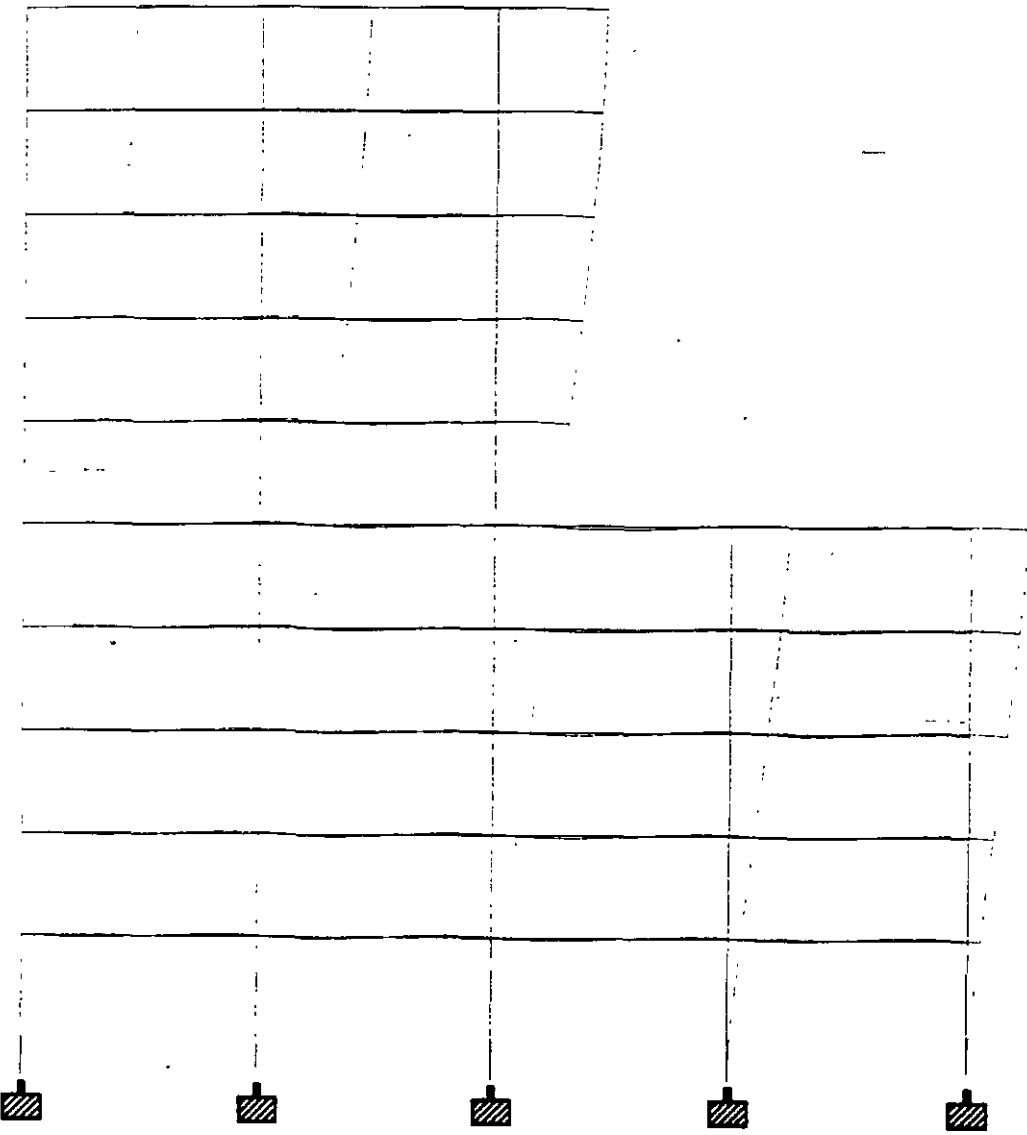
Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chg
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07





Software licensed to Unknown User

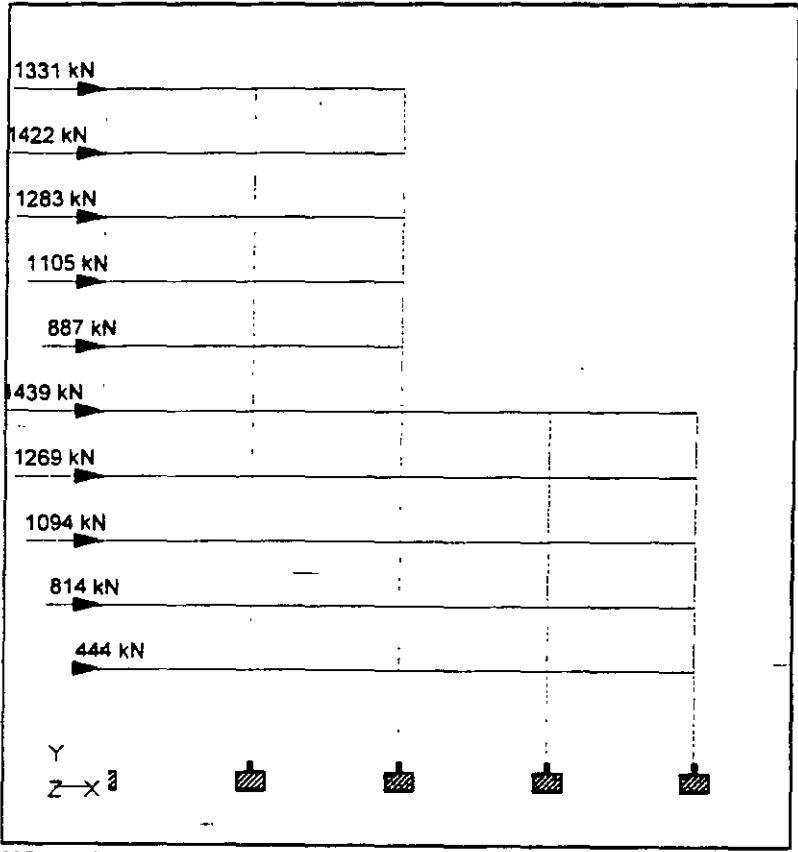
Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 6	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07



Whole Structure Loads 262.764kN:1m 2 FUERZAS LATERALES PARA RIGIDECES



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No	Rev
	5	
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 18:07

Section Properties

Prop	Section	Area (m ²)	I _{yy} (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	J (m ⁴)	Material
1	Rect 0.95X0.95	0.902	0.068	0.068	0.115	-
2	Rect 0.95X0.35	0.332	0.003	0.025	0.010	-

Materials

Mat	Name	E (kN/mm ²)	G (kN/mm ²)	v	Density (kg/m ³)	α (1/K)
1	Steel	205.000	82.000	0.250	77.000	12E -12
2	Concrete	25.000	10.684	0.170	24.000	12E -12
3	Aluminum	70.000	26.316	0.330	26.600	23E -12

Supports

Node	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	rX (kN/rad)	rY (kN/rad)	rZ (kN/rad)
1	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
2	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
3	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
4	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
5	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed

Releases

There is no data of this type.

Basic Load Cases

Number	Name
1	PESO PROPIO
2	FUERZAS LATERALES PARA RIGIDECE:

Combination Load Cases

There is no data of this type.



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 4	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07	

Job Title

Client

Beams Cont...

Beam	Node A	Node B	Length (m)	Property	β degrees
36	24	25	8.000	2	0
37	21	26	3.500	1	0
38	22	27	3.500	1	0
39	23	28	3.500	1	0
40	24	29	3.500	1	0
41	25	30	3.500	1	0
42	26	27	8.000	2	0
43	27	28	8.000	2	0
44	28	29	8.000	2	0
45	29	30	8.000	2	0
46	26	31	3.500	1	0
47	27	32	3.500	1	0
48	28	33	3.500	1	0
51	31	32	8.000	2	0
52	32	33	8.000	2	0
55	31	36	3.500	1	0
56	32	37	3.500	1	0
57	33	38	3.500	1	0
60	36	37	8.000	2	0
61	37	38	8.000	2	0
64	36	41	3.500	1	0
65	37	42	3.500	1	0
66	38	43	3.500	1	0
69	41	42	8.000	2	0
70	42	43	8.000	2	0
73	41	46	3.500	1	0
74	42	47	3.500	1	0
75	43	48	3.500	1	0
78	46	47	8.000	2	0
79	47	48	8.000	2	0
82	46	51	3.500	1	0
83	47	52	3.500	1	0
84	48	53	3.500	1	0
87	51	52	8.000	2	0
88	52	53	8.000	2	0



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 3	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07

Beams

Beam	Node A	Node B	Length (m)	Property	β degrees
1	1	6	5.000	1	0
2	2	7	5.000	1	0
3	3	8	5.000	1	0
4	4	9	5.000	1	0
5	5	10	5.000	1	0
6	6	7	8.000	2	0
7	7	8	8.000	2	0
8	8	9	8.000	2	0
9	9	10	8.000	2	0
10	6	11	3.500	1	0
11	7	12	3.500	1	0
12	8	13	3.500	1	0
13	9	14	3.500	1	0
14	10	15	3.500	1	0
15	11	12	8.000	2	0
16	12	13	8.000	2	0
17	13	14	8.000	2	0
18	14	15	8.000	2	0
19	11	16	3.500	1	0
20	12	17	3.500	1	0
21	13	18	3.500	1	0
22	14	19	3.500	1	0
23	15	20	3.500	1	0
24	16	17	8.000	2	0
25	17	18	8.000	2	0
26	18	19	8.000	2	0
27	19	20	8.000	2	0
28	16	21	3.500	1	0
29	17	22	3.500	1	0
30	18	23	3.500	1	0
31	19	24	3.500	1	0
32	20	25	3.500	1	0
33	21	22	8.000	2	0
34	22	23	8.000	2	0
35	23	24	8.000	2	0



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07	

Nodes Cont...

Node	X (m)	Y (m)	Z (m)
13	16.000	8.500	0.000
14	24.000	8.500	0.000
15	32.000	8.500	0.000
16	0.000	12.000	0.000
17	8.000	12.000	0.000
18	16.000	12.000	0.000
19	24.000	12.000	0.000
20	32.000	12.000	0.000
21	0.000	15.500	0.000
22	8.000	15.500	0.000
23	16.000	15.500	0.000
24	24.000	15.500	0.000
25	32.000	15.500	0.000
26	0.000	19.000	0.000
27	8.000	19.000	0.000
28	16.000	19.000	0.000
29	24.000	19.000	0.000
30	32.000	19.000	0.000
31	0.000	22.500	0.000
32	8.000	22.500	0.000
33	16.000	22.500	0.000
36	0.000	26.000	0.000
37	8.000	26.000	0.000
38	16.000	26.000	0.000
41	0.000	29.500	0.000
42	8.000	29.500	0.000
43	16.000	29.500	0.000
46	0.000	33.000	0.000
47	8.000	33.000	0.000
48	16.000	33.000	0.000
51	0.000	36.500	0.000
52	8.000	36.500	0.000
53	16.000	36.500	0.000



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:			
Date:	24-Sep-01		

Structure Type SPACE FRAME

Number of Nodes	45	Highest Node	53
Number of Elements	70	Highest Beam	88

Number of Basic Load Cases	2
Number of Combination Load Cases	0

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	PESO PROPIO
Primary	2	FUERZAS LATERALES PARA RIGIDECE:

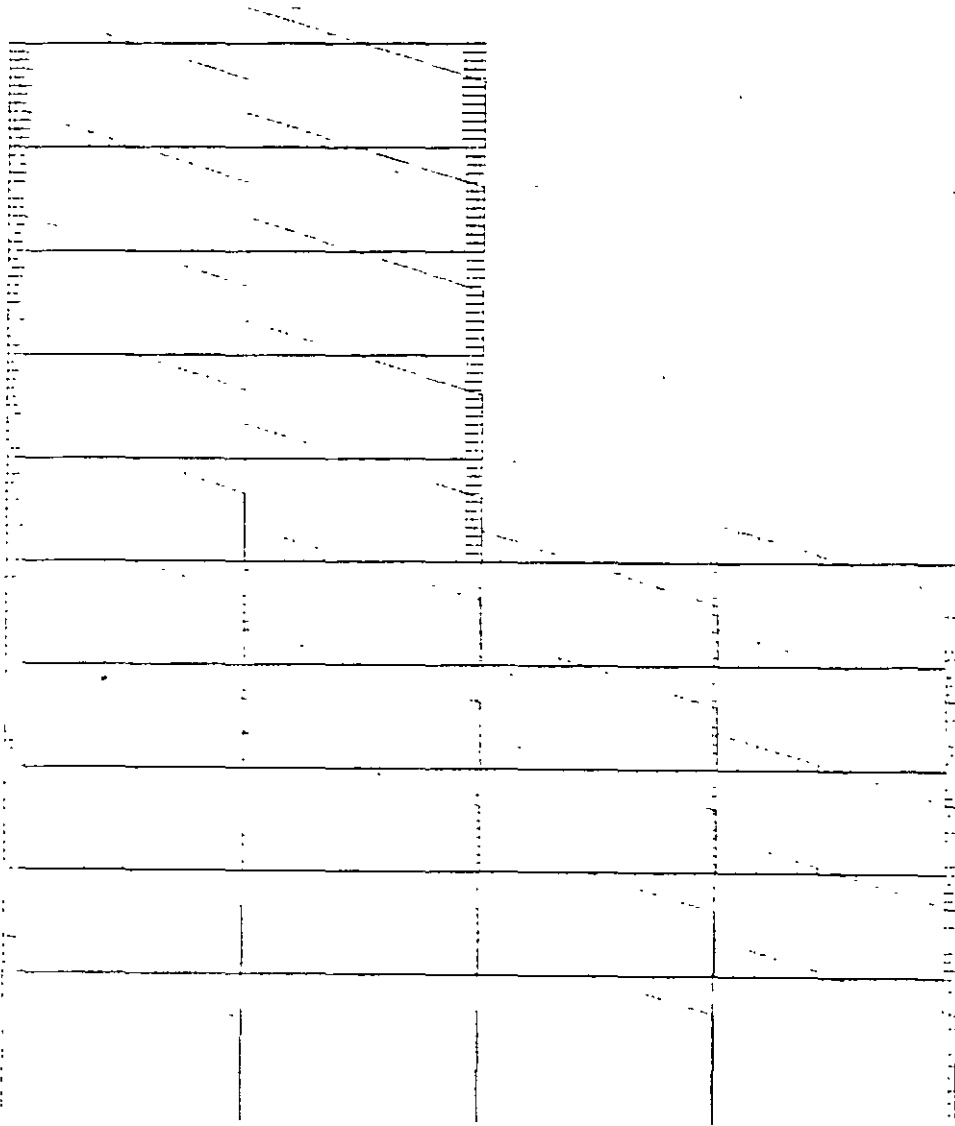
Nodes

Node	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	0.000	0.000	0.000
2	8.000	0.000	0.000
3	16.000	0.000	0.000
4	24.000	0.000	0.000
5	32.000	0.000	0.000
6	0.000	5.000	0.000
7	8.000	5.000	0.000
8	16.000	5.000	0.000
9	24.000	5.000	0.000
10	32.000	5.000	0.000
11	0.000	8.500	0.000
12	8.000	8.500	0.000



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 18:07



JOINT	LOAD	X-TRANS	Y-TRANS	Z-TRANS	X-ROTAN	Y-ROTAN	Z-ROTAN
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	1	-0.0024	-0.0269	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	4.3083	0.2117	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0113
7	1	-0.0017	-0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	4.3180	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0100
8	1	-0.0010	-0.0303	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	4.3054	-0.0897	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0099
9	1	-0.0004	-0.0174	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	4.2746	-0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0098
10	1	0.0002	-0.0128	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	4.2179	-0.1178	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0111
11	1	-0.0035	-0.0436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	8.7115	0.3415	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0116
12	1	-0.0033	-0.0545	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	8.6402	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0106
13	1	-0.0030	-0.0488	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	8.5935	-0.1528	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0105
14	1	-0.0028	-0.0268	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	8.5620	-0.0087	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0105
15	1	-0.0027	-0.0197	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	8.5491	-0.1820	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0115
16	1	-0.0064	-0.0583	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	13.0045	0.4525	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0109
17	1	-0.0063	-0.0729	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	12.9115	0.0039	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0100
18	1	-0.0060	-0.0650	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	12.8564	-0.2164	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0100
19	1	-0.0059	-0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	12.8268	-0.0127	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0100
20	1	-0.0058	-0.0246	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	12.8226	-0.2273	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0109
21	1	-0.0103	-0.0711	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	17.0099	0.5460	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0104
22	1	-0.0102	-0.0890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	16.8814	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0094
23	1	-0.0102	-0.0787	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	16.7878	-0.2809	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0090
24	1	-0.0099	-0.0381	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	16.7773	-0.0167	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0091

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)

-- PAGE NO. 9

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	X-TRANS	Y-TRANS	Z-TRANS	X-ROTAN	Y-ROTAN	Z-ROTAN
25	1	-0.0097	-0.0277	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	16.7474	-0.2545	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0095
26	1	-0.0131	-0.0820	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	20.9477	0.6232	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0107
27	1	-0.0134	-0.1026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	20.7485	0.0091	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0099
28	1	-0.0140	-0.0900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	20.4624	-0.3464	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0097
29	1	-0.0160	-0.0400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	20.0870	-0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0060
30	1	-0.0175	-0.0289	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

16	111.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-111.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	129.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-129.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)

-- PAGE NO. 7

25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	146.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-146.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	90.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-90.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	112.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-112.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	130.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-130.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	145.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-145.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	135.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-135.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE *****

56. PRINT JOINT DISPLACEMENTS ALL

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)

-- PAGE NO. 8

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = PLANE

	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
36	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
37	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
41	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
42	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
46	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
47	0.00	-13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
51	0.00	-6.98	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	6.98	0.00	0.00	0.00	4.26
52	0.00	-10.17	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	10.17	0.00	0.00	0.00	0.00
53	0.00	-6.98	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	6.98	0.00	0.00	0.00	-4.26

LOADING 2

SUM-X= -1130.65 SUM-Y= 0.00 SUM-Z= 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND ORIGIN-

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= 25627.40

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)

-- PAGE NO. 6

EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY-

JT	EXT FX/ INT FX	EXT FY/ INT FY	EXT FZ/ INT FZ	EXT MX/ INT MX	EXT MY/ INT MY	EXT MZ/ INT MZ
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	199.75	845.84	0.00	0.00	0.00	-838.75
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	245.65	2.33	0.00	0.00	0.00	-913.66
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	245.67	-358.40	0.00	0.00	0.00	-912.17
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	244.05	-19.08	0.00	0.00	0.00	-905.87
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	195.54	-470.69	0.00	0.00	0.00	-821.13
6	45.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-45.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	83.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	-83.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

JT	EXT FX/ INT FX	EXT FY/ INT FY	EXT FZ/ INT FZ	EXT MX/ INT MX	EXT MY/ INT MY	EXT MZ/ INT MZ
1	0.00	-5.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	-0.64	-107.49	0.00	0.00	0.00	1.32
2	0.00	-5.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	-0.10	-134.53	0.00	0.00	0.00	0.36
3	0.00	-5.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.05	-121.18	0.00	0.00	0.00	0.04
4	0.00	-5.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.11	-69.44	0.00	0.00	0.00	-0.12
5	0.00	-5.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.59	-51.29	0.00	0.00	0.00	-0.97
6	0.00	-12.40	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	12.40	0.00	0.00	0.00	4.26
7	0.00	-15.59	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	15.59	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-15.59	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	15.59	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	-15.59	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	15.59	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-12.40	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	12.40	0.00	0.00	0.00	-4.26
11	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
12	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
16	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
17	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
21	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
22	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)

-- PAGE NO. 5

23	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
26	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
27	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	-10.17	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	10.17	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	-6.98	0.00	0.00	0.00	4.26
	0.00	6.98	0.00	0.00	0.00	-4.26
31	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	-4.26
	0.00	10.77	0.00	0.00	0.00	4.26
32	0.00	-13.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	-10.77	0.00	0.00	0.00	4.26

PROBLEM STATISTICS

NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 45/ 70/ 5
 ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH = 5/ 5
 TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 2, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 120
 SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 2160 DOUBLE PREC. WORDS
 REQRD/AVAIL. DISK SPACE = 12.11/2047.7 MB, EXMEM = 1817.8 MB

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM) -- PAGE NO. 3

LOADING 1 PESO PROPIO

SELFWEIGHT Y -1.000

ACTUAL WEIGHT OF THE STRUCTURE = 511.005 MTON

***TOTAL APPLIED LOAD (MTON METE) SUMMARY (LOADING 1)
 SUMMATION FORCE-X = 0.00
 SUMMATION FORCE-Y = -511.00
 SUMMATION FORCE-Z = 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
 MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= -6755.64

LOADING 2 FUERZAS LATERALES PARA RIGIDECES

JOINT LOAD - UNIT MTON METE

JOINT	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM-Z
51	135.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	145.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	130.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	112.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	90.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	146.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	129.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	111.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	83.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	45.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***TOTAL APPLIED LOAD (MTON METE) SUMMARY (LOADING 2)
 SUMMATION FORCE-X = 1130.65
 SUMMATION FORCE-Y = 0.00
 SUMMATION FORCE-Z = 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
 MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= -25627.40

++ Processing Element Stiffness Matrix. 16: 7:45
 ++ Processing Global Stiffness Matrix. 16: 7:45
 ++ Processing Triangular Factorization. 16: 7:45
 ++ Calculating Joint Displacements. 16: 7:45
 ++ Calculating Member Forces. 16: 7:45

***TOTAL REACTION (MTON METE) SUMMARY

LOADING 1

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM) -- PAGE NO. 4

SUM-X= 0.00 SUM-Y= 511.00 SUM-Z= 0.00

SUMMATION OF MOMENTS AROUND ORIGIN-

MX= 0.00 MY= 0.00 MZ= 6755.64

EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY-

```

*****
*
*          STAAD/Pro STAAD-III
*          Revision 3.1
*          Proprietary Program of
*          RESEARCH ENGINEERS, Inc.
*          Date=   SEP 24, 2001
*          Time=  16: 7:45
*
*          USER ID: Unknown User
*****

```

1. STAAD PLANE MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 24-SEP-01
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 72
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 0; 2 8 0 0; 3 16 0 0; 4 24 0 0; 5 32 0 0; 6 0 5 0; 7 8 5 0
9. 8 16 5 0; 9 24 5 0; 10 32 5 0; 11 0 8.5 0; 12 8 8.5 0; 13 16 8.5 0
10. 14 24 8.5 0; 15 32 8.5 0; 16 0 12 0; 17 8 12 0; 18 16 12 0; 19 24 12 0
11. 20 32 12 0; 21 0 15.5 0; 22 8 15.5 0; 23 16 15.5 0; 24 24 15.5 0
12. 25 32 15.5 0; 26 0 19 0; 27 8 19 0; 28 16 19 0; 29 24 19 0; 30 32 19 0
13. 31 0 22.5 0; 32 8 22.5 0; 33 16 22.5 0; 36 0 26 0; 37 8 26 0
14. 38 16 26 0; 41 0 29.5 0; 42 8 29.5 0; 43 16 29.5 0; 46 0 33 0
15. 47 8 33 0; 48 16 33 0; 51 0 36.5 0; 52 8 36.5 0; 53 16 36.5 0
16. MEMBER INCIDENCES
17. 1 1 6; 2 2 7; 3 3 8; 4 4 9; 5 5 10; 6 6 7; 7 7 8; 8 8 9; 9 9 10
18. 10 6 11; 11 7 12; 12 8 13; 13 9 14; 14 10 15; 15 11 12; 16 12 13
19. 17 13 14; 18 14 15; 19 11 16; 20 12 17; 21 13 18; 22 14 19; 23 15 20
20. 24 16 17; 25 17 18; 26 18 19; 27 19 20; 28 16 21; 29 17 22; 30 18 23
21. 31 19 24; 32 20 25; 33 21 22; 34 22 23; 35 23 24; 36 24 25; 37 21 26
22. 38 22 27; 39 23 28; 40 24 29; 41 25 30; 42 26 27; 43 27 28; 44 28 29
23. 45 29 30; 46 26 31; 47 27 32; 48 28 33; 51 31 32; 52 32 33; 55 31 36
24. 56 32 37; 57 33 38; 60 36 37; 61 37 38; 64 36 41; 65 37 42; 66 38 43
25. 69 41 42; 70 42 43; 73 41 46; 74 42 47; 75 43 48; 78 46 47; 79 47 48
26. 82 46 51; 83 47 52; 84 48 53; 87 51 52; 88 52 53
27. START GROUP DEFINITION
28. _COLU 84 83 82 75 74 73 66 65 64 57 56 55 48 47 46 41 40 39 38 37 32 -
29. 31 30 29 28 23 22 21 20 19 14 13 12 11 10 5 4 3 2 1
30. _VIGS 88 87 79 78 70 69 61 60 52 51 45 44 43 42 36 35 34 33 27 26 25 -
31. 24 18 17 16 15 9 8 7 6
32. END
33. MEMBER PROPERTY AMERICAN
34. _COLU PRIS YD 0.95 ZD 0.95
35. _VIGS PRIS YD 0.95 ZD 0.35
36. CONSTANTS
37. E 2.2136E+006 ALL
38. DENSITY 2.4 ALL
39. SUPPORTS
40. 1 TO 5 FIXED
41. LOAD 1 PESO PROPIO

MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIN, FMM)

-- PAGE NO. 2

42. SELFWEIGHT Y -1
43. LOAD 2 FUERZAS LATERALES PARA RIGIDECEZ
44. JOINT LOAD
45. 51 FX 135.7
46. 46 FX 145
47. 41 FX 130.85
48. 36 FX 112.7
49. 31 FX 90.45
50. 26 FX 146.7
51. 21 FX 129.4
52. 16 FX 111.6
53. 11 FX 83
54. 6 FX 45.25
55. PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

STAAD PLANE MARCOS TIPO EN X (PARA TORSIÓN, FMM)

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 24-Sep-01

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 72

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 8 0 0; 3 16 0 0; 4 24 0 0; 5 32 0 0; 6 0 5 0; 7 8 5 0;
8 16 5 0; 9 24 5 0; 10 32 5 0; 11 0 8.5 0; 12 8 8.5 0; 13 16 8.5 0;
14 24 8.5 0; 15 32 8.5 0; 16 0 12 0; 17 8 12 0; 18 16 12 0; 19 24 12 0;
20 32 12 0; 21 0 15.5 0; 22 8 15.5 0; 23 16 15.5 0; 24 24 15.5 0;
25 32 15.5 0; 26 0 19 0; 27 8 19 0; 28 16 19 0; 29 24 19 0; 30 32 19 0;
31 0 22.5 0; 32 8 22.5 0; 33 16 22.5 0; 36 0 26 0; 37 8 26 0;
38 16 26 0; 41 0 29.5 0; 42 8 29.5 0; 43 16 29.5 0; 46 0 33 0;
47 8 33 0; 48 16 33 0; 51 0 36.5 0; 52 8 36.5 0; 53 16 36.5 0;

MEMBER INCIDENCES

1 1 6; 2 2 7; 3 3 8; 4 4 9; 5 5 10; 6 6 7; 7 7 8; 8 8 9; 9 9 10;
10 6 11; 11 7 12; 12 8 13; 13 9 14; 14 10 15; 15 11 12; 16 12 13;
17 13 14; 18 14 15; 19 11 16; 20 12 17; 21 13 18; 22 14 19; 23 15 20;
24 16 17; 25 17 18; 26 18 19; 27 19 20; 28 16 21; 29 17 22; 30 18 23;
31 19 24; 32 20 25; 33 21 22; 34 22 23; 35 23 24; 36 24 25; 37 21 26;
38 22 27; 39 23 28; 40 24 29; 41 25 30; 42 26 27; 43 27 28; 44 28 29;
45 29 30; 46 26 31; 47 27 32; 48 28 33; 51 31 32; 52 32 33; 55 31 36;
56 32 37; 57 33 38; 60 36 37; 61 37 38; 64 36 41; 65 37 42; 66 38 43;
69 41 42; 70 42 43; 73 41 46; 74 42 47; 75 43 48; 78 46 47; 79 47 48;
82 46 51; 83 47 52; 84 48 53; 87 51 52; 88 52 53;

START GROUP DEFINITION

_COLU 84 83 82 75 74 73 66 65 64 57 56 55 48 47 46 41 40 39 38 37 32 -

31 30 29 28 23 22 21 20 19 14 13 12 11 10 5 4 3 2 1

_VIGS 88 87 79 78 70 69 61 60 52 51 45 44 43 42 36 35 34 33 27 26 25 -

24 18 17 16 15 9 8 7 6

END

MEMBER PROPERTY AMERICAN

_COLU PRIS YD 0.95 ZD 0.95

_VIGS PRIS YD 0.95 ZD 0.35

CONSTANTS

E 2.2136e+006 ALL

DENSITY 2.4 ALL

SUPPORTS

1 TO 5 FIXED

LOAD 1 PESO PROPIO

SELFWEIGHT Y -1

LOAD 2 FUERZAS LATERALES PARA RIGIDECE

JOINT LOAD

51 FX 135.7

46 FX 145

41 FX 130.85

36 FX 112.7

31 FX 90.45

26 FX 146.7

21 FX 129.4

16 FX 111.6

11 FX 83

6 FX 45.25

PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

PRINT JOINT DISPLACEMENTS ALL

PRINT SUPPORT REACTION

LOAD LIST 2

PRINT JOINT DISPLACEMENTS LIST 53 52 51 48 47 46 43 42 41 38 37 36 33 -

32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 -

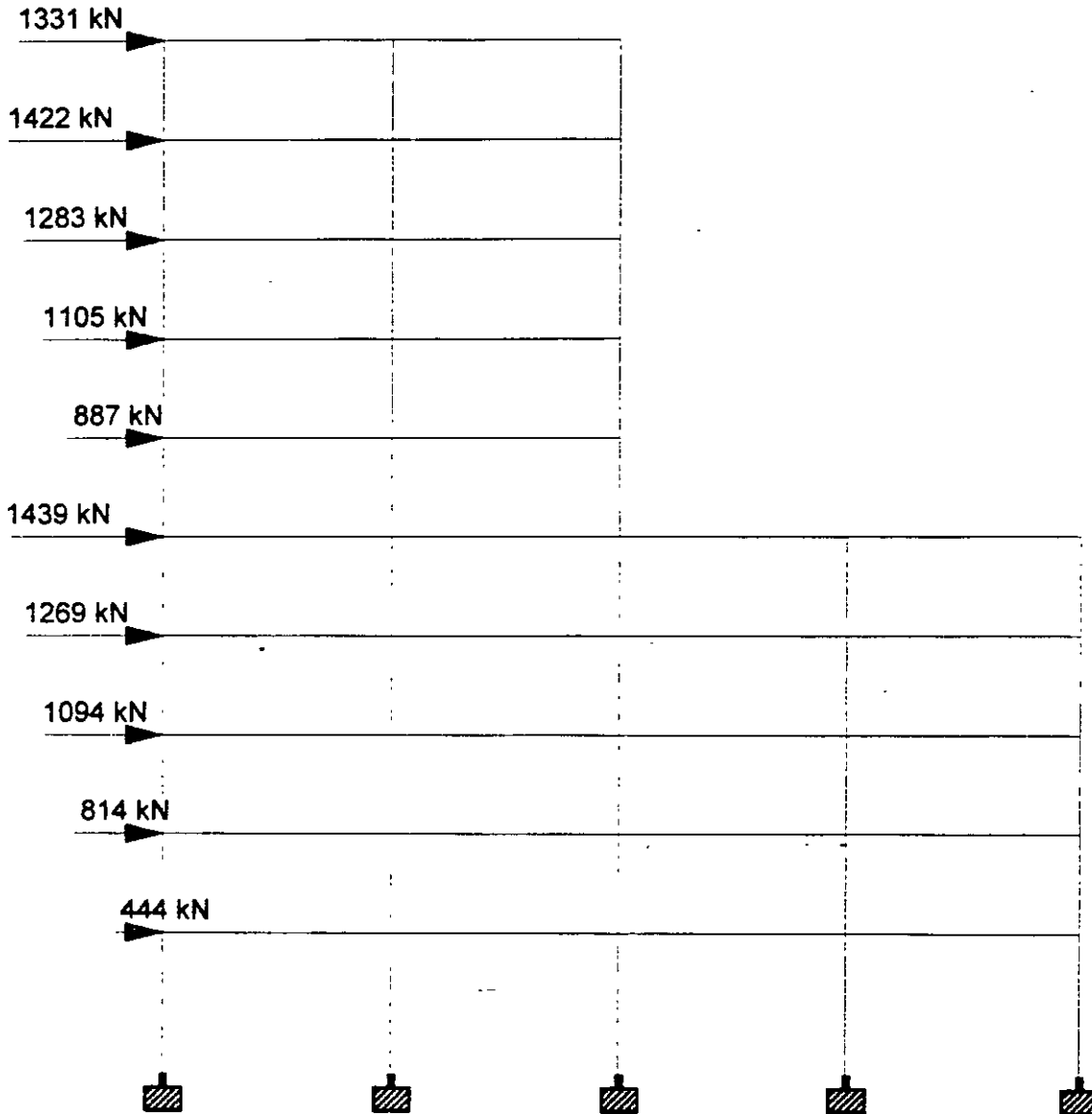
8 7 6

FINISH



Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07

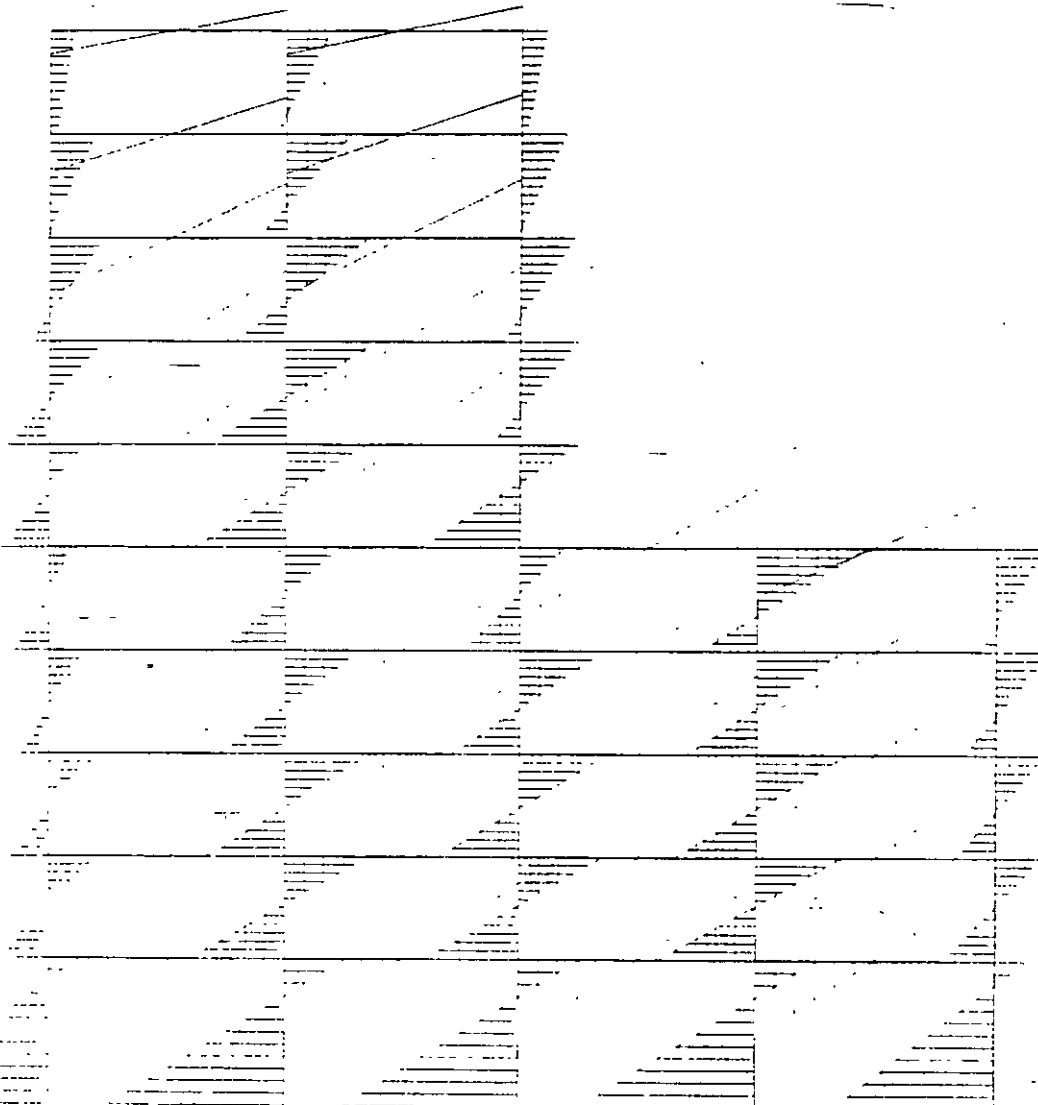


N1	N2	N3	N4	N5
X = -1958.840 kN	X = -2409.022 kN	X = -2409.167 kN	X = -2393.291 kN	X = -1917.567 kN
Y = -8294.874 kN	Y = -22.842 kN	Y = 3514.699 kN	Y = 187.081 kN	Y = 4815.932 kN
MZ = 8225.302 kNm	MZ = 8959.947 kNm	MZ = 8945.357 kNm	MZ = 8883.491 kNm	MZ = 8052.479 kNm



Software licensed to Unknown User

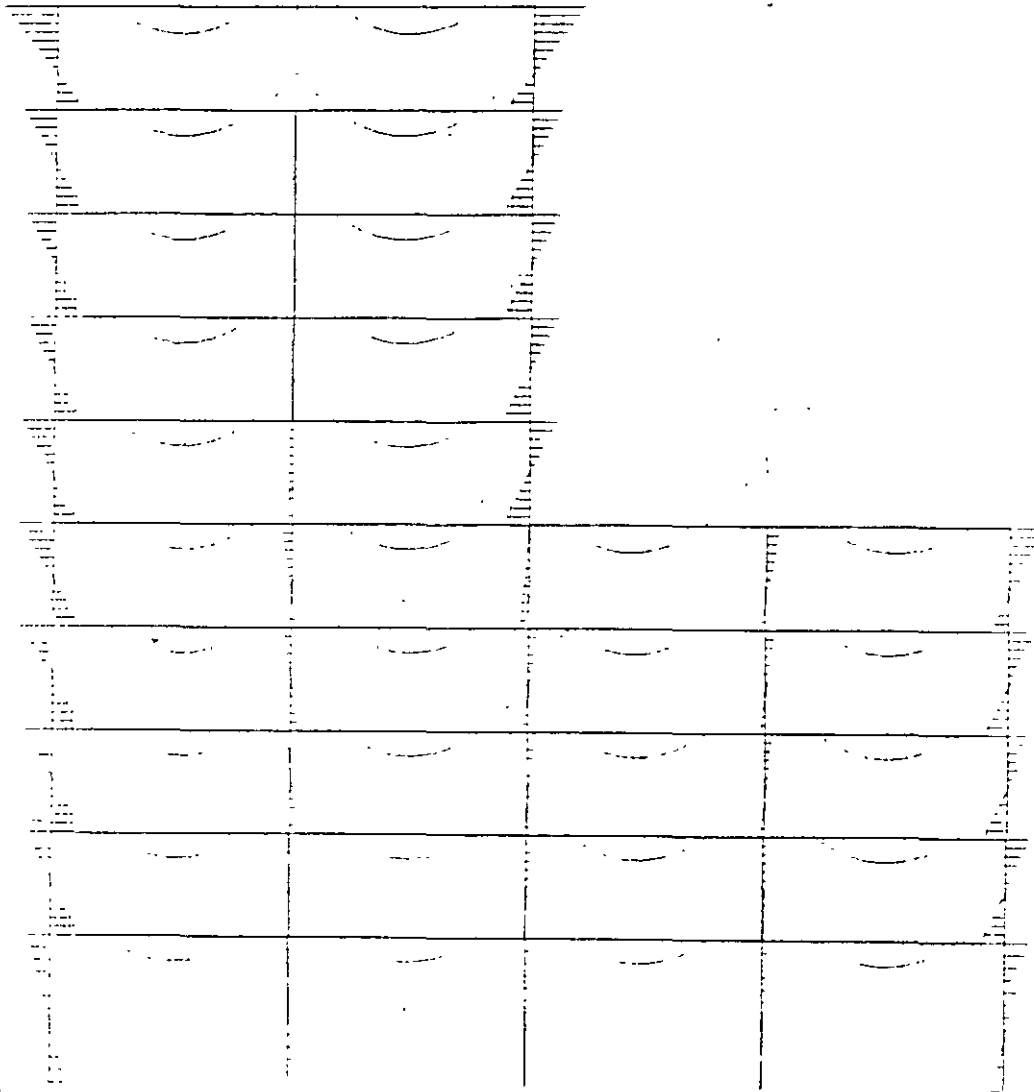
Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07





Software licensed to Unknown User

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 24-Sep-01	Chd
Client	File mar3-2d-10n.std	Date/Time 24-Sep-2001 16:07



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA44 STAAD – PRO PARA ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

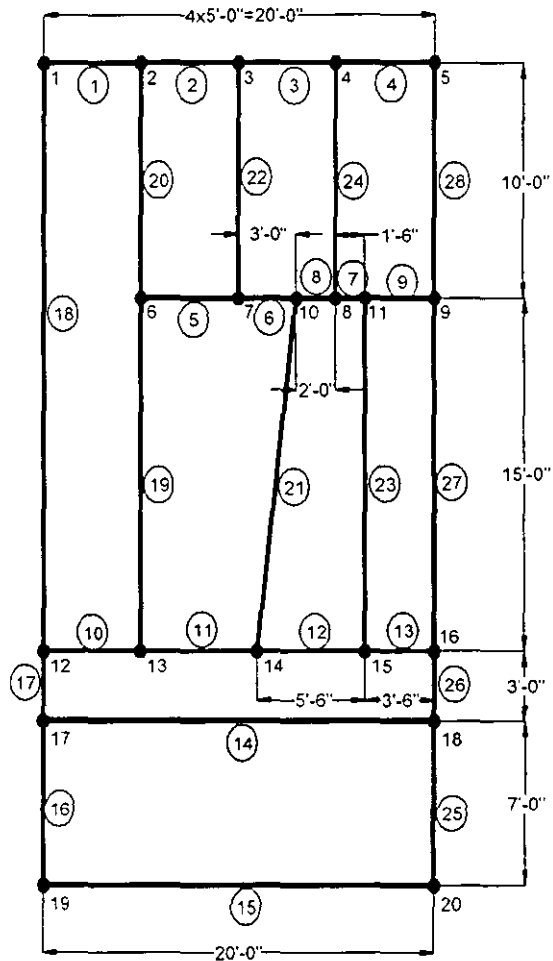
Tema

**EXAMPLE PROBLEM No. 2
DEL 22 DE SEPTIEMBRE AL 3 DE OCTUBRE**

**EXPOSITOR: ING. FERNANDO MONROY MIRANDA
PALACIO DE MINERÍA
SEPTIEMBRE DEL 2003**

Example Problem No. 2

A floor structure (bound by global X-Z axis) made up of steel beams is subjected to area load (i.e. load/area of floor). Load generation based on one-way distribution is illustrated in this example.



1. Select the *STAAD.Pro* icon from the STAAD.Pro 2001 program group.

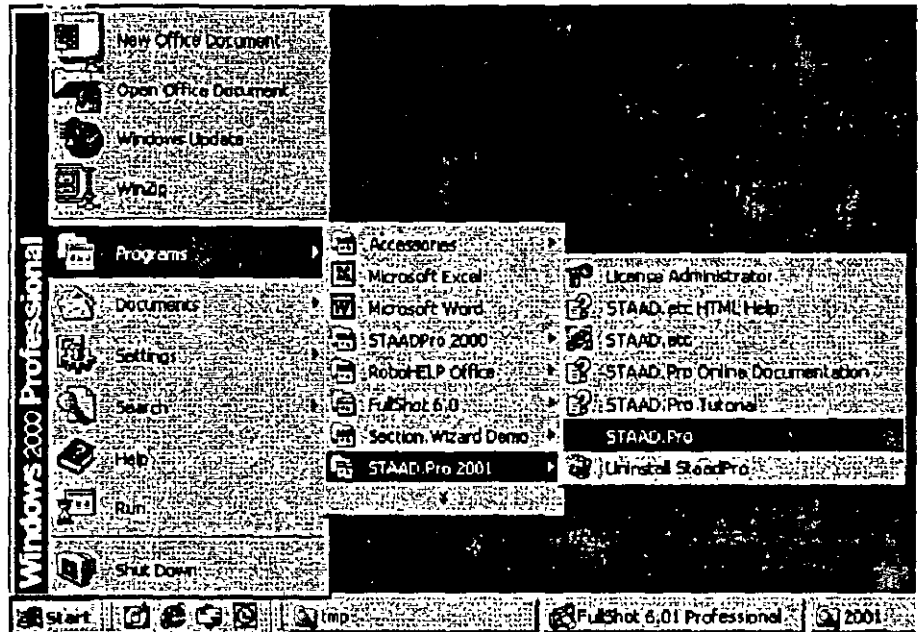


Figure 2. 1

The STAAD.Pro Graphical Environment will be invoked.

- The units in which we wish to create this model are the *English* units. (feet, kip, etc.) The default unit system setting is whatever we chose during the installation of the program. If you had chosen *Metric* at the time of installation, you may want to change it to *English*. To do so, click on the *File / Configure* menu option (see Figure 2.2) and choose the appropriate one (*English* for our case). Then, click on the *Accept* button.

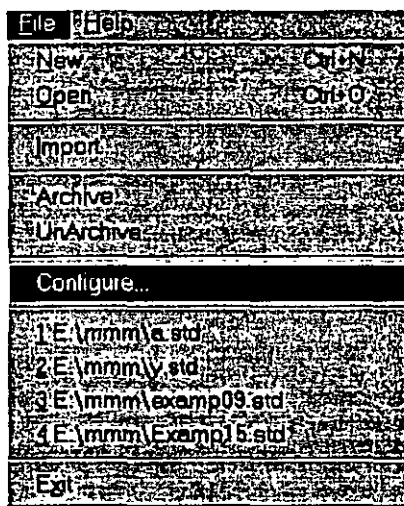


Figure 2. 2

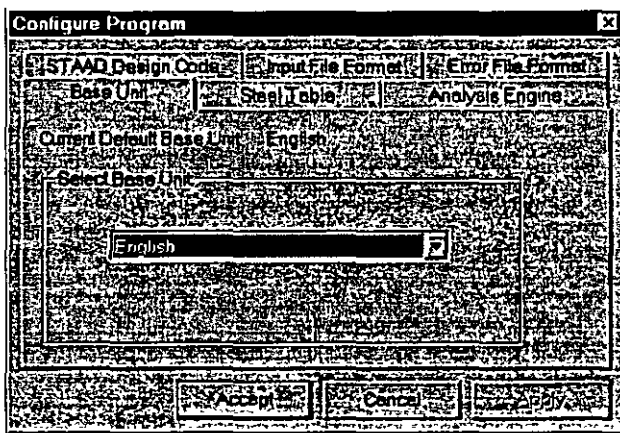


Figure 2. 3

3. To create a new structure, click on the *File / New* option in the STAAD.Pro screen that opens (as shown in Figure 2.4).

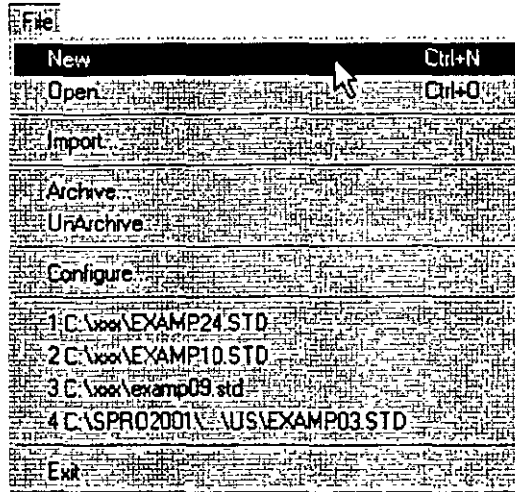


Figure 2. 4

4. In the *New File Setup* dialog box, choose *Floor* as the *Structure Type* and specify an optional *Title* (A FLOOR FRAME DESIGN WITH AREA LOAD). Then click on the *Next* button as shown in Figure 2.5.

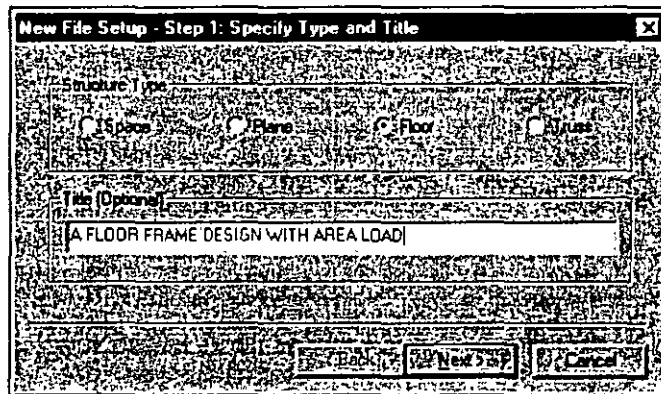


Figure 2. 5

- The next dialog box that comes up prompts us to select the length and force units in which we wish to start working in. So, specify the *Length Units* as *Foot*, the *Force Units* as *KiloPound* and click on the *Next* button as shown in Figure 2.6. Please note that the input units may be changed subsequently at any stage of building of the model.

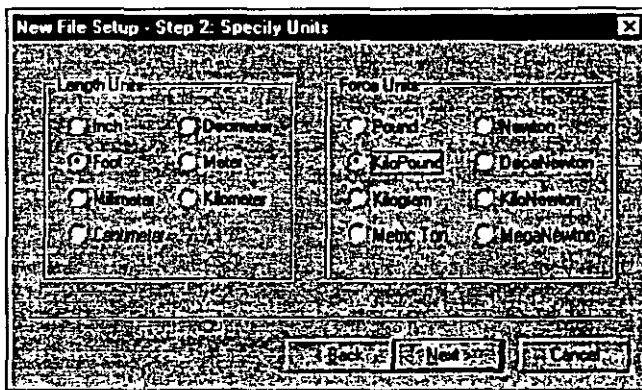


Figure 2. 6

- This dialog box confirms the information of our previous selections. Press the *Finish* button. (see Figure 2.7)

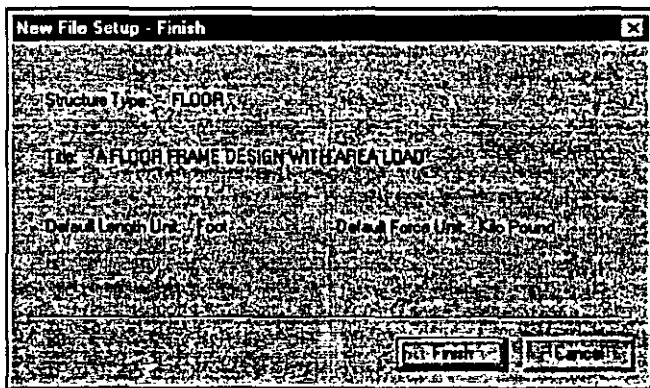


Figure 2. 7

Once we press the *Finish* button, the STAAD.Pro main window appears on the screen.

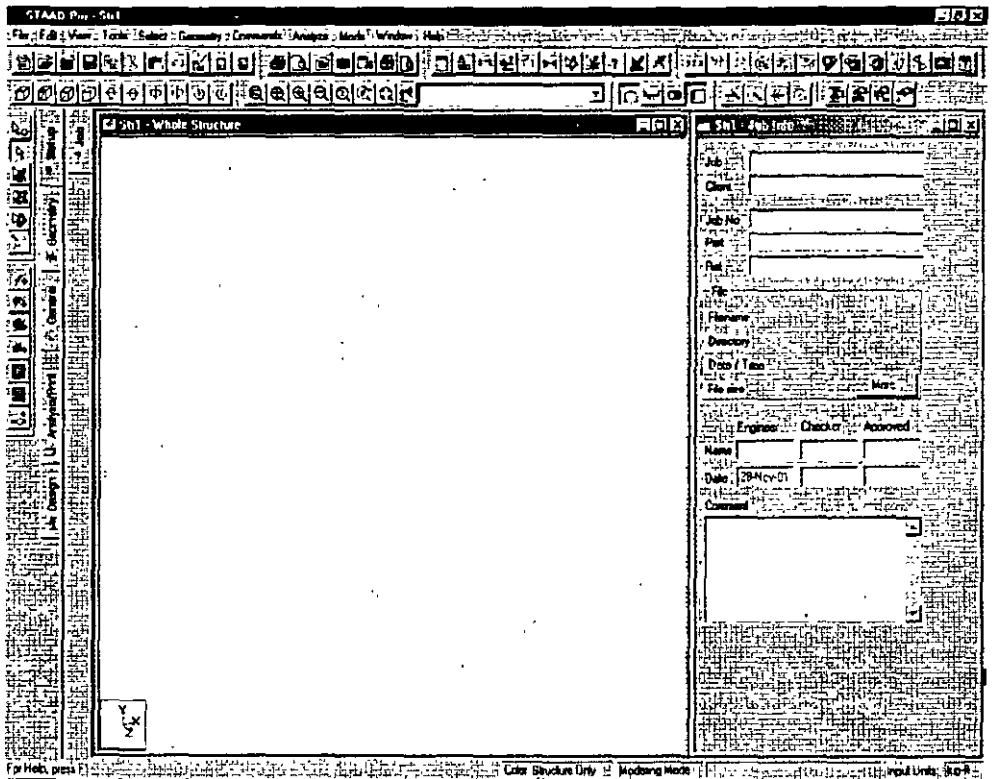


Figure 2. 8

Creating Nodes 1 to 5 And Beams 1 to 4

7. Select *Geometry / Beam* Page from the left side of the screen. In the *Snap Node/Beam* dialog box that appears in the Data Area (on the right side of the screen), choose *X-Z* as the *Plane* and in the *Construction Lines* group, set *X* and *Z* to 20 with a spacing of 1ft. (see figure below) This 20X20 grid too is only a starting grid setting to enable us to start drawing the structure, it does not restrict our model to those limits as we will see later.

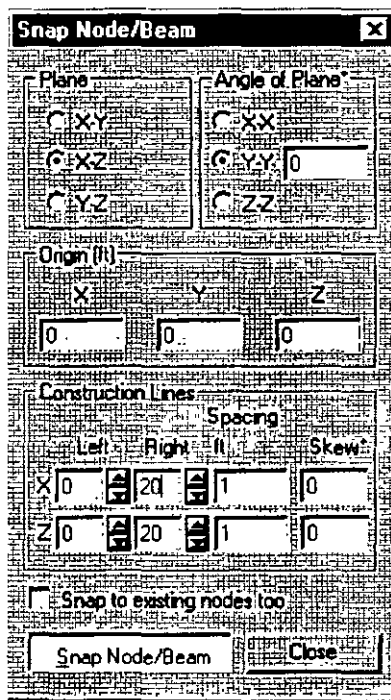


Figure 2. 9

8. With the help of the mouse, click at the origin (0, 0) to create the first node. In a similar fashion, click on the following points to create nodes and automatically join successive nodes by beam members.

(5,0), (10,0), (15,0) and (20,0)

The exact location of the mouse arrow can be monitored on the status bar located at the bottom of the window where the X, Y, and Z coordinates of the current cursor position are continuously updated.

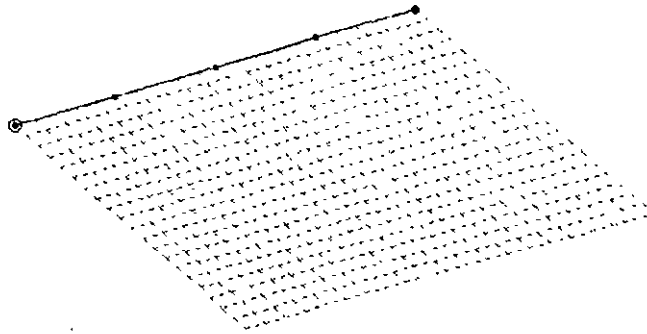


Figure 2. 10

9. After having created these four beams and five nodes, let us close the *Snap Node/Beam* dialog box.

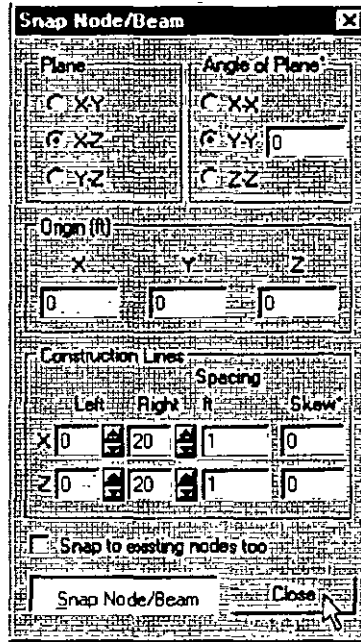


Figure 2. 11

Switching On Node And Beam Labels

- In order to display the *node* and *beam* numbers, right click anywhere within the drawing area. In the pop-up menu that appears, choose *Labels* as shown below.

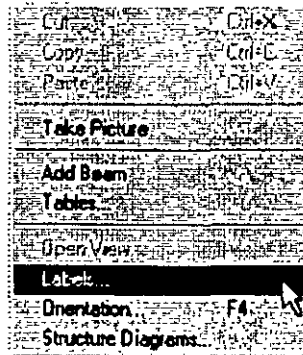


Figure 2. 12

Alternatively, one may access this option by selecting the *View* menu from the top menu bar followed by *Structure Diagrams*, and the *Labels* tab of the dialog box that opens.



Figure 2. 13

11. In the *Diagrams* dialog box that appears, turn the *Node Numbers* and *Beam Numbers* on and then click on *OK*.

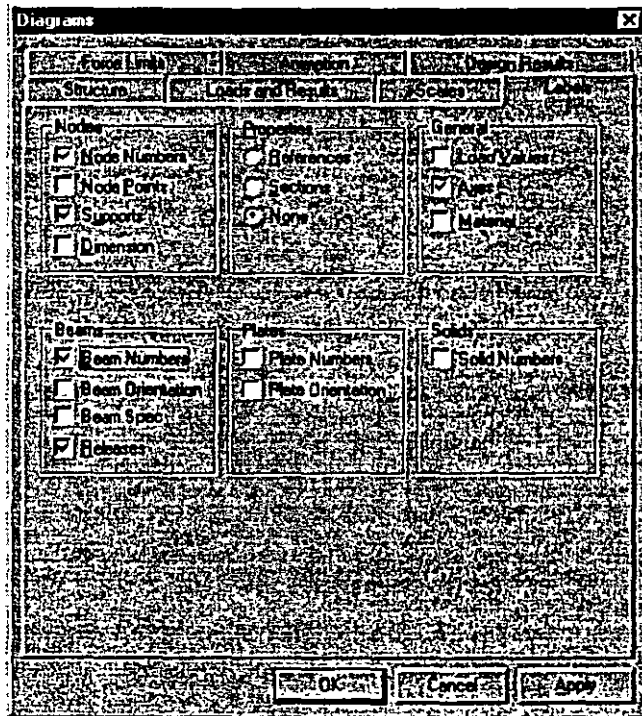


Figure 2. 14

The nodes and beams are now labeled on the drawing.

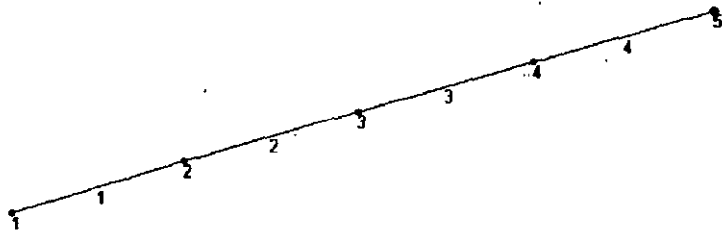



Figure 2. 15

Creating Members 5 to 9

12. As shown on the title page of this example, beams 5 to 9 are located at the grid line $Z = 10$ ft. We could create them in a manner similar to what we did for creating beams 1 to 5 by clicking at the relevant grid points. Alternatively, we may use STAAD's *Translational Repeat* facility to do the same.

Let us choose the latter method. First, select members 2, 3, and 4 with the help of the *Beam Cursor* . The *Beam Cursor* can also be selected by choosing the *Beam Cursor* option from the *Select* menu. To select multiple beams, hold down the 'Ctrl' key while clicking on the members.

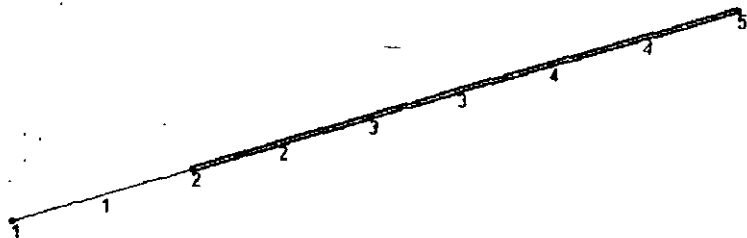


Figure 2. 16

Next, go to the *Geometry / Translational Repeat* menu option as shown below.

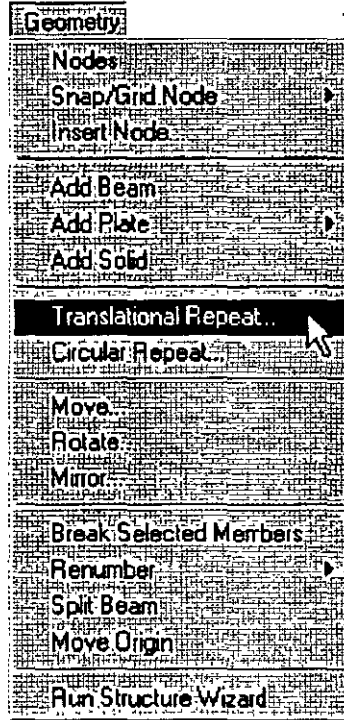


Figure 2. 17

13. In the *3D Repeat* dialog box that opens, specify the *Global Direction* as *Z*, *No of Steps* as *1* and the *Default Step Spacing* as *10ft*. Leave the *Link Steps* box unchecked. Then, click on *OK*.

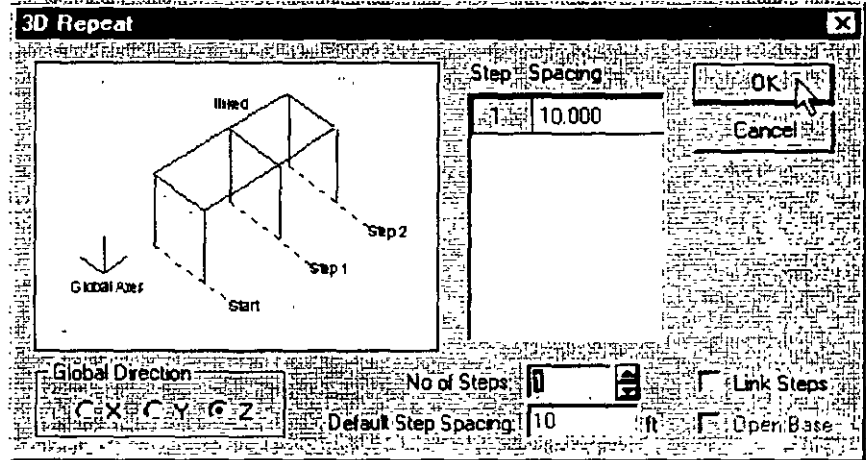


Figure 2. 18

After completing the translational repeat process, the structure should look as follows:

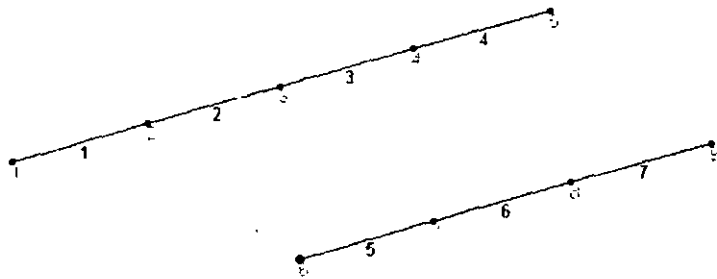


Figure 2. 19

14. Next, let us split member 6 into two parts of length 3ft and 2ft respectively. First, select the member by clicking on it and then click the right mouse button. In the pop-up menu that appears, choose the *Insert Node* option as shown below.

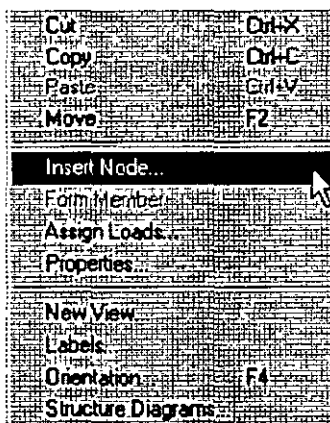


Figure 2. 20

Alternatively, one may access this option by going to the *Geometry* menu and choosing *Insert Node*.

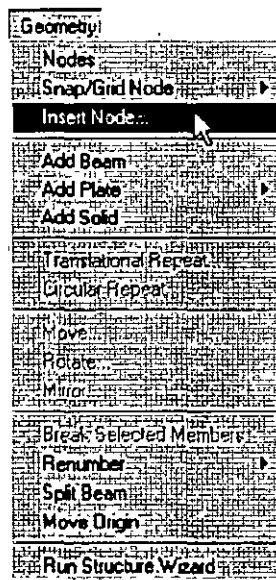


Figure 2. 21

15. In the *Insert Nodes* dialog box that opens, specify the *Distance* as 3ft, click on the *Add New Point* button, and click on *OK*.

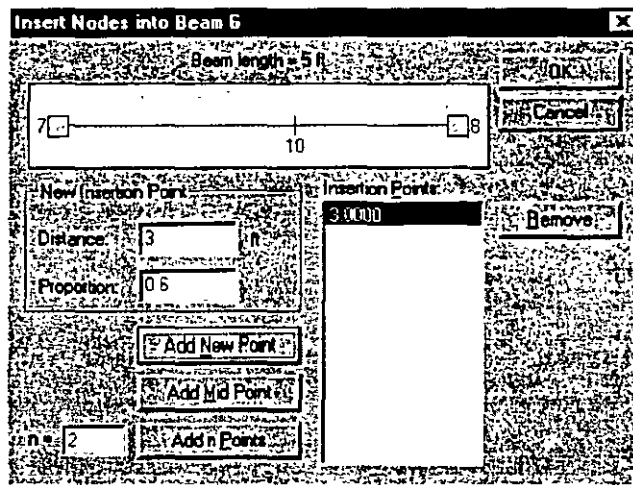


Figure 2. 22

After the insertion is done, the structure will look as shown below.
Notice that a new node (number 10) has been added.

Before insertion

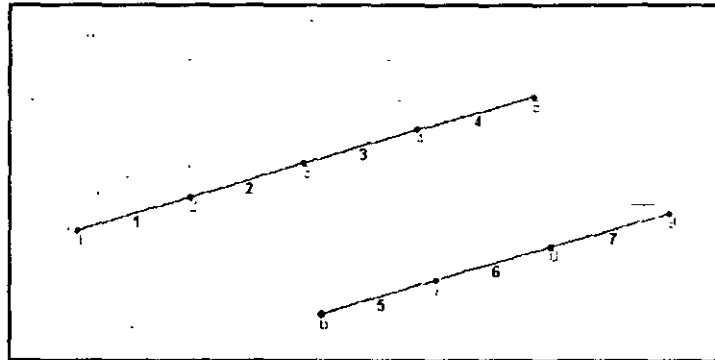


Figure 2. 23

After insertion

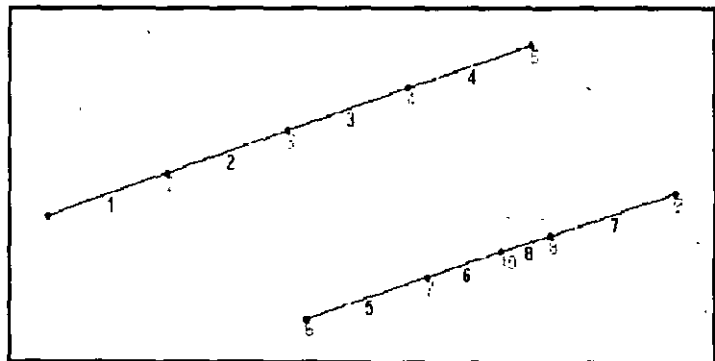


Figure 2. 24

- Repeat this procedure to split member 7 to create node 11. In the *Insert Nodes* dialog box, specify the *Distance* as *1.5ft.*, click on the *Add New Point* button, and click on *OK*.

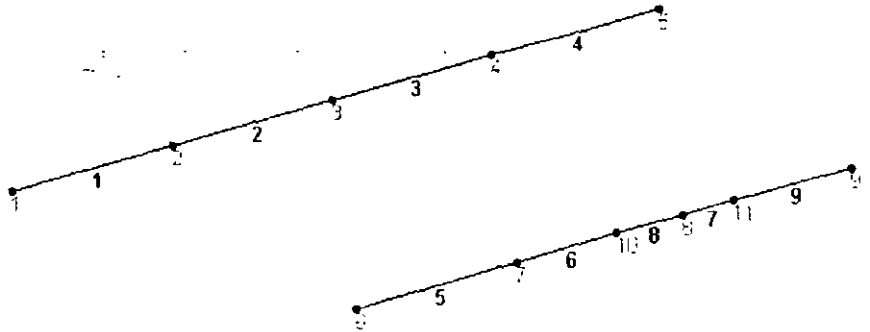


Figure 2. 25

Creating Members 10 to 13

17. To create the X direction beams at Z = 25ft, just as we did before, we can use the *Translational Repeat* operation by using the X direction beams at Z = 0 as the basis. Yet another method is the *Copy-Paste* facility from the *Edit* menu. To apply this method, we first select members 1, 2, 3, and 4. Click the right mouse button and choose *Copy* from the pop-up menu (or click on the *Edit* menu and choose *Copy*). Once again, click the right mouse button and select *Paste Beams* (or choose *Paste Beams* from the *Edit* menu) as shown below.

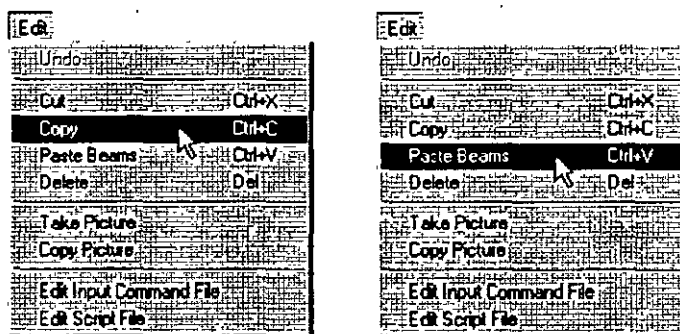


Figure 2. 26

18. Provide 0, 0, and 25 for X, Y and Z respectively and click on the *OK* button.

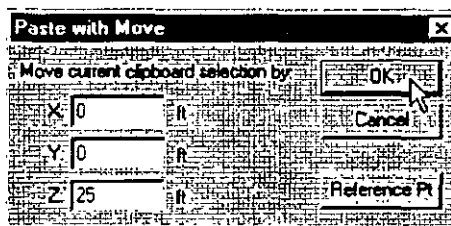


Figure 2. 27

19. As we click on the *OK* button, the following message box appears. This is only a reminder that we need to subsequently assign the required properties to these entities as well. Let us click on the *OK* button.

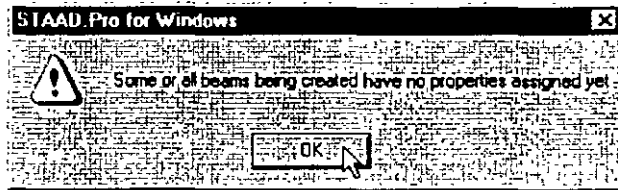


Figure 2. 28

Members 10 to 13 will appear on the model as shown below.

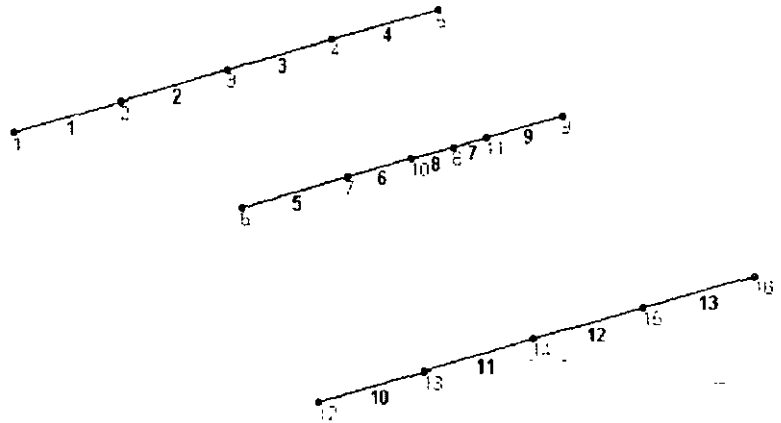

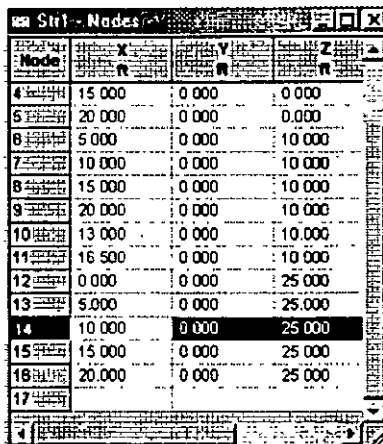


Figure 2. 29

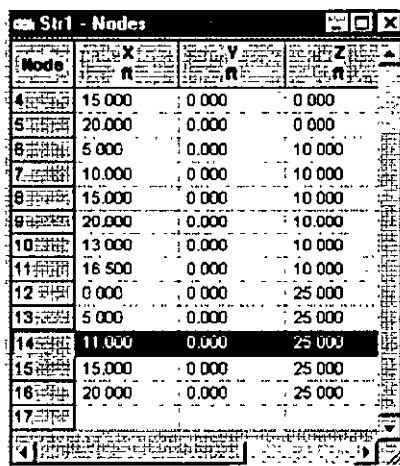
20. If we look at the figure on the title page, we will observe that beam 11 is 6ft long and not 5ft. So, the X co-ordinates of its end is at 11, not 10. To make this change, let us change the co-ordinates of Node 14. To do that, select that node using the *Nodes Cursor* . The data relating to Node 14 will be highlighted in the *Nodes* table located in the Data Area.



Node	X	Y	Z
4	15 000	0 000	0 000
5	20 000	0 000	0 000
6	5 000	0 000	10 000
7	10 000	0 000	10 000
8	15 000	0 000	10 000
9	20 000	0 000	10 000
10	13 000	0 000	10 000
11	16 500	0 000	10 000
12	0 000	0 000	25 000
13	5 000	0 000	25 000
14	10 000	0 000	25 000
15	15 000	0 000	25 000
16	20 000	0 000	25 000
17			

Figure 2. 30

21. In this table, change the value of the *X co-ordinate* from 10 to 11.



Node	X	Y	Z
4	15 000	0 000	0 000
5	20 000	0 000	0 000
6	5 000	0 000	10 000
7	10 000	0 000	10 000
8	15 000	0 000	10 000
9	20 000	0 000	10 000
10	13 000	0 000	10 000
11	16 500	0 000	10 000
12	0 000	0 000	25 000
13	5 000	0 000	25 000
14	11 000	0 000	25 000
15	15 000	0 000	25 000
16	20 000	0 000	25 000
17			

Figure 2. 31

22. We also need to change the co-ordinates of Node 15 from (15, 25) to (16.5, 25). However, instead of using the method described in the previous step, let us try a different approach. Let us first select Node 15 by clicking on it. Then, from the *Geometry* menu, select the *Move* option, specify the *X* direction distance as 1.5ft and click on *OK*.

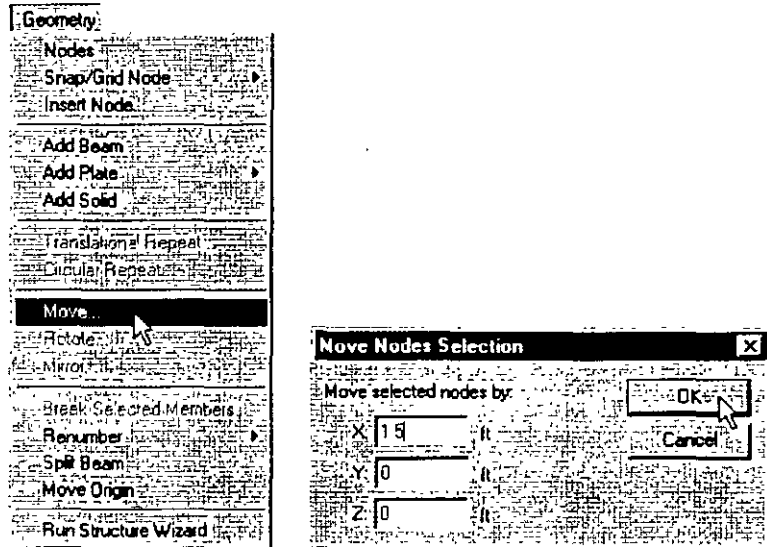


Figure 2. 32

Creating Member 14

23. We now have to create the X direction beam at $Z = 28$ ft. To do this, we shall adopt yet another method. Using the *Copy-Paste* facility of the *Edit* menu, let us create the joints at $(0, 0, 28)$ and $(20, 0, 28)$ using the joints at $(0, 0, 0)$ and $(20, 0, 0)$ as the basis. Then, we shall add a beam between the two new joints. The steps are as follows:

First, let us ensure that we have the *Nodes Cursor* selected. From the *Select* menu, verify that the check mark is against the *Nodes Cursor* option.

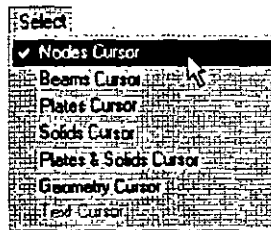


Figure 2. 33

Then, select Node 1 which has the co-ordinates $(0, 0, 0)$ by clicking on it. It should be highlighted. To copy that Node, type $\text{Ctrl}+\text{C}$ or select *Copy* from the *Edit* menu. To paste, type $\text{Ctrl}+\text{V}$ or select *Paste Nodes* from the *Edit* menu.

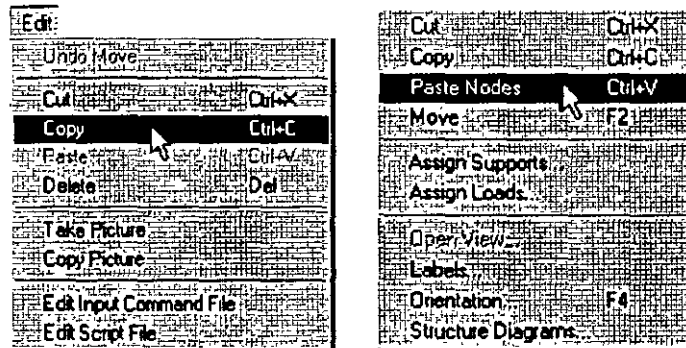


Figure 2. 34

When we select *Paste Nodes*, the following dialog box appears. Specify the *X* and *Y* values as *zero*, and *Z* as *28ft*. Then, click on the *OK* button.

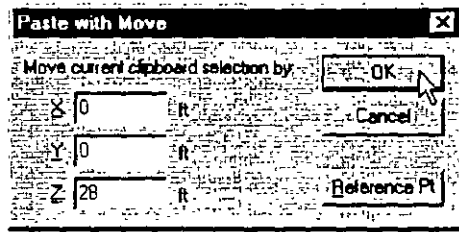


Figure 2. 35

Notice that a new node (no. 17) appears on the screen.

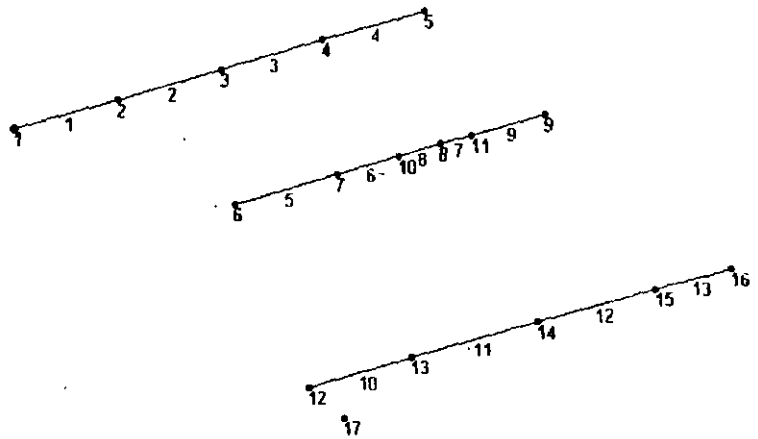


Figure 2. 36

24. In a similar fashion, copy node 5 (at 20, 0, 0) and paste it to create the node at (20, 0, 28).

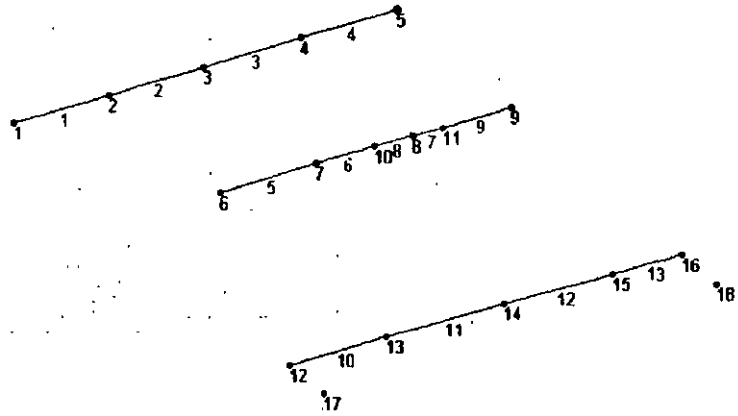


Figure 2.37

25. To add a beam between the two newly created nodes (17 and 18), select the *Add Beam* option from the *Geometry* menu. Then, click on the two nodes in succession and notice that the beam (no. 14) has been created. At this point, switch off the *Add Beam* option.

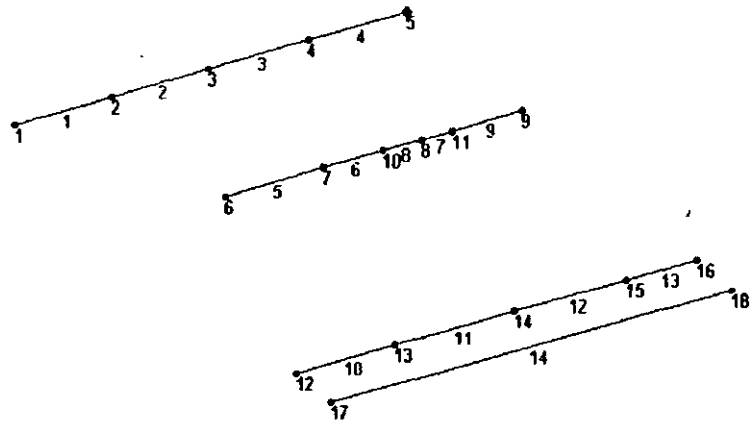


Figure 2.38

Creating Member 15

26. To create the beam at $Z = 35$ ft, we shall use the *Copy-Paste* technique of the *Edit* menu, and use Beam no. 14 as the basis. Select beam no. 14. *Copy* and *Paste* it at $Z = 7$ ft. The value 7 is derived from the fact that $Z = 35$ is 7ft away from $Z = 28$.

As we paste the beam, the following message box will appear. This is only a reminder that we need to subsequently assign the properties to this beam as well. Let us click on the *OK* button.

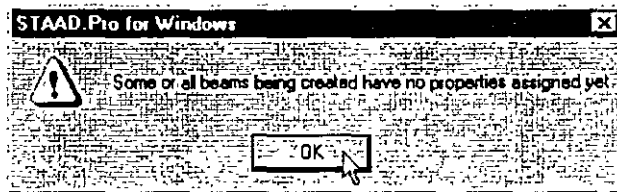


Figure 2. 39

The following figure shows the model with the newly created member 15.

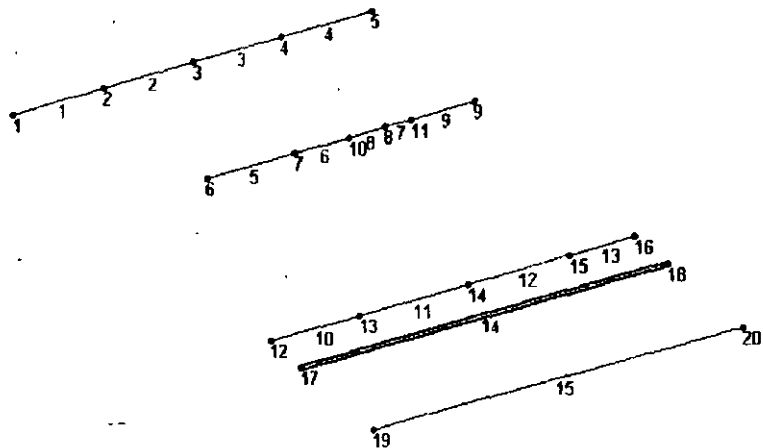



Figure 2. 40

Creating Members 16 to 28

27. The remainder of the members in the model can be created by adding beams between existing nodes since all the nodes of the structure have already been created. So, let us select the *Add Beams* icon  (If you are unable to locate the icon, choose *Geometry | Add Beam* menu option.) The cursor will change as shown below.



You may choose to turn the *Beam Numbers* off to ease locating the node numbers. *Beam Numbers* can be switched off from *View | Structure Diagrams | Labels* tab and unchecking *Beam Numbers*.

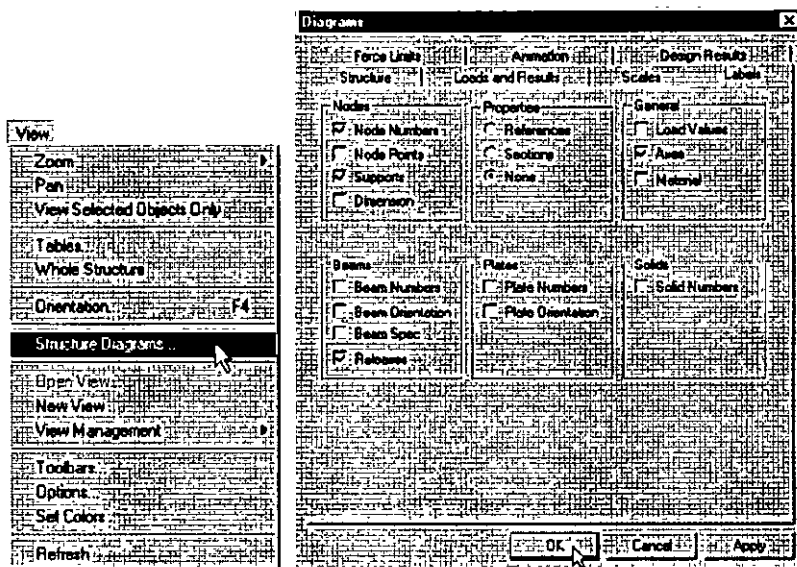


Figure 2. 41

28. Using the cursor, add new beams by clicking between the following pairs of nodes.

To create member #	Add beam between these nodes
16	17 and 19
17	12 and 17
18	1 and 12
19	6 and 13
20	2 and 6
21	10 and 14
22	3 and 7
23	11 and 15
24	4 and 8
25	18 and 20
26	16 and 18
27	9 and 16
28	5 and 9

29. After adding the beams, switch off the *Add Beam* icon to stop adding any more beams.

The structure will now look as shown below:

Isometric View

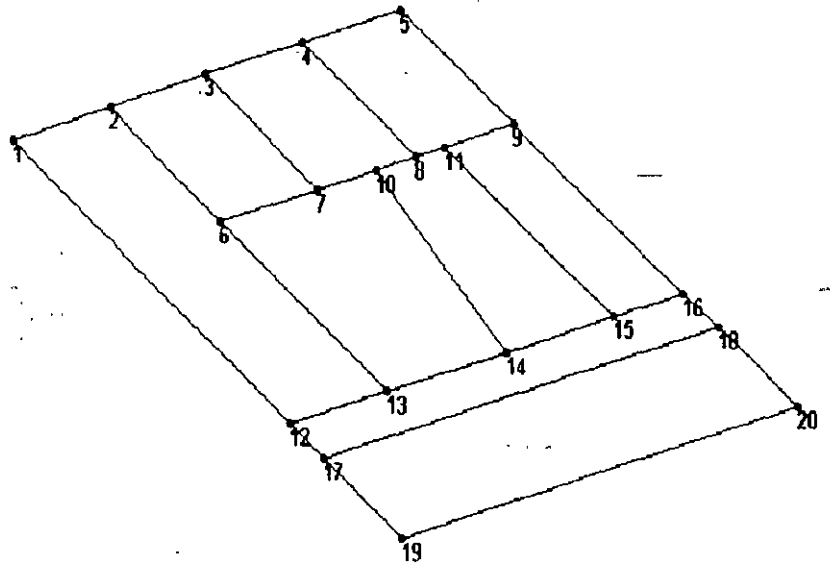


Figure 2. 42

Plan View

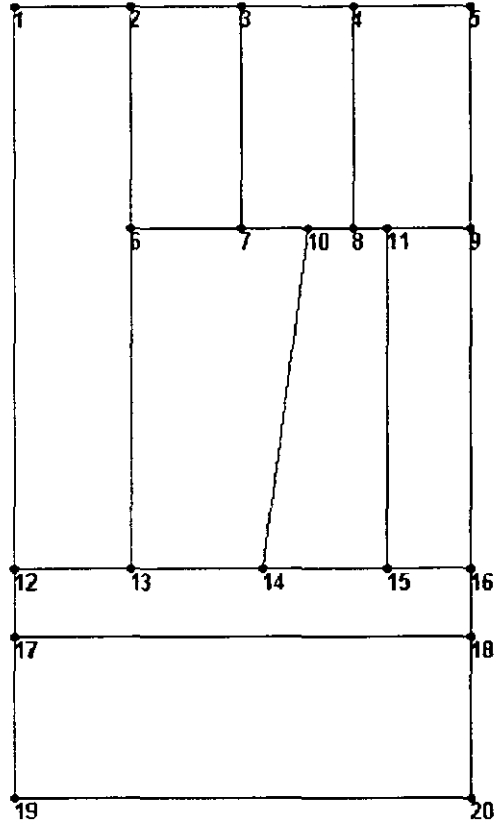


Figure 2. 43

Assigning Member Properties

30. The next step is to define properties for the members. To do this, select *General / Property* Page from the left side of the screen. Then, click on the *Database* button in the *Properties* dialog box as shown below.

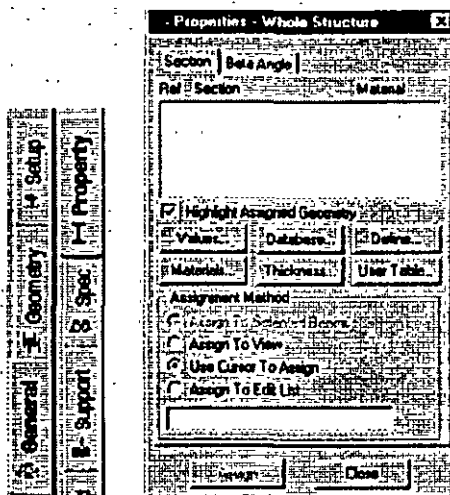


Figure 2. 44

31. In the *Select Country* dialog box that appears, choose the country name whose steel table you want to use, in our case, *American*. Then, click on *OK*.

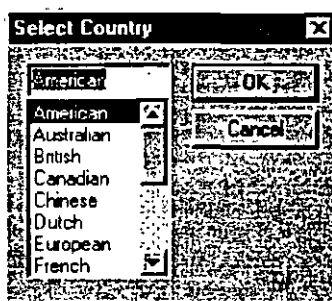


Figure 2. 45

32. In the *American Steel Table* dialog box, select the *W Shape* tab. Notice that the field called *Material* is presently on the “checked” mode. If we keep it that way, the material properties of steel (E, Poisson, Density, Alpha, etc.) will be assigned along with the cross-section name. The material property values so assigned will be the program defaults. We do not want default values, instead we will assign our own values later on. Consequently, let us **uncheck** the *Material* box. Choose *W12X26* as the beam size, *ST* as the section type and click on the *Add* button as shown in Figure 2.39. Detailed explanation of the terms such as ST, T, CM, TC, BC, etc. is available in Section 5 of the STAAD Technical Reference Manual.

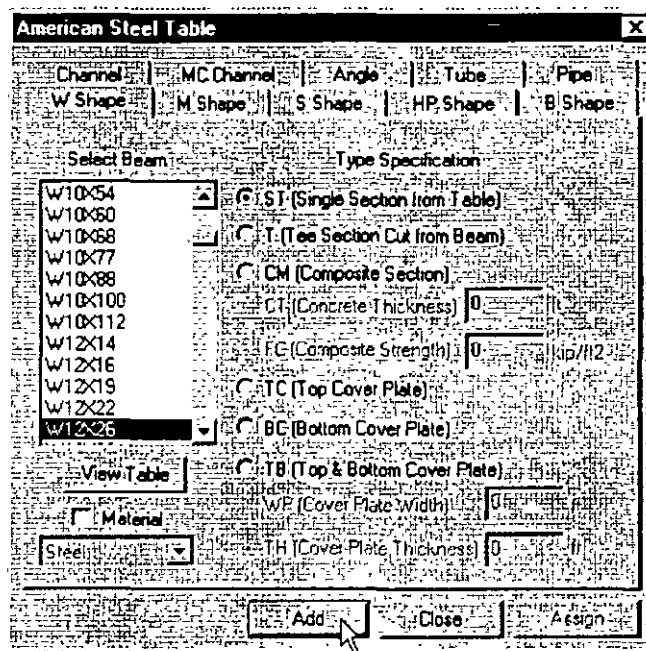


Figure 2. 46

33. Since the selected cross section has to be assigned to all the members in the structure, the simplest method to do that will be to set the assignment method as *Assign to View*. So, click on the *Assign to View* button in the *Properties* dialog box followed by the *Assign* button.

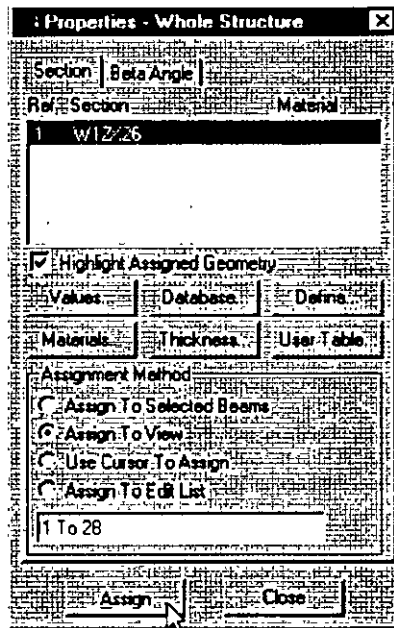


Figure 2. 47

A message box (shown below) asks us to re-confirm that we do indeed want to assign this property to all the members in the model. Let us click on *OK*.

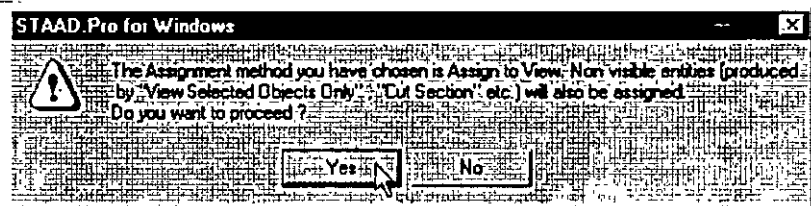


Figure 2. 48

After assigning the property, let us once again switch on the Beam Numbers (go to *View / Structure Diagrams - Labels – Beam Numbers*). The structure will now look as shown below.

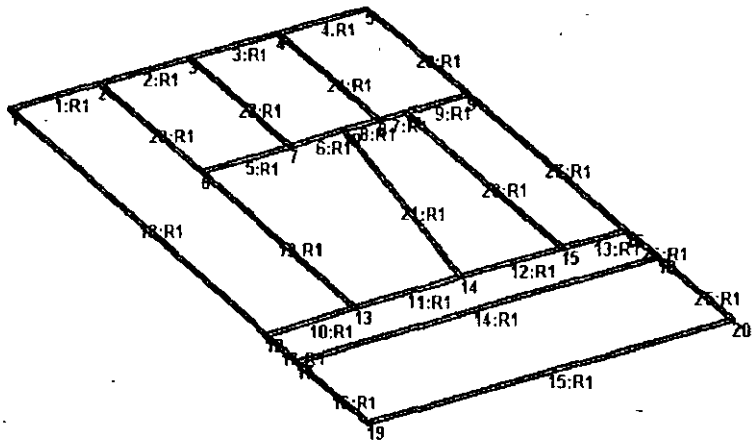


Figure 2. 49

Let us *Close* the *Properties* dialog box as shown below. Also, click anywhere in the drawing area to unhighlight the members.

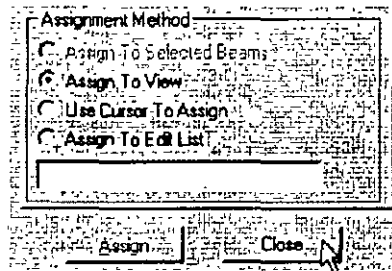


Figure 2. 50

Assigning Member Releases

34. To assign member releases, first, go to *General / Spec* Page from the left side of the screen. Then, click on the *Beam* button in the *Specifications* table located in the Data Area.

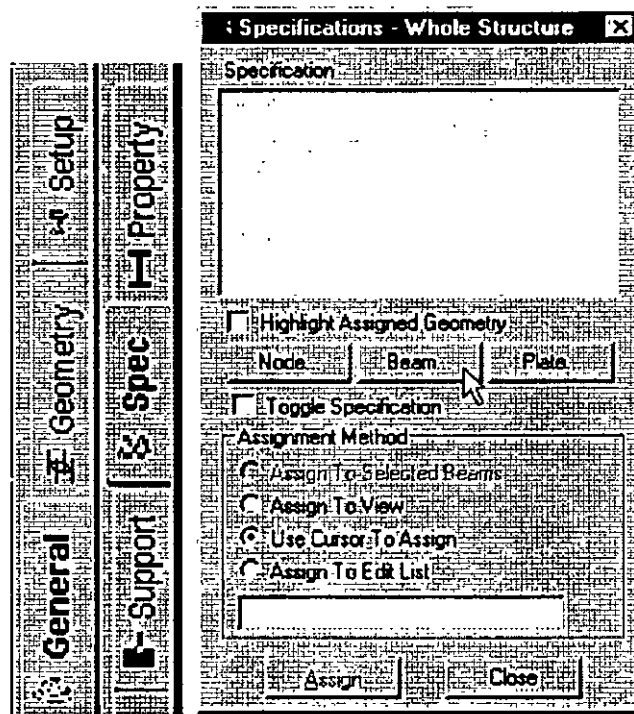


Figure 2. 51

35. In the *Beam Specs* dialog box that opens, select the *Release* tab which also happens to be the default. We want to apply the release at the start node, and hence it is convenient that 'Start' is the default. Check *MZ* under the *Release* option and click on the *Add* button.

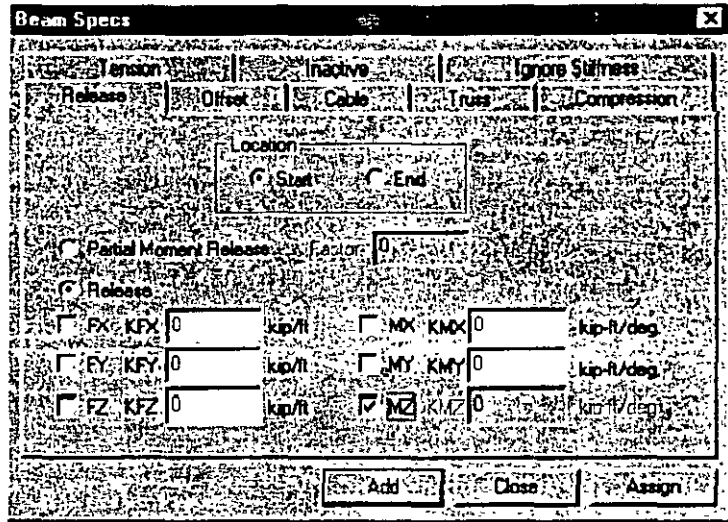


Figure 2. 52

36. Now select the members listed below that are to be released.

1, 5, 10, 14, 15, 18, 17, 28, 26, 20 to 24

One way to select these members is to go to *Select / By List / Beams* menu option. In the *Select Beams* dialog box, type the beam numbers in the *Enter list* box, and click on *OK* as shown below.

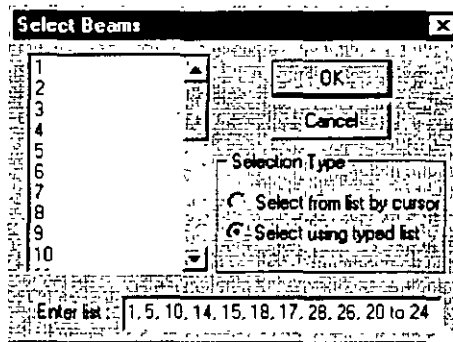


Figure 2. 53

Notice that as we select the members, the *Assignment Method* automatically sets to *Assign to Selected Beams*.

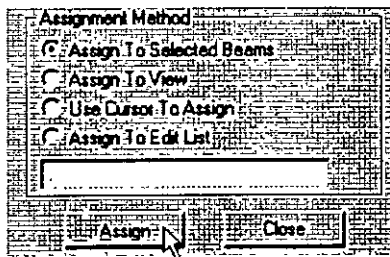


Figure 2. 54

Then, click on the *Assign* button in the *Specifications* dialog box. A message box (shown below) asks us to re-confirm that we do indeed want to assign this attribute to the selected members in the model. Let us click on *OK*.

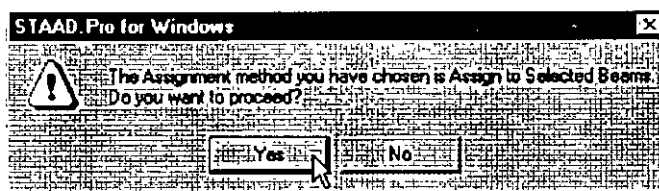


Figure 2. 55

After the releases have been assigned at the start, let us click anywhere in the drawing area to unhighlight all the members. The structure will look as follows:

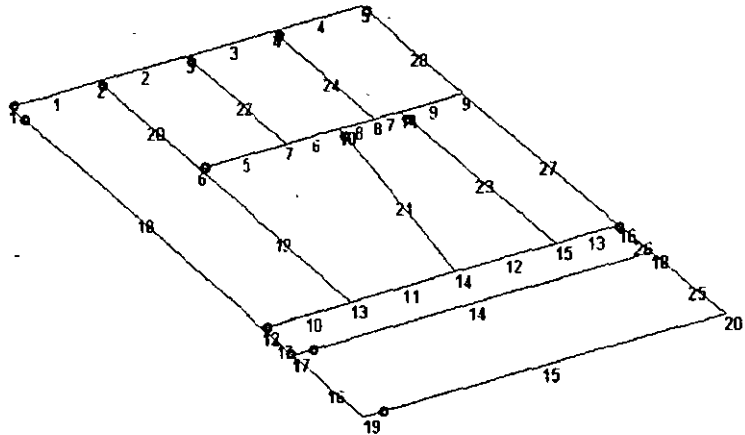


Figure 2. 56

37. To apply the releases at the beam ends, repeat the above procedure by clicking on the *Beam* button in the *Specifications* dialog box. Then, click on the *End* button, check *MZ* under the *Release* option and click on the *Add* button.

Assign this attribute to the following members.

4, 9, 13, 14, 15, 18, 16, 27, 25, 19, 21 to 24

After the releases have been assigned at the end, once again unhighlight the members by clicking anywhere in the drawing area. The structure will now look as shown below:

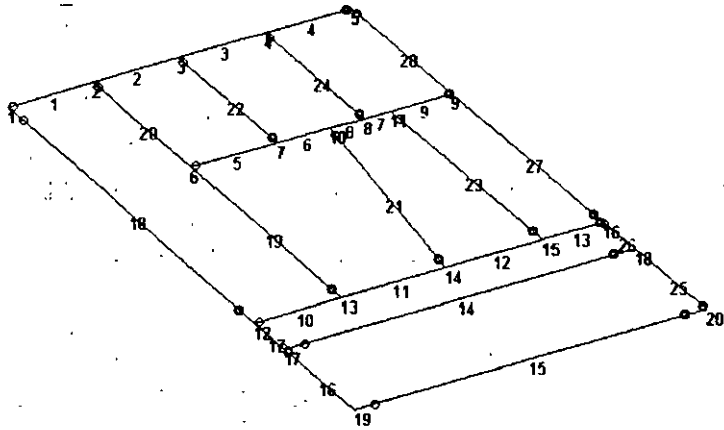


Figure 2. 57

Specifying Material Constants

38. The Commands we wish to generate are:

```

CONSTANTS
E 4176E3 ALL
POISSON STEEL ALL
  
```

To do this, go to *Commands / Material Constants / Elasticity* option from the top menu bar as shown below.

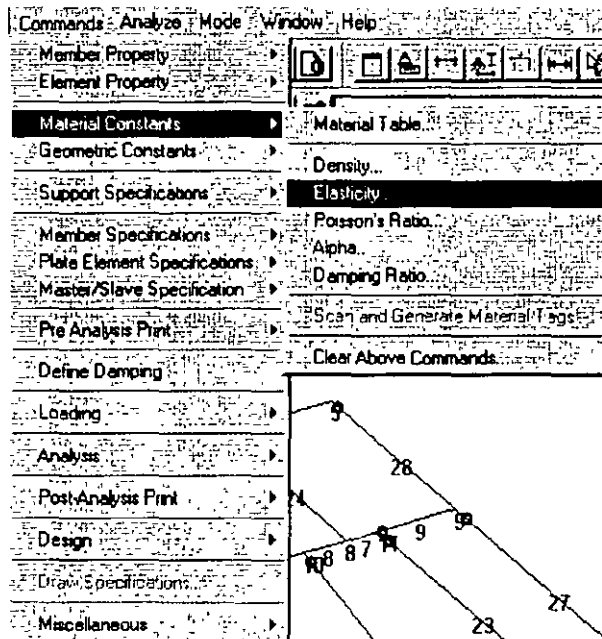


Figure 2. 58

39. In the *Material Constant* dialog box that appears, enter $4176E3$ in the *Enter Value* box. Since the value has to be assigned to all the members of the structure, setting the assignment method *To View* allows us to achieve this easily. Then, click on *OK*.

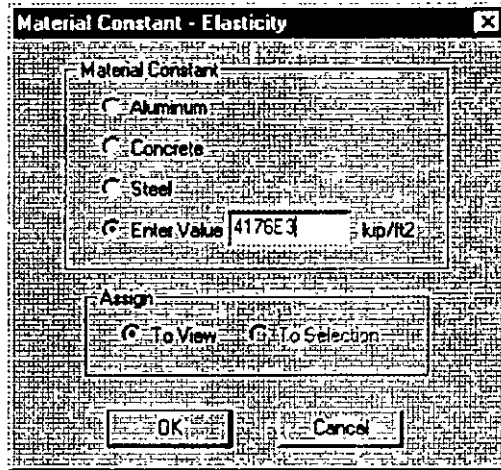


Figure 2. 59

40. In a similar fashion, set the *Poisson's Ratio* to the *Material Constant* for *Steel* and assign to all members in the view.

Assigning Supports

41. The commands we wish to generate are:

1 5 12 16 19 20 FIXED

To do this, select the *General / Support* Page from the left side of the screen. In the *Supports* dialog box, click on the *Add* button.

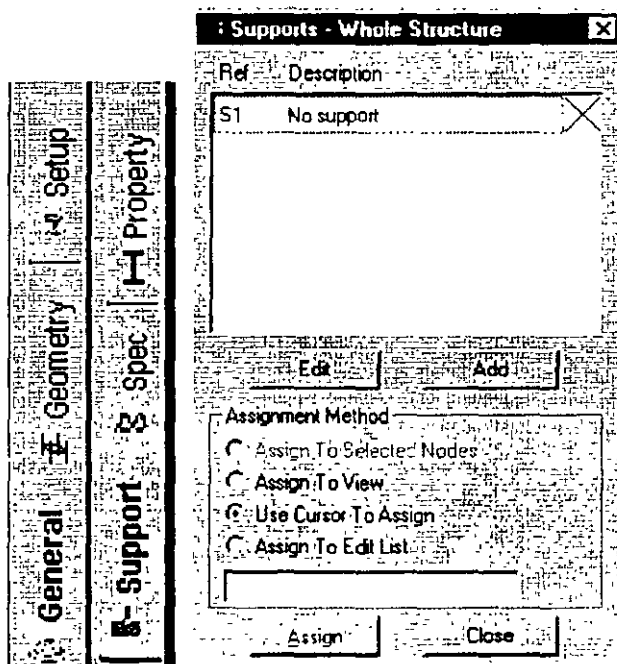


Figure 2. 60

42. In the *Create Support* dialog box that opens, select the *Fixed* tab (which also happens to be the default tab that comes up), and then click on the *Create* button. This creates a FIXED type of support where all 6 degrees of freedom are restrained.

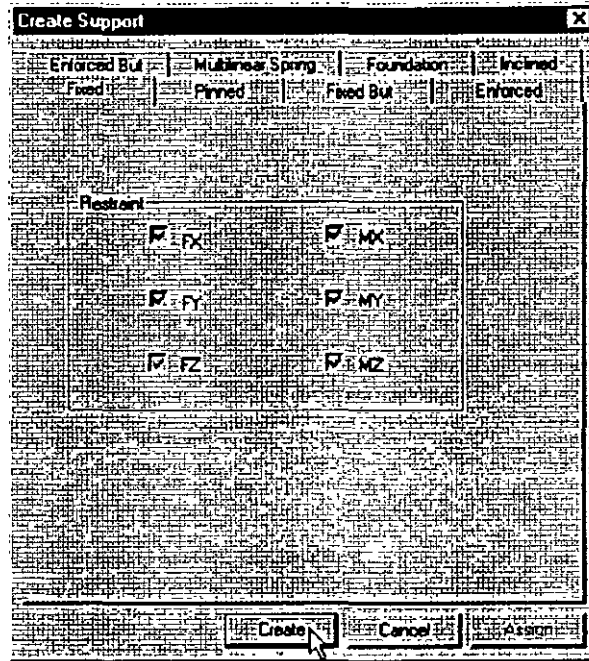


Figure 2. 61

43. To assign the support, first select the Support 2 specification in the *Supports* dialog box.

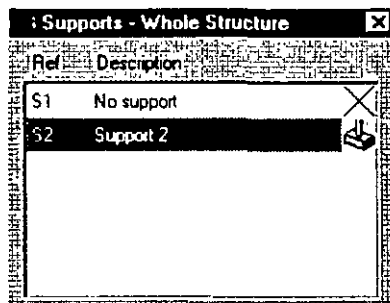


Figure 2. 62

Then, select the following nodes:

1, 5, 12, 16, 19, 20

To select these nodes, go to *Select / By List / Nodes* menu option. In the *Select Nodes* dialog box, type the node numbers in the *Enter list* box.

Notice that as we select the nodes, the *Assignment Method* automatically sets to *Assign to Selected Nodes*. Then, click on the *Assign* button in the *Specifications* dialog box.

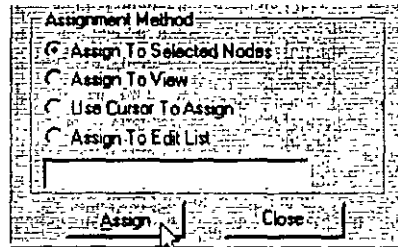


Figure 2. 63

A message box (shown below) asks us to re-confirm that we do indeed want to assign this support to the selected nodes. Let us click on *OK*.

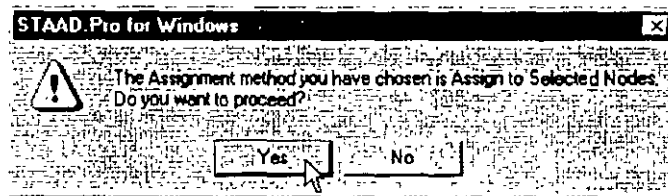


Figure 2. 64

After the supports are assigned, the structure will look as shown below:

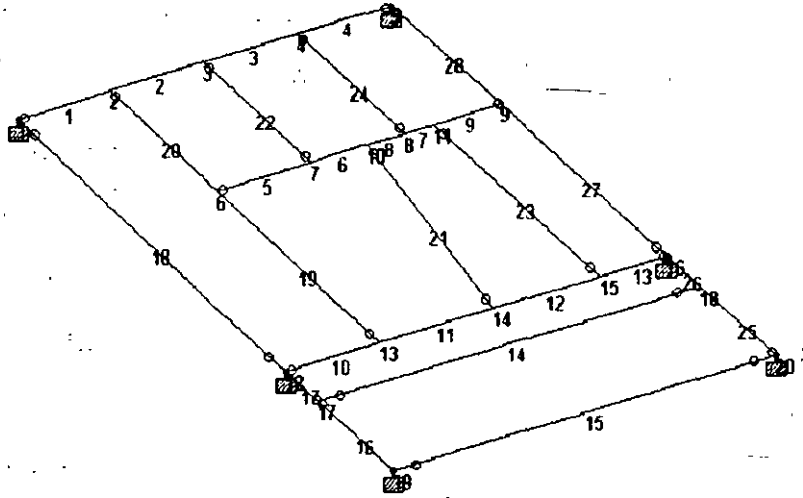


Figure 2. 65

Specifying Loads

44. Load assignments are done from the *General / Load* Page as shown below.

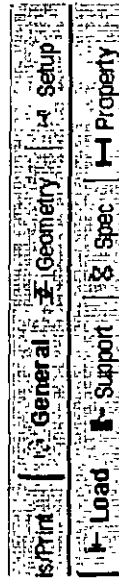


Figure 2. 66

45. For load case 1, we wish to generate the following load data:

**LOADING 1 300 POUNDS PER SFT DL + LL
1 to 28 ALOAD -0.30**

In the *Set Active Primary Load Case* dialog box that opens, enter 300 POUNDS PER SFT DL - LL as the title for *Load Case 1* and click on *OK*

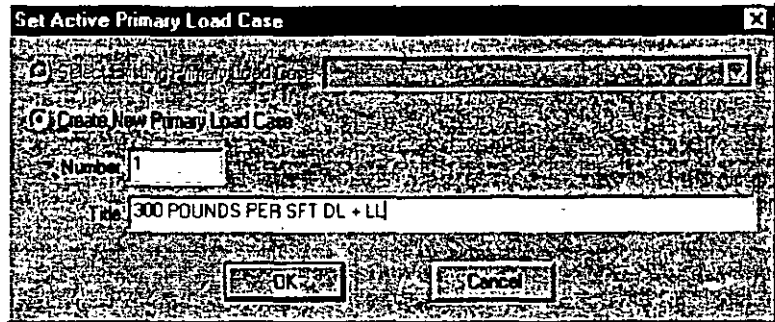


Figure 2. 67

46. In the *Loads* dialog box that appears, click on the *Member* button.

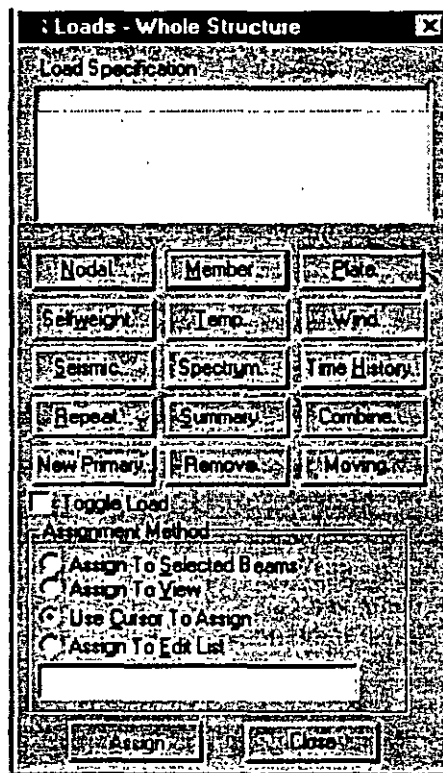


Figure 2. 68

47. In the *Beam Loads* dialog box that opens, select the *Area* tab. Enter -0.30 as the *Force* and click on the *Add* button.

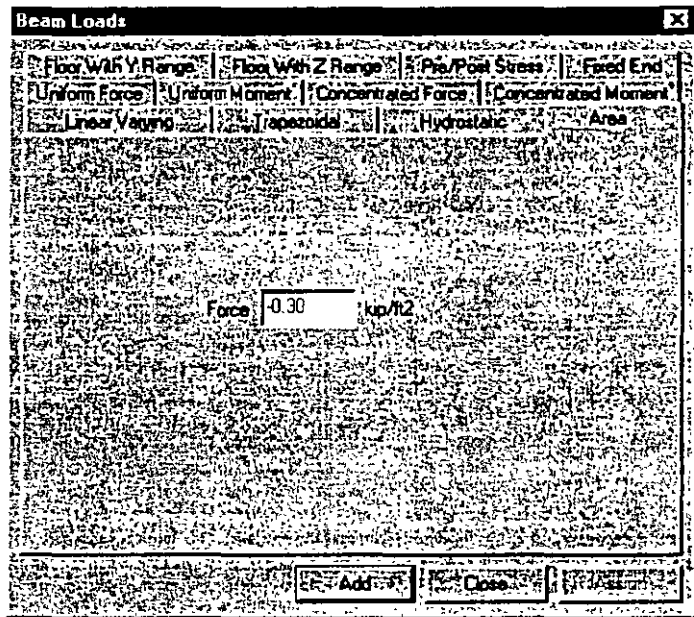


Figure 2. 69

As we click on the *Add* button, the following message box appears. In the case of loads such as joint and member loads, the magnitude and direction of the load at the applicable joints and members is directly known from the input. However, the Area load is a different sort of load where a load intensity on the given area has to be converted to joint and member loads. The calculations required to perform this conversion are done only during the analysis. Consequently, the loads generated from the Area load command can be viewed only after the analysis is completed.



Figure 2. 70

48. Since this load is to be applied on all the beams of the model, set the *Assignment Method* to *Assign to View* in the *Loads* dialog box. Then, click on the *Assign* button followed by *Close*.

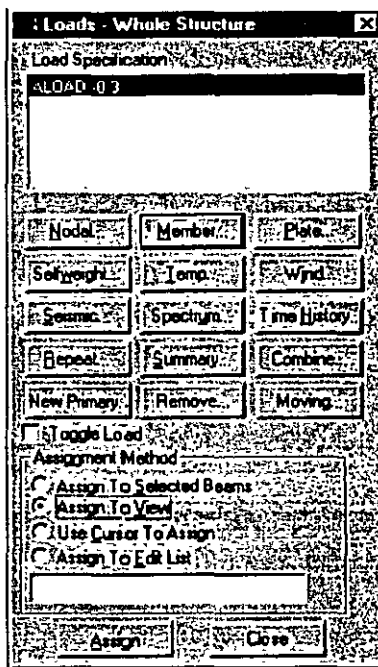


Figure 2. 71

A message box (shown below) asks us to re-confirm that we do indeed want to assign this load to all the members in the model. Let us click on *OK*

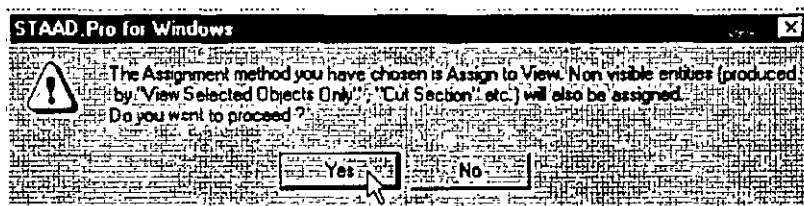


Figure 2. 72

Specifying The Analysis Command

49. The next step is to assign the commands to perform the analysis. We wish to generate the command:

PERFORM ANALYSIS PRINT LOAD DATA

To do this, go to *Analysis/Print* Page from the left side of the screen. Then, click on the *Analysis* sub-page from the second row of pages as shown below.

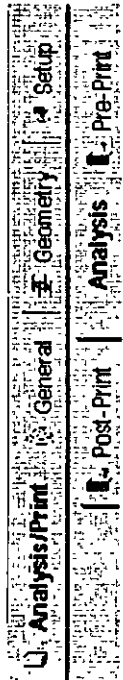


Figure 2. 73

50. Click on the *Define Commands* button in the Data Area on the right hand side of the screen.

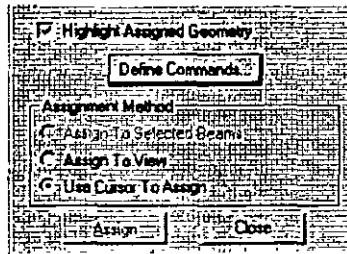


Figure 2. 74

51. In the *Analysis/Print Commands* dialog box that appears, select the *Perform Analysis* tab. Click on the *Load Data* option followed by the *Add* button and the *Close* button.

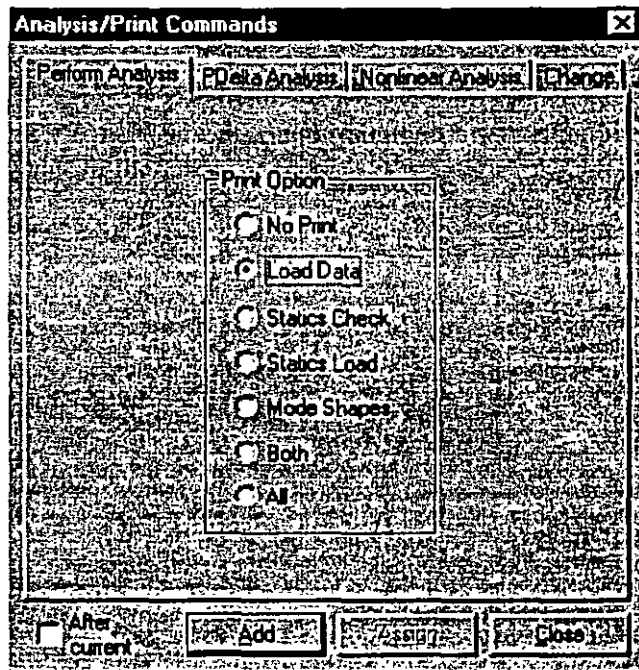


Figure 2. 75

Specifying Steel Design Parameters

52. The next step is to specify steel design parameters. To do this, click on the *Design / Steel* Page from the left side of the screen. Make sure that under the *Current Code* selections on the top right hand side, *AISC* is selected. Then, click on the *Define Parameters* button in the *Steel Design* dialog box.

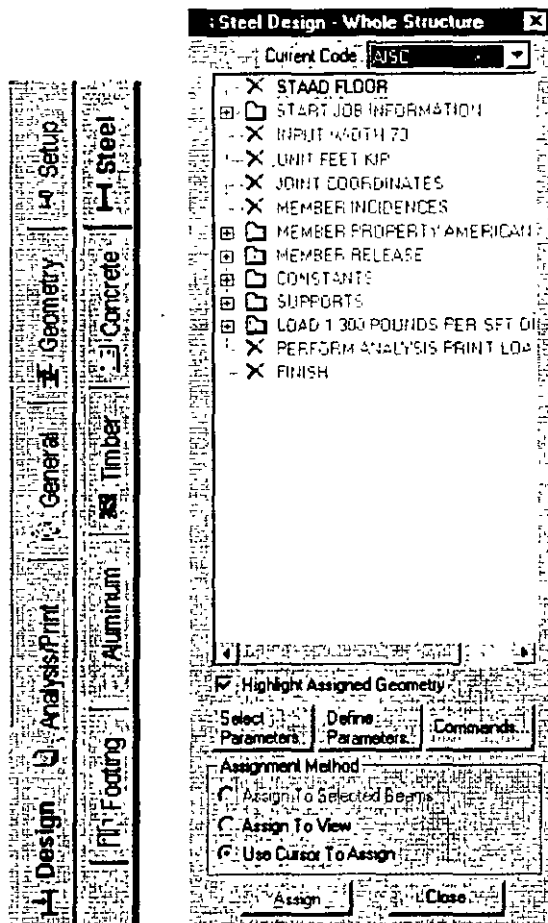


Figure 2. 76

The commands we wish to generate are:

BEAM 1 ALL
 DMAX 2.0 ALL
 DMIN 1.0 ALL
 UNT 1.0 ALL
 UNB 1.0 ALL

53. In the *Design Parameters* dialog box that opens, select the *Beam* tab. Then, define the *Beam Parameter* as 1 and click on the *Add* button.



Figure 2. 77

54. In a similar fashion select the tabs *Dmax*, *Dmin*, *Unt*, and *Unb*. Then, enter the following values and click on the *Add* button.

Parameter Name	Value
DMAX	2.0
DMIN	1.0
UNT	1.0
UNB	1.0

55. After all the values have been added, click on the *Close* button in the *Design Parameters* dialog box.
56. Since each of these parameters has to be assigned to ALL the members in the view, do the following. Select each parameter, click on the *Assign to View* button, followed by the *Assign* button in the *Design Parameters* dialog box.

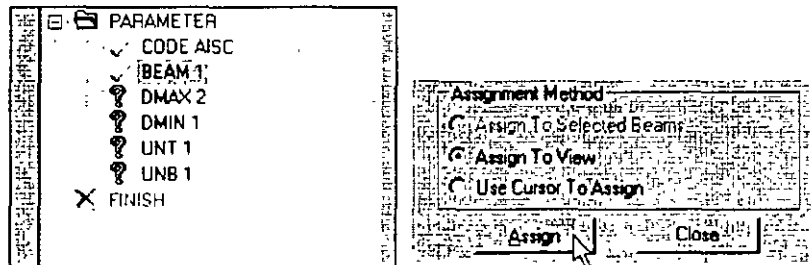


Figure 2. 78

As we click on the *Assign* button, a message box (shown below) asks us to re-confirm that we do indeed want to assign this parameter to all the members in the model. Let us click on *OK*.

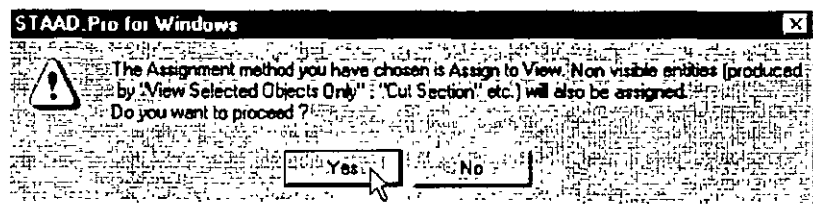


Figure 2. 79

Notice that before assigning the parameters, each of them will be preceded by \times , whereas after assigning the parameters, they will be preceded by \checkmark .

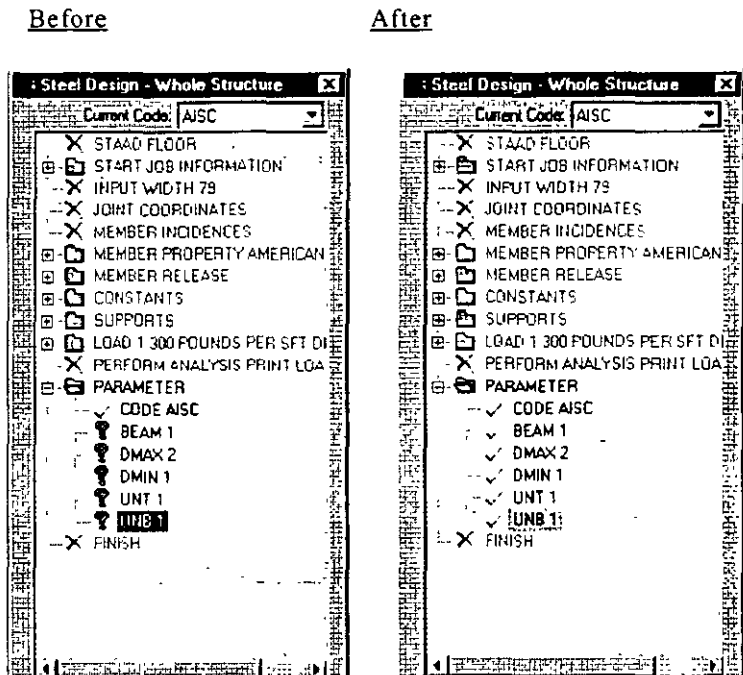


Figure 2. 80

Specifying The SELECT MEMBER Command

57. Click on the *Commands* button in the *Steel Design* dialog box.

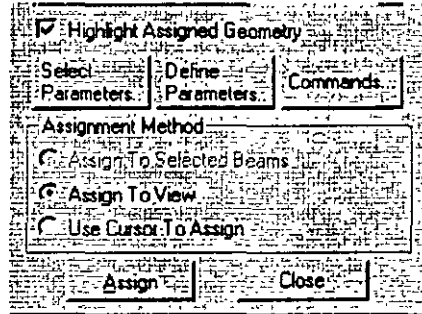


Figure 2. 81

58. In the *Design Commands* dialog box that opens, click on the *Select* tab followed by the *Add* and the *Close* buttons.

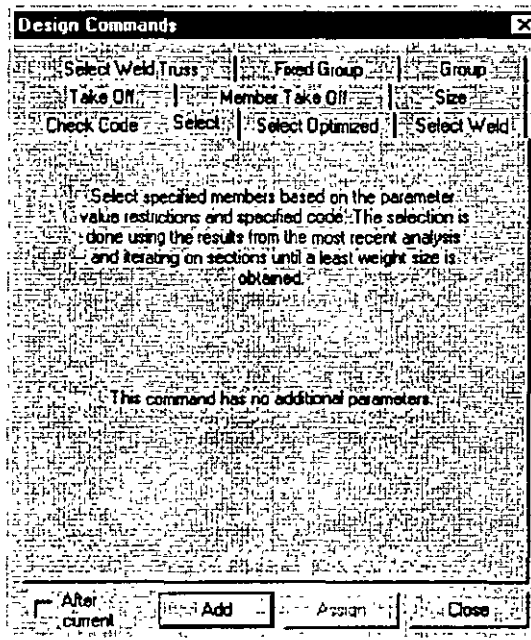


Figure 2. 82

59. Next, make sure that the SELECT parameter is selected in the *Steel Design* dialog box.

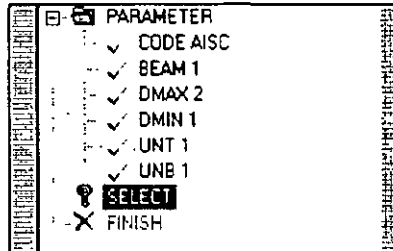


Figure 2. 83

Then, select the following members.

2, 6, 1, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 23, 24, 27

By now, you should be familiar with the process of selecting members. In case you have forgotten, you may:

- Choose the *Beams Cursor* from the *Select* menu, and then click on those members in the drawing while keeping the 'Ctrl' key pressed.

or

- Choose *By List / Beams* from the *Select* menu, and type the member numbers in the *Enter list* box, followed by *OK*.

Notice that as we select the members, the *Assignment Method* automatically sets to *Assign To Selected Beams*.

60. After the members are selected, click on the *Assign* button located in the *Steel Design* dialog box.

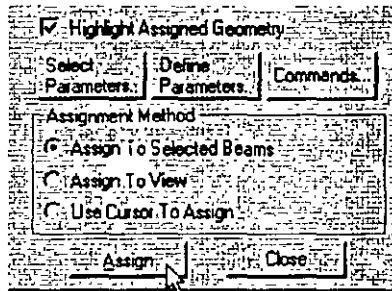


Figure 2. 84

A message box (shown below) asks us to re-confirm that we do indeed want to assign this command to the selected members in the model. Let us click on *OK*.

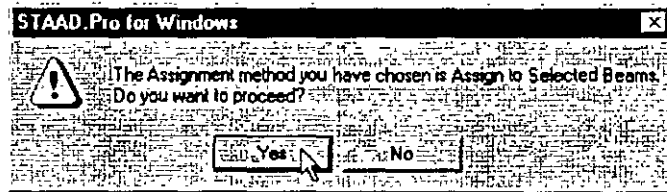


Figure 2. 85

The structure will now look as shown below.

Isometric View

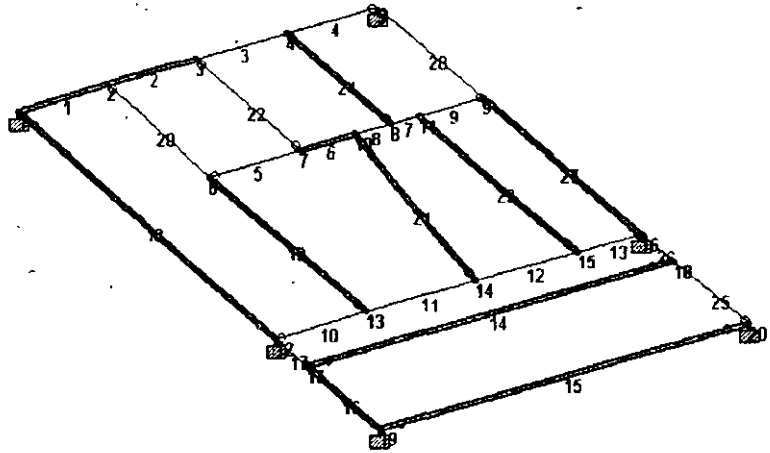


Figure 2. 86

Plan View

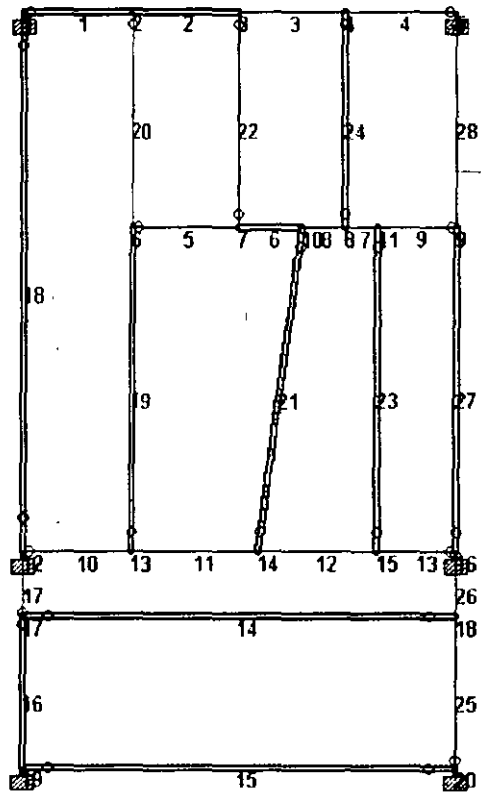


Figure 2. 87

This concludes the assigning of all the data to the structure. From the *File* menu, select *Save*, and provide a file name, if you haven't already done so.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA44 STAAD – PRO PARA ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

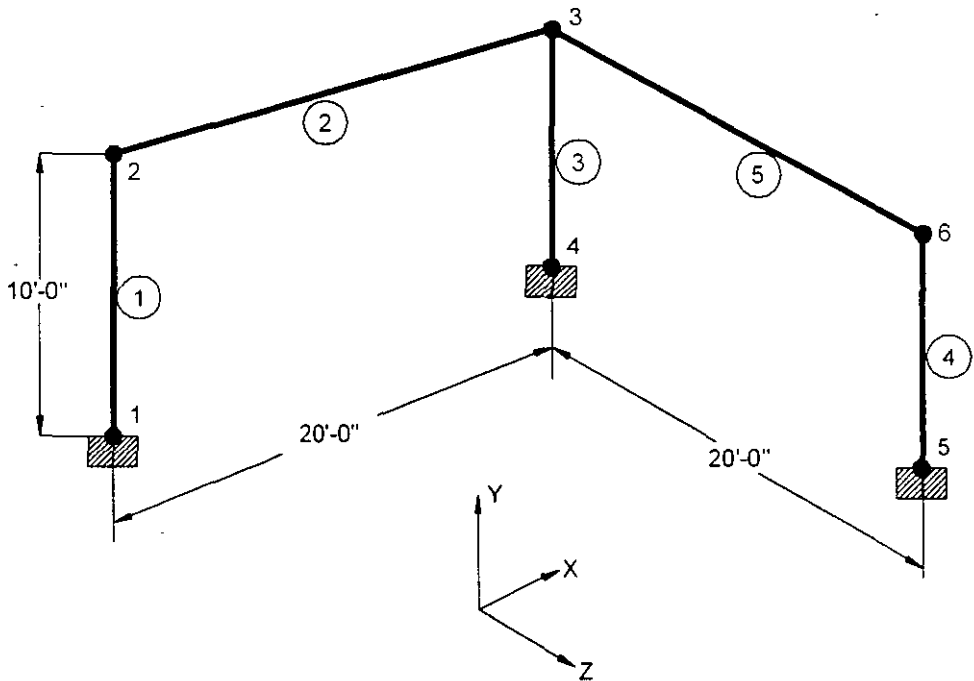
Tema

**EXAMPLE PROBLEM No. 5
DEL 22 DE SEPTIEMBRE AL 3 DE OCTUBRE**

**EXPOSITOR: ING. FERNANDO MONROY MIRANDA
PALACIO DE MINERÍA
SEPTIEMBRE DEL 2003**

Example Problem No. 5

This example demonstrates the application of support displacement load (commonly known as sinking support) on a space frame structure.



1. Select the *STAAD.Pro* icon from the *STAAD.Pro 2001* program group.

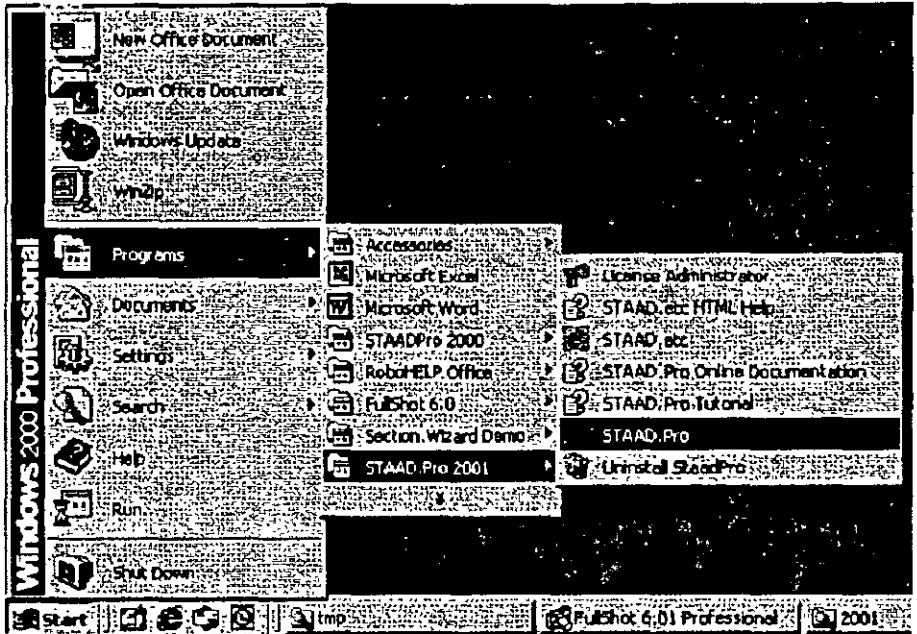


Figure 5. 1

The *STAAD.Pro* Graphical Environment will be invoked.

- The units in which we wish to create this model are the *English* units. (feet, kip, etc.) The default unit system setting is whatever we chose during the installation of the program. If you had chosen *Metric* at the time of installation, you may want to change it to *English*. To do so, click on the *File / Configure* menu option (see Figure 5.2) and choose the appropriate one (*English* for our case). Then, click on the *Accept* button.

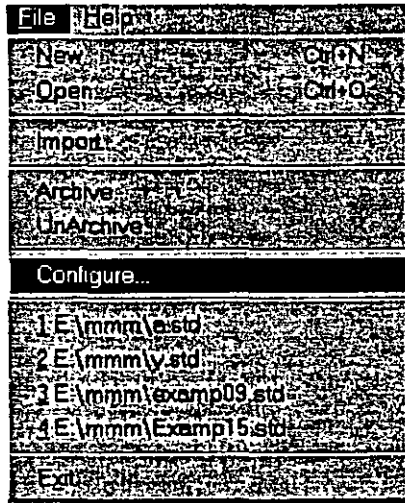


Figure 5. 2

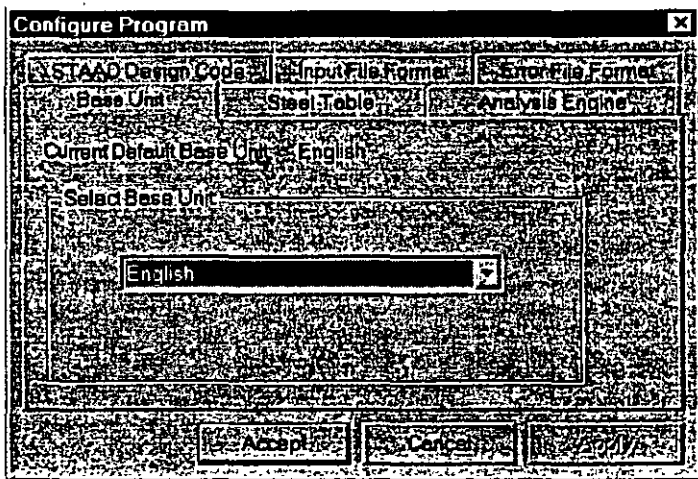


Figure 5. 3

3. To create a new structure, click on the *File / New* option in the STAAD.Pro screen that opens (as shown in Figure 5.4).

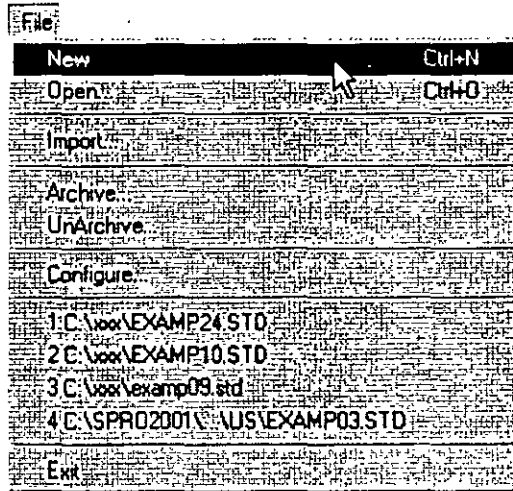


Figure 5. 4

4. In the *New File Setup* dialog box, choose *Space* as the *Structure Type* and specify an optional *Title* (EXAMPLE PROBLEM NO. 5). Then click on the *Next* button as shown in Figure 5.5.

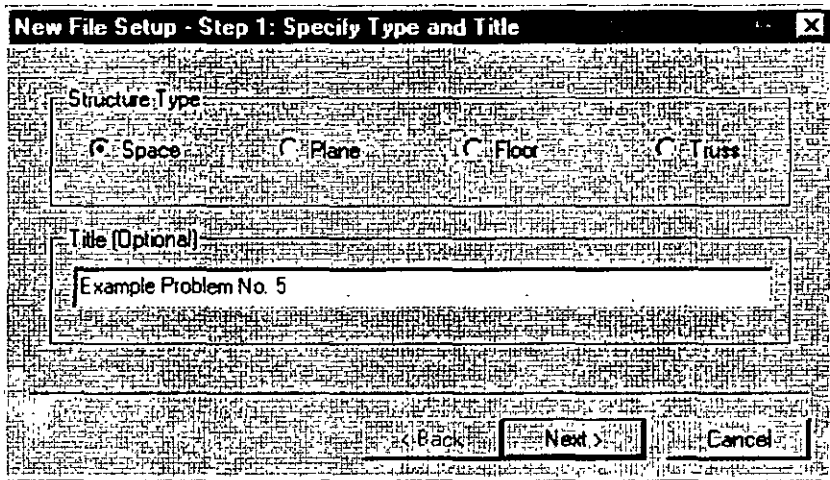


Figure 5. 5

5. The next dialog box that comes up prompts us to select the length and force units in which we wish to start working in. So, specify the *Length Units* as *Foot*, the *Force Units* as *KiloPound* and click on the *Next* button as shown in Figure 5.6. Please note that the input units may be changed subsequently at any stage of building of the model.

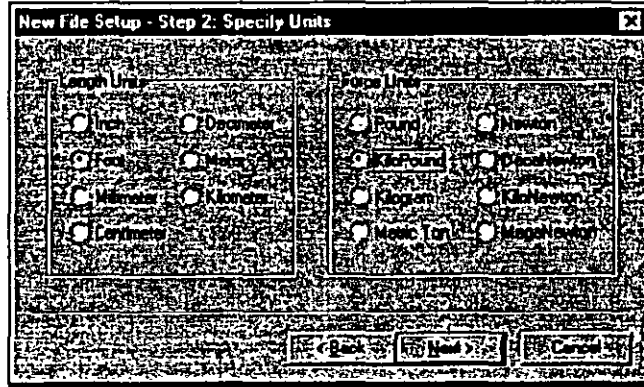


Figure 5. 6

6. This dialog box confirms the information of our previous selections. Press the *Finish* button. (see Figure 5.7)

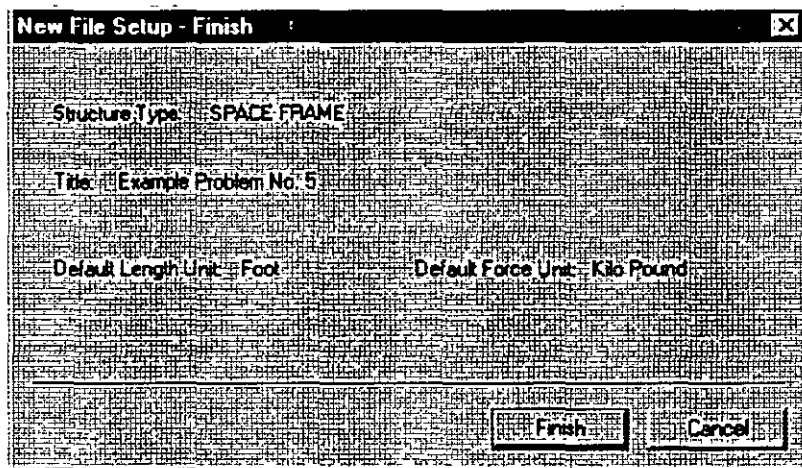


Figure 5. 7

Once we press the *Finish* button, the STAAD.Pro main window appears on the screen.

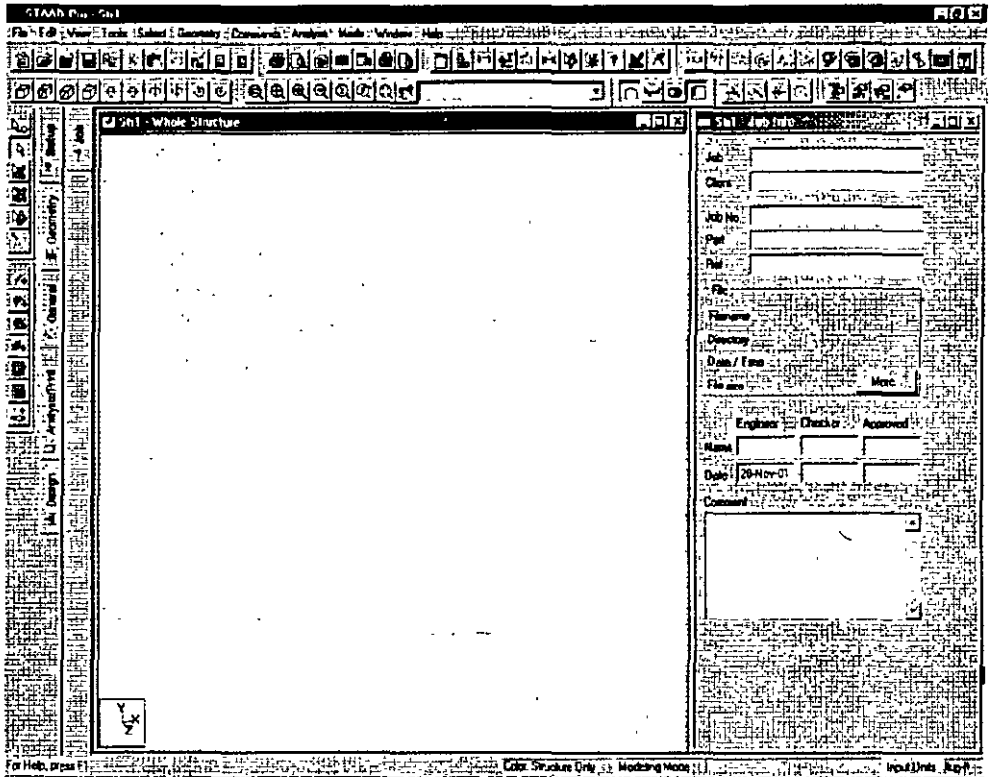


Figure 5. 8

Creating Nodes 1 to 4 And Beams 1 to 3

7. Select *Geometry / Beam* Page from the left side of the screen. In the *Snap Node/Beam* dialog box that appears in the Data Area (on the right side of the screen), choose *X-Y* as the *Plane* and in the *Construction Lines* group, set *X* to 20 and *Y* to 10 with a spacing of 1ft. (see Figure 5.9) This 20X10 grid too is only a starting grid setting to enable us to start drawing the structure, it does not restrict our model to those limits as we will see later.

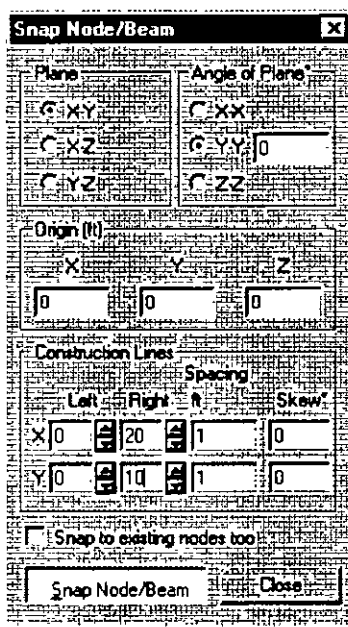


Figure 5.9

8. With the help of the mouse, click at the origin (0,0) to create the first node. In a similar fashion, click on the following points to create nodes and automatically join successive nodes by beam members. (see Figure 5.10)

(0, 10), (20, 10), (20, 0)

The exact location of the mouse arrow can be monitored on the status bar located at the bottom of the window where the X, Y, and Z coordinates of the current cursor position are continuously updated.

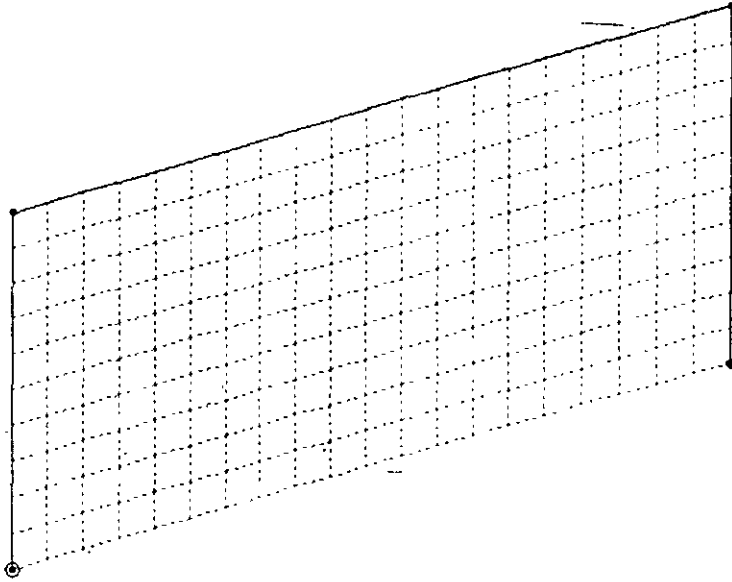


Figure 5. 10

9. After having created these three beams and four nodes, let us close the *Snap Node/Beam* dialog box.

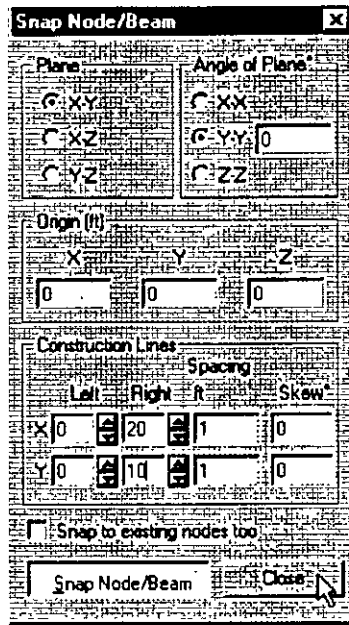


Figure 5. 11

Switching On Node And Beam Labels

10. In order to display the *node* and *beam numbers*, right click anywhere within the drawing area. In the pop-up menu that appears, choose *Labels* as shown in Figure 5.12.



Figure 5.12

Alternatively, one may access this option by selecting the *View* menu from the top menu bar followed by *Structure Diagrams*, and the *Labels* tab of the dialog box that opens. (see Figure 5.13)

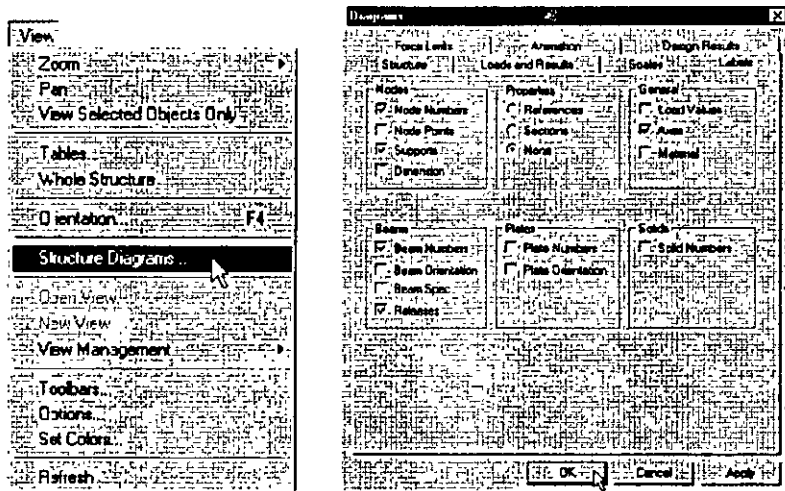


Figure 5.13

11. In the *Diagrams* dialog box that appears, turn the *Node Numbers* and *Beam Numbers* on and then click on *OK*.

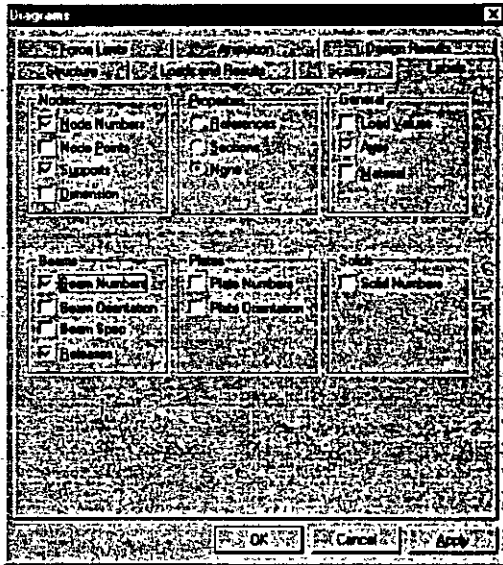


Figure 5. 14

The nodes and beams are now labeled on the drawing as shown below.

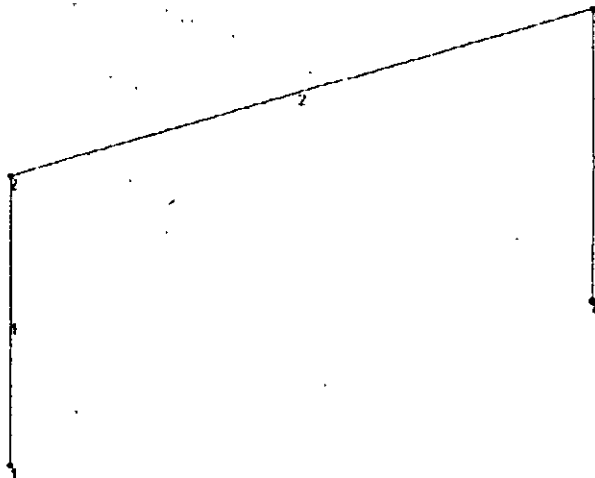



Figure 5. 15

Creating Members 4 and 5

12. Looking at the diagram of our structure shown in the title page of this example, it can be seen that members 4 and 5 can be easily generated if we could first create a copy of members 1 and 2 and then rotate those copied units about a vertical line passing through the point (20, 0, 0) by 90 degrees. Fortunately, such a facility does exist which can be executed in a single step. It is called “*Circular Repeat*” and is available under the *Geometry* menu.
13. First, select Members 1 and 2 using the *Beams Cursor* . Then, go to the *Geometry / Circular Repeat* menu option as shown below.

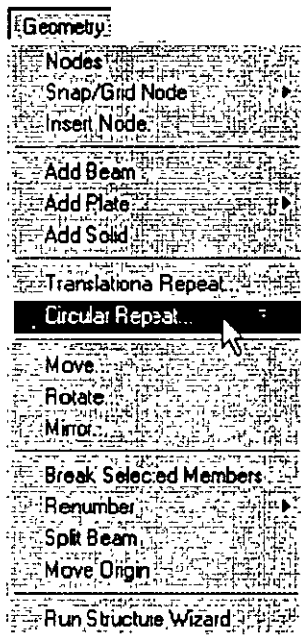


Figure 5. 16

14. In the *3D Circular* dialog box that comes up, specify the *Axis of Rotation* as *Y*, *Total Angle* as *90* degrees, *No. of Steps* as *1* and passing through *Node 3*. Instead of specifying as passing through *Node 3*, one may also specify the *X* and *Z* co-ordinates as *20* and *0* respectively. Leave the *Link Steps* box **unchecked** and click on the *OK* button. (see figure below)

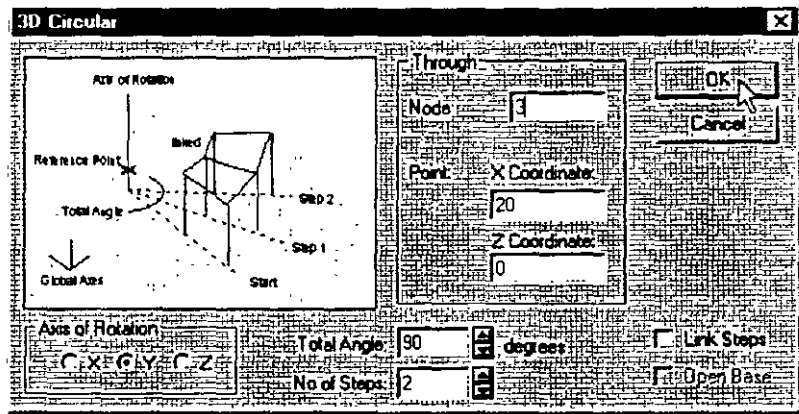


Figure 5. 17

After completing the circular repeat procedure, the model will look as shown below.

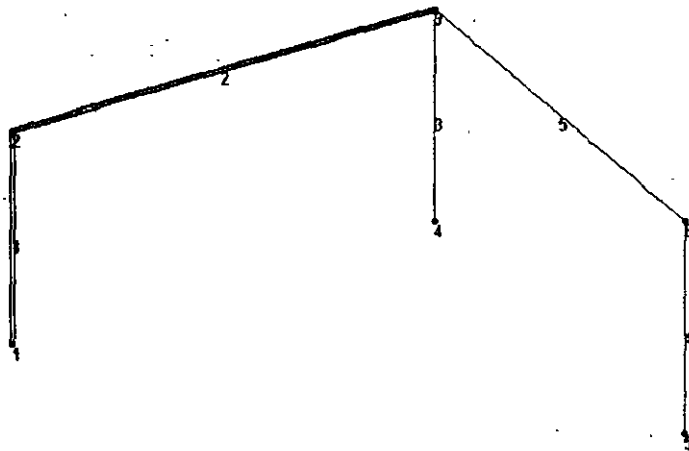



Figure 5. 18

Changing The Input Units Of Length

15. For specifying member property values, as a matter of convenience, it is simpler if our *length units* are *inches* instead of *feet*. To change the length units from feet to inch, either click on the *Input Units* icon  or select the *Tools | Set Current Unit* menu option as shown below.

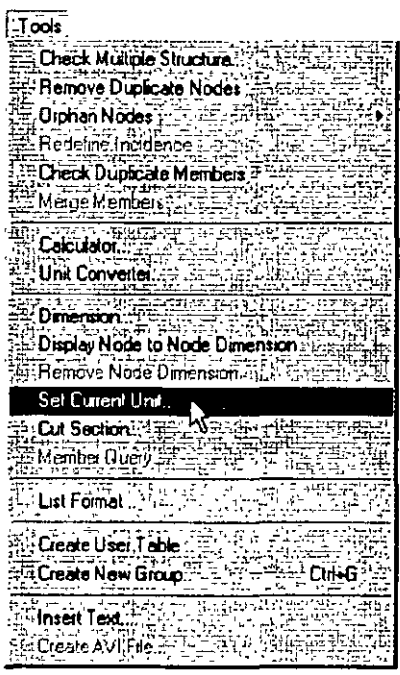


Figure 5. 19

16. In either case, the following dialog box comes up. Set the *Length Units* to *Inch* and click on the *OK* button.

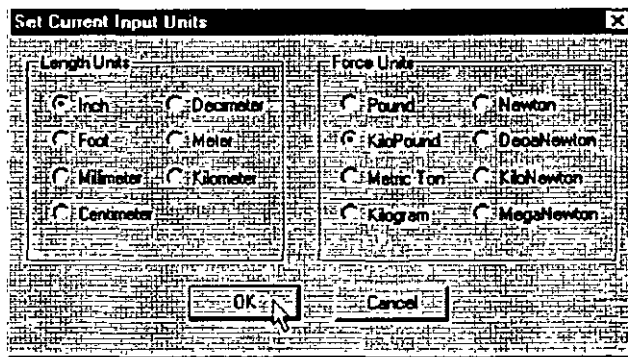


Figure 5. 20

Assigning Member Properties

17. The next step is to define properties for the members. The commands we wish to generate are:

MEMB PROP
1 TO 5 PRIS AX 10. IZ 300. IY 300. IX 10.

To do this, select the *General / Property* Page from the left side of the screen. The property type we wish to assign is called **PRISMATIC**, and is available under the *Define* button in the *Properties* dialog box as shown below.

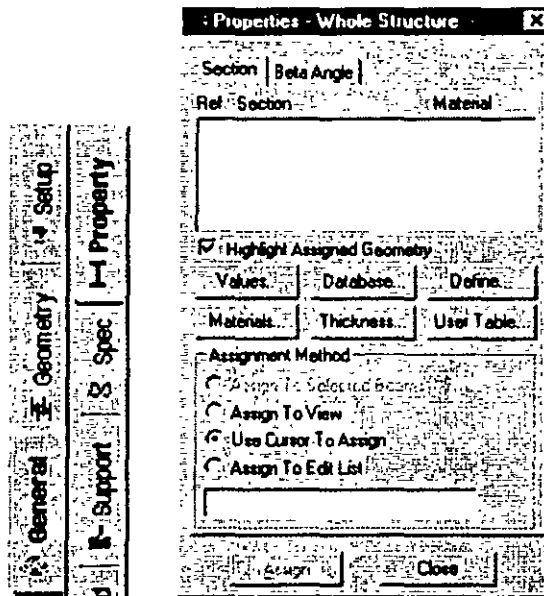


Figure 5. 21

18. In the *Prismatic Property* dialog box that comes up, select the *General* tab. Notice that the field called *Material* is presently on the **checked** mode. If we keep it that way, the material properties of steel (E, Poisson, Density, Alpha, etc.) will be assigned along with the cross-section name. The material property values so assigned will be the program defaults. We do not want default values, instead we will assign our own values later on. Consequently, let us **uncheck** the *Material* box. Then, enter the following values:

Parameter	Value
AX	10
IX	10
IY	300
IZ	300

Finally, click on the *Add* button as shown below.

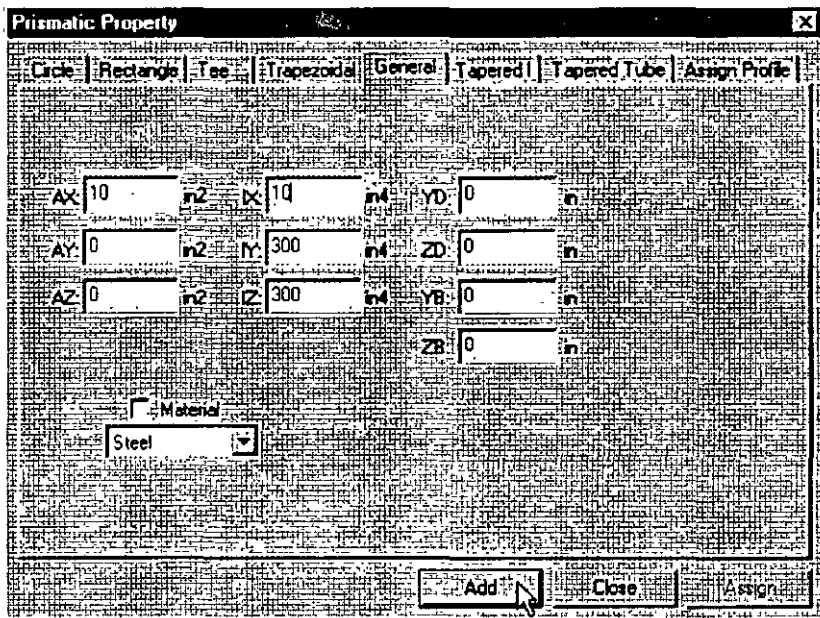


Figure 5. 22

19. Since the selected cross section has to be assigned to all the members in the structure, the simplest method to do that will be to set the *Assignment Method* as *Assign to View*. Click on the *Assign to View* button in the *Properties* dialog box followed by the *Assign* button. As we click on the *Assign* button, the following message box appears asking us to re-confirm that we do indeed want to assign this property to all the members in the model.

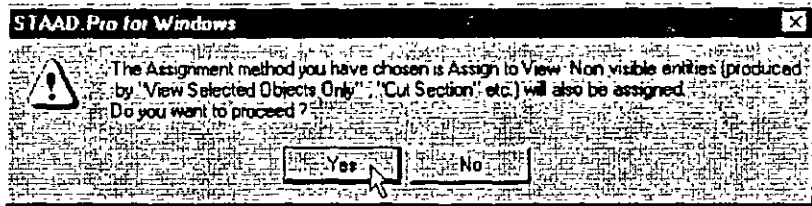


Figure 5. 23

Let us click on the *Yes* button and *Close* the *Properties* dialog box. (see Figure 5.24)

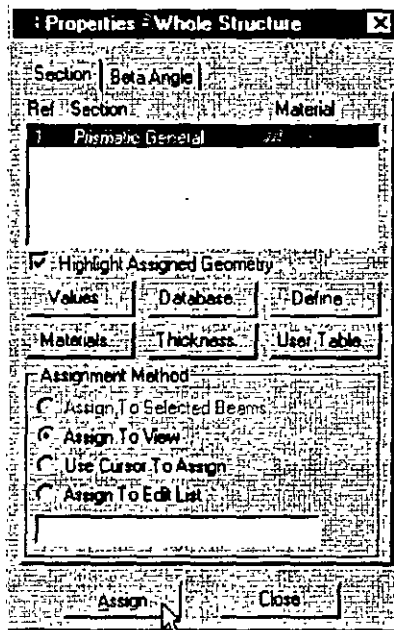


Figure 5. 24

After assigning the property, the structure will look as shown below.

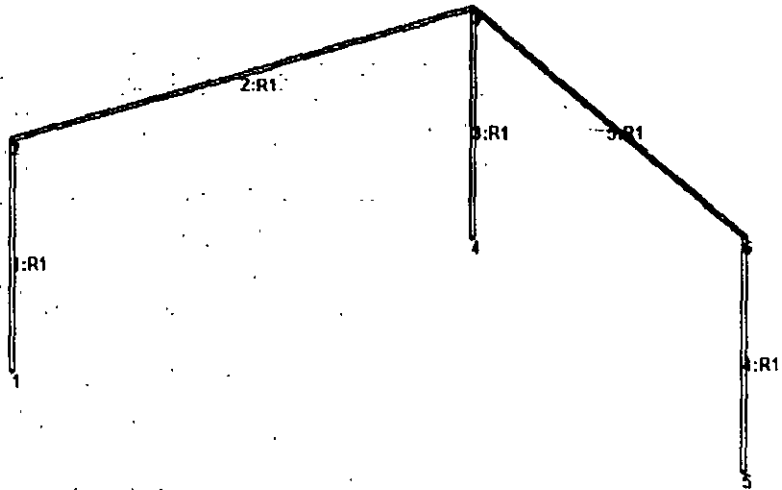


Figure 5. 25

Specifying Material Constants

20. The Commands we wish to generate are:

```

CONSTANT
E 29000. ALL
POISSON STEEL ALL
  
```

To do this, go to *Commands / Material Constants / Elasticity* option from the top menu bar as shown below.

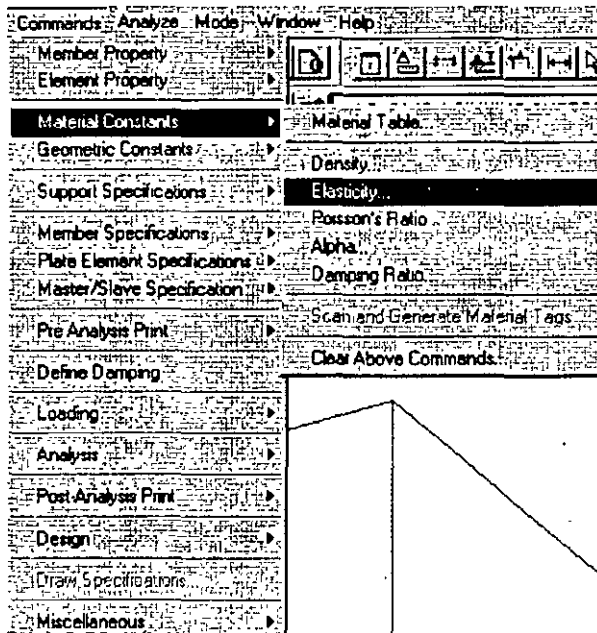


Figure 5. 26

21. In the *Material Constant* dialog box that appears, enter *29000.* in the *Enter Value* box. Since the value has to be assigned to all the members of the structure, setting the assignment method *To View* allows us to achieve this easily. Then, click on *OK.* (see figure below)

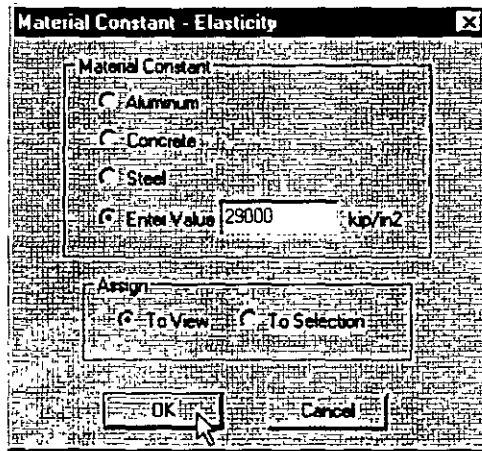


Figure 5. 27

22. In a similar fashion, set the *Poisson's Ratio* to the *Material Constant* for *Steel* and assign to all members in the view.

Assigning Supports

23. The commands we wish to generate are:

1 4 5 FIXED

To do this, select the *General / Support* Page from the left side of the screen. In the *Supports* dialog box, click on the *Add* button. (see figure below)

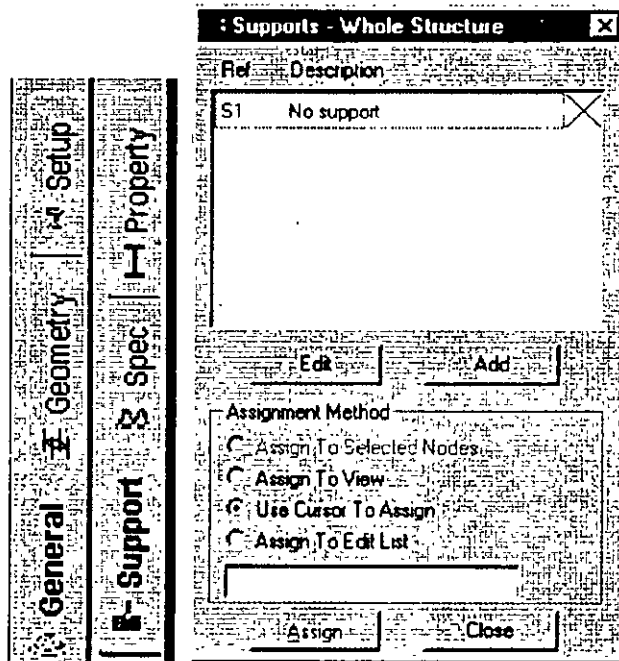


Figure 5. 28

24. In the *Create Support* dialog box that opens, select the *Fixed* tab and then click on the *Create* button as shown below. This creates a FIXED type of support where all 6 degrees of freedom are restrained.

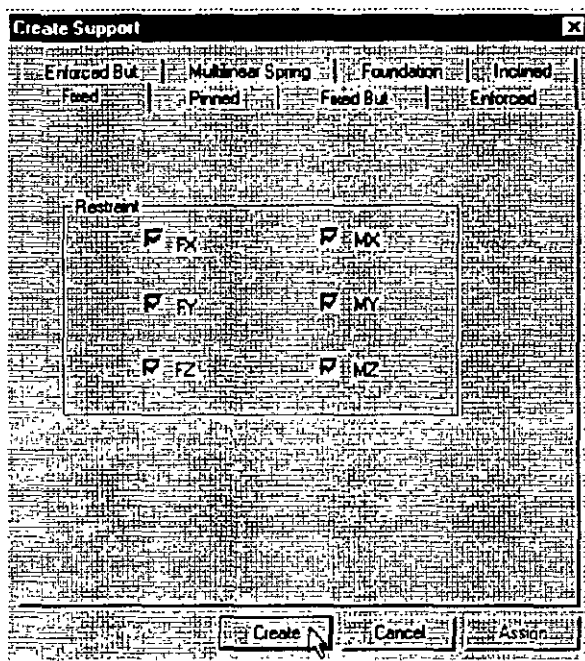


Figure 5. 29

25. To assign the support, first select nodes 1, 4 and 5. To select these nodes; go to *Select / By List / Nodes* menu option. In the *Select Nodes* dialog box, type the node numbers in the *Enter list* box.

26. Then, make sure that the Support 2 (Fixed) parameter is selected in the *Supports* dialog box.

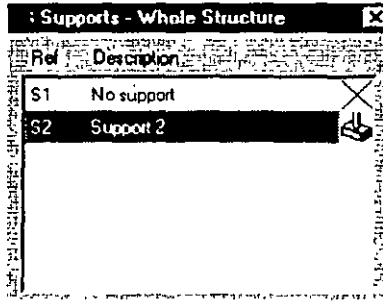


Figure 5.30

27. Notice that the *Assignment Method* becomes automatically set to *Assign to Selected Nodes*. Click on the *Assign* button in the *Supports* dialog box. (see figure below)

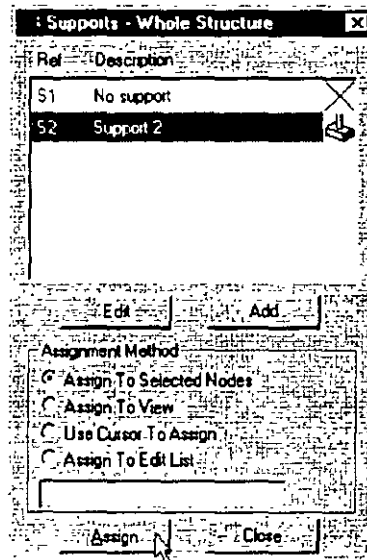


Figure 5.31

28. As we click on the *Assign* button, the following message box appears (shown below) asking us to re-confirm that we do indeed want to assign this support to the selected nodes in the model. Let us click on *OK*.

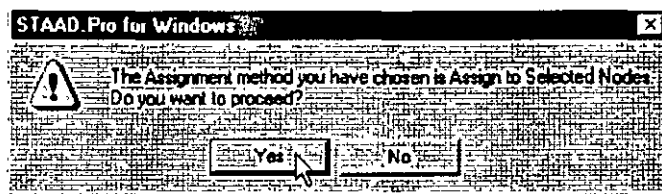


Figure 5. 32

After the supports are assigned, the structure will look as follows:

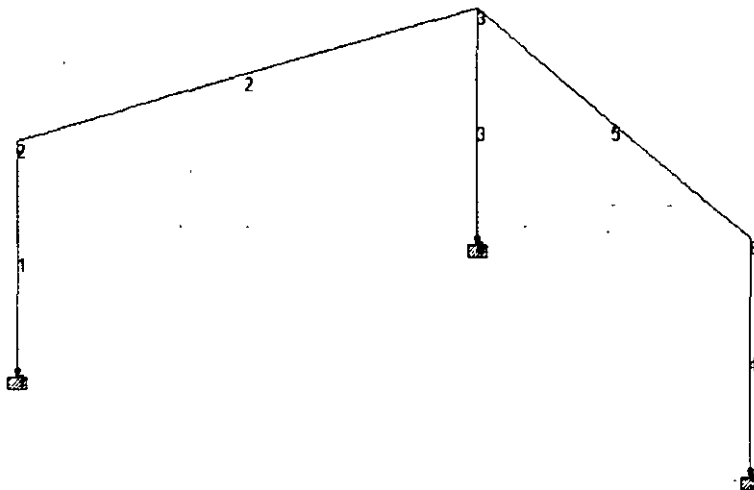


Figure 5. 33

Specifying Loads

29. Load assignments are done from the *General / Load* Page as shown below.

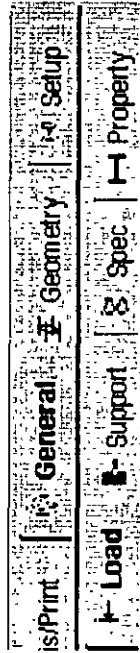


Figure 5. 34

For load case 1, we wish to apply a ½ inch displacement downwards in the global Y direction at the support at node 4.

The commands we wish to generate are:

**LOADING 1 SINKING SUPPORT
SUPPORT DISPLACEMENT LOAD
4 FY -0.50**

In the *Set Active Primary Load Case* dialog box that comes up, enter SINKING SUPPORT as the title for *Load Case 1* and click on *OK*. (see figure below)

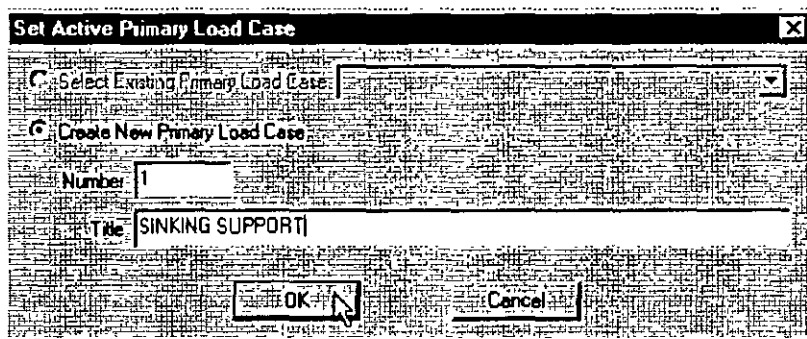


Figure 5. 35

30. The *Loads* dialog box will now appear in the Data Area on the right hand side of the screen. *Support Displacement* loads are assigned through the dialog boxes available under the *Nodal* type of loads. Hence, click on the *Nodal* button.(see figure below)

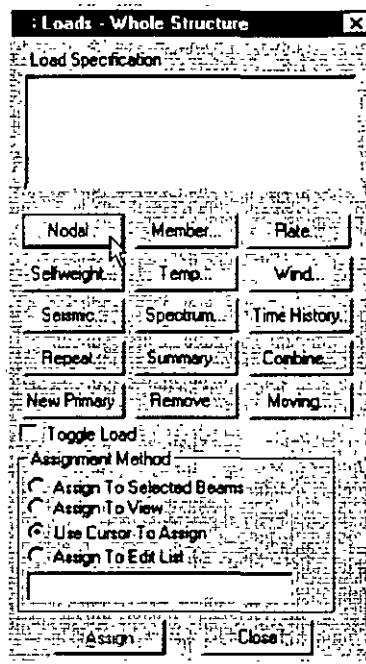


Figure 5. 36

31. In the *Node Loads* dialog box, select the *Support Displacement* tab. Enter -0.50 as the *Displacement* value, set the *Direction* to *Fy* and click on the *Add* button.

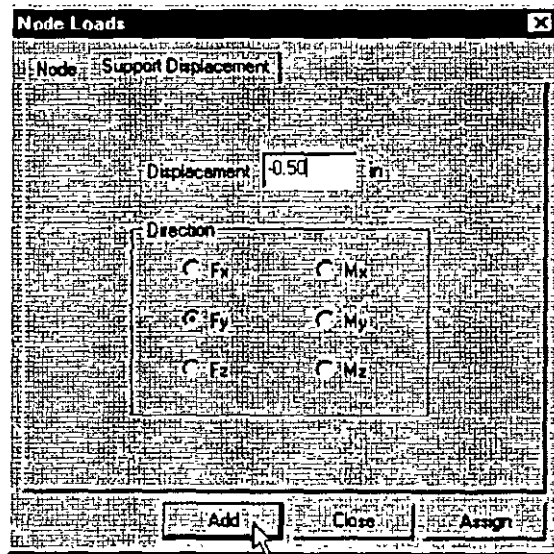


Figure 5. 37

32. This load is to be applied on node 4 of the model. We shall use a method of assignment called *Use Cursor to Assign*. To do so, first select the load from the *Loads* dialog box (it will become highlighted).

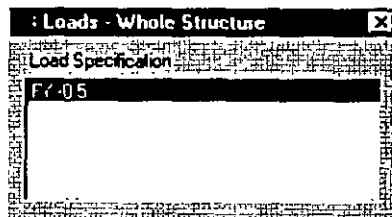


Figure 5. 38

Make sure that the *Nodes Cursor*  is selected so that we can select the nodes.

Click on the *Use Cursor To Assign* radio button. Then, click on the *Assign* button. The button will appear depressed and the label will change to *Assigning*. Using the cursor, click on node 4 to which the load is to be assigned. Click on the *Assign* button again to finish. (see figure below)

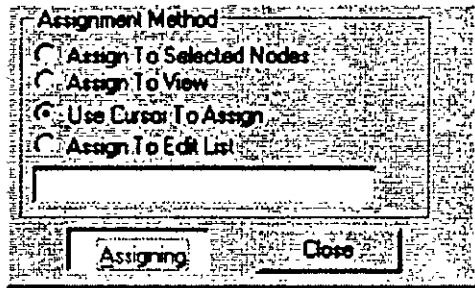


Figure 5. 39

Specifying The Analysis Command

33. The next step is to assign the commands to perform the analysis and report the analysis results. We wish to generate the following commands:

PERFORM ANALYSIS
PRINT ANALYSIS RESULTS

To do this, first go to *Analysis/Print* Page from the left side of the screen. Then, click on the *Analysis* sub-page from the second row of pages as shown below.



Figure 5. 40

34. Click on the *Define Commands* button in the Data Area on the right hand side of the screen.

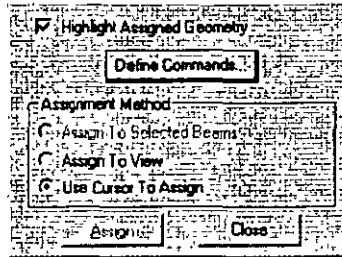


Figure 5. 41

35. In the *Analysis/Print Commands* dialog box that appears, select the *No Print* option. Then, click on the *Add* button followed by the *Close* button.

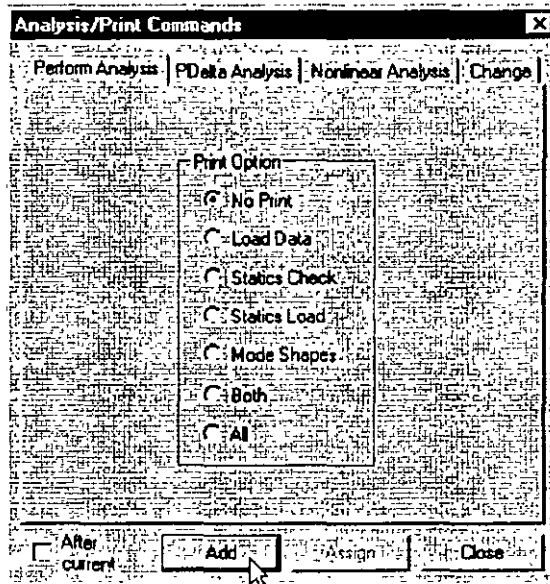


Figure 5. 42

36. The dialog box for specifying the "PRINT ANALYSIS RESULTS" command is nestled in the *Post-Print* sub-page of the *Analysis* Page.



Figure 5. 43

37. Click on the *Define Commands* button in the Data Area on the right hand side of the screen.

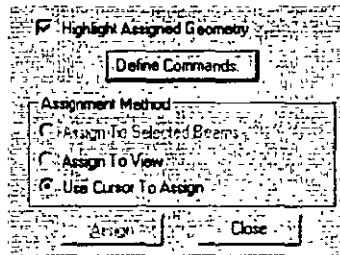


Figure 5. 44

38. In the *Analysis/Print Commands* dialog box that appears, select the *Analysis Results* tab. Then, click on the *Add* button followed by the *Close* button.

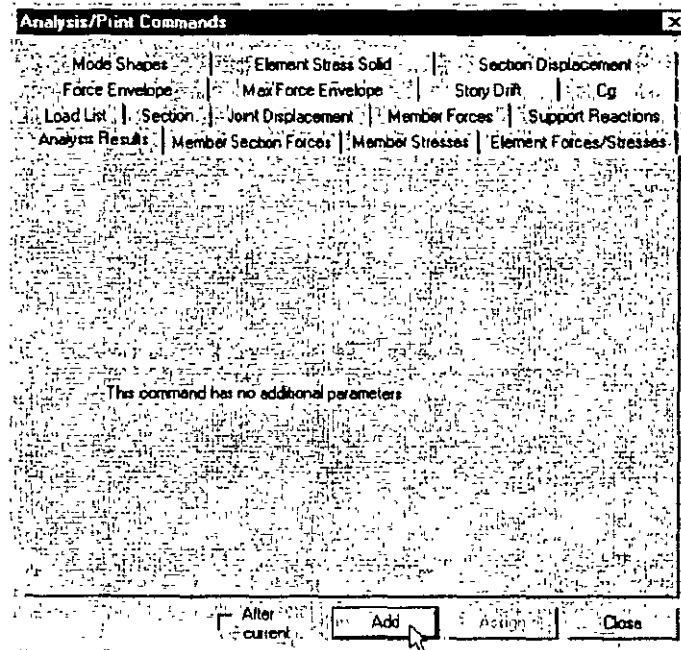


Figure 5. 45

This concludes the assigning of all the data to the structure. From the *File* menu, select *Save*, and provide a file name, if you haven't already done so.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

CA44 STAAD – PRO PARA ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Tema

INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACIÓN DEL
MODULO STAAD DEL PROGRAMA DE
COMPUTADORA STAAD/PRO
(ACTUALIZADO)

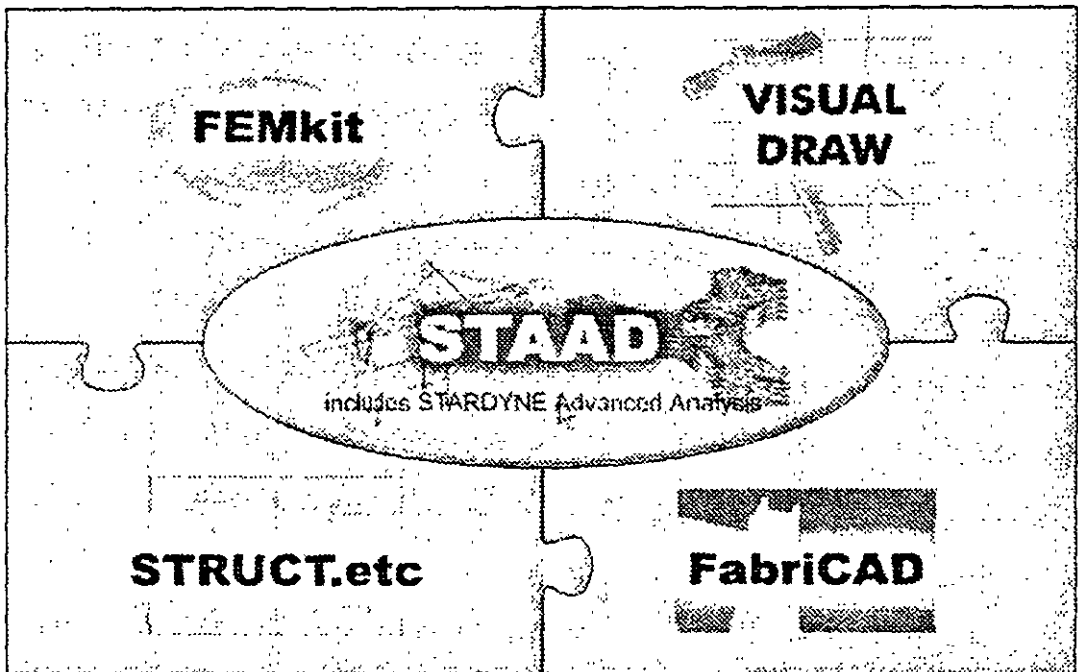
DEL 22 DE SEPTIEMBRE AL 14 DE OCTUBRE

EXPOSITOR: ING. FERNANDO MONROY MIRANDA
PALACIO DE MINERÍA
OCTUBRE DEL 2003

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

STAAD/Pro

(STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN)



**INSTRUCTIVO PARA UTILIZACION DEL MÓDULO
STAAD DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA
STAAD/Pro**

Análisis y Diseño Estructural por computadora

FERNANDO MONROY MIRANDA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

***INSTRUCTIVO PARA UTILIZACIÓN DEL
PROGRAMA DE COMPUTADORA STAAD
(STAAD/ Pro)***

*Análisis y Diseño Estructural
por Computadora*

FERNANDO MONROY MIRANDA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

PRÓLOGO

El programa **STAD/Pro** recientemente es uno de los programas más conocidos en el campo de la Ingeniería Estructural a nivel mundial, ha sido utilizado por un gran número de ingenieros en nuestro país y en muchas partes del mundo, cuenta con respaldo y soporte técnico al que tiene derecho el usuario autorizado así como con los manuales respectivos para uso del programa y de los módulos que lo componen.

Por lo anterior el Departamento de Estructuras de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, consideró conveniente iniciar una serie de cursos para enseñar a los alumnos de la carrera de Ingeniero Civil a utilizar varios programas incluyendo el módulo **STAAD** del programa **STAAD/Pro**, para ello, el contar con un instructivo que permita introducir al usuario de una manera sencilla, al programa, facilitará el objetivo anterior.

En este instructivo se pretende describir algunos de los principales elementos que intervienen en el uso del programa de computadora para Análisis y Diseño Estructural **STAAD**, cuya principal utilización será para los alumnos de la materia "Diseño Estructural" de la carrera de Ingeniero Civil, de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Se ha procurado realizar este instructivo de una manera sencilla y resumida para que el usuario no emplee demasiado tiempo en leerlo y pueda resolver su problema en lo que respecta al Análisis y Diseño de Estructuras utilizando el programa **STAAD (STAAD/Pro)**.

Se recomienda que si algunos de los elementos no son descritos ampliamente se consulten los manuales respectivos o la ayuda en línea incluida dentro del programa y se observen los ejemplos que se desarrollan al final del instructivo. Se supone que el usuario está familiarizado con la nomenclatura y terminología utilizada en el Análisis y Diseño Estructural y que cuenta con conocimientos básicos de computación en lo que respecta a manejo de información (archivos) y ejecución de programas en ambiente Windows.

El autor agradece al Ing. Miguel Ángel Rodríguez Vega, Jefe del Departamento de Estructuras, el apoyo para el desarrollo de este tipo de actividades y por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo, así como la revisión del presente instructivo.

FERNANDO MONROY MIRANDA

Cd. Universitaria, Agosto de 2001

CONTENIDO

PRÓLOGO

CAPÍTULO 1 EL PROGRAMA STAAD/Pro

- 1.1 Introducción al programa STAAD/Pro.
- 1.2 Introducción al programa STAAD

CAPÍTULO 2 RECOMENDACIONES PARA USO DEL PROGRAMA

- 2.1 Paso 1 Ejecución del programa
- 2.2 Paso 2. Tipo de estructura y datos generales
- 2.3 Paso 3. Definición de la geometría
- 2.4 Paso 4 Definición de las propiedades geométricas de los elementos
- 2.5 Paso 5 Definición las propiedades elásticas de los materiales
- 2.6 Paso 6. Tipos de fuerzas y combinaciones de carga
- 2.7 Paso 7. Elección del tipo de análisis y los resultados
- 2.8 Paso 8. Diseño de elementos

CAPÍTULO 3 MÓDULOS DEL PROGRAMA DESCRIPCIÓN GENERAL

- 3.1 Ejecución del programa, módulos que lo componen.
- 3.2 Descripción general

CAPÍTULO 4 GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA

- 4.1 Generación de la geometría
- 4.2 Asignación de propiedades geométricas

4.3 Definición y asignación materiales

4.4 Tipos de apoyo

4.5 Asignación de fuerzas, condiciones y combinaciones de carga

4.6 Opciones de análisis, selección de resultados

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

CAPÍTULO 6 VER RESULTADOS

6.1 Introducción

6.2 Ver estructura deformada

6.3 Ver diagramas de elementos mecánicos

CAPÍTULO 7 EJEMPLOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Ejemplo No 1

Ejemplo No 2

Ejemplo No 3

Ejemplo No 4

Ejemplo No 5

CAPÍTULO 8 COMENTARIOS FINALES

EL PROGRAMA STAAD/Pro

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción al programa STAAD/Pro

En los últimos años, el desarrollo de los equipos y sistemas de cómputo ha permitido una comunicación mucho más rápida, directa y sencilla entre el usuario y la computadora logrando la posibilidad de desarrollar programas que, utilizando las características de las computadoras de hoy en día, nos permitan usarlas más eficientemente y entre otras cosas facilitarnos la posibilidad de explorar varias alternativas de solución de problemas estructurales o bien considerar más variables en el modelo de las estructuras con el objeto de lograr un mejor entendimiento comportamiento de la estructura.

Tomando en cuenta lo anterior, **STAAD/Pro** es el resultado de un trabajo desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica cuyo principal objetivo fue desarrollar un programa para Análisis y Diseño de Estructuras, en donde el usuario tenga gran versatilidad en el manejo del mismo a través de una interacción directa en la mayor parte de la ejecución de los módulos que componen al programa que, junto con la relativa sencillez y facilidad de uso son algunas de sus principales características

STAAD/Pro consta básicamente de una serie de módulos (véase figura 1), de ellos, en este instructivo se describirá sólo el módulo **STAAD**, en éste, el usuario puede seleccionar diversas opciones para poder introducir y/o modificar datos, o bien almacenarlos para su procesamiento posterior, analizar la estructura, ver resultados en la pantalla o imprimirlos, ver resultados de diseño etc.

STAAD/Pro, la siguiente generación del programa **STAAD-III**, es el principal software para Análisis y Diseño Estructural de Research Engineers. En **STAAD/Pro**, el enfoque principal está en la productividad. **STAAD/Pro** dirige el proceso completo de la Ingeniería Estructural, desde el desarrollo del modelo hasta el análisis, diseño, bosquejo y detallado de componentes estructurales. **STAAD/Pro** se diseñó para trabajar de manera similar a como se hace en un despacho de Proyecto Estructural

STAAD/Pro es el ambiente de funcionamiento nativo con una ventana para la selección de los componentes que lo constituyen, permitiendo la construcción del modelo así como la visualización y comprobación de resultados. **STAAD/Pro** es el paquete principal con varios componentes optativos, que consisten en lo siguiente.

STAAD proporciona el análisis estructural y el diseño integrado de acero, concreto y madera.

STARDYNE proporciona características avanzadas de análisis. Construido alrededor de una biblioteca de elemento finito, **STARDYNE** proporciona poderosas opciones de análisis Dinámico, Sísmico, No-lineal, por temperatura, pandeo y otras capacidades avanzadas de análisis.

El ambiente **FEMkit** ofrece modelación de Elemento Finito orientada gráficamente, se complementa con tecnologías para generación de mallas 2D y 3D y herramientas poderosas para la comprobación del modelo.

Visual DRAW permite la generación de planos, elevaciones, secciones y dibujos de detalle. Totalmente integrado en el ambiente **STAAD/Pro**, **Visual DRAW** proporciona la generación de dibujos, con capacidades de edición y ploteo.

Los módulos siguientes también están disponibles como componentes de **STAAD/Pro**.

STAAD.etc es una colección de módulos de diseño de componentes estructurales, le permite al ingeniero completar el proyecto diseñando cimentaciones, muros de retención, mampostería, conexiones y otros componentes estructurales de utilidad.

FabriCAD es una herramienta integrada que realiza el detallado de acero, cálculos de fabricación y montaje, así como la generación de dibujos

El componente **ADLPIPE** ofrece un sistema confiable para modelado y análisis. Este componente ofrece una solución completa para diseño de plantas industriales

Poderoso y comprensivo, **STAAD/Pro** está basado en un diseño orientado a objetos que utiliza la tecnología MFC (Microsoft Foundation Class), aprovechando la computación de 32 bits. Una base de datos relacional, con enlaces OLE y DDE, permite intercambio de información entre múltiples aplicaciones integradas con todo el software basado en Windows

1.2 Introducción al programa STAAD

El Sistema **STAAD/Pro** es un programa escrito para computadoras personales IBM o compatibles mediante el cual puede realizarse el Análisis y Diseño de Estructuras bajo uno o más sistemas de carga formados por un conjunto de fuerzas estáticas y/o dinámicas aplicadas a la estructura proporcionando, después del análisis, los desplazamientos de los nudos, elementos mecánicos, reacciones, formas modales y resultado del diseño.

STAAD fue desarrollado básicamente bajo la hipótesis de que la estructura está formada por barras prismáticas (aunque también maneja cierto tipo de barras de sección variable) de eje recto, considerando también la posibilidad de modelar estructuras utilizando elementos placa y sólido (elemento finito)

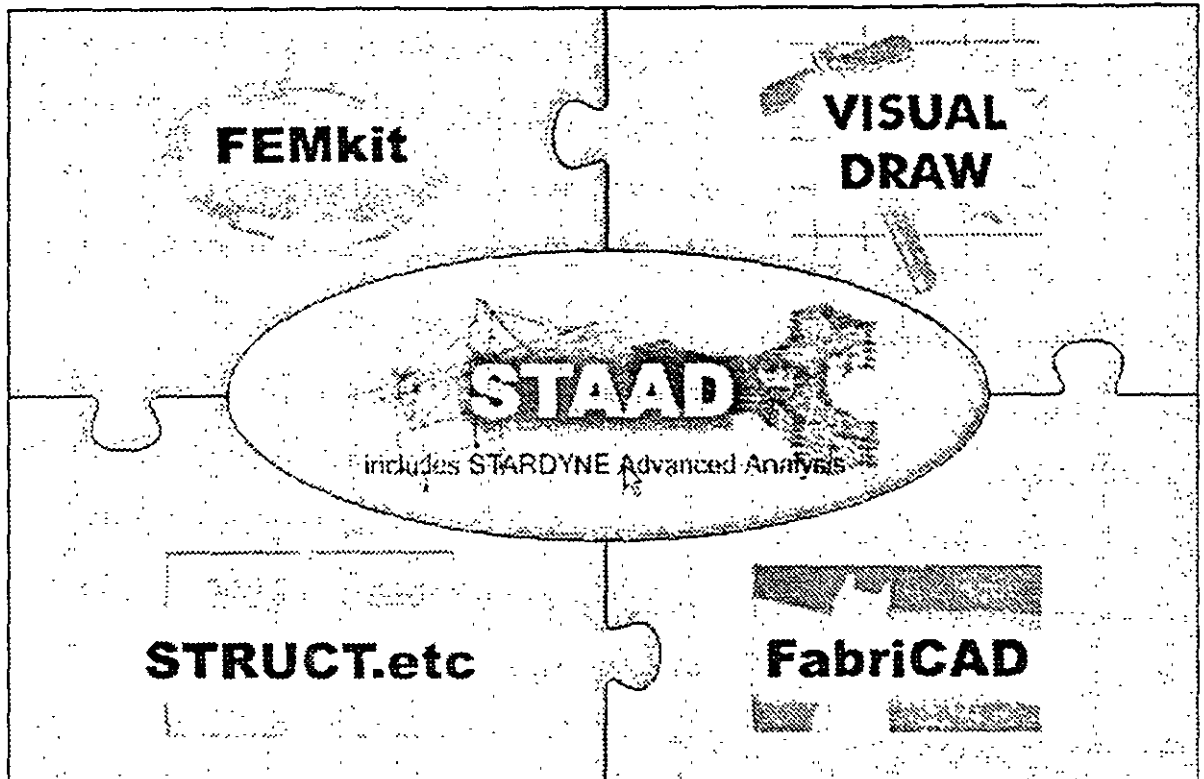


Figura 1.1 STAAD/Pro, programa principal y sistemas que lo integran

Una de las principales características del programa es la interacción que se puede establecer entre éste y el usuario, sin embargo, debido al número de opciones que el usuario puede activar, se requiere aprender su lenguaje específico para poder utilizarlo, ya que, el usuario puede seleccionar varias opciones y la ejecución de cada una de ellas genera otras más. **STAAD** es un programa orientado a eventos (seleccionar un elemento con el mouse, elegir una opción, activar/desactivar sucesos etc.) y no siempre solicita textualmente los elementos (datos) que se vayan requiriendo para la ejecución completa de ese módulo, además es necesario saber las convenciones de signos empleadas, los sistemas de referencia utilizados así como algunas recomendaciones para su uso. éstas y algunas características más son descritas en los capítulos posteriores.

En el capítulo 2 se dan las recomendaciones necesarias para facilitar la preparación e introducción de datos, en el capítulo 3 se comentan los módulos que componen el programa, el capítulo 4 describe el módulo para crear o generar la estructura, en el capítulo

5 se presentan las opciones de análisis, en el capítulo 6 se muestran las opciones para ver resultados del Análisis, el capítulo 7 contiene algunos ejemplos con la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos por el programa **STAAD**, por último, en el capítulo 8 se incluyen algunos comentarios y sugerencias finales.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL PROGRAMA

CAPÍTULO 2

2.1 Ejecución del programa

Una vez instalado, para iniciar la ejecución del programa **STAAD**, se puede hacer clic en inicio luego deslizar el puntero del ratón hasta programas, enseguida desplazarlo a la derecha y hacia abajo hasta la carpeta **STAAD/Pro** y por último a la derecha y hacia arriba (en la computadora donde se preparó este instructivo), para, finalmente hacer clic en **STAAD** (véase figura 2.1), con lo cual aparece la ventana de la figura 1.1, después de hacer clic en su zona central (**STAAD**) se muestra la ventana de la figura 2.2.

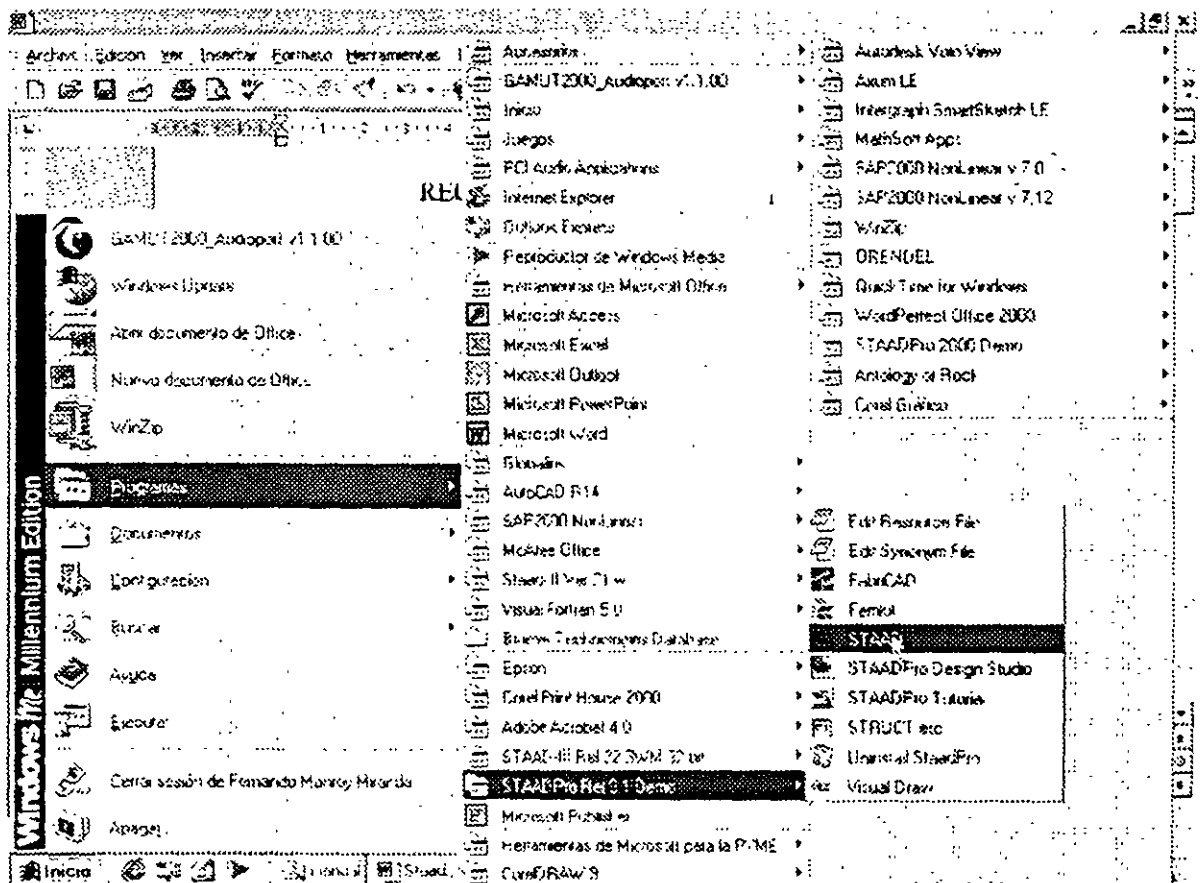


Figura 2.1 Ejecución del programa STAAD/Pro.

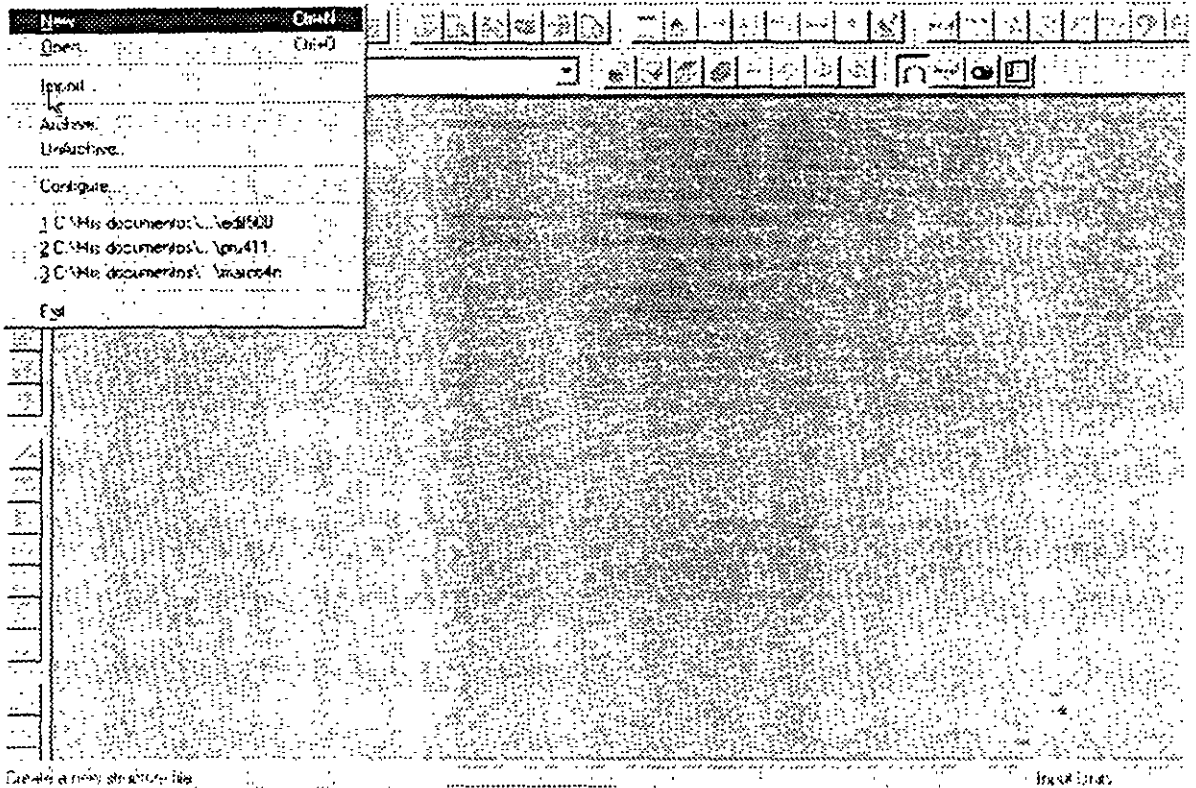


Figura 2.2 Inicio del programa STAAD.

2.2 Tipo de estructura y datos generales

Para iniciar la introducción de datos generales y el tipo de estructura por analizar se utiliza la opción **N**ew del menú **F**ile (véase figura 2.2) mostrándose la ventana de la figura 2.3

STAAD permite manejar la estructura a analizar como una de las siguientes:

Truss
Plane
Floor
Space

Para el caso de la estructura tipo **Truss** (armadura) esta puede ser plana o en 3 dimensiones (3D) en ambos casos en el análisis sólo se considerará el efecto axial.

Structure Type

Space
 Plane
 Floor
 Truss

Title (Optional)

Ejemplo 1, análisis de una viga continua

Figura 2.3 Datos generales al inicio del programa STAAD.

En la estructura tipo **Plane** se consideran cortante y axial en el plano de la estructura y flexión perpendicular a ese plano.

El tipo **Floor** permite analizar estructuras con acciones perpendiculares a su plano (retículas) considerando flexión en el plano, torsión, y cortante

El caso general lo constituye el tipo **Space** en donde se consideran flexión y cortante en dos direcciones, torsión y axial, y seis grados de libertad por nudo, desde luego que se pueden liberar extremos de las barras a algún elemento mecánico y suprimir o ligar grados de libertad (por ejemplo diafragma rígido)

La opción que corresponda a la estructura por analizar, y la introducción de un título (opcional) como identificación que se incluirá dentro del archivo de datos, se realiza en la ventana de la figura 2.3, una vez introducidos los datos y seleccionado el tipo de estructura y después de hacer clic en el cuadro Siguiente se muestra la ventana de la figura 2.4, en donde han de seleccionarse las unidades para las fuerzas y longitudes de los datos de la estructura que se introducirán posteriormente (geometría, propiedades, cargas, etc.)

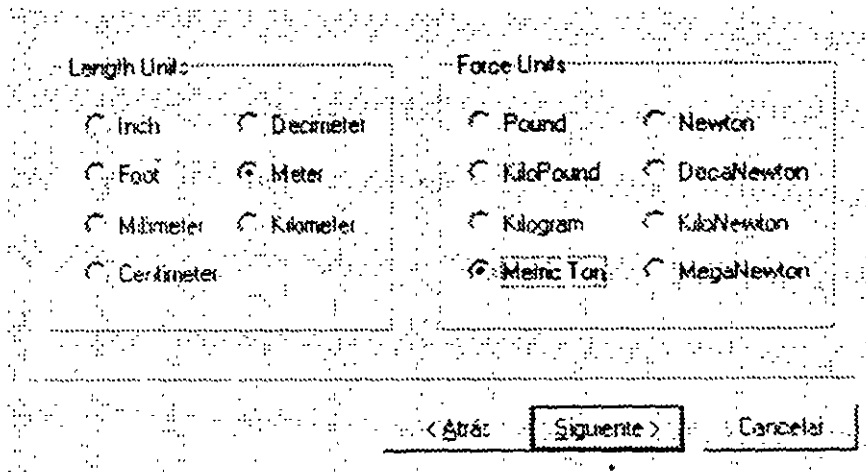


Figura 2.4 Datos de unidades al inicio del programa STAAD.

Una vez seleccionadas las unidades se hace clic en Siguiente para que se despliegue la ventana de la figura 2.5, finalmente, Finish conduce a la ventana de la figura 2.6 que es la ventana o módulo principal de STAAD

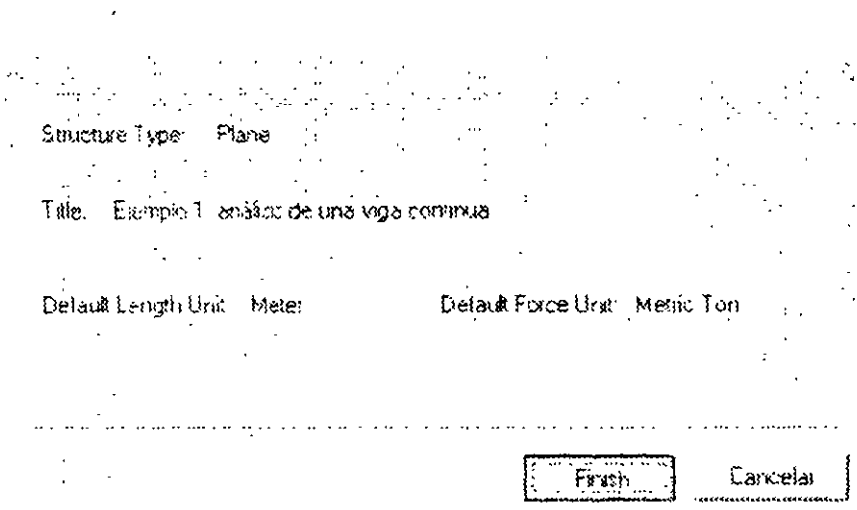


Figura 2.5 Datos seleccionados por el usuario al inicio del programa STAAD.

Observese que en esta ventana (figura 2.6), en general, están contenidos algunos elementos típicos de varios programas desarrollados para ambiente o plataforma **Windows**, es decir, una barra de título (extremo superior de la ventana), una de menús desplegables (File, Edit, View, etc.), barras de iconos (algunos típicos de varios programas, y otros propios STAAD), una barra de estado en el extremo inferior de la ventana (for help press...). En el extremo izquierdo se muestran algunos iconos y varias opciones agrupadas por categorías (Job, Setup, Geometry, etc.), seguidas por un área con fondo blanco que se utilizará para desplegar gráficamente la geometría y algunas características de la estructura

(apoyos, cargas, etc.), el área restante (a la derecha de la anterior) la utiliza el programa **STAAD** para mostrar, generalmente, información de los elementos de la estructura en forma numérica (coordenadas de los nudos, incidencias de las barras, fuerzas, etc.).

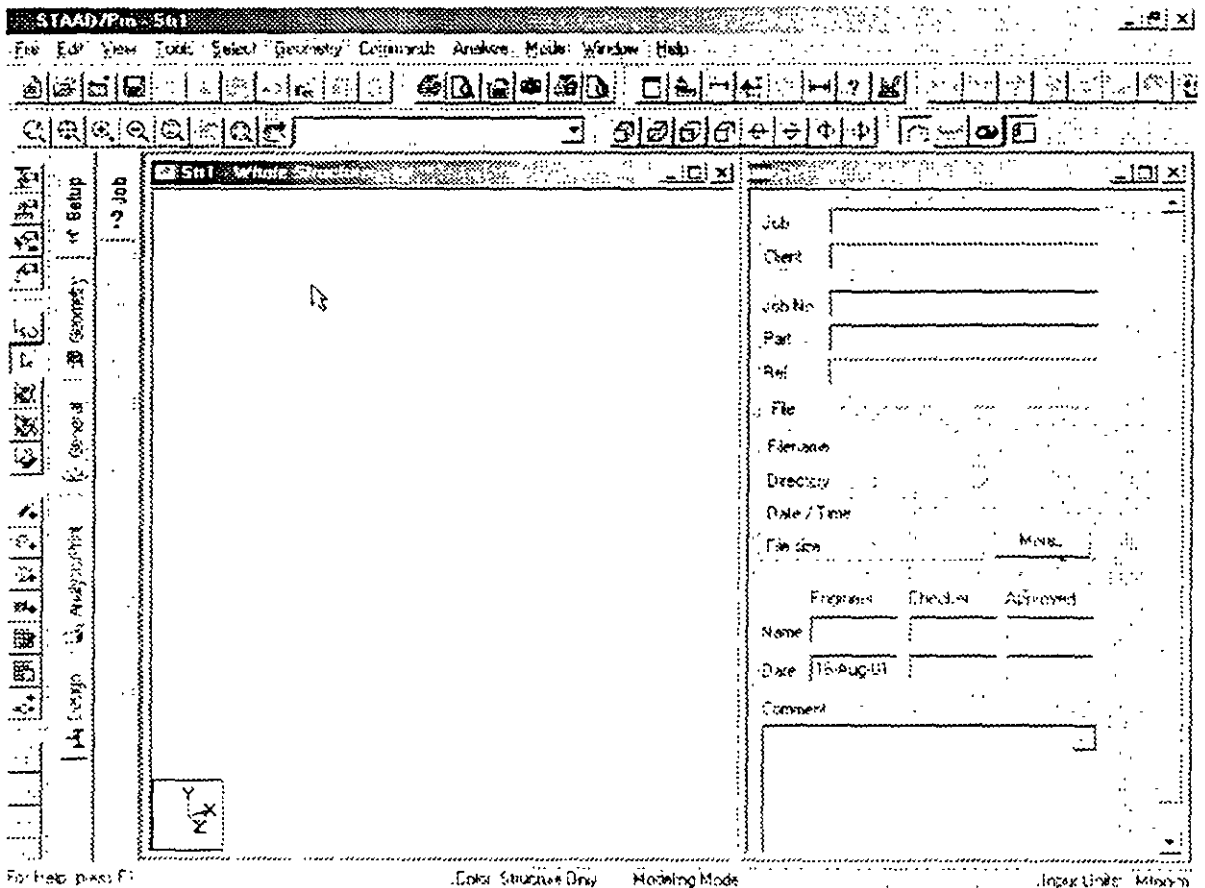


Figura 2.6 Ventana completa del programa STAAD

2.3 Definición de la geometría

Antes de iniciar la ejecución del programa **STAAD** es conveniente tener completamente bien definida la geometría del modelo. La estructura por analizar se idealizará mediante una serie de elementos estructurales conectados entre sí, los cuales, de acuerdo a sus características o con fines de análisis se podrán modelar como elementos barra (trabes, columnas, diagonales, etc.), elementos finitos placa (losas, muros) o elementos finitos sólidos (elementos tridimensionales), estos elementos estarán unidos en puntos comunes (nudos), algunos nudos estarán completamente o parcialmente restringidos (apoyos), en uno o varios grados de libertad.

La definición o ubicación de los elementos (barra, placa, sólido) se logra localizando sus nudos extremos, por ejemplo, en un sistema coordenado cartesiano. Proporcionando las coordenadas de esos nudos (o su longitud si es que el elemento barra es paralelo a alguno de los ejes de referencia) así como los nudos extremos (incidencias) de la barra queda definida su posición.

No es necesario numerar los nudos que forman parte de la estructura ya que el programa lo hace de manera automática. Es conveniente localizar nudos en donde se tenga cambio de propiedades geométricas o elásticas, recordando que el elemento barra requiere de dos nudos para posicionarlo, el elemento placa 3 ó 4 y el sólido desde 4 hasta 8 nudos (véase figura 2.7).

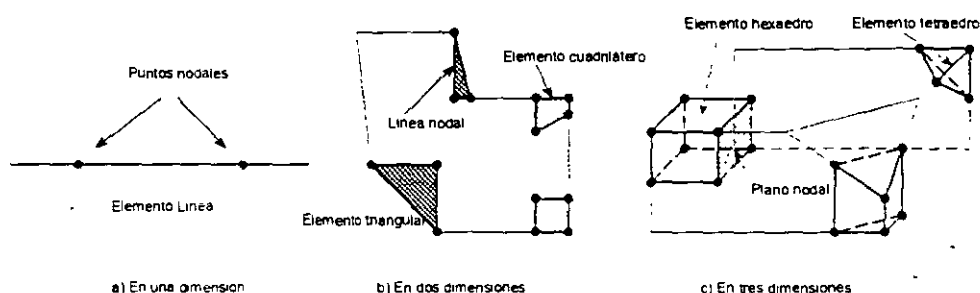


Figura 2.7 Tipos de elementos y nudos que los definen.

2.4 Definición de las propiedades geométricas de los elementos

Los siguientes son algunos de los tipos de elementos barra que permite manejar STAAD.

- Prismáticos (rectangular, circular, etc)
- Elementos estándar de acero.
- Elementos de acero definidos por el usuario
- Sección I de peralte variable
- Asignarles una forma específica

Para elementos barra prismáticos de forma arbitraria se requiere proporcionar las siguientes propiedades referidas a ejes locales y centroidales de la barra

AX = Área de la sección transversal.

IX = Constante de torsión

IY = Momento de inercia al rededor del eje y.

IZ = Momento de inercia al rededor del eje z

AY = Área de cortante en dirección y .
 AZ = Área de cortante en dirección z .
 YD = Dimensión de la sección en dirección y .
 ZD = Dimensión de la sección en dirección z .

Para barras de sección trapezoidal o T el significado de YB y ZB se muestra en la figura 2.8.

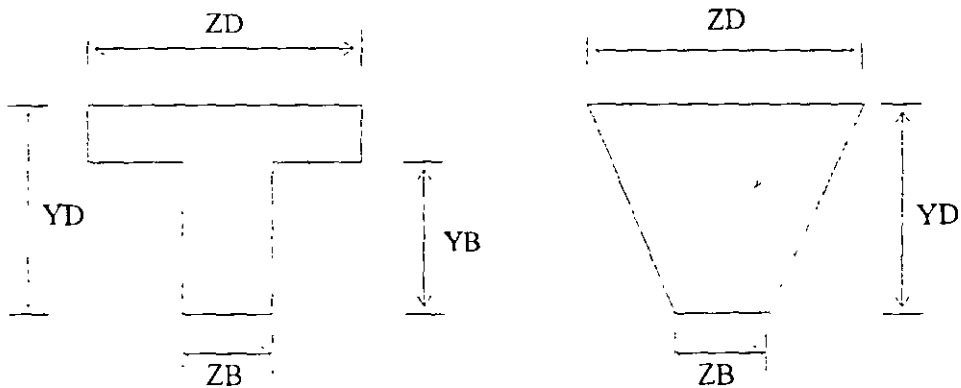


Figura 2.8 Características de secciones T y trapezoidal

Si al programa se le solicita el cálculo de esfuerzos o el diseño (revisión) en concreto o acero será necesario proporcionar los valores de YD y ZD en caso contrario se pueden omitir

Si no se proporcionan las áreas de cortante el programa no considera ese efecto en el análisis. esto sólo es posible definiendo a las barras de tipo "General" e introduciendo los valores de sus propiedades

Para secciones específicas (rectangular, circular etc.) las propiedades son obtenidas por el programa sólo con proporcionar las dimensiones características según la forma de la sección transversal de la barra (p ej B y D para la sección rectangular, D para la circular, etc) en este caso serán considerados los efectos de deformación por cortante.

Dependiendo del tipo de estructura, en la tabla 2.1 se muestran las propiedades geométricas mínimas que es necesario proporcionar para que el análisis se pueda realizar.

Tipo de estructura	Propiedad geométrica requerida
TRUSS	AX
PLANE	AX, IZ ó IY
FLOOR	IX, IZ ó IY
SPACE	AX, IX, IY, IZ

Tabla 2.1 Propiedades geométricas mínimas requeridas para el análisis.

El programa STAAD permite asignar las propiedades geométricas de los elementos barra de acuerdo a una tabla de perfiles de acero estándar (P ej tabla AISC) o tomarlas de una tabla definida por el usuario

En el caso de secciones I de peralte variable los datos son los que se muestran en la figura 2.9.

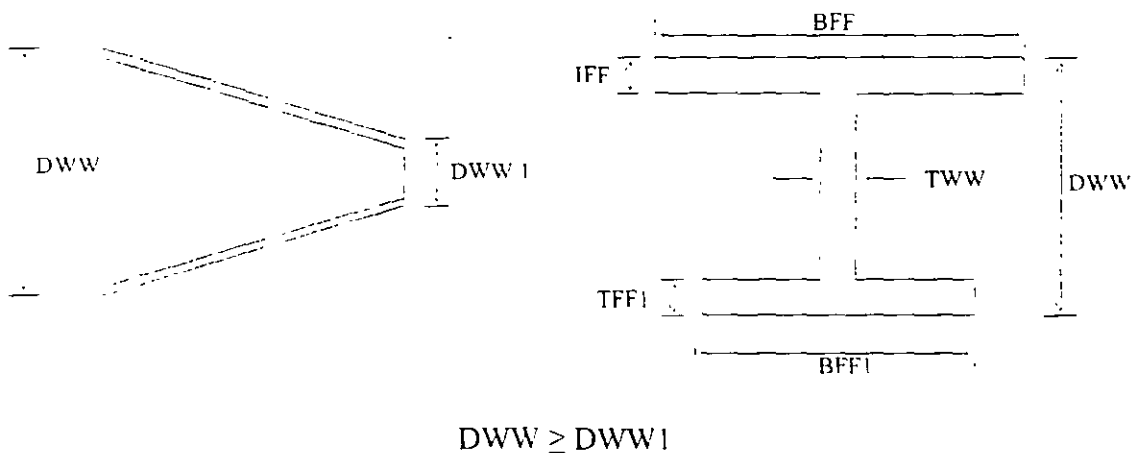


Figura 2.9 Características de la sección I de peralte variable

Al programa se le pueden dar instrucciones para que, de manera automática, maneje a los elementos con secciones de formas específicas (sección T, o formada por uno o dos ángulos, etc.)

Para el caso de los elementos placa será necesario proporcionar el espesor de la placa en cada esquina, para el sólido no es necesario proporcionar propiedades geométricas sólo constantes elásticas

2.5 Definición de las propiedades elásticas de los materiales

Para realizar el análisis se requiere tener definidas las constantes del material del cual están o estarán hechos los elementos (barra, placa y sólido) como son E (Módulo elástico), y μ (relación de Poisson) y, mediante la siguiente expresión se obtiene el modelo de rigidez a cortante.

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

Para incluir el peso propio es necesario proporcionar el peso volumétrico, si se consideran efectos de temperatura será necesario especificar el coeficiente lineal de dilatación térmica.

2.6 Tipos de fuerzas y combinaciones de carga

Es necesario tener completamente identificados los sistemas o conjuntos de fuerzas (condiciones de carga) bajo los que se realizará el análisis (P. ej. peso propio, carga viva, sismo, viento, etc.) y, para cada condición de carga, contar con las características de las fuerzas (tipo, magnitud, dirección, sentido y punto de aplicación) que componen cada sistema de fuerzas (condición de carga).

Por ejemplo, una condición de carga puede ser la carga muerta, que puede estar formada por fuerzas uniformes en algunas barras simulando el peso, por ejemplo, de los muros divisorios, o fuerzas concentradas que representan, por ejemplo, el peso de tanques, etc. Otra condición de carga, el sismo, puede ser representado por una serie de fuerzas estáticas (sismo estático) o dinámicas aplicadas a determinados nudos. Una condición más puede ser la carga viva, idealizada como una fuerza por unidad de área actuando en una determinada zona de la estructura (P. ej. azotea, entrepiso, pasillos, escaleras, etc.)

Los sistemas de carga independientes o primarios (como los llama el programa) pueden ser utilizados para formar sistemas de carga dependientes de los anteriores, es decir combinaciones, si lo anterior se desea, es necesario saber de antemano el número de combinaciones a incluir en el análisis y, para cada combinación, las condiciones de carga que se incluirán así como su participación respectiva (factor de carga). Por ejemplo, teniendo como marco de referencia al Reglamento de Construcciones para el D.F. pensando en una estructura del grupo A, localizada en el D.F. una combinación será 1.5 de la carga muerta + 1.5 de la carga viva máxima, por lo que el factor de carga o participación de las condiciones anteriores 1 y 2 es 1.5, siendo 1 y 2 las condiciones de carga respectivas (1 la carga muerta y 2 la viva)

2.7 Elección del tipo de análisis y los resultados

STAAD permite realizar un análisis elástico lineal de 1^{er} orden y también de 2^{do} orden, en el segundo caso se consideran efectos P- Δ , o un análisis no lineal por geometría en cuanto a considerar la geometría deformada de la estructura, por lo anterior habrá que decidir el tipo de análisis a efectuar por el programa.

En cuanto a los resultados que el programa puede proporcionar, será necesario saber cuales se requerirán, por ejemplo: desplazamientos, elementos mecánicos, gráficas y resultados de diseño (revisión), y de que elementos se requieren; por ejemplo: algunos o todos los nudos, algunos o todos los elementos (barras, placas, etc.). Gráficas de la deformada, de algún marco o de toda la estructura, etc. Lo anterior se tendrá que especificar para una, algunas o todas las condiciones de carga y/o combinaciones. Si el usuario no selecciona o define los elementos (nudos, barras, etc.) y las condiciones y/o combinaciones, la impresión la realiza para todos los elementos y todos los sistemas de fuerza existentes.

2.8 Diseño de elementos

STAAD permite diseñar o revisar elementos de acero, concreto y madera por lo que será necesario especificar un código aplicable a utilizar (ACI, AISC, LRFD, ASSTHO, etc.), así como proporcionar los valores de los parámetros a utilizar (f'_c , f_y , etc.), e indicar los elementos que se diseñarán y el criterio a seguir para su diseño (viga, columna, etc.).

MÓDULOS DEL PROGRAMA DESCRIPCIÓN GENERAL



3.1 Introducción

Para poder introducir y/o hacer cambios a los datos o características de la estructura el programa **STAAD**, además de contar con un editor en línea modo texto, principalmente tiene un editor gráfico integrado desde donde también se puede invocar al editor modo texto. Casi con cualquiera de los dos editores se puede:

- Manejar (Definir, mover, copiar, borrar, etc.) elementos estructurales (nudos, barras, placas sólidos).
- Especificar tipos de apoyo (fijo o con grados de libertad, resortes, apoyos inclinados, tipo "Foundation", etc.).
- Asignar propiedades geométricas de los elementos barra de acuerdo a: una tabla de perfiles estándar (AISC por ejemplo), una tabla previamente definida por el usuario, secciones prismáticas (circular rectangular, Te, trapezoidal, I de peralte constante o con variación lineal etc.), o introducir sus características particulares (propiedades geométricas, orientación de su sección transversal, etc.)
- Especificar espesores de los elementos placa.
- Asignar propiedades a uno o varios elementos o grupo de elementos (barra, placas), las propiedades pueden ser densidad, módulo elástico, relación de Poisson, coeficiente de dilatación térmica. Así como definir la posición de la sección dentro de la estructura (posición de ejes locales con respecto a los globales). Algunas de las propiedades se tienen predefinidas para ciertos materiales (acero, concreto, etc.) o se pueden introducir valores particulares.
- Especificar que elementos desempeñarán sólo una función estructural específica por ejemplo: cable, barra en compresión, en tensión, armadura (tensión o compresión), con articulación o liberación a algún elemento mecánico en un extremo, ignorarlos y otras opciones. También se puede definir diafragmas rígidos.
- Definir cargas variables (móviles) pudiendo ser definidas por el usuario (tren de cargas concentradas), de acuerdo a AASHTO(HS20, HS15, H20, HI5) o bien tomadas de un archivo externo.

- Especificar fuerzas definidas en el tiempo (fuerza-tiempo o aceleración-tiempo) tomando los valores de un archivo existente o introduciéndolos de acuerdo a una función (seno o coseno) proporcionando características dinámicas (amplitud y frecuencia), definiendo el lapso de tiempo de actuación de la fuerza así como también considerar el amortiguamiento.
- Definir características para generar cargas definidas por el UBC (Uniform Building Code).
- Definir cargas de viento especificando (hasta cinco) intensidades (presiones) actuando respectivamente en n alturas.
- Especificar fuerzas estáticas aplicadas a los nudos, desplazamientos prescritos de los apoyos, peso propio, etc. Para barras: fuerzas y/o momentos uniformes, fuerzas y/o momentos concentrados, fuerzas con variación lineal, presión hidrostática. Para los elementos placa: presión uniforme, lineal, hidrostática
- Asignar carga uniforme por unidad de área en un nivel específico y en cierta área.
- Incluir en las barras, presfuerzo, incrementos de temperatura y ajustes en la longitud inicial de los elementos.
- Seleccionar el tipo de análisis como puede ser: elástico-lineal de primer orden, análisis no lineal P- Δ , análisis de segundo orden (especificando el número de iteraciones) y análisis dinámico
- Y otras opciones más

3.2 Descripción general

En la figura 3.1 se muestra la ventana deslizable correspondiente a la opción o menú File

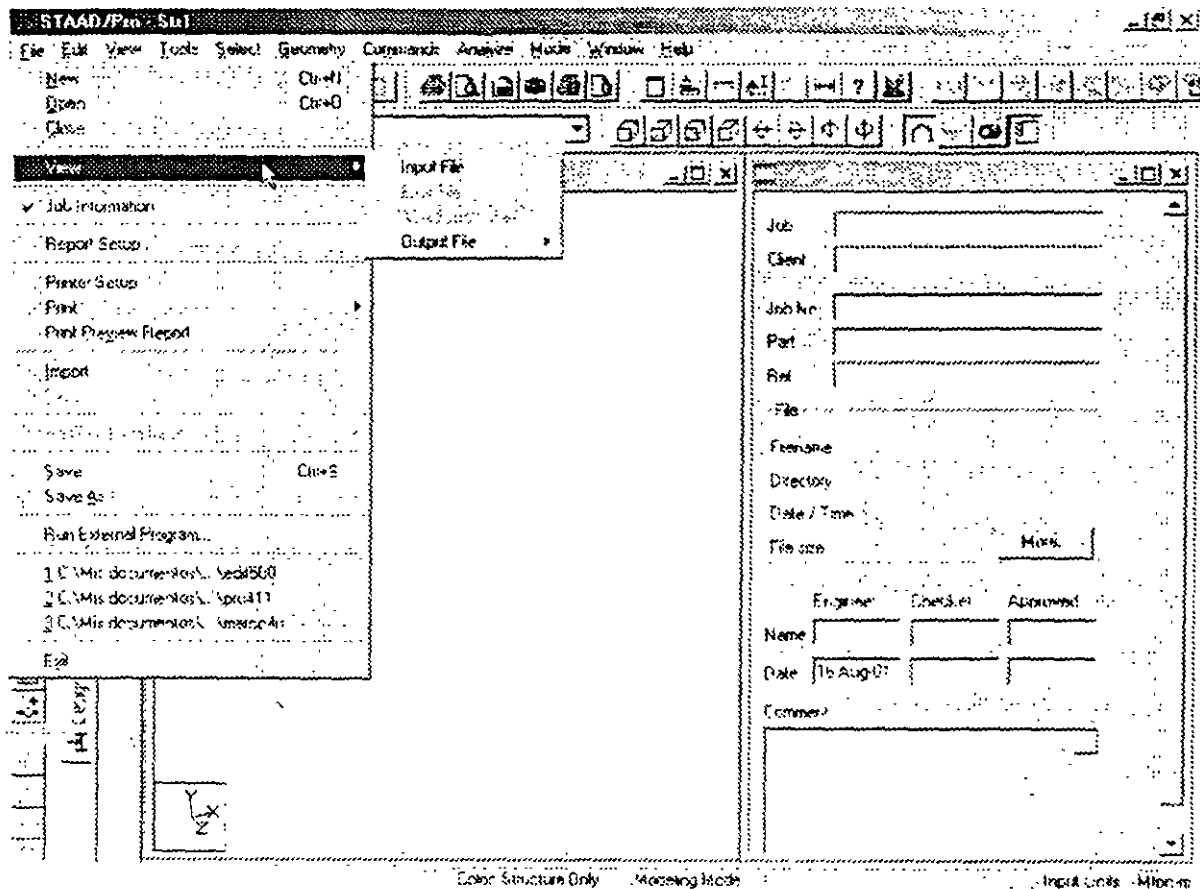


Figura 3.1 Menú **File** de STAAD.

Algunas de las opciones del menú **File** permiten.

- | | |
|----------------------------|---|
| New | Iniciar un problema nuevo |
| Open | Abrir un archivo existente con datos de alguna estructura. |
| View | Ver el contenido del archivo de datos (Input File) o el archivo de resultados (Output File) |
| Printer Setup | Seleccionar una impresora o bien modificar sus propiedades |
| Print Input File | Imprimir el contenido de un archivo de datos. |
| Preview Print Input | Ver el contenido del archivo de datos antes de imprimir. |
| Save, Save As | Permiten guardar el archivo de datos |

Exit Cerrar el programa

Existen, dentro del menú anterior, otras opciones que pueden ser de uso no muy frecuente.

Ahora en la figura 3.2 se presentan las opciones del menú Edit

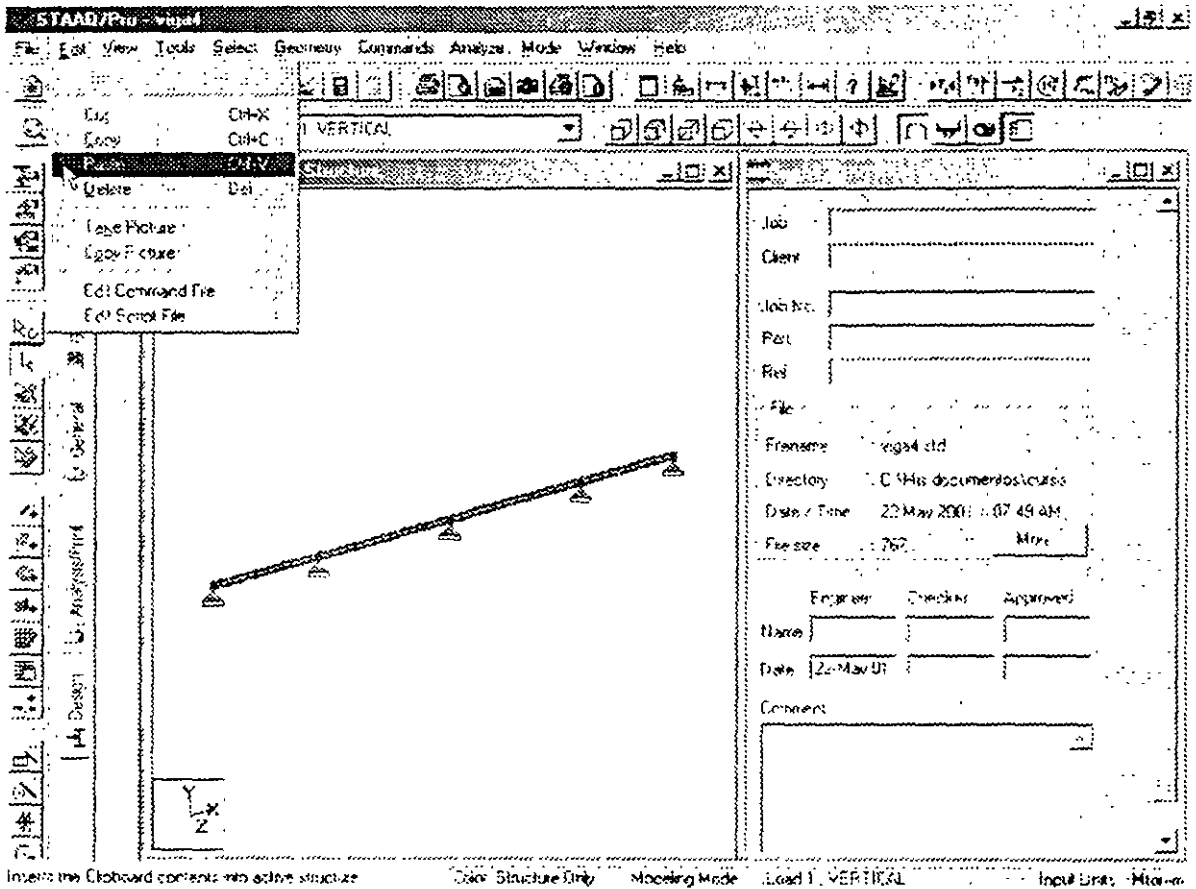


Figura 3.2 Menú Edit del módulo STAAD.

Las opciones del menú Edit permiten.

Undo Deshacer la acción anterior (última).

Cut Suprimir(borrar) los elementos seleccionados de la estructura (p.ej barras que aparecen en color en el área de dibujo) y los coloca en la memoria temporal.

- Copy** Copia a la memoria temporal los elementos seleccionados de la estructura (para poder insertarlos posteriormente), esta opción no borra a los elementos
- Paste** Insertar los elementos almacenados en la memoria temporal.
- Del** Borra los elementos seleccionados de la estructura.
- Edit command file** Ejecuta el editor modo texto mostrando el contenido del archivo de datos al que pueden realizársele cambios (adicionar comandos o datos, suprimir o modificar parte de la información etc.).

GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA

CAPÍTULO 4

4.1 Generación de la geometría

Una vez iniciado STAAD/Pro aparece la ventana que se muestra en la figura 4.1, en donde se muestra la mayoría del contenido (iconos, menús) en gris, la mayoría de los cuales se activará una vez seleccionado el archivo de trabajo que está en el menú **FILE**, se elige New mostrándose la ventana de la figura 4.2, en donde es necesario especificar el tipo de estructura que se va a analizar teniéndose las siguientes opciones:

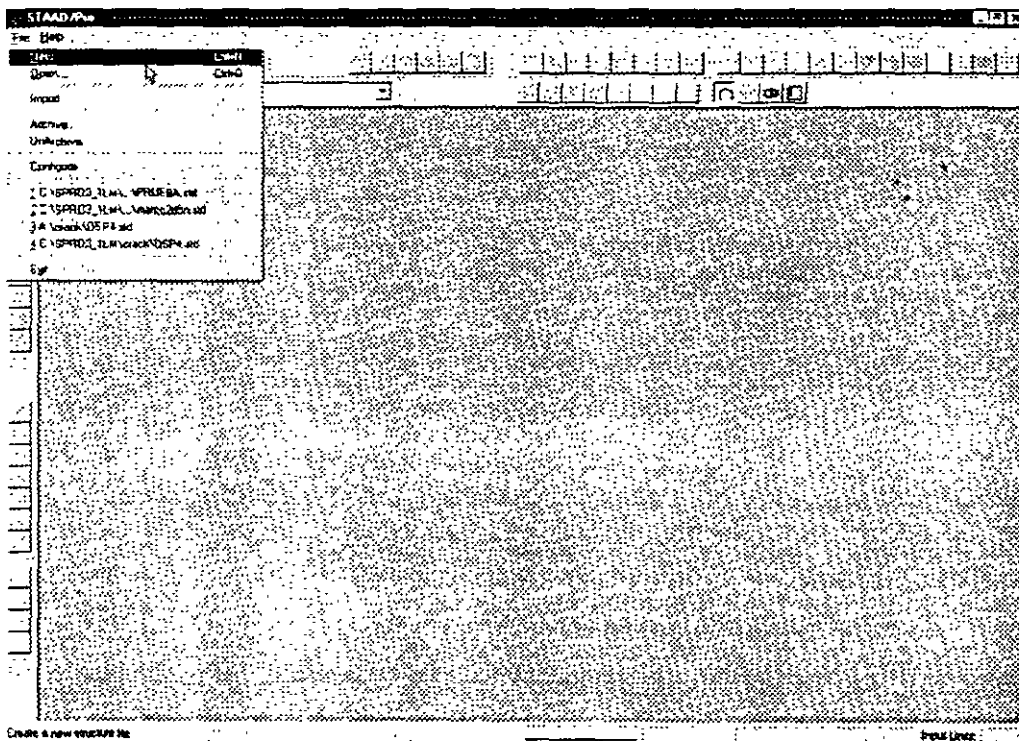


Figura 4.1 Ventana al iniciar STAAD/Pro

SPACE- Para estructuras tridimensionales considerando efectos de axial, torsión, flexión, en 2 direcciones y cortante también en 2 direcciones

PLANE- Para cuando la estructura se puede considerar contenida en un plano (X, Y), entonces se le consideran efectos de flexión, cortante y axial.

GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA

CAPÍTULO 4

4.1 Generación de la geometría

Una vez iniciado STAAD/Pro aparece la ventana que se muestra en la figura 4.1, en donde se muestra la mayoría del contenido (iconos, menús) en gris, la mayoría de los cuales se activará una vez seleccionado el archivo de trabajo que está en el menú **FILE**, se elige New mostrándose la ventana de la figura 4.2, en donde es necesario especificar el tipo de estructura que se va a analizar teniéndose las siguientes opciones:

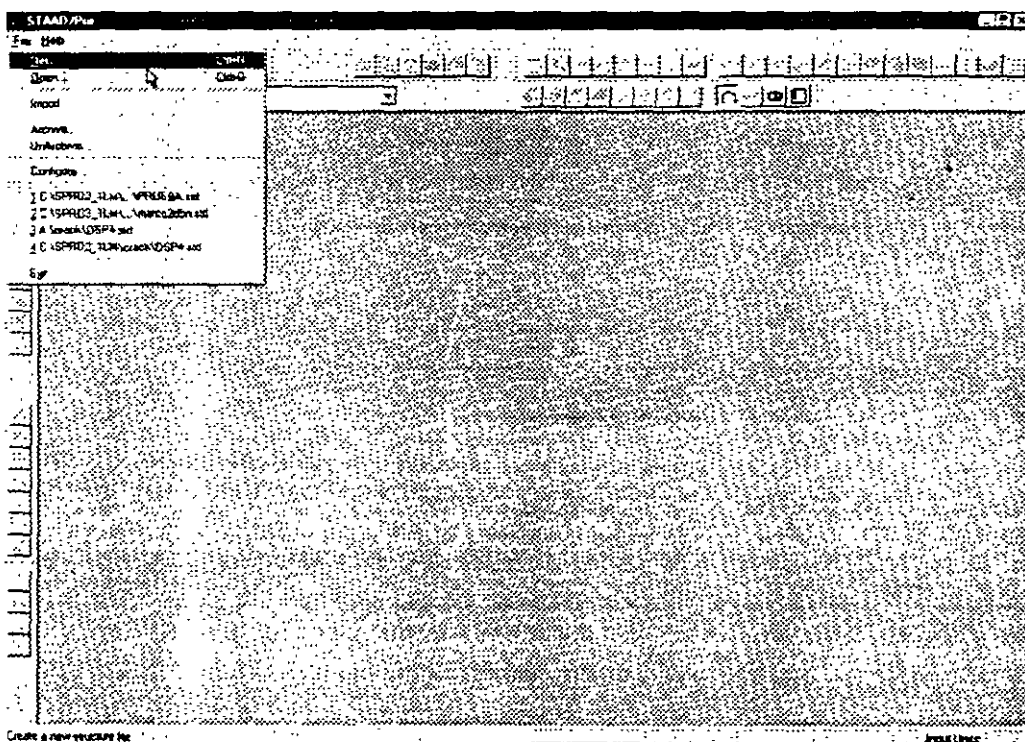


Figura 4.1 Ventana al iniciar STAAD/Pro

SPACE- Para estructuras tridimensionales considerando efectos de axial, torsión, flexión, en 2 direcciones y cortante también en 2 direcciones

PLANE- Para cuando la estructura se puede considerar contenida en un plano (X, Y), entonces se le consideran efectos de flexión, cortante y axial

FLOR- Es útil para analizar estructuras de piso (en el plano XZ, por ejemplo entrepisos y retículas de cimentación), considerándose sólo torsión, flexión y cortante.

TRUSS- Para cuando sólo se requiere considerar el efecto axial de las barras, la estructura, por ejemplo: armaduras planas o tridimensionales.

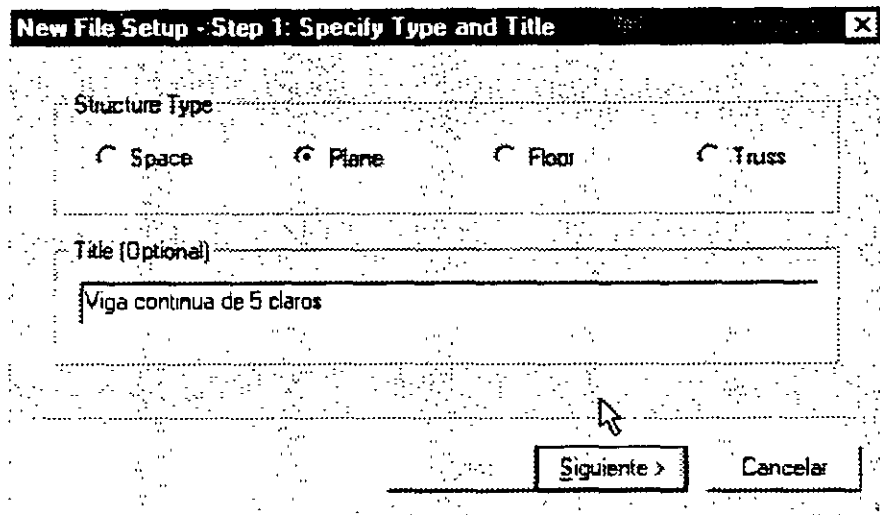


Figura 4.2 Definición del tipo de estructura

En el renglón en blanco puede introducirse de manera opcional, un título generalmente alusivo al nombre alusivo al nombre de la estructura por analizar (se aceptan espacios en blanco)

Enseguida se muestra el cuadro que se muestra en la figura 4.3 en donde es necesario seleccionar las unidades, tanto para las longitudes como para las fuerzas, en que se introducirán los datos de la estructura por analizar, después de hacer clic en siguiente STAAD/Pro nos muestra con la ventana de la figura 4.4 para finalmente haciendo clic en Finish se activen la mayoría de los menús y opciones disponibles y la estructura general del programa la cual se reproduce en la figura 4.5.

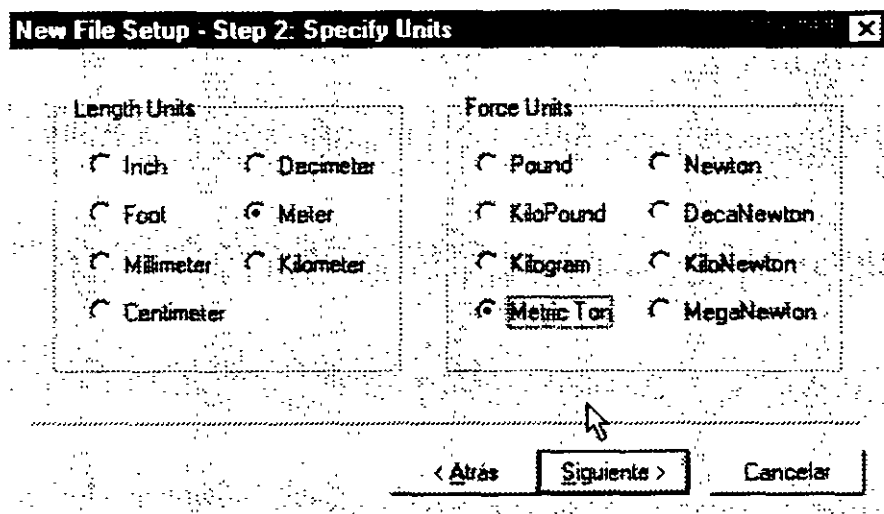


Figura 4.3 Definición de unidades

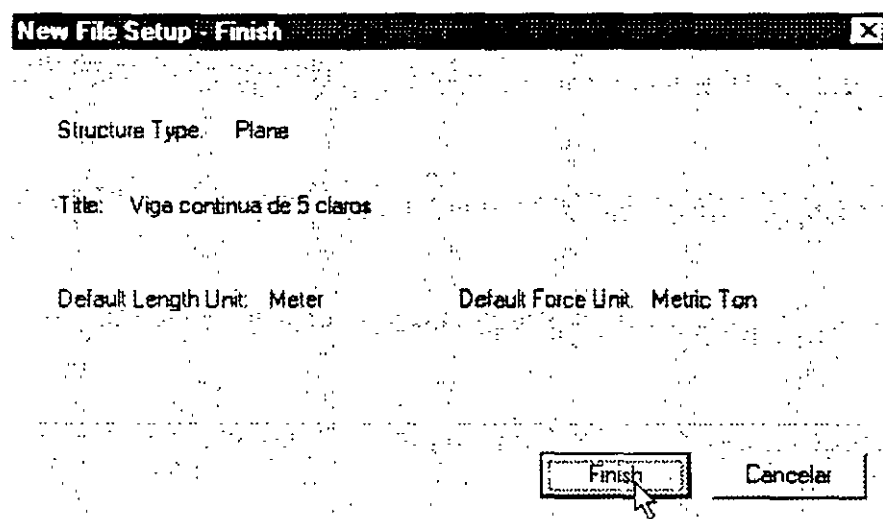


Figura 4.4 Datos de inicio definidos por el usuario

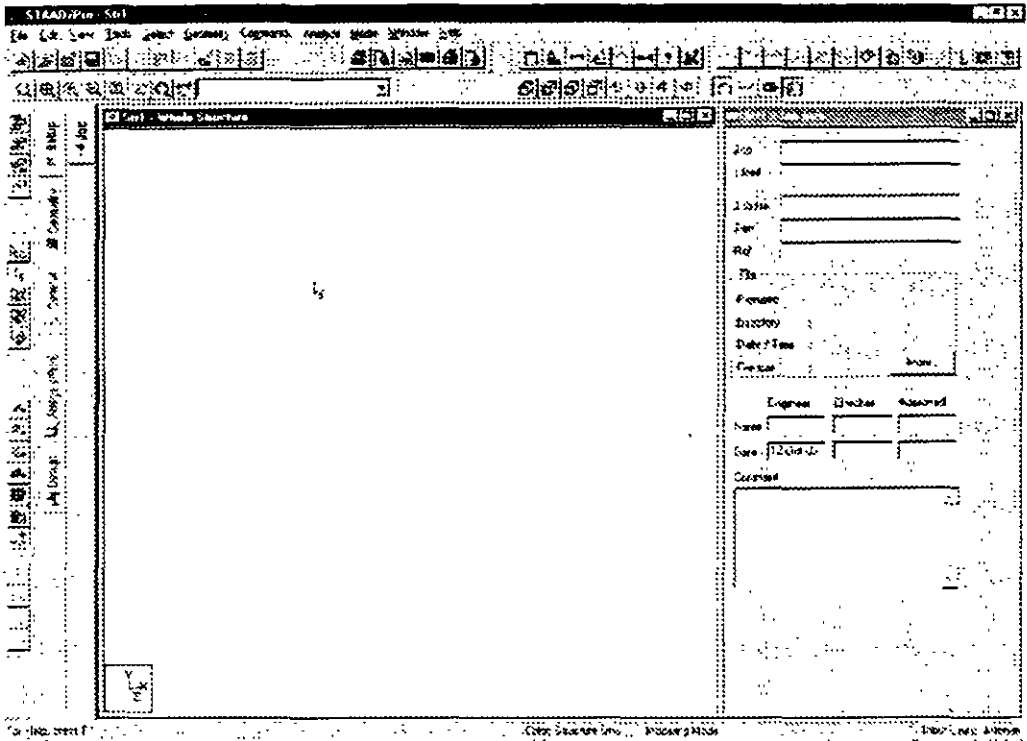


Figura 4.5 Pantalla principal del programa STAAD/Pro

En esa figura, se reconocen tanto la barra de menús (file, edit, etc.) y debajo de ésta se muestran 2 renglones de iconos los cuales son accesos directos a una buena parte de las opciones contenidas en la mayoría de los menús. en la parte izquierda de la pantalla también se observa una columna de iconos y a la derecha de ésta, una columna de folders o carpetas los cuales agrupan a la información o datos de la estructura por categorías, por ejemplo, en la figura 4.5 se encuentra activado el folder Job y a la derecha del área en blanco se muestran los datos concernientes a esa carpeta de trabajo

Para iniciar la construcción de una malla se puede hacer clic en el folder geometría, mostrándose en el área en blanco una malla y a la derecha las características de esta, (véase figura 4.6) Comencemos con seleccionar el plano de trabajo xy, y además usaremos líneas de construcción espaciadas 2 m tanto en x como en y. esos datos se introducen en la ventana que tiene como título Snap node/ beam (véase figura 4.7).

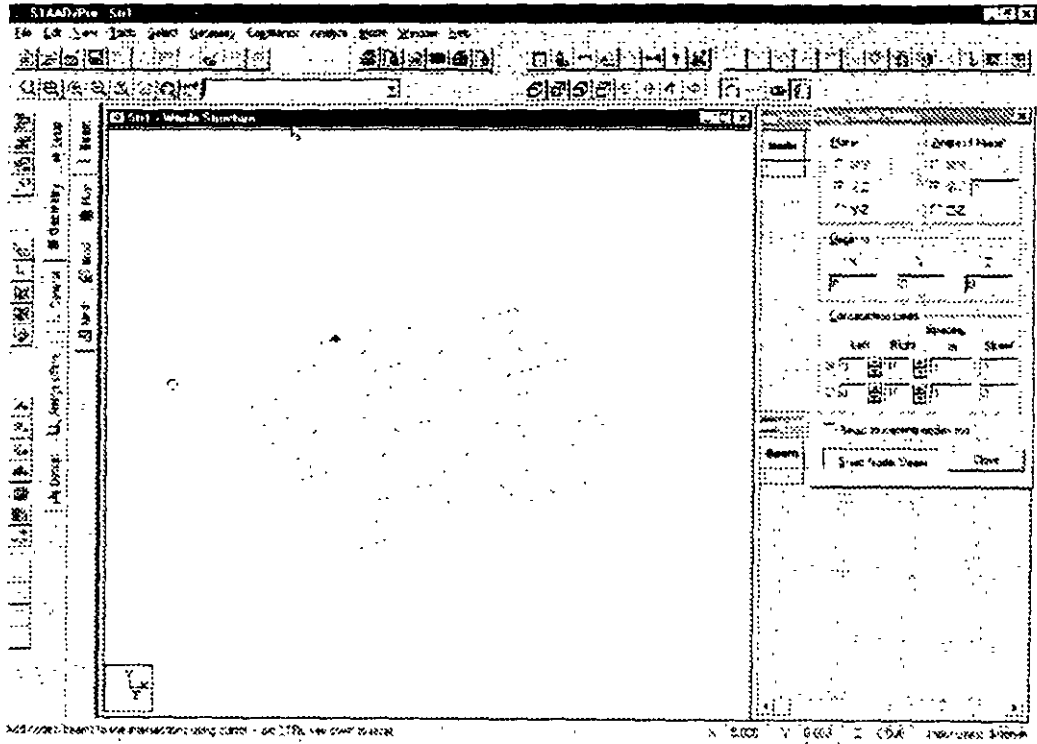


Figura 4.6 Carpeta geometría

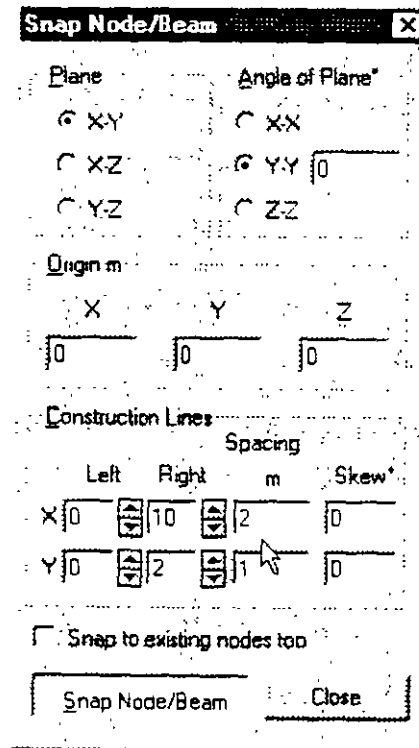


Figura 4.7 Especificación de las características de la malla

Una vez aceptadas las características de la malla de dibujo, se pueden empezar a dibujar las barras que componen al modelo, para ello se dirige el cursor a algún nudo de coordenadas específicas correspondiente a nuestro modelo para hacer clic, con lo que se muestra un círculo con un punto rojo indicando que es el nudo origen de un elemento barra, moviendo el ratón hacia la posición de la malla que definirá al otro extremo de la barra (nudo) y haciendo clic en ese punto que será el nudo final de una barra con lo que ésta se habrá definido, la creación de la geometría (adición de nuevas barras) se puede realizar de esa manera (véase figura 4.8)

Para interrumpir el último punto referenciado antes de hacer clic en un nuevo nudo se mantiene oprimida la tecla Ctrl., con lo cual se podrán posicionar otras barras en otros nodos

Al cerrar la ventana Snap node/beam desaparece del área en blanco la malla auxiliar de dibujo ya que no se podrán seguir introduciendo elementos barra y además se muestra a la derecha las características donde estos nudos (coordenadas) como de las barras (incidencias).

Para borrar elementos barra no deseados se puede proceder de la siguiente manera. primero asegurarse que se está trabajando en el modo de selección (cursor de flecha), para ello se hace clic en el cursor icono flecha de la barra vertical de iconos, luego se dirige el cursor cerca del elemento que se va a seleccionar y después de hacer clic en dicho elemento (éste cambia a doble línea de color indicando que ha sido seleccionado) se oprime la tecla supr o bien se selecciona la opción delete del menú edit, enseguida aparecerá una ventana de mensaje indicando el número de elementos a eliminar, puede el usuario decidir (aceptar o cancelar) la acción.

Para seleccionar varios elementos se puede proceder a seleccionar uno por uno manteniendo oprimida la tecla Ctrl y/o marcar una ventana para ello se hace clic en un extremo del mismo y se arrastra el puntero del ratón hasta un extremo, de tal manera que los elementos a seleccionar estén casi completamente contenidos dentro de la ventana definida por el usuario)

Para adicionar nuevos elementos barras se puede hacer clic en el icono que tiene una malla y una barra inclinada, en la barra vertical de iconos o bien seleccionar del menú geometría la opción Snap/grid node

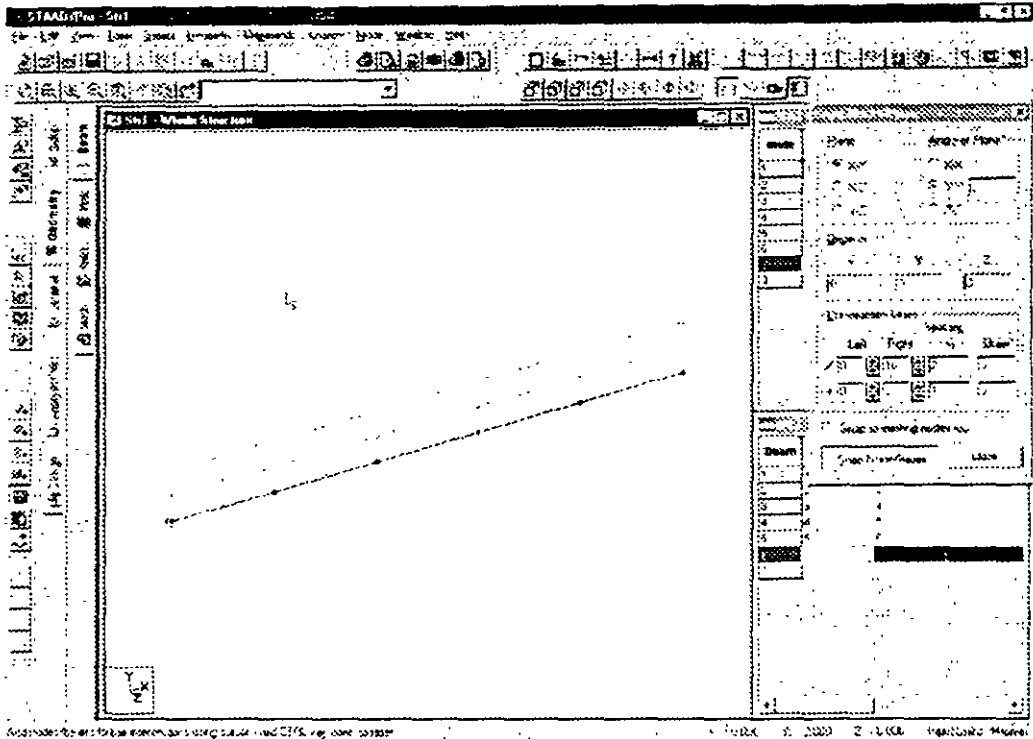


Figura 4.8 Geometría terminada

La figura 4.8 muestra la geometría de una viga continua de 5 claros, cada uno con una longitud de 4 m.

4.2 Asignación de propiedades geométricas

STAAD/Pro puede trabajar de dos maneras por comandos y de manera gráfica, de la primer manera primero es necesario seleccionar elementos (nudos, barras, etc.) y después elegir algún comando (asignar propiedades, apoyos, etc.), para la segunda será necesario, primero, definir alguna característica (sección, tipo de apoyo, etc.), luego asignarla a algún elemento (barra, nudo, etc)

Por ejemplo, consideremos que la viga continua ya definida será de concreto con una sección transversal de 30 x 45 cm, para asignar estas características a las barras, primero las seleccionamos, enseguida en el menú comando / Member Property / Prismatic (ver figura 4 9)

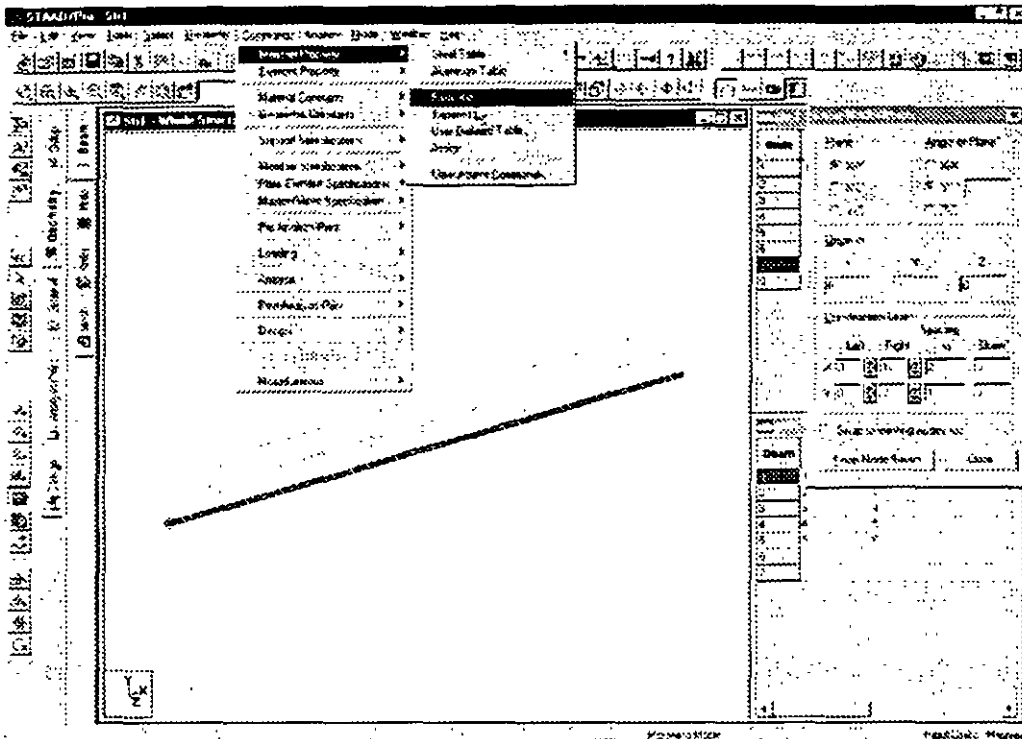


Figura 4.9 Definición de propiedades geométricas

Seleccionar la carpeta rectangle e introducir las dimensiones de la sección 0.45 y 0.30, como se muestra en la figura 4.10, enseguida hacer clic en el cuadro Assign con lo que las barras seleccionadas tendrán esa característica.

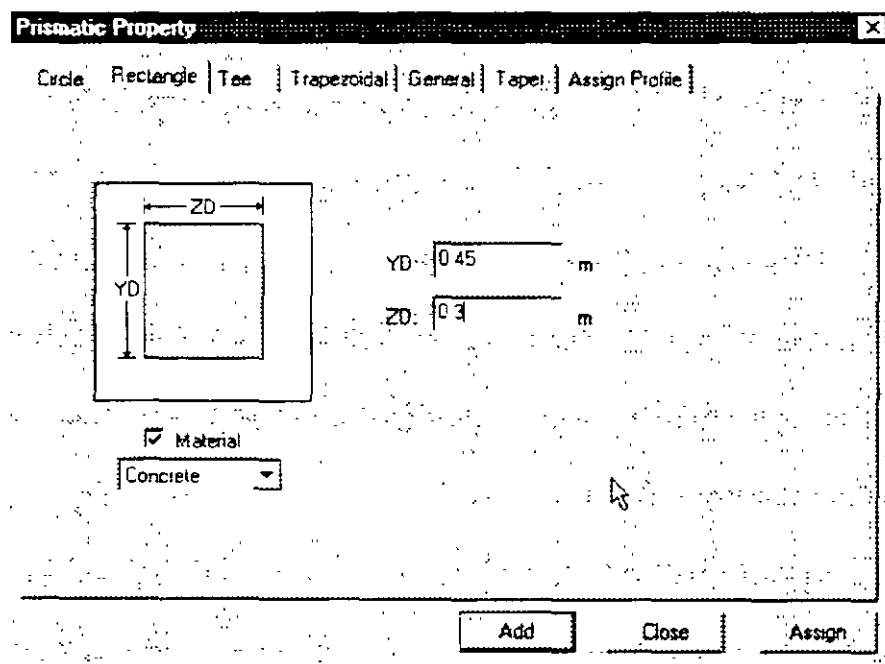


Figura 4.10 Características de la sección rectangular

4.4 Tipos de apoyo

Ahora con el cursor de selección de nudos seleccionamos los nudos extremos (que tendrán apoyo empotrado) y del menú Commands / Support Specifications seleccionamos Fixed (ver figura 4.11).

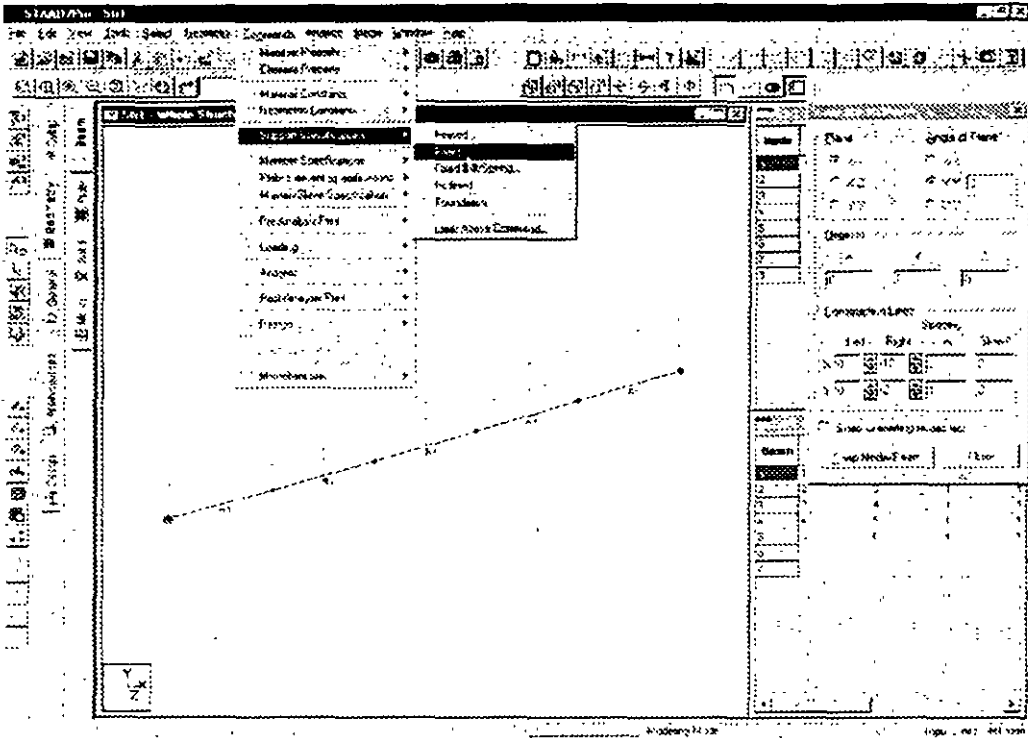


Figura 4.11 Especificación de apoyos

En la ventana que enseguida se muestra hacer clic en el cuadro Assign (Figura 4.12).

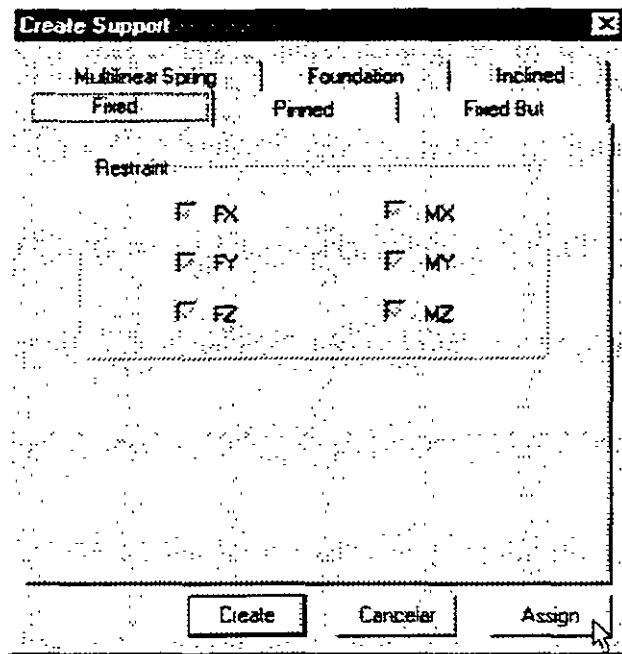


Figura 4.12 Tipos de apoyos

Repetimos el proceso, pero ahora con los nudos Intermedios asignándoles apoyos articulados (pinned).

4.5 Asignación de fuerzas, condiciones y combinaciones de carga.

Para definir condiciones y combinaciones de carga se utiliza el menú Commands / Loading / Primary Loads (Figura 4.13).

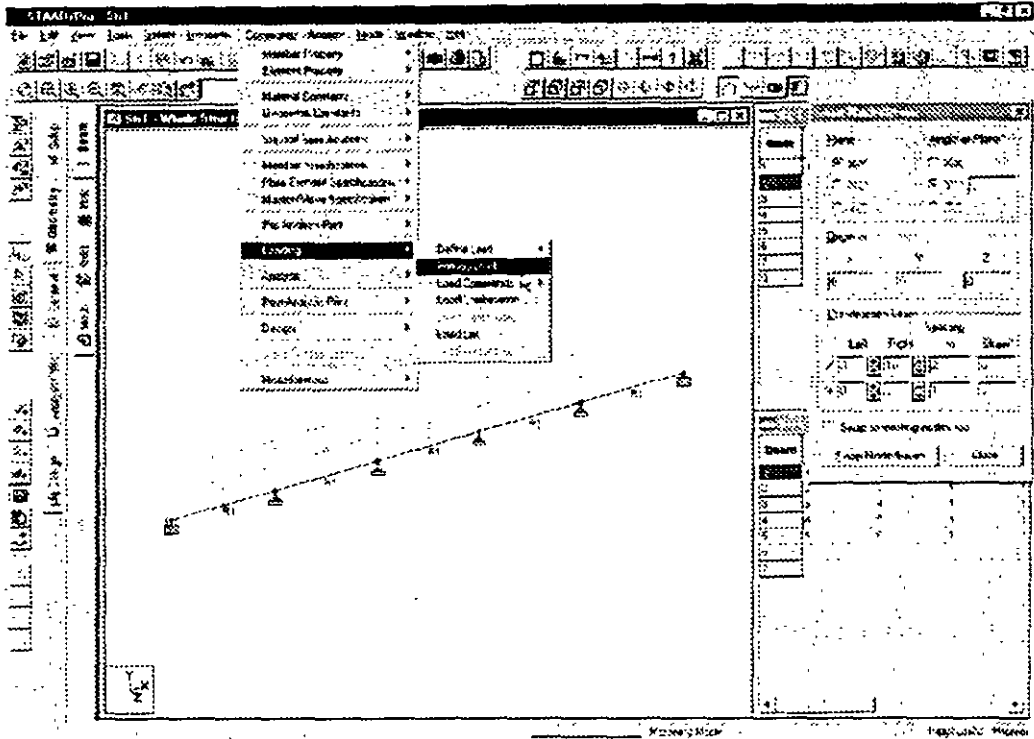


Figura 4.13 Definición de condiciones de carga

En la ventana mostrada (Figura 4.14), se puede seleccionar una existente o crear una nueva, en este último caso se puede introducir, en el cuadro en blanco, el título que se le dará a esa condición (Figura 4.14), por ejemplo, peso propio

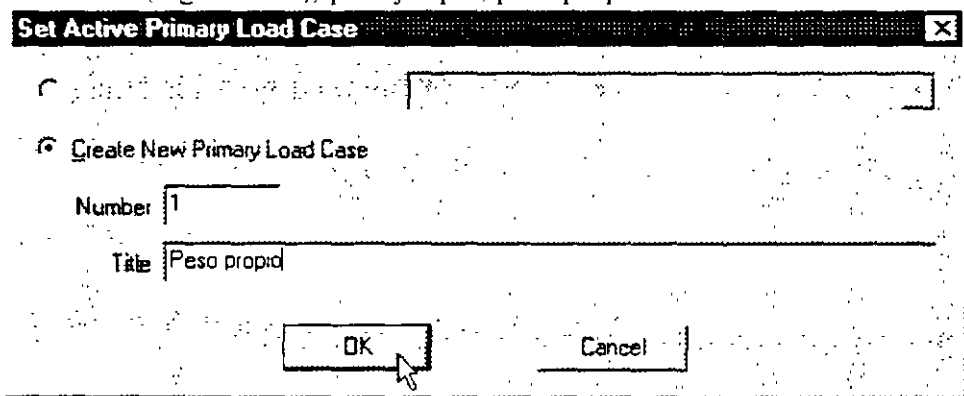


Figura 4.14 Creando una nueva condición de carga

Ahora para que el programa considere al peso propio como acción se hace clic en el cuadro Selfweight (Figura 4.15) enseguida se muestra el cuadro Selfweight Load, en el se hace clic en el cuadro Assign (Figura 4.15), con lo que en el cuadro en blanco (Load Specification) se muestra SELFWEIGHT Y - 1 con lo que el peso propio se incluirá en la condición de carga especificada

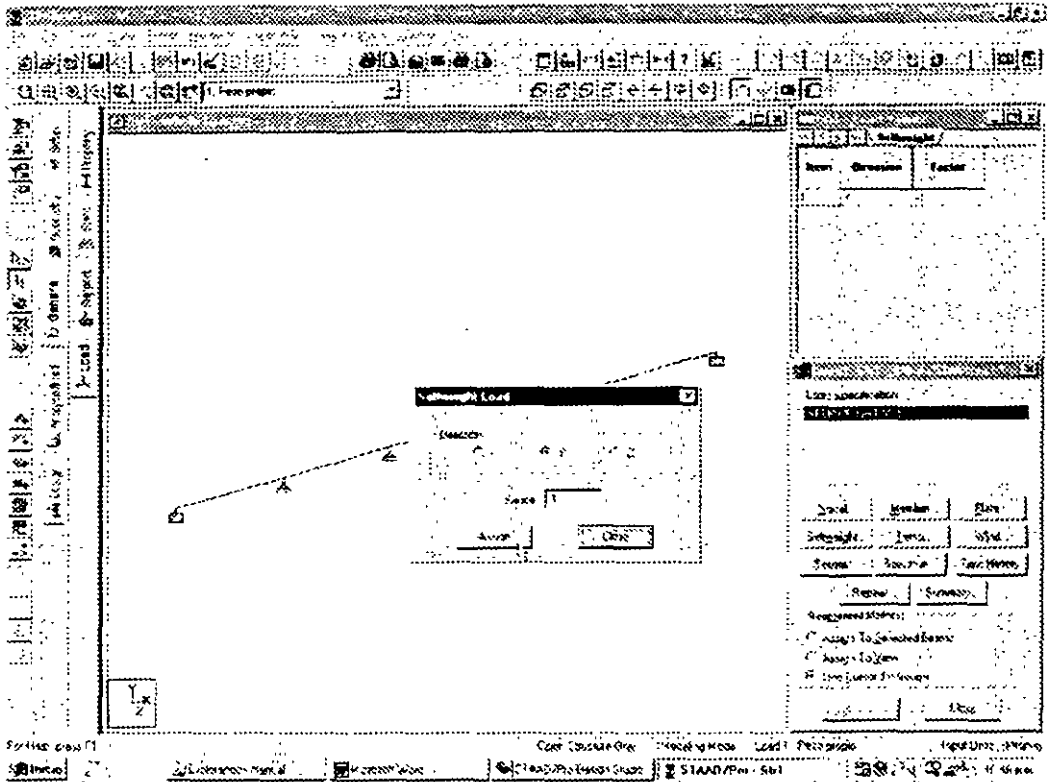


Figura 4.15 Consideración del peso propio en el análisis de la estructura

Ahora definiremos una nueva condición de carga seleccionando nuevamente Commands / Loading / Primary Load y en la ventana mostrada activar Create New Primary Load Case e introduciendo como título el mostrado en la figura 6.16 y después hacer clic en el cuadro OK introduzcamos una carga uniforme de -1.5 Ton/m a las tres primeras barras, para ello, después de seleccionarlas y luego de hacer clic en el Member se introducen los valores que se muestran en la figura 4.17.

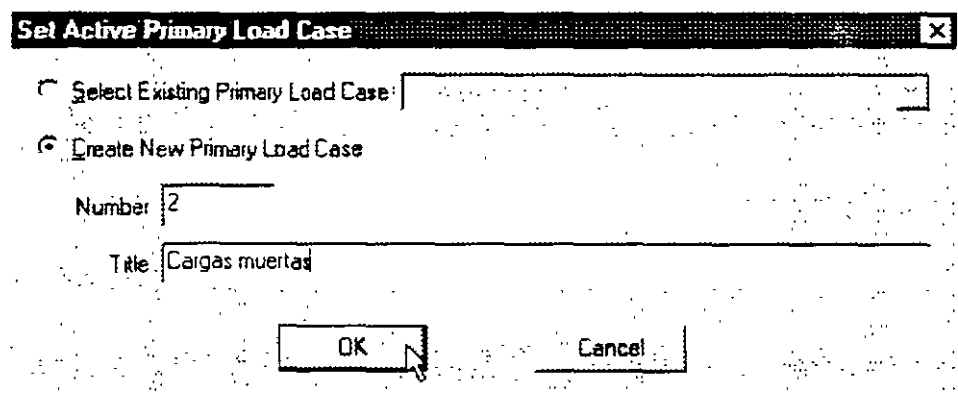


Figura 4.16 Definición de una nueva condición de carga

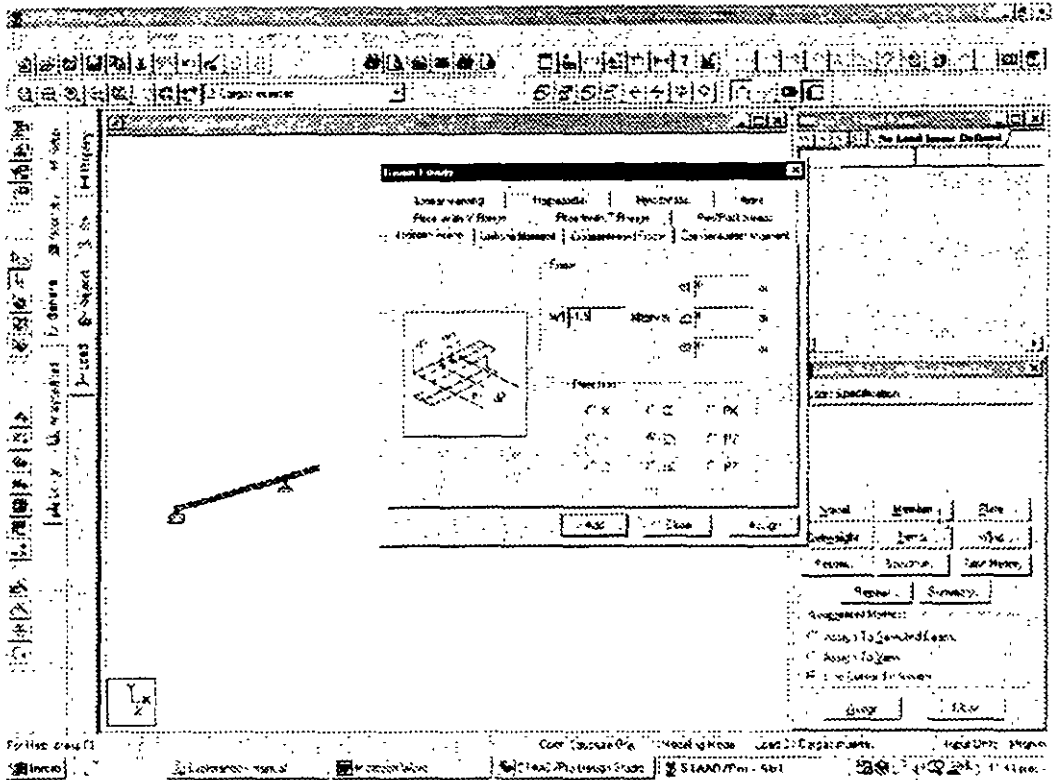


Figura 4.17 Especificación de parámetros para carga uniforme

Al hacer clic en el cuadro Assign se asignará la carga uniforme especificada a las barras seleccionadas. Enseguida de manera similar, se especificará una carga concentrada al centro de los dos tramos de la derecha. Primero se seleccionan las dos barras, luego se hace clic en el cuadro member y en la ventana que se muestra se hace clic en la carpeta Concentrated Force introduciendo los datos que se muestran en la figura 4.18 y después de hacer clic en el cuadro Assign la viga tiene las cargas mostradas en la figura 4.19.

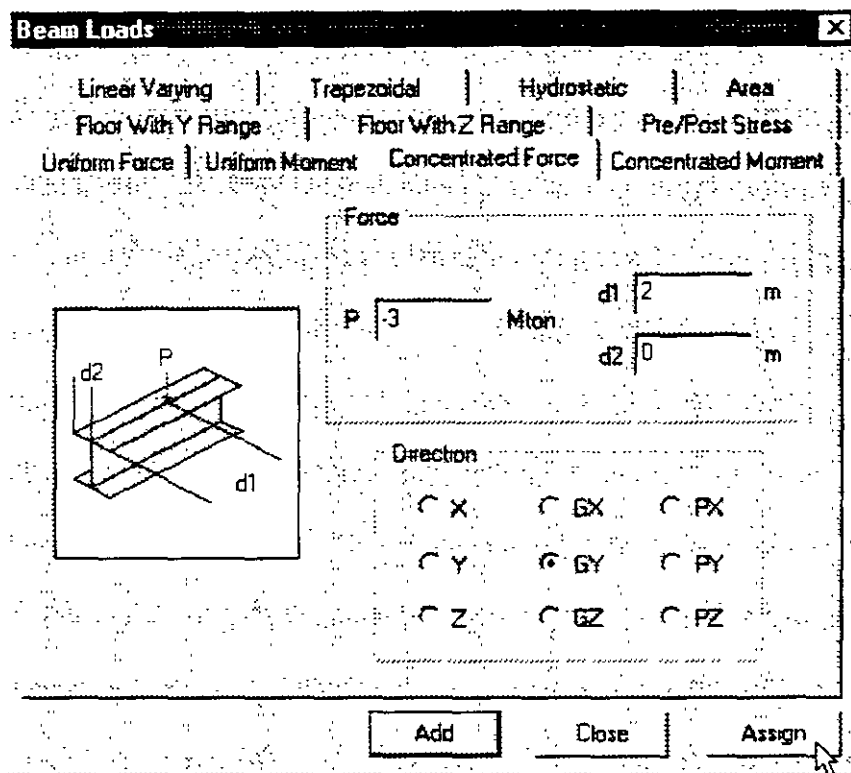


Figura 4.18 Especificación de cargas concentradas

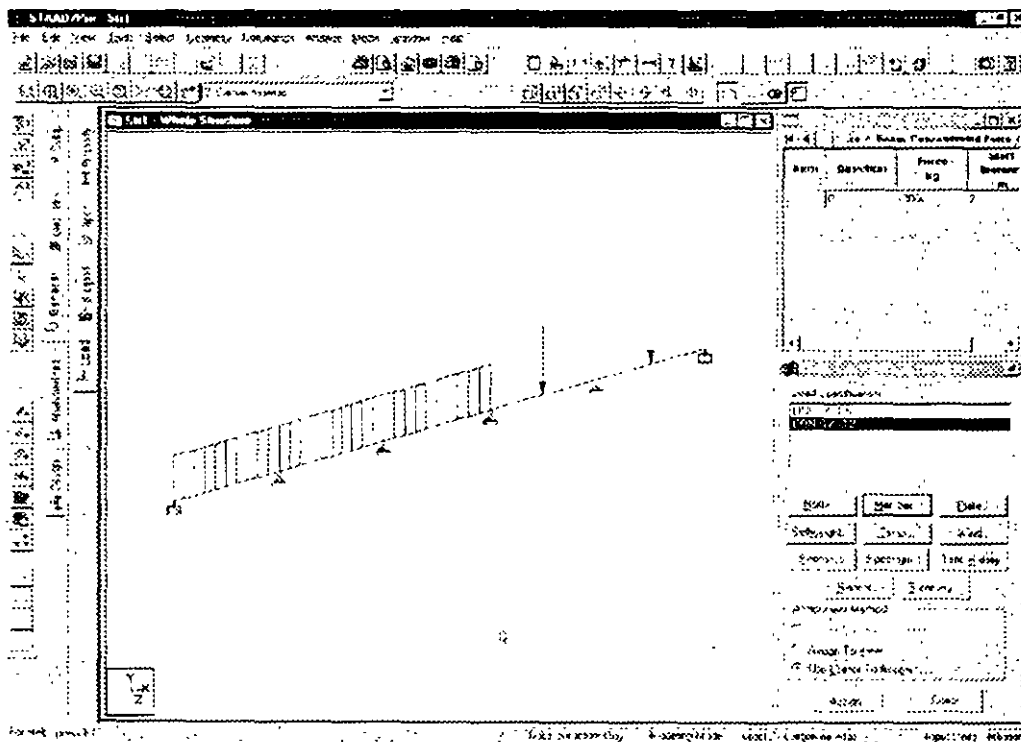


Figura 4.19 Cargas en la viga

Ahora especifiquemos una combinación de carga como la suma de las dos anteriores multiplicada por 1.4, para ello, nuevamente del menú Commands seleccionar Loading y de ahí Load Combination (Figura 4.20)

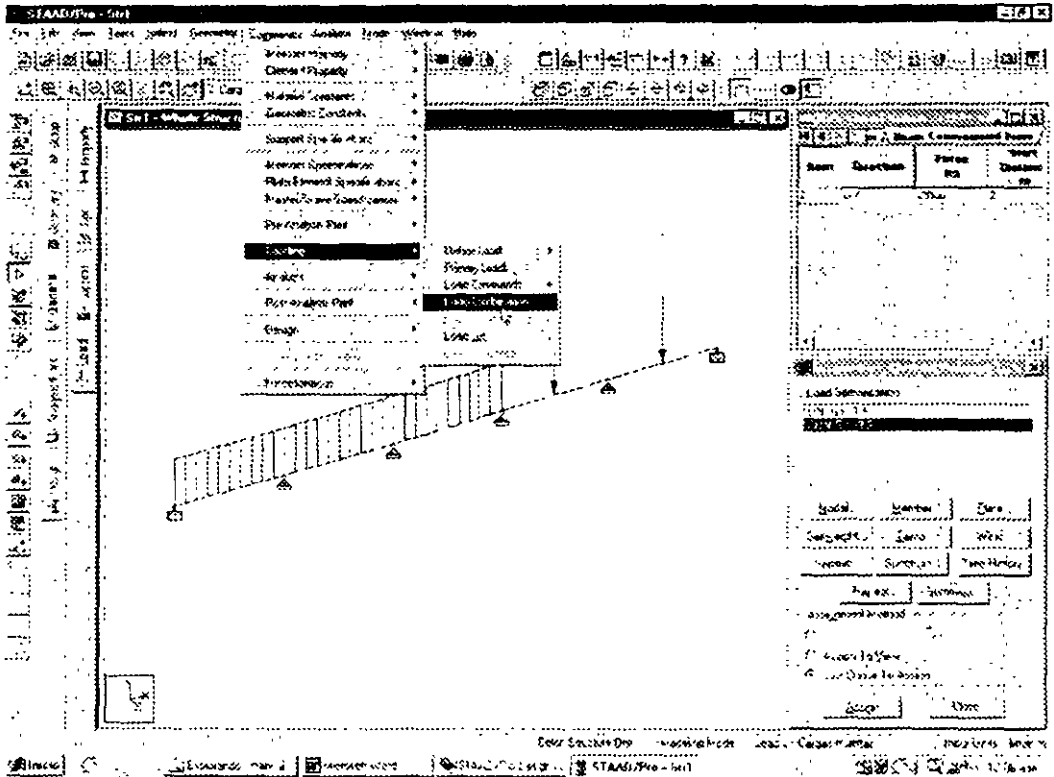


Figura 4.20 Definición de combinaciones de carga

En la ventana mostrada hacer clic en New e introducir el nombre de la combinación (Figura 4.21)

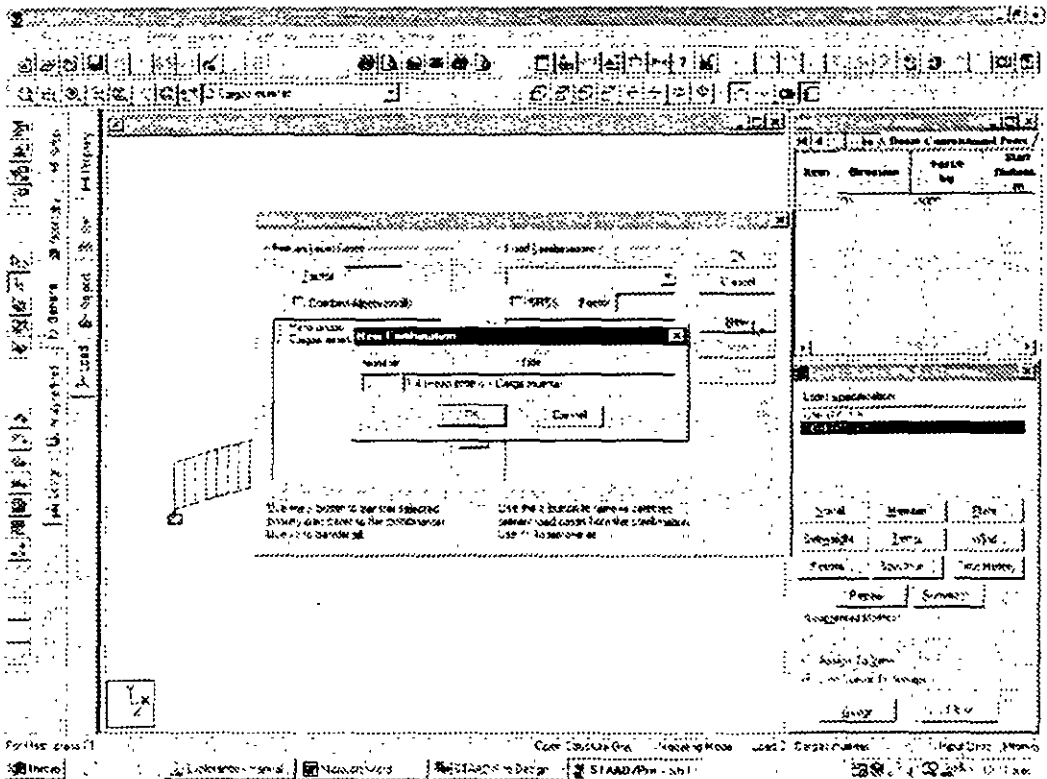


Figura 4.21 Nombre para la combinación de carga

Al hacer clic en el cuadro OK se muestra la ventana de la figura 4 22 en ella primero especifica el factor de carga (1 4 para este caso) y luego se selecciona, del cuadro a la izquierda, la condición que se quiere incluir y luego se hace clic en el botón > para pasarla al cuadro de la derecha con lo que se incluirá en la combinación de carga, para este caso se repite la operación anterior con la condición de carga 2 quedando como se muestra en la figura 4.22

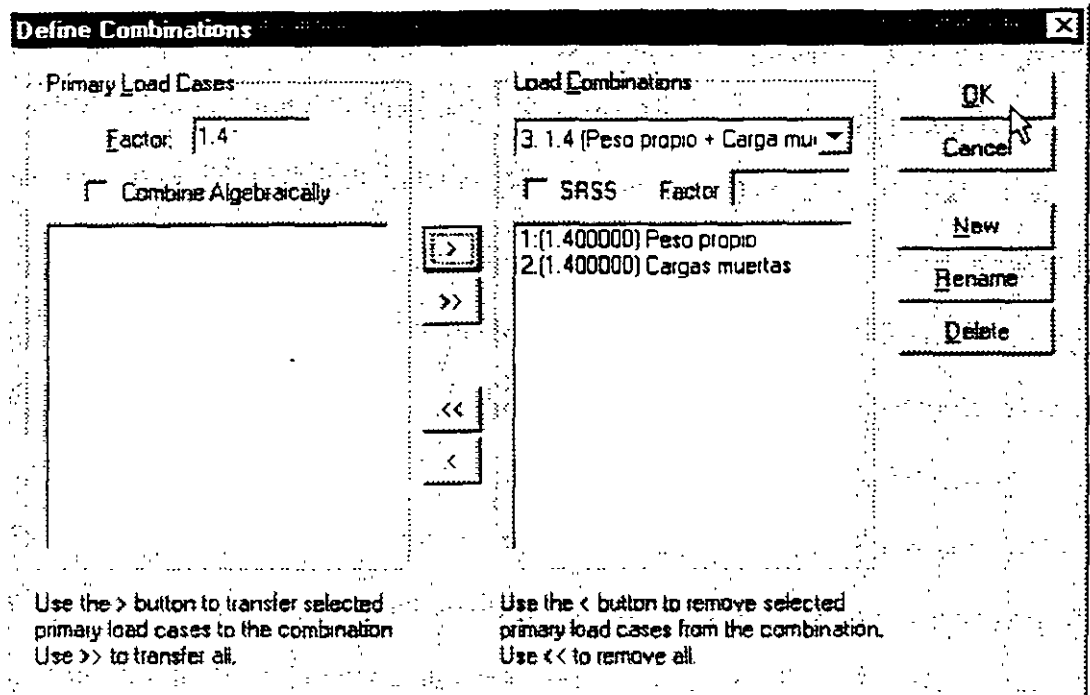


Figura 4.22 Datos para la combinación de carga

Se pueden especificar más combinaciones de carga haciendo clic en New en la ventana de la figura 4.21 o bien como se indicó al inicio de esta sección

Para terminar la especificación de las combinaciones de carga se hace clic en el cuadro OK de la figura 4.22.

4.6 Opciones de análisis, selección de resultados

Para especificar la realización de un análisis elástico lineal se selecciona del menú Comands / Analysis la opción Perform Analysis (Figura 4.23) enseguida en la ventana que se muestra, se selecciona ALL (Figura 4.24) y después se hace clic OK con lo que el comando de análisis se adicionará al archivo de datos

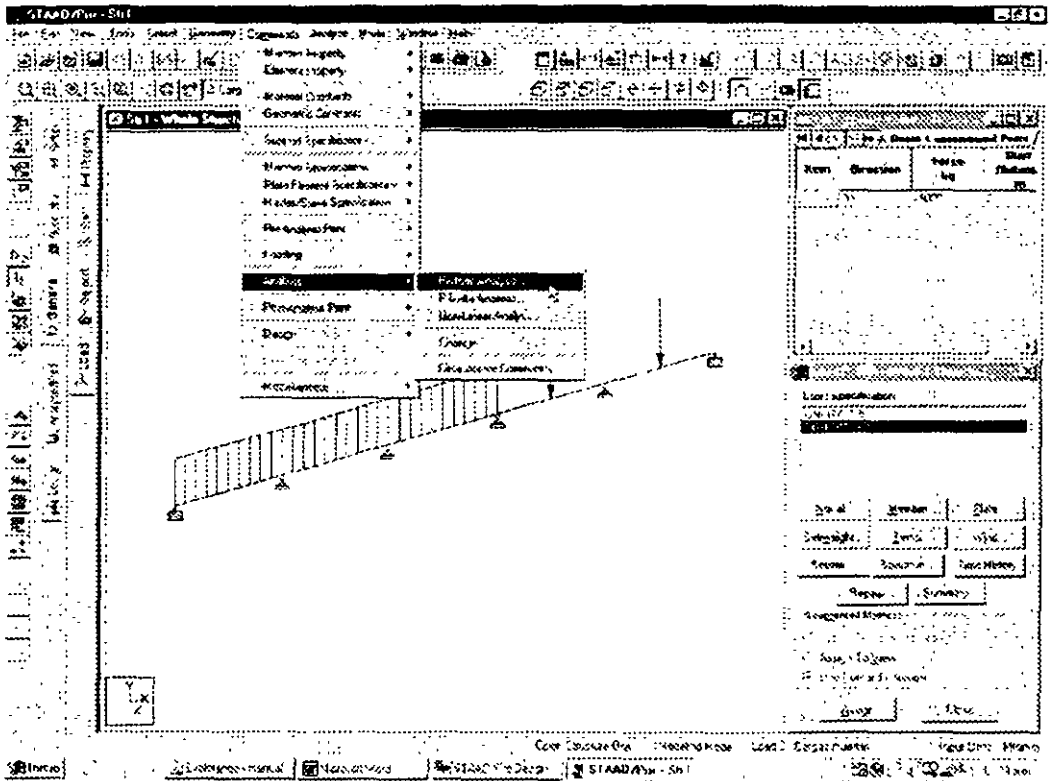


Figura 4.23 Opción de Análisis Elástico Lineal

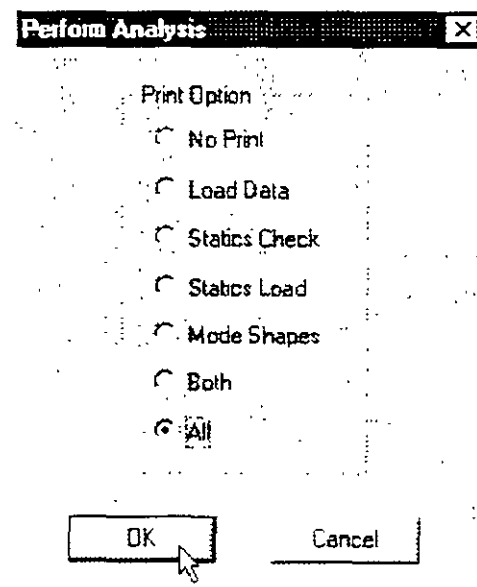


Figura 4.24 Parámetros de la opción Análisis

Para incluir resultados en el archivo de salida (*.ani) se pueden seleccionar elementos (nudos, barras, etc.) y luego del Menú Commands seleccionar Post-Analysis Print y el tipo de resultados deseados (este comando se puede repetir varias veces), ver figura 4.25

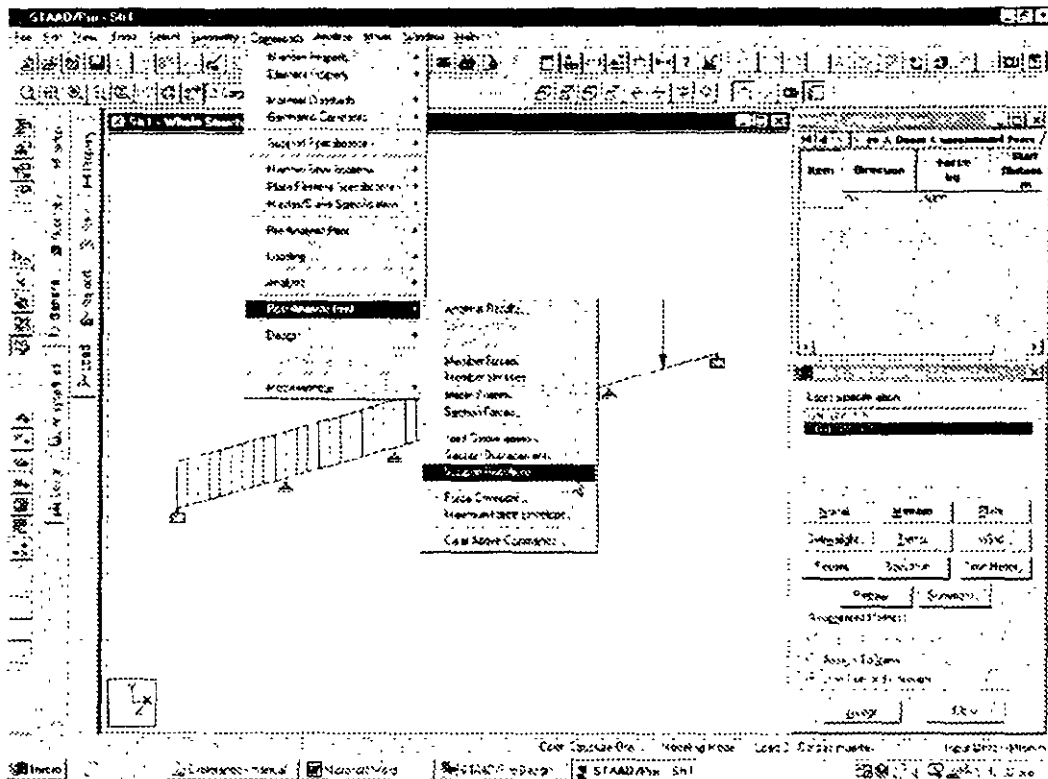


Figura 4.25 Selección de resultados

Si no se seleccionan elementos (nudos, barras, etc) se incluirán (en el archivo de salida) los resultados de los elementos que estén presentes en la vista al momento de activar ese comando, el cual despliega una ventana, por ejemplo, como la mostrada en la figura 4.26, para la impresión de reacciones

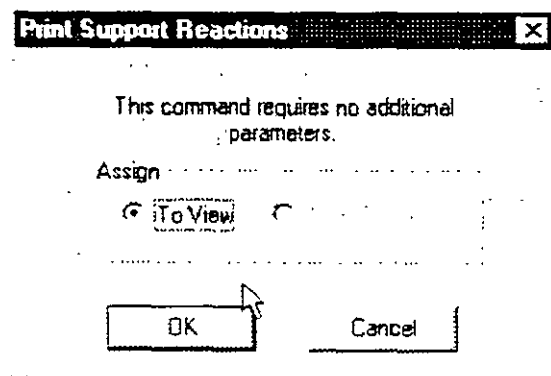


Figura 4.26 Selección de reacciones

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

CAPÍTULO 5

Antes de solicitar el análisis y una vez completados todos los datos de la estructura por analizar se recomienda guardar los datos en un archivo, para ello se selecciona la opción Save a Save as del menú file y en la ventana que aparece se especifica el nombre del archivo así como su ubicación (Figura 5.1)

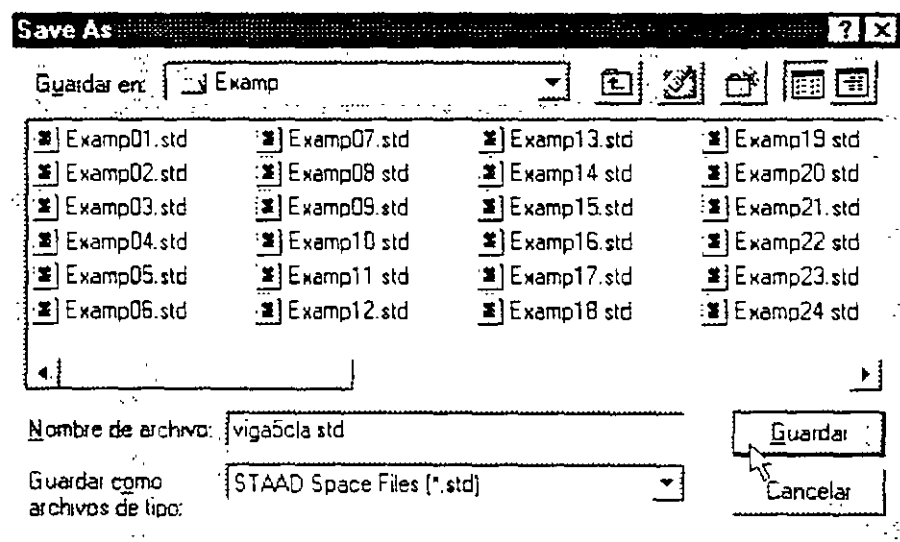


Figura 5.1 Almacenamiento de datos en un archivo

Ahora del menú Analyze hacer clic en Run Analysis. (Figura 5.2), con lo que se muestra la ventana de las figuras 5.3 en ella se selecciona la herramienta

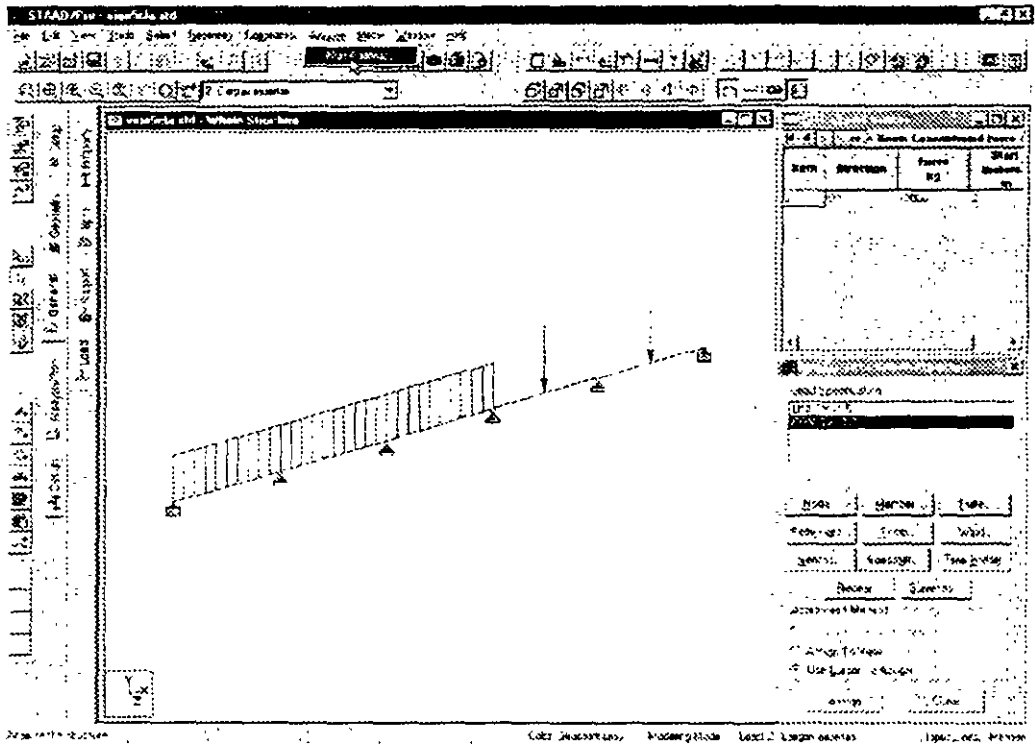


Figura 5.2 Análisis de la estructura

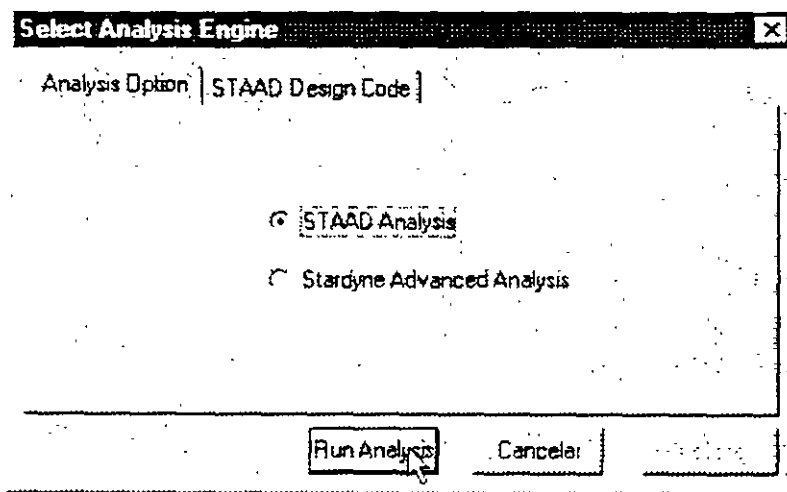


Figura 5.3 Selección de la herramienta de análisis

de análisis (STAAD Analysis o Stardyne.) y después se hace clic en Run Analysis para, enseguida, iniciarse el análisis

STAAD/Pro procesa todas las instrucciones contenidas en el archivo de datos (* std) generando el archivo (* anl o *.out, dependiendo de la herramienta o motor de análisis seleccionado, Staad o Stardyne respectivamente). Para la herramienta de análisis Staad el resultado de la fase de análisis se muestra en la figura 5.4.


```
STAAD Analysis and Design
Release: 3.1
Build 1002
Design Codes US

Input File viga5cla.std

++ Processing Joint Coordinates.
++ Processing Member Information
++ Checking Structural Integrity
++ Performing Band-Width Reduction.
++ Checking Load Data      1
++ Checking Load Data      2
++ Processing Support Condition
++ Processing and setting up Load Vector.
++ Processing Element Stiffness Matrix.
++ Processing Global Stiffness Matrix.
++ Processing Triangular Factorization
++ Calculating Joint Displacements
++ Calculating Member Forces
++ Analysis Successfully Completed ++
++ Creating Displacement File (DSP) ..
++ Creating Reaction File (REA)
++ Calculating Section Forces
++ Creating Section Force File (BMD)
++ Calculating Section Forces
++ Creating Section Displace File (SCN)
++ Calculating Section Forces
** End of STAAD-III. Elapsed Time = 0 Secs
** Output Written to File: viga5cla.snl
```

Done

Figura 5.4 Resultados de la fase de análisis

VER RESULTADOS

CAPITULO 6

6.1 Introducción

Una vez realizado el análisis se recomienda revisar el contenido del archivo de resultados (*.ani o *.out) para ello se selecciona la opción STAAD Output de Output File en el submenú View del menú File (Figura 6.1).

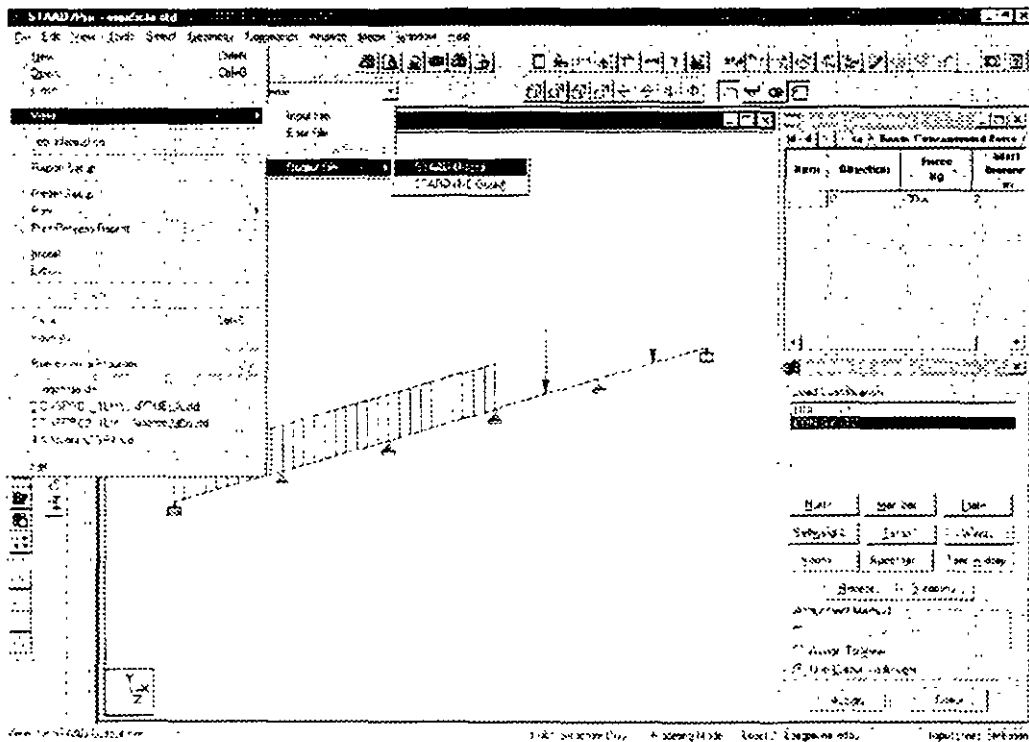


Figura 6.1 Ver el contenido del archivo de resultados

La secuencia anterior muestra el contenido del archivo de resultados en un “visor” (Figura 6.2), después de revisar su contenido (utilizando las teclas de flechas de desplazamiento o la barra para el mismo fin) haciendo clic en la opción exit del menú file del visor (Figura 6.2) regresamos al ambiente principal de STAAD/Pro

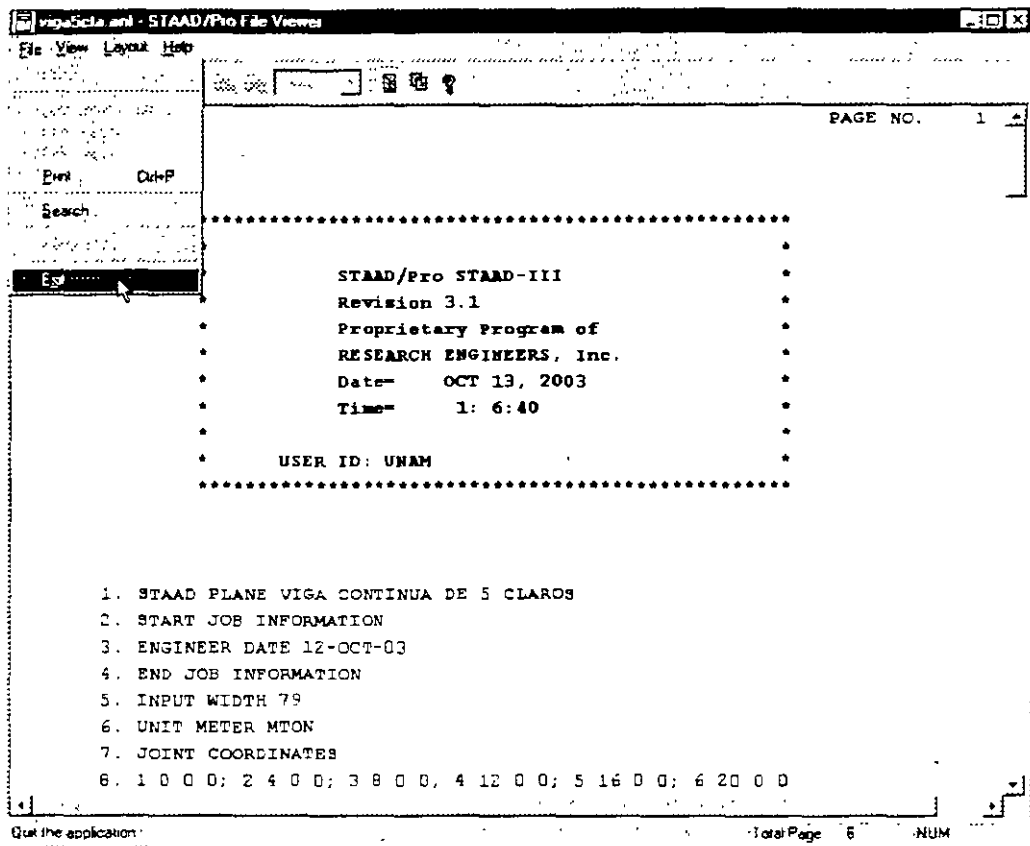


Figura 6.2 Visor de resultados

6.2 Ver estructura deformada

El modo postproceso (menú Mode, figura 6.3) permite, por ejemplo, ver de manera gráfica y numérica la mayoría de los resultados generados por la fase de análisis (aún algunos no contenidos en el archivo .ani)

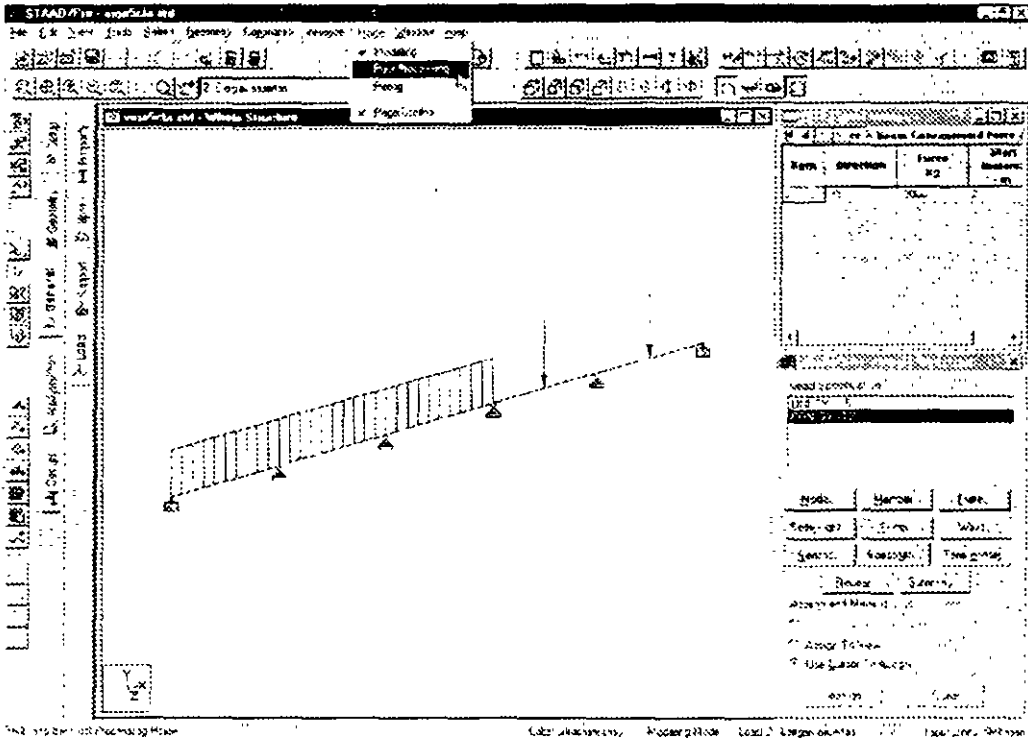


Figura 6.3 Modo Postproceso

El cambio al modo postproceso produce la ventana de la figura 6.4, en ella, por ejemplo, se pasan a la ventana de la derecha las condiciones de carga de las cuales se mostrarán los resultados

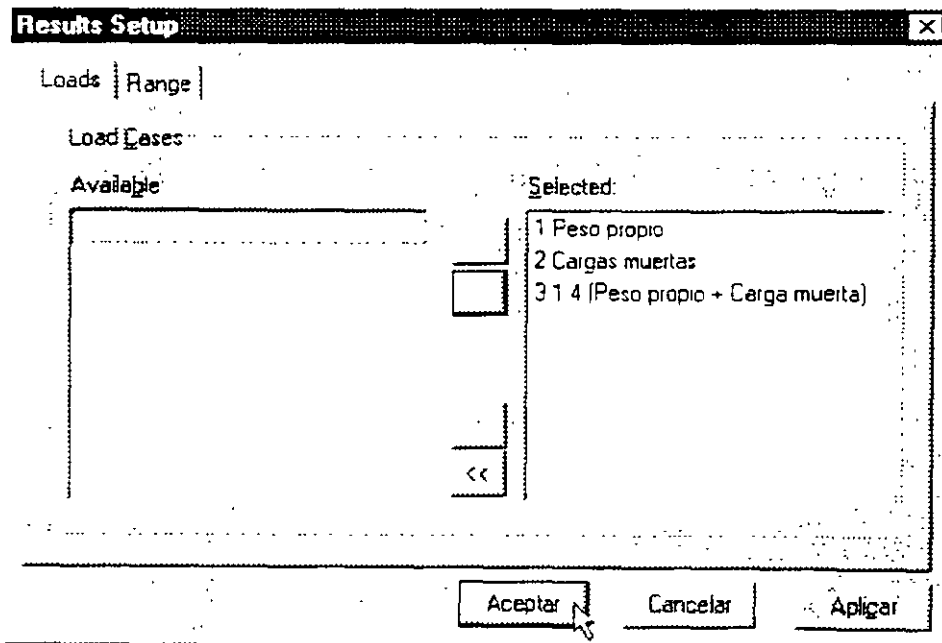


Figura 6.4 Selección de condiciones para mostrar resultados

Al hacer clic en aceptar STAAD/Pro muestra la pantalla y opciones del modo postproceso, en el área en blanco muestra la deformada de la estructura, la escala de esa deformada se puede modificar mediante la opción scale del menú Results (Figura 6.5).

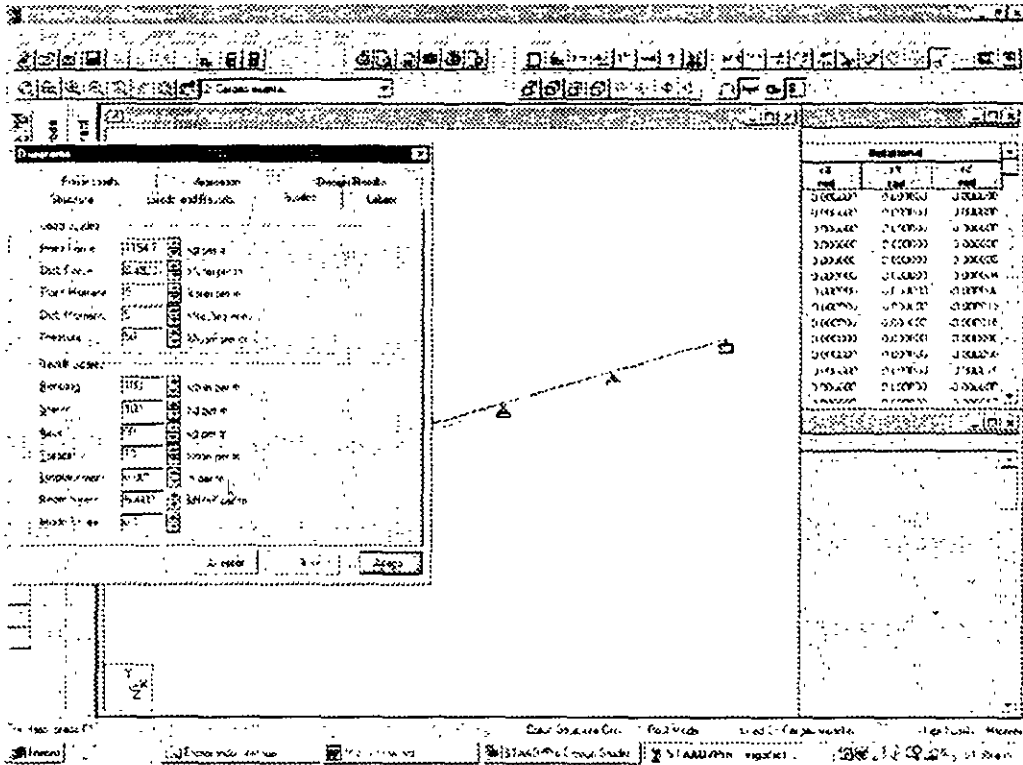


Figura 6.5 Cambio de escala

Para ver los resultados de otra condición o combinación de carga, por ejemplo, ésta se puede seleccionar del cuadro en blanco de la segunda barra horizontal de iconos (Figura 6.6)

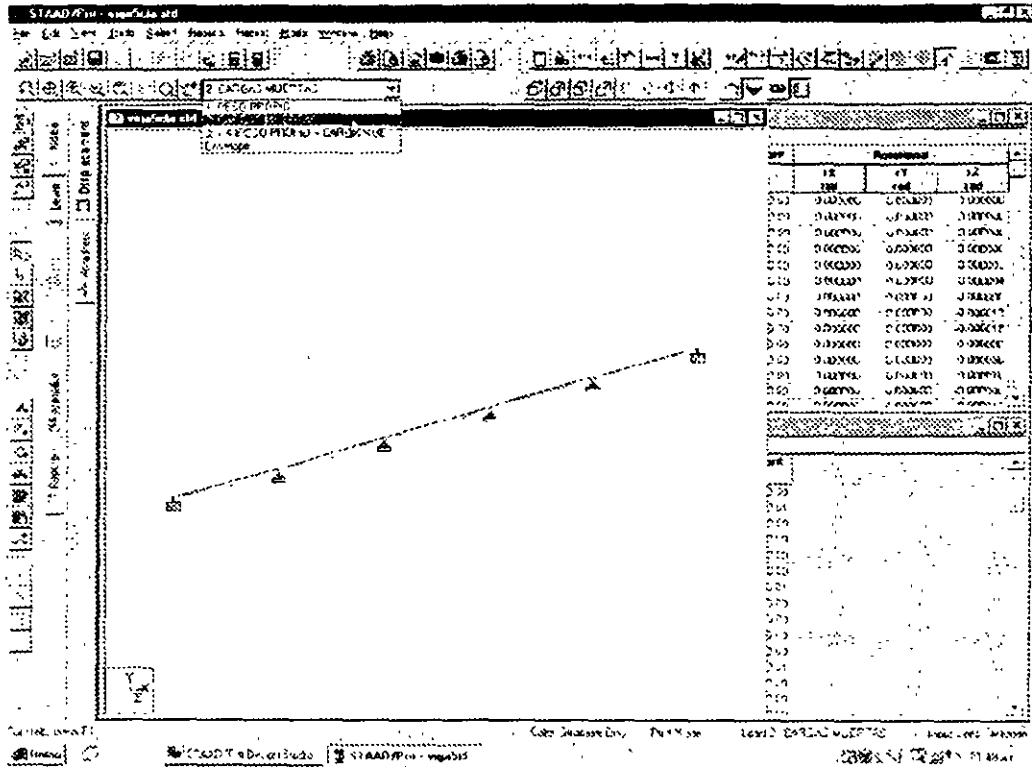


Figura 6.6 Seleccionando otra condición de carga

6.3 Ver diagramas de elementos mecánicos

Para que STAAD/Pro muestre los diagramas de elementos mecánicos, puede ser conveniente, primero quitar la deformada, para ello se deselecciona la opción Section Displacement del menú Results (Figura 6 7)

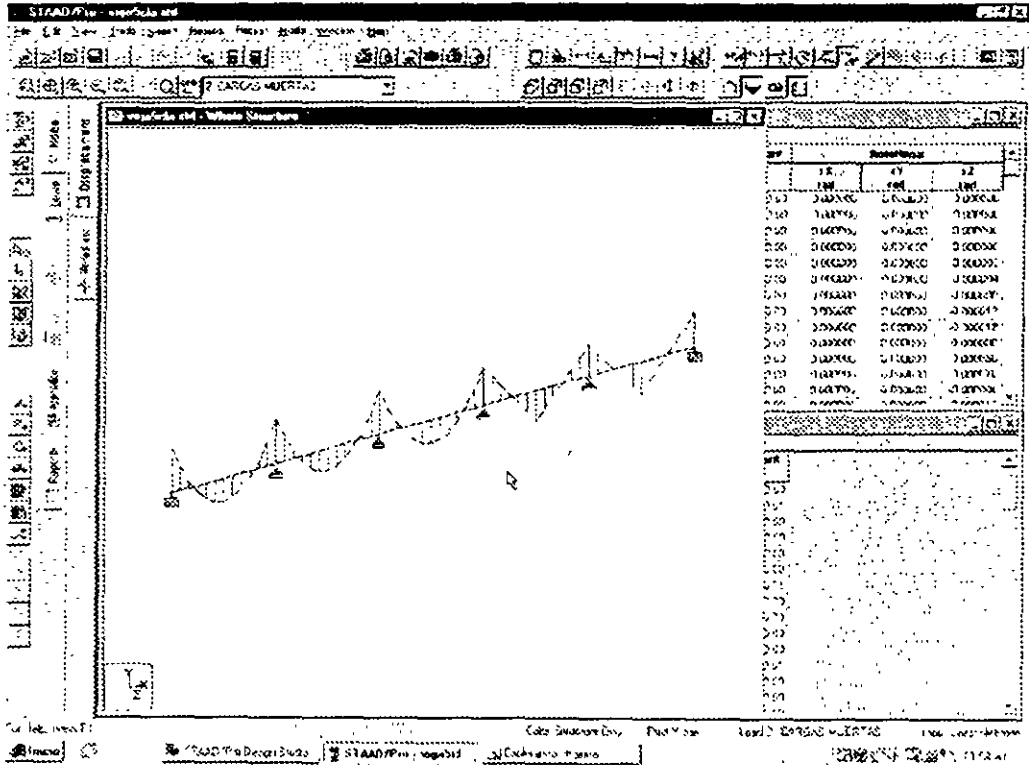


Figura 6.7 Ocultando la deformada

Enseguida, en el mismo menú (Results) seleccionar Bending Moment con lo que se mostrara el diagrama de momentos de la figura 6 8.

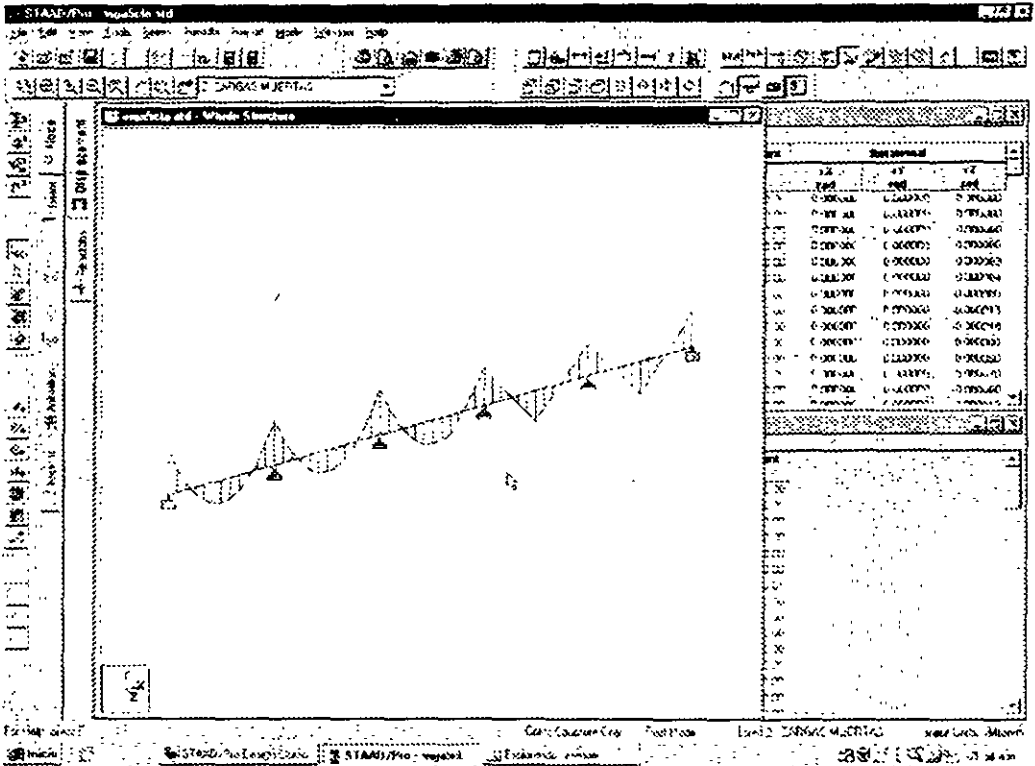


Figura 6.8 Diagrama de Momentos

Una manera de cambiar a otro tipo de elemento mecánico es, por ejemplo, hacer clic en el icono símbolos y etiquetas (Figura 6.8) con lo que se muestra la ventana de la figura 6.9, en ella hacer clic en la carpeta Loads and Results.

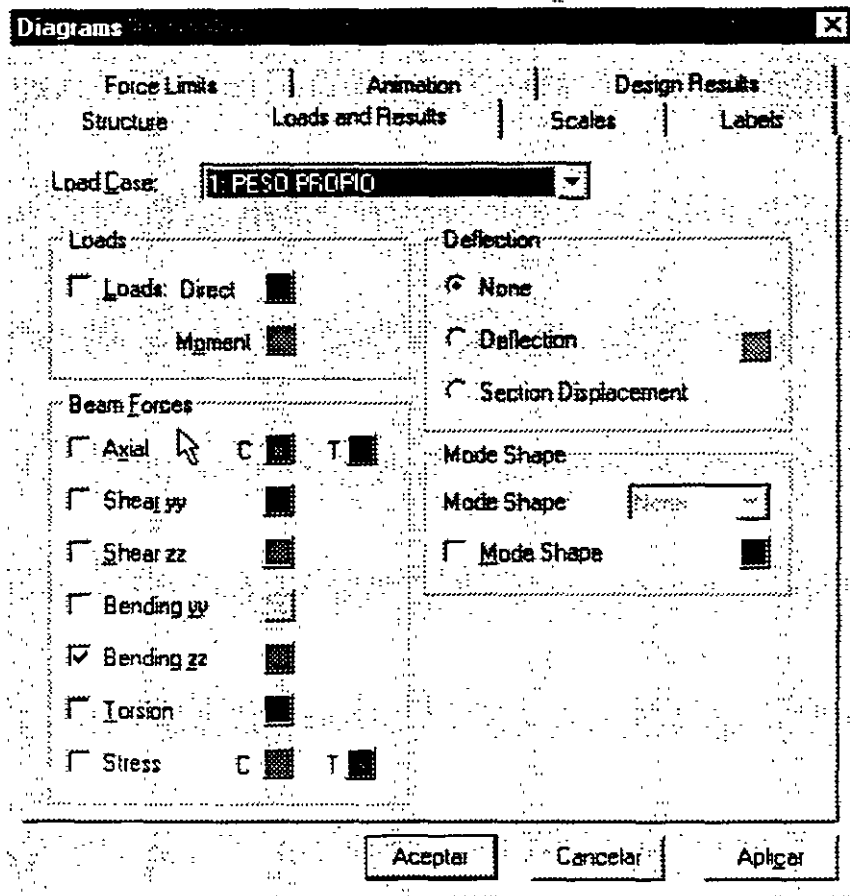


Figura 6.9 Selección de resultados a mostrar