



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE UNA CIMENTACIÓN PARA UNA TURBINA DE VAPOR

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN **INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

PRESENTA

ING. GABRIEL PEDRO VALDÉS FLORES

DIRECTOR DE TESINA: **ING. RAÚL GRANADOS GRANADOS**

CDMX, MÉXICO

SEPTIEMBRE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

| | Página |
|--|---------------|
| 1. Introducción | 4 |
| 2. Tipos de cimentaciones dinámicas y sus cargas | 5 |
| 3. Geometría recomendada del pedestal | 25 |
| 4. Diseño de un pedestal de cimentación | 28 |
| 5. Conclusiones | 55 |
| Referencias | 56 |
| Croquis de los armados | 57 |
| ANEXO: Resultados de corrida de Staad Pro | |

Dedicatoria

A mis padres, a mi hermana y a mis sobrinas.

"En cuanto a vos, Morrel, he aquí el secreto de mi conducta. No hay ventura ni desgracia en el mundo, sino la comparación de un estado con otro, he ahí todo. Sólo el que ha experimentado el colmo del infortunio puede sentir la felicidad suprema. Es preciso haber querido morir, amigo mío, para saber cuan buena y hermosa es la vida. Vivid, pues, y sed dichosos, hijos queridos de mi corazón, y no olvidéis nunca que hasta el día en que Dios se digne descifrar el porvenir al hombre, toda la sabiduría humana estará resumida en dos palabras: ¡Confiar y esperar! "

Alejandro Dumas

1. Introducción

El objetivo de la tesina es hacer una investigación de las cargas dinámicas que produce un turbogenerador y revisar las condiciones de diseño de una cimentación tipo pedestal, que tiene que cumplir con las condiciones de frecuencia de la cimentación-equipos, desplazamientos por cargas dinámicas del equipo y hacer los croquis de los armados resultantes para el pedestal. El análisis estructural se hará con el software Staad Pro y con este programa se obtendrán los armados de las losas, columnas y travesaños.

Los tipos de máquinas que producen cargas dinámicas en la cimentación (cargas que varían con el tiempo) pueden ser aquellas que producen fuerzas de impacto (prensas), o aquellas que producen fuerzas periódicas (compresores) y máquinas de alta velocidad (turbinas).

El diseño de una cimentación para turbinas es un diseño dinámico, ya que hay que evitar que la frecuencia natural del sistema cimentación-equipos coincida con la frecuencia de operación del equipo, así como revisar las fuerzas que experimentará la cimentación durante el proceso de prendido y apagado del equipo. Se debe evitar el fenómeno de la resonancia (la coincidencia de frecuencias entre equipo y cimentación) a fin de evitar la amplificación de estas fuerzas dinámicas.

Las turbinas se encuentran normalmente ubicadas dentro de un edificio llamado casa de máquinas. El pedestal de la cimentación de las turbinas se forma de dos partes, la superestructura que contiene los equipos y está formada por las columnas y la cubierta, y la cimentación en sí, responsable de transmitir las cargas al suelo.

En esta tesina en el capítulo 2 se determinan cuáles son las cargas específicas de los turbogeneradores eléctricos, que son máquinas rotatorias de alta velocidad y las combinaciones de carga que recomienda la literatura.

En el capítulo 3 se dan las dimensiones y pesos recomendados para los pedestales o cimentaciones de estos equipos.

En el capítulo 4 se diseña el pedestal para un turbogenerador de vapor usando las cargas y combinaciones del capítulo 2 y se incluyen los croquis de los armados del pedestal.

2.- TIPOS DE CIMENTACIONES DINÁMICAS Y SUS CARGAS

Para la construcción de los pedestales de las turbinas hay dos opciones de materiales: concreto armado y acero estructural.

Mientras que las cimentaciones de concreto armado son las más usadas en el continente americano, en Europa se han usado de acero estructural, con la ventaja de este último de la rapidez en la ejecución de los trabajos de construcción.

De acuerdo a la referencia 1 las cimentaciones para los turbogeneradores también se clasifican por la relación de frecuencias de operación, según la referencia 1:

De baja sintonía $f_m/f_n > 3$

Convencional $1.4 < f_m/f_n < 3$

Donde

f_m = frecuencia de operación de la máquina (Hz)

f_n = frecuencia fundamental vertical de la cimentación, asumiendo que su base es fija (Hz)

Cuando la relación f_m/f_n es menor a 0.7, se dice que la cimentación es de alta sintonía. Debido a que las cimentaciones de alta sintonía son extremadamente masivas y rígidas son antieconómicas y por lo tanto rara vez se usan.

LIMITES DE LAS FRECUENCIAS DE ACUERDO A LA DIN-4024 (Ref. 2)

No se tiene conocimiento de que exista una norma mexicana para el diseño de las cimentaciones de los Turbogeneradores, sin embargo en la normativa alemana, referencia 2, DIN-4024 Machine Foundations, Flexible structures that support machine with rotating elements

Establece que se puede verificar el desempeño de una cimentación para un equipo rotatorio cumpliendo con lo siguiente:

Para la primera frecuencia natural

$$f_1 > 1.25 f_m$$

$$f_1 < 0.8 f_m$$

Para las frecuencias de orden superior

$$f_n < 0.9 f_m$$

$$f_{n+1} > 1.1 f_m$$

Donde:

f_1 = primera frecuencia natural de la cimentación-equipo

f_m = frecuencia de operación del equipo

La relación de frecuencias f_m/f_n no debe de estar entre 0.8 y 1.25 ya que la frecuencia de operación de la maquina estaría muy próxima a la frecuencia fundamental de la cimentación, con lo que se incrementarían considerablemente los desplazamientos de la cimentación y se correría el riesgo de que entraran en resonancia.

TIPOS DE CIMENTACIÓN

Para los turbogeneradores se han usado los siguientes tipos de cimentaciones:

De bloque

Consiste en un pedestal descansando sobre una losa, esta cimentación tiene mucha masa y una frecuencia natural pequeña.

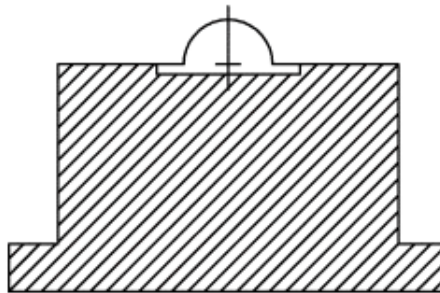


Figura 1: Cimentación tipo bloque (Ref. 1)

En cajón

Consiste en un bloque hueco de concreto. La masa de esta cimentación es menor que la de bloque. Por lo que la frecuencia natural se incrementa.

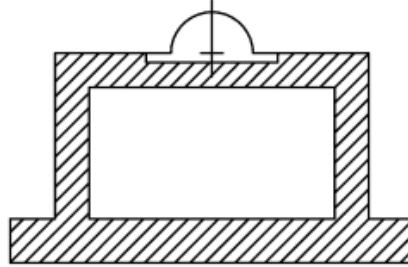


Figura 2: Cimentación tipo Bloque hueco (Ref. 1)

De muro

Este tipo de cimentación consiste en un par de muros con una pequeña losa descansando en la cima. Se usa para maquinaria pequeña y la máquina se apoya en la losa.

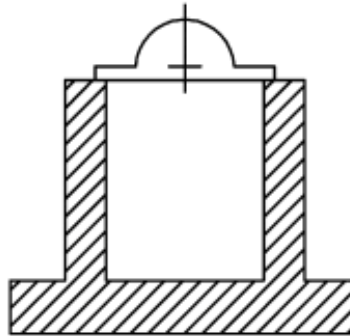


Figura 3: Cimentación de maquinaria tipo muro (Ref. 1)

De marcos

Este tipo de cimentación consiste en columnas y vigas que forman marcos, llamado también tipo pedestal. Se usa para máquinas grandes.

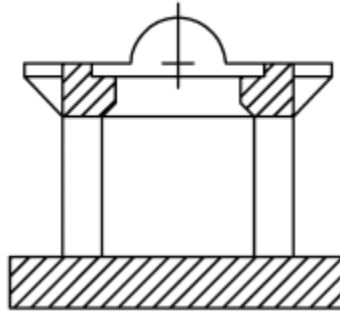


Figura 4: Cimentación tipo Pedestal o marcos (Ref. 1)

Flexible

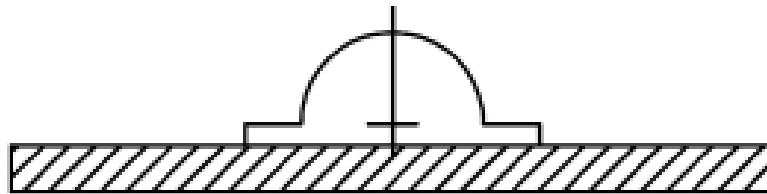


Figura 5: Cimentación de maquinaria tipo flexible (Ref. 1)

Componentes de un Turbogenerador

Los principales componentes de un generador para turbina son las secciones de alta y baja presión, generador, excitador y condensador.

Las turbinas se clasifican como compuestas en tándem (ver figura 6) o compuestas cruzadas. En las unidades compuestas en tándem, una o más secciones de la turbina se conectan a lo largo de un eje simple al generador. En las unidades compuestas cruzadas, las secciones de alta y baja presión se montan en ejes separados con un generador independiente para cada eje. Por eso en la mayoría de los casos cada eje rota con distinta velocidad.

Por otra parte, una sección de la turbina puede ser clasificada como de flujo sencillo, de flujo doble o de flujo opuesto. En una sección de flujo sencillo el vapor se expande a lo largo de una dirección axial. Una sección de flujo doble contiene 2 caminos para el vapor simétricos; el vapor entra por el centro de la sección y se expande en dirección axial y se expande en dirección opuesta. Una sección de flujo opuesto se asemeja a la sección de flujo doble en que el

vapor se expande en la dirección axial opuesta; sin embargo, la etapa de extracción de presión del vapor no es simétrica.

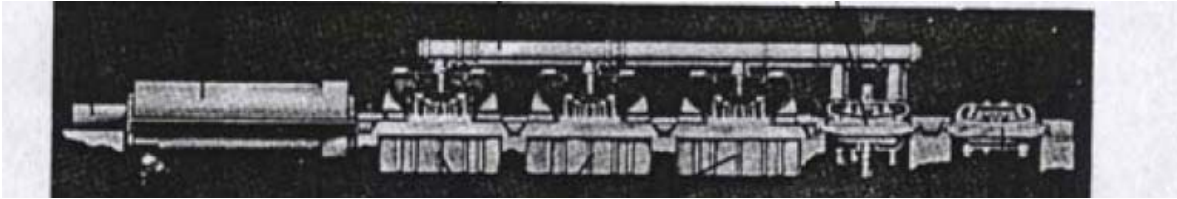


Figura 6: Turbina de Alta y baja presión y Generador Eléctrico en Tándem (Ref. 1)

Los ejes de la turbina son conectados unos a otros y al rotor del generador por acoplamientos sólidos o retraídos. Las bobinas de campo del rotor estacadas al rotor del generador son energizadas por un excitador, el cual se conecta más allá del generador por un eje que es más pequeño y más flexible que el de la turbina. Algunos diseños de generador usan un sistema de excitación que no requiere un eje adicional. El generador rota con el estator, el estator es un marco circular que tiene bobinas de armadura dispuestas en ranuras en su circunferencia interna.

Se induce una corriente alterna eléctrica en la armadura por el campo electromagnético giratorio producido por el rotor. La resistencia al flujo de la corriente en el circuito externo requiere la aplicación de fuerza para mantener el campo electromagnético (y por lo tanto el rotor) en movimiento. Esta fuerza es suministrada por el vapor expandiéndose a través de las secciones de la turbina, y es transmitido por los acoplamientos al generador.

Las velocidades de operación de los generadores de turbina:

- 1800 rpm para unidades nucleares
- 3600 rpm para unidades que funcionan con combustibles fósiles

Un regulador controla la velocidad de la máquina y la salida de la turbina para cumplir con los requerimientos del sistema. Durante la puesta en marcha, la velocidad de la turbina debe ser mantenida constante en valores debajo de la velocidad de arranque a fin de precalentar el rotor y checar las holguras entre el rotor y los componentes estacionarios.

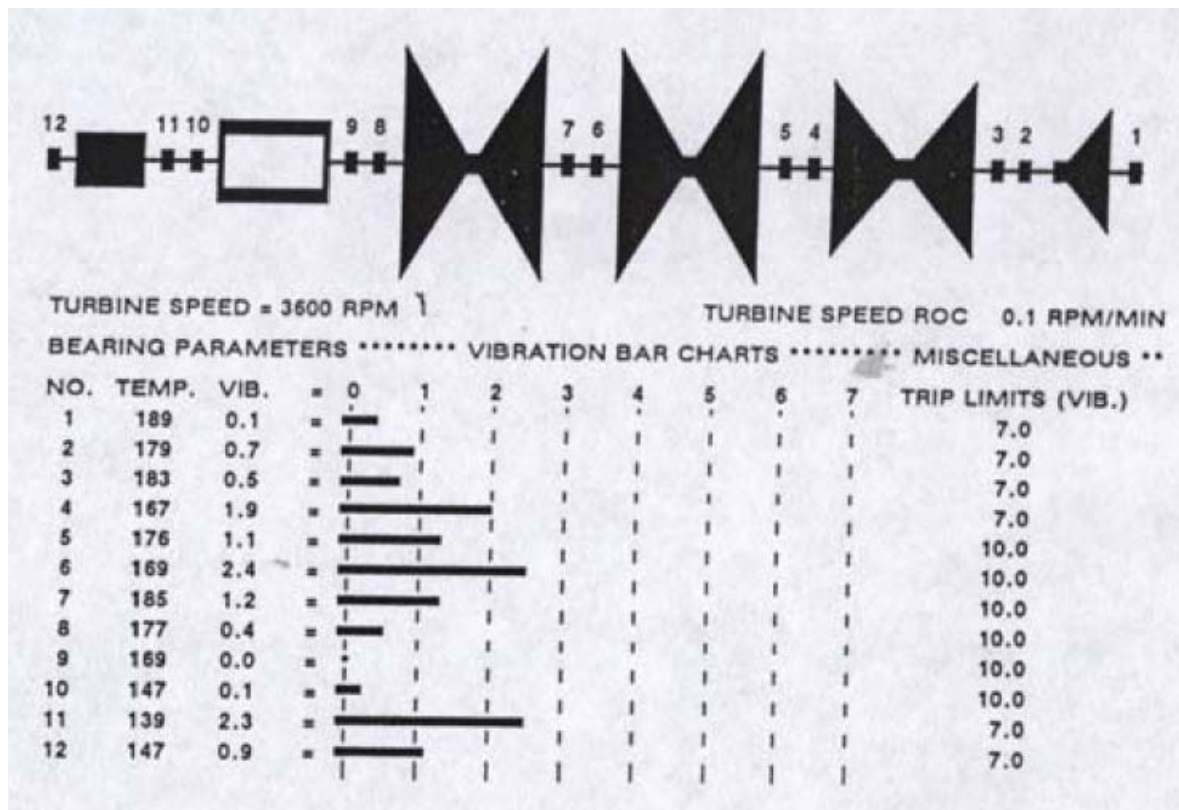
Los ejes de los generadores de turbinas son soportados por cojinetes entre las secciones de la turbina. Algunos diseños usan dos cojinetes por rotor, uno en cada parte final, mientras que otros diseños usan un simple cojinete entre las secciones de la turbina. En algunas máquinas, los cojinetes son soportados dentro de la caja del turbogenerador: en otras máquinas los cojinetes son soportados por vigas transversales independientes de la caja. Cada eje se alinea y se balancea cuidadosamente para asegurar la operación a baja vibración. Hay que destacar que el desalineamiento de los ejes puede resultar en problemas serios de vibración y en el comienzo de la formación de grietas en los acoplamientos y otras partes giratorias.

El escape de la boquilla de la turbina de baja presión esta conectado al condensador. La función de este equipo es condensar el vapor de escape de la turbina, el cual se regresa al sistema de suministros de vapores en la forma de un condensado. Un vacío es formado dentro de los condensadores debido a la reducción de volumen que ocurre al pasar el

vapor de gas a líquido. Los condensadores son enfriados con agua circulante, la cual pasa a través de la coraza del condensador en tubos de pared delgada para aumentar la transferencia de calor sin contacto o mezcla con el condensado.

La turbina, el generador, el excitador y el regulador son montados sobre soleras manufacturadas, las cuales son atornilladas y se les aplica una lechada para acoplarla a la cimentación de acuerdo con las especificaciones del fabricante. El turbogenerador se diseña para deslizarse en las soleras para aliviar los esfuerzos producidos por la expansión térmica y la contracción. Además, se proveen guías transversales y axiales para prevenir el desalineamiento del eje debido a este movimiento termal.

En máquinas modernas, se instala un sistema que mide la magnitud de las vibraciones para controlar que estas no sean excesivas y puedan dañar el equipo. La información típica se puede ver en la siguiente imagen.



Ejemplo de un registro de vibración del eje de una turbina

Figura 7 (Ref. 1)

Los límites se establecen para cada máquina. Si alguno de los valores de vibración de los ejes excede este límite, la máquina hará caer su rendimiento para prevenir daño. Generalmente, el valor del desplazamiento límite del rotor está en la vecindad de 10 milésimos de pulgada de pico a pico. En otras máquinas, el movimiento relativo entre el rotor y el cojinete se mide. En este caso, el desplazamiento relativo del rotor está en el rango de 3 a 5 milésimas de pulgada de pico a pico.

El diseño y la configuración de las cimentaciones para turbogeneradores se basa en información y criterios suministrados por fabricantes del condensador y el turbogenerador en los planos, los cuales deben estar disponibles para el diseñador de la cimentación al momento del diseño de esta.

Los planos proveen información que concierne al contorno de la máquina y el arreglo, las cargas de cimentación, soleras, localización de los tornillos, dimensiones límites de la cimentación, penetraciones y tuberías, anchos de placa transversales y axiales, fuerzas de diseño, cargas del condensador, detalles del equipo y requerimientos dictados por el diseñador.

Cargas para los Turbogeneradores

La cimentación del turbogenerador debe ser diseñada para soportar todas las fuerzas impuestas en ella durante la vida útil de la planta.

Carga muerta de la cimentación

La carga muerta incluye el peso propio de todos los miembros de la cimentación.

Carga muerta del equipo

El peso del turbogenerador se considera la carga muerta del equipo.

Carga muerta de otros equipos y las tuberías sobre la cimentación

La cimentación debe soportar otras piezas como el freno de la turbina, válvulas de control, válvulas del interceptor, bomba de alimentación de la caldera, perchas de vapor principales.

Carga viva

La carga viva incluye las cargas que varía en intensidad y en ocurrencia. La carga viva para la losa del suelo soportada por la cimentación de la turbina debe ser como mínima de 10 kPa o de acuerdo con el código local. Las cargas de mantenimiento también entran en esta categoría.

Carga del condensador

El tipo de conexión entre la turbina y el condensador, así como el método de soporte de este en su base determina la manera en la cual la carga del condensador se transmite a la cimentación. Existen dos métodos para soportar el condensador:

El fondo del condensador se monta en soportes rígidos, y un punto de expansión se coloca entre el condensador y escape de la turbina para mitigar las fuerzas termales y variaciones en la carga del condensador.

El fondo del condensador se monta en resortes, mientras que la cima se conecta rígidamente al escape de la turbina. Los resortes se pueden ajustar para transferir cargas mínimas y máximas al escape de la turbina. También se pueden ajustar para compensar por la excentricidad de la carga, tal como la que ocurre por el agua a presión que circula.

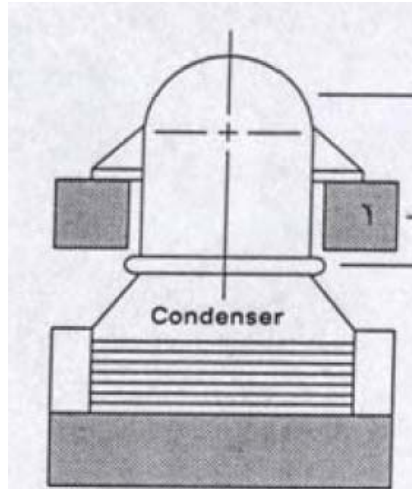


Figura 8: Condensador soportado rígidamente con junta de expansión entre el condensador y la turbina (Ref. 1)

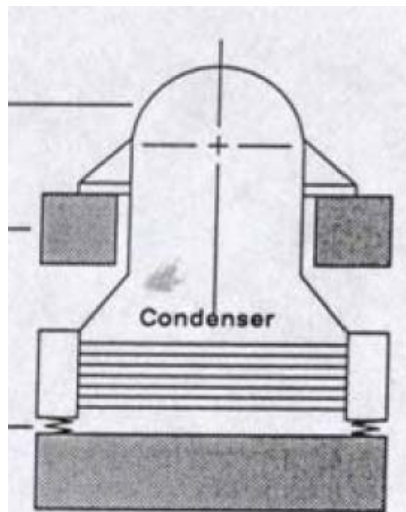


Figura 9: Condensador montado en resortes sin junta de expansión entre el condensador y la turbina (Ref. 1)

Carga muerta del condensador

Cuando el fondo del condensador se monta en soportes rígidos, toda la carga muerta del condensador se transmite a la losa de la cimentación de la turbina. Cuando el condensador se suelda al escape de la turbina y se apoya en resortes, la proporción de la carga muerta del condensador que se distribuye entre la cubierta y la losa depende de la rigidez y la configuración inicial de los resortes. Esta carga generalmente es dada por el fabricante.

Carga de vacío del condensador

Cuando una junta de expansión es provista entre el condensador y el escape de la turbina, la diferencia entre la presión atmosférica de la cubierta de la turbina y la presión dentro del condensador resulta en una fuerza aplicada en la turbina. Esta carga de vacío puede ser tan grande como varias veces el peso del condensador. Típicamente, un condensador es provisto para cada turbina de baja presión, y su carga de vacío se transmite a la cimentación a través de las soleras de la turbina. La distribución exacta de esta carga es suministrada por el fabricante de la turbina. Para el caso donde el condensador es unido rígidamente al escape de la turbina, no se produce carga de vacío en la cubierta.

Carga normal de torque

Las fuerzas debidas al vapor en cada sección imponen un torque en las cubiertas estacionarias en dirección opuesta a la rotación del rotor. El torque de operación normal en el estator es el mismo que está en la dirección del giro del rotor. La magnitud de este torque depende de la velocidad rotacional y la potencia de salida de la sección de la turbina. El fabricante de la turbina especifica cargas de torque en el dibujo mecánico como pares de fuerza equivalentes en las soleras.

Cargas térmicas

Expansión/Contracción de la Máquina

Las variaciones de temperatura de la turbina y el generador causan expansiones y contracciones, forzando a ciertas partes del equipo al deslizamiento. A medida que la máquina se calienta, el eje entero se expande. Sin embargo, no imparte ninguna carga a la cimentación, ya que el eje esta fijo a un cojinete de empuje simple, y el eje desliza libremente en los cojinetes.

El cálculo de la magnitud exacta de la carga termal es muy difícil y depende de muchos factores, tales como la distancia entre tornillos, la condición de la superficie deslizante y la magnitud de la carga vertical en cada solera.

La magnitud de la carga térmica en cada solera se calcula como:

Fuerza= coeficiente de fricción * (Suma de carga muerta + Peso del Condensador + Carga normal de torque + carga de las tuberías)

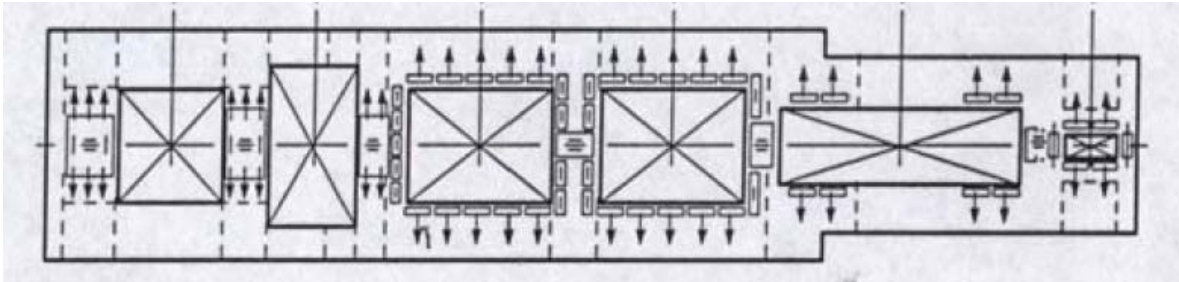


Figura 10: Fuerzas térmicas que ejerce el equipo sobre el pedestal (Ref. 1)

El coeficiente de fricción varía de 0.2 a 0.5. El fabricante de la turbina debe indicar que coeficiente se va a utilizar.

Gradiente térmico en la cimentación debido a la operación

Los esfuerzos y deformaciones causadas por el gradiente térmico dentro de la cimentación debido a las elevadas temperaturas no son considerados en el diseño. Las deflexiones adicionales debido a la expansión térmica de la cimentación pueden ser significativas, sin embargo, las evaluaciones de estas no se realizan. La expansión térmica en los cojinetes se estima por el fabricante.

Se hace hincapié en que la experiencia sobre la expansión térmica se basa en cimentaciones de concreto convencional, y se debe tener cuidado con concreto de baja sintonía y acero. Para este tipo de materiales empleados en cimentaciones, sería prudente determinar la expansión térmica; las deflexiones deben ser medidas durante la fase preoperacional y luego compensadas para los alineamientos correspondientes.

Los esfuerzos y deformaciones debidos a la expansión térmica de la cimentación debido a cualquier agente ambiental deben ser tomados en cuenta durante el diseño. Las siguientes situaciones deben ser consideradas:

- Unidades al aire libre donde haya un cambio brusco de temperatura entre día y noche o entre estaciones.
- Unidades al aire libre en donde exista un gradiente de temperatura como resultado del brillo del sol en una sola parte de la cimentación
- Unidades resguardadas en donde exista un gradiente de temperatura como resultado de aire caliente o frío siendo expulsado a diversas partes de la cimentación.

Cargas debidas a la contracción y flujo plástico del concreto

En cimentaciones de concreto reforzado, las deflexiones dependientes del tiempo en lugares debido al flujo plástico y a la contracción del concreto pueden llegar a ser hasta

dos veces más grandes que las deformaciones elásticas inmediatas después de la aplicación de la carga. Sin embargo, estas deflexiones adicionales generalmente no se consideran en el diseño por las razones siguientes:

- Para una cimentación típica, el alineamiento inicial de la máquina ocurre 2 o 3 años después de la construcción de la cimentación. Para este tiempo, la mayor parte del flujo plástico y contracción ya habrán ocurrido. Además, la tasa de deformación por flujo plástico y contracción en el momento del alineamiento están por debajo del valor inicial mostrado en la siguiente tabla.
- Las dimensiones de la cimentación son tales que, sin importar los valores absolutos de las deflexiones, las deflexiones diferenciales son muy pequeñas.

El desempeño exitoso de las cimentaciones de turbogeneradores que se han diseñado con anterioridad suministra la confirmación de los criterios de diseño antes expuestos. Debe ser notado que mucha de la experiencia se tiene de cimentaciones convencionales de concreto, y precaución adicional es necesaria cuando se usan cimentaciones de baja sintonía de concreto.

| 28 días | 1 año | 2 años | 3 años | 4 años | 5 años | 20 años |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1 | 1.75 | 1.96 | 2.08 | 2.16 | 2.23 | 2.64 |
| | 1 | 1.12 | 1.19 | 1.23 | 1.27 | 1.51 |
| | | 1 | 1.06 | 1.11 | 1.14 | 1.35 |
| | | | 1 | 1-04 | 1-07 | 1-27 |
| | | | | 1 | 1.03 | 1.22 |
| | | | | | 1 | 1.18 |
| | | | | | | 1 |

Tabla 1: Incremento en la deformación por flujo plástico y contracción como una relación de varios valores base (Ref. 1)

Reacciones por tuberías y válvulas

Las fuerzas en tuberías son resultado debido a resortes fríos, dinámica de fluidos, fuerzas sísmicas y expansión térmica.

Fuerzas en el cárter de la turbina

Las tuberías conectadas a la carcasa de la turbina se ponen con resortes fríos en una posición tal que cuando los vapores de altas temperaturas calienten el sistema, los esfuerzos sean aliviados. Las cargas creadas por las conexiones deben ser investigadas para determinar si son significativas. Esto puede ser logrado aplicando las máximas fuerzas permisibles y momentos que el fabricante de la turbina especifica.

Las cargas máximas admisibles son especificadas por el fabricante del turbogenerador para prevenir distorsión o volcado de los componentes de la turbina. La carcasa de la turbina se asume que es rígida y que las fuerzas calculadas actúan en los puntos de soporte de la turbina. Los tipos de tuberías que generan la mayoría de las cargas son:

- La tubería de entrada de vapor principal
- La tubería de recalentamiento del vapor
- La tubería de extracción del vapor

Carga en las tuberías debido al equipo adjunto a la cimentación

La cimentación debe soportar arreglos tales como la turbina o las válvulas de control, válvula del interceptor, el cofre de vapor de la turbina, etc. El posicionamiento y alineamiento de las tuberías para estos equipos crea fuerzas iniciales de erección. Las tuberías de los fabricantes de turbinas son equipadas y soldadas, para posteriormente el conjunto ser atornillado a la cimentación. El remanente de las tuberías de entrada de vapor es soldado al conjunto de las conexiones de entrada. Son creadas diferentes fuerzas debidas a la expansión térmica durante la operación. Las fuerzas de erección y las estáticas y dinámicas deberían ser investigadas para determinar si son significativas. La carga debida a un cierre rápido de la válvula de cierre que se encuentra anexada a la cimentación es usualmente significativa.

Las fuerzas producidas en las tuberías del fabricante son usadas cuando sean especificadas. Estas cargas son las cargas máximas permisibles en las soleras. La dirección y punto de aplicación de las cargas son conocidas. Sin embargo, si las cargas actuales son conocidas estas deberían ser usadas.

Si el fabricante de las turbinas no proporciona las fuerzas en las tuberías aplicadas en las soleras, el diseñador debería obtener las máximas fuerzas admisibles en las tuberías y después calcular las fuerzas en los puntos de apoyo para determinar si son significativas. Estas cargas deben ser usadas durante las condiciones de frío y caliente.

Carga de desequilibrio normal de la máquina

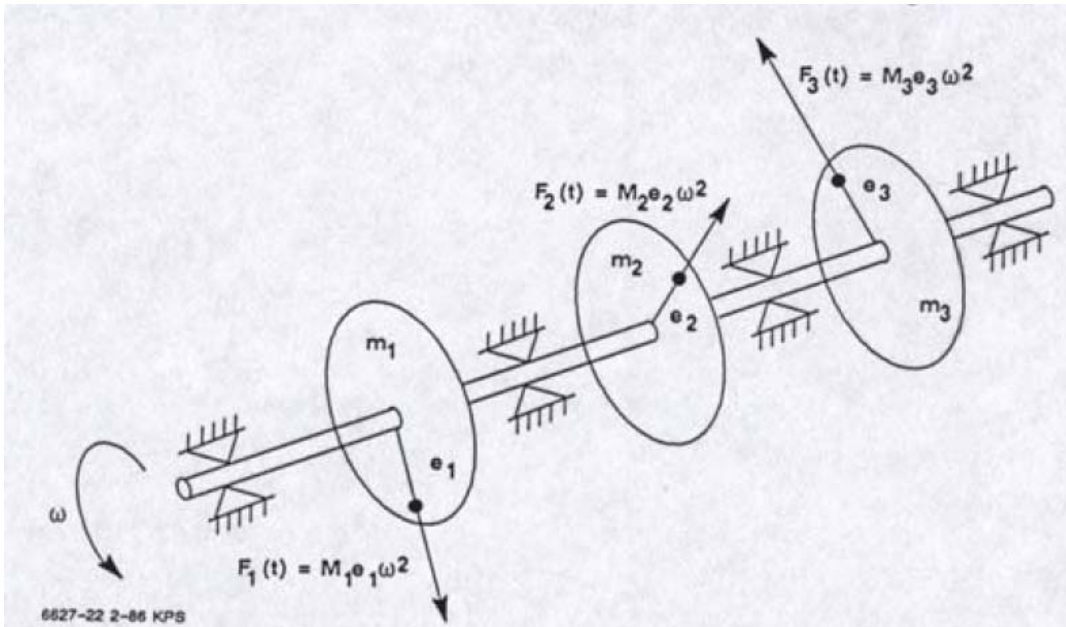
Es posible balancear el rotor del turbogenerador para eliminar las fuerzas debidas al desbalanceo durante la rotación, en la práctica siempre habrá desequilibrio. Su magnitud depende de factores determinados por diseño, manufactura, instalación y procedimientos de mantenimiento. Estos factores pueden incluir un eje de rotación el cual no pasa por el centro de masa del rotor, deflexión de la flecha debida a la gravedad, expansión térmica desigual, desalineación durante la instalación y corrosión. El efecto acumulativo de estos factores es la presencia de fuerzas desbalanceadas que son sincronizadas con la velocidad de rotación del eje. Estas fuerzas son transmitidas a la cimentación a través de los cojinetes del eje.

El efecto de las cargas normales de desbalanceo de la máquina en la cimentación del turbogenerador puede ser evaluado por un análisis dinámico o por un análisis pseudodinámico. El análisis dinámico es recomendado para cimentaciones de baja sintonía mientras que el análisis pseudodinámico ha sido una práctica usual en la práctica profesional. La carga normal de desequilibrio se especifica como una función de fuerza

dinámica cuando un análisis dinámico de la cimentación se debe ejecutar y es especificado como una carga pseudodinámica cuando un análisis estático se lleva a cabo.

Función de fuerza dinámica

Para el propósito de definir la carga normal de desequilibrio de la máquina, el rotor del turbogenerador puede ser aproximado como un eje con múltiples soportes con un disco rotatorio correspondiente a cada una de las etapas de la turbina y el generador como se muestra en la siguiente figura.



Fuerzas de desbalanceo en el eje de una turbina con apoyos múltiples

Figura 11 (Ref. 1)

La función fuerza $F(t)$ correspondiente a cada una de las etapas del generador es:

$$F(t) = M_i * (G\Omega / \omega) * \text{seno}(\Omega t + \alpha_i) \quad (\text{Ref. 1})$$

Donde

M_i = masa del rotor

$G = e\omega$, una medida de la calidad del balanceo del rotor

e = excentricidad de la masa rotatoria, equivale a la distancia entre el eje de rotación y el centro de masa del disco rotador

ω = velocidad de operación de la máquina en rad/s

Ω = velocidad de rotación en rad/s para la cual se obtendrá la fuerza por desbalanceo

α_i = ángulo de fase relativo de desbalanceo para la masa i

Para arreglos de turbogeneradores, la calidad del desbalanceo por la norma ISO 1940 (18) es G2.5. Esto corresponde a un valor de G de 0.1 in/s. El ángulo de fase de la fuerza desbalanceada correspondiente a cada etapa de la turbina y al generador es aleatorio y por lo tanto desconocido en la etapa de diseño; sin embargo, su naturaleza aleatoria debería ser considerada en la determinación de la respuesta máxima probable del sistema cimentación-turbina debido al desbalanceo normal de la máquina.

El valor de 0.1 in/s G corresponde al mínimo desbalanceo de operación, y el desbalanceo existente en operación es mayor. El desbalanceo de diseño debería ser especificado por el fabricante del turbogenerador. Cuando no se tenga información del fabricante un valor de G de 0.2 in/s puede ser usado.

Carga pseudodinámica

La función de fuerza normal de desbalanceo es una carga dinámica, sin embargo, para cimentaciones convencionales, los efectos en la respuesta de la cimentación son evaluados generalmente usando un análisis estático y cargas pseudodinámicas.

Las magnitudes de estas cargas pseudodinámicas se basan en la práctica y se resumen:

- Cargas pseudodinámicas verticales hacia abajo en las soleras de la cimentación con las magnitudes siguientes
25% de la carga muerta de la máquina para velocidades de operación de 1800 rpm
50% de la carga muerta de la máquina para velocidades de operación de 3600 rpm
- Cargas pseudodinámicas transversales horizontales equivalentes al 50% de la carga muerta del turbogenerador soportado por cada pila, aplicado en el centro de línea del eje en dirección perpendicular al eje de la flecha.
- Cargas pseudodinámicas longitudinales horizontales iguales en magnitud al 50% de la máquina del turbogenerador soportado por cada pila, aplicado en el centro de línea en dirección paralela al eje de la flecha.

Correlación de las cargas dinámicas y pseudodinámicas

En el pasado, el efecto del desbalanceo normal de la máquina ha sido considerado usando cargas pseudodinámicas descritas en la sección previa. Estas cargas pseudodinámicas pueden ser comparadas a aquellas obtenidas usando las cargas dinámicas definidas previamente para suministrar un punto de referencia para el valor G de diseño.

Las magnitudes de estas cargas pseudodinámicas pueden ser obtenidas basadas en las magnitudes de las cargas dinámicas y el factor de carga dinámico (DLF). El valor pseudodinámico para la carga dinámica es:

$$F \text{ estática} = (\text{DLF}) * M * (G\Omega/\omega)$$

DLF= Factor de Carga Dinámica, se define como la tasa de la respuesta dinámica a la respuesta estática y es

$$DLF = \frac{1}{\left[\left(1 - \left(\frac{\Omega}{f_r} \right)^2 \right)^2 + \left(2\xi \frac{\Omega}{f_r} \right)^2 \right]^{0.5}}$$

FACTOR DE CARGA DINÁMICA (Ref. 1)

Donde

Ω = velocidad angular (rad/s) del rotor para el cual se obtiene el DLF

f_r = frecuencia natural crítica de la cimentación del rotor

ζ = amortiguamiento (0.02 para concreto)

La siguiente tabla presenta la máxima carga pseudodinámica para un valor de G de 0.1 in/s para 3600 rpm y 1800 rpm, y una velocidad crítica del rotor. Para máquinas de 3600 rpm la carga pseudodinámica equivale a 0.244*(Carga muerta) comparado con 0.5*Carga muerta en el diseño convencional. Para máquinas de 1800 rpm, el valor máximo obtenido de carga pseudodinámica en la dirección horizontal es 0.122*carga muerta, comparado con 0.5*carga muerta usado en el diseño convencional. En la dirección vertical, el máximo valor obtenido de fuerza pseudodinámica es 0.183*carga muerta comparado con 0.25*carga muerta usado en el diseño convencional. Para estos cálculos se asume que el peso del rotor es 15% del total del peso muerto de la máquina.

| Carga normal de desbalanceo de la máquina para $G=0.1$ in/s | | |
|---|------------|----------|
| Velocidad de la máquina | Horizontal | Vertical |
| 3600 rpm | | |
| Operación 3600 | 0.012CM | 0.012CM |
| Velocidad crítica del eje 2400 | 0.244CM | 0.244CM |
| Velocidad crítica de la cimentación | 0.122CM | 0.244CM |
| Horizontal 1200 | | |
| Vertical 2400 | | |
| 1800 rpm | | |
| Operación 1800 | 0.006CM | 0.183CM |
| Velocidad crítica del eje 1200 | 0.122CM | 0.122CM |
| Velocidad crítica de la cimentación | 0.122CM | 0.183CM |
| Horizontal 1200 | | |
| Vertical 4800 | | |
| CM es la carga muerta de los componentes del turbogenerador | | |

Tabla 1

Carga sísmica

La carga sísmica se calculará con el Manual de Diseño por Sismo de CFE, utilizando el método sísmico estático.

Torque de emergencia del generador

De todas las fallas de corto circuito que pueden ocurrir, un corto circuito de línea a línea en las terminales del generador causa la carga más severa en la cimentación del turbogenerador. Tal falla ocurre cuando cualquiera de dos de las tres fases de terminales del generador es rota.

La carga debida a un corto circuito en la terminal se obtiene como una función de fuerza o como una carga estática. El uso de cargas equivalentes estáticas para el máximo corto circuito asume el impacto completo de todas las fuerzas de choque severas. Ya que la suposición puede resultar en el sobredimensionamiento de la cimentación, la aproximación más realista de un análisis dinámico en la base del corto circuito se hace con una función torque dependiente del tiempo.

En vista de la severa naturaleza transitoria de la máxima carga de corto circuito de la cimentación en la vecindad del generador, el fabricante del equipo proporciona esta carga

Fuerzas estáticas equivalentes

Los proveedores de turbogeneradores pueden también expresar la carga de corto circuito como fuerzas estáticas equivalentes que actúan verticalmente en las soleras localizadas donde se monta el generador en la cimentación. Tales cargas en la cimentación son derivadas de la misma ecuación de corto circuito de terminal a terminal al asignar correctamente el valor pico a la solera individual y dividir esta parte del total del torque por el correspondiente brazo de palanca.

Cargas debidas a una sincronización fuera de fase

La sincronización fuera de fase quiere decir que la forma de la onda del voltaje que es producido por el generador no tiene la misma relación de tiempo con la fase de voltaje del sistema en el instante en que el generador se conecta al sistema. Una sincronización defectuosa puede imponer fuerzas alternantes severas en la cimentación en la vecindad del generador. El máximo torque falla de sincronización es de 120 grados eléctricos fuera de fase, esta fuerza es función no solo de los parámetros de diseño del generador, sino también de las características de la transmisión del sistema al cual el generador se conecta.

Si la suma de la resistencia reactiva del transformador principal aumenta y la resistencia iguala la resistencia transitoria del generador, la sincronización fuera de fase de 120° causa una fuerza de choque en la cimentación aproximadamente equivalente al torque máximo línea a línea de corto circuito.

El fabricante del turbogenerador especificará la magnitud de esta carga en la forma de una función de fuerza equivalente o equivalente en cargas estáticas. Sin embargo, los generadores no están diseñados para ninguna interrupción eléctrica que sea más severa que los cortos circuitos en terminales.

Carga debida a un rotor encorvado

Un rotor encorvado puede imponer grandes fuerzas dinámicas en la cimentación del turbogenerador. La condición encorvada del rotor creará fuerzas de desbalanceo las cuales son transmitidas a través de los soportes de la máquina a las soleras. La magnitud de estas fuerzas variará con el cuadrado de la velocidad, el peso del rotor y la cantidad de excentricidad en el rotor.

Un rotor encorvado puede ocurrir en cualquier sección de la turbina y puede ser el resultado de las condiciones siguientes:

- Frotamiento de embalaje inusualmente severo
- Entrada de agua
- Falla al poner el rotor en una posición de engranaje de giro cuando la máquina se apaga

La primera condición causa una temperatura diferencial en el rotor, lo cual causa que el rotor se doble, resultando en desbalanceo.

La segunda condición, entrada de agua puede ocurrir cuando un chorro de agua entra en la turbina, causa una temperatura diferencial en el rotor, lo cual causa que el rotor se doble y el eje de la flecha se curvee.

La tercera condición puede ser causada por una operación impropia o falla del sistema y no colocar el rotor en operación de engranaje de giro mientras se enfría el mismo.

La máxima respuesta de rotor encorvado ocurre en la primera velocidad crítica del rotor. El tiempo que toma el rotor de la turbina en pasar a través de la velocidad crítica es un periodo de tiempo relativamente corto. Sin embargo, el tiempo es mucho mayor cuando la máquina se pone fuera de línea y el rotor desliza a través de la velocidad resonante.

La probabilidad de un rotor encorvado es difícil de estimar, sin embargo, es probable que un grado de encorvamiento ocurra durante la vida útil de la unidad. Ya que esta condición usualmente requiere un apagón del turbogenerador, esto existirá solo por el tiempo requerido para que el rotor deslice a la posición de descanso.

Por lo tanto, es suficiente con asegurar que los esfuerzos en la cimentación son suficientemente bajos para no tener un daño permanente a la estructura.

La magnitud y localización de las fuerzas debidas a un rotor encorvado deben ser suministradas por el fabricante de la turbina en cuestión.

Las fuerzas debidas a un rotor encorvado pueden ser calculadas a través de:

$$F = M * e * \omega^2 * \text{seno}(\omega t)$$

Donde

F = fuerza debida al rotor encorvado

M = masa del rotor

e = excentricidad del rotor

ω = frecuencia circular crítica de la cimentación

Algunos fabricantes de turbinas suponen que un rotor encorvado es el peor caso de emergencia que le puede ocurrir a la turbina para las secciones de alta y media presión.

Carga debida a la pérdida de un aspa en el rotor

Un rotor de turbina debe ser balanceado dinámicamente dentro de los límites prácticos para satisfacer la operación satisfactoria de la turbina y no causar efectos adversos en el equipo o cimentación. Sin embargo, un desbalanceo más severo puede ocurrir cuando la unidad se encuentra en operación. La condición de desbalanceo de emergencia sucede en el desafortunado evento que se rompa un aspa del rotor en la sección de baja presión.

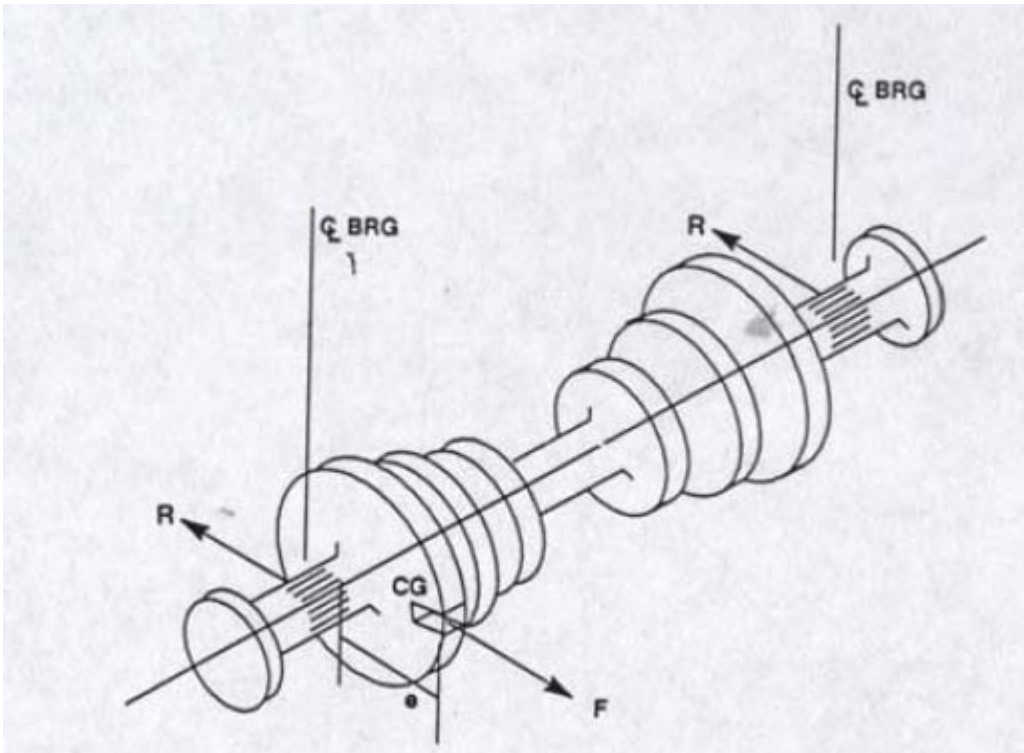
La pérdida de un aspa, la cual mide entre 20 in hasta 40 in, podría causar un desbalanceo significativo en el rotor, consecuentemente una gran fuerza dinámica sería impuesta en el

sistema. La magnitud de este desbalanceo es función del peso del aspa, su centro de gravedad con respecto al rotor y la velocidad de rotación del rotor.

Mientras que esta condición puede ser predicha para ocurrir en cualquiera de las varias filas de aspas, un análisis por separado debería ser realizado con un simple desbalanceo equivalente a la pérdida de una fila aplicada al punto de masa correspondiente a cada aspa en cada sección. Ya que esta es una condición de emergencia que requerirá el apagado del turbogenerador, sólo existirá por el tiempo requerido para que el rotor deslice a la posición de descanso.

Por lo tanto, es suficiente con asegurar que los esfuerzos en la cimentación son suficientemente bajos para no tener un daño permanente a la estructura.

La magnitud y localización de las fuerzas debidas a la pérdida o rotura de un álabe son suministradas por el fabricante de la turbina.



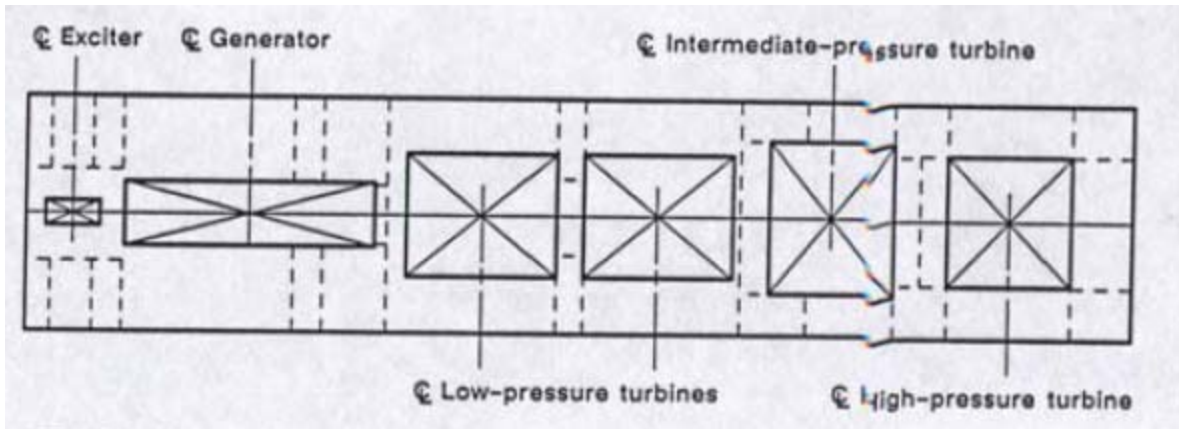
Carga debida a la pérdida de un álabe

Figura 12 (Ref. 1)

3.- GEOMETRIA RECOMENDADA DEL PEDESTAL

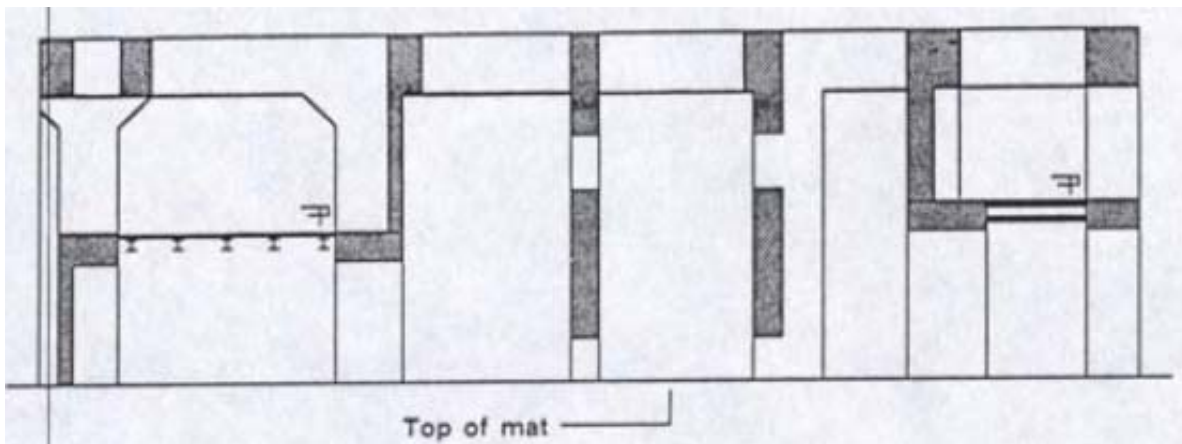
La cimentación del turbogenerador se compone de concreto reforzado monolítico el cual consiste en una losa, columnas y cubierta. Se pueden poner pisos adyacentes al condensador si se requiere. La cimentación es simétrica respecto al plano vertical que pasa por el eje longitudinal del eje de la máquina.

Una cimentación convencional pesa entre 3 y 5 veces el peso de la máquina que va a soportar.



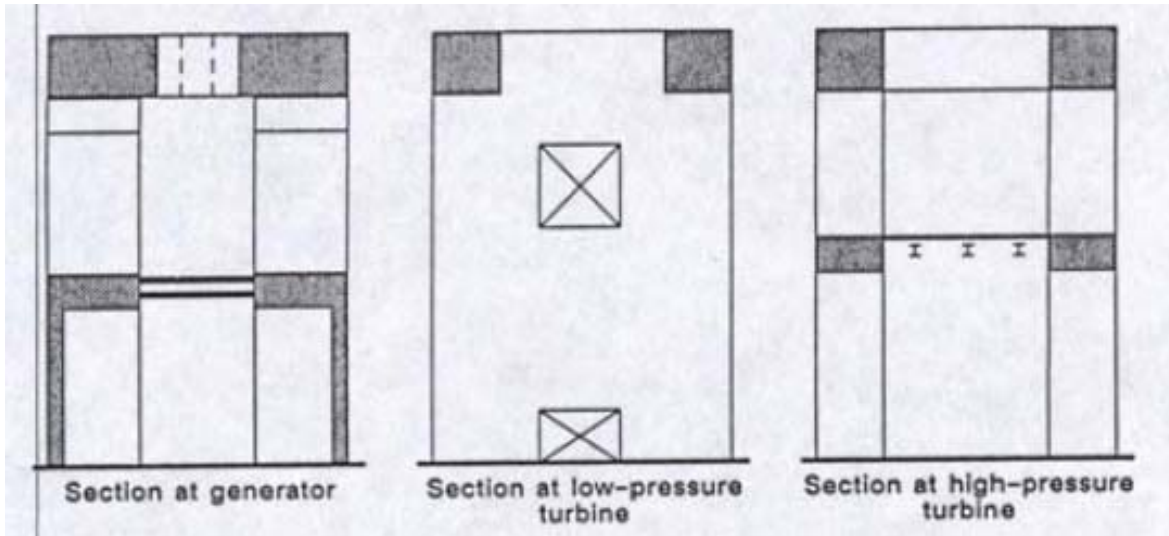
Planta típica de un pedestal de un Turbogenerador

Figura 13 (Ref. 1)



Elevación típica de un Turbogenerador

Figura 14 (Ref. 1)



Secciones transversales de un pedestal

Figura 15 (ref. 1)

Las dimensiones se determinan por la configuración del turbogenerador y del condensador. Como con cualquier otra estructura, las dimensiones iniciales se requieren antes de realizar un análisis estático o dinámico. Ciertas reglas empíricas que han sido establecidas basadas en experiencias previas juegan un rol importante en el predimensionamiento y en el diseño previo.

Dimensiones de la cubierta de operación (Ref. 1)

El marco superior horizontal llamado cubierta, soporta la unidad del turbogenerador. Esta cubierta esta compuesta de vigas de concreto reforzado las cuales son paralelas y perpendiculares a la flecha de la máquina.

La disposición de la cubierta es el primer paso en el diseño de la cimentación. El plano muestra el ancho y largo de la cubierta. El ancho de la cubierta se determina por el ancho de las aberturas y el ancho de las vigas longitudinales. La abertura requerida para el escape de la turbina es mayor que la abertura para el generador en la parte final de la cimentación. El ancho de la cimentación en el generador debe ser proporcionalmente reducido por economía y para alcanzar una razón ancho profundidad razonable.

El claro a salvar por las vigas longitudinales que soportan la turbina se determina por el tamaño de los condensadores. La relación entre claro a profundidad de las vigas de la turbina está comprendida entre 1.5 a 3.

El ancho de la viga se establece de tal forma que la sección total de la viga aporte suficiente rigidez y resistencia. El generador se apoya en placas localizadas en las vigas longitudinales. La razón de claro contra peralte de estas vigas es entre 3 y 4. La losa superior que se requiere en la parte final del generador para soportar el excitador debe tener entre 3 y 4 pies de espesor.

Dimensiones de las columnas (Ref. 1)

Las columnas se localizan en la parte superior de la cubierta siguiendo estas reglas:

- Las dimensiones de las columnas se mantienen consistentes con las de las vigas a fin de evitar salientes en las áreas abiertas.
- Las columnas se colocan entre cada sección de la turbina
- En la parte del generador, las columnas se localizan lo más cercanas unas a otras.

Dimensiones de la losa de cimentación (Ref. 1)

La cimentación debe ser lo suficientemente rígida para preservar el alineamiento de la flecha de la máquina.

- La relación entre rigidez a flexión de la losa a la de la columna en dirección transversal debe ser al menos de dos.
- El espesor de la losa no debe ser menos a $0.07L^{4/3}$, donde L es el promedio de dos claros adyacentes.
- La masa de la losa debe ser al menos igual que la masa de la cubierta más el turbogenerador.

Resumen de las proporciones (Ref. 1)

La siguiente información relacionada con las cimentaciones de turbogeneradores ha sido extraída de 63 plantas existentes diseñadas por 11 firmas de ingenieros estadounidenses. Estas plantas se localizan en Estados Unidos, sus capacidades son entre 135 MW a 1375 MW, incluyen plantas nucleares y termoeléctricas.

Espesor de la losa

No hay ninguna relación entre el espesor de la losa de cimentación y la capacidad de la planta. El espesor de la losa varía entre 5 a 12 pies.

Razón entre peso de la cimentación y peso de la máquina

La razón varía entre 2.44 y 6.31, con un promedio de 4.

4.- Diseño de un pedestal de cimentación

En esta sección se diseña la cimentación de un turbogenerador Siemens de 20 a 22 MW, 60 Hz ubicado en Salamanca Gto. México.

La estructura será construida como una estructura masiva debido al valor de frecuencias que presenta el equipo, y que provocan resonancia si no se hace así, los armados de acero en este tipo de estructuras generalmente es regido por la contracción del concreto y efectos vibratorios.

Descripción de la estructura.

La estructura consiste en forma general en un pedestal de concreto reforzado en donde se alojará el equipo turbogenerador. Esta estructura se forma por una losa base, columnas de concreto reforzado y una losa superior, además existe un mezanine a media altura aproximadamente.

Los equipos que soporta esta estructura son en forma general los que siguen: un paquete de arranque, el generador y su sistema de tapa, la turbina y su sistema de tapa.

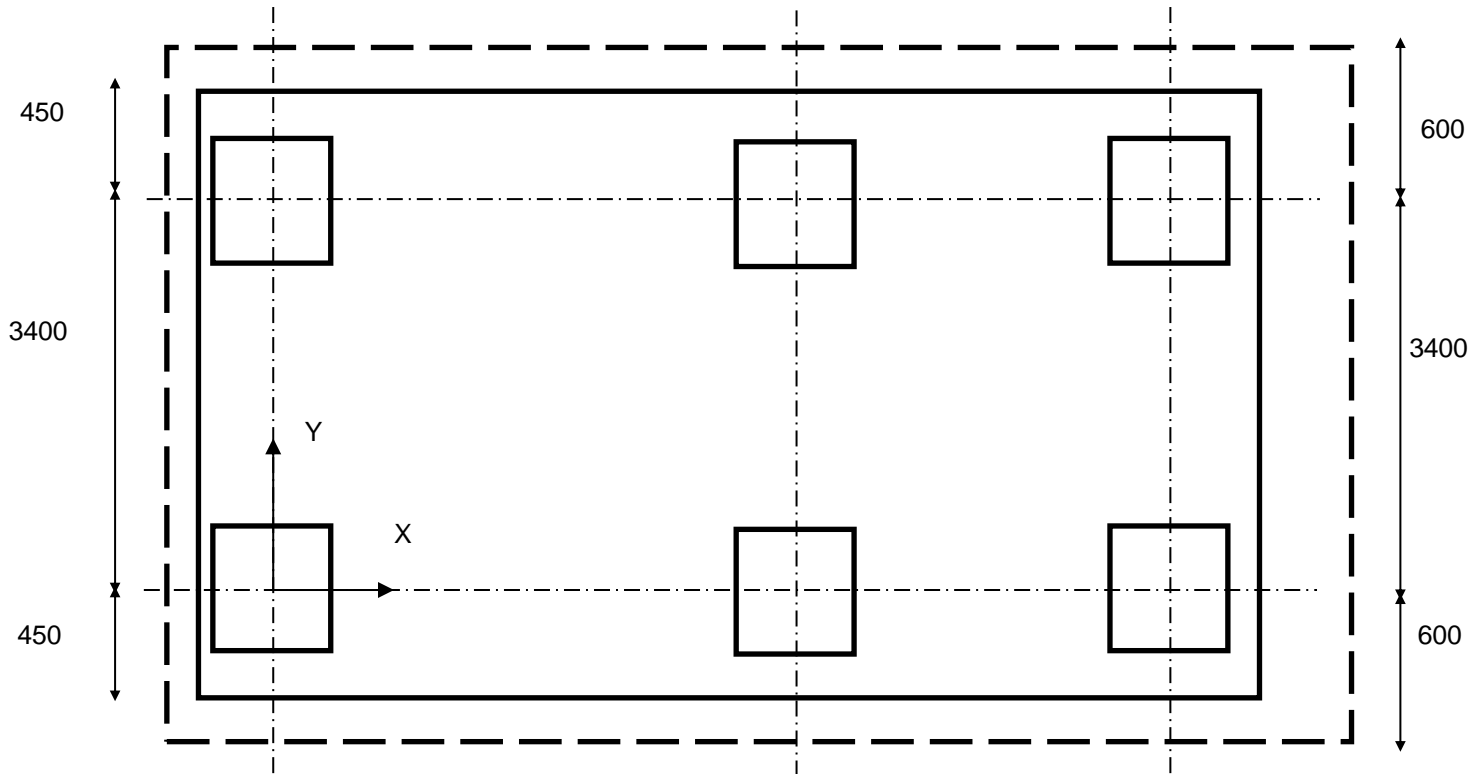


fig. 16.-PLANTA (cotas en mm)

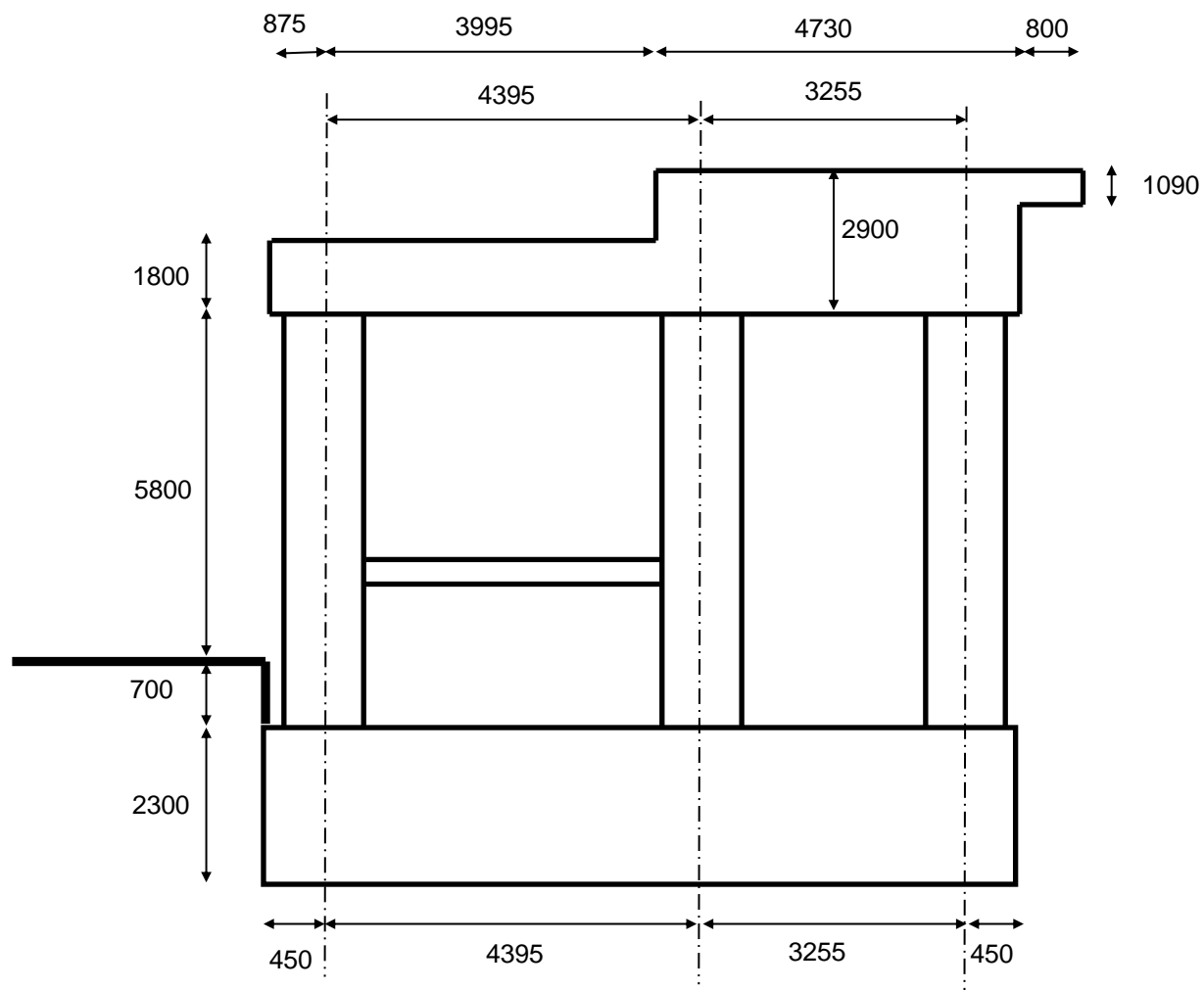


Fig 17.-ELEVACIÓN DEL PEDESTAL (cotas en mm)

Criterios de análisis y diseño estructural.

El criterio de diseño estructural esta basado en el análisis estructural lineal del pedestal utilizando elementos barra y placas mediante elemento finito.

Se hará un análisis pseudodinámico de la estructura utilizando los valores de cargas en las anclas, proporcionadas por el proveedor del equipo y obteniendo los parámetros dinámicos mediante el proceso de Eigen-Valores considerando una fracción de amortiguamiento crítico del 5%.

El software que se utiliza en esta memoria de cálculo es STAAD-Pro, que considera un diseño de concreto a través del reglamento de diseño ACI. Sin embargo por ser esta una estructura especial, los armados obtenidos mediante el software se modifican por efecto de las cargas vibratoria.

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

Materiales y Resistencias.

Los materiales que se consideran son los siguientes:

Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ASTM A615 Grado 60

Cemento Pórtland para Cimentaciones y Estructuras de Concreto ASTM C150 Tipo I

Los recubrimientos en mm para elementos del concreto serán como sigue:

| | |
|---|----|
| Concreto vaciado contra el suelo y expuesto a él | 75 |
| Concreto expuesto al suelo o la intemperie, con cabillas de 19 mm y mayores | 50 |
| Concreto expuesto al suelo o la intemperie, cabillas de 16 mm y menores | 40 |

La resistencia a la compresión del concreto, como mínimo serán las siguientes:

Concreto para el pedestal y cimentación $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Codigos y referencias.

El diseño se realizará aplicando los Códigos que se indican a continuación.

ASCE-7-10 Minimum design loads for buildings and other structures
American Concrete Institute ACI-318-08
Manual de diseño por sismo de CFE 2015

Parámetros de mecánica de suelos.

En el sitio donde se ubica el pedestal los parámetros de mecánica de suelos necesarios para el análisis y diseño de la cimentación de la turbina se presentan enseguida:

Capacidad de Carga a Compresión Equipo Vibratorio (Turbogeneradores):
Para una profundidad de desplante de 3.0 m.

Capacidad de carga admisible $q_a =$ 50.11 t/m^2

Módulos de Reacción para Losas de Cimentación:

$K_s = 0.399 \text{ kg/cm}^3 =$ 399 t/m^3

Para un area de 50x50cm = 0.25 m²

K = 99.75 t/m

calculo de la fuerza de fricción para obtener la resistencia lateral del bloque por fricción

Peso de la estructura sin equipo= 583 ton

coeficiente de fricción = 0.25

Fuerza resistente de fricción = 145.75 ton

Fuerza sísmica = 85.355 ton

Ya que la fuerza sísmica es muy inferior a la fuerza de fricción es aceptable considerar un desplazamiento lateral nulo en la base de la losa base.

Se considerará una densidad media del suelo de 1.8 t/m³, de acuerdo al estudio de mecánica de suelos.

DATOS PROPORCIONADOS POR EL PROVEEDOR DEL EQUIPO

Los siguientes datos fueron proporcionados por el fabricante del turbogenerador

PESO DE LA TURBINA= 35 ton

PESO DEL GENERADOR= 59 ton

| Punto de carga | EQUIPO ESTATICO SIN PESO DE ROTOR | PESO DE ROTOR | CORTO CIRCUITO | FUERZAS DE TORQUE NORMAL | CARGA NORMAL DE DESBALANCEO | DESBALANCEO CONDICION DE FALLA | CARGAS TÉRMICAS |
|----------------|--------------------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| | Ton | Ton | Ton | Ton | Ton | Ton | Ton |
| A1 | 10.81 | 0.80 | - | -2.11 | 0.19 | 1.15 | 8.16 |
| A2 | 10.81 | 0.80 | - | 2.11 | 0.19 | 1.15 | 8.16 |
| B1 | 4.79 | 1.29 | - | -1.69 | 0.30 | 1.87 | 5.10 |
| B2 | 4.79 | 1.29 | - | 1.69 | 0.30 | 1.87 | 5.10 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| F | 4.18 | 4.50 | - | - | 1.08 | 6.48 | - |
| G1 | 20.83 | - | -/+18.7 | 2.07 | - | - | - |
| G2 | 20.83 | - | -/+18.7 | -2.07 | - | - | - |
| H | 3.68 | 5.00 | - | - | 1.20 | 7.17 | - |

ANALISIS DE CARGAS

Cargas estáticas.

Carga Muerta

Las cargas muertas consisten en todas las cargas permanentes que actúan en la estructura. El peso propio de la estructura es generado por el programa STAAD a través del comando "selfweight".

Para determinar el peso propio de la estructura es necesario proporcionar la densidad del concreto, en nuestro caso se consideró una densidad media de 2400 kg/m³

Carga Viva

Las cargas vivas que se utilizan serán las que siguen:

| ELEMENTO | Lmax(kg/m ²) | L acc(kg/m ²) |
|--|--------------------------|---------------------------|
| Plataformas de Operación, Pasillos y Escaleras | 500 | 125 |

500 kg/m²

De acuerdo al ASCE 7-10, referencia 8

Carga Sísmica

Parámetros Sísmicos :

Análisis sísmico de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles (Diseño por Sísmo) de C.F.E. 2015

Clasificación de la construcción según su destino :

GRUPO A2

Clasificación de la construcción según su estructuración :

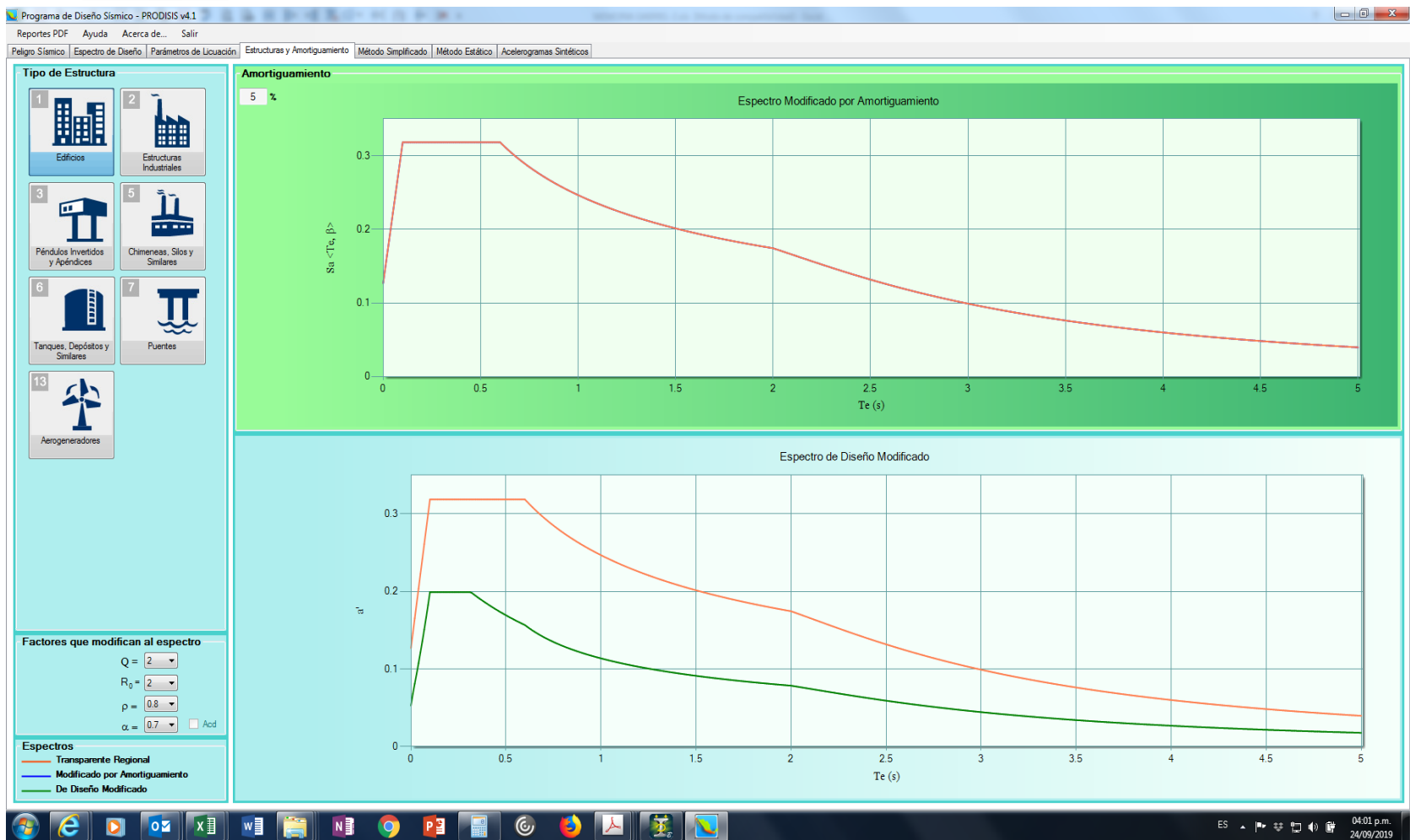
TIPO 1

Factor de comportamiento Sísmico :

Q = 2.0 para estructura

Zona sísmica : **B**

| | | |
|-----|-----|----------------------------------|
| R0= | 2 | marcos de concreto reforzado |
| r= | 0.8 | estructura con al menos 2 marcos |
| α= | 0.7 | estructura irregular |



ESPECTRO DE DISEÑO OBTENIDO DEL PROGRAMA PRODISIS v 4.1
(en verde se indica en espectro de diseño)

Coefficiente sísmico de acuerdo a la recomendación del estudio de mecánica de suelos :

Tipo de suelo I

c = 0.32 Espectro regional
Del Prodisis V4.1 para Salamanca Gto.

Coefficiente sísmico de diseño :

coeficiente sísmico de diseño **cd = c / (α Q' R ρ) = 0.20 g**

De acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo de C.F.E.) se puede utilizar el análisis estático ya que la estructura no sobrepasa los 60.0 m de altura.

Pesos de la estructura

| | | |
|-----------------|----------------|------------|
| Columnas | 53.4528 | ton |
| Losa intermedia | 7.1808 | ton |
| Losa cubierta | 257.839 | ton |
| TOTAL | 318.473 | ton |

Peso del equipo

| | | |
|------------|--------------|------------|
| Turbina: | 35 | ton |
| Cubierta: | 4.3 | ton |
| Generador: | 69 | ton |
| | 108.3 | ton |

peso estructura + equipo= **426.773 ton**

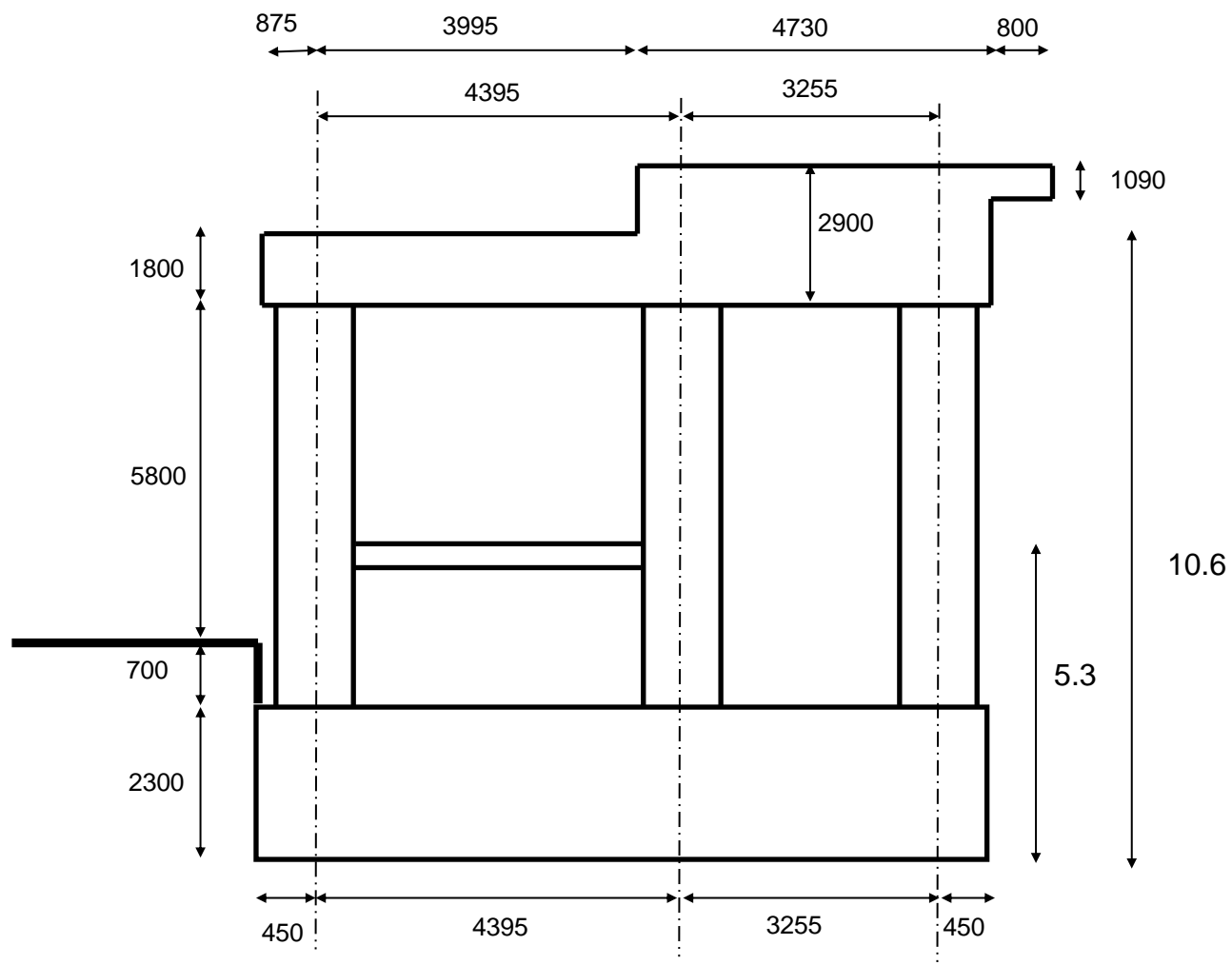


Fig 18.-ELEVACIÓN DEL PEDESTAL (cotas en mm)

La carga sísmica se reparte como sigue:

FUERZA SÍSMICA POR NODO

| NIVEL | h (m) | Wi (ton) | Wih ⁱ | Fs(ton) | | n.nodos | | ton |
|----------|-------|---------------|------------------|---------------|--|---------|--|--------|
| gen. | 12.96 | 71.15 | 922.1 | 17.111 | | 1 | | 17.111 |
| turbina | 12.96 | 37.15 | 481.46 | 8.9344 | | 2 | | 4.4672 |
| 2 | 10.6 | 284.57 | 3016.4 | 55.974 | | 242 | | 0.2313 |
| 1 | 5.3 | 33.907 | 179.71 | 3.3348 | | 63 | | 0.0529 |
| Σ | | 426.77 | 4599.7 | 85.355 | | | | |

Carga de Viento

No se realizará este análisis debido a que la cimentación del turbogenerador esta dentro de un edificio mayor y por tanto no tendra contacto con el viento

Cargas producidas por el Turbogenerador

Estas cargas son producidas por el equipo en condiciones normales de operación ya que es un equipo rotatorio de alta velocidad y en condiciones accidentales del mismo equipo
Estas cargas se utilizarán para el diseño estructural del pedestal de cimentación del equipo.
La carga de desbalanceo normal se usará también para revisar las deflexiones permisibles del pedestal

Cargas en la cimentación (la localización de la aplicación de estas cargas será de acuerdo con el plano 0-20150-76584-00 REV. A proporcionado

por SIEMENS, que se muestran con las letras A1, A2, B1, B2, F, G1, G2, y H)

| Punto de carga | EQUIPO ESTATICO SIN PESO DE ROTOR | PESO DE ROTOR | CORTO CIRCUITO | FUERZAS DE TORQUE NORMAL | CARGA NORMAL DE DESBALANCEO | DESBALANCEO CONDICION DE FALLA | CARGAS TÉRMICAS |
|----------------|-----------------------------------|---------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|
| | Ton | Ton | Ton | Ton | Ton | Ton | Ton |
| A1 | 10.81 | 0.80 | - | -2.11 | 0.19 | 1.15 | 8.16 |
| A2 | 10.81 | 0.80 | - | 2.11 | 0.19 | 1.15 | 8.16 |
| B1 | 4.79 | 1.29 | - | -1.69 | 0.30 | 1.87 | 5.10 |
| B2 | 4.79 | 1.29 | - | 1.69 | 0.30 | 1.87 | 5.10 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| F | 4.18 | 4.50 | - | - | 1.08 | 6.48 | - |
| G1 | 20.83 | - | -/+18.7 | 2.07 | - | - | - |
| G2 | 20.83 | - | -/+18.7 | -2.07 | - | - | - |
| H | 3.68 | 5.00 | - | - | 1.20 | 7.17 | - |

Carga de Torque Normal (NTL)

Depende de la velocidad de rotación y y la potencia de salida de los componentes rotatorios del equipo.

La carga de torque debe ser aplicada al respectivo soporte del equipo como un par equivalente.

Carga de desbalanceo Normal (NUB)

Debido a la fuerza centrífuga de desbalanceo se produce esta fuerza.

Es una fuerza de rotación aplicada radialmente hacia fuera del centro del eje a cualquier dirección (0° a 360°). Solo se aplicará en 2 direcciones críticas Y, Z.

Carga de corto circuito (SCT)

Esta carga la proporciona el fabricante del equipo y se produce por un corto circuito en las líneas que son alimentadas por el generador eléctrico

El torque debe aplicarse a la cimentación como un par vertical acoplado actuando a través de los soportes del generador.

COMBINACIONES DE CARGA

Las cargas primarias descritas en el inciso anterior, deben combinarse para generar condiciones de carga reales, con las cuales se obtienen los elementos mecánicos necesarios para la revisión de esfuerzos en el terreno, la magnitud de los desplazamientos y el diseño de los elementos de concreto.

Las cargas básicas son las siguientes:

| Fuerzas estáticas | | |
|---------------------|-------|----------------------------|
| NO. | CLAVE | DESCRIPCION |
| 1 | DPL | Carga muerta y de tuberías |
| 2 | LL | carga viva |
| CARGAS ACCIDENTALES | | |
| 5 | EEX | Sismo en X |
| 6 | EEY | Sismo en Y |
| 7 | EEZ | Sismo en Z |
| 8 | TH | Carga térmica |

Fuerzas dinámicas del equipo

| NO. | CLAVE | DESCRIPCION |
|-----|-------|---|
| 11 | NTL | Torque normal |
| 14 | NUBZ | Carga de desbalanceo en dirección Z |
| 16 | NUBY | Carga de desbalanceo en dirección Y |
| 18 | SCT | Carga de corto circuito |
| 23 | NUBGZ | Carga de desbalance en el generador dirección Z |
| 24 | NUBGY | Carga de desbalance en el generador dirección Y |

Las combinaciones de cargas se hacen en base a la referencia 1 "Design of large steam turbine-generator foundations" del ASCE, ASCE 7-10 y al ACI-318-08

Combinaciones para condiciones de Servicio.

Las combinaciones para la revisión de esfuerzos en el terreno y revisión de desplazamientos son las siguientes:

| Combinación | DPL | LL | EEX | EEY | EEX | NTL+TH | NUBZ | NUBY | SCT | NUBGZ | NUBGY |
|---------------------|-----|----|------|-----|------|--------|------|------|-----|-------|-------|
| servicio | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| operación 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| operación 2 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | |
| accidental equipo 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | | |
| accidental equipo 2 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | | |
| accidental equipo 3 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | |
| accidental equipo 4 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | 1 |
| accidental 1 | 1 | 1 | 0.7 | 0 | 0.21 | 1 | 1 | | | | |
| accidental 2 | 1 | 1 | 0.21 | 0 | 0.7 | 1 | 1 | | | | |
| accidental 3 | 1 | 1 | 0.7 | 0 | 0.21 | 1 | | 1 | | | |
| accidental 4 | 1 | 1 | 0.21 | 0 | 0.7 | 1 | | 1 | | | |

Combinaciones para diseño estructural

Las combinaciones de carga para el diseño estructural del pedestal son las siguientes:

| Combinación | DPL | LL | EEX | EEY | EEX | NTL+TH | NUBZ | NUBY | SCT | NUBGZ | NUBGY |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------|------|-----|-------|-------|
| servicio | 1.2 | 1.6 | | | | | | | | | |
| operación 1 | 1.2 | 1.6 | | | | 1 | 1 | | | | |
| operación 2 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | |
| accidental equipo 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | | |
| accidental equipo 2 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | | |
| accidental equipo 3 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | |
| accidental equipo 4 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | 1 |
| accidental 1 | 1.2 | 1 | 1 | 0 | 0.3 | 1 | 1 | | | | |
| accidental 2 | 1.2 | 1 | 0.3 | 0 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| accidental 3 | 1.2 | 1 | 1 | 0 | 0.3 | 1 | | 1 | | | |
| accidental 4 | 1.2 | 1 | 0.3 | 0 | 1 | 1 | | 1 | | | |

NOTA: no hay carga en sismo en Y porque es zona sísmica B

MODELADO DE LA CIMENTACION DE LA TURBINA

El modelado de la estructura se realizó en el programa de cálculo STAAD Pro, considerando un análisis elástico de la estructura. Las losas fueron modeladas en elemento finito como placas. Las columnas fueron modeladas como elementos barra de acuerdo a su geometría. Los elementos de liga a centroides de carga fueron modelados como barras de rigidez infinita.

Para la localización de los puntos de aplicación de la carga se adicionaron elementos barra con rigidez infinita de modo de que se transmita la carga al sistema de soporte (losa y columna) por medio de estas barras ficticias del punto de aplicación al sistema de soporte.

El concreto se considera con un módulo de elasticidad, de acuerdo al ACI 318-08

$$\begin{array}{l} w_c = 2400 \text{ kg/m}^3 \\ f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2 \\ E_c = 260264 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \quad E = w_c^{1.5} * 0.14 * \sqrt{f'_c}$$

Debido a las condiciones de análisis del programa STAAD-Pro se requiere de 2 modelos de análisis, uno de ellos para análisis pseudodinámico con el cual se obtienen las amplitudes máximas y las frecuencias de vibrar de la estructura, el segundo para obtener el diseño de concreto de los elementos no masivos, que deberán armarse de acuerdo a los requerimientos normales de diseño del ACI, las secciones masivas deben ser armadas de manera especial.

El modelo estructural se muestra en las siguientes figuras:

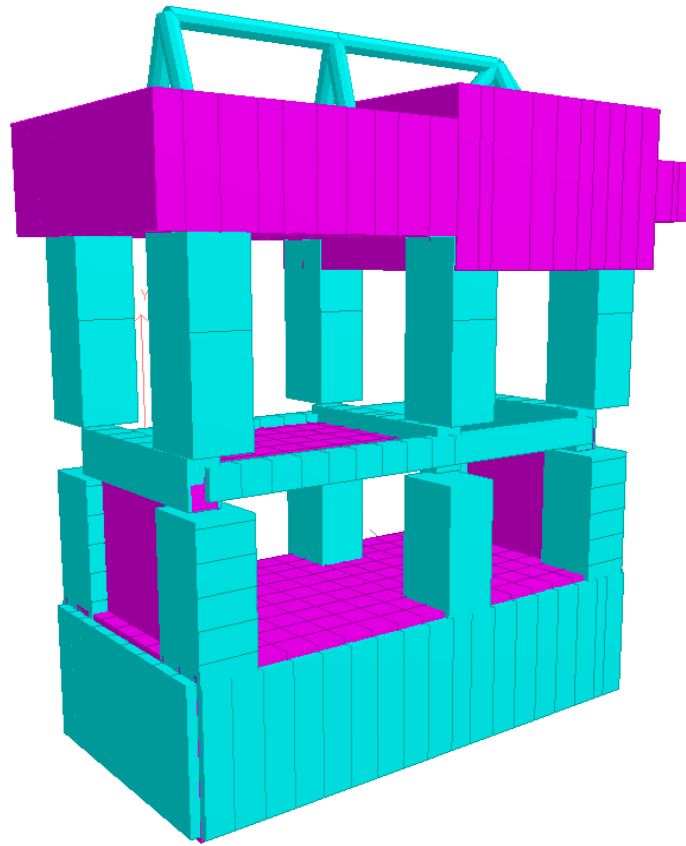


Fig. 19.- Modelo Estructural

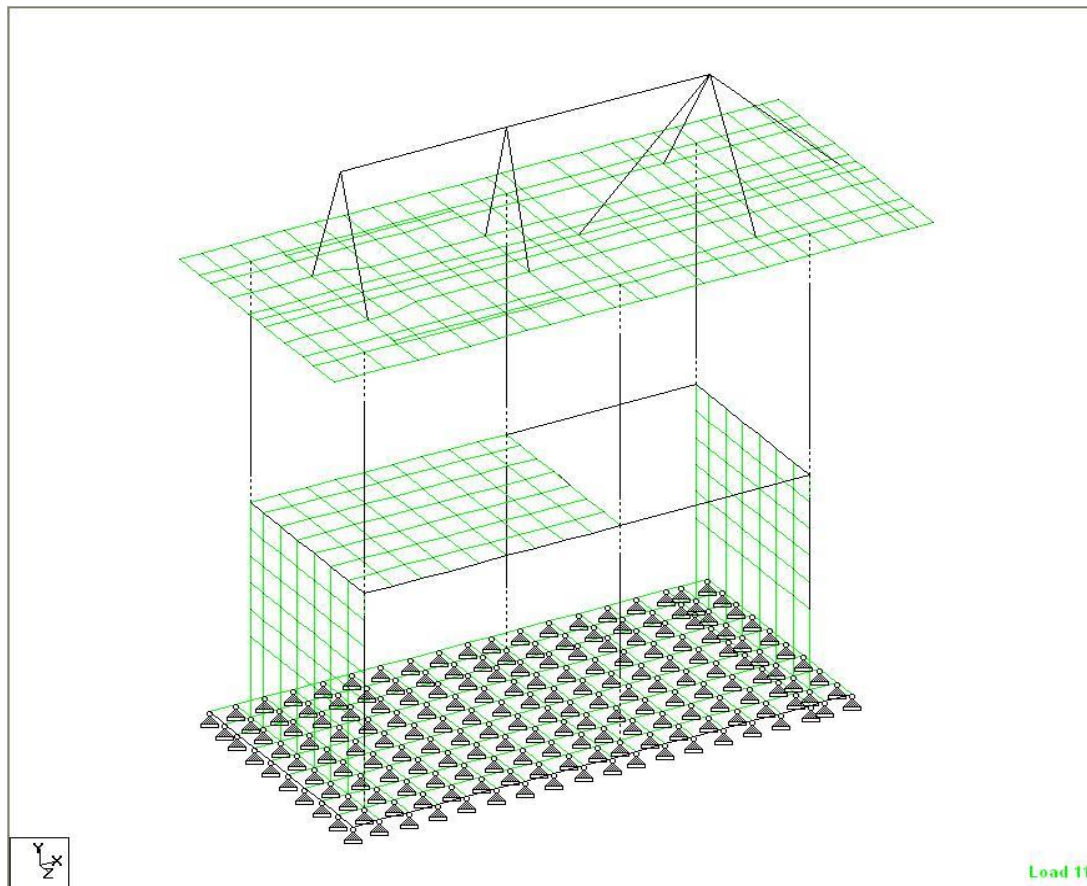
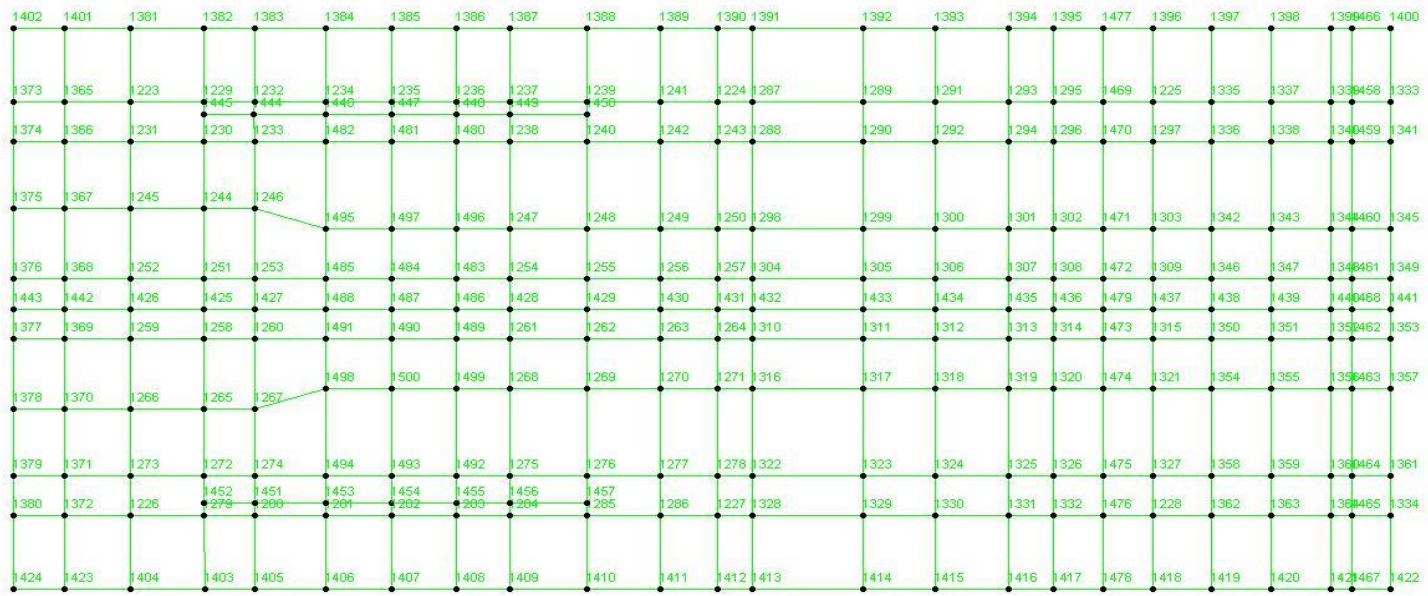


Fig. 20.-Modelo estructural de la cimentación del turbogenerador



Load 11

Fig. 21.- Numeración de nodos en la losa superior para revisión de desplazamientos

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 220 | 219 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 279 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 323 | 324 | 216 | 217 | 218 | 303 | 304 |
| 197 | 191 | 121 | 267 268 | 269 331 | 270 332 | 271 333 | 272 334 | 280 281 | 122 | 123 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 311 | 312 | 173 | 174 | 175 | 291 | 292 |
| 198 | 192 | 124 | 125 | 335 | 336 | 337 | 338 | 287 | 126 | 127 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 313 | 314 | 176 | 177 | 178 | 293 | 294 |
| 199 | 193 | 128 | 129 | 339 | 340 | 341 | 342 | 282 | 130 | 131 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 315 | 316 | 179 | 180 | 181 | 295 | 296 |
| 265 | 263 | 239 | 241 | 343 | 344 | 345 | 346 | 288 | 243 | 245 | 247 | 249 | 251 | 253 | 255 | 327 | 328 | 257 | 259 | 261 | 307 | 308 |
| 266 | 264 | 240 | 242 | 347 | 348 | 349 | 350 | 283 | 244 | 246 | 248 | 250 | 252 | 254 | 256 | 329 | 330 | 258 | 260 | 262 | 309 | 310 |
| 200 | 194 | 132 | 133 | 351 | 352 | 353 | 354 | 289 | 134 | 135 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 317 | 318 | 182 | 183 | 184 | 297 | 298 |
| 201 | 195 | 136 | 137 | 355 | 356 | 357 | 358 | 284 | 138 | 139 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 319 | 320 | 185 | 186 | 187 | 299 | 300 |
| 202 | 196 | 140 | 273 274 | 359 275 | 360 276 | 361 277 | 362 278 | 290 285 | 141 | 142 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 321 | 322 | 188 | 189 | 190 | 301 | 302 |
| 238 | 237 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 286 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 325 | 326 | 234 | 235 | 236 | 305 | 306 |

Load 1

Fig. 22.- Numeración de placas para diseño de la losa

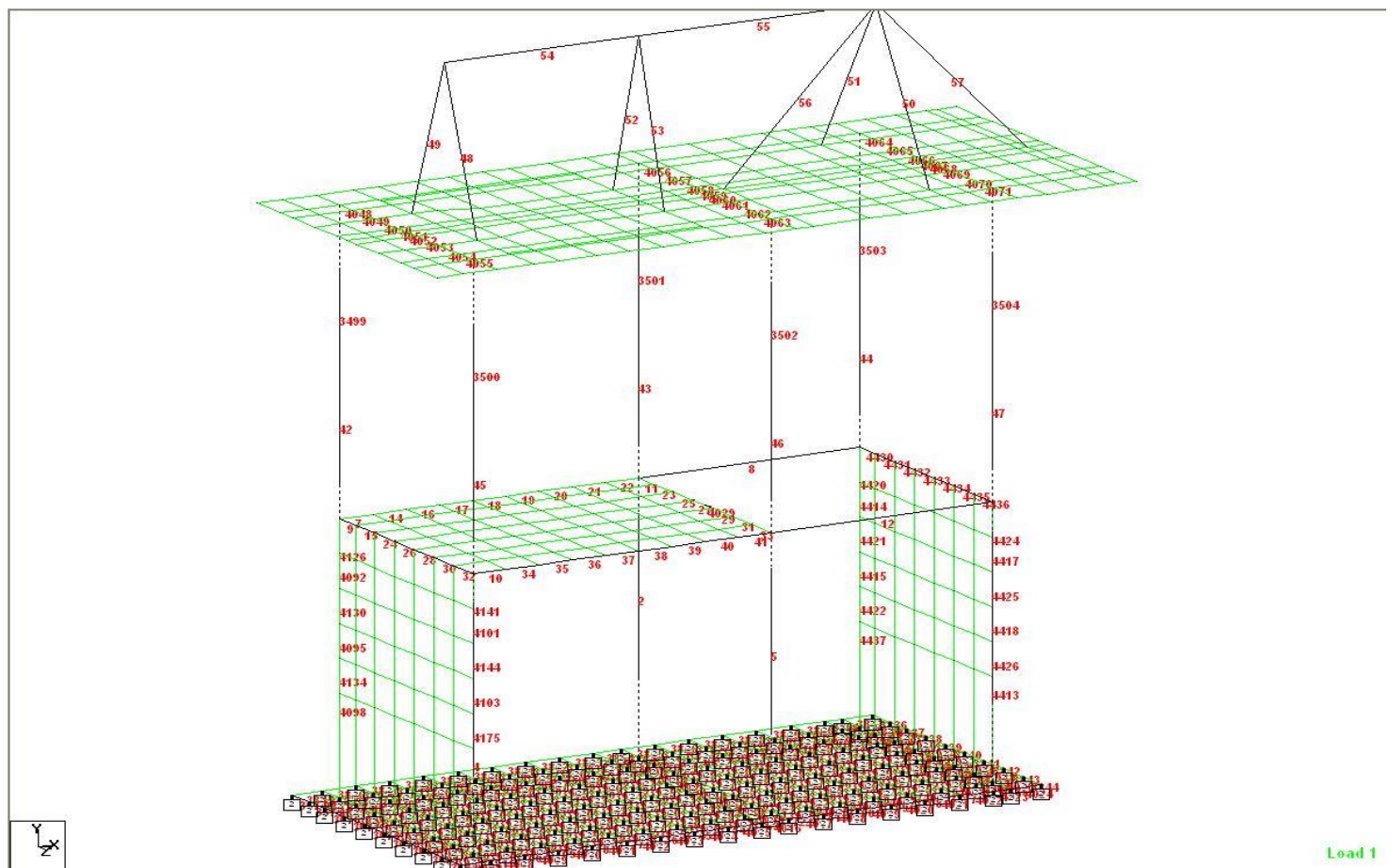


Fig. 23.-Numeración de barras para diseño de las columnas

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 204 | 182 | 183 | 218 | 234 | 250 | 266 | 282 | 298 | 314 | 329 | 346 | 362 | 378 | 394 | 410 | 426 | 439 | 456 |
| 202 | 153 | 181 | 216 | 232 | 248 | 264 | 280 | 296 | 312 | 154 | 344 | 360 | 376 | 392 | 408 | 424 | 155 | 454 |
| 200 | 175 | 176 | 214 | 230 | 246 | 262 | 278 | 294 | 310 | 327 | 342 | 358 | 374 | 390 | 406 | 422 | 437 | 452 |
| 1032 | 1028 | 1029 | 1034 | 1036 | 1038 | 1040 | 1042 | 1044 | 1046 | 1048 | 1049 | 1052 | 1054 | 1056 | 1058 | 1060 | 1062 | 1064 |
| 918 | 914 | 915 | 920 | 922 | 924 | 926 | 928 | 930 | 932 | 934 | 935 | 938 | 940 | 942 | 944 | 946 | 948 | 950 |
| 198 | 171 | 172 | 212 | 228 | 244 | 260 | 276 | 292 | 308 | 325 | 340 | 356 | 372 | 388 | 404 | 420 | 435 | 450 |
| 196 | 167 | 168 | 210 | 226 | 242 | 258 | 274 | 290 | 306 | 323 | 338 | 354 | 370 | 386 | 402 | 418 | 433 | 448 |
| 194 | 160 | 161 | 206 | 222 | 238 | 254 | 270 | 286 | 302 | 321 | 336 | 352 | 368 | 384 | 400 | 416 | 431 | 446 |
| 190 | 156 | 162 | 207 | 223 | 239 | 255 | 271 | 287 | 303 | 157 | 332 | 348 | 364 | 380 | 396 | 412 | 158 | 442 |
| 191 | 187 | 186 | 220 | 236 | 252 | 268 | 284 | 300 | 316 | 319 | 333 | 349 | 365 | 381 | 397 | 413 | 428 | 443 |

Fig. 24.-Numeración de nodos en la base

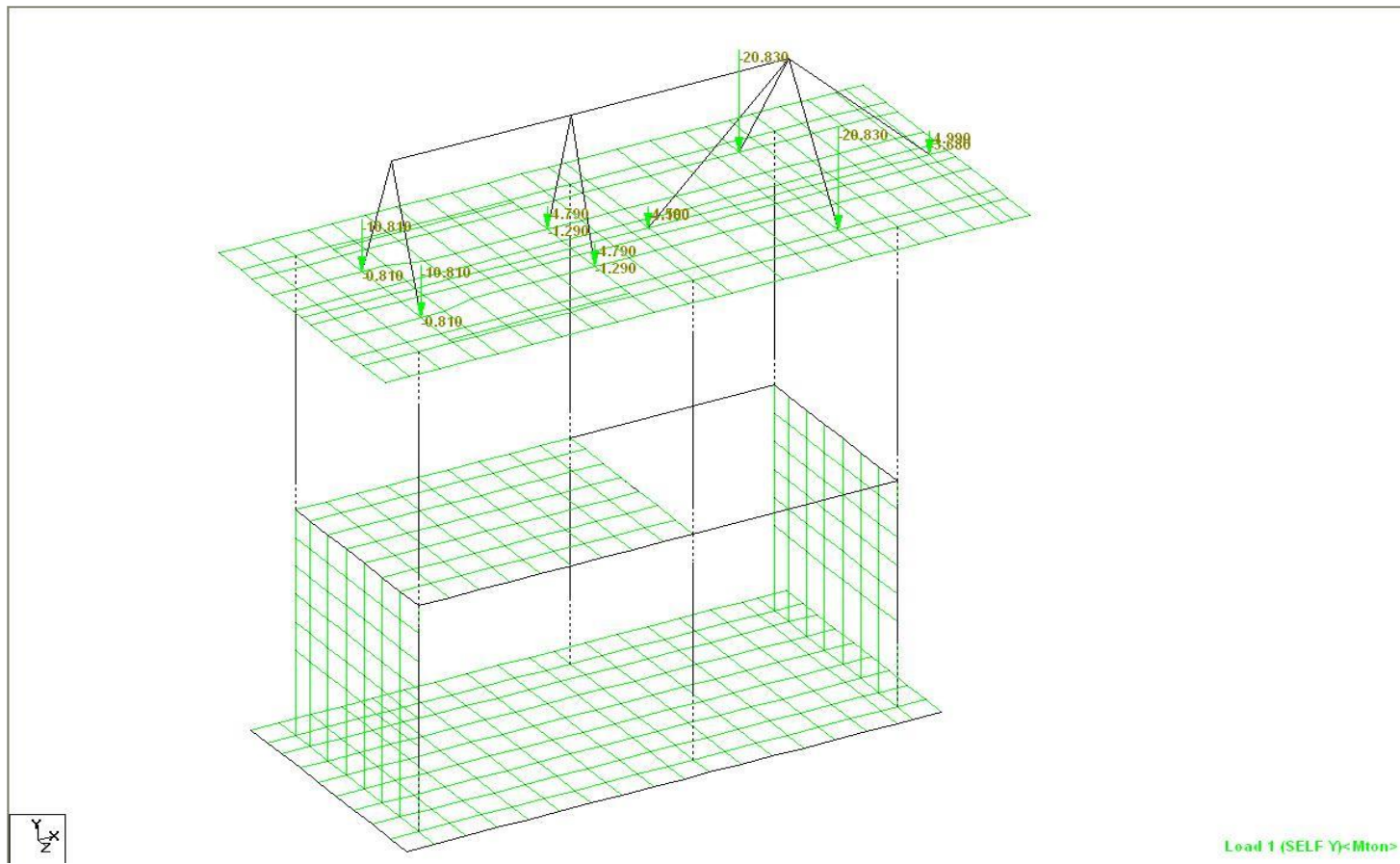


Fig. 25.- Carga Muerta

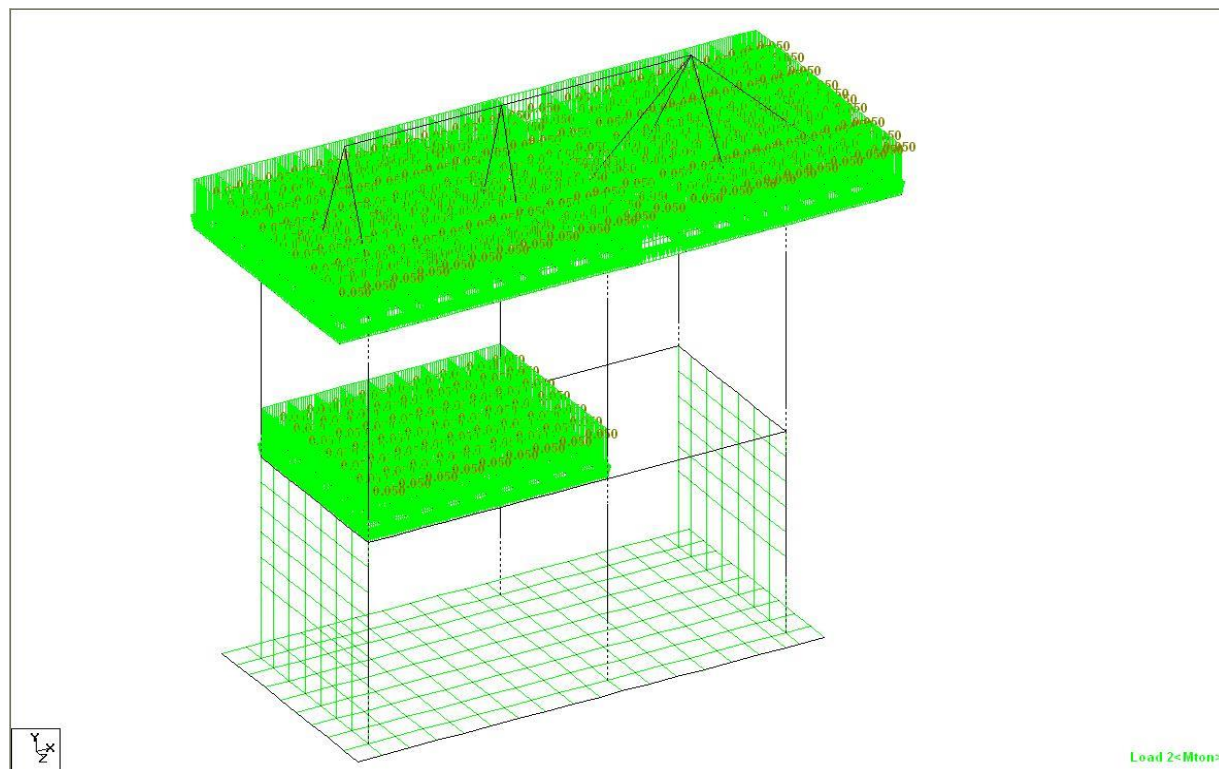


Fig. 26.- Carga Viva

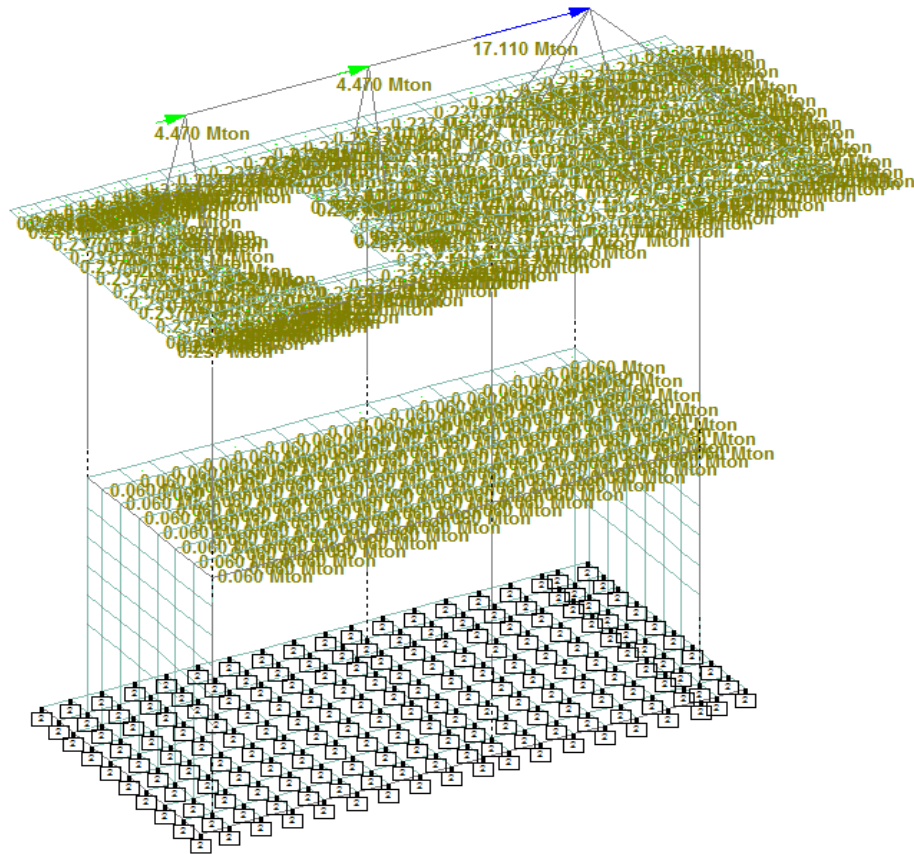


Fig. 27.- Carga Sísmica en X

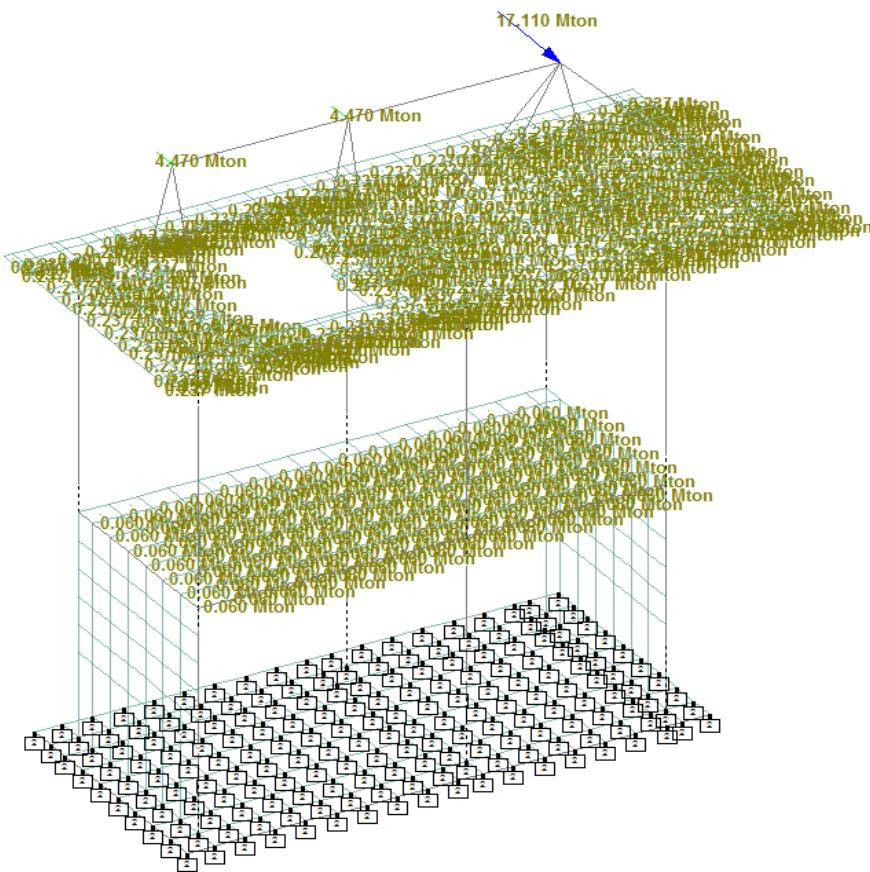


Fig. 28.- Carga Sísmica en Z

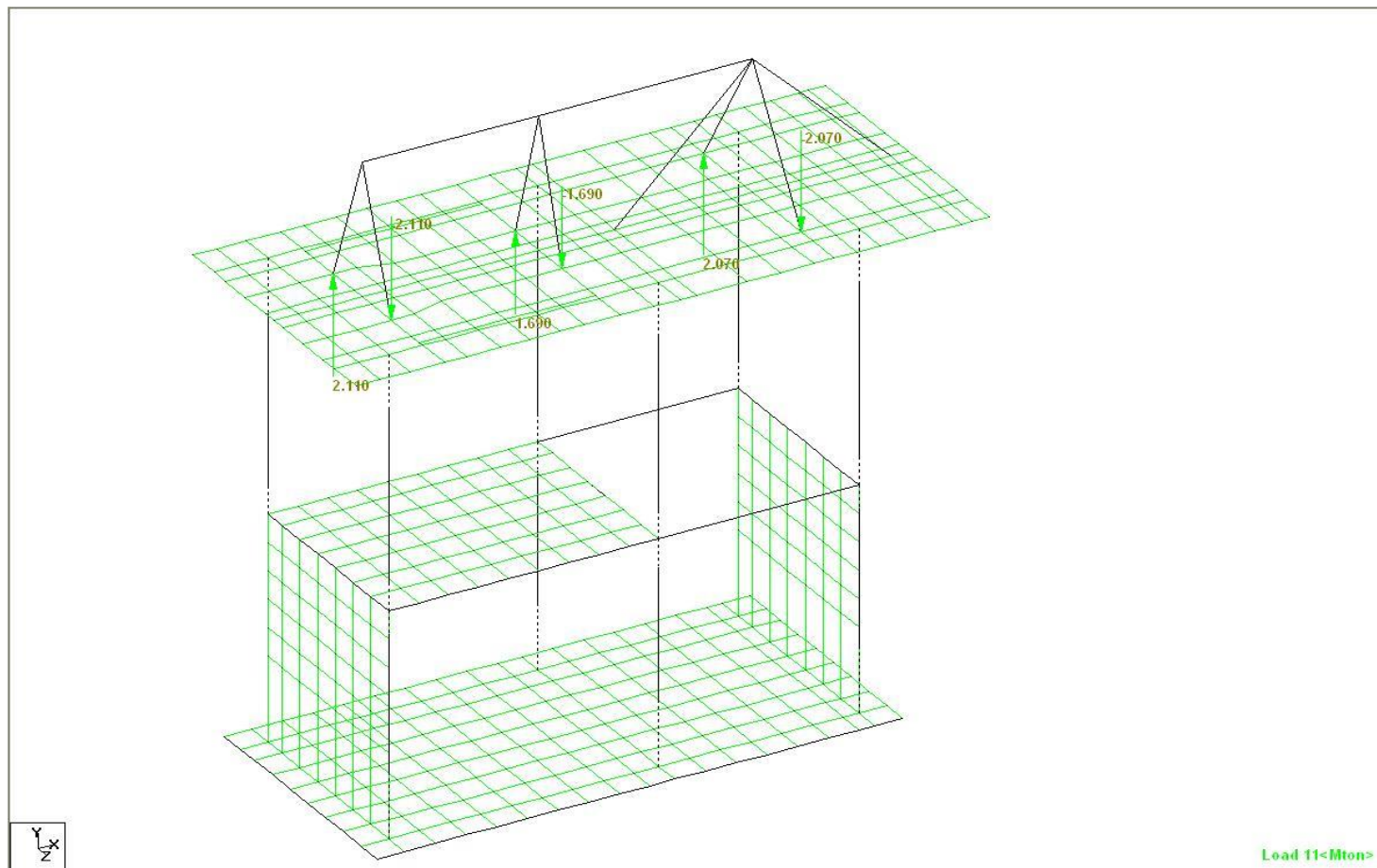


Fig. 29.-Carga de Torque Normal a 3600 RPM

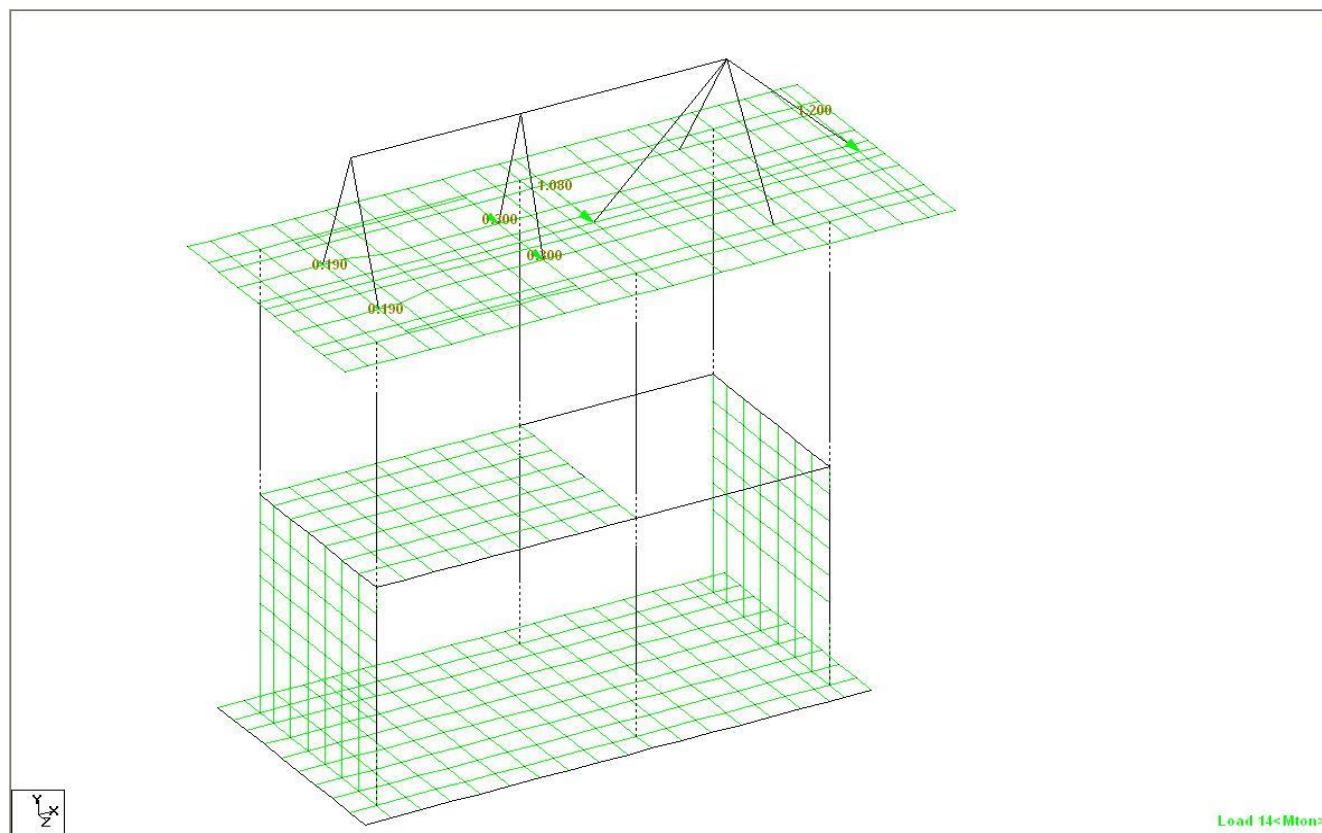


Fig.30.-Carga de Desbalanceo en Z a 3600 RPM

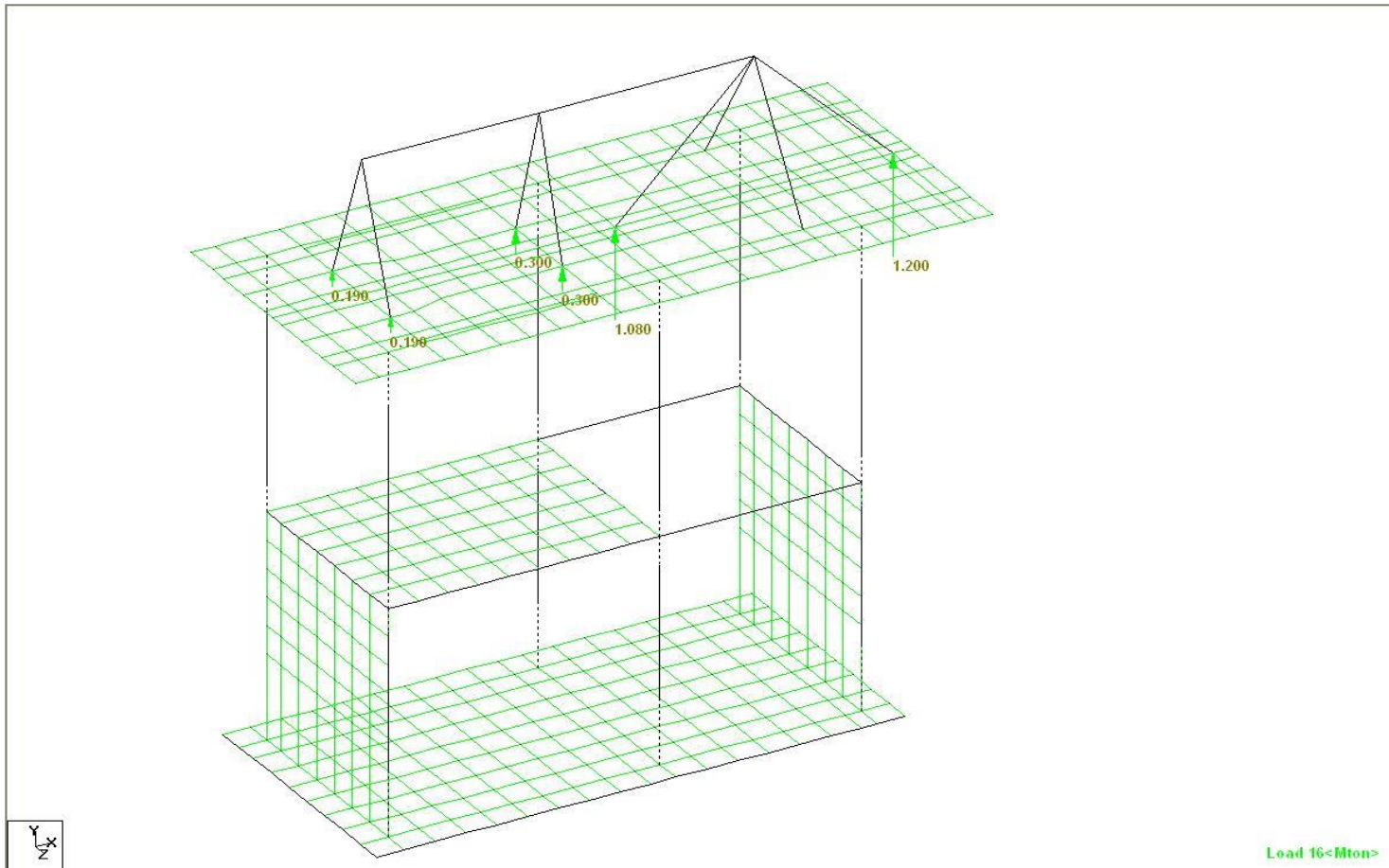


Fig. 31.-Carga de Desbalanceo en Y a 3600 RPM

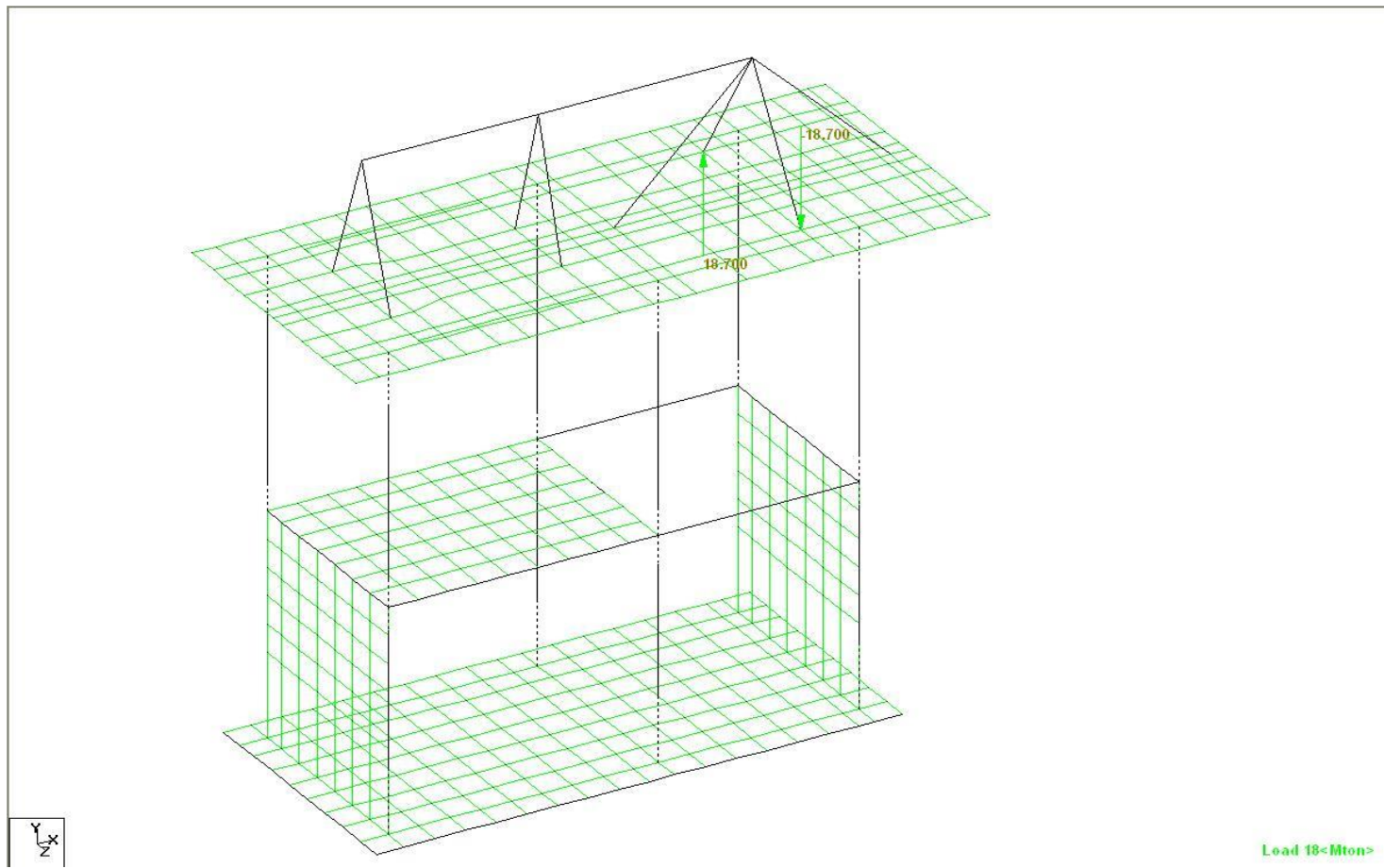


Fig. 32.-Carga de Corto Circuito a 3600 RPM

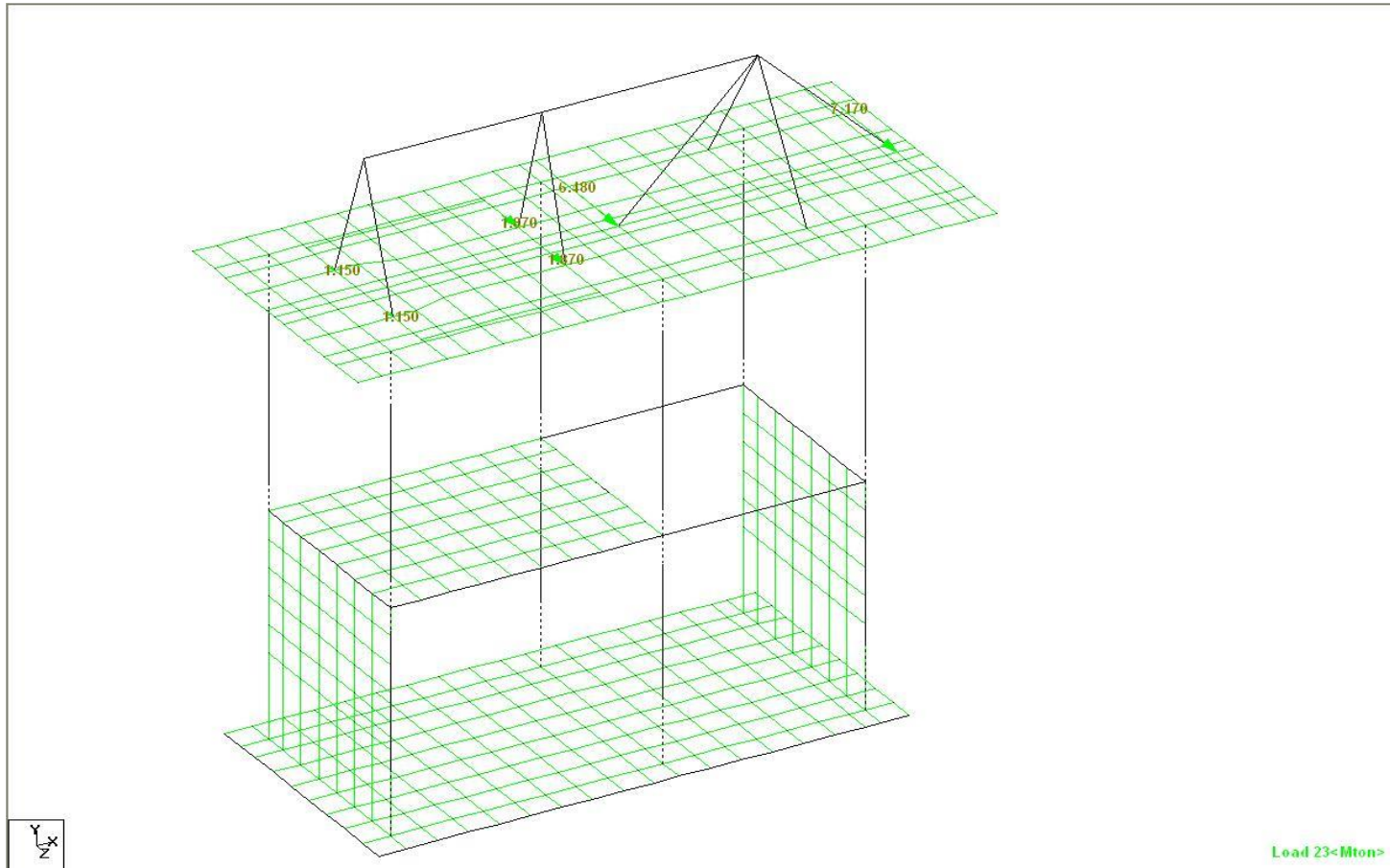


Fig. 33.- Carga de Desbalanceo en Z condición de falla

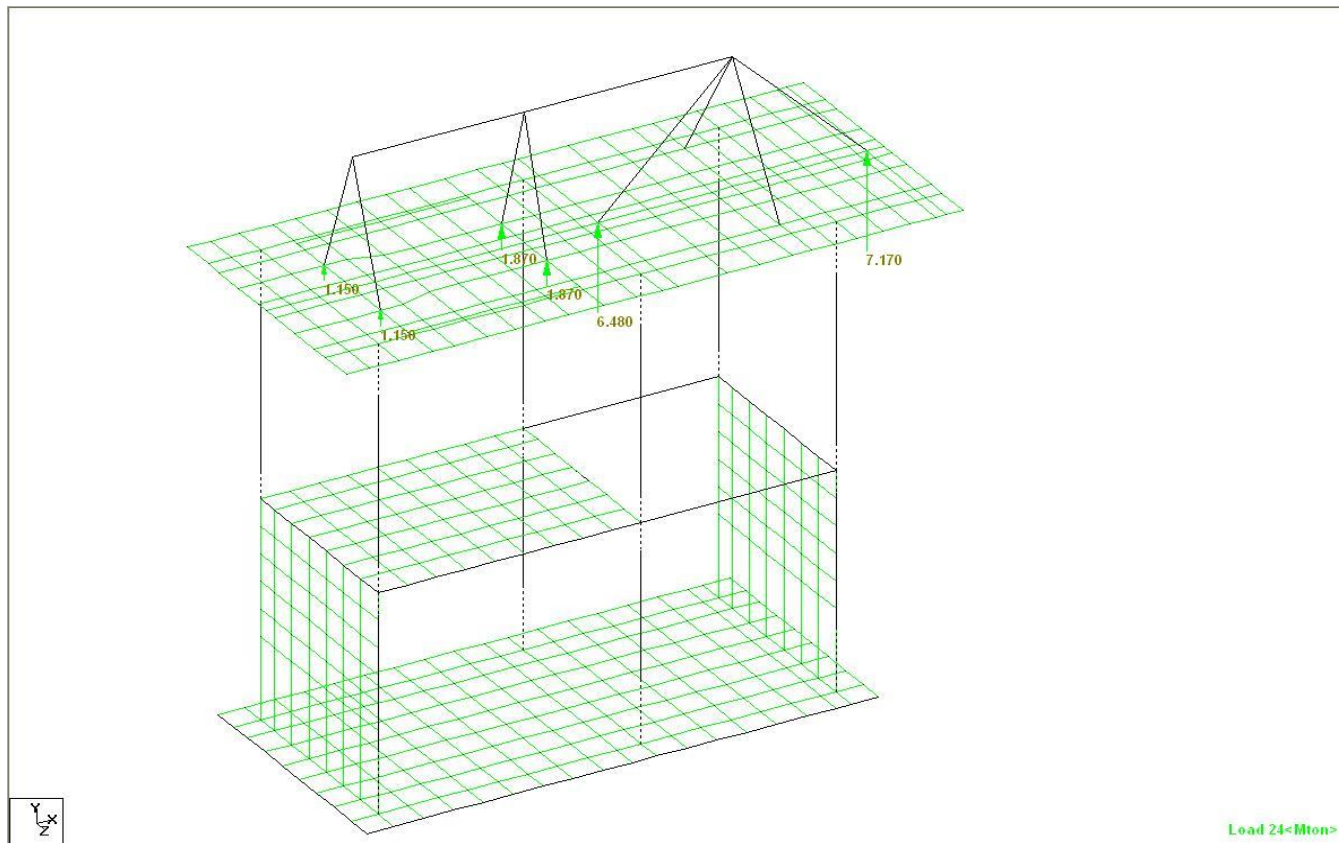


Fig. 34.- Carga de Desbalanceo en Y a 3600 RPM condición de falla

DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO EN STAAD-PRO

El diseño de los elementos de concreto se realizó utilizando los comandos del programa STAAD-Pro (design columns, design beam, design element) y de acuerdo al código de diseño de concreto ACI 318-08

Para el diseño de los elementos de concreto en el programa Staad Pro es necesario indicar los parámetros de diseño correctos ya que de otro modo el programa dará resultados incorrectos

PARÁMETROS DE DISEÑO

- 1.- Primero se indica el código de diseño en este caso el ACI
- 2.- Hay que indicar la resistencia del concreto ($f'c$), comando FC
- 3.- Posteriormente se indican los recubrimientos de las trabes y columnas, comando CLB, CLT
- 4.- hay que indicar también el recubrimiento en los elementos tipo placa
- 5.- se indican los diámetros máximos y mínimos de las varillas en columnas y trabes, comando MAXMAIN, MINMAIN

Para el diseño de las columnas se usa el comando DESIGN COLUMN

Mientras que para el diseño de las trabes se usa el comando DESIGN BEAM

Para el diseño de los elementos tipo placa se usa el comando DESIGN ELEMENT

Peso de la losa de cimentación

Losa base:

h = 2.3 m
l = 8.55 m
b = 4.5 m

| | | | |
|-----------|-----------|-----------------|-----------|
| Trabes | Columnas | Losa de tapanco | Muros |
| L = 22 m | h = 6.4 m | h = 0.2 m | h = 1.8 m |
| h = 0.5 m | b = 1.1 m | l = 3.4 m | l = 2.3 m |
| b = 0.5 m | d = 0.9 m | b = 7.65 m | b = 0.4 m |

Losa Tapa

PARTE A

h = 1.8 m
l = 4.87 m
b = 4.6 m

PARTE B

h = 2.9 m
l = 4.73 m
b = 4.6 m

PARTE C

h = 1.09 m
l = 0.8 m
b = 4.6 m

| | | | |
|-----------------|---------------|------------------|------------------|
| Losa base | 212.38 ton | Peso del equipo: | |
| Trabes | 13.2 | Turbina: | 35.0 ton |
| Columnas | 91.238 ton | Cubierta: | 4.3 ton |
| Losa de tapanco | 12.485 ton | Generador: | 69.0 ton |
| Muros | 7.9488 ton | | 108.3 ton |
| Losa tapa | 257.84 ton | | |
| | 595.09 | | |

Relacion Cimentación/Equipo = 5.4949 > 5.0 **OK**

Por lo tanto la relacion de masas es adecuada para soportar vibraciones.

Calculo de los centroides de la cimentación(no se consideraron las trabes)

| elemento | x (m) | y (m) | W (ton) | Wx (t) | Wy (t) |
|-------------|-------|-----------------|---------------|-------------|----------|
| columna 1 | 0 | 0 | 15.206 | 0 | 0 |
| columna 2 | 4.395 | 0 | 15.206 | 66.832 | 0 |
| columna 3 | 7.65 | 0 | 15.206 | 116.33 | 0 |
| columna 4 | 0 | 0 | 15.206 | 0 | 0 |
| columna 5 | 4.395 | 0 | 15.206 | 66.832 | 0 |
| columna 6 | 7.65 | 0 | 15.206 | 116.33 | 0 |
| Losa base | 3.825 | 0 | 212.38 | 812.36 | 0 |
| muro 1 | 0 | 0 | 3.9744 | 0 | 0 |
| muro 2 | 7.65 | 0 | 3.9744 | 30.404 | 0 |
| Losa tapa 1 | 1.56 | 0 | 96.777 | 150.97 | 0 |
| Losa tapa 2 | 6.36 | 0 | 151.44 | 963.13 | 0 |
| Losa tapa 3 | 9.125 | 0 | 9.6269 | 87.845 | 0 |
| | | | 569.41 | 2411 | 0 |
| | | centro de masas | | 4.2 | 0.0 |

Calculo de los centroides del equipo

| elemento | x (m) | y (m) | W (ton) | Wx (t) | Wy (t) |
|------------|-------|-----------------|--------------|---------------|----------|
| Turbina: | 6.905 | 0 | 35.0 | 241.68 | 0 |
| Cubierta: | 6.905 | 0 | 4.3 | 29.692 | 0 |
| Generador: | 2.118 | 0 | 69.0 | 146.14 | 0 |
| | | | 108.3 | 417.51 | 0 |
| | | centro de masas | | 3.9 | 0.0 |

dimensiones de la losa base: 4.5x8.55m

excentricidad en dirección X = 4.43%
excentricidad en dirección Y = 0.00%

Ya que las excentricidades son menores al 5% de las dimensiones de la losa base, la cimentación es adecuada según las recomendaciones de la referencia 3.

Revisión de desplazamientos.

Deflexiones pseudodinámicas

Se revisa la amplitud de vibración de la losa de cimentación, con el fin de revisar la amplitud vertical permisible en la figura mostrada debajo de acuerdo al manual NAVFAC DM 7.3 (referencia 3).

Los desplazamientos máximos obtenidos por las carga NUBZ (carga 14) se muestran en la siguiente tabla

| | Node | L/C | Horizontal | | Vertical | Horizontal Rotational | | |
|---------|------|--------------------------------------|------------|--------|----------|-----------------------|--------|----|
| | | | X mm | Y mm | Z mm | rX rad | rY rad | rZ |
| Max X | 1381 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0.003 | 0.004 | 0.012 | 0 | 0 | 0 |
| Min X | 1403 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | -0.003 | -0.004 | 0.013 | 0 | 0 | 0 |
| Max Y | 1402 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0.003 | 0.004 | 0.011 | 0 | 0 | 0 |
| Min Y | 1422 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | -0.003 | -0.004 | 0.024 | 0 | 0 | 0 |
| Max Z | 1502 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0 | 0 | 0.024 | 0 | 0 | 0 |
| Min Z | 1883 | 16 NUBY3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Y) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max rX | 1698 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0.001 | 0.002 | 0.014 | 0 | 0 | 0 |
| Min rX | 1876 | 16 NUBY3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Y) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max rY | 1874 | 16 NUBY3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Y) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Min rY | 1223 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0.002 | 0.003 | 0.012 | 0 | 0 | 0 |
| Max rZ | 1695 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | -0.001 | -0.002 | 0.008 | 0 | 0 | 0 |
| Min rZ | 1694 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0.001 | 0.002 | 0.008 | 0 | 0 | 0 |
| Max Rst | 1502 | 14 NUBZ3600(NORMAL UNBALANCE LOAD Z) | 0 | 0 | 0.024 | 0 | 0 | 0 |

El desplazamiento máximo vertical es 0.004 mm a una frecuencia de 60 hz

El desplazamiento máximo horizontal es 0.024 mm a una frecuencia de 60 hz

La referencia 4 "Barkan, Dynamics of bases & Foundations" nos da como límite horizontal una deflexión máxima de 0.050mm y un límite de deflexión vertical de 0.03mm para maquinas con velocidad mayor a 3000 RPM, con lo cual estamos dentro del rango permisible.

Por lo descrito anteriormente la amplitud de desplazamiento es adecuada ante fuerzas pseudodinamicas

Revisión de frecuencias.

La frecuencia del equipo obtenida del analisis del STAAD-Pro es la siguiente:

| CALCULATED FREQUENCIES FOR LOAD CASE 25 | | | |
|---|------------------------|--------------|-----------|
| MODE | FREQUENCY (CYCLES/SEC) | PERIOD (SEC) | ACCURACY |
| 1 | 11.298 | 0.08851 | 0.000E+00 |
| 2 | 11.377 | 0.08790 | 0.000E+00 |
| 3 | 17.490 | 0.05715 | 1.505E-16 |
| 4 | 42.408 | 0.02358 | 2.050E-16 |
| 5 | 52.110 | 0.01919 | 0.000E+00 |
| 6 | 60.654 | 0.01649 | 6.012E-16 |
| 7 | 66.745 | 0.01498 | 4.965E-16 |
| 8 | 76.713 | 0.01304 | 2.881E-15 |
| 9 | 102.085 | 0.00980 | 2.050E-13 |

-----< PAGE 45 Ends Here >-----

STAAD SPACE -- PAGE NO. 46

STAAD SPACE -- PAGE NO. 47

MASS PARTICIPATION FACTORS IN PERCENT

| MODE | X | Y | Z | SUMM-X | SUMM-Y | SUMM-Z |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.02 | 0.00 | 81.72 | 0.018 | 0.000 | 81.718 |
| 2 | 88.41 | 0.01 | 0.02 | 88.424 | 0.015 | 81.735 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 88.424 | 0.015 | 83.938 |
| 4 | 0.58 | 71.03 | 0.00 | 89.006 | 71.045 | 83.939 |
| 5 | 3.47 | 18.24 | 0.00 | 92.471 | 89.286 | 83.939 |
| 6 | 5.10 | 1.44 | 0.03 | 97.567 | 90.723 | 83.964 |
| 7 | 0.01 | 0.00 | 6.47 | 97.578 | 90.723 | 90.436 |
| 8 | 0.03 | 0.00 | 3.24 | 97.604 | 90.724 | 93.675 |
| 9 | 0.01 | 0.00 | 3.71 | 97.613 | 90.725 | 97.381 |

FRECUENCIAS OBTENIDAS DEL MODELO

| MODO | FREC(hz) | T(seg) | DIRECCIÓN | % PARTICIPACIÓN |
|------|----------|--------|-----------|-----------------|
| 1 | 11.298 | 0.0885 | Z | 81.72 |
| 2 | 11.377 | 0.0879 | X | 88.41 |
| 3 | 17.498 | 0.0571 | Z | 2.2 |
| 4 | 42.408 | 0.0236 | Y | 71.03 |
| 5 | 52.076 | 0.0192 | Y | 18.24 |
| 6 | 60.654 | 0.0165 | X | 5.1 |

Según la DIN 4024

f1= 11.293 Hz < 0.8 * 60= 48 Hz De acuerdo se cumple con la primera condición

f2= 11.367 Hz < 0.9 * 60= 54 Hz De acuerdo se cumple con la segunda condición

Las frecuencias 6, 7, 8, y 9 que están próximas a la frecuencia de operación del equipo tienen coeficientes de participación menores al 7% por lo que se desprecian.

9.4 Revisión de reacciones en la base.

| Node | L/C | Horizontal | | Vertical | | -horizontal | | Moment | |
|------|-----------------------------|------------|---------|----------|----|-------------|----|--------|----|
| | | Fx Mton | Fy Mton | Fz Mton | lx | ly | lz | ly | lz |
| 155 | 121 COMBINATION LOAD CASE 2 | 17 | 4 | 5 | 0 | 2 | 0 | | |
| 153 | 136 COMBINATION LOAD CASE 3 | -18 | 1 | -3 | 0 | -2 | 0 | | |
| 396 | 113 COMBINATION LOAD CASE 2 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 156 | 158 COMBINATION LOAD CASE 4 | -7 | -2 | 12 | 0 | 0 | 0 | | |
| 155 | 149 COMBINATION LOAD CASE 3 | 8 | 7 | 15 | 0 | 0 | 0 | | |
| 158 | 349 COMBINATION LOAD CASE 1 | 0 | 10 | -16 | 0 | 1 | 0 | | |
| 153 | 101 COMBINATION LOAD CASE 1 | -2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 153 | 101 COMBINATION LOAD CASE 1 | -2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 156 | 301 COMBINATION LOAD CASE 1 | -16 | 4 | -5 | 0 | 3 | 0 | | |
| 153 | 142 COMBINATION LOAD CASE 3 | -17 | 4 | 4 | 0 | -3 | 0 | | |
| 153 | 101 COMBINATION LOAD CASE 1 | -2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 153 | 101 COMBINATION LOAD CASE 1 | -2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |

Reacción máxima = 13 ton
 Area de implicación = 0.25 m²
 Presion base máxima = 52 t/m²

De acuerdo a la mecánica de suelos la capacidad de carga admisible para la zona del turbogenerador, es de 61.66 t/m² a una profundidad de desplante de 3 m.

Por lo tanto la capacidad de carga del suelo no es excedida, y la cimentación es adecuada. La siguiente figura muestra las presiones máximas en el suelo debido a las combinaciones de carga para revisión de las condiciones de servicio

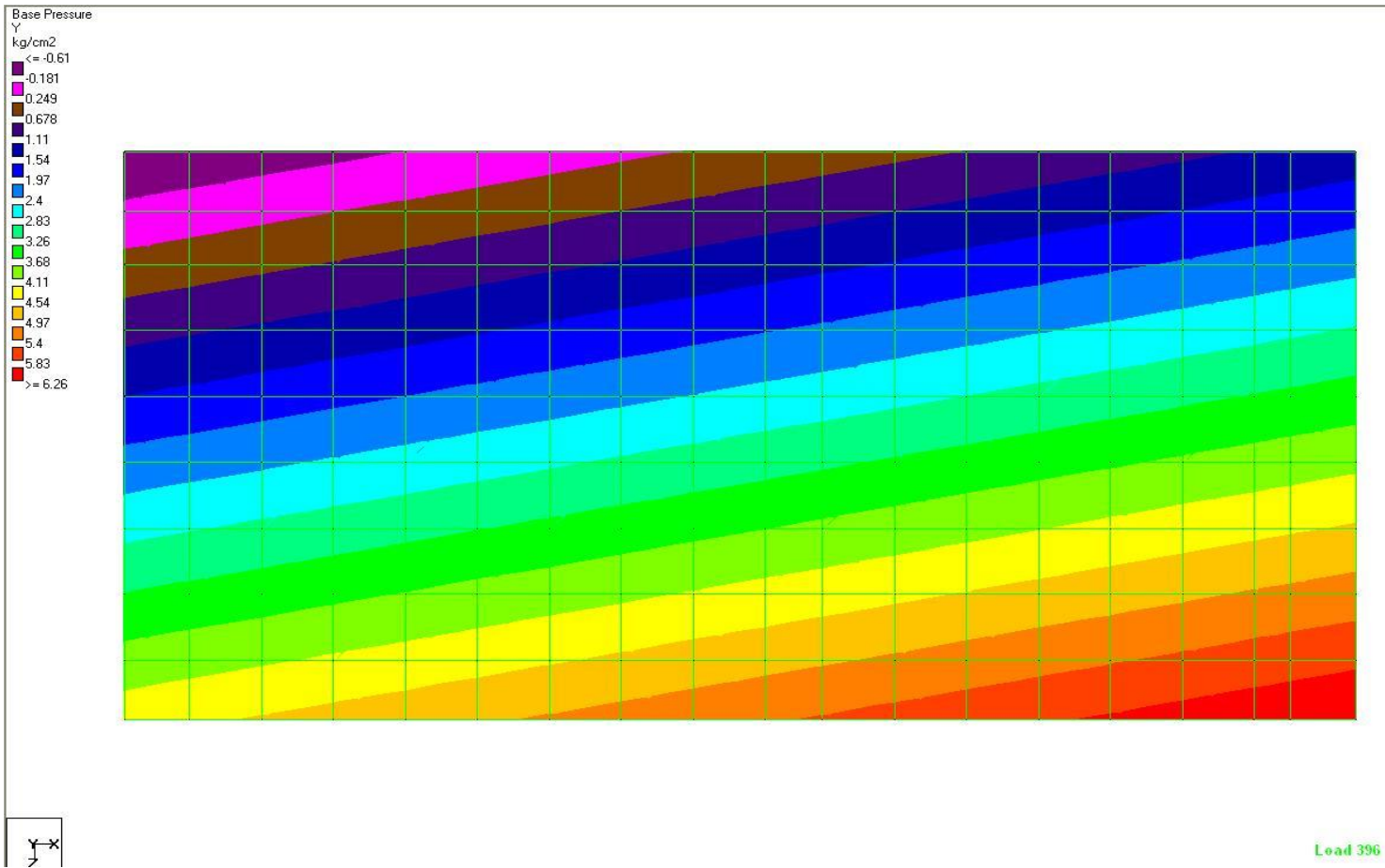


Fig. 37.-Presión máxima en la cimentación del pedestal (kg/cm^2)

Como se observa en la figura, la presión máxima no excede la capacidad máxima admisible de 60.66 ton/m^2 , con lo cual el diseño de la cimentación es adecuada.

5.- CONCLUSIONES

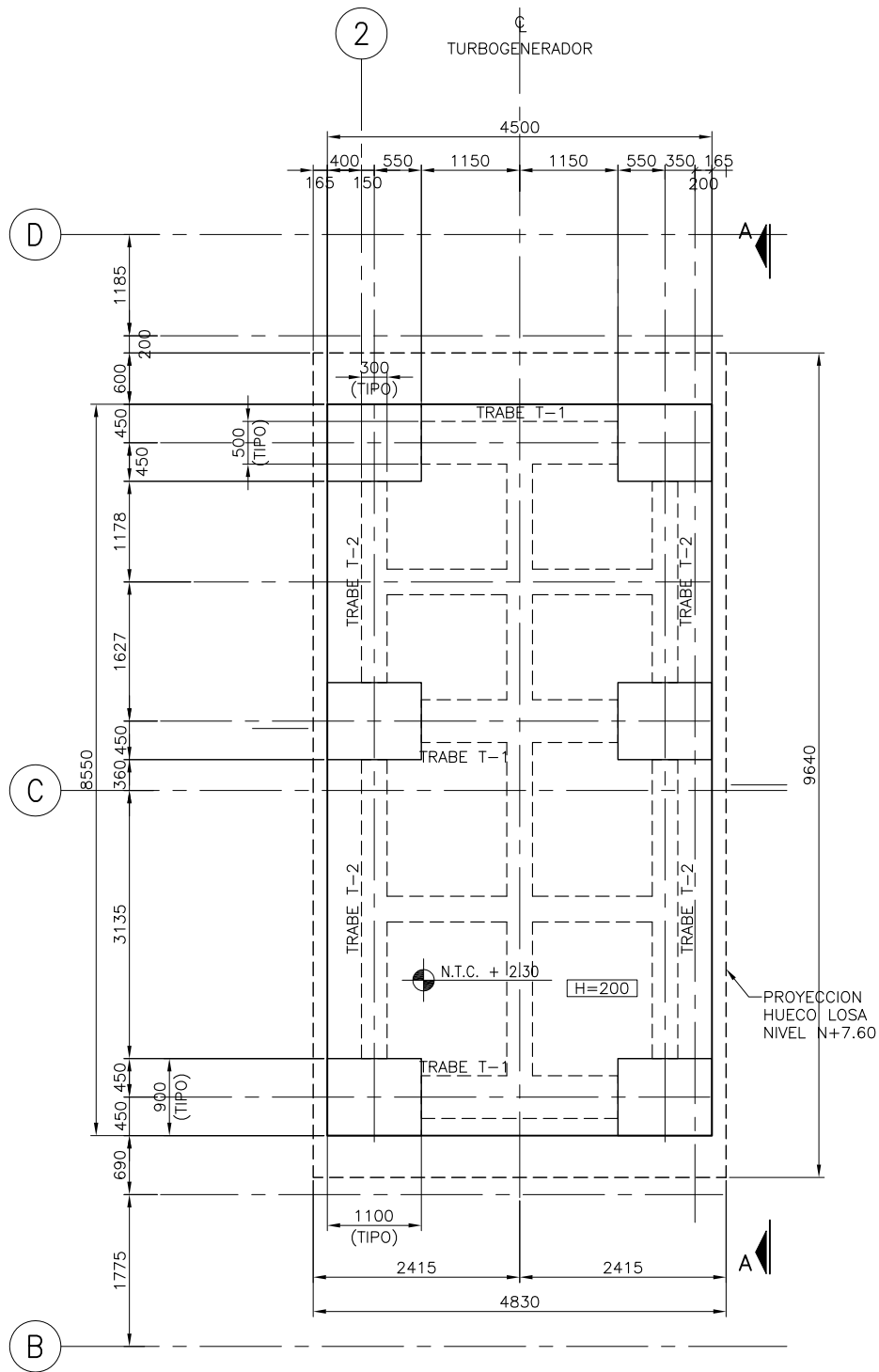
- 1.- Se revisaron las frecuencias de vibración del equipo-cimentación y se comprobó que no coinciden con la frecuencia de operación del y cumplen las limitaciones de la norma DIN-4024
- 2.- Se revisaron los desplazamientos máximos debido a las cargas del equipo, siendo estos aceptables
- 3.- Los armados se obtuvieron considerando combinaciones de carga en operación y accidentales para el pedestal y equipo
- 4.- Se proporcionó el armado adicional en las secciones masivas de concreto para evitar el agrietamiento por contracción y flujo plástico
- 5.- Se revisó el esfuerzo que transmite la cimentación al suelo siendo este menor a la carga admisible

Referencias

1. Design of large steam turbine-generator foundations, ASCE, 1987
2. DIN 4024 Machine Foundations, Flexible structures that support machine with rotating elements
3. NAVFAC DM 7.3 Soil Dynamics and special design aspects
4. Barkan, Dynamics of Bases and Foundations
5. Dinámica estructural, Anil Chopra, Pearson, 4 edición
6. Manual de Diseño por Sismo CFE 2015
7. ACI-318-08 Reglamento para concreto estructural
8. ASCE 7-10 Minimum design loads for buildings and other structures

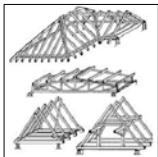
LISTA DE CROQUIS

| LAMINA | TÍTULO DEL CROQUIS |
|--------|---|
| 1 | PEDESTAL PLANTA NIVEL +2.30 |
| 2 | PEDESTAL PLANTA NIVELES + 7.60 +8.59 |
| 3 | PEDESTAL ELEVACIÓN LONGITUDINAL |
| 4 | ARMADO DE COLUMNAS, TRABE T-1 Y MURO |
| 5 | ARMADO TRABE T-2 |
| 6 | ARMADO LOSA DE CIMENTACIÓN Y LOSA DE CUBIERTA |
| 7 | ARMADO DE LOSAS CORTE B-B |
| 8 | ARMADO DE LOSAS CORTE C-C |



PLANTA NIVEL N+2.30

ESC. 1:50



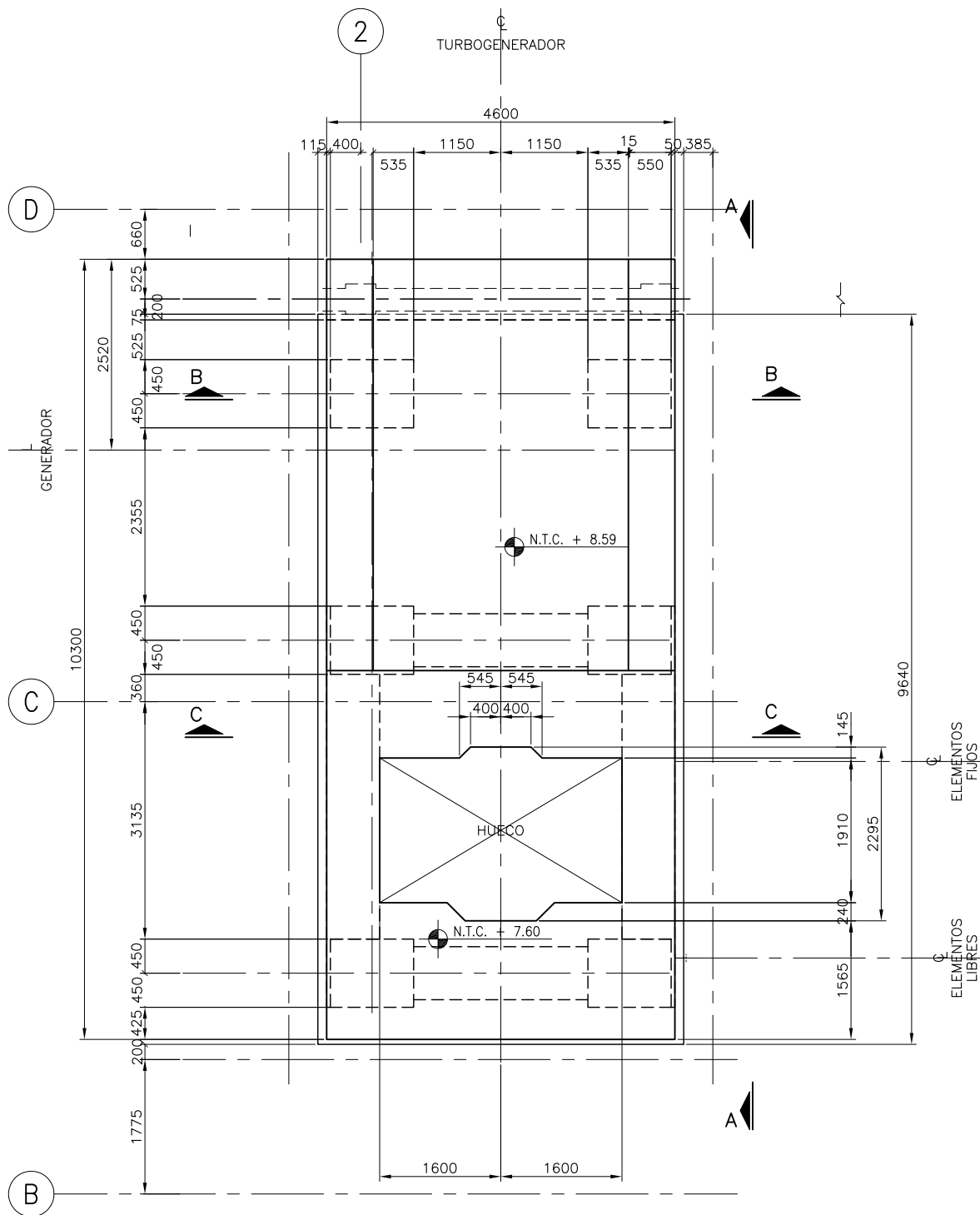
| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

PEDESTAL PLANTA NIVEL +2.30

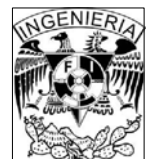
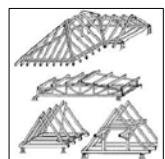
| | |
|------------|------|
| LÁMINA NO. | CAL. |
| 1 | |

| | | |
|------|--------------|------------------|
| ESC. | ACOT. EN: mm | INGENIERÍA CIVIL |
|------|--------------|------------------|



PLANTA NIVELES N+7.60, N+8.59

ESC. 1:50



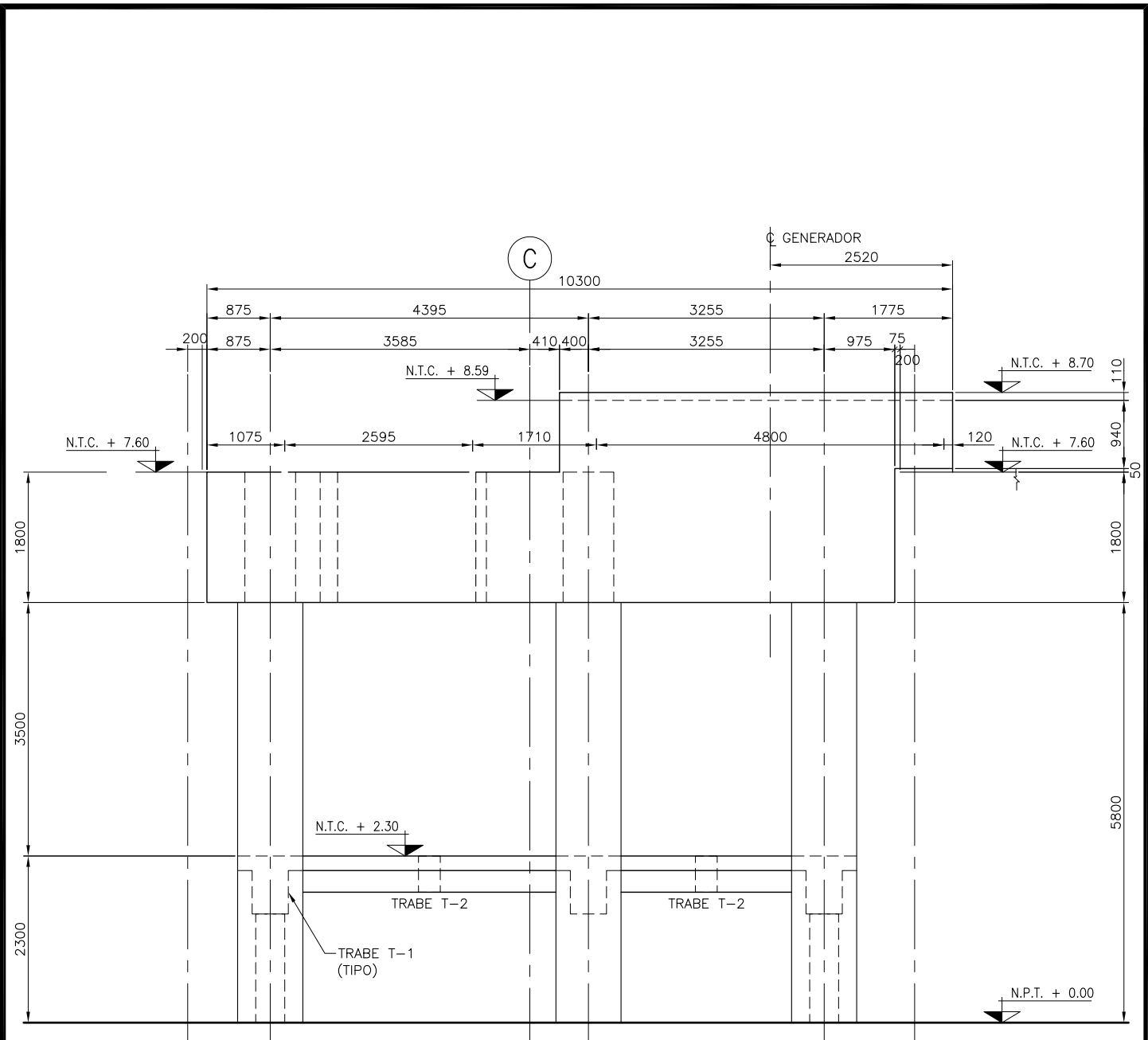
| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| PEDESTAL PLANTA NIVELES +7.60 +8.59 | |
| ESC. | ACOT. EN: mm |
| INGENIERÍA CIVIL | |

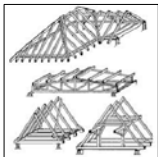
| | |
|------------|------|
| LÁMINA NO. | CAL. |
| 2 | |

FECHA DE ENTREGA:



VISTA A-A

ESC. 1:50



| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

PEDESTAL ELEVACIÓN LONGITUDINAL

ESC. ACOT. EN: mm

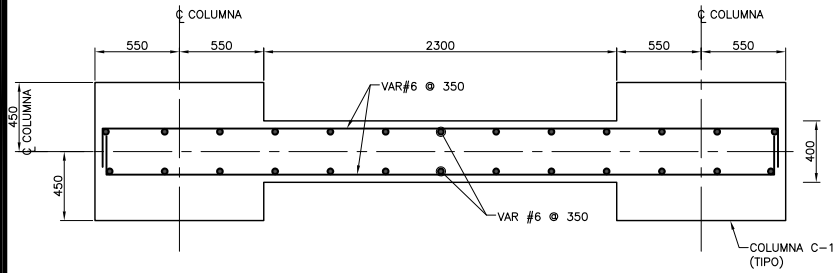
INGENIERÍA CIVIL

LÁMINA NO.

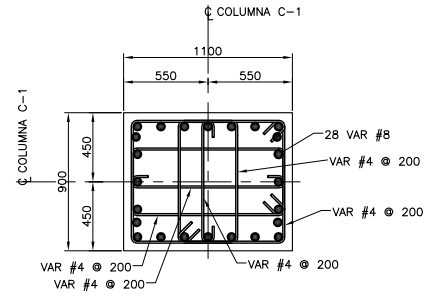
3

CAL.

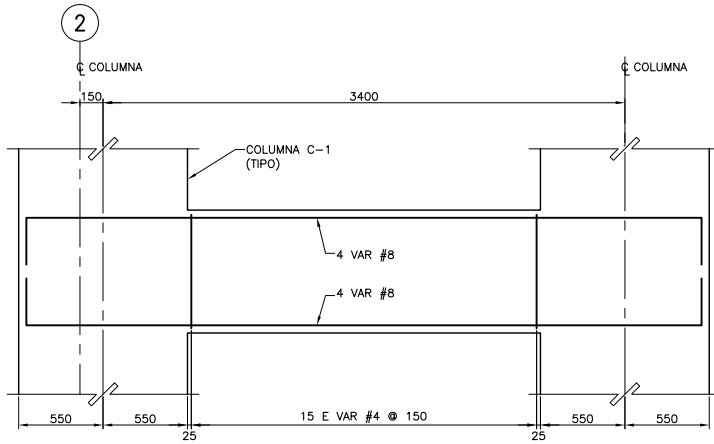
FECHA DE ENTREGA:



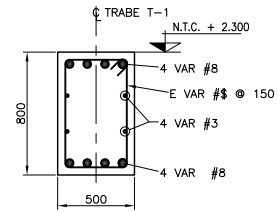
REFUERZO EN MURO M-1
(PLANTA) ESC. 1:20



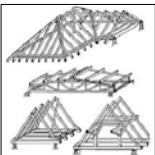
REFUERZO DE COLUMNA C-1
(PLANTA) ESC. 1:20



TRABE T-1
ESC. 1:20



SECCION TRABE T-1
ESC. 1:20



| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

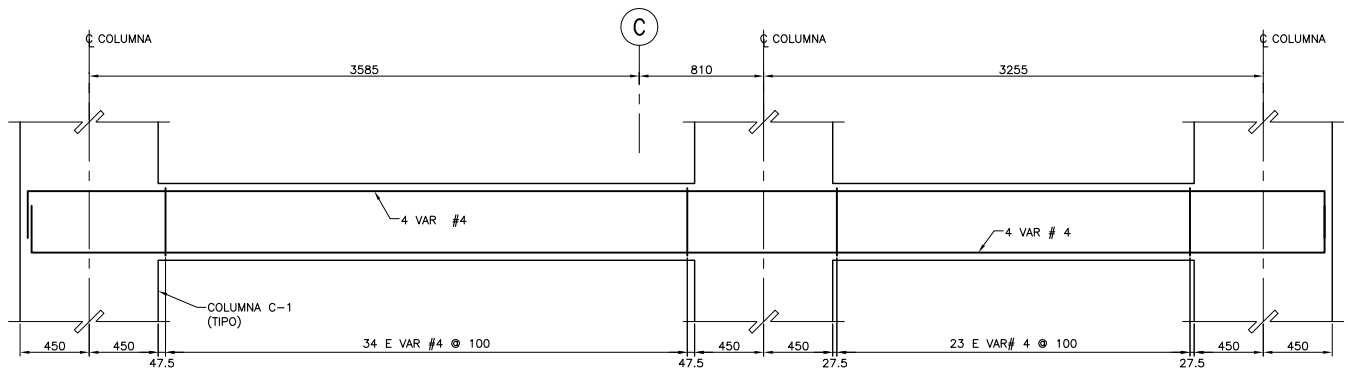
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

ARMADO DE COLUMNAS, TRABE T-1 Y MURO

| | |
|------|--------------|
| ESC. | ACOT. EN: mm |
|------|--------------|

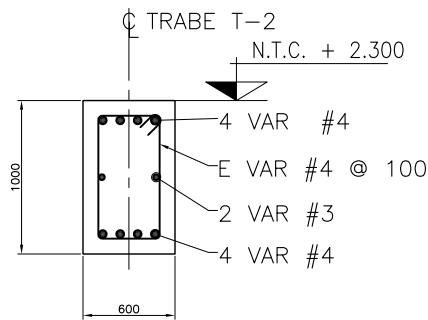
INGENIERÍA CIVIL

| | |
|------------|------|
| LÁMINA NO. | CAL. |
| 4 | |



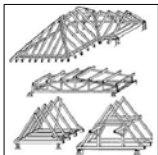
TRABE T-2

ESC. 1:20



SECCION TRABE T-2

ESC. 1:20



| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

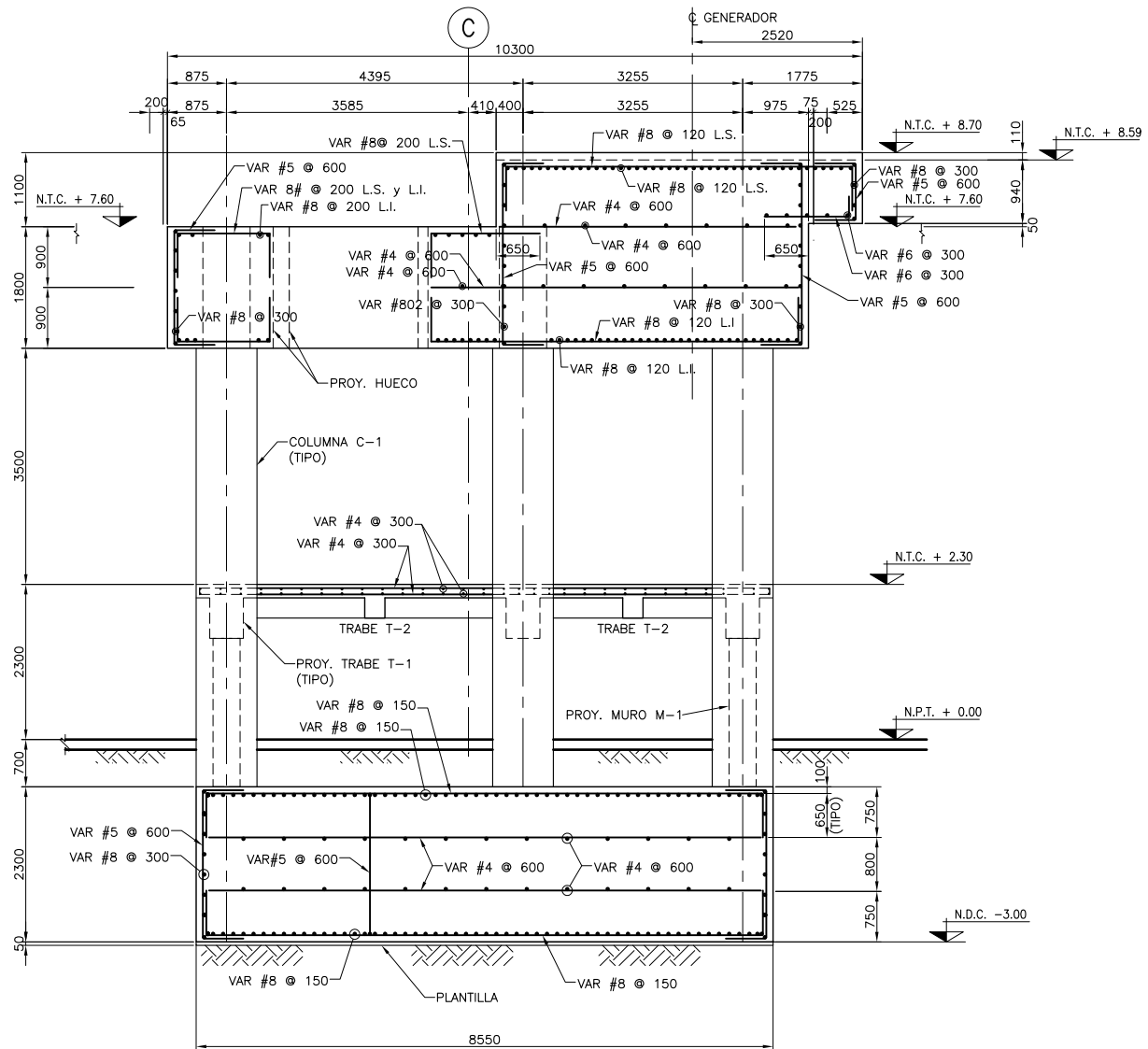
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

ARMADO TRABE T-2

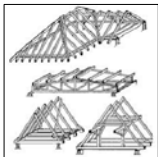
| | |
|------|--------------|
| ESC. | ACOT. EN: mm |
|------|--------------|

INGENIERÍA CIVIL

| | |
|------------|------|
| LÁMINA NO. | CAL. |
| 5 | |



CORTE A-A
ESC. 1:50



| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

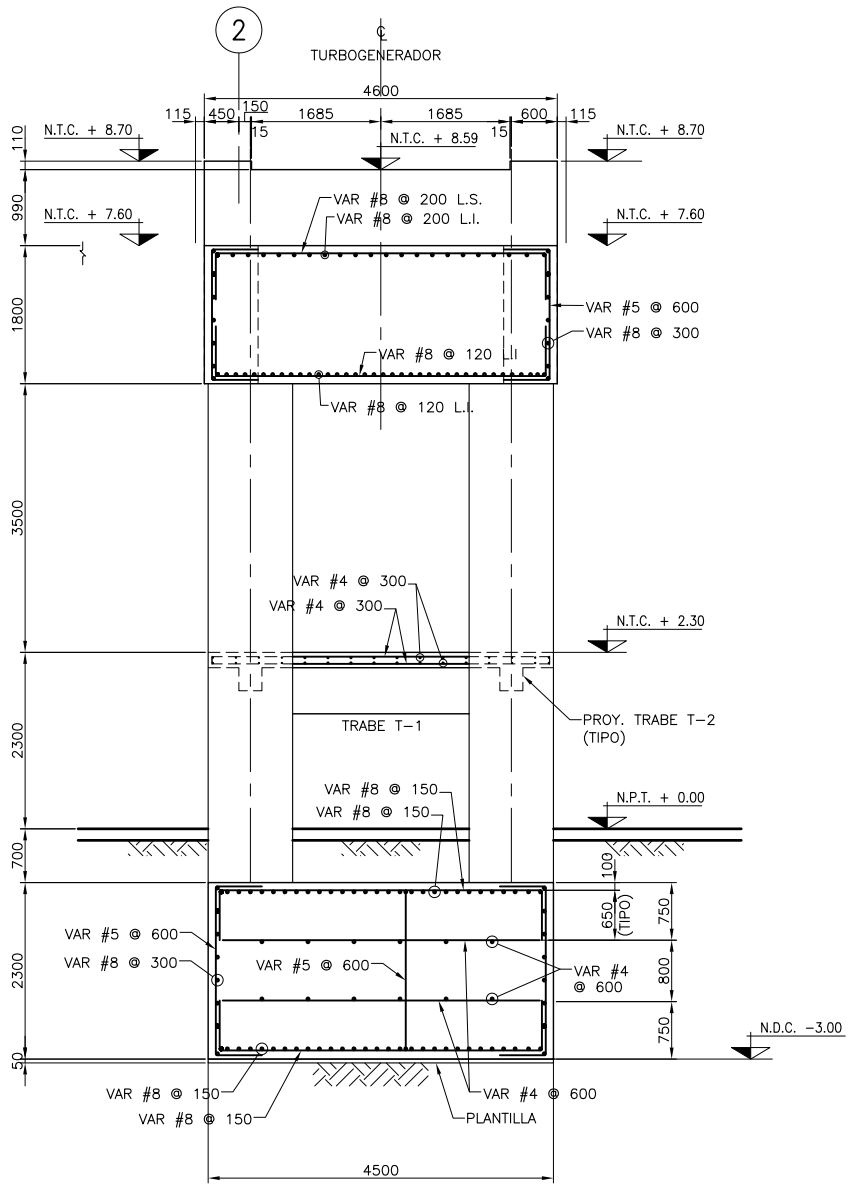
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

ARMADO LOSA DE CIMENTACIÓN Y LOSA CUBIERTA

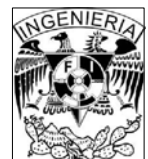
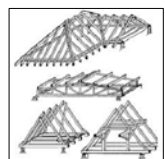
| | |
|------|--------------|
| ESC. | ACOT. EN: mm |
|------|--------------|

INGENIERÍA CIVIL

| | |
|------------|------|
| LÁMINA NO. | CAL. |
| 6 | |



CORTE B-B
ESC. 1:50



| | |
|--------|----------------|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES |
| PROY. | |
| REVISO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESINA

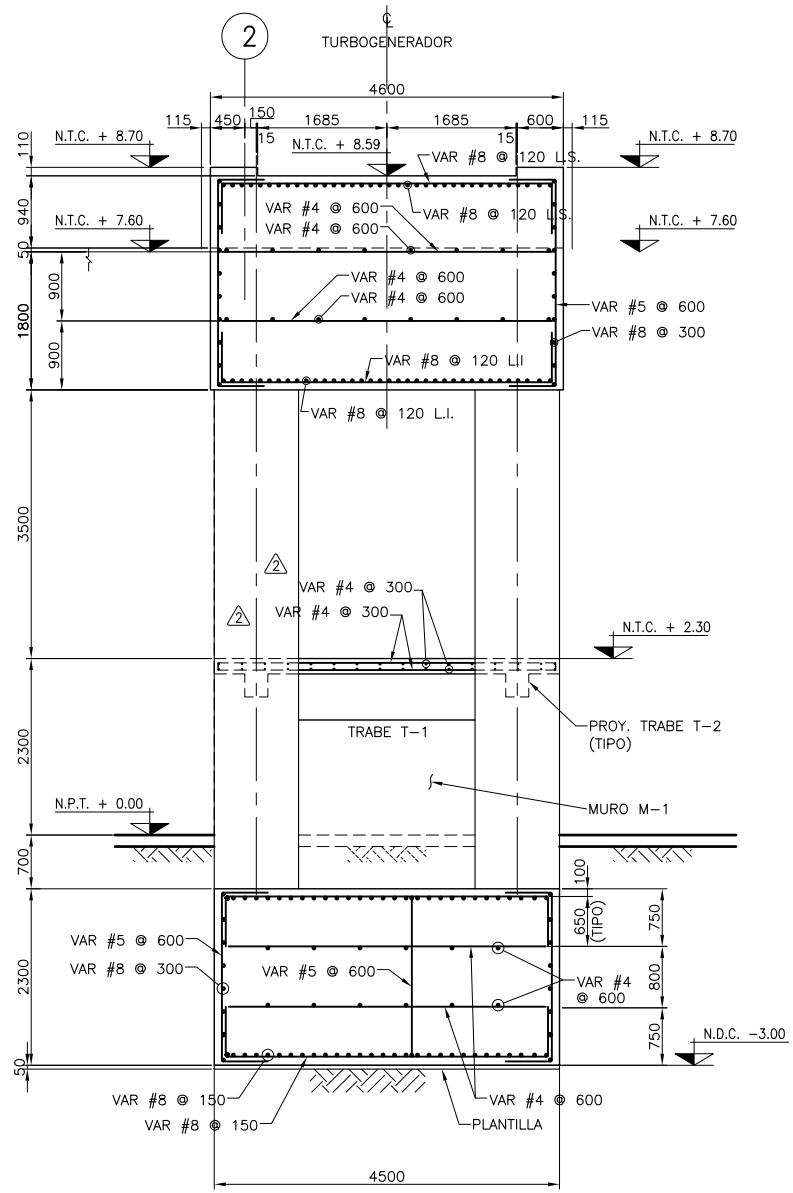
ARMADO DE LOSAS CORTE B-B

| | |
|------|--------------|
| ESC. | ACOT. EN: mm |
|------|--------------|

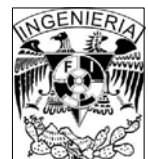
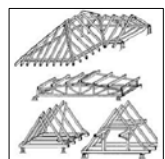
INGENIERÍA CIVIL

| | |
|------------|------|
| LÁMINA NO. | CAL. |
| 7 | |

FECHA DE ENTREGA:



CORTE C-C
ESC. 1:50



| | | |
|----------------------------------|----------------|---|
| DIBUJO | GABRIEL VALDES | UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA TESINA |
| PROY. | | |
| REVISO | | |
| ARMADO DE LOSAS CORTE C-C | | |
| ESC. | ACOT. EN: mm | INGENIERÍA CIVIL |
| | | LÁMINA NO. 8 |
| | | CAL. |

FECHA DE ENTREGA:

ANEXO 1: RESULTADOS DE LA CORRIDA DE STAAD PRO

ACI 318-11 COLUMN NO. 2 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
 AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| ----- | | | | |
| 28 - 25 MM | 1.388 | 627 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
 ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
 AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| ----- | | | | |
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 5 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
 AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
| ----- | | | | |
| STAAD SPACE | | | | |

-- PAGE NO. 47

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 28 - 25 MM | 1.388 | 634 | STA | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 42 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
 ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
 AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| ----- | | | | |
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 43 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 44 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

STAAD SPACE -- PAGE NO. 48

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 45 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 46 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 47 DESIGN RESULTS
=====

STAAD SPACE -- PAGE NO. 49

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

ACI 318-11 COLUMN NO. 3503 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

STAAD SPACE -- PAGE NO. 51

28 - 25 MM 1.388 710 END 0.650
(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 3504 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

28 - 25 MM 1.388 704 END 0.650
(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4092 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

24 - 25 MM 1.190 601 END 0.650
(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4095 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

STAAD SPACE -- PAGE NO. 52

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

24 - 25 MM 1.190 601 END 0.650
(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4098 DESIGN RESULTS
=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

ACI 318-11 COLUMN NO. 4134 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED

ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)

TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4141 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED

ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)

TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4144 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED

ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 55

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)

TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4175 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED

ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)

TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4413 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED

AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4420 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4421 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 58

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4422 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4424 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

| BAR CONFIGURATION | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI |
|-------------------|------------|------|----------|-----|
|-------------------|------------|------|----------|-----|

| | | | | |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| 24 - 25 MM | 1.190 | 601 | END | 0.650 |
|------------|-------|-----|-----|-------|

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4425 DESIGN RESULTS

=====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED

ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 59

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

 24 - 25 MM 1.190 601 END 0.650
 (PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4426 DESIGN RESULTS
 =====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
 AREA OF STEEL REQUIRED = 12018.6 SQ. MM

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

 28 - 25 MM 1.388 1352 STA 0.650
 (PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

ACI 318-11 COLUMN NO. 4437 DESIGN RESULTS
 =====

FY - 413.7 FC - 24.5 MPA, RECT SIZE -1100.0 X 900.0 MMS, TIED
 ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.
 AREA OF STEEL REQUIRED = 9900.0 SQ. MM

BAR CONFIGURATION REINF PCT. LOAD LOCATION PHI

 24 - 25 MM 1.190 601 END 0.650
 (PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)
 TIE BAR NUMBER 12 SPACING 400.00 MM

*****END OF COLUMN DESIGN RESULTS*****

2406. DESIGN BEAM 7 TO 12 14 TO 41 4029 4430 TO 4436 4603 TO 4618 4638 4645 4647 -
 2407. 4654 4656 4663 4665 4672 4674 4681 4683 4690 4699 TO 4712
 STAAD SPACE -- PAGE NO. 60

ACI 318-11 BEAM NO. 7 DESIGN RESULTS
 =====

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|
| | | | FROM (MM) | TO (MM) |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. |

B E A M N O. 7 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 7 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 7 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

159J          488X 300X 500          1147J
|-----|
|=====|
|2No12 H 443. 0.TO 489|
|          |
|          2No12 H 57. 101.TO 367|
|          |
|          |
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 61

ACI 318-11 BEAM NO. 8 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|---------------|---------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 8 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 8 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 8 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1142J          486X 300X 500          1978J
|-----|
|=====|
|2No12 H 443. 0.TO 486|
|          |
|          2No12 H 57. 101.TO 365|
|          |
|          |
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 62

THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1144J | | 489X 300X 500 | | 1215J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 489 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 367 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 64

ACI 318-11 BEAM NO. 11 DESIGN RESULTS

LEN - 400. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 83. | 300. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 400. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 400. | YES | YES |

B E A M N O. 11 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 11 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 11 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1142J | | 400X 500X 800 | | 1164J | |
|-----------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 3No12 H 743. 0.TO 400 | | | | | |
| 3No12 H 57. 83.TO 300 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 65

ACI 318-11 BEAM NO. 12 DESIGN RESULTS

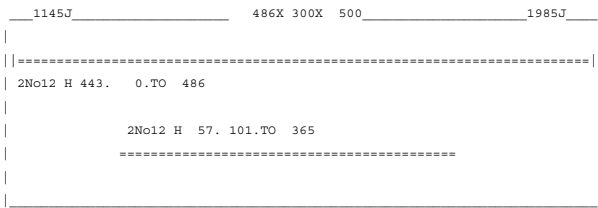
 LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 12 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 12 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 12 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 66

ACI 318-11 BEAM NO. 14 DESIGN RESULTS

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O. 14 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 14 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 14 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

=====
| 2No12 H 443. 0.TO 488 |
|                          |
|          2No12 H 57. 101.TO 367 |
|          ===== |
|                          |
=====
    
```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|--|
| oo | oo | oo | oo | oo | |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 15 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT | BAR INFO | FROM | TO | ANCHOR | |
|-------|--------|----------|------|------|--------|-----|
| | (MM) | | (MM) | (MM) | STA | END |
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O. 15 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 15 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 15 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

=====
| 3No12 H 743. 0.TO 500 |
|                          |
|          3No12 H 57. 103.TO 376 |
|          ===== |
|                          |
=====
    
```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 16 DESIGN RESULTS

=====

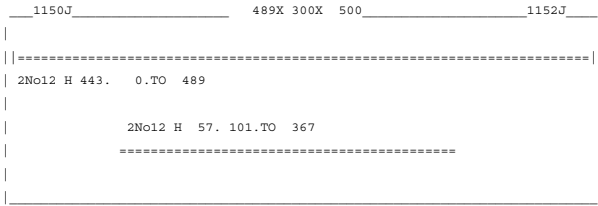
LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O . 1 6 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 16 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 16 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 69

ACI 318-11 BEAM NO. 17 DESIGN RESULTS
=====

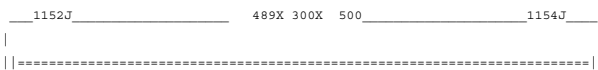
LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O . 1 7 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 17 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 17 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



```

| 2No12 H 443. 0.TO 489
|
| 2No12 H 57. 101.TO 367
| =====
|
|
|
|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 70

ACI 318-11 BEAM NO. 18 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O . 18 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 18 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 18 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1154J _____ 488X 300X 500 _____ 1156J
|
| =====
| 2No12 H 443. 0.TO 488
|
| 2No12 H 57. 101.TO 367
| =====
|
|
|
|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 71

ACI 318-11 BEAM NO. 19 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

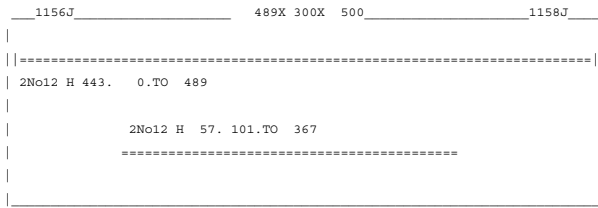
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|--|
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|--|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 19 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 19 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 19 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 72

ACI 318-11 BEAM NO. 20 DESIGN RESULTS

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

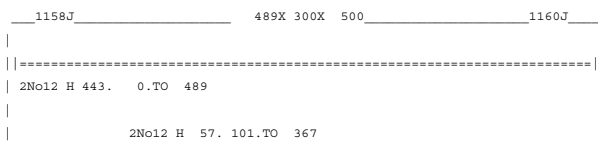
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|-----|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|-----|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 20 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 20 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 20 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 73

ACI 318-11 BEAM NO. 21 DESIGN RESULTS

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O. 21 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 21 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 21 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

1160J 488X 300X 500 1162J

| |
|------------------------|
| 2No12 H 443. 0.TO 488 |
| 2No12 H 57. 101.TO 367 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 74

ACI 318-11 BEAM NO. 22 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

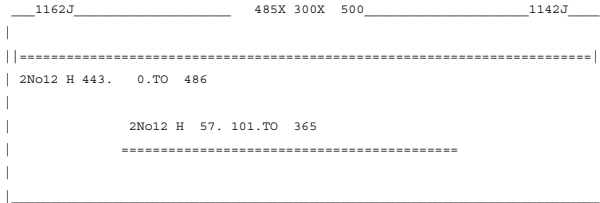
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O . 2 2 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 22 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 22 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 75

ACI 318-11 BEAM NO. 23 DESIGN RESULTS

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

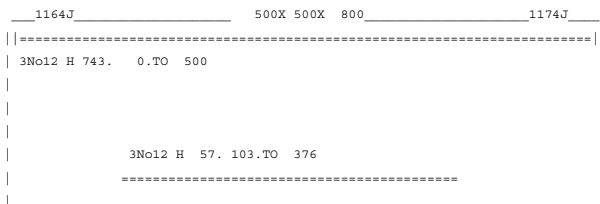
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 2 3 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 23 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 23 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 76

ACI 318-11 BEAM NO. 24 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 2 4 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 24 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 24 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| | | |
|------------------------|---------------|-------|
| 1166J | 500X 500X 800 | 1176J |
| ===== | | |
| 3No12 H 743. 0.TO 500 | | |
| | | |
| 3No12 H 57. 103.TO 376 | | |
| ===== | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 77

ACI 318-11 BEAM NO. 25 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 2 5 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 25 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 25 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1174J          500X 500X 800          1184J
=====
| 3No12 H 743.  0.TO 500                |
|                                           |
|           3No12 H 57. 103.TO 376      |
|           =====                    |
|                                           |
=====

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 78

ACI 318-11 BEAM NO. 26 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |

B E A M N O . 2 6 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 26 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 26 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1176J          500X 500X 800          1186J
=====
| 3No12 H 743.  0.TO 500                |
|                                           |
|           3No12 H 57. 103.TO 376      |
|           =====                    |
|                                           |
=====

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|------|--|------|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | 3#12 | | 3#12 | | | | |
| | | | ooo | | ooo | | | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 79

ACI 318-11 BEAM NO. 27 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 300. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 62. | 225. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 300. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 300. | YES | YES |

B E A M N O . 27 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 27 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 27 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| | | |
|-----------------------|---------------|-------|
| 1184J | 300X 500X 800 | 1703J |
| ===== | | |
| 3No12 H 743. 0.TO 300 | | |
| | | |
| | | |
| 3No12 H 57. 62.TO 225 | | |
| ===== | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 80

ACI 318-11 BEAM NO. 28 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

ACI 318-11 BEAM NO. 33 DESIGN RESULTS

=====

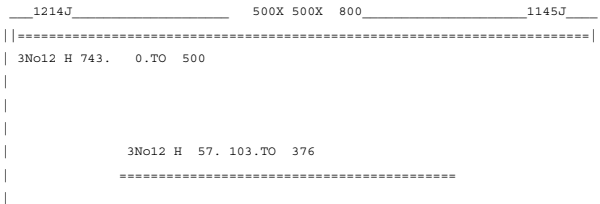
LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 33 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 33 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 33 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
|------|------|------|------|------|------|
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 34 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O . 34 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 34 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 34 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1215J          488X 300X 500          1216J
|-----|
|=====|
|2No12 H 443. 0.TO 488
|
|          2No12 H 57. 101.TO 367
|          =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 87

ACI 318-11 BEAM NO. 35 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|---------------|---------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O . 35 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 35 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 35 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1216J          488X 300X 500          1217J
|-----|
|=====|
|2No12 H 443. 0.TO 489
|
|          2No12 H 57. 101.TO 367
|          =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 88

ACI 318-11 BEAM NO. 36 DESIGN RESULTS

=====

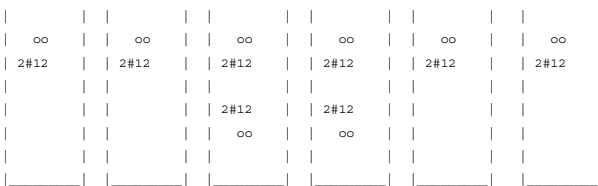
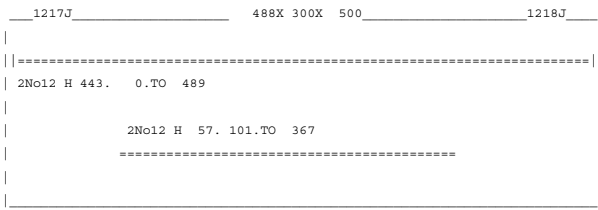
LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 36 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 36 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 36 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



STAAD SPACE

-- PAGE NO. 89

ACI 318-11 BEAM NO. 37 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 37 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 37 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 37 IS BEYOND

THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1218J | | 488X 300X 500 | | 1219J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|--|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 489 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 367 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 90

ACI 318-11 BEAM NO. 38 DESIGN RESULTS

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 38 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 38 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 38 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1219J | | 488X 300X 500 | | 1220J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 489 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 367 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 91

ACI 318-11 BEAM NO. 39 DESIGN RESULTS

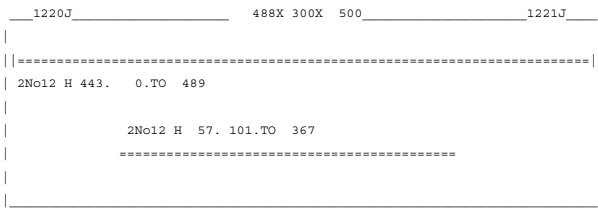
 LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 39 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 39 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 39 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 92

ACI 318-11 BEAM NO. 40 DESIGN RESULTS

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 40 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 40 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 40 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 42. | 150. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 200. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 200. | YES | YES |

B E A M N O. 4029 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4029 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4029 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1703J | 199X 500X 800 | 1194J |
|-----------------------|---------------|-------|
| ===== | | |
| 3No12 H 743. 0.TO 200 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 3No12 H 57. 42.TO 150 | | |
| ===== | | |

| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
|------|------|------|------|------|------|
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4430 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 400. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 83. | 300. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 400. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 400. | YES | YES |

B E A M N O. 4430 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4430 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4430 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1143J | 400X 500X 800 | 1803J |
|-----------------------|---------------|-------|
| ===== | | |
| 3No12 H 743. 0.TO 400 | | |

3No12 H 57. 83.TO 300
=====

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 96

ACI 318-11 BEAM NO. 4431 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |

B E A M N O . 4431 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4431 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4431 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

1803J 500X 500X 800 1811J

3No12 H 743. 0.TO 500

3No12 H 57. 103.TO 376
=====

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 97

ACI 318-11 BEAM NO. 4432 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

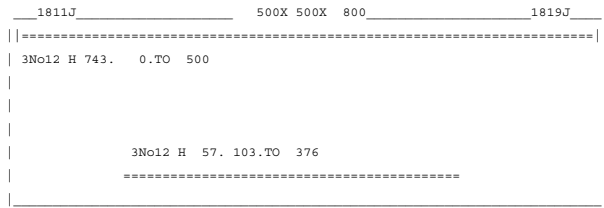
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 4 3 2 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4432 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4432 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 98

ACI 318-11 BEAM NO. 4433 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

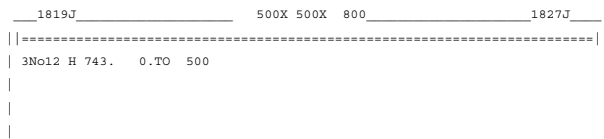
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 4 3 3 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4433 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4433 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



3No12 H 57. 103.TO 376

=====

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 99

ACI 318-11 BEAM NO. 4434 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|

| | | | | | |
|---|------|----------|------|------|---------|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |

B E A M N O. 4434 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4434 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4434 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

1827J 499X 500X 800 1835J

3No12 H 743. 0.TO 500

3No12 H 57. 103.TO 376

=====

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 100

ACI 318-11 BEAM NO. 4435 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

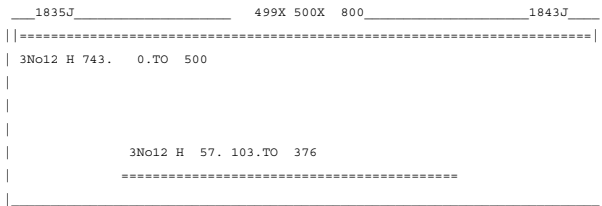
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O. 4435 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4435 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4435 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 101

ACI 318-11 BEAM NO. 4436 DESIGN RESULTS

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 500. X 800. MMS

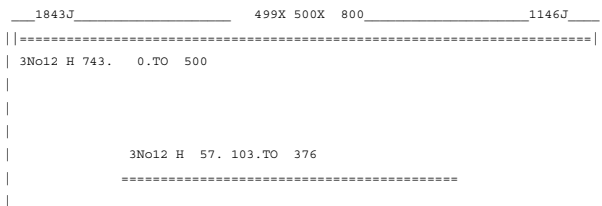
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 3 - 12MM | 103. | 376. | NO | NO |
| 2 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 743. | 3 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O. 4436 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4436 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4436 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ooo | ooo | ooo | ooo | ooo | ooo |
| 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 | 3#12 |
| | | | | | |
| | | 3#12 | 3#12 | | |
| | | ooo | ooo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 102

ACI 318-11 BEAM NO. 4603 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 400. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|-----|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 83. | 300. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 400. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 400. | YES | YES |

B E A M N O. 4603 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4603 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4603 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| | | |
|--------------|---------------|-------|
| 1156J | 400X 300X 500 | 1157J |
| ===== | | |
| 2No12 H 443. | 0.TO 400 | |
| 2No12 H 57. | 83.TO 300 | |
| ===== | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | | | | |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 103

ACI 318-11 BEAM NO. 4604 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

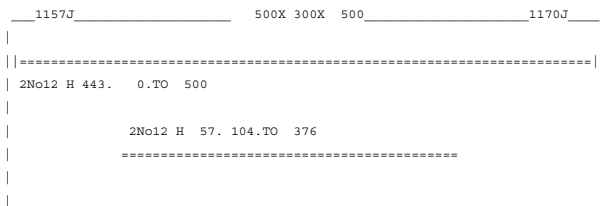
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 6 0 4 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4604 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4604 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 104

ACI 318-11 BEAM NO. 4605 DESIGN RESULTS

=====

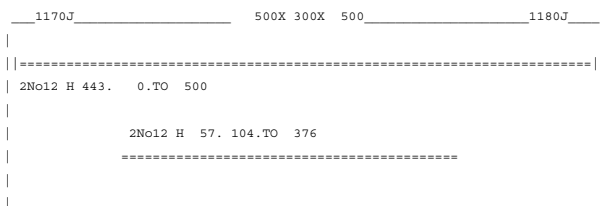
LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|---------------|---------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 6 0 5 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4605 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4605 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

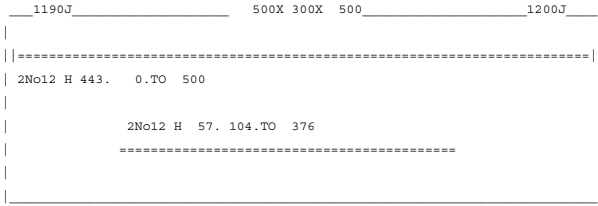


| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
|----|----|----|----|----|----|

B E A M N O . 4 6 0 7 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4607 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4607 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 107

ACI 318-11 BEAM NO. 4608 DESIGN RESULTS

=====

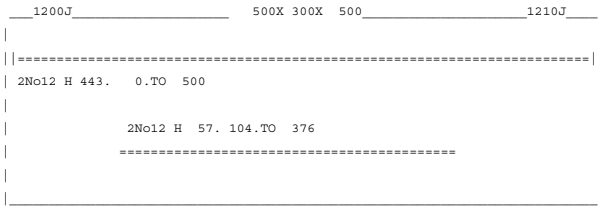
LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |

B E A M N O . 4 6 0 8 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4608 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4608 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4610 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4610 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1186J          489X 300X 500          1185J
|-----|
|=====|
| 2No12 H 443.  0.TO 489
|
|           2No12 H 57. 101.TO 367
|           =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 110

ACI 318-11 BEAM NO. 4611 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O. 4611 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4611 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4611 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1185J          488X 300X 500          1187J
|-----|
|=====|
| 2No12 H 443.  0.TO 488
|
|           2No12 H 57. 101.TO 367
|           =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4612 DESIGN RESULTS

=====

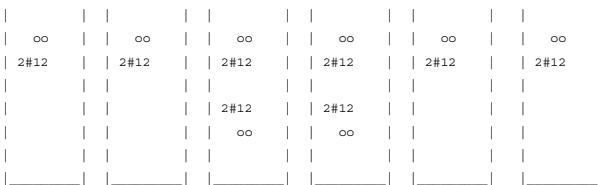
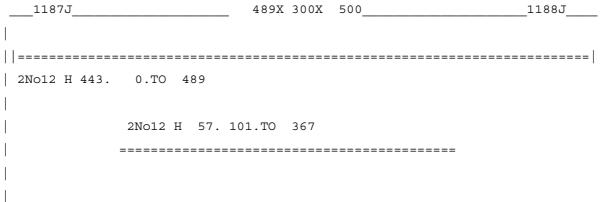
LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES YES |

B E A M N O. 4612 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4612 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4612 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



ACI 318-11 BEAM NO. 4613 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES YES |

B E A M N O. 4613 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4613 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4613 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1188J          489X 300X 500          1189J
|-----|
|=====|
|2No12 H 443.  0.TO 489
|
|          2No12 H 57. 101.TO 367
|          =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 113

ACI 318-11 BEAM NO. 4614 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|---------------|---------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O . 4614 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4614 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4614 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1189J          488X 300X 500          1190J
|-----|
|=====|
|2No12 H 443.  0.TO 488
|
|          2No12 H 57. 101.TO 367
|          =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 114

ACI 318-11 BEAM NO. 4615 DESIGN RESULTS

=====

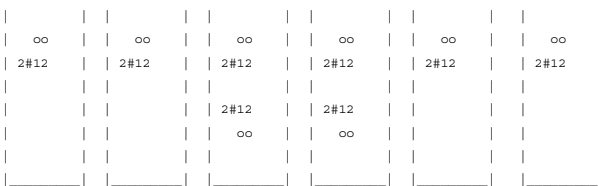
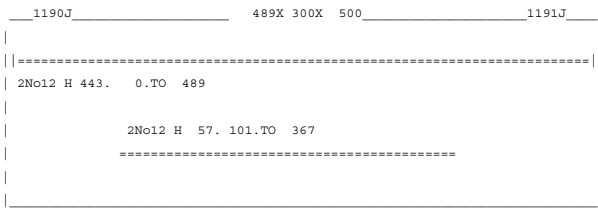
LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 4615 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4615 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4615 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



STAAD SPACE -- PAGE NO. 115

ACI 318-11 BEAM NO. 4616 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 489. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 489. | YES | YES |

B E A M N O. 4616 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4616 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4616 IS BEYOND

THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1191J | | 489X 300X 500 | | 1192J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 489 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 367 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 116

ACI 318-11 BEAM NO. 4617 DESIGN RESULTS

LEN - 488. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 367. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 488. | YES | YES |

B E A M N O. 4617 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4617 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4617 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 1192J | | 488X 300X 500 | | 1193J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 488 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 367 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 117

ACI 318-11 BEAM NO. 4618 DESIGN RESULTS


```

-----
LEN - 486. MM  FY - 414.  FC - 25.  MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

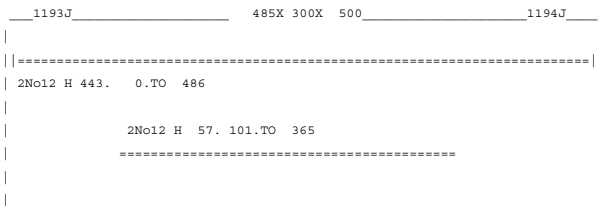
LEVEL  HEIGHT  BAR INFO  FROM      TO      ANCHOR
      (MM)                (MM)      (MM)      STA  END
-----
1      57.    2 - 12MM  101.      365.    NO  NO
2      443.   2 - 12MM   0.        486.    YES YES
3      443.   2 - 12MM   0.        486.    YES YES

```

B E A M N O. 4618 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4618 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4618 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 118

ACI 318-11 BEAM NO. 4638 DESIGN RESULTS

```

-----
LEN - 486. MM  FY - 414.  FC - 25.  MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

LEVEL  HEIGHT  BAR INFO  FROM      TO      ANCHOR
      (MM)                (MM)      (MM)      STA  END
-----
1      57.    2 - 12MM  101.      365.    NO  NO
2      443.   2 - 12MM   0.        486.    YES YES
3      443.   2 - 12MM   0.        486.    YES YES

```

B E A M N O. 4638 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4638 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4638 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

=====
| 2No12 H 443. 0.TO 486 |
|                          |
|          2No12 H 57. 101.TO 365 |
|          ===== |
|                          |
=====
    
```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4645 DESIGN RESULTS
 =====

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4645 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4645 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4645 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

=====
| 2No12 H 443. 0.TO 486 |
|                          |
|          2No12 H 57. 101.TO 365 |
|          ===== |
|                          |
=====
    
```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4647 DESIGN RESULTS
 =====

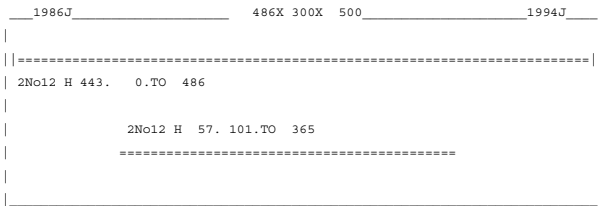
LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4647 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4647 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4647 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 121

ACI 318-11 BEAM NO. 4654 DESIGN RESULTS

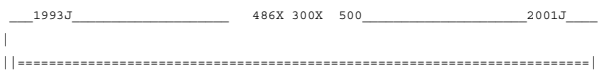
LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4654 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4654 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4654 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



```

| 2No12 H 443. 0.TO 486
|
| 2No12 H 57. 101.TO 365
| =====
|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 122

ACI 318-11 BEAM NO. 4656 DESIGN RESULTS
 =====

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O . 4 6 5 6 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4656 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4656 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

_1994J_____ 485X 300X 500_____ 2002J_____
|
| =====
| 2No12 H 443. 0.TO 486
|
| 2No12 H 57. 101.TO 365
| =====
|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 123

ACI 318-11 BEAM NO. 4663 DESIGN RESULTS
 =====

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

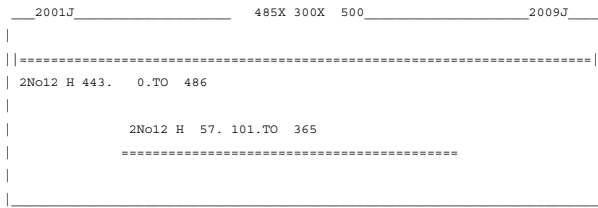
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|--|
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|--|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4663 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4663 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4663 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 124

ACI 318-11 BEAM NO. 4665 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

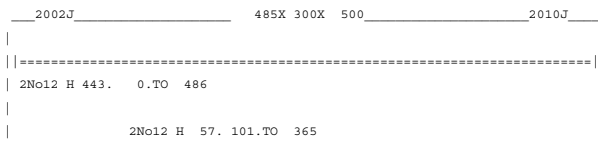
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4665 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4665 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4665 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 125

ACI 318-11 BEAM NO. 4672 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O . 4 6 7 2 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4672 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4672 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

2009J 485X 300X 500 2017J

| |
|------------------------|
| 2No12 H 443. 0.TO 486 |
| 2No12 H 57. 101.TO 365 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 126

ACI 318-11 BEAM NO. 4674 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

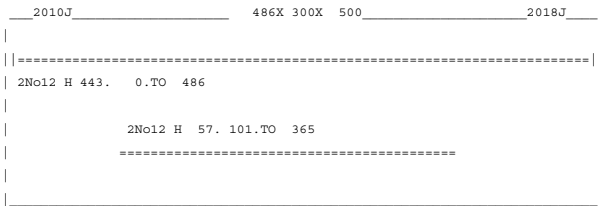
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4674 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4674 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4674 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 127

ACI 318-11 BEAM NO. 4681 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

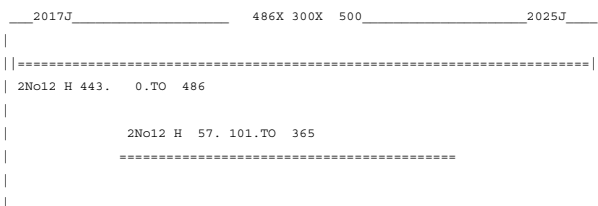
| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA | ANCHOR END |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
|-------|-------------|----------|-----------|---------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|------|----------|------|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4681 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4681 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4681 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 128

ACI 318-11 BEAM NO. 4683 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 339. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|-----|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 70. | 255. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 339. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 339. | YES | YES |

B E A M N O. 4683 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4683 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4683 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| | | |
|--------------|---------------|-------|
| 2018J | 338X 300X 500 | 1143J |
| ===== | | |
| 2No12 H 443. | 0.TO 339 | |
| 2No12 H 57. | 70.TO 255 | |
| ===== | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 129

ACI 318-11 BEAM NO. 4690 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 339. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |

| | | | | | | |
|---|------|----------|-----|------|-----|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 70. | 255. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 339. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 339. | YES | YES |

B E A M N O . 4 6 9 0 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4690 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4690 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

2025J          338X 300X 500          1146J
|-----|
|=====|
| 2No12 H 443.  0.TO 339
|
|           2No12 H 57. 70.TO 255
|           =====
|-----|
    
```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 130

ACI 318-11 BEAM NO. 4699 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 400. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 83. | 300. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 400. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 400. | YES YES |

B E A M N O . 4 6 9 9 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4699 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4699 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1994J          400X 300X 500          1995J
|-----|
|=====|
| 2No12 H 443.  0.TO 400
|
|           2No12 H 57. 83.TO 300
|           =====
|-----|
    
```

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
|----|----|----|----|----|----|

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 131

ACI 318-11 BEAM NO. 4700 DESIGN RESULTS

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O. 4700 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4700 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4700 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| | | |
|--|---------------|-------|
| 1995J | 500X 300X 500 | 1996J |
| <p>2No12 H 443. 0.TO 500</p> <p>2No12 H 57. 104.TO 376</p> | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 132

ACI 318-11 BEAM NO. 4701 DESIGN RESULTS

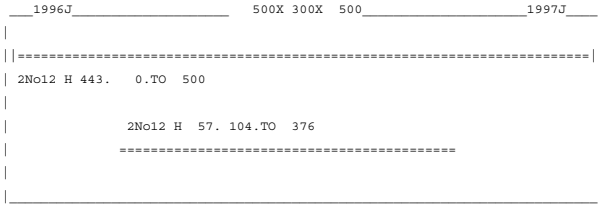
LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4701 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4701 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4701 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 133

ACI 318-11 BEAM NO. 4702 DESIGN RESULTS

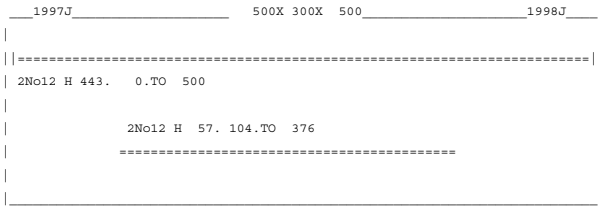
LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES YES |

B E A M N O . 4702 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4702 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4702 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4703 DESIGN RESULTS
 =====

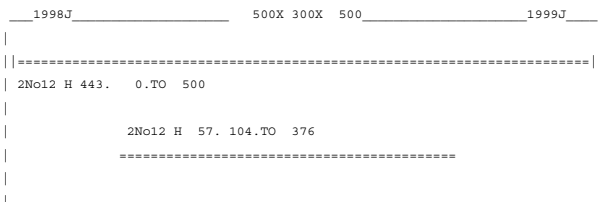
LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 7 0 3 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4703 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4703 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



ACI 318-11 BEAM NO. 4704 DESIGN RESULTS
 =====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 7 0 4 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4704 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4704 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

1999J          500X 300X 500          2000J
|-----|
|=====|
| 2No12 H 443.  0.TO 500
|
|           2No12 H 57. 104.TO 376
|           =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 136

ACI 318-11 BEAM NO. 4705 DESIGN RESULTS
=====

LEN - 500. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|-----|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 104. | 376. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 500. | YES | YES |

B E A M N O . 4 7 0 5 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4705 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4705 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

```

2000J          500X 300X 500          2001J
|-----|
|=====|
| 2No12 H 443.  0.TO 500
|
|           2No12 H 57. 104.TO 376
|           =====
|-----|

```

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4706 DESIGN RESULTS

=====

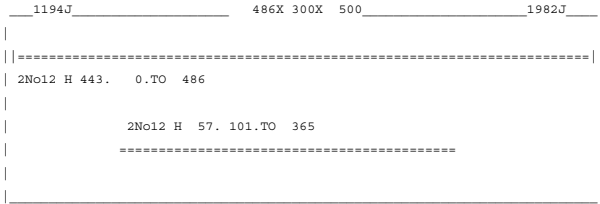
LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES YES |

B E A M N O. 4706 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4706 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4706 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

ACI 318-11 BEAM NO. 4707 DESIGN RESULTS

=====

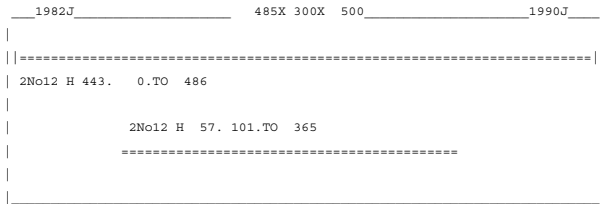
LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES YES |

B E A M N O. 4707 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4707 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4707 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 139

ACI 318-11 BEAM NO. 4708 DESIGN RESULTS

=====

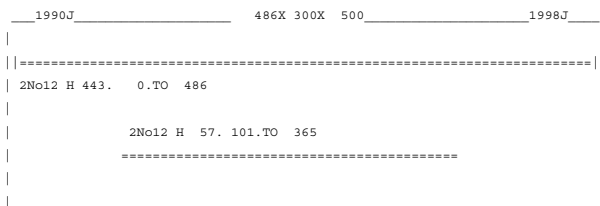
LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES YES |

B E A M N O . 4 7 0 8 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4708 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4708 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

STAAD SPACE -- PAGE NO. 140

ACI 318-11 BEAM NO. 4709 DESIGN RESULTS

=====

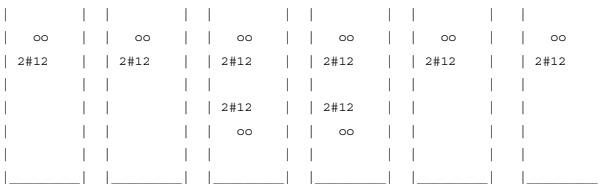
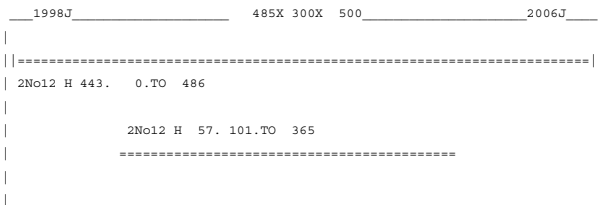
LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4709 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4709 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4709 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



STAAD SPACE

-- PAGE NO. 141

ACI 318-11 BEAM NO. 4710 DESIGN RESULTS

=====

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4710 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4710 IS BEYOND
THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4710 IS BEYOND

THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 2006J | | 485X 300X 500 | | 2014J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 486 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 365 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 142

ACI 318-11 BEAM NO. 4711 DESIGN RESULTS

LEN - 486. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|-------------|----------|-----------|---------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 101. | 365. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 486. | YES | YES |

B E A M N O. 4711 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4711 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4711 IS BEYOND THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

| 2014J | | 486X 300X 500 | | 2022J | |
|------------------------|------|---------------|------|-------|------|
| ===== | | | | | |
| 2No12 H 443. 0.TO 486 | | | | | |
| 2No12 H 57. 101.TO 365 | | | | | |
| ===== | | | | | |
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |
| STAAD SPACE | | | | | |

-- PAGE NO. 143

ACI 318-11 BEAM NO. 4712 DESIGN RESULTS

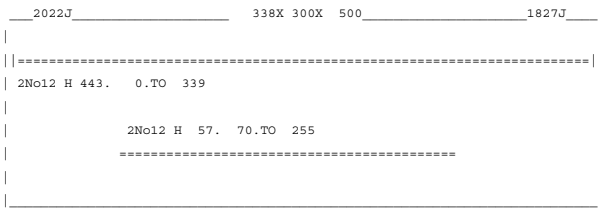
 LEN - 339. MM FY - 414. FC - 25. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS

| LEVEL | HEIGHT (MM) | BAR INFO | FROM (MM) | TO (MM) | ANCHOR | |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|--------|-----|
| | | | | | STA | END |
| 1 | 57. | 2 - 12MM | 70. | 255. | NO | NO |
| 2 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 339. | YES | YES |
| 3 | 443. | 2 - 12MM | 0. | 339. | YES | YES |

B E A M N O . 4712 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT START OF MEMBER 4712 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.

** LOCATION FOR DESIGN FOR SHEAR AT END OF MEMBER 4712 IS BEYOND
 THE MIDPOINT OF MEMBER. DESIGN FOR SHEAR AND TORSION NOT PERFORMED.



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| oo | oo | oo | oo | oo | oo |
| 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 | 2#12 |
| | | 2#12 | 2#12 | | |
| | | oo | oo | | |

*****END OF BEAM DESIGN*****

2408. END CONCRETE DESIGN