

PROPUESTA DE RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO

JOSÉ JOHN GÁLVEZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MANIZALES

Febrero de 2002

PROPUESTA DE RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO

JOSÉ JOHN GÁLVEZ MEJIA

**Trabajo final presentado como requisito para optar al título de
Especialista en Estructuras, opción Análisis y Diseño**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MANIZALES

febrero de 2002

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 2. INFORMACIÓN PREVIA | 11 |
| 2.1 Localización..... | 11 |
| 2.2 Evaluación de información existente..... | 11 |
| 2.3 Historia..... | 11 |
| 2.4 Transformaciones..... | 11 |
| 2.5 Estudio de Suelos..... | 11 |
| 2.6 Tipología..... | 12 |
| 2.7 Uso | 12 |
| 2.8 Descripción de Materiales..... | 12 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 15 |
| 3.1 Epoca de detección del problema..... | 15 |
| 3.2 Medidas preventivas..... | 15 |
| 3.3 Cambios Ambientales..... | 15 |
| 3.4 Recopilación de Información..... | 15 |
| 3.5 Memoria del diseño..... | 16 |
| 3.6 Diferencias entre el diseño y la construcción..... | 16 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| 4. RECONOCIMIENTO INICIAL | 17 |
| 4.1 Evaluación de Campo..... | 17 |
| 4.2 Identificación del tipo y forma de falla..... | 17 |
| 4.3 Identificación de agrietamiento..... | 17 |
| 4.4 Elementos fallados..... | 18 |
| 4.5 Localización de juntas..... | 19 |
| 4.6 Diagnóstico..... | 19 |
| 4.7 Localización de testigos..... | 21 |
| 4.8 Ensayo de suelos de cimentación..... | 21 |
| 4.9 Análisis de resultados..... | 21 |
| 4.10 Reconocimiento del problema..... | 21 |
| 4.11 Evaluación de cálculos estructurales..... | 22 |
| 4.12 Daños no estructurales..... | 25 |
| 5. EVALUACIONES DE RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL | 26 |
| 6. PROCESO METODOLÓGICO DEL DISEÑO | 30 |
| 7. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROPUESTO(SISTEMA COMBINADO) | 34 |
| 8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN | 66 |
| 9. CONCLUSIONES | 118 |
| 10. RECOMENDACIONES | 119 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA | 120 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Características de evaluación de tres(3) aptos del edificio..... | 20 |
| Tabla 2. Distribución de la fuerza horizontal equivalente del diseño Inicial | 24 |
| Tabla 3. Distribución de la fuerza horizontal equivalente del estudio de suelos... | 25 |
| Tabla 4. Peso del edificio..... | 35 |
| Tabla 5. Cálculo de la fuerza horizontal equivalente(propuesta)..... | 35 |
| Tabla 6. Cálculo de la excentricidad..... | 40 |
| Tabla 7. Combinación de las fuerzas de corte..... | 41 |
| Tabla 8. Cálculo de las rigideces de piso..... | 42 |
| Tabla 9. Cálculo de las fuerzas de pórtico..... | 42 |
| Tabla 10. Chequeo de la deriva..... | 42 |
| Tabla 11. Cálculo de las rigideces de piso en los muros..... | 43 |
| Tabla 12. Cálculo de las fuerzas cortantes de muro..... | 44 |
| Tabla 13. Combinación de fuerzas de corte. Obtenidas por traslación..... | 45 |
| Tabla 14. Continuación de combinación de fuerzas de corte en muros | 46 |
| Tabla 15. Continuación de combinación de fuerzas de corte en muros..... | 47 |
| Tabla 16. Continuación de combinación de fuerzas de corte en muros..... | 48 |
| Tabla 17. Chequeo de deriva en muros..... | 49 |
| Tabla 18. Efectos P-Delta..... | 50 |
| Tabla 19. Cargas Verticales..... | 51 |
| Tabla 20. Pandeo Local pórtico A=F | 52 |
| Tabla 21. Pandeo Local pórtico B=E | 52 |

| | |
|---|----|
| Tabla 22. Pandeo Local pórtico C=D | 53 |
| Tabla 23. Pandeo Local pórtico 1=2=3 | 53 |
| Tabla 24. Amplificación de momentos pórtico A=F | 55 |
| Tabla 25. Amplificación de momentos pórtico B=E... | 56 |
| Tabla 26. Amplificación de momentos pórtico C=D | 57 |
| Tabla 27. Amplificación de momentos pórtico 1 | 58 |
| Tabla 28. Amplificación de momentos pórtico 2..... | 59 |
| Tabla 29. Amplificación de momentos pórtico 3 | 60 |
| Tabla 30. Diagrama de interacción para columnas del pórtico 1..... | 61 |
| Tabla 31. Diagrama de interacción para columnas del pórtico 2..... | 62 |
| Tabla 32. Diagrama de interacción para columnas del pórtico 3..... | 63 |
| Tabla 33. Diagrama de interacción para columnas del pórtico A=F. | 64 |
| Tabla 34. Diagrama de interacción para columnas del pórtico B=E. | 64 |
| Tabla 35. Diagrama de interacción para columnas del pórtico C=D. | 64 |
| Tabla 36. Cargas y momentos para la cimentación..... | 65 |
| Tabla 37. Datos de la estructura (Interacción Suelo – Estructura) pórticos A=F...69 | |
| Tabla 38. Datos de la estructura (Interacción Suelo – Estructura) pórticos A=F...82 | |
| Tabla 39. Datos de la estructura (Interacción Suelo – Estructura) pórticos C=D...96 | |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Planta original de muros estructurales..... | 14 |
| Figura 2. Presencia de grietas transversales..... | 17 |
| Figura 3. Grietas que traspasan el muro..... | 17 |
| Figura 4. Agrietamiento por falta de anclaje..... | 22 |
| Figura 5. Planta modelo de pórticos(propuesta)..... | 32 |
| Figura 6. Pórticos (propuesta)..... | 33 |
| Figura 7. Determinación del centro de masa..... | 36 |
| Figura 8. Determinación del centro de rigidez..... | 36 |
| Figura 9. Determinación del centro de cortante..... | 37 |
| Figura 10. Torsión accidental..... | 37 |
| Figura 11. Distribución de fuerza horizontal y momentos..... | 39 |
| Figura 12. Propuesta cimentación de los pórticos..... | 67 |
| Figura 13. Pórticos A = F..... | 68 |
| Figura 14. Asentamientos en la cimentación. Pórticos A = F..... | 77 |
| Figura 15. Cortante en la cimentación. Pórtico A = F..... | 78 |
| Figura 16. Momento de la cimentación. Pórtico A = F..... | 79 |
| Figura 17. Reacciones en el suelo. Pórtico A = F..... | 80 |
| Figura 18. Pórticos B = E..... | 81 |

| | |
|---|-----|
| Figura 19. Asentamientos en la cimentación. Pórtico B = E..... | 91 |
| Figura 20. Cortante en la cimentación. Pórtico B = E..... | 92 |
| Figura 21. Momento de la cimentación. Pórtico B = E..... | 93 |
| Figura 22. Reacciones en el suelo. Pórtico B = E..... | 94 |
| Figura 23. Pórtico C = D..... | 95 |
| Figura 24. Asentamientos en la cimentación. Pórticos C = D..... | 103 |
| Figura 25. Cortante en la cimentación. Pórtico C = D..... | 104 |
| Figura 26. Momento de la cimentación. Pórtico C = D..... | 105 |
| Figura 27. Reacciones en el suelo. Pórtico C = D..... | 106 |
| Figura 28. Esquema de zapata continua..... | 107 |
| Figura 29. Refuerzo de cimentación..... | 117 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|----------|
| Anexo 1 . Cuadros de cálculos del diseño inicial..... | 121 -132 |

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar varias posibilidades de recuperación estructural de un edificio de uso residencial, localizado en la ciudad de Pereira, construido en mampostería, el cual sufrió serios daños a causa del sismo del 25 de enero de 1999.

Durante el desarrollo se tiene en cuenta toda la información existente, las disposiciones de la norma sismorresistente NSR-98 y las contenidas en el estudio de microzonificación sísmica de Pereira. Se verifica en el análisis la gran incidencia que tiene este estudio de microzonificación en el diseño de edificios con el uso de pórticos, debido a que los factores exigidos, amplifican en gran medida la aceleración del suelo, haciendo que las secciones de los elementos del edificio se aumenten significativamente.

Esta situación obliga a que en varias oportunidades se variará el modelo hasta lograr que cumpliera con la deriva máxima permisible, terminado el diseño en una recuperación mediante el “Sistema Estructural Combinado”.

En este modelo los pórticos son responsables del 65% de la carga vertical y horizontal, mientras los muros existentes soportarán el resto de las cargas.

Respecto de la cimentación para los pórticos, ésta es tratada por medio de la teoría “Interacción Suelo – Estructura”, usando zapatas continuas para cada uno de los pórticos responsables de las cargas verticales.

SUMMARY

The objective of this work is to evaluate several possibilities of structural recovery of a building of residential use, located in the city of Pereira, built in masonry, which suffered serious damages because of the earthquake of January 25, 1999.

During the development one keeps in mind all the existent information, the dispositions of the seismic resistant norm NSR-98 and those contained in the study of seismic zone division of Pereira. It is verified in the analysis the great incidence that this study of zone division has in the design of buildings with the use of frames, because the demanded factors, amplify in great measure the acceleration of the floor, making that the sections of the elements of the building increase significantly.

This situation forces in several opportunities to change the model until achieving the maximum permissible drift, finishing the design recovery by means of the "Combined Structural System"

In this model, the frames are responsible for 65% of the vertical and horizontal load, while the existent masonry walls will support the rest of the loads.

Regarding the foundation for the frames, this is treated by means of the theory "Interaction floor-structure", using continuous foundation beams for each one of the frames responsible for the vertical loads.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo, trata sobre una alternativa de recuperación Estructural de un edificio de uso residencial Multifamiliar de cinco(5) pisos, localizado en la Ciudad de Pereira, el cual sufrió daños severos en su estructura de mampostería, a causa del sismo del pasado 25 de enero de 1999.

En este análisis se valora toda la información existente como planos estructurales, arquitectónicos, memorias de cálculos, visitas de campo, y registros fotográficos, que sirvieron de apoyo fundamental para evaluar su comportamiento estructural, identificar las fallas y tomar una decisión sobre la alternativa de recuperación estructural a utilizar.

La propuesta de recuperación estructural recoge todos los requerimientos de la NSR-98 y las consideraciones del estudio de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Pereira según el acuerdo municipal 018 del año 2000(Plan de Ordenamiento Territorial), para lograr por último recuperar el edificio y poder ser ocupado nuevamente en el uso que tenía.

Después de evaluar varias alternativas se selecciona la recuperación estructural del Sistema Combinado, como respuesta al cumplimiento de las normas de diseño y lograr mantener su configuración arquitectónica.

En cuanto a la cimentación de la nueva estructura de pórticos, se hace uso del programa ISE -93, en su versión estudiantil (elaboración de estudiantes de la Universidad Nacional de Medellín), el cual permite el diseño de la cimentación (en este caso usando zapatas continuas) mediante el método de la Interacción Suelo - Estructura.

2. INFORMACIÓN PREVIA

2.1 Localización: El edificio de uso residencial se encuentra localizado en el Nor – Occidente de la ciudad de Pereira, en el sector de la Ciudadela del Café.

2.2 Evaluación de información existente: Para el análisis fue necesario recopilar la información existente como copias de planos estructurales, arquitectónicos, registros fotográficos, estudio de suelos, evaluación de memoria de los cálculos estructurales y apoyo con visitas de campo.

2.3 Historia: La construcción se hace entre los años 1994 y 1995, para solucionar viviendas de estratos medio, su construcción se hace bajo la vigencia del Código Colombiano para construcciones sismo resistente (Decreto 1400 de 1984). Su estructura está basada en mampostería estructural.

En visitas de campo realizadas después del sismo, se verifica, que el edificio sufrió serios daños estructurales, básicamente en los muros responsables de la resistencia de cargas verticales y del sismo. De suerte que se pudo valorar la información más importante para su construcción, tal como planos arquitectónicos, estructurales, estudio de suelos y un amplio registro fotográfico, el cual se presenta en los anexos de este estudio. Dicha información sirve para hacer una comparación con la estructura construida y lograr identificar las fallas.

2.4 Transformaciones A pesar de que el edificio se construye inicialmente, siguiendo las recomendaciones del ingeniero calculista, ya por parte los propietarios de cada uno de los apartamentos, decidieron hacer modificaciones al interior, quitando algunos muros, y adicionando ventanas, lo que alteró el comportamiento estructural real de diseño variando su rigidez.

2.5 Estudio de Suelos: En el estudio de suelos, el terreno se compone de una capa de afirmado y llenos, bajo la cual se encuentran capas intercaladas de limos arenosos de origen volcánico. El estudio recomienda que la cimentación debe llevarse por debajo de la capa de llenos a las capas de limos naturales ya sea por excavación, zapata, sobrecimiento, o sustitución de suelo. El suelo tiene una capacidad portante hasta de 12.5tn/m^2 , con un peso equivalente de 1.6tn/m^3 .

Algunos de los edificios construidos con igual diseño, en las zonas aledañas, soportaron el sismo de 1999.

2.6 Tipología: Consiste en un edificio de vivienda de cinco pisos, construido en mampostería estructural, posee cubierta en asbesto cemento, no tienen sótano y tiene placas macizas de concreto reforzado de 15 cm de espesor. El área de lote donde se levanta tiene unas dimensiones de 8.4 metros de frente por 9.0 metros de fondo.

La figura 1 muestra la distribución inicial de los muros, la cual es igual para todos los pisos del edificio.

Su buena distribución arquitectónica y su simetría tanto en planta como en volumetría garantizó un buen comportamiento ante los esfuerzos de torsión impuestos por el sismo.

2.7 Uso: el uso es residencial.

2.8 Descripción de materiales: De acuerdo a la revisión de los planos estructurales, el edificio debía ser construido con los siguiente materiales:

Hormigón: $f'c$: 210 kgf/cm²

Acero: f_y = 4.200kgf/cm² para varillas mayores o iguales ½" ; f_y = 2.800kgf/cm² para varillas menores o iguales a 3/8" y ¼"

Morteros: $f'c$ = 140kgf/cm² para el mortero de pega; $f'c$ =140kgf/cm² para el mortero de relleno

Bloque: R_b min. = 50kgf/cm² Resistencia Bruta; R_n min. = 100 kgf/cm² Resistencia neta.

Absorción porcentual de la pieza 8%.

CIMENTACIONES: Las fundaciones están diseñadas para soportar 12.5 ton/m². Se deja una dovela de empalme (primer piso) para cada varilla de refuerzo vertical, de igual diámetro y con una longitud de empalme de 40 diámetros. Los muros no estructurales se fundan directamente sobre el entrepiso.

Se construyen trece(13) tipos de vigas de fundación, cada una con características de refuerzo diferente.

VIGAS DE ENTREPISO: Entre cada una de las losas de los cinco(5) niveles de piso existe una viga longitudinal debajo de cada muro estructural, es por esta razón que existen también trece (13) tipos de vigas longitudinales, el área es de 0.15 m x 0.15 m.

MUROS ESTRUCTURALES: Dentro del análisis se consideran ocho (8) tipos de muros estructurales, cada uno de ellos tiene un refuerzo vertical dependiendo del nivel en que se encuentra.

Las anteriores características se determinan en los planos estructurales que se logran recuperar(ver archivo del Fondo de Vivienda Popular de Pereira).

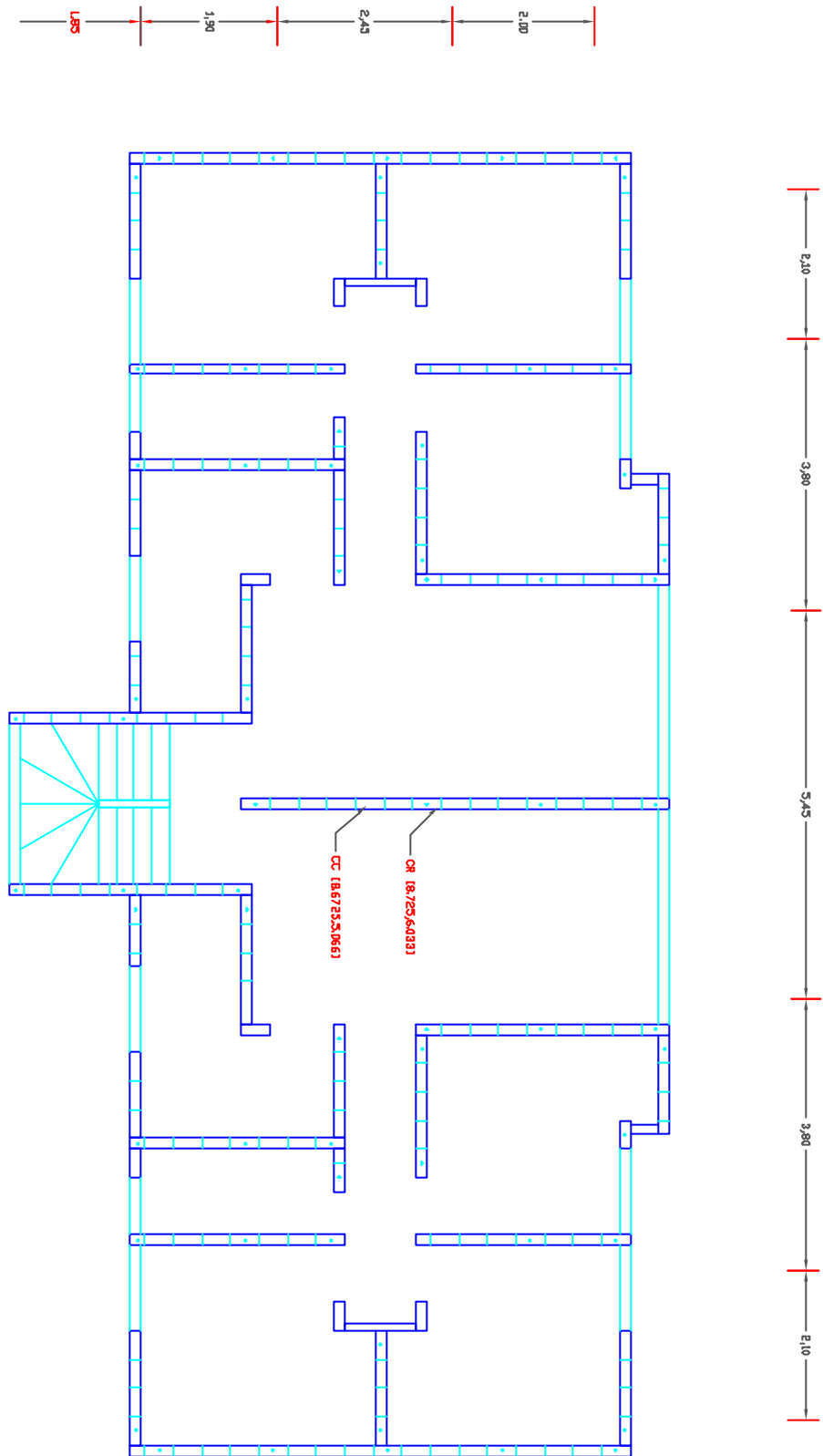


figura. 1 Planta original de muros estructurales

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Después del sismo del 25 de enero de 1999, se conforma una comisión de evaluación de edificaciones que habían sido afectadas, para evaluar su estado, conceptuando sobre la permanencia o no de las personas que las habitaban.

En el edificio de este estudio, se observan grietas y fisuras en sus paredes, lo que ocasionó la filtración de agua a través de ellas, provocando humedades y descascaramiento de la pintura.

En lo que respecta a la cimentación, se verifica que ésta no sufrió ningún tipo de hundimientos, inclinaciones ni deformaciones excesivas.

3.1 Epoca de Detección del Problema: Aunque el edificio presenta antes del sismo unas ligeras fisuras, éstas aumentaron de tamaño, una vez ocurrió el sismo, lo que obliga a recomendar la evacuación de sus habitantes por razones de seguridad.

3.2 Medidas preventivas que se tomaron: Para prevenir la caída total de la estructura debido a las réplicas del sismo que se presentaban, se procede a tancar las losas y muros principalmente del primer y segundo piso, que fueron los más afectados.

3.3 Cambios Ambientales Bruscos: Los cambios de temperatura, no representan mayor incidencia en la estructura afectada; sin embargo es de aclarar que en el lugar donde está construida la obra (y en general toda la ciudad de Pereira) el índice de pluviosidad es muy alto, agregado a esta situación que la obra fue abandonada después del sismo lo que hizo que se aumentaran los problemas de filtración y humedad, que seguramente podría haber cambiado las características de la mampostería, en cuanto a su resistencia inicial.

3.4 Recopilación de Información: Aparte de la información de campo, como visitas al lugar, registro fotográfico, fue necesario consultar los planos, actas, estudios y diseños que reflejaban los parámetros con que fue construido.

3.5 Memorias de Diseño: En este caso fue necesario transcribir mucha de la información existente, debido a que se encontraba deteriorada, se construyeron los cuadros de información tal como aparecían en los informes. Los cuadros más representativos de memoria de cálculos se relacionan en los anexos de este estudio.

Para información de detalle sobre las memorias relacionadas con el diseño inicial del edificio Horizontes, el interesado podrá consultar los planos constructivos en la oficina del “Fondo de Vivienda Popular de la ciudad de Pereira”, o la que haga sus veces, esto debido a que no es el interés del estudio relacionar las memorias de cálculo inicial del proyecto, sino evaluar su contenido y una vez detectado el problema, presentar una solución.

3.6 Diferencias entre el diseño y la construcción: Cuando se evaluó el edificio construido y se comparó su estructura con las especificaciones de los diseños contenidos en los planos, se pudo comprobar, que existía una discontinuidad de un muro de la fachada causado por la localización diferente de una ventana del primer piso.

Otra situación observada es que algunos muros no tenían la longitud especificada en los planos, seguramente debido a modificaciones hechas por los propietarios. Es de anotar que este tipo de casos, cambia rotundamente el comportamiento estructural ante las eventualidades sísmicas, debido a que el comportamiento ha de responder a la manera como se diseña. Esta es una de las razones que orienta para la propuesta de recuperación, que más adelante se detalla.

4. RECONOCIMIENTO INICIAL

4.1 Evaluación de campo: Después del sismo del 25 de enero de 1999, se hace una inspección ocular con el propósito de analizar los problemas que se habían presentado en el edificio en cuestión, se logra un registro fotográfico, se recuperan plano de construcción y estudios de suelos y empieza el proceso metodológico de análisis.

4.2 Identificación del tipo y forma de falla: Este edificio falló principalmente por debilitamiento estructural (mampostería estructural), y como consecuencia los acabados. De suerte que el edificio no presenta ningún tipo de asentamientos ni señal alguna que indique que la cimentación este afectada.

4.3 Identificación de Agrietamientos: El principal tipo de manifestación patológica que se presentan fueron grietas y fisuras, localizadas principalmente en los muros transversales, estas están en varias direcciones, en cruz, longitudinales y transversales, las profundidades son muy variables van desde 1mm hasta traspasar algunos elementos, tal como se muestra en las figura 2 y 3.

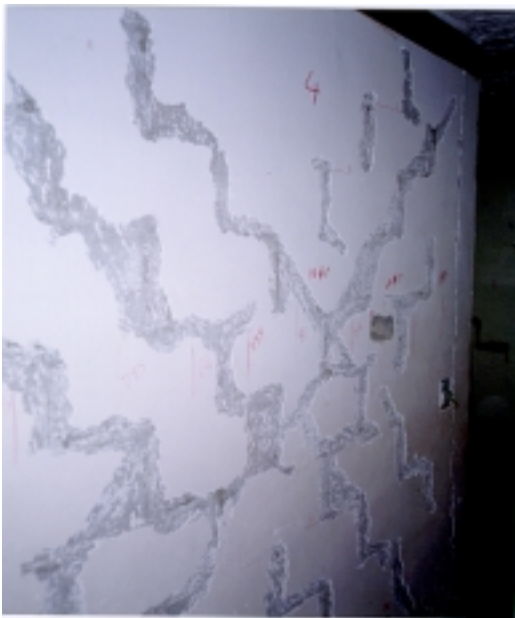


Figura 2.

Presencia de grietas transversales

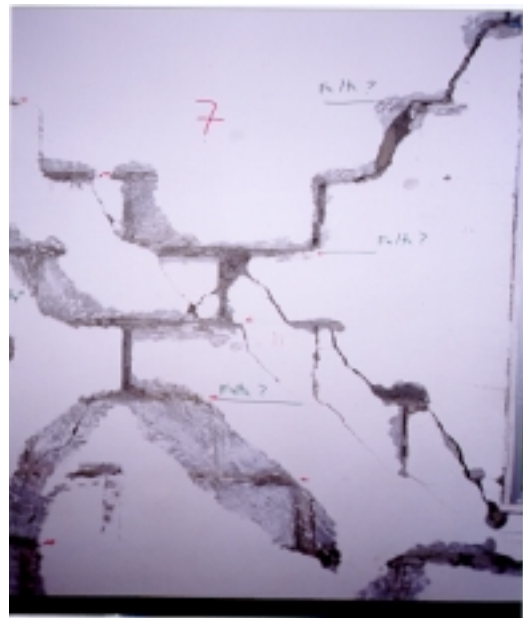


Figura 3.

Grietas que traspasan la pared

4.4 Elementos fallados:

Primer Piso:

Elemento 1 A-B

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.6m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 1 B-C

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.6m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 1 C1-B1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 1.2m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 1 B1-A1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.8m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 1 B-C

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.0

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 1` C1-B1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.0m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 2` B-C

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.0m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 2` C1-B1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones: 2.4m x 2.0m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 3 B1-A1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones:2.4m x 2.8m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 3 D2 –B`1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones:2.4m x 2.0m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 3 B` - D1

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones:2.4m x 3.4m

Tipo de Apoyo: Empotrado

Elemento 3 A - B

Función estructural: Contrafuerte

Dimensiones:2.4m x 2.8m

Tipo de Apoyo: Empotrado

4.5 Localización de juntas: Evaluando la localización de juntas, se comprueba que estas no fueron colocadas en todos los sitios en donde existía un cambio de rigidez significativo, especialmente debajo de las ventanas en donde se presentan fisuras en todos los pisos.

4.6 Diagnóstico: Consiste en la identificación del problema una vez que se conoce en detalle las características del diseño comparadas con las encontradas en la construcción, para su mayor claridad, se describe a continuación una serie de pruebas que sirven para definir las causas del problema e identificar posibles soluciones.

Evaluación de materiales: Para determinar las causas por las cuales se había ocasionado el debilitamiento de la estructura, se analizan ocho(8) variables existentes en el edificio y en algunos casos se comparan las condiciones de diseño con las encontradas en la construcción así:

1. Cantidad de escalerilla(trabas) por muro.
2. Cantidad del acero de dovelas.
3. Concordancia del diámetro de la varilla con planos.
4. Cantidad de celdas llenas con mortero en dovelas.
5. Mortero existente con respecto al teórico en buen estado.
6. Pegas de bloques con anchos diferentes a los especificados por la norma.
7. Cantidad de hiladas de mortero de pega.
8. Cantidad de celdas llenas con mortero por muro, según el piso.

Se tomaron de manera aleatoria algunos muros (9 muros por cada apartamento) en las dos direcciones, para realizar las respectivas pruebas.

Tabla 1. CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN DE TRES(3) APARTAMENTOS DEL EDIFICIO EN DIFERENTES PISOS

| VARIABLE | APTO. 101 | APTO. 201 | APTO. 502 | PROM. |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | 65 | 98 | 60 | 74.3 |
| 2 | 92 | 98 | 100 | 96.7 |
| 3 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 9 | 0 | 14 | 11.5 |
| 6 | 27 | 33 | 7 | 22.3 |
| 7 | 49 | 24 | 37 | 36.7 |
| 8 | ND | ND | 0.3 | 0.3 |

De acuerdo a los resultados promedios se concluye:

1. Falta el 25.7% de escalerilla(traba) en los muros.
2. La cantidad de varillas en las dovelas es del 97%.
3. El 100% del diámetro de las varillas concuerda con los planos.
4. El 100% de las celdas están llenas con mortero.
5. El 88.5% del mortero está bueno.
6. El 22.3% de las pegas de bloque están con ancho fuera de la norma.
7. El 63.3% de las pegas de bloque están buenas.
8. Falta el 9.7% de las celdas llenas de mortero en muro.

En la época se realizan ensayos de bloques de mortero para determinar la resistencia, se obtiene un promedio de las cuatro muestras falladas de 41.43kgf/cm^2 , la resistencia teórica debe ser mínima 50kgf/cm^2 , lo que significa una resistencia del 82,86% respecto de la resistencia teórica especificada.

4.7 Localización de testigos: Se instala una señal para determinar si algunas de las grietas y fisuras mostraban cambios, lo que no ocurrió, pues la separación entre ellas permaneció constante.

4.8 Ensayo de suelos de cimentación: No se presentaron problemas de asentamientos, ni inclinaciones o alguna señal, lo que concluye deducir que la cimentación no es responsable de la falla de edificio.

4.9 Análisis de resultados: los muestreos no fueron realizados para todos los elementos ya que éstos son costosos, el éxito del diagnóstico está en una buena comparación entre el diseño propiamente dicho y la construcción, lo que implicó la revisión de los planos y la concordancia de éstos diseños con la construcción del edificio en análisis.

Los resultados se limitan por el costo que implica obtener muestras de cada elemento, además no todas las muestras se realizan de la misma manera en la misma hora y algunas veces por la misma persona.

4.10 Reconocimiento del Problema: Daños Estructurales. Los daños y deficiencias observadas en la estructura de la edificación se pueden resumir en:

Los muros se encuentran severamente agrietados en el primer piso, principalmente en el mortero de pega.

No existe una concordancia entre el diseño y la construcción, por ejemplo comparando los planos de diseño con las características de la construcción, algunos muros presentan discontinuidad por la presencia de ventanas que no aparecían en los diseños originales, esta situación ocasionó pérdida de la rigidez de algunos muros.

El refuerzo no siempre cumple con las especificaciones de diámetro respecto al tamaño de la celda(varillas demasiado gruesas), con traslape pequeños y celdas mal vaciadas.

El refuerzo no siempre cumple con las características de diámetro como lo demuestran las pruebas aportadas por un estudio contratado por el Fondo de Vivienda Popular de Pereira.

El refuerzo de las escaleras no se ancla verdaderamente, presentando falta de traslape, lo que ocasiona agrietamientos.

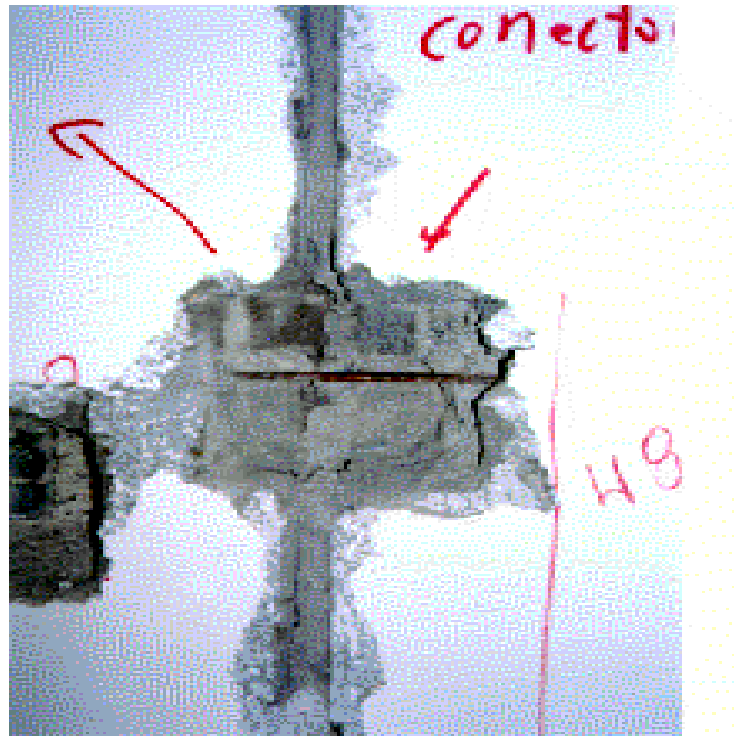


Figura 4. Agrietamiento por falta de anclaje

4.11 Evaluación de cálculos estructurales: Revisando los diseños, se encuentra que la resistencia sísmica de los muros, es considerada según los muros completos, sin tener en cuenta que estos tienen vacíos debido a las ventanas. Esta situación ocasiona un cambio de rigidez en el edificio.

Para su chequeo la estructura se modeló en el programa ETABS (ver estudio contratado por el Fondo de Vivienda Popular de Pereira, realizado por Eric F. Morales, abril de 1999), donde esta sometida a estados límites con resultados satisfactorios.

Existe una variación grande entre el diseño y la construcción, consistente en la conformación de los muros de la fachada identificados como nro. 20 y nro. 21, estos muros no corresponden a los diseñados, donde se consideran continuos desde el primer piso hasta la cubierta, mientras que en la construcción existe una discontinuidad total producida por el desplazamiento de las ventanas, a partir del segundo nivel.

La gran variación de los muros de fachada altera la distribución de solicitaciones de fuerza lateral consideradas en el diseño original.

La estructura presenta inconvenientes en el comportamiento de los muros transversales o de contrafuertes en el primero y segundo piso, se observan problemas de compresión como lo describe el cuadro del diseño de muros primer piso(bajo la columna EQ – UNIT, ver estudio de Eric F. Morales)

Por último se aclara que la gran mayoría de problemas presentados se ocasionaron por defectos constructivos y la deficiencia en la calidad de los materiales.

Consideraciones del Diseño: Una vez que se revisan los planos estructurales, que se usan para la realización de la construcción, y se compara su análisis con las disposiciones contenidas en el código colombiano de construcciones sismo - resistentes de 1984, se establece lo siguiente:

- El refuerzo existente en cada una de las direcciones vertical y horizontal, cumple con las consideraciones del artículo D.5.5.1 de dicha norma. Lo mismo se puede decir respecto del espaciamiento de refuerzo tanto vertical como horizontal, por ejemplo en el primer caso, el espaciamiento no es mayor de 1,60m, mientras la norma tolera hasta 2,40m de separación entre el refuerzo vertical, para el caso del refuerzo horizontal se tienen separaciones de máximo cada dos hiladas de ladrillo, con la norma de 1984 la separación del refuerzo horizontal se puede dar hasta 0.8m.

- La resistencia a la compresión del mortero expresada en los planos, cumple con las condiciones expresadas en el artículo D.2.5.2 y se define en los planos estructurales.

- Se cumplió la deriva permisible de la norma.

- El edificio fue calculado inicialmente usando los siguientes parámetros, para el diseño de la fuerza horizontal equivalente:

$$S=1.5 \quad A_a = 0.25 \quad I=1.2 \quad R=3 \quad V=157.75$$

S = Coeficiente del Perfil del suelo

A_a = Aceleración pico efectiva

I = Coeficiente de importancia.

R = Coeficiente de disipación de energía.

V = Cortante sísmico en la base.

Tabla 2. DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE, USADA PARA EL DISEÑO INICIAL

| PISO | NIVEL (m) | W (Tn) | Fx (Tn) | Vx (Tn) | M (Tn-m) |
|-------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Cubierta | 12.675 | 35 | 16.67 | 16.67 | 211.29 |
| 5 | 10.125 | 149 | 56.68 | 73.75 | 573.89 |
| 4 | 7.575 | 149 | 42.41 | 115.76 | 321.26 |
| 3 | 5.025 | 149 | 28.13 | 143.89 | 141.35 |
| 2 | 2.475 | 149 | 13.86 | 157.75 | 34.3 |
| 1 | 0 | 56 | 0 | 157.75 | |

$$C_s = S_a/R = 0.25 \text{ s} ; T_x = 0.267 \text{ s} ; T_y = 0.42 \text{ s}$$

$$S_a = 2.5 \times A_a \times I$$

T_x = Período en la dirección X , en segundos

T_y = Período en la dirección Y, en segundos

De acuerdo con las recomendaciones del estudio de suelos y las disposiciones del código del año 1984, los parámetros de diseño para análisis de la fuerza horizontal equivalente debían haber sido los siguientes:

$$S=1.3 \quad A_a = 0.25 \text{ s} \quad I=1.0 \quad R=.3.5 \quad V=112.68 \text{ tn}$$

Tabla 3. DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE, SEGÚN PARÁMETROS DEL ESTUDIO DE SUELOS

| PISO | NIVEL | W(Tn) | Fx | Vx | FH |
|-------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| Cubierta | 12.675 | 35 | 11.91 | 11.91 | 150.96 |
| 5 | 10.125 | 149 | 40.49 | 52.40 | 409.96 |
| 4 | 7.575 | 149 | 30.29 | 82.69 | 229.45 |
| 3 | 5.025 | 149 | 20.09 | 102.78 | 100.95 |
| 2 | 2.475 | 149 | 9.9 | 112.68 | 24.5 |
| 1 | 0 | 56 | 0 | 112.68 | |

$C_s = 0.18 \text{ s}$; $T_x = 0.27 \text{ s}$; $T_y = 0.49 \text{ s}$

Como se podrá observar el edificio fue calculado con parámetros mucho más exigentes que los permitidos, y prueba de ello es que las condiciones de la cimentación fueron óptimas al no presentarse asentamientos que comprometieran la estructura, sin embargo después del sismo de enero 25 de 1999, la estructura sufrió serios daños, que obligaron a su evacuación, lo que permite concluir que el deterioro de la rigidez y por su puesto de su estabilidad, se dio por cambios durante la construcción.

Por lo expuesto y por el conocimiento que se tiene de la zona y de la cultura de las personas de modificar las construcciones de acuerdo a sus necesidades, como alterar la disposición de los muros, por necesidad de abrir ventanas y vanos, obliga a pensar en un tipo de solución que involucre elementos resistentes como columnas y vigas, en las cuales, las personas tienen asociado siempre, que esta es la resistencia de sus viviendas y no las modifican. Por esta razón se analizará una posible solución con pórticos, antes que pensar en una recuperación total de los muros, que pueden quedar susceptibles a nuevos cambios por los propietarios y que tendrán las consecuencias ya anotadas.

4.12 Daños en Elementos NO Estructurales

Se presentaron daños en elementos NO estructurales así:

Desprendimiento de los áticos de cubierta, debido al deficiente anclaje del refuerzo.
Los muros de las escaleras resultaron sueltos.

5. EVALUACIONES DE RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL

Considerando los daños presentados, las visitas al lugar, la evaluación de los diseños y los resultados de algunos de los ensayos se consideran tres posibles soluciones al problema:

Primera Propuesta: Consiste en ensanchar con mortero estructural reforzado con malla electrosoldada de 4mm, los muros identificados como #8, #9,#11,#12,#14,#15,#17 y #18, esto por las dos caras de los muros. Se deberán adosar mediante anclajes al muro existente, además rellenar las celdas corrigiendo las juntas; resanar los otros muros que estén fisurados con algún aditivo, puede ser por inyectado y además amarrar los muros de las escaleras.

Análisis Primera Propuesta: Esta alternativa busca llevar la estructura a su estado de comportamiento anterior, pero no ofrece un aumento significativo de resistencia, debido a que la resistencia sísmica estaría dada en los muros propiamente dicha y en los morteros de pega, el mortero de este tratamiento estaría sometido a esfuerzos de cortante, pero no ofrece adherencia sobre la sección transversal del muro, además debe tenerse en cuenta que esta tecnología requiere de mano de obra calificada que no existe en la zona.

Segunda Propuesta: Consiste en cambiar algunos muros de mampostería estructural (P1,P2,P3,P4,P5,P6) por pantallas de concreto reforzado y corregir las fallas de construcción.

Análisis de la segunda Propuesta: Los procesos de construcción de las pantallas nuevas son los siguientes:

- . Sostener mediante tacado la zona de la pantalla a construir.
- . Demoler la pared de mampostería estructural donde se va a localizar la pantalla nueva, sin cortar el hierro existente.
- . Excavar hasta encontrar la viga de cimentación correspondiente.
- . Anclar el hierro longitudinal de las columnas de borde y de la pantalla con los productos especificados.
- . Colocar el hierro transversal de las columnas de borde y de la pantalla.
- . Escarificar e imprimir la unión cemento-pantalla con los productos especificados.
- . Presión de trabajo máxima 1.50 kgf/cm².

Materiales:

Concreto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ (3000 p.s.i)

Hierro $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ (corrugado).

Varilla de 3/8"- 1/2"-5/8"-3/4"-7/8"-1"

Hierro $f_y = 2590 \text{ kgf/cm}^2$ liso (37000 p.s.i)

Varilla 1/4".

Unión concreto nuevo / viejo:

La interfase entre concreto nuevo y concreto viejo se debe mejorar con:

- Toxement epotoc.
- Sika sikadur 32 primer.
- M.B.T concrevice liquido.
- Producto equivalente certificado.
- Traslapo mínimo de varillas:

2 (1/4") - 40 cm.

3 (3/8") - 50 cm.

4 (1/2") - 65 cm.

5 (5/8") - 80 cm.

6 (3/4") - 100 cm.

7 (7/8") - 120 cm.

8 (1") - 150 cm.

Longitud gancho 90°:

2 (1/4")-10 cm.

3 (3/8")-10 cm.

4 (1/2")-15 cm.

5 (5/8")-20 cm.

6 (3/4")-25 cm.

7 (7/8")-30 cm.

8 (1")-35 cm.

La profundidad de la perforación varia según el producto pero debe ser al menos 15 diámetros de la varilla.

Tercera Propuesta: El sistema estructural escogido en esta propuesta, corresponde a sistema de resistencia llamado "Sistema Dual", que como lo

describe el código colombiano de construcciones sismo resistente, las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momentos, el cual puede ser un pórtico de capacidad especial de disipación de energía (DES), cuando se trata de concreto reforzado o acero estructural, un pórtico con capacidad moderada de disipación de energía(DMO) de concreto reforzado, o un pórtico con capacidad mínima de disipación de energía(DMI) de acero estructural. El pórtico resistente a momentos, actuando independientemente , debe diseñarse para ser capaz de resistir como mínimo el 25 por ciento del cortante en la base.

Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmico en la base, en proporción a sus rigideces relativas, considerando la interacción del sistema dual en todos los niveles de la edificación, pero en ningún caso la responsabilidad de los muros estructurales, o de los pórticos con diagonales, puede ser menor del 75 por ciento del cortante sísmico en la base.

Cuarta Propuesta : Como ejercicio para decidir que porcentaje Máximo de la fuerza horizontal debería ser absorbido por los muros, se usa la metodología del Sistema Dual, llegándose a la conclusión que los pórticos deberán de soportar más del 25% de la fuerza horizontal, pues obliga este proceso a reforzar mucho más los muros, o a que ganaran más área, perdiéndose o desconfigurándose arquitectónicamente el edificio. Esta razón obliga a que se cambie el diseño y se opte por un sistema estructural COMBINADO, con el que finalmente se diseña el edificio, corrigiéndolo y logrando que cumpla con la NSR-98.

Las dos últimas propuestas “Sistema Estructural Dual “ y “ Sistema Estructural Combinado”, son las que se analizan en detalle para efectos de este trabajo, concluyéndose después de someter el diseño a un análisis de fuerza horizontal equivalente, que más adelante se describe, que el edificio es necesario tratarlo con otro método de análisis por las siguientes razones:

Debido al estudio de microzonificación sísmica de la ciudad de Pereira(véase acuerdo municipal de Pereira nro. 18 de 2000), el coeficiente de amplificación F_a , amplifica la aceleración para la zona donde se localiza este edificio hasta un 44% más, que la calculada simplemente por la norma sismoresistente NSR- 98. Esta situación hace incrementar enormemente las áreas de columnas y vigas, para lograr tener un control de las derivas de acuerdo a la NSR- 98. Razón por la cual ya los muros no son capaces de resistir solo el 75% de la fuerza horizontal como lo define el sistema Dual, y por lo tanto se debe disminuir su capacidad de resistencia, optando por otro sistema que para efectos de este estudio se elige el “Sistema Estructural Combinado”.

En el sistema Combinado de esta propuesta, los pórticos son responsables del 65% de la carga vertical y del 65% de la fuerza horizontal, quedando los muros únicamente responsables del 35% de la fuerza sísmica, y 35% de la carga vertical, esta situación se debió principalmente a que los muros tenían poca rigidez como consecuencia de los cambios durante la etapa de la construcción.

6. PROCESO METODOLÓGICO DE DISEÑO

Para la realización del análisis en este caso del sistema Estructural Combinado se realiza el siguiente procedimiento:

1- Se propone un modelo de pórticos definiendo su geometría de viga y columnas, en este caso como las que representan en la figura 5. y 6. (válido este numeral también en el caso del sistema estructural Dual).

2- Se evalúan las cargas vivas y muertas y se obtiene el peso total del edificio.

3- Por medio del método de la Fuerza Horizontal Equivalente, se obtienen las fuerzas cortantes de piso y el cortante sísmico en la base del edificio, considerando el espectro de diseño, y los factores de amplificación de aceleración de acuerdo al estudio de microzonificación. En este caso la fuerza horizontal del 65% es asumida por los pórticos y el 35% es responsabilidad de los muros. (en el caso del sistema estructural dual el 75% de la fuerza horizontal es responsabilidad de los muros y el resto es asumida por los pórticos.

4- Se calculan los desplazamientos unitarios relativos (usando una carga unitaria de 1000kgf), donde se obtiene las rigideces respectivas.

5- Con la geometría del edificio y los correspondientes pesos de cada piso, se hallan los centros de masa, como se describe mas adelante.

6- Se obtienen los centros de cortante como se describe en los correspondientes cálculos.

7- Con las rigideces obtenidas en el numeral 4, se calculan los centro de torsión o rigidez.

8- Como resultado de la diferencia entre el centro de cortante y el centro de torsión se obtiene la excentricidad.

9- Se obtiene la excentricidad accidental de acuerdo a las consideraciones de la NSR-98.

10. La suma de los resultados de los numerales 8 y 9 da el valor correspondiente a la excentricidad total.

11- Con el valor de la excentricidad total se calculan los momentos de torsión, obteniendo de multiplicar los valores de las fuerzas cortantes por el valor de la excentricidad total.

12- Con los valores de los momentos de torsión se obtienen los valores de cortantes de torsión.

13- El cortante máximo final es la suma del cortante translacional más el cortante por torsión.

14- Con el cortante final se evalúa el valor de la deriva, obtenida esta como la diferencia de los desplazamientos de dos pisos consecutivos, tal como lo define la NSR-98, este valor debe de cumplir la disposición de la NSR-98, en lo que respecta a máxima deriva permisible.

15- Se procesan los pórticos en un software especial para estos caso; con las nuevas cargas es decir el 65% de carga vertical y el 65% de la fuerza horizontal dividida estas fuerzas por el valor de R (coeficiente de disipación de energía), de acuerdo al correspondiente valor según la NSR-98 tabla A-3-2, A-3-6, A-3-7) y con sus correspondientes valores de ϕ_p y ϕ_a (irregularidad en planta y altura).

En el caso de los muros las fuerzas corresponden al 35% de la carga vertical y 35% de la fuerza horizontal.

16- Para el caso de los pórticos se calcula el índice de estabilidad Q , el cual resultó en este caso menor de 1 por lo tanto el pórtico es arriostrado.

17- Se obtiene el factor local de amplificación para el diseño de las columnas.

18- Se obtiene el factor de pandeo local y se compara de acuerdo a las recomendaciones de la NSR-98.

19 - Se calculan los correspondientes refuerzos.

20 - En el caso de los muros el proceso es similar solo que el diseño debe cumplir las disposiciones de NSR-98 en especial las contenidas en el título D "MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL", Capítulo D.5.

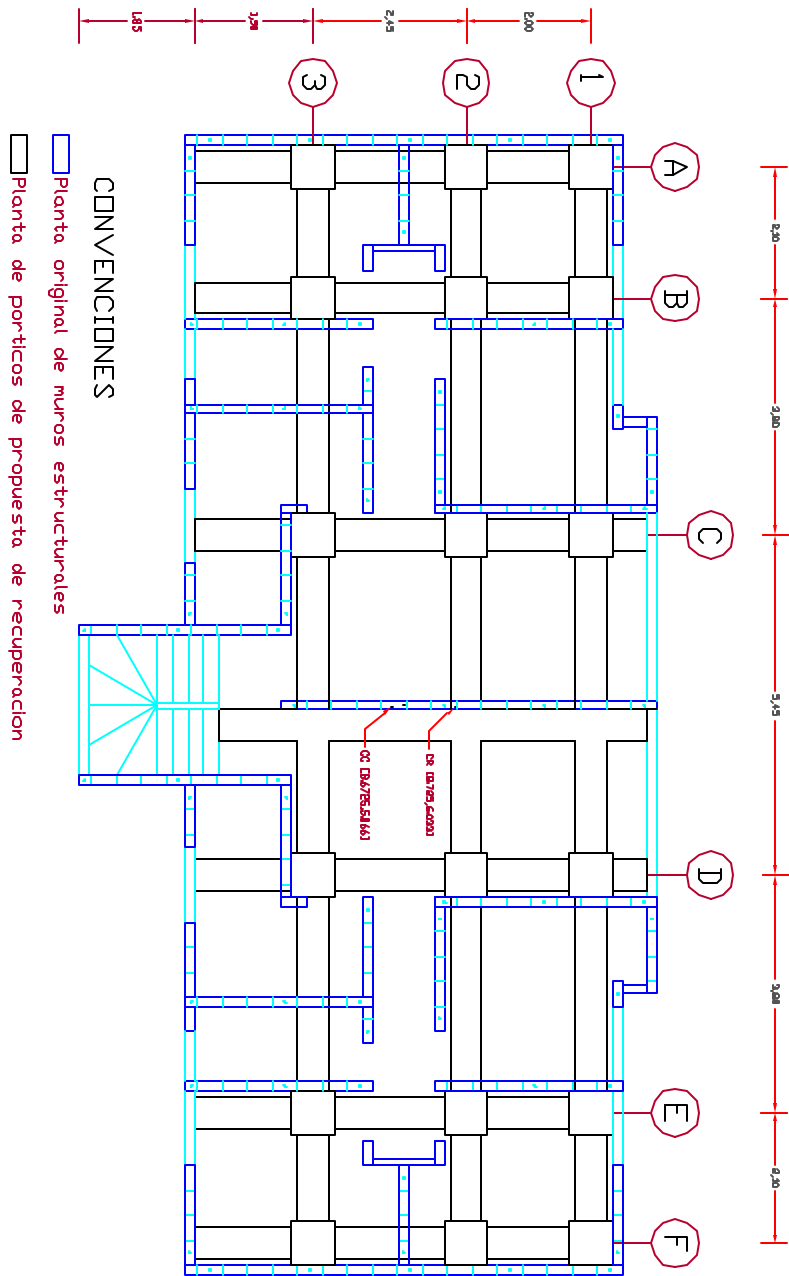
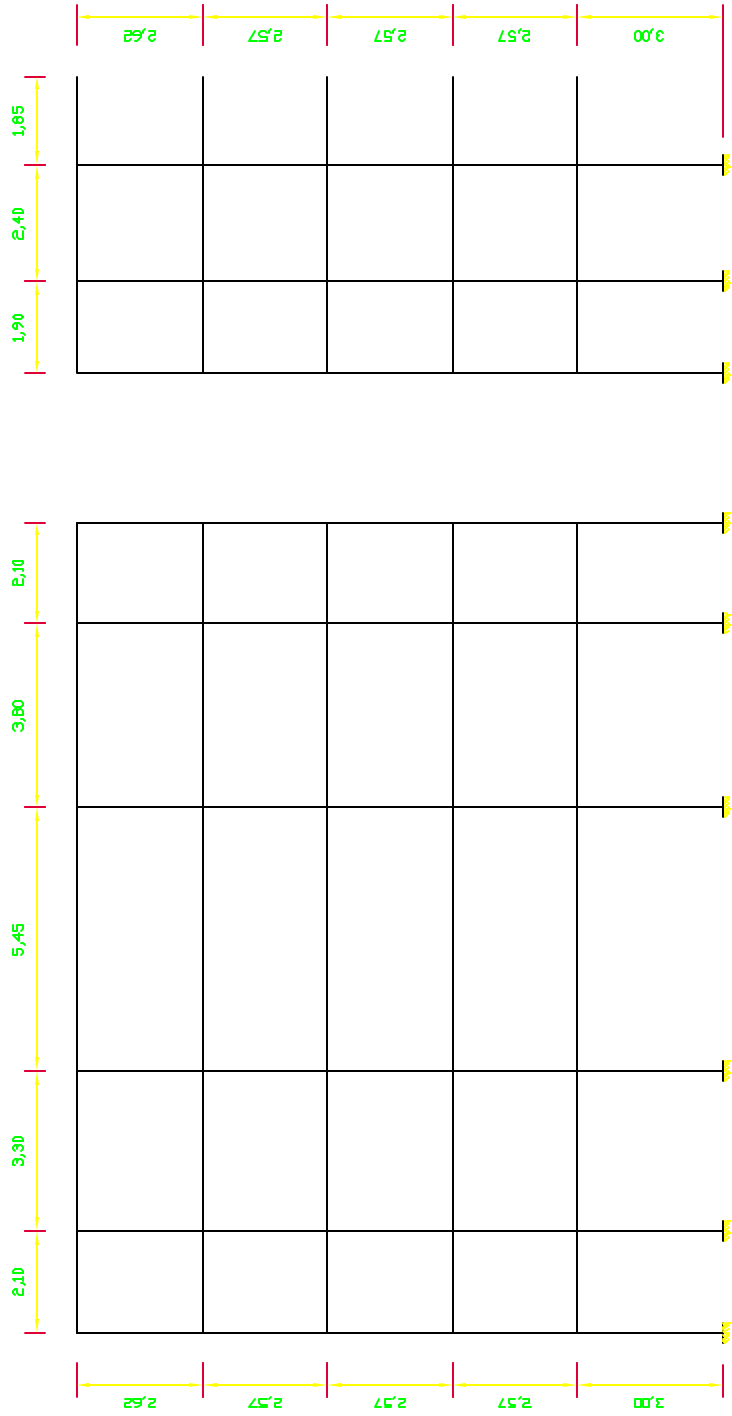


figura. 5

PLANTA MODELO DE PORTICOS

Figura 6. PORTICOS (propuesta)



PORTICOS: 1=2=3

PORTICOS: A=B=C=D=E=F

7. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROPUESTO

SISTEMA COMBINADO

Este capítulo trata el procedimiento que se siguió para el análisis estructural y lograr que mediante la propuesta del método de análisis sistema combinado, el edificio logre cumplir la deriva máxima permisible, capacidad de resistencia a momentos máximos solicitados y a todas las sollicitaciones dinámicas y requerimientos de la norma NSR-98, para poder volver a ser utilizado.

En las páginas siguientes se expone toda la metodología que se sigue para lograr que el edificio cumpla con las consideraciones de la NSR –98, vale la pena resaltar aquí que el cambio del Sistema estructural Dual al Sistema Estructural Combinado, se debió principalmente al uso de los factores de amplificación de la aceleración de acuerdo a la microzonificación Sísmica (acuerdo municipal nro. 18), que para nuestro caso corresponde a la zona No.3 con un valor de F_a de 1.44. Esta situación obliga a que se tenga mayor rigidez en las vigas y columnas para poder lograr cumplir con la deriva permisible.

La figura 5. muestra la planta de pórticos combinado con los correspondientes muros existentes.

En la figura 6. se representan los pórticos en altura, propuestos para el diseño.

METODO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

$$T_a = C_t x h_n^{(3/4)} \quad (\text{Periodo})$$

$$T_a = .08 * 12.90^{(3/4)}$$

$$T_a = .544 \text{ s}$$

$$T = 1.2 T_a$$

$$T = .6534 \text{ s}$$

De acuerdo al mapa de zonificación sísmica la ubicación corresponde a la zona 3, con los siguientes parámetros:

$$A_a = .25 \text{ m/s}$$

$$F_a = 1.44$$

$$T_o = .1 \text{ s}$$

$$T_c = .8 \text{ s}$$

$$S_a = 2.5 * A_a * F_a * I \quad (\text{Aceleración resultante})$$

$$S_a = 2.5 * .25 * 1.44 * 1$$

$$S_a = .9$$

$$V_s = S_a * g \quad (\text{Cortante sísmico en la base}) \text{ en } T_n$$

$$V_s = .9 * (189546.56 * 4 + 88878.00) =$$

$$V_s = 762357.82$$

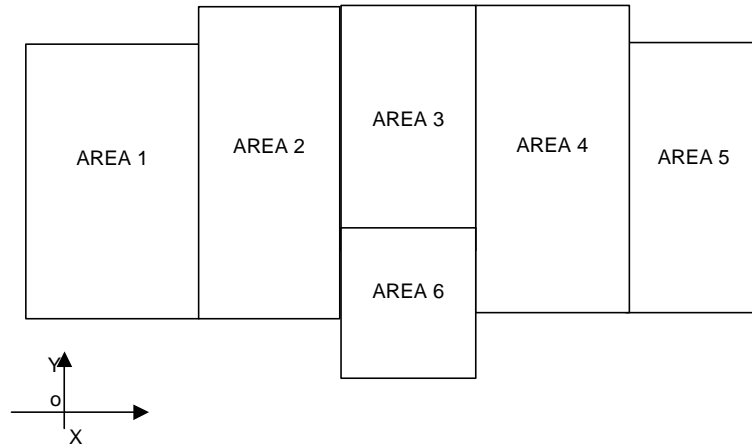
Tabla. 4. **PESO DEL EDIFICIO**

| PISO | COLUMNAS (kg) | VIGAS (kg) | ENTREPISO (kg) | TOTAL (kg) |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1,00 | 54401,76 | 22380,00 | 112764,80 | 189546,56 |
| 2,00 | 54401,76 | 22380,00 | 112764,80 | 189546,56 |
| 3,00 | 54401,76 | 22380,00 | 112764,80 | 189546,56 |
| 4,00 | 54401,76 | 22380,00 | 112764,80 | 189546,56 |
| 5,00 | 28296,00 | 28140,00 | 32442,00 | 88878,00 |
| TOTAL | 245903,04 | 117660,00 | 483501,20 | 847064,24 |

Tabla. 5. **CALCULO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE**

| PISO | ALTURA (m) | PESO (kg) | $m_x h_x (k)$ | $C_v x$ | $F_x = C_v x * V_s (kg)$ | V (kg) |
|------------------|------------|------------------|-------------------|---------|--------------------------|-----------|
| 5,00 | 12,90 | 88878,00 | 1146526,20 | 0,19 | 145244,55 | 145244,55 |
| 4,00 | 10,28 | 189546,56 | 1948538,64 | 0,32 | 246845,31 | 392089,85 |
| 3,00 | 7,71 | 189546,56 | 1461403,98 | 0,24 | 185133,98 | 577223,84 |
| 2,00 | 5,14 | 189546,56 | 974269,32 | 0,16 | 123422,65 | 700646,49 |
| 1,00 | 2,57 | 189546,56 | 487134,66 | 0,08 | 61711,33 | 762357,82 |
| SUMATORIA | | 847064,24 | 6017872,79 | | 762357,82 | |

Figura. 7. DETERMINACION DEL CENTRO DE MASA:



$Q = 860.8 \text{ kgf/m}^2$ (peso losa+acabados+muros)

$X_{cm} = \frac{\text{SUMATORIA } (A_x Q_x X)}{\text{SUMATORIA } (A_x Q)}$ (Centro de masa en la direccion X)

$Y_{cm} = \frac{\text{SUMATORIA } (A_x Q_x Y)}{\text{SUMATORIA } (A_x Q)}$ (Centro de masa en la direccion Y)

Figura. 8. DETERMINACION DEL CENTRO DE RIGIDEZ:

$X_{cr} = \frac{\text{SUM } (K_y X_y)}{\text{SUM } (K_y)}$, en m

$Y_{cr} = \frac{\text{SUM } (K_x Y_x)}{\text{SUM } (K_x)}$, en m

K_y = Rigidez de los elementos resistentes de direccion Y

K_x = Rigidez de los elementos resistentes de direccion X

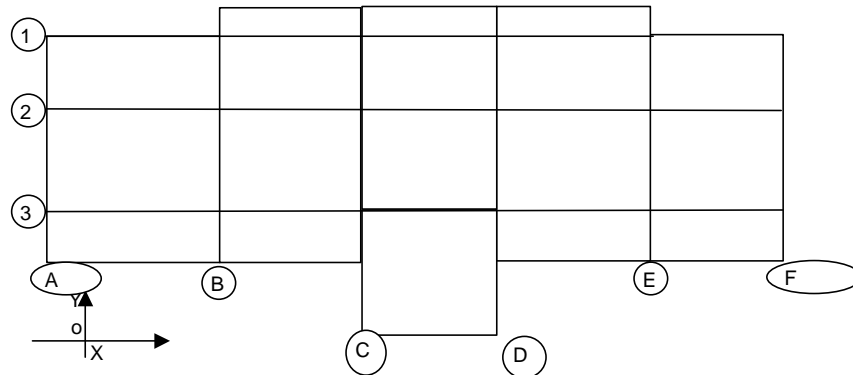


Figura. 9. DETERMINACION DEL CENTRO DE CORTANTE:

$$X_{cc} = \frac{\sum (F_y X)}{\sum (F_y)}$$

$$Y_{cc} = \frac{\sum (F_x Y)}{\sum (F_x)}$$

X, Y coordenadas del centro de masa (m)

F_y = Fuerzas horizontales producidas por el sismo de dirección Y (kgf)

F_x = Fuerzas horizontales producidas por el sismo de dirección X (kgf)

Debido a la simetría del edificio, la abscisa del centro de cortante coincide con la del centro de masa.

La ordenada del centro de cortante se debe calcular en cada piso, en su posición influye la ubicación del centro de masa de los pisos situados por encima del piso en consideración.

EXCENTRICIDAD

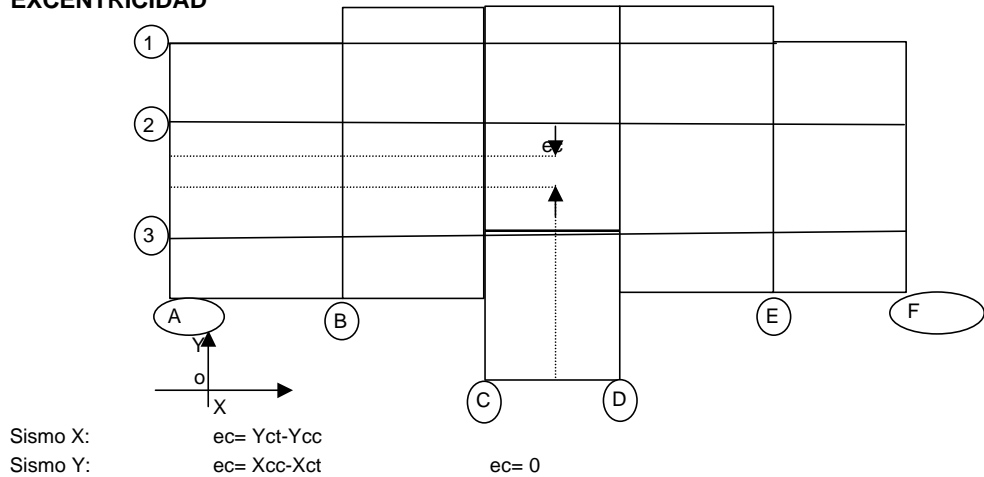
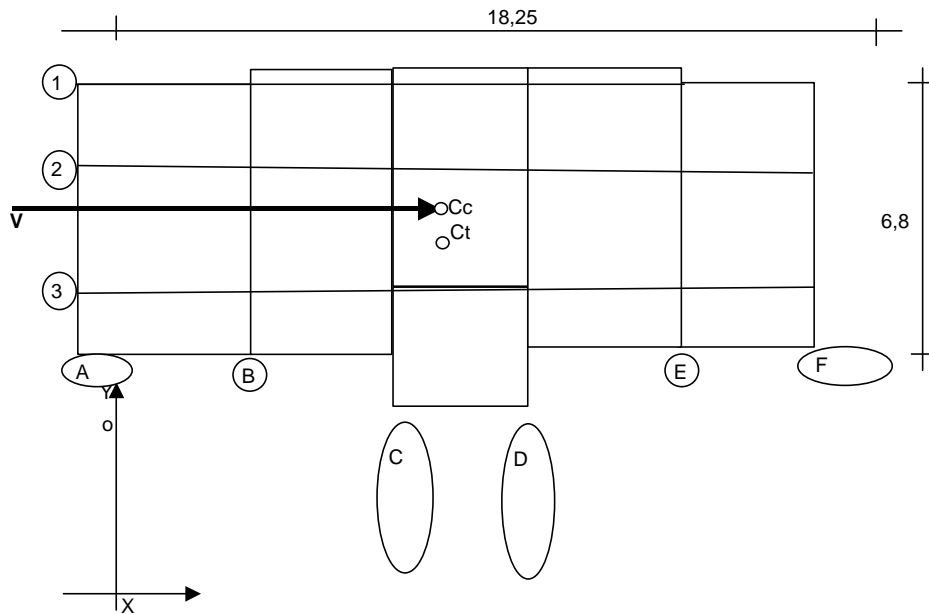


Figura. 10. TORSION ACCIDENTAL



$$e_n = e_i \pm 0.05 b_i$$

e_i = Excentricidad de calculo (m)

b_i = Maxima dimension de la planta del piso i en dirección perpendicular a la del sismo (m)

FUERZA CORTANTE DEBIDA A TORSION

$$V^{ix} = \frac{K_{ix} Y_i}{\sum (K_{ix} Y_i^2 + \sum K_{jy} X_j^2)} M_t$$

V^{ix} = Fuerza cortante producida por la torsion en el portico i de la direccion X

M_t = Momento de torsion = (en. V_i)

K_{ix} = Rigidez de los porticos de direccion X

K_{jy} = Rigidez de los porticos de direccion Y

X, Y = Coordenadas de los porticos con respecto a ejes ubicados en el centro de rigidez.

La torsion del sismo en Y, produce fuerzas en los porticos de direccion X y viceversa

$$V^{jy} = \frac{K_{jy} X_j}{\sum (K_{ix} Y_i^2 + \sum K_{jy} X_j^2)} M_t$$

COMBINACION DE LAS FUERZAS DE CORTE OBTENIDAS POR TRASLACION CON LAS DE TORSION

$$V \text{ portico (total)} = V \text{ portico} + V \text{ portico (torsion)}$$

$$F \text{ portico (total)} = V \text{ portico (i)} - V \text{ portico (i+1)}$$

$$F \text{ portico (total)} \cdot 0.65 = V \text{ portico (total)} \cdot 0.65 \text{ (consideracion del sistema combinado adoptado donde los porticos asumen el 65\% de la fuerza horizontal).}$$

$$F \text{ portico (total)} \cdot 0.65 / R = F \text{ portico (total)} \cdot 0.65 / R \text{ (para el diseño de las estructuras)}$$

$$R = R_o \phi_p \phi_a = 3.5 \cdot 0.8 \cdot 0.9 = 2.52$$

$$R_o = 3.5$$

$$\phi_p = 0.8$$

$$\phi_a = 0.9$$

(SISTEMA ESTRUCTURAL COMBINADO
 Tabla A.3-2 NSR-98)
 g. Muros de mamposteria reforzada de bloque de perforacion vertical y porticos de concreto
 (IRREGULARIDAD EN PLANTA
 Tabla A.3-6 NSR-98 desplazamiento de los planos de accion)
 (IRREGULARIDAD EN ALTURA
 Tabla A.3-7 NSR-98)

RIGIDECES RELATIVAS DE LOS MUROS

$$\Delta = \Delta_v + \Delta_m = 3WH/AE + WH^3/6EI$$

Δ = Desplazamiento relativo
 Δ_v = Desplazamiento relativo por cortante
 Δ_m = Desplazamiento relativo por flexion

W= Carga unitaria (W=1.0)

H= altura del muro

E= modulo de elasticidad de la mamposteria
 $E_m = 750f'_m \leq 14000 \text{MPa}$

f'm= resistencia a la compresion de la mamposteria

E= 80000 kgf/cm²

b= espesor del muro .15 m

COMBINACION DE LAS FUERZAS DE CORTE OBTENIDAS POR TRASLACION CON LAS DE TORSION

$$V_{\text{muro (total)}} = V_{\text{muro}} + V_{\text{muro (torsion)}}$$

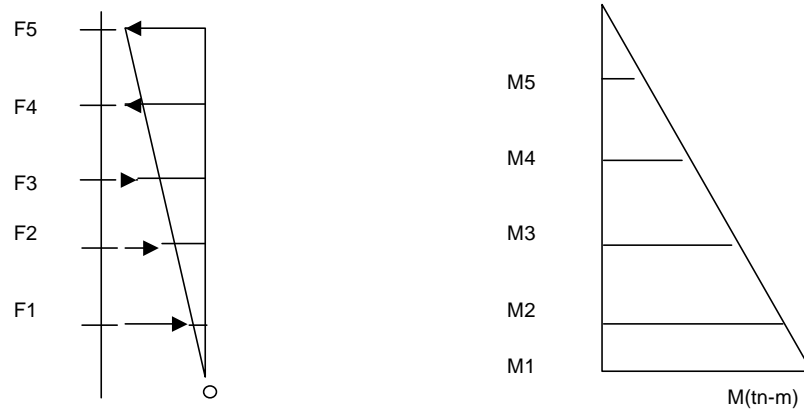
$$F_{\text{muro (total)}} = V_{\text{muro}(i)} - V_{\text{muro}(i+1)}$$

$$F_{\text{muro (total)}} = V_{\text{portico (total)}} \times 0.35 \quad (\text{consideracion del sistema combinado adoptado donde los muros asumen el 35\% de la fuerza horizontal}).$$

$$M_i = \sum F(i) \cdot h$$

D.5.2.1 NSR-98

Figura. 11. DISTRIBUCION DE FUERZAS HORIZONTAL Y MOMENTOS



| Tabla 6. CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD RESUMEN DE DATOS | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| Xcm(m) | 8,63 | 8,63 | 8,63 | 8,63 | 8,63 |
| Ycm(m) | 4,06 | 5,21 | 5,21 | 5,21 | 5,21 |
| Xcr (m) | 8,63 | 8,63 | 8,63 | 8,63 | 8,63 |
| Ycr (m) | 6,03 | 6,03 | 6,03 | 6,03 | 6,03 |
| Xcc (m) | 8,63 | 8,63 | 8,63 | 8,63 | 8,63 |
| Ycc (m) | 4,06 | 4,78 | 4,92 | 4,97 | 4,99 |
| Excentricidad (Xi) | 1,98 | 1,25 | 1,12 | 1,07 | 1,05 |
| Excentricidad (Yi) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| en=ei +/- .05bi (X) | 2,32 | 1,59 | 1,46 | 1,41 | 1,39 |
| | 1,64 | 0,91 | 0,78 | 0,73 | 0,71 |
| en=ei +/- .05bi (Y) | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 |
| | -0,91 | -0,91 | -0,91 | -0,91 | -0,91 |
| Momentos de torsion(| 336.332,45 | 624.496,88 | 840.620,23 | 984.702,50 | 1.056.743,58 |
| Momentos de torsion(| 237.566,19 | 357.875,82 | 448.108,05 | 508.262,88 | 538.340,28 |
| Momentos de torsion(| 132.535,61 | 357.781,94 | 526.716,72 | 639.339,93 | 695.651,49 |
| Momentos de torsion(| -132.535,61 | -357.781,94 | -526.716,72 | -639.339,93 | -695.651,49 |

Unidades: Momentos (kgf/m); Excentricidades (m)

Tabla 7. COMBINACION DE LAS FUERZAS DE CORTE (OBTENIDAS POR TRASLACION CON LAS DE TORSION)

| | NIVEL (m) PORTICO | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| V portico | 1 | 48.415,0 | 130.697,0 | 192.408,0 | 233.549,0 | 254.119,0 |
| V portico(torsion) | | 5.320,7 | 9.901,0 | 13.307,9 | 15.386,3 | 16.028,9 |
| V portico (total) | | 53.735,7 | 140.598,0 | 205.715,9 | 248.935,3 | 270.147,9 |
| F portico (total) | | 53.735,7 | 86.862,3 | 65.117,9 | 43.219,4 | 21.212,6 |
| F portico (total)*.65 | | 34.928,2 | 56.460,5 | 42.326,6 | 28.092,6 | 13.788,2 |
| V portico | 2 | 48.415,0 | 130.697,0 | 192.408,0 | 233.549,0 | 254.119,0 |
| V portico(torsion) | | 156,8 | 424,2 | 623,6 | 747,1 | 789,1 |
| V portico (total) | | 48.571,8 | 131.121,2 | 193.031,6 | 234.296,1 | 254.908,1 |
| F portico (total) | | 48.571,8 | 82.549,4 | 61.910,4 | 41.264,5 | 20.612,0 |
| F portico (total)*.65 | | 31.571,7 | 53.657,1 | 40.241,8 | 26.821,9 | 13.397,8 |
| V portico | 3 | 48.415,0 | 130.697,0 | 192.408,0 | 233.549,0 | 254.119,0 |
| V portico(torsion) | | 1.940,8 | 5.250,7 | 7.718,6 | 9.247,2 | 9.767,4 |
| V portico (total) | | 50.355,8 | 135.947,7 | 200.126,6 | 242.796,2 | 263.886,4 |
| F portico (total) | | 50.355,8 | 85.591,9 | 64.178,9 | 42.669,6 | 21.090,1 |
| F portico (total)*.65 | | 32.731,3 | 55.634,8 | 41.716,3 | 27.735,3 | 13.708,6 |
| V portico | A | 24.207,0 | 65.349,0 | 96.205,0 | 116.776,0 | 127.061,0 |
| V portico(torsion) | | 4.292,5 | 11.586,0 | 17.058,3 | 20.724,7 | 22.595,9 |
| V portico (total) | | 28.499,5 | 76.935,0 | 113.263,3 | 137.500,7 | 149.656,9 |
| F portico (total) | | 28.499,5 | 48.435,5 | 36.328,3 | 24.237,4 | 12.156,2 |
| F portico (total)*.65 | | 18.524,7 | 31.483,1 | 23.613,4 | 15.754,3 | 7.901,5 |
| V portico | B | 24.207,0 | 65.349,0 | 96.205,0 | 116.776,0 | 127.061,0 |
| V portico(torsion) | | 3.247,4 | 8.765,1 | 12.905,0 | 15.678,7 | 17.094,3 |
| V portico (total) | | 27.454,4 | 74.114,1 | 109.110,0 | 132.454,7 | 144.155,3 |
| F portico (total) | | 27.454,4 | 46.659,7 | 34.995,9 | 23.344,7 | 11.700,6 |
| F portico (total)*.65 | | 17.845,4 | 30.328,8 | 22.747,4 | 15.174,1 | 7.605,4 |
| V portico | C | 24.207,0 | 65.347,0 | 96.202,0 | 116.772,0 | 127.057,0 |
| V portico(torsion) | | 1.356,2 | 3.660,3 | 5.389,3 | 6.547,7 | 7.139,0 |
| V portico (total) | | 25.563,2 | 69.007,3 | 101.591,3 | 123.319,7 | 134.196,0 |
| F portico (total) | | 25.563,2 | 43.444,1 | 32.584,0 | 21.728,4 | 10.876,3 |
| F portico (total)*.65 | | 16.616,1 | 28.238,7 | 21.179,6 | 14.123,4 | 0,0 |
| V portico | D | 24.207,0 | 65.347,0 | 96.202,0 | 116.772,0 | 127.057,0 |
| V portico(torsion) | | 1.356,2 | 3.660,3 | 5.389,3 | 6.547,7 | 7.139,0 |
| V portico (total) | | 25.563,2 | 69.007,3 | 101.591,3 | 123.319,7 | 134.196,0 |
| F portico (total) | | 25.563,2 | 43.444,1 | 32.584,0 | 21.728,4 | 10.876,3 |
| F portico (total)*.65 | | 16.616,1 | 28.238,7 | 21.179,6 | 14.123,4 | 7.069,6 |
| V portico | E | 24.207,0 | 65.349,0 | 96.205,0 | 116.776,0 | 127.061,0 |
| V portico(torsion) | | 3.247,4 | 8.765,1 | 12.905,0 | 15.678,7 | 17.094,3 |
| V portico (total) | | 27.454,4 | 74.114,1 | 109.110,0 | 132.454,7 | 144.155,3 |
| F portico (total) | | 27.454,4 | 46.659,7 | 34.995,9 | 23.344,7 | 11.700,6 |
| F portico (total)*.65 | | 17.845,4 | 30.328,8 | 22.747,4 | 15.174,1 | 7.605,4 |
| V portico | F | 24.207,0 | 65.349,0 | 96.205,0 | 116.776,0 | 127.061,0 |
| V portico(torsion) | | 4.292,5 | 11.586,0 | 17.058,3 | 20.724,7 | 22.595,9 |
| V portico (total) | | 28.499,5 | 76.935,0 | 113.263,3 | 137.500,7 | 149.656,9 |
| F portico (total) | | 28.499,5 | 48.435,5 | 36.328,3 | 24.237,4 | 12.156,2 |
| F portico (total)*.65 | | 18.524,7 | 31.483,1 | 23.613,4 | 15.754,3 | 7.901,5 |

Nota: Cortantes (V) y fuerzas (F) en Kilogramo fuerza

PORTICOS

| Tabla 8. CALCULO DE LAS RIGIDEZES DE PISO (tn/m) | | | | | |
|--|--------|---------|---------|---------|---------|
| NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| PORTICO | | | | | |
| 1=2=3 | 61.282 | 110.266 | 137.388 | 175.223 | 373.051 |
| A=B=E=F | 32.482 | 58.309 | 72.766 | 94.113 | 206.825 |
| C=D | 32.482 | 58.306 | 72.764 | 94.111 | 206.825 |

| Tabla 9. CALCULO DE LAS FUERZAS DE PORTICO (kgf) | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| F piso | 145.244,5 145.244,5 145.244,5 | 246.845,3 246.845,3 246.845,3 | 185.134,0 185.134,0 185.134,0 | 123.422,7 123.422,7 123.422,7 | 61.711,3 61.711,3 61.711,3 |
| F portico | 1=2=3 48.414,8 | 82.281,8 | 61.711,3 | 41.140,9 | 20.570,4 |
| | A=B=E=F 24.207,4 | 41.141,7 | 30.855,9 | 20.570,6 | 10.285,2 |
| | C=D 24.207,4 | 41.139,3 | 30.855,2 | 20.570,1 | 10.285,2 |
| V portico | 1=2=3 48.414,8 | 130.696,6 | 192.407,9 | 233.548,8 | 254.119,3 |
| | A=B=E=F 24.207,4 | 65.349,1 | 96.205,0 | 116.775,6 | 127.060,8 |
| | C=D 24.207,4 | 65.346,7 | 96.201,9 | 116.772,0 | 127.057,2 |

| Tabla 10. CHEQUEO DE LA DERIVA | | | | | |
|--------------------------------|------|-------|------|------|------|
| NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| DERIVA | | | | | |
| DELTA DE PISO (m) | 0,85 | 1,07 | 1,29 | 1,27 | 0,67 |
| DELTA PERM=005h (f) | 1,31 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 |

CALCULO MUROS

| Tabla 11. CALCULO DE LAS RIGIDECES DE PISO EN LOS MUROS (kgf/m) | | | | | |
|---|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| NIVEL (m) MUROS | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| 1 | 14.591,50 | 45.051,89 | 109.242,96 | 247.309,94 | 474.825,11 |
| 2 | 1.084,50 | 3.599,65 | 10.104,78 | 32.151,89 | 130.994,27 |
| 3 | 1.954,67 | 6.436,08 | 17.746,75 | 53.636,28 | 182.868,30 |
| 4 | 9.816,79 | 30.898,95 | 77.665,20 | 188.434,85 | 399.119,60 |
| A (A-B,E-F) | 275,07 | 922,34 | 2.650,44 | 9.072,73 | 52.422,96 |
| A (B-C,D-E) | 189,40 | 636,06 | 1.834,29 | 6.353,15 | 39.476,23 |
| B | 515,62 | 1.722,82 | 4.909,85 | 16.364,27 | 81.774,49 |
| C | 446,08 | 1.491,89 | 4.261,15 | 14.302,51 | 74.086,44 |
| D (A-B,E-F) | 275,07 | 922,34 | 2.650,44 | 9.072,73 | 52.422,96 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| D (B-C,D-E) | 189,40 | 636,06 | 1.834,29 | 6.353,15 | 39.476,23 |
| D (C-D) | 675,25 | 2.251,57 | 6.386,69 | 20.975,31 | 97.681,03 |
| D (C-D) | 675,25 | 2.251,57 | 6.386,69 | 20.975,31 | 97.681,03 |

| Tabla 12. CALCULO DE LAS FUERZAS CORTANTES DE MURO | | | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| MURO \ NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| A (A-B) | 5,78 | 15,63 | 23,15 | 28,61 | 34,13 |
| A (E-F) | 5,78 | 15,63 | 23,15 | 28,61 | 34,13 |
| A (B-C) | 3,98 | 10,78 | 16,02 | 20,03 | 25,70 |
| A (D-E) | 3,98 | 10,78 | 16,02 | 20,03 | 25,70 |
| B | 10,83 | 29,20 | 42,88 | 51,60 | 53,24 |
| B | 10,83 | 29,20 | 42,88 | 51,60 | 53,24 |
| C (A-B) | 9,37 | 25,29 | 37,21 | 45,10 | 48,23 |
| C (E-F) | 9,37 | 25,29 | 37,21 | 45,10 | 48,23 |
| C (B-C) | 9,37 | 25,29 | 37,21 | 45,10 | 48,23 |
| C (D-E) | 9,37 | 25,29 | 37,21 | 45,10 | 48,23 |
| C (C-D) | 9,37 | 25,29 | 37,21 | 45,10 | 48,23 |
| C (C-D) | 9,37 | 25,29 | 37,21 | 45,10 | 48,23 |
| D (A-B) | 5,78 | 15,63 | 23,15 | 28,61 | 34,13 |
| D (E-F) | 5,78 | 15,63 | 23,15 | 28,61 | 34,13 |
| D (B-C) | 3,98 | 10,78 | 16,02 | 20,03 | 25,70 |
| D (D-E) | 3,98 | 10,78 | 16,02 | 20,03 | 25,70 |
| D (C-D) | 14,18 | 38,16 | 55,77 | 66,14 | 63,59 |
| D (C-D) | 14,18 | 38,16 | 55,77 | 66,14 | 63,59 |
| 1(1-3) | 39,743 | 104,930 | 147,411 | 158,895 | 126,295 |
| 1(1-3) | 39,743 | 104,930 | 147,411 | 158,895 | 126,295 |
| 2(1-2) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| 2(1-2) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| 3(1-2) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| 3(1-2) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| 3(3-V) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| 3(3-V) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| 4(1-3) | 26,738 | 71,966 | 104,801 | 121,068 | 106,158 |

Nota: Cortantes en (tn)

Tabla 13. COMBINACION DE FUERZAS DE CORTE OBTENIDAS POR TRASLACION

| | NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
|--------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | | MURO | | | | |
| V muro | A (A-B) | 5,777 | 15,633 | 23,146 | 28,609 | 34,128 |
| V muro(torsion) | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| V muro (total) | | 5,777 | 15,633 | 23,146 | 28,609 | 34,128 |
| V muro (total)*.35 | | 2,022 | 5,471 | 8,101 | 10,013 | 11,945 |
| F muro | | 2,022 | 3,450 | 2,630 | 1,912 | 1,932 |
| M(tn-m) | | 5,297 | 19,359 | 40,178 | 65,912 | 96,610 |
| V muro | A (E-F) | 5,777 | 15,633 | 23,146 | 28,609 | 34,128 |
| V muro(torsion) | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| V muro (total) | | 5,777 | 15,633 | 23,146 | 28,609 | 34,128 |
| V muro (total)*.35 | | 2,022 | 5,471 | 8,101 | 10,013 | 11,945 |
| F muro | | 2,022 | 3,450 | 2,630 | 1,912 | 1,932 |
| M(tn-m) | | 5,297 | 19,359 | 40,178 | 65,912 | 96,610 |
| V muro | A (B-C) | 3,978 | 10,780 | 23,146 | 28,609 | 25,700 |
| V muro(torsion) | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| V muro (total) | | 3,978 | 10,780 | 23,146 | 28,609 | 25,700 |
| V muro (total)*.35 | | 1,392 | 3,773 | 8,101 | 10,013 | 8,995 |
| F muro | | 1,392 | 2,381 | 2,630 | 1,912 | 1,983 |
| M(tn-m) | | 3,647 | 13,344 | 40,178 | 65,912 | 68,890 |
| V muro | A (D-E) | 3,978 | 10,780 | 16,018 | 20,033 | 25,700 |
| V muro(torsion) | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| V muro (total) | | 3,978 | 10,780 | 16,018 | 20,033 | 25,700 |
| V muro (total)*.35 | | 1,392 | 3,773 | 5,606 | 7,012 | 8,995 |
| F muro | | 1,392 | 2,381 | 1,833 | 1,405 | 1,983 |
| M(tn-m) | | 3,647 | 13,344 | 27,753 | 45,773 | 68,890 |
| V muro | B | 10,829 | 29,200 | 16,018 | 20,033 | 53,237 |
| V muro(torsion) | | 0,357 | 0,634 | 0,000 | 0,000 | 0,993 |
| V muro (total) | | 11,185 | 29,834 | 16,018 | 20,033 | 54,230 |
| V muro (total)*.35 | | 3,915 | 10,442 | 5,606 | 7,012 | 18,980 |
| F muro | | 3,915 | 6,527 | 1,833 | 1,405 | 0,575 |
| M(tn-m) | | 10,257 | 37,093 | 27,753 | 45,773 | 172,508 |
| V muro | B | 10,829 | 29,200 | 42,876 | 51,601 | 53,237 |
| V muro(torsion) | | 0,357 | 0,634 | 0,850 | 0,987 | 0,993 |
| V muro (total) | | 11,185 | 29,834 | 43,727 | 52,588 | 54,230 |
| V muro (total)*.35 | | 3,915 | 10,442 | 15,304 | 18,406 | 18,980 |
| F muro | | 3,915 | 6,527 | 4,862 | 3,101 | 0,575 |
| M(tn-m) | | 10,257 | 37,093 | 76,425 | 123,728 | 172,508 |
| V muro | C (A-B) | 9,368 | 25,286 | 42,876 | 51,601 | 53,237 |
| V muro(torsion) | | 1,544 | 2,747 | 0,850 | 0,987 | 0,993 |
| V muro (total) | | 10,912 | 28,032 | 43,727 | 52,588 | 54,230 |
| V muro (total)*.35 | | 3,819 | 9,811 | 15,304 | 18,406 | 18,980 |
| F muro | | 3,819 | 5,992 | 4,862 | 3,101 | 0,575 |
| M(tn-m) | | 10,006 | 35,221 | 76,425 | 123,728 | 172,508 |
| V muro | C (E-F) | 9,368 | 25,286 | 37,211 | 45,099 | 48,232 |
| V muro(torsion) | | 1,544 | 2,747 | 3,690 | 4,313 | 4,500 |
| V muro (total) | | 10,912 | 28,032 | 40,902 | 49,413 | 52,732 |
| V muro (total)*.35 | | 3,819 | 9,811 | 14,316 | 17,294 | 18,456 |
| F muro | | 3,819 | 5,992 | 4,504 | 2,979 | 1,162 |
| M(tn-m) | | 10,006 | 35,221 | 72,012 | 116,459 | 163,891 |
| V muro | C (B-C) | 9,368 | 25,286 | 37,211 | 45,099 | 48,232 |
| V muro(torsion) | | 2,676 | 4,761 | 3,690 | 4,313 | 4,500 |
| V muro (total) | | 12,044 | 30,046 | 40,902 | 49,413 | 52,732 |
| V muro (total)*.35 | | 4,215 | 10,516 | 14,316 | 17,294 | 18,456 |
| F muro | | 4,215 | 6,301 | 4,504 | 2,979 | 1,162 |
| M(tn-m) | | 11,044 | 38,071 | 72,012 | 116,459 | 163,891 |

Nota: Cortantes (V), fuerzas (F) en (tn); momentos en (tn-m)

Tabla 14. CONTINUACION DE COMBINACION DE FUERZAS DE CORTE EN MUROS

| | NIVEL | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
|--------------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | MURO | | | | | |
| V muro | C (D-E) | 9,368 | 25,286 | 37,211 | 45,099 | 48,232 |
| V muro(torsion) | | 2,676 | 4,761 | 3,690 | 7,476 | 7,800 |
| V muro (total) | | 12,044 | 30,046 | 40,902 | 52,575 | 56,032 |
| V muro (total)*.35 | | 4,215 | 10,516 | 14,316 | 18,401 | 19,611 |
| F muro | | 4,215 | 6,301 | 4,504 | 3,139 | 1,210 |
| M(tn-m) | | 11,044 | 38,071 | 72,012 | 124,588 | 174,989 |
| V muro | C (C-D) | 9,368 | 25,286 | 37,211 | 45,099 | 48,232 |
| V muro(torsion) | | 5,454 | 9,704 | 6,397 | 7,476 | 7,800 |
| V muro (total) | | 14,822 | 34,990 | 43,608 | 52,575 | 56,032 |
| V muro (total)*.35 | | 5,188 | 12,247 | 15,263 | 18,401 | 19,611 |
| F muro | | 5,188 | 7,059 | 4,747 | 3,139 | 1,210 |
| M(tn-m) | | 13,592 | 45,066 | 77,296 | 124,588 | 174,989 |
| V muro | C (C-D) | 9,368 | 25,286 | 37,211 | 45,099 | 48,232 |
| V muro(torsion) | | 5,454 | 9,704 | 6,397 | 15,239 | 15,901 |
| V muro (total) | | 14,822 | 34,990 | 43,608 | 60,339 | 64,132 |
| V muro (total)*.35 | | 5,188 | 12,247 | 15,263 | 21,119 | 22,446 |
| F muro | | 5,188 | 7,059 | 4,747 | 3,531 | 1,328 |
| M(tn-m) | | 13,592 | 45,066 | 77,296 | 144,541 | 202,228 |
| V muro | D (A-B) | 5,777 | 15,633 | 37,211 | 45,099 | 48,232 |
| V muro(torsion) | | 5,229 | 9,328 | 13,039 | 15,239 | 15,901 |
| V muro (total) | | 11,005 | 24,960 | 50,251 | 60,339 | 64,132 |
| V muro (total)*.35 | | 3,852 | 8,736 | 17,588 | 21,119 | 22,446 |
| F muro | | 3,852 | 4,884 | 5,341 | 3,531 | 1,328 |
| M(tn-m) | | 10,092 | 32,544 | 90,266 | 144,541 | 202,228 |
| V muro | D (E-F) | 5,777 | 15,633 | 37,211 | 28,609 | 34,128 |
| V muro(torsion) | | 5,229 | 9,328 | 13,039 | 15,030 | 17,492 |
| V muro (total) | | 11,005 | 24,960 | 50,251 | 43,638 | 51,621 |
| V muro (total)*.35 | | 3,852 | 8,736 | 17,588 | 15,273 | 18,067 |
| F muro | | 3,852 | 4,884 | 5,341 | 2,759 | 2,794 |
| M(tn-m) | | 10,092 | 32,544 | 90,266 | 103,958 | 150,391 |
| V muro | D (B-C) | 3,978 | 10,780 | 23,146 | 28,609 | 34,128 |
| V muro(torsion) | | 3,600 | 6,432 | 12,610 | 15,030 | 17,492 |
| V muro (total) | | 7,578 | 17,213 | 35,755 | 43,638 | 51,621 |
| V muro (total)*.35 | | 2,652 | 6,025 | 12,514 | 15,273 | 18,067 |
| F muro | | 2,652 | 3,372 | 3,778 | 2,759 | 2,794 |
| M(tn-m) | | 6,949 | 22,432 | 64,706 | 103,958 | 150,391 |
| V muro | D (D-E) | 3,978 | 10,780 | 23,146 | 20,033 | 25,700 |
| V muro(torsion) | | 3,600 | 6,432 | 12,610 | 10,524 | 13,172 |
| V muro (total) | | 7,578 | 17,213 | 35,755 | 30,558 | 38,872 |
| V muro (total)*.35 | | 2,652 | 6,025 | 12,514 | 10,695 | 13,605 |
| F muro | | 2,652 | 3,372 | 3,778 | 2,034 | 2,910 |
| M(tn-m) | | 6,949 | 22,432 | 64,706 | 72,177 | 107,142 |
| V muro | D (C-D) | 14,181 | 38,162 | 16,018 | 20,033 | 25,700 |
| V muro(torsion) | | 12,836 | 22,770 | 8,727 | 10,524 | 13,172 |
| V muro (total) | | 27,017 | 60,932 | 24,745 | 30,558 | 38,872 |
| V muro (total)*.35 | | 9,456 | 21,326 | 8,661 | 10,695 | 13,605 |
| F muro | | 9,456 | 11,870 | 2,636 | 2,034 | 2,910 |
| M(tn-m) | | 24,775 | 79,583 | 44,690 | 72,177 | 107,142 |
| V muro | D (C-D) | 14,181 | 38,162 | 16,018 | 66,141 | 63,592 |
| V muro(torsion) | | 12,369 | 21,941 | 8,727 | 34,747 | 32,594 |
| V muro (total) | | 26,550 | 60,103 | 24,745 | 100,888 | 96,186 |
| V muro (total)*.35 | | 9,292 | 21,036 | 8,661 | 35,311 | 33,665 |
| F muro | | 9,292 | 11,744 | 2,636 | 5,155 | -1,646 |
| M(tn-m) | | 24,346 | 78,409 | 44,690 | 247,831 | 334,350 |

Nota: Cortantes (V), fuerzas (F) en (tn); momentos en (tn-m)

Tabla 15. CONTINUACION DE FUERZAS DE CORTE EN MUROS

| | NIVEL | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
|--------------------|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| MURO | | | | | | |
| V muro | 1(1-3) | 39,743 | 104,930 | 147,411 | 158,895 | 126,295 |
| V muro(torsion) | | 6,640 | 17,798 | 25,793 | 29,935 | 27,948 |
| V muro (total) | | 46,383 | 122,727 | 173,204 | 188,831 | 154,242 |
| V muro (total)*.35 | | 16,234 | 42,955 | 60,622 | 66,091 | 53,985 |
| F muro | | 16,234 | 26,721 | 17,667 | 5,469 | 12,106 |
| M(tn-m) | | 42,533 | 152,926 | 308,724 | 478,577 | 679,542 |
| V muro | 1(1-3) | 39,743 | 104,930 | 147,411 | 158,895 | 126,295 |
| V muro(torsion) | | 6,581 | 17,641 | 25,793 | 29,672 | 27,702 |
| V muro (total) | | 46,325 | 122,571 | 173,204 | 188,567 | 153,997 |
| V muro (total)*.35 | | 16,214 | 42,900 | 60,622 | 65,999 | 53,899 |
| F muro | | 16,214 | 26,686 | 17,667 | 5,456 | 12,100 |
| M(tn-m) | | 42,480 | 152,732 | 308,724 | 477,942 | 678,655 |
| V muro | 2(1-2) | 2,954 | 8,384 | 147,411 | 20,657 | 34,842 |
| V muro(torsion) | | 0,334 | 0,961 | 25,566 | 2,630 | 5,211 |
| V muro (total) | | 3,287 | 9,345 | 172,978 | 23,288 | 40,053 |
| V muro (total)*.35 | | 1,151 | 3,271 | 60,542 | 8,151 | 14,018 |
| F muro | | 1,151 | 2,120 | 17,642 | 2,814 | 5,868 |
| M(tn-m) | | 3,015 | 11,420 | 308,325 | 46,083 | 82,110 |
| V muro | 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| V muro(torsion) | | 0,334 | 0,961 | 1,612 | 2,630 | 5,211 |
| V muro (total) | | 3,287 | 9,345 | 15,248 | 23,288 | 40,053 |
| V muro (total)*.35 | | 1,151 | 3,271 | 5,337 | 8,151 | 14,018 |
| F muro | | 1,151 | 2,120 | 2,066 | 2,814 | 5,868 |
| M(tn-m) | | 3,015 | 11,420 | 25,136 | 46,083 | 82,110 |
| V muro | 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| V muro(torsion) | | 0,259 | 0,747 | 1,612 | 2,044 | 4,050 |
| V muro (total) | | 3,213 | 9,131 | 15,248 | 22,702 | 38,892 |
| V muro (total)*.35 | | 1,125 | 3,196 | 5,337 | 7,946 | 13,612 |
| F muro | | 1,125 | 2,071 | 2,066 | 2,735 | 5,667 |
| M(tn-m) | | 2,946 | 11,160 | 25,136 | 44,972 | 79,955 |
| V muro | 2(1-2) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| V muro(torsion) | | 0,328 | 0,945 | 1,253 | 2,587 | 5,126 |
| V muro (total) | | 3,282 | 9,329 | 14,888 | 23,245 | 39,968 |
| V muro (total)*.35 | | 1,149 | 3,265 | 5,211 | 8,136 | 13,989 |
| F muro | | 1,149 | 2,117 | 2,015 | 2,808 | 5,853 |
| M(tn-m) | | 3,010 | 11,401 | 24,552 | 46,002 | 81,953 |
| V muro | 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| V muro(torsion) | | 0,328 | 0,945 | 1,586 | 2,587 | 5,126 |
| V muro (total) | | 3,282 | 9,329 | 15,221 | 23,245 | 39,968 |
| V muro (total)*.35 | | 1,149 | 3,265 | 5,328 | 8,136 | 13,989 |
| F muro | | 1,149 | 2,117 | 2,062 | 2,808 | 5,853 |
| M(tn-m) | | 3,010 | 11,401 | 25,093 | 46,002 | 81,953 |
| V muro | 2(2-3) | 2,954 | 8,384 | 13,635 | 20,657 | 34,842 |
| V muro(torsion) | | 0,258 | 0,742 | 1,586 | 2,031 | 4,025 |
| V muro (total) | | 3,211 | 9,126 | 15,221 | 22,689 | 38,867 |
| V muro (total)*.35 | | 1,124 | 3,194 | 5,328 | 7,941 | 13,603 |
| F muro | | 1,124 | 2,070 | 2,062 | 2,733 | 5,662 |
| M(tn-m) | | 2,945 | 11,154 | 25,093 | 44,948 | 79,908 |

Nota: Cortantes (V), fuerzas (F) en (tn); momentos en (tn-m)

Tabla 16. CONTINUACION DE COMBINACION DE FUERZAS DE CORTE EN MUROS

| | NIVEL | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
|--------------------|---------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | MURO | | | | | |
| V muro | 3(1-2) | 5,324 | 14,990 | 13,635 | 34,461 | 48,640 |
| V muro(torsion) | | 0,307 | 0,877 | 1,245 | 2,240 | 3,714 |
| V muro (total) | | 5,631 | 15,868 | 14,881 | 36,701 | 52,354 |
| V muro (total)*.35 | | 1,971 | 5,554 | 5,208 | 12,845 | 18,324 |
| F muro | | 1,971 | 3,583 | 2,014 | 3,958 | 5,478 |
| M(tn-m) | | 5,164 | 19,436 | 24,539 | 75,290 | 122,382 |
| V muro | 3(1-2) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| V muro(torsion) | | 0,119 | 0,341 | 1,446 | 0,870 | 1,443 |
| V muro (total) | | 5,443 | 15,331 | 25,393 | 35,331 | 50,083 |
| V muro (total)*.35 | | 1,905 | 5,366 | 8,888 | 12,366 | 17,529 |
| F muro | | 1,905 | 3,461 | 3,334 | 3,788 | 5,163 |
| M(tn-m) | | 4,991 | 18,782 | 42,277 | 72,608 | 117,657 |
| V muro | 3(3-V) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| V muro(torsion) | | 0,308 | 0,880 | 0,562 | 2,247 | 3,726 |
| V muro (total) | | 5,632 | 15,870 | 24,509 | 36,708 | 52,365 |
| V muro (total)*.35 | | 1,971 | 5,555 | 8,578 | 12,848 | 18,328 |
| F muro | | 1,971 | 3,583 | 3,212 | 3,959 | 5,480 |
| M(tn-m) | | 5,164 | 19,440 | 40,828 | 75,304 | 122,407 |
| V muro | 3(3-V) | 5,324 | 14,990 | 23,947 | 34,461 | 48,640 |
| V muro(torsion) | | 0,117 | 0,335 | 1,450 | 0,856 | 1,419 |
| V muro (total) | | 5,441 | 15,325 | 25,398 | 35,317 | 50,059 |
| V muro (total)*.35 | | 1,904 | 5,364 | 8,889 | 12,361 | 17,521 |
| F muro | | 1,904 | 3,459 | 3,335 | 3,786 | 5,160 |
| M(tn-m) | | 4,990 | 18,775 | 42,285 | 72,580 | 117,608 |
| V muro | 4(1-3) | 26,738 | 71,966 | 23,947 | 121,068 | 106,158 |
| V muro(torsion) | | 0,000 | 0,000 | 0,553 | 0,000 | 0,000 |
| V muro (total) | | 26,738 | 71,966 | 24,500 | 121,068 | 106,158 |
| V muro (total)*.35 | | 9,358 | 25,188 | 8,575 | 42,374 | 37,155 |
| F muro | | 9,358 | 15,830 | 3,211 | 5,694 | 5,218 |
| M(tn-m) | | 24,519 | 89,253 | 40,813 | 292,422 | 414,734 |

Nota: Cortantes (V), fuerzas (F) en (tn); momentos en (tn-m)

| Tabla 17. CHEQUEO DE LA DERIVA EN MUROS | | | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|--------|
| NIVEL (m) | 12,9 | 10,28 | 7,71 | 5,14 | 2,57 |
| DERIVA | | | | | |
| DELTA DE PISO (Y) | -0,0013 | 0,0009 | 0,0014 | 0,0010 | 0,0005 |
| DELTA DE PISO (X) | -0,0054 | 0,0100 | 0,0104 | 0,0054 | 0,0014 |
| DELTA DE PISO (m) | 0,0056 | 0,0100 | 0,0105 | 0,0055 | 0,0015 |
| DELTA PERM=.005h (r) | 0,0131 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 |

Tabla 18. EFECTOS P-DELTA

seran tenidos en cuenta cuando el indice de estabilidad $Q > 1$ A.6.2.4 NSR-98

$$Q = \frac{P_i \times \Delta_n}{V_i \times h_{pi}} \quad (\text{para cada direccion})$$

Pi= suma de la carga vertical total, incluyendo la CM y la CV del piso.

Δ cm= deriva del piso i en la direccion bajo estudio

Vi= fuerza cortante del piso i, en la direccion bajo estudio sin dividir por R

hpi= altura del piso i

INDICE DE ESTABILIDAD Q (SENTIDO Y)

| PISO | DESPL. HORIZ. (m) | DERIVA cm | h(m) | u/h | Pi(ton) | Vi | Q | |
|------|-------------------|-----------|-------|----------|---------|-----|--------|-------------|
| 5 | 0,036265 | 0,006069 | 2,620 | 0,002317 | 58,0 | ### | 0,0013 | ARRIOSTRADO |
| 4 | 0,030195 | 0,007523 | 2,570 | 0,002927 | 311,2 | ### | 0,0032 | ARRIOSTRADO |
| 3 | 0,022672 | 0,009033 | 2,570 | 0,003515 | 590,5 | ### | 0,0049 | ARRIOSTRADO |
| 2 | 0,013639 | 0,008904 | 2,570 | 0,003465 | 869,8 | ### | 0,0059 | ARRIOSTRADO |
| 1 | 0,004735 | 0,004735 | 2,570 | 0,001842 | 1.149,1 | ### | 0,0038 | ARRIOSTRADO |

INDICE DE ESTABILIDAD Q (SENTIDO X)

| PISO | DESPL. HORIZ. (m) | DERIVA cm | h(m) | u/h | Pi(ton) | Vi | Q | |
|------|-------------------|-----------|-------|----------|---------|-----|--------|-------------|
| 5 | 0,036565 | 0,005999 | 2,620 | 0,002290 | 58,0 | ### | 0,0013 | ARRIOSTRADO |
| 4 | 0,030566 | 0,007646 | 2,570 | 0,002975 | 311,2 | ### | 0,0035 | ARRIOSTRADO |
| 3 | 0,022920 | 0,009160 | 2,570 | 0,003564 | 590,5 | ### | 0,0054 | ARRIOSTRADO |
| 2 | 0,013760 | 0,008999 | 2,570 | 0,003501 | 869,8 | ### | 0,0065 | ARRIOSTRADO |
| 1 | 0,004761 | 0,004761 | 2,570 | 0,001853 | 1.149,1 | ### | 0,0042 | ARRIOSTRADO |

Tabla 19. CARGAS VERTICALES

Pi (SENTIDO Y)

| PISO | PAF(Ton) | PBE(Ton) | PCD(Ton) | P(TOTAL) Ton |
|------|----------|----------|----------|--------------|
| 5 | 4,2 | 8,1 | 10,025 | 44,6 |
| 4 | 21,8 | 43,4 | 55,315 | 240,9 |
| 3 | 43,7 | 83,0 | 104,958 | 463,3 |
| 2 | 65,6 | 122,7 | 154,599 | 685,8 |
| 1 | 87,6 | 162,3 | 204,240 | 908,2 |

Pi (SENTIDO X)

| PISO | P1(Ton) | P2(Ton) | P3(Ton) | P(TOTAL) Ton |
|------|---------|---------|---------|--------------|
| 5 | 4,7 | 4,1 | 4,7 | 13,4 |
| 4 | 25,2 | 13,8 | 31,3 | 70,3 |
| 3 | 45,7 | 23,5 | 57,9 | 127,2 |
| 2 | 66,2 | 33,2 | 84,6 | 184,0 |
| 1 | 86,7 | 43,0 | 111,2 | 240,9 |

EFFECTOS LOCALES DE ESBELTEZ (P/A C.10.11.9 NSR-98)

$$k l u < \frac{34-12(M1/M2)}{r}$$

M1 > -0.5

M2

k= 1

M1 es el menor de los momentos mayorados en los extremos de un elemento sometido a compresion

M2 es el mayor de los momentos mayorados en los extremos de un elemento sometido a compresion siempre positivo

Tabla 20. PANDEO LOCAL PORTICO A=F

| PORTICO | ELEMENTO | M1 | M2 | Lu | r= I/A | k | k*Lu/r | -12(M1/M | M1/M2 |
|---------|----------|-------|--------|-------|----------|---|--------|----------|-------|
| A=F | 1 | 1.879 | 1.771 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 21,3 | 1,06 |
| | 2 | 2.119 | 4.512 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 28,4 | 0,47 |
| | 3 | 778 | 4.384 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 31,9 | 0,18 |
| | 4 | 1.277 | 9.657 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,4 | 0,13 |
| | 5 | 2.106 | 17.656 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,6 | 0,12 |
| | 6 | 1.248 | 10.376 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,6 | 0,12 |
| | 7 | 843 | 12.439 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,2 | 0,07 |
| | 8 | 1.666 | 19.819 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,0 | 0,08 |
| | 9 | 1.476 | 13.253 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,7 | 0,11 |
| | 10 | 601 | 10.131 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,3 | 0,06 |
| | 11 | 1.665 | 18.491 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,9 | 0,09 |
| | 12 | 1.837 | 11.610 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,1 | 0,16 |
| | 13 | 47 | 3.336 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 33,8 | 0,01 |
| | 14 | 520 | 6.769 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 33,1 | 0,08 |
| | 15 | 956 | 4.131 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 31,2 | 0,23 |

Tabla 21. PANDEO LOCAL PORTICO B=E

| PORTICO | ELEMENTO | M1 | M2 | Lu | r= I/A | k | k*Lu/r | -12(M1/M | M1/M2 |
|---------|----------|-------|--------|-------|----------|---|--------|----------|-------|
| B=E | 1 | 4.565 | 2.853 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 40,0 | 1,60 |
| | 2 | 5.142 | 4.953 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 40,0 | 1,04 |
| | 3 | 1.853 | 7.691 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 31,1 | 0,24 |
| | 4 | 3.115 | 9.513 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 30,1 | 0,33 |
| | 5 | 5.120 | 17.746 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 30,5 | 0,29 |
| | 6 | 3.105 | 12.829 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 31,1 | 0,24 |
| | 7 | 2.059 | 12.174 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,0 | 0,17 |
| | 8 | 4.040 | 20.113 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 31,6 | 0,20 |
| | 9 | 3.661 | 15.064 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 31,1 | 0,24 |
| | 10 | 1.462 | 10.422 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,3 | 0,14 |
| | 11 | 4.041 | 19.934 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 31,6 | 0,20 |
| | 12 | 4.567 | 14.360 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 30,2 | 0,32 |
| | 13 | 25 | 3.459 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 33,9 | 0,01 |
| | 14 | 1.094 | 7.275 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 32,2 | 0,15 |
| | 15 | 2.319 | 4.361 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 27,6 | 0,53 |

Tabla 22. PANDEO LOCAL PORTICO C=D

| PORTICO | ELEMENTO | M1 | M2 | Lu | r= I/A | k | k*Lu/r | -12(M1/M | M1/M2 |
|---------|----------|-------|--------|-------|----------|---|--------|----------|-------|
| C=D | 1 | 4.396 | 1.473 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 40,0 | 2,98 |
| | 2 | 3.426 | 4.376 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 40,0 | 0,78 |
| | 3 | 83 | 7.586 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 33,9 | 0,01 |
| | 4 | 5.173 | 10.538 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 28,1 | 0,49 |
| | 5 | 3.278 | 16.211 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 31,6 | 0,20 |
| | 6 | 5.228 | 12.843 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 29,1 | 0,41 |
| | 7 | 4.304 | 13.457 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 30,2 | 0,32 |
| | 8 | 2.616 | 18.323 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,3 | 0,14 |
| | 9 | 5.477 | 15.124 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 29,7 | 0,36 |
| | 10 | 4.229 | 12.809 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 30,0 | 0,33 |
| | 11 | 2.616 | 17.612 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 32,2 | 0,15 |
| | 12 | 6.293 | 15.288 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 29,1 | 0,41 |
| | 13 | 1.365 | 3.938 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 29,8 | 0,35 |
| | 14 | 752 | 4.926 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 32,2 | 0,15 |
| | 15 | 2.931 | 4.711 | 2,295 | 0,144330 | 1 | 15,9 | 26,5 | 0,62 |

Tabla 23. PANDEO LOCAL PORTICO 1=2=3

| PORTICO | ELEMENTO | M1 | M2 | Lu | r= I/A | k | k*Lu/r | -12(M1/M | M1/M2 |
|---------|----------|-------|--------|-------|----------|---|--------|----------|-------|
| 1=2=3 | 1 | 731 | 1.689 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 28,8 | 0,43 |
| | 2 | 839 | 1.954 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 28,8 | 0,43 |
| | 3 | 3.003 | 5.019 | 2,395 | 0,202070 | 1 | 11,9 | 26,8 | 0,60 |
| | 4 | 2.830 | 6.307 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 28,6 | 0,45 |
| | 5 | 104 | 1.719 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,3 | 0,06 |
| | 6 | 177 | 2.219 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,0 | 0,08 |
| | 7 | 419 | 8.700 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,4 | 0,05 |
| | 8 | 659 | 13.960 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,4 | 0,05 |
| | 9 | 6.334 | 13.462 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 28,4 | 0,47 |
| | 10 | 7.193 | 14.282 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 28,0 | 0,50 |
| | 11 | 261 | 13.208 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,8 | 0,02 |
| | 12 | 311 | 8.189 | 2,220 | 0,202070 | 1 | 11,0 | 33,5 | 0,04 |
| | 13 | 497 | 11.847 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,5 | 0,04 |
| | 14 | 918 | 16.819 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,3 | 0,05 |
| | 15 | 5.700 | 16.494 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 29,9 | 0,35 |
| | 16 | 6.648 | 17.155 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 29,3 | 0,39 |
| | 17 | 219 | 16.004 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,8 | 0,01 |
| | 18 | 42 | 11.210 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 34,0 | 0,00 |
| | 19 | 145 | 9.539 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,8 | 0,02 |
| | 20 | 492 | 14.938 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,6 | 0,03 |
| | 21 | 6.233 | 17.607 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 29,8 | 0,35 |
| | 22 | 7.305 | 18.528 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 29,3 | 0,39 |
| | 23 | 170 | 13.918 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,9 | 0,01 |
| | 24 | 268 | 8.736 | 2,295 | 0,202070 | 1 | 11,4 | 33,6 | 0,03 |
| | 25 | 245 | 2.991 | 2,295 | 0,115470 | 1 | 19,9 | 33,0 | 0,08 |
| | 26 | 482 | 5.594 | 2,295 | 0,115470 | 1 | 19,9 | 33,0 | 0,09 |
| | 27 | 2.206 | 5.486 | 2,295 | 0,115470 | 1 | 19,9 | 29,2 | 0,40 |
| | 28 | 2.698 | 5.475 | 2,295 | 0,115470 | 1 | 19,9 | 40,0 | 0,49 |
| | 29 | 422 | 5.592 | 2,295 | 0,115470 | 1 | 19,9 | 33,1 | 0,08 |
| | 30 | 234 | 3.018 | 2,295 | 0,115470 | 1 | 19,9 | 33,1 | 0,08 |

FACTOR LOCAL DE AMPLIFICACION

C.10.11.9.2 las columnas deben diseñarse para la carga axial mayorada P_u y el momento amplificado por los efectos de pandeo local M_c
NSR-98 utilizando el coeficiente de amplificación por efectos locales de pandeo d_L .

$$M_c = d_L M_2$$

$$d_L = \frac{C_m}{(1 - P_u / 0.75 P_c)} \geq 1.0$$

$$P_c = \frac{2 \pi^2 EI}{(k l_u)^2} \text{ carga crítica de la columna}$$

$$EI = \frac{.4 E c I_g}{(1 + B_d)} \text{ rigidez para el calculo de la carga crítica}$$

$$C_m = .6 + .4 (M_1 / M_2) \geq .4 \quad \text{C.10.11.9.3}$$

$$M_2 > M_{2min} = P_u (15 + .03 h) \quad \text{C.10.11.9.4}$$

Tabla 24. AMPLIFICACION DE MOMENTOS PORTICO A=F

| PORTICO | ELEMENTO | d | Ec(kg/cm ²) | Ig(cm ⁴) | Ei(kg-cm ²) | k | Lu(cm) | Pc(ton) | Pu(ton) | M1(kg-m) | M2(kg-m) | Cm=-6+4(M1/M2) | M2(min) | i=Cm/(1-(Pu/(.75*Po)))> | dL | Mc(kg-m) |
|---------|----------|------|-------------------------|----------------------|-------------------------|---|--------|---------|---------|----------|----------|----------------|---------|-------------------------|----|----------|
| A=F | 1 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 79,93 | 1.879 | 1.771 | 0,70 | 7.361 | 0,71 | 1 | 7.361 |
| | 2 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 48,30 | 2.119 | 4.512 | 0,79 | 4.449 | 0,79 | 1 | 4.512 |
| | 3 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 94,40 | 778 | 4.384 | 0,64 | 8.694 | 0,64 | 1 | 4.384 |
| | 4 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 59,44 | 1.277 | 9.657 | 0,65 | 5.474 | 0,66 | 1 | 9.657 |
| | 5 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 35,40 | 2.106 | 17.656 | 0,65 | 3.260 | 0,65 | 1 | 17.656 |
| | 6 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 72,23 | 1.248 | 10.376 | 0,65 | 6.653 | 0,65 | 1 | 10.376 |
| | 7 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 36,79 | 843 | 12.439 | 0,63 | 3.388 | 0,63 | 1 | 12.439 |
| | 8 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 22,09 | 1.666 | 19.819 | 0,63 | 2.035 | 0,63 | 1 | 19.819 |
| | 9 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 47,67 | 1.476 | 13.253 | 0,64 | 4.391 | 0,65 | 1 | 13.253 |
| | 10 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 17,16 | 601 | 10.131 | 0,62 | 1.581 | 0,62 | 1 | 10.131 |
| | 11 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 10,42 | 1.665 | 18.491 | 0,64 | 959 | 0,64 | 1 | 18.491 |
| | 12 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 24,56 | 1.837 | 11.610 | 0,66 | 2.262 | 0,66 | 1 | 11.610 |
| | 13 | 0,40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 3,49 | 47 | 3.336 | 0,61 | 327 | 0,61 | 1 | 3.336 |
| | 14 | 0,40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 2,16 | 520 | 6.769 | 0,63 | 202 | 0,63 | 1 | 6.769 |
| | 15 | 0,40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 5,66 | 956 | 4.131 | 0,69 | 529 | 0,69 | 1 | 4.131 |

Tabla 25. AMPLIFICACION DE MOMENTOS PORTICO B=E

| PORTICO | ELEMENTO | d | Ec(kg/cm ²) | Ig(cm ⁴) | Ei(kg-cm ²) | k | Lut(cm) | Pc(ton) | Pu(ton) | M1(kg-m) | M2(kg-m) | Cm=-.6+.4(M1/M2) | M2(min) | i=Cm/(1-Pu/.75*Pc)>1 | L | Mc(kg-m) |
|---------|----------|------|-------------------------|----------------------|-------------------------|---|---------|---------|---------|----------|----------|------------------|---------|----------------------|---|----------|
| B=E | 1 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 82,877 | 4.565 | 2.853 | 0,81 | 8.743 | 0,40 | 1 | 8.743 |
| | 2 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 78,191 | 5.142 | 4.953 | 0,85 | 8.269 | 0,40 | 1 | 8.269 |
| | 3 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 141,166 | 1.853 | 7.691 | 0,65 | 14.928 | 0,66 | 1 | 14.928 |
| | 4 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 61,205 | 3.115 | 9.513 | 0,73 | 5.637 | 0,73 | 1 | 9.513 |
| | 5 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 59,322 | 5.120 | 17.746 | 0,72 | 5.464 | 0,72 | 1 | 17.746 |
| | 6 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 108,252 | 3.105 | 12.829 | 0,72 | 9.970 | 0,73 | 1 | 9.970 |
| | 7 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 38,129 | 2.059 | 12.174 | 0,67 | 3.512 | 0,67 | 1 | 12.174 |
| | 8 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 40,132 | 4.040 | 20.113 | 0,68 | 3.696 | 0,68 | 1 | 20.113 |
| | 9 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 72,701 | 3.661 | 15.064 | 0,70 | 6.696 | 0,70 | 1 | 15.064 |
| | 10 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 18,102 | 1.462 | 10.422 | 0,66 | 1.667 | 0,66 | 1 | 10.422 |
| | 11 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 20,88 | 4.041 | 19.934 | 0,68 | 1.923 | 0,68 | 1 | 19.934 |
| | 12 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 38,429 | 4.567 | 14.360 | 0,73 | 3.539 | 0,73 | 1 | 14.360 |
| | 13 | 0,40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 3.625 | 25 | 3.459 | 0,60 | 339 | 0,60 | 1 | 3.459 |
| | 14 | 0,40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 4.307 | 1.094 | 7.275 | 0,66 | 403 | 0,66 | 1 | 7.275 |
| | 15 | 0,40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 8.219 | 2.319 | 4.361 | 0,81 | 769 | 0,81 | 1 | 4.361 |

Tabla 26. AMPLIFICACION DE MOMENTOS PORTICOS C=D

| PORTICO | ELEMENTO | d | $E_c(\text{kg/cm}^2)$ | $I_g(\text{cm}^4)$ | $E_I(\text{kg-cm}^2)$ | k | Lu(cm) | Pc(ton) | Pu(ton) | M1(kg-m) | M2(kg-m) | $\gamma_m = 6 + \frac{4(M1/M2)}{M2(\text{min})}$ | $j = C_m / (1 - P_u / (75 * P_c)) >$ | L | Mc(kg-m) |
|---------|----------|------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---|--------|---------|---------|----------|----------|--|--------------------------------------|---|----------|
| C=D | 1 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 113,988 | 4.396 | 1.473 | 0,75 | 0,75 | 1 | 12.054 |
| | 2 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 86,457 | 3.426 | 4.376 | 0,91 | 0,40 | 1 | 9.143 |
| | 3 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 141,25 | 83 | 7.586 | 0,60 | 0,61 | 1 | 14.937 |
| | 4 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 85,048 | 5.173 | 10.538 | 0,80 | 0,80 | 1 | 10.538 |
| | 5 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 66,204 | 3.278 | 16.211 | 0,68 | 0,68 | 1 | 16.211 |
| | 6 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 107,951 | 5.228 | 12.843 | 0,76 | 0,77 | 1 | 9.942 |
| | 7 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 54,677 | 4.304 | 13.457 | 0,73 | 0,73 | 1 | 13.457 |
| | 8 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 45,189 | 2.616 | 18.323 | 0,66 | 0,66 | 1 | 18.323 |
| | 9 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 72,479 | 5.477 | 15.124 | 0,74 | 0,75 | 1 | 15.124 |
| | 10 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 27,246 | 4.229 | 12.809 | 0,73 | 0,73 | 1 | 12.809 |
| | 11 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 23,783 | 2.616 | 17.612 | 0,66 | 0,66 | 1 | 17.612 |
| | 12 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 38,348 | 6.293 | 15.288 | 0,76 | 0,77 | 1 | 15.288 |
| | 13 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 5,015 | 1.365 | 3.938 | 0,74 | 0,74 | 1 | 3.938 |
| | 14 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 5,231 | 752 | 4.926 | 0,66 | 0,66 | 1 | 4.926 |
| | 15 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 8,009 | 2.931 | 4.711 | 0,85 | 0,85 | 1 | 4.711 |

Tabla 27. AMPLIFICACION DE MOMENTOS PORTICO 1

| PORTICO | ELEMENTO | d | Ec(kg/cm2) | Ig(cm4) | EI(kg-cm2) | k | Lu(cm) | Pc(ton) | Pu(ton) | M1(kg-m) | M2(kg-m) | M2(min) | $\mu = 6 + \frac{4(M1/M2)}{M2}$ | $\eta = \frac{Cm}{(1 - Pu / 75 * Pc)}$ | L | Mc(kg-m) |
|---------|----------|------|------------|---------------|----------------|---|--------|---------|---------|----------|----------|---------|---------------------------------|--|---|----------|
| 1 | 1 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 56.595 | 731 | 1.689 | 5.985 | 0.65 | 0.65 | 1 | 1.689 |
| | 2 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 38.473 | 839 | 1.954 | 4.069 | 0.77 | 0.77 | 1 | 1.954 |
| | 3 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 42.05 | 3.003 | 5.019 | 4.447 | 0.84 | 0.84 | 1 | 5.019 |
| | 4 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 56.536 | 2.830 | 6.307 | 5.207 | 0.78 | 0.78 | 1 | 6.307 |
| | 5 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 38.533 | 104 | 1.719 | 3.549 | 0.62 | 0.63 | 1 | 1.719 |
| | 6 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 53.057 | 177 | 2.219 | 4.887 | 0.63 | 0.64 | 1 | 2.219 |
| | 7 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 42.669 | 419 | 8.700 | 3.930 | 0.62 | 0.62 | 1 | 8.700 |
| | 8 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 28.525 | 659 | 13.960 | 2.627 | 0.62 | 0.62 | 1 | 13.960 |
| | 9 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 32.136 | 6.334 | 13.462 | 2.960 | 0.79 | 0.79 | 1 | 13.462 |
| | 10 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 42.779 | 7.193 | 14.282 | 3.940 | 0.80 | 0.80 | 1 | 14.282 |
| | 11 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 28.843 | 261 | 13.208 | 2.656 | 0.61 | 0.61 | 1 | 13.208 |
| | 12 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 40.06 | 311 | 8.189 | 3.690 | 0.62 | 0.62 | 1 | 8.189 |
| | 13 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 26.562 | 497 | 11.847 | 2.486 | 0.62 | 0.62 | 1 | 11.847 |
| | 14 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 17.518 | 918 | 16.819 | 1.640 | 0.62 | 0.62 | 1 | 16.819 |
| | 15 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 21.88 | 5.700 | 16.494 | 2.048 | 0.74 | 0.74 | 1 | 16.494 |
| | 16 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 29.146 | 6.648 | 17.155 | 2.728 | 0.76 | 0.76 | 1 | 17.155 |
| | 17 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 17.918 | 219 | 16.004 | 1.677 | 0.61 | 0.61 | 1 | 16.004 |
| | 18 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 24.978 | 42 | 11.210 | 2.338 | 0.60 | 0.60 | 1 | 11.210 |
| | 19 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 12.824 | 145 | 9.539 | 1.200 | 0.61 | 0.61 | 1 | 9.539 |
| | 20 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 8.334 | 492 | 14.938 | 780 | 0.61 | 0.61 | 1 | 14.938 |
| | 21 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 11.912 | 6.233 | 17.607 | 1.115 | 0.74 | 0.74 | 1 | 17.607 |
| | 22 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 15.59 | 7.305 | 18.528 | 1.459 | 0.76 | 0.76 | 1 | 18.528 |
| | 23 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 8.699 | 170 | 13.918 | 814 | 0.60 | 0.61 | 1 | 13.918 |
| | 24 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 12.209 | 268 | 8.736 | 1.143 | 0.61 | 0.61 | 1 | 8.736 |
| | 25 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.864 | 245 | 2.991 | 268 | 0.63 | 0.63 | 1 | 2.991 |
| | 26 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 1.89 | 482 | 5.594 | 177 | 0.63 | 0.63 | 1 | 5.594 |
| | 27 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.02 | 2.206 | 5.486 | 189 | 0.76 | 0.76 | 1 | 5.486 |
| | 28 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.125 | 2.698 | 5.475 | 199 | 0.80 | 0.40 | 1 | 5.475 |
| | 29 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.12 | 422 | 5.592 | 198 | 0.63 | 0.63 | 1 | 5.592 |
| | 30 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.879 | 234 | 3.018 | 269 | 0.63 | 0.63 | 1 | 3.018 |

Tabla 28. AMPLIFICACION DE MOMENTOS PORTICO 2

| PORTICO | ELEMENTO | d | Ec(kg/cm2) | Ig(cm4) | Ei(kg-cm2) | k | Lu(cm) | Pc(ton) | Pu(ton) | M1(kg-m) | M2(kg-m) | $\gamma m = 6 + 4(M1/M2)$ | M2(min) | $j = Cm / (1 - Pu / .75 * Pc) >$ | L | Mc(kg-m) |
|---------|----------|------|------------|---------------|----------------|---|--------|---------|---------|----------|----------|---------------------------|---------|----------------------------------|---|----------|
| 2 | 1 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 52.312 | 120 | 1.543 | 0.61 | 5.532 | 0.61 | 1 | 1.543 |
| | 2 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 36.807 | 182 | 1.860 | 0.64 | 3.892 | 0.64 | 1 | 1.860 |
| | 3 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 20.278 | 214 | 1.696 | 0.65 | 2.144 | 0.65 | 1 | 1.696 |
| | 4 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 19.924 | 214 | 1.780 | 0.65 | 1.835 | 0.65 | 1 | 1.780 |
| | 5 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 35.665 | 182 | 1.501 | 0.65 | 3.285 | 0.65 | 1 | 1.501 |
| | 6 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 239.5 | 14.056 | 50.817 | 120 | 1.894 | 0.63 | 4.680 | 0.63 | 1 | 1.894 |
| | 7 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 39.341 | 142 | 8.205 | 0.61 | 3.623 | 0.61 | 1 | 8.205 |
| | 8 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 27.188 | 317 | 13.091 | 0.61 | 2.504 | 0.61 | 1 | 13.091 |
| | 9 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 15.777 | 454 | 9.036 | 0.62 | 1.453 | 0.62 | 1 | 9.036 |
| | 10 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 15.537 | 454 | 8.889 | 0.62 | 1.431 | 0.62 | 1 | 8.889 |
| | 11 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 26.5 | 317 | 12.622 | 0.61 | 2.441 | 0.61 | 1 | 12.622 |
| | 12 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 38.413 | 142 | 7.827 | 0.61 | 3.538 | 0.61 | 1 | 7.827 |
| | 13 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 24.4 | 202 | 10.954 | 0.61 | 2.284 | 0.61 | 1 | 10.954 |
| | 14 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 16.632 | 366 | 15.420 | 0.61 | 1.557 | 0.61 | 1 | 15.420 |
| | 15 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 10.791 | 435 | 12.101 | 0.61 | 1.010 | 0.61 | 1 | 12.101 |
| | 16 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 10.664 | 435 | 11.945 | 0.61 | 998 | 0.62 | 1 | 11.945 |
| | 17 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 16.339 | 366 | 14.975 | 0.61 | 1.529 | 0.61 | 1 | 14.975 |
| | 18 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 23.981 | 202 | 10.584 | 0.61 | 2.245 | 0.61 | 1 | 10.584 |
| | 19 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 11.702 | 172 | 8.937 | 0.61 | 1.095 | 0.61 | 1 | 8.937 |
| | 20 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 7.892 | 359 | 13.888 | 0.61 | 739 | 0.61 | 1 | 13.888 |
| | 21 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 6.039 | 448 | 10.766 | 0.62 | 565 | 0.62 | 1 | 10.766 |
| | 22 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 6.008 | 448 | 10.544 | 0.62 | 562 | 0.62 | 1 | 10.544 |
| | 23 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 7.918 | 359 | 13.260 | 0.61 | 741 | 0.61 | 1 | 13.260 |
| | 24 | 0.85 | 188.836 | 2.000.833.333 | 81.692.835.315 | 1 | 222.0 | 16.360 | 11.696 | 172 | 8.233 | 0.61 | 1.095 | 0.61 | 1 | 8.233 |
| | 25 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.562 | 126 | 2.644 | 0.62 | 240 | 0.62 | 1 | 2.644 |
| | 26 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 1.698 | 216 | 4.873 | 0.62 | 159 | 0.62 | 1 | 4.873 |
| | 27 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 1.806 | 273 | 4.420 | 0.62 | 169 | 0.62 | 1 | 4.420 |
| | 28 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 1.823 | 273 | 4.456 | 0.62 | 171 | 0.62 | 1 | 4.456 |
| | 29 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 1.84 | 216 | 5.059 | 0.62 | 172 | 0.62 | 1 | 5.059 |
| | 30 | 0.40 | 188.836 | 520.833.333 | 28.100.595.238 | 1 | 229.5 | 5.266 | 2.721 | 126 | 2.826 | 0.62 | 255 | 0.62 | 1 | 2.826 |

Tabla 29. AMPLIFICACION DE MOMENTOS PORTICO 3

| PORTICO | ELEMENTO | d | Ec(kg/cm2) | Ig(cm4) | EI(kg-cm2) | k | Lu(cm) | Pc(ton) | Pu(ton) | M1(kg-m) | M2(kg-m) | $\gamma m = 6 + 4(M1/M2)$ | M2(min) | $L = Cm / (1 - Pu / 75 * Pc)$ | L | Mc(kg-m) | |
|---------|----------|------|------------|---------------|----------------|----------------|--------|---------|---------|----------|----------|---------------------------|---------|-------------------------------|------|----------|-------|
| 3 | 1 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 55,433 | 1.036 | 1.604 | 0,67 | 5.862 | 0,67 | 1 | 1.604 | |
| | 2 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 37,296 | 1.168 | 1.973 | 0,84 | 3.944 | 0,84 | 1 | 1.973 | |
| | 3 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 55,929 | 4.398 | 6.769 | 0,86 | 5.914 | 0,86 | 1 | 6.769 | |
| | 4 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 77,574 | 4.138 | 9.179 | 0,78 | 7.145 | 0,79 | 1 | 9.179 | |
| | 5 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 38,048 | 247 | 1.796 | 0,66 | 3.504 | 0,66 | 1 | 1.796 | |
| | 6 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 239,5 | 14.056 | 51,033 | 325 | 2.235 | 0,66 | 4.700 | 0,66 | 1 | 2.235 | |
| | 7 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 41,733 | 568 | 8.554 | 0,63 | 3.844 | 0,63 | 1 | 8.554 | |
| | 8 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 27,64 | 829 | 13.714 | 0,62 | 2.546 | 0,63 | 1 | 13.714 | |
| | 9 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 42,271 | 9.273 | 15.234 | 0,84 | 3.893 | 0,85 | 1 | 15.234 | |
| | 10 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 58,492 | 10.562 | 16.543 | 0,86 | 5.387 | 0,86 | 1 | 16.543 | |
| | 11 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 28,54 | 550 | 12.856 | 0,62 | 2.629 | 0,62 | 1 | 12.856 | |
| | 12 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 38,448 | 538 | 8.000 | 0,63 | 3.541 | 0,63 | 1 | 8.000 | |
| | 13 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 25,901 | 643 | 11.729 | 0,62 | 2.424 | 0,62 | 1 | 11.729 | |
| | 14 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 16,95 | 1.193 | 16.679 | 0,63 | 1.587 | 0,63 | 1 | 16.679 | |
| | 15 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 28,775 | 8.329 | 18.044 | 0,78 | 2.693 | 0,79 | 1 | 18.044 | |
| | 16 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 39,588 | 9.753 | 19.114 | 0,80 | 3.705 | 0,81 | 1 | 19.114 | |
| | 17 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 17,762 | 145 | 15.685 | 0,60 | 1.663 | 0,60 | 1 | 15.685 | |
| | 18 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 23,871 | 164 | 10.963 | 0,61 | 2.234 | 0,61 | 1 | 10.963 | |
| | 19 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 12,437 | 126 | 9.389 | 0,61 | 1.164 | 0,61 | 1 | 9.389 | |
| | 20 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 8,021 | 547 | 14.634 | 0,61 | 751 | 0,62 | 1 | 14.634 | |
| | 21 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 15,365 | 9.132 | 20.462 | 0,78 | 1.438 | 0,78 | 1 | 20.462 | |
| | 22 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 20,795 | 10.743 | 21.955 | 0,80 | 1.946 | 0,80 | 1 | 21.955 | |
| | 23 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 8,611 | 445 | 13.794 | 0,61 | 806 | 0,61 | 1 | 13.794 | |
| | 24 | 0,85 | 188.836 | 2.000.833,333 | 81.692.835.315 | 1 | 222,0 | 16.360 | 11,606 | 491 | 8.700 | 0,62 | 1.086 | 0,62 | 1 | 8.700 | |
| | 25 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 2.735 | 306 | 2.854 | 0,64 | 256 | 0,64 | 1 | 2.854 |
| | 26 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 1.841 | 620 | 5.458 | 0,65 | 172 | 0,65 | 1 | 5.458 |
| | 27 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 1.924 | 3.091 | 5.475 | 0,83 | 180 | 0,83 | 1 | 5.475 |
| | 28 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 2.016 | 3.824 | 5.424 | 0,88 | 189 | 0,40 | 1 | 5.424 |
| | 29 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 2.149 | 547 | 5.431 | 0,64 | 201 | 0,64 | 1 | 5.431 |
| | 30 | 0,40 | 188.836 | 520.833,333 | 28.100.595.238 | 28.100.595.238 | 1 | 229,5 | 5.266 | 2.726 | 302 | 2.859 | 0,64 | 255 | 0,64 | 1 | 2.859 |

Tabla 30. DIAGRAMA DE INTERACCION PARA COLUMNAS DEL PORTICO 1

| PORTICO | ELEMENTO | $P_u/(b \cdot h)$ | $M_u/(b \cdot h^2)$ | p | $A_s(\text{cm}^2)$ |
|---------|----------|-------------------|---------------------|------|--------------------|
| 1 | 1 | 11,55 | 0,49 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 2 | 7,85 | 0,57 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 3 | 8,58 | 1,46 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 4 | 11,54 | 1,84 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 5 | 7,86 | 0,50 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 6 | 10,83 | 0,65 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 7 | 8,71 | 2,54 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 8 | 5,82 | 4,07 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 9 | 6,56 | 3,92 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 10 | 8,73 | 4,16 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 11 | 5,89 | 3,85 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 12 | 8,18 | 2,39 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 13 | 5,42 | 3,45 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 14 | 3,58 | 4,90 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 15 | 4,47 | 4,81 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 16 | 5,95 | 5,00 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 17 | 3,66 | 4,67 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 18 | 5,10 | 3,27 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 19 | 2,62 | 2,78 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 20 | 1,70 | 4,36 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 21 | 2,43 | 5,13 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 22 | 3,18 | 5,40 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 23 | 1,78 | 4,06 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 24 | 2,49 | 2,55 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 25 | 1,15 | 2,39 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 26 | 0,76 | 4,48 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 27 | 0,81 | 4,39 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 28 | 0,85 | 4,38 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 29 | 0,85 | 4,47 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 30 | 1,15 | 2,41 | 0,01 | 4#7+4#6 |

Tabla 31. DIAGRAMA DE INTERACCION PARA COLUMNAS DEL PORTICO 2

| PORTICO | ELEMENTO | $P_u/(b \cdot h)$ | $M_u/(b \cdot h^2)$ | p | $A_s(\text{cm}^2)$ |
|---------|----------|-------------------|---------------------|------|--------------------|
| 2 | 1 | 10,68 | 0,45 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 2 | 7,51 | 0,54 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 3 | 4,14 | 0,49 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 4 | 4,07 | 0,52 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 5 | 7,28 | 0,44 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 6 | 10,37 | 0,55 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 7 | 8,03 | 2,39 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 8 | 5,55 | 3,82 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 9 | 3,22 | 2,63 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 10 | 3,17 | 2,59 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 11 | 5,41 | 3,68 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 12 | 7,84 | 2,28 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 13 | 4,98 | 3,19 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 14 | 3,39 | 4,50 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 15 | 2,20 | 3,53 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 16 | 2,18 | 3,48 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 17 | 3,33 | 4,37 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 18 | 4,89 | 3,09 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 19 | 2,39 | 2,61 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 20 | 1,61 | 4,05 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 21 | 1,23 | 3,14 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 22 | 1,23 | 3,07 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 23 | 1,62 | 3,87 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 24 | 2,39 | 2,40 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 25 | 1,02 | 2,12 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 26 | 0,68 | 3,90 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 27 | 0,72 | 3,54 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 28 | 0,73 | 3,56 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 29 | 0,74 | 4,05 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 30 | 1,09 | 2,26 | 0,01 | 4#7+4#6 |

Tabla 32. DIAGRAMA DE INTERACCION PARA COLUMNAS DEL PORTICO 3

| PORTICO | ELEMENTO | $P_u/(b \cdot h)$ | $M_u/(b \cdot h^2)$ | p | $A_s(\text{cm}^2)$ |
|---------|----------|-------------------|---------------------|------|--------------------|
| 3 | 1 | 11,31 | 0,47 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 2 | 7,61 | 0,58 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 3 | 11,41 | 1,97 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 4 | 15,83 | 2,68 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 5 | 7,76 | 0,52 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 6 | 10,41 | 0,65 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 7 | 8,52 | 2,49 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 8 | 5,64 | 4,00 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 9 | 8,63 | 4,44 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 10 | 11,94 | 4,82 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 11 | 5,82 | 3,75 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 12 | 7,85 | 2,33 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 13 | 5,29 | 3,42 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 14 | 3,46 | 4,86 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 15 | 5,87 | 5,26 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 16 | 8,08 | 5,57 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 17 | 3,62 | 4,57 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 18 | 4,87 | 3,20 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 19 | 2,54 | 2,74 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 20 | 1,64 | 4,27 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 21 | 3,14 | 5,97 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 22 | 4,24 | 6,40 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 23 | 1,76 | 4,02 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 24 | 2,37 | 2,54 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 25 | 1,09 | 2,28 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 26 | 0,74 | 4,37 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 27 | 0,77 | 4,38 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 28 | 0,81 | 4,34 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 29 | 0,86 | 4,34 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 30 | 1,09 | 2,29 | 0,01 | 4#7+4#6 |

Tabla 33. DIAGRAMAS DE INTERACCION PARA COLUMNAS DEL PORTICO A=F

| PORTICO | ELEMENTO | $P_u/(b \cdot h)$ | $M_u/(b \cdot h^2)$ | ρ | $A_s(\text{cm}^2)$ |
|---------|----------|-------------------|---------------------|--------|--------------------|
| A=F | 1 | 16,31 | 2,15 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 2 | 9,86 | 1,32 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 3 | 19,26 | 1,28 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 4 | 12,13 | 2,82 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 5 | 7,22 | 5,15 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 6 | 14,74 | 3,03 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 7 | 7,51 | 3,63 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 8 | 4,51 | 5,78 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 9 | 9,73 | 3,86 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 10 | 3,50 | 2,95 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 11 | 2,13 | 5,39 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 12 | 5,01 | 3,38 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 13 | 1,40 | 2,67 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 14 | 0,87 | 5,42 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 15 | 2,26 | 3,30 | 0,01 | 4#7+4#6 |

Tabla 34. DIAGRAMAS DE INTERACCION PARA COLUMNAS DEL PORTICO B=E

| PORTICO | ELEMENTO | $P_u/(b \cdot h)$ | $M_u/(b \cdot h^2)$ | ρ | $A_s(\text{cm}^2)$ |
|---------|----------|-------------------|---------------------|--------|--------------------|
| B=E | 1 | 16,87 | 2,55 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 2 | 15,96 | 2,41 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 3 | 28,81 | 4,35 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 4 | 12,49 | 2,77 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 5 | 12,11 | 5,17 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 6 | 22,09 | 2,91 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 7 | 7,78 | 3,55 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 8 | 8,19 | 5,86 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 9 | 14,84 | 4,39 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 10 | 3,69 | 3,04 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 11 | 4,26 | 5,81 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 12 | 7,84 | 4,19 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 13 | 1,45 | 2,77 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 14 | 1,72 | 5,82 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 15 | 3,29 | 3,49 | 0,01 | 4#7+4#6 |

Tabla 35. DIAGRAMAS DE INTERACCION PARA COLUMNAS DEL PORTICO C=D

| PORTICO | ELEMENTO | $P_u/(b \cdot h)$ | $M_u/(b \cdot h^2)$ | ρ | $A_s(\text{cm}^2)$ |
|---------|----------|-------------------|---------------------|--------|--------------------|
| C=D | 1 | 23,26 | 3,51 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 2 | 17,64 | 2,67 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 3 | 28,83 | 4,35 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 4 | 17,36 | 3,07 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 5 | 13,51 | 4,73 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 6 | 22,03 | 2,90 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 7 | 11,16 | 3,92 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 8 | 9,22 | 5,34 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 9 | 14,79 | 4,41 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 10 | 5,56 | 3,73 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 11 | 4,85 | 5,13 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 12 | 7,83 | 4,46 | 0,01 | 4#8+8#7 |
| | 13 | 2,01 | 3,15 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 14 | 2,09 | 3,94 | 0,01 | 4#7+4#6 |
| | 15 | 3,20 | 3,77 | 0,01 | 4#7+4#6 |

| Tabla 36. CARGAS Y MOMENTOS PARA LA CIMENTACION | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------|----------|-----------|-----------|
| EJE | CARGA DE SERVICIO (CM+CV) de servicio | | MOMENTOS | | |
| ZAPATA | EJE-Y(kgf) | EJE-X(kgf) | kgf | My(kgf-m) | Mx(kgf-m) |
| A-1 | 17.416 | 3.410 | 20.826 | 33.596 | 31.536 |
| A-2 | 32.486 | 2.595 | 35.081 | 36.204 | 29.321 |
| A-3 | 46.535 | 3.815 | 50.350 | 31.913 | 31.036 |
| B-1 | 22.066 | 5.742 | 27.808 | 34.428 | 32.924 |
| B-2 | 57.651 | 6.042 | 63.693 | 37.201 | 30.583 |
| B-3 | 91.658 | 5.599 | 97.257 | 31.568 | 32.400 |
| C-1 | 55.297 | 29.547 | 84.844 | 32.161 | 32.341 |
| C-2 | 63.384 | 9.959 | 73.343 | 33.612 | 28.510 |
| C-3 | 18.108 | 39.215 | 57.323 | 28.207 | 32.658 |
| D-1 | 55.297 | 39.641 | 94.938 | 32.161 | 31.628 |
| D-2 | 63.384 | 9.959 | 73.343 | 33.612 | 27.947 |
| D-3 | 18.108 | 54.298 | 72.406 | 28.207 | 31.886 |
| E-1 | 22.066 | 6.855 | 28.921 | 34.428 | 30.873 |
| E-2 | 57.651 | 6.042 | 63.693 | 37.201 | 29.131 |
| E-3 | 91.658 | 7.263 | 98.921 | 31.568 | 30.220 |
| F-1 | 17.416 | 1.855 | 19.271 | 33.596 | 29.166 |
| F-2 | 32.486 | 2.595 | 35.081 | 36.204 | 27.426 |
| F-3 | 46.535 | 1.490 | 48.025 | 31.913 | 28.561 |

8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

Aunque el edificio no sufrió daños estructurales producidos por algún tipo de asentamiento, se diseña una cimentación que soporte la estructura de pórticos que se le impone, debido a que la cimentación es solo para muros estructurales.

En este caso, se utiliza un programa desarrollado por alumnos de la Universidad Nacional de Medellín llamado **ISE 93 “ INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA”** (ver software ISE – 93 de Juan Diego Rodríguez M. Universidad Nacional de Colombia Medellín 2001) mediante el método de zapata continua, en este caso los pórticos se comportan de igual manera por parejas así: el pórtico A=F, B=E y C=D.

El programa permite diseñar la cimentación, a partir del conocimiento de la geometría de un edificio y las características del suelo. En nuestro caso se tiene la carga en cada uno de los pórticos y la capacidad última del suelo. Mediante la teoría de Interacción Suelo – Estructura, se determina el refuerzo y las dimensiones mínimas del cimiento para que los asentamientos se localicen dentro de límites permisibles.

Para este caso se analizan tres(3) zapatas continuas que son válidas para los seis(6) pórticos, cada uno de ellos en parejas debido a la simetría que se logra establecer en el diseño.

Se nota claramente en las figuras referidas a los esfuerzos y deformaciones del suelo, que aunque la cimentación se localiza dentro de los intervalos de asentamientos permisibles, la zona bajo la columna junto al voladizo es la que recibe mayores esfuerzos. El hecho de seleccionar una cimentación de espesor considerable ($h=0.6$ m para los pórticos A,B,E,F y $h= 0.7$ m para los pórticos C,D), hace que se instale el refuerzo mínimo, para absorber esfuerzos producidos por momentos, mientras que para el esfuerzo cortante, en la gran mayoría de los casos no se requiere refuerzo.

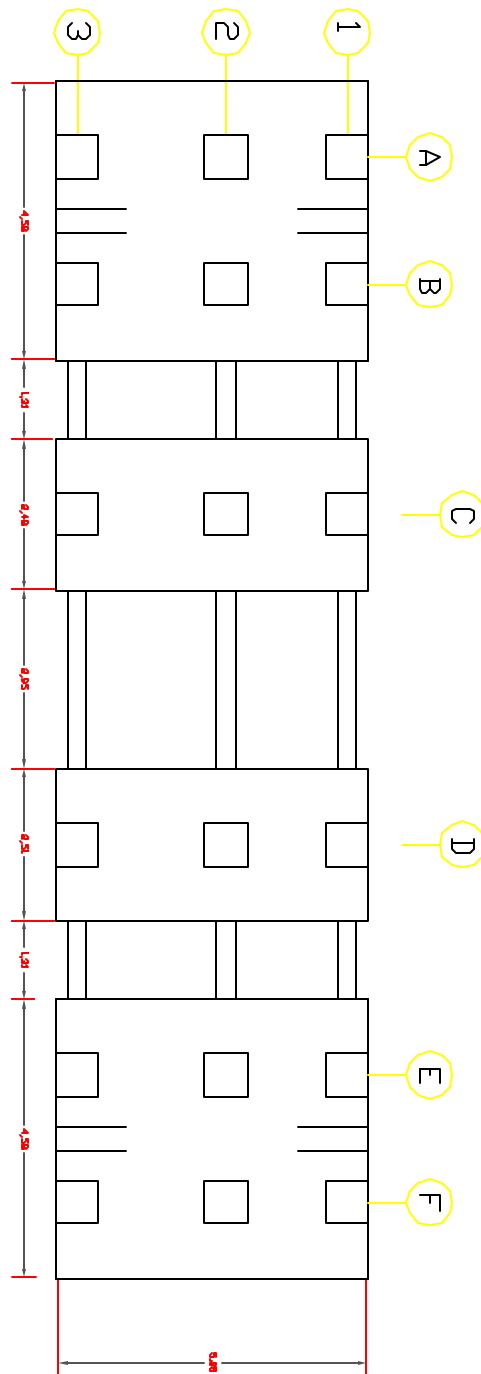


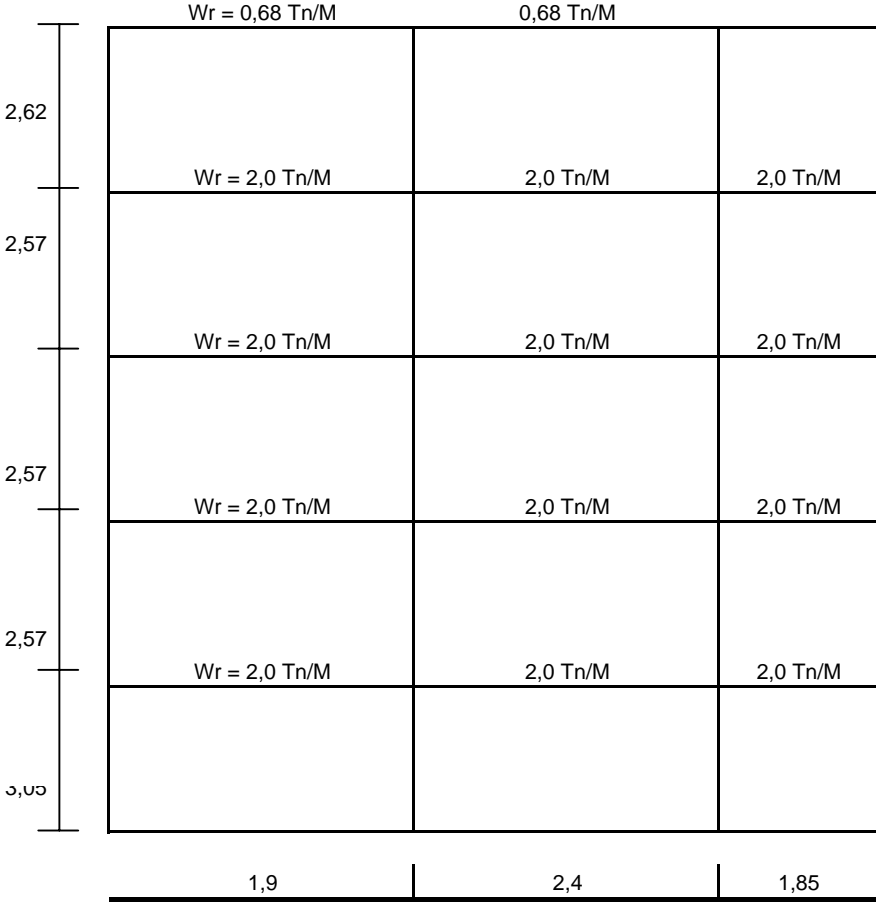
Figura 12. PROPUESTA CIMENTACION DE LOS PORTICOS

DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Para este caso haremos uso del programa "INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA
"ISE - 93", el cual permitirá el diseño mediante zapata continua.

Los datos suministrados serán los siguientes:
Como existe simetría, se diseña unicamente para los pórticos A, B, C

Figura 13. Pórtico A=F



MÉTODO GRAL DE INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA

NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN EDIFICIO HZ. PÓRTICO A=F

UNIDADES USADAS: Toneladas-Metros-Radianes

Tabla 37. DATOS DE LA ESTRUCTURA (INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA) PÓRTICO A=F

NUMERO DE ELEMENTOS = 41
NUMERO DE NUDOS = 32
NUMERO DE RESTRICCIONES = 12
NUMERO DE NUDOS RESTRINGIDOS= 12

| NUDO | COORDENADA-X | COORDENADA-Y | REST-X | REST-Y | REST-Z |
|------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0.24 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0.72 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1.20 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1.67 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 2.15 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 2.63 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 3.11 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 3.58 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 4.06 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 4.54 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 4.78 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 0.24 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 2.14 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 4.54 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 6.39 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0.24 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 2.14 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 4.54 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 6.39 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0.24 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 2.14 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 4.54 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 6.39 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0.24 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 2.14 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 4.54 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 6.39 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0.24 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 2.14 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 4.54 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 6.39 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |

| ELMTO | N.I | N.F | MOD ELAST | ÁREA SECCIÓN | MTO.INERCIA | LONGITUD | CX | CY |
|-------|-----|-----|------------|--------------|-------------|----------|--------|-------|
| 1 | 1 | 2 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.24 | 1.000 | 0.000 |
| 2 | 2 | 3 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 3 | 3 | 4 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 4 | 4 | 5 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 5 | 5 | 6 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 6 | 6 | 7 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 7 | 7 | 8 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 8 | 8 | 9 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 9 | 9 | 10 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 10 | 10 | 11 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 11 | 11 | 12 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.24 | 1.000 | 0.000 |
| 12 | 2 | 13 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | 0.000 | 1.000 |
| 13 | 6 | 14 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | -0.004 | 1.000 |
| 14 | 11 | 15 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | -0.000 | 1.000 |
| 15 | 13 | 17 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | 14 | 18 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 17 | 15 | 19 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 18 | 17 | 21 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 19 | 18 | 22 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 20 | 19 | 23 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 21 | 21 | 25 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 22 | 22 | 26 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 23 | 23 | 27 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 24 | 25 | 29 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 25 | 26 | 30 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 26 | 27 | 31 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 27 | 13 | 14 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 28 | 14 | 15 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 29 | 15 | 16 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 30 | 17 | 18 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 31 | 18 | 19 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 32 | 19 | 20 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 33 | 21 | 22 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 34 | 22 | 23 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 35 | 23 | 24 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 36 | 25 | 26 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 37 | 26 | 27 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 38 | 27 | 28 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 39 | 29 | 30 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 40 | 30 | 31 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 41 | 31 | 32 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |

DATOS DEL SUELO (ANÁLISIS EDIFICIO HZ. PÓRTICO A=F)

NUMERO DE ESTRATOS = 4

NUMERO DE DOVELAS =10

CAPACIDAD ULT [T/m²] = 37.50

| ESTRATO | ESPESOR | M _v [m ² /T] | ALFA [m ³ /T] | PROFUNDIDAD 1/2 |
|---------|---------|------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 0.25 |
| 2 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 0.75 |
| 3 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 1.25 |
| 4 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 1.75 |

DIMENSIONES DE LAS DOVELAS

| DOVELA | LONGITUD | ANCHO |
|--------|----------|-------|
| 1 | 0.48 | 2.50 |
| 2 | 0.48 | 2.50 |
| 3 | 0.48 | 2.50 |
| 4 | 0.48 | 2.50 |
| 5 | 0.48 | 2.50 |
| 6 | 0.48 | 2.50 |
| 7 | 0.48 | 2.50 |
| 8 | 0.48 | 2.50 |
| 9 | 0.48 | 2.50 |
| 10 | 0.48 | 2.50 |

DATOS DE CARGA (CARGAS: LIVE+DEAD)

NUMERO DE NUDOS CARGADOS = 0
NUMERO DE ELEMENTOS CARGADOS= 15

FUERZAS DE EMPOTRAMIENTO

| ELEMENTO | ACCIÓN 1 | ACCIÓN 2 | ACCIÓN 3 | ACCIÓN 4 | ACCIÓN 5 | ACCIÓN 6 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 2 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 3 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 4 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 5 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 6 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 7 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 8 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 9 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 10 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 11 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 12 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 13 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 14 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 15 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 16 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 17 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 18 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 19 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 20 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 21 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 22 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 23 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 24 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 25 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 26 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 27 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | 0.60E+00 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | -0.60E+00 |
| 28 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | 0.96E+00 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | -0.96E+00 |
| 29 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | 0.57E+00 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | -0.57E+00 |
| 30 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | 0.60E+00 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | -0.60E+00 |
| 31 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | 0.96E+00 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | -0.96E+00 |
| 32 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | 0.57E+00 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | -0.57E+00 |

FUERZAS DE EMPOTRAMIENTO

| ELEMENTO | ACCIÓN 1 | ACCIÓN 2 | ACCIÓN 3 | ACCIÓN 4 | ACCIÓN 5 | ACCIÓN 6 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 33 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | 0.60E+00 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | -0.60E+00 |
| 34 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | 0.96E+00 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | -0.96E+00 |
| 35 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | 0.57E+00 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | -0.57E+00 |
| 36 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | 0.60E+00 | 0.00E+00 | 1.90E+00 | -0.60E+00 |
| 37 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | 0.96E+00 | 0.00E+00 | 2.40E+00 | -0.96E+00 |
| 38 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | 0.57E+00 | 0.00E+00 | 1.85E+00 | -0.57E+00 |
| 39 | 0.00E+00 | 0.65E+00 | 0.20E+00 | 0.00E+00 | 0.65E+00 | -0.20E+00 |
| 40 | 0.00E+00 | 0.82E+00 | 0.33E+00 | 0.00E+00 | 0.82E+00 | -0.33E+00 |
| 41 | 0.00E+00 | 0.63E+00 | 0.19E+00 | 0.00E+00 | 0.63E+00 | -0.19E+00 |

ACCIONES EN LOS NUDOS

| NUDO | ACCIÓN EN X | ACCIÓN EN Y | ACCIÓN EN Z |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 28 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 29 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 32 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RESULTADOS

DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS

| NUDO | DESP X | DESP Y | DESP Z |
|------|-----------|------------|------------|
| 1 | 0.000E+00 | -9.776E-05 | -2.314E-04 |
| 2 | 0.000E+00 | -1.533E-04 | -2.314E-04 |
| 3 | 0.000E+00 | -2.605E-04 | -2.206E-04 |
| 4 | 0.000E+00 | -3.665E-04 | -2.246E-04 |
| 5 | 0.000E+00 | -4.756E-04 | -2.312E-04 |
| 6 | 0.000E+00 | -5.852E-04 | -2.238E-04 |
| 7 | 0.000E+00 | -6.871E-04 | -2.141E-04 |
| 8 | 0.000E+00 | -7.984E-04 | -2.585E-04 |
| 9 | 0.000E+00 | -9.382E-04 | -3.282E-04 |
| 10 | 0.000E+00 | -1.111E-03 | -3.893E-04 |
| 11 | 0.000E+00 | -1.302E-03 | -4.012E-04 |
| 12 | 0.000E+00 | -1.399E-03 | -4.012E-04 |
| 13 | 1.026E-03 | -1.841E-04 | -3.973E-04 |
| 14 | 1.030E-03 | -7.219E-04 | -3.896E-04 |
| 15 | 1.041E-03 | -1.503E-03 | -3.938E-04 |
| 16 | 1.041E-03 | -3.460E-03 | -1.279E-03 |
| 17 | 2.109E-03 | -2.039E-04 | -4.381E-04 |
| 18 | 2.109E-03 | -8.119E-04 | -4.266E-04 |
| 19 | 2.107E-03 | -1.634E-03 | -4.659E-04 |
| 20 | 2.107E-03 | -3.724E-03 | -1.351E-03 |
| 21 | 3.282E-03 | -2.179E-04 | -4.655E-04 |
| 22 | 3.282E-03 | -8.744E-04 | -4.573E-04 |
| 23 | 3.280E-03 | -1.726E-03 | -4.866E-04 |
| 24 | 3.280E-03 | -3.855E-03 | -1.372E-03 |
| 25 | 4.503E-03 | -2.261E-04 | -4.740E-04 |
| 26 | 4.504E-03 | -9.097E-04 | -4.563E-04 |
| 27 | 4.510E-03 | -1.780E-03 | -5.173E-04 |
| 28 | 4.510E-03 | -3.965E-03 | -1.403E-03 |
| 29 | 5.745E-03 | -2.300E-04 | -4.580E-04 |
| 30 | 5.746E-03 | -9.272E-04 | -4.226E-04 |
| 31 | 5.753E-03 | -1.807E-03 | -5.173E-04 |
| 32 | 5.753E-03 | -3.543E-03 | -1.079E-03 |

DESPLAZAMIENTOS Y REACCIONES DEL SUELO

| DOVELA | DESP | REACCIONES [T] | Q .LIN [T/m] | Q .DIST [T/m ²] |
|--------|------------|----------------|--------------|-----------------------------|
| 1 | -1.533E-04 | 0.907E+00 | 1.89 | 0.76 |
| 2 | -2.605E-04 | 1.795E+00 | 3.74 | 1.50 |
| 3 | -3.665E-04 | 2.521E+00 | 5.25 | 2.10 |
| 4 | -4.756E-04 | 3.311E+00 | 6.90 | 2.76 |
| 5 | -5.852E-04 | 4.141E+00 | 8.63 | 3.45 |
| 6 | -6.871E-04 | 4.747E+00 | 9.89 | 3.96 |
| 7 | -7.984E-04 | 5.422E+00 | 11.30 | 4.52 |
| 8 | -9.382E-04 | 6.498E+00 | 13.54 | 5.42 |
| 9 | -1.111E-03 | 7.873E+00 | 16.40 | 6.56 |
| 10 | -1.302E-03 | 16.166E+00 | 33.68 | 13.47 |

ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA SUPERESTRUCTURA

| ELMTO | N. I | N. F | AXIAL | N. I | CORT | N. I | MOMEN | N. I | AXIAL | N. F | CORT | N. F | MOMEN | N. F |
|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|------|-------|------|
| 12 | 2 | 13 | 4.42 | | 0.51 | | 1.75 | | -4.42 | | -0.51 | | -0.20 | |
| 13 | 6 | 14 | 20.18 | | 0.71 | | 2.06 | | -20.18 | | -0.71 | | 0.12 | |
| 14 | 11 | 15 | 28.79 | | -1.30 | | -2.02 | | -28.79 | | 1.30 | | -1.93 | |
| 15 | 13 | 17 | 3.39 | | 0.12 | | 0.44 | | -3.39 | | -0.12 | | -0.13 | |
| 16 | 14 | 18 | 15.33 | | 0.37 | | 0.74 | | -15.33 | | -0.37 | | 0.22 | |
| 17 | 15 | 19 | 22.36 | | -0.49 | | -0.13 | | -22.36 | | 0.49 | | -1.13 | |
| 18 | 17 | 21 | 2.38 | | 0.16 | | 0.39 | | -2.38 | | -0.16 | | 0.01 | |
| 19 | 18 | 22 | 10.65 | | 0.48 | | 0.83 | | -10.65 | | -0.48 | | 0.40 | |
| 20 | 19 | 23 | 15.75 | | -0.63 | | -0.67 | | -15.75 | | 0.63 | | -0.96 | |
| 21 | 21 | 25 | 1.40 | | 0.17 | | 0.27 | | -1.40 | | -0.17 | | 0.16 | |
| 22 | 22 | 26 | 6.02 | | 0.60 | | 0.77 | | -6.02 | | -0.60 | | 0.78 | |
| 23 | 23 | 27 | 9.07 | | -0.77 | | -0.78 | | -9.07 | | 0.77 | | -1.20 | |
| 24 | 25 | 29 | 0.33 | | 0.07 | | 0.06 | | -0.33 | | -0.07 | | 0.12 | |
| 25 | 26 | 30 | 1.50 | | 0.28 | | 0.31 | | -1.50 | | -0.28 | | 0.43 | |
| 26 | 27 | 31 | 2.35 | | -0.35 | | -0.46 | | -2.35 | | 0.35 | | -0.46 | |
| 27 | 13 | 14 | -0.39 | | 1.03 | | -0.24 | | 0.39 | | 2.77 | | -1.42 | |
| 28 | 14 | 15 | -0.80 | | 2.07 | | 0.57 | | 0.80 | | 2.73 | | -1.36 | |
| 29 | 15 | 16 | -0.00 | | 3.70 | | 3.42 | | 0.00 | | 0.00 | | -0.00 | |
| 30 | 17 | 18 | 0.04 | | 1.01 | | -0.26 | | -0.04 | | 2.79 | | -1.43 | |
| 31 | 18 | 19 | 0.14 | | 1.88 | | 0.38 | | -0.14 | | 2.92 | | -1.62 | |
| 32 | 19 | 20 | 0.00 | | 3.70 | | 3.42 | | 0.00 | | -0.00 | | 0.00 | |
| 33 | 21 | 22 | 0.01 | | 0.98 | | -0.28 | | -0.01 | | 2.82 | | -1.46 | |
| 34 | 22 | 23 | 0.14 | | 1.82 | | 0.29 | | -0.14 | | 2.98 | | -1.69 | |
| 35 | 23 | 24 | -0.00 | | 3.70 | | 3.42 | | 0.00 | | -0.00 | | 0.00 | |
| 36 | 25 | 26 | -0.10 | | 1.07 | | -0.21 | | 0.10 | | 2.73 | | -1.37 | |
| 37 | 26 | 27 | -0.42 | | 1.78 | | 0.28 | | 0.42 | | 3.02 | | -1.76 | |
| 38 | 27 | 28 | -0.00 | | 3.70 | | 3.42 | | 0.00 | | -0.00 | | 0.00 | |
| 39 | 29 | 30 | -0.07 | | 0.33 | | -0.12 | | 0.07 | | 0.96 | | -0.48 | |
| 40 | 30 | 31 | -0.35 | | 0.54 | | 0.05 | | 0.35 | | 1.09 | | -0.71 | |
| 41 | 31 | 32 | 0.00 | | 1.26 | | 1.16 | | 0.00 | | -0.00 | | 0.00 | |

ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA CIMENTACIÓN

| CS en X | VI | VD | MI | MD | WW | .LIN [T/m] | Q | .LIN [T/m] | P [T] | M [T*m] |
|---------|--------|--------|--------|--------|----|------------|---|------------|--------|---------|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 1.89 | 0.00 | 0.00 |
| 0.24 | 0.45 | -3.96 | 0.05 | -1.69 | | 0.00 | | 1.89 | -4.42 | -1.75 |
| 0.48 | -3.51 | -3.51 | -2.58 | -2.58 | | 0.00 | | 3.74 | 0.00 | 0.00 |
| 0.72 | -2.62 | -2.62 | -3.32 | -3.32 | | 0.00 | | 3.74 | 0.00 | 0.00 |
| 0.96 | -1.73 | -1.73 | -3.83 | -3.83 | | 0.00 | | 5.25 | 0.00 | 0.00 |
| 1.20 | -0.47 | -0.47 | -4.10 | -4.10 | | 0.00 | | 5.25 | 0.00 | 0.00 |
| 1.43 | 0.78 | 0.78 | -4.06 | -4.06 | | 0.00 | | 6.90 | 0.00 | 0.00 |
| 1.67 | 2.44 | 2.44 | -3.67 | -3.67 | | 0.00 | | 6.90 | 0.00 | 0.00 |
| 1.91 | 4.08 | 4.08 | -2.90 | -2.90 | | 0.00 | | 8.63 | 0.00 | 0.00 |
| 2.15 | 6.15 | -14.02 | -1.67 | -3.73 | | 0.00 | | 8.63 | -20.17 | -2.06 |
| 2.39 | -11.97 | -11.97 | -6.82 | -6.82 | | 0.00 | | 9.89 | 0.00 | 0.00 |
| 2.63 | -9.60 | -9.60 | -9.41 | -9.41 | | 0.00 | | 9.89 | 0.00 | 0.00 |
| 2.87 | -7.25 | -7.25 | -11.41 | -11.41 | | 0.00 | | 11.30 | 0.00 | 0.00 |
| 3.11 | -4.54 | -4.54 | -12.83 | -12.83 | | 0.00 | | 11.30 | 0.00 | 0.00 |
| 3.34 | -1.85 | -1.85 | -13.59 | -13.59 | | 0.00 | | 13.54 | 0.00 | 0.00 |
| 3.58 | 1.40 | 1.40 | -13.64 | -13.64 | | 0.00 | | 13.54 | 0.00 | 0.00 |
| 3.82 | 4.62 | 4.62 | -12.93 | -12.93 | | 0.00 | | 16.40 | 0.00 | 0.00 |
| 4.06 | 8.55 | 8.55 | -11.35 | -11.35 | | 0.00 | | 16.40 | 0.00 | 0.00 |
| 4.30 | 12.45 | 12.45 | -8.85 | -8.85 | | 0.00 | | 33.68 | 0.00 | 0.00 |
| 4.54 | 20.54 | -8.26 | -4.89 | -2.87 | | 0.00 | | 33.68 | -28.79 | 2.02 |
| 4.78 | -0.17 | -0.17 | -3.88 | -3.88 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FIN | | | | | | | | | | |

Figura 14. ASENTAMIENTOS EN LA CIMENTACIÓN (Pórtico A=F)

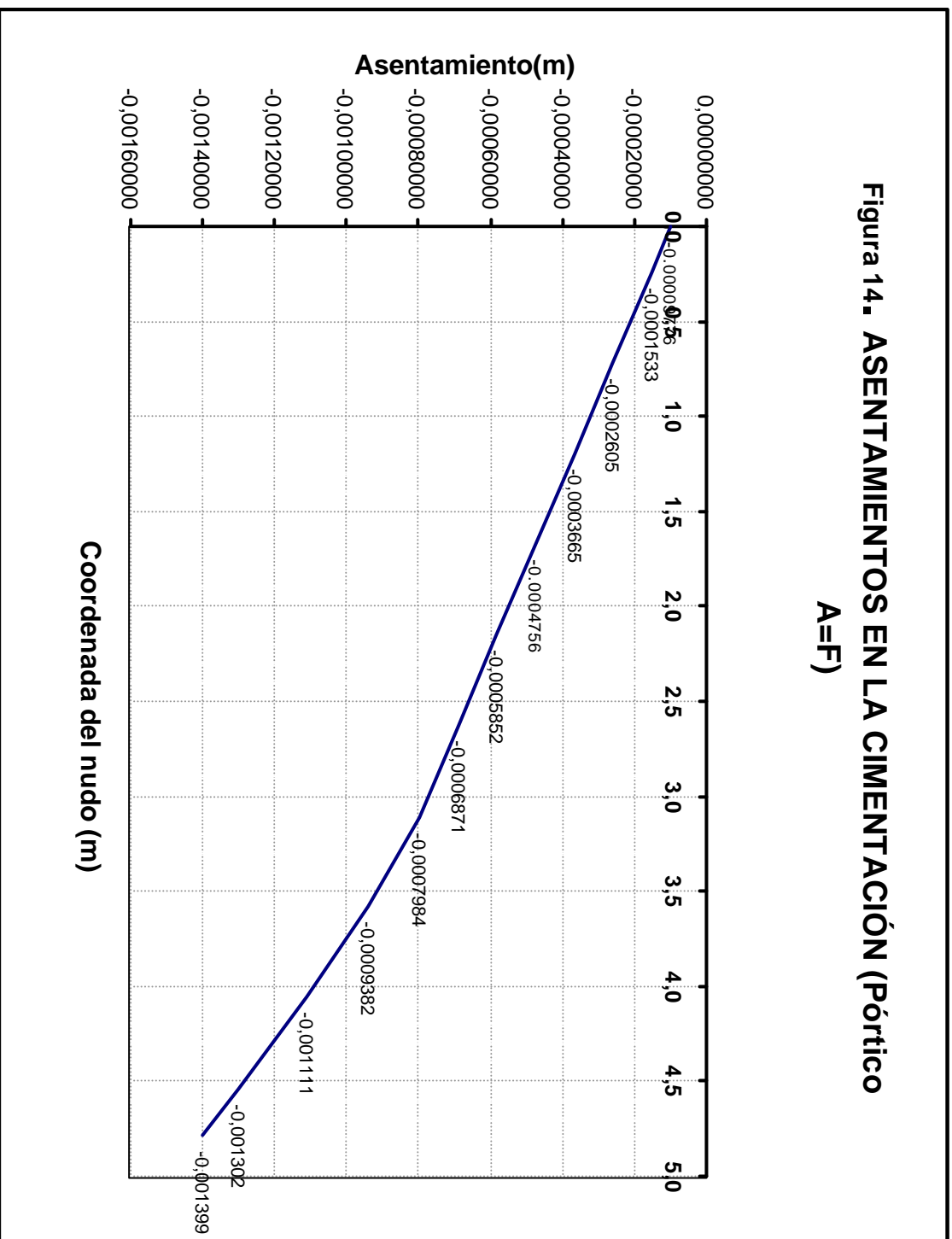


Figura 15. CORTANTE EN LA CIMENTACIÓN (Pórtico A=F)

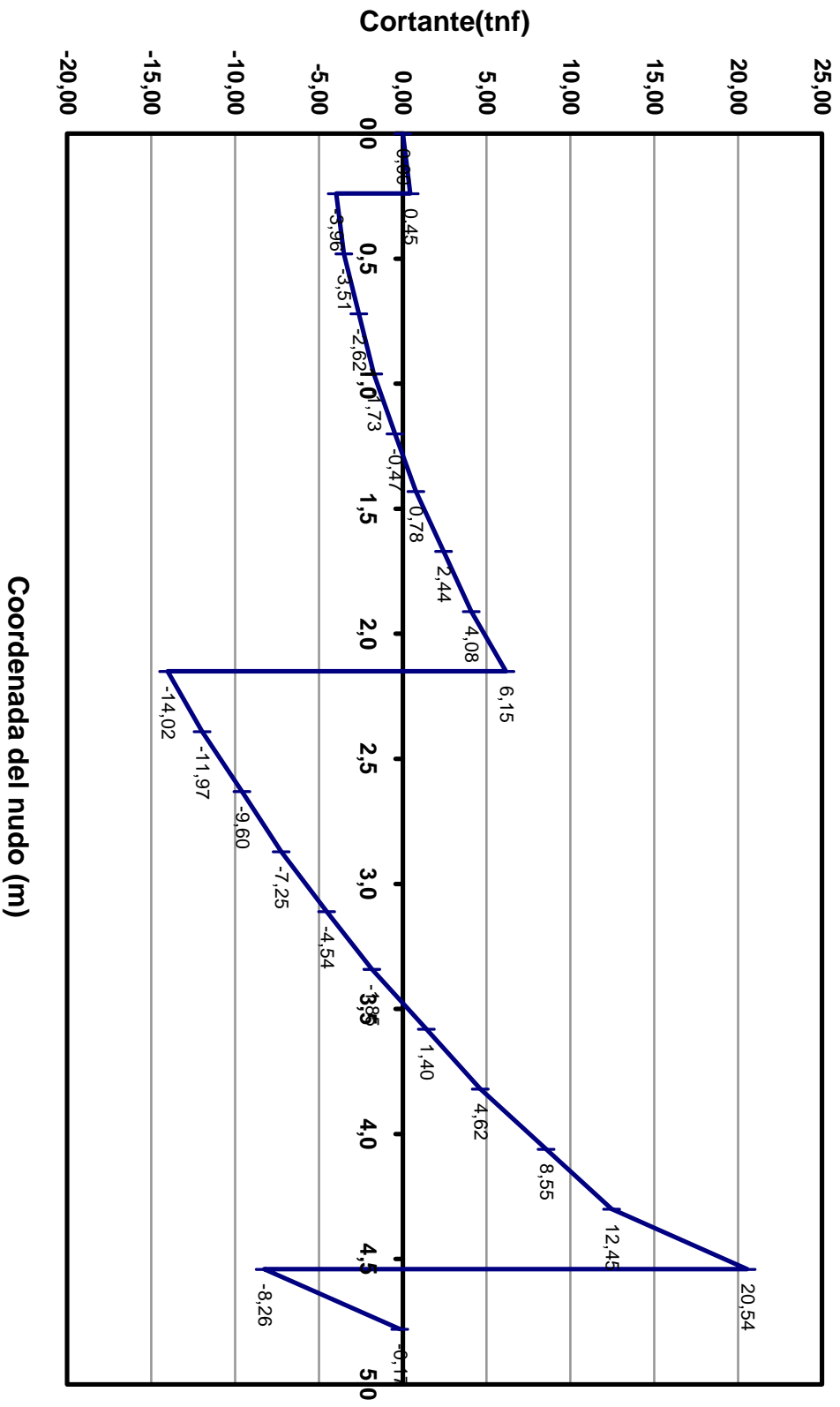


Figura 16. MOMENTO DE LA CIMENTACIÓN (Pórtico A=F)

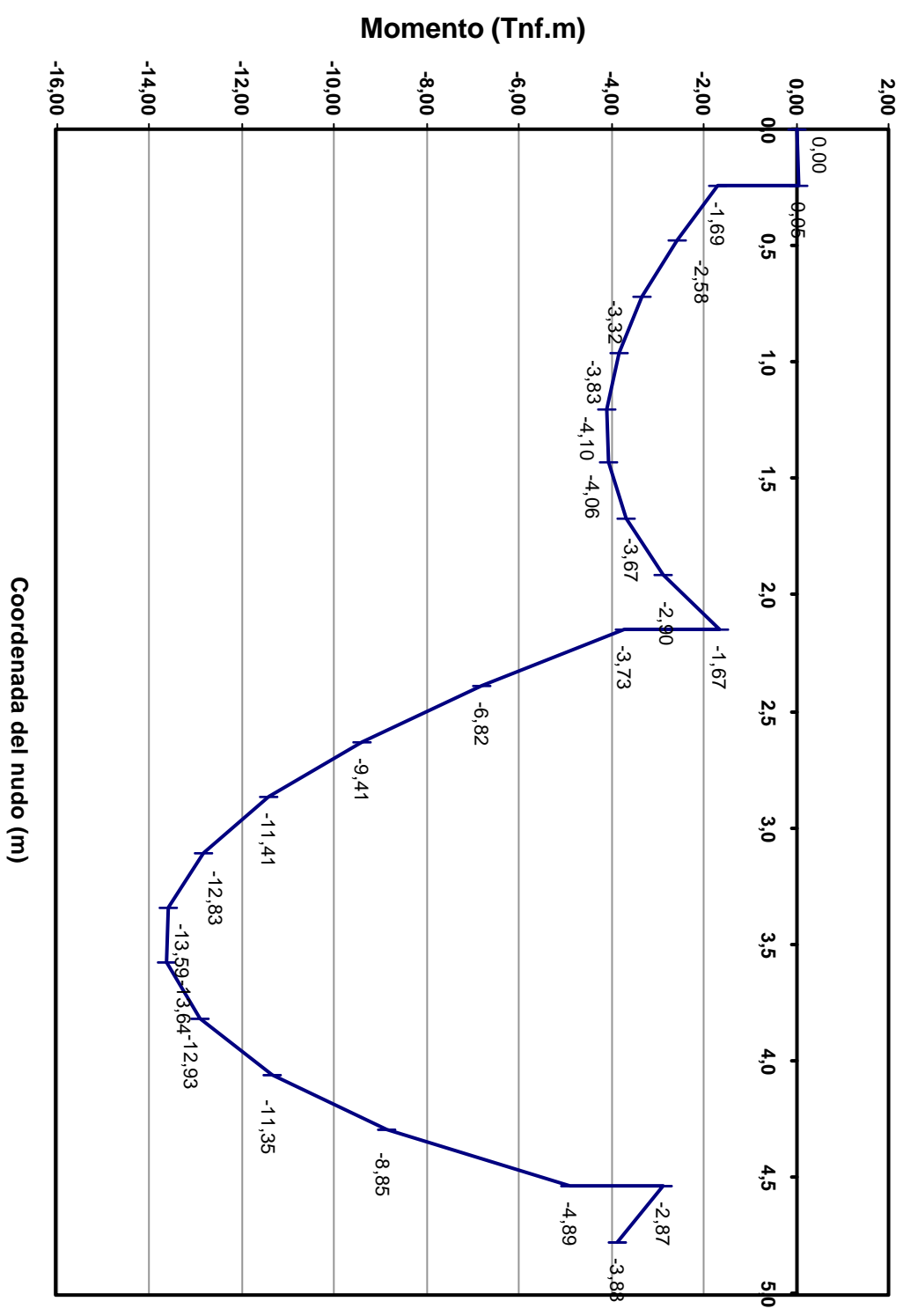


Figura 17. REACCIONES EN EL SUELO (Pórtico A=F)

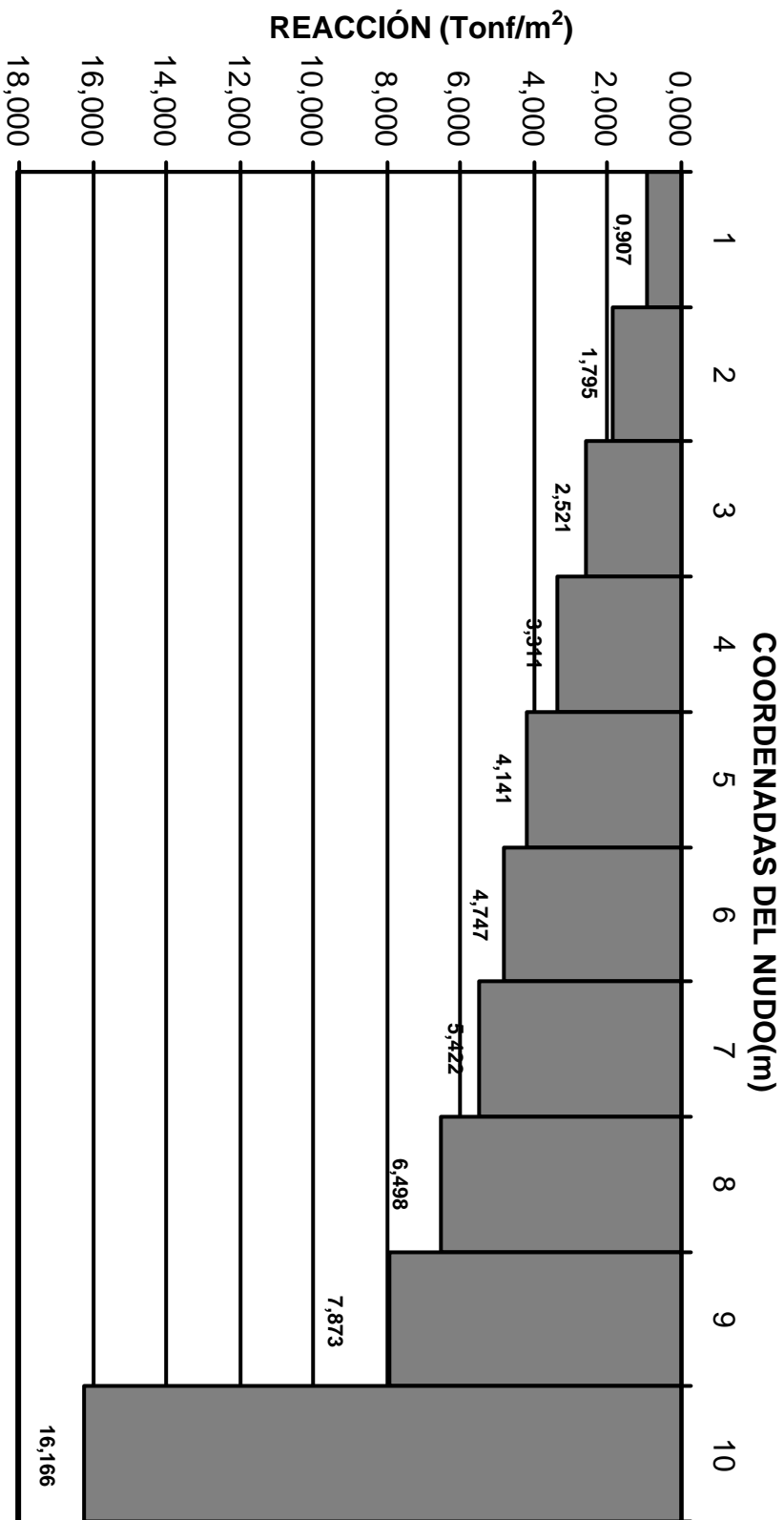
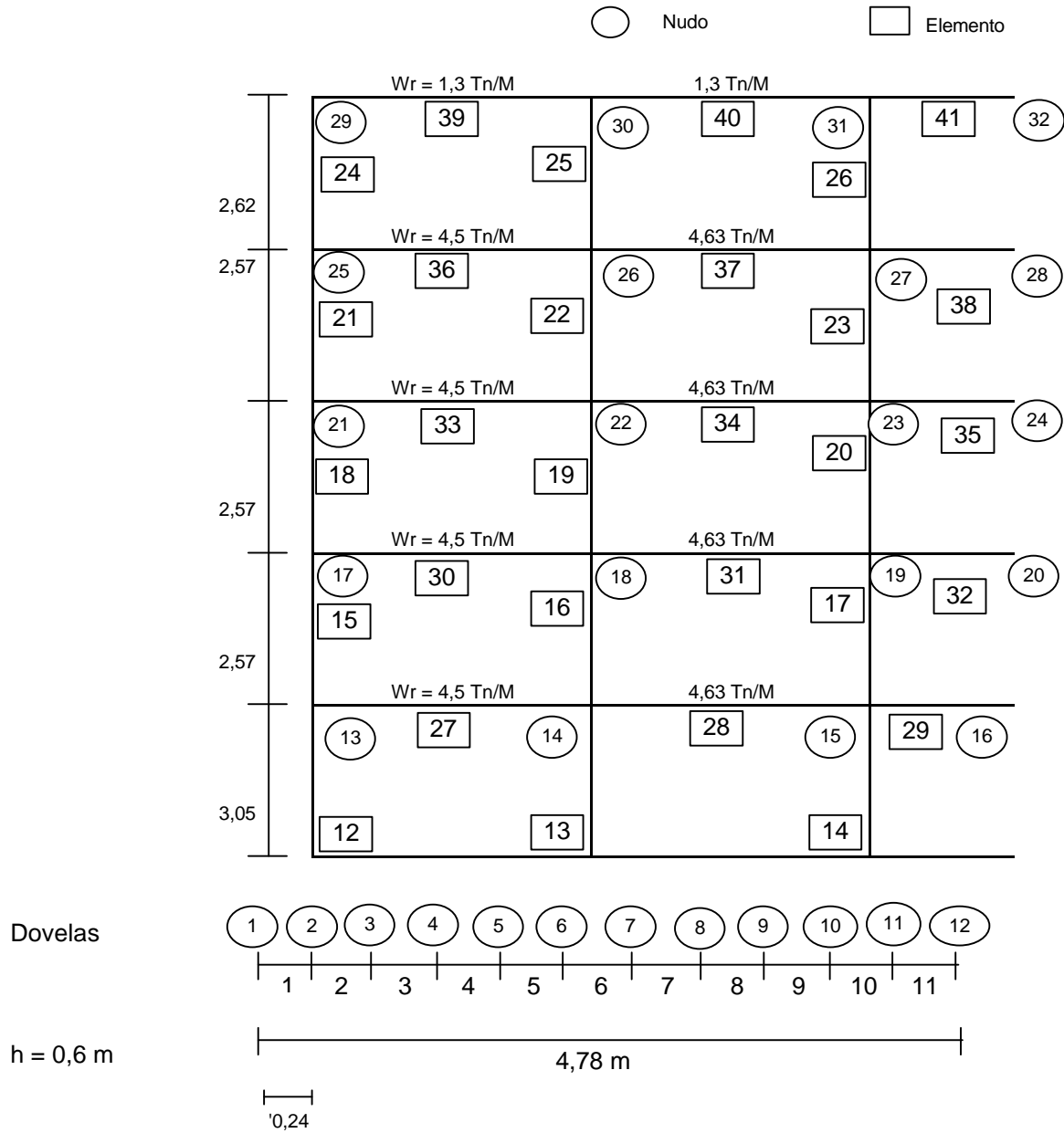


Figura 18. Pórtico B=E



No. Nudos = 32
No. Elementos = 41

NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS EDIFICIO HZ. PÓRTICO B=E

UNIDADES USADAS: Toneladas-Metros-Radianes

Tabla 38. DATOS DE LA ESTRUCTURA (INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA) PÓRTICO B=E

NUMERO DE ELEMENTOS = 41
 NUMERO DE NUDOS = 32
 NUMERO DE RESTRICCIONES = 12
 NUMERO DE NUDOS RESTRINGIDOS= 12

| NUDO | COORDENADA-X | COORDENADA-Y | REST-X | REST-Y | REST-Z |
|------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0.24 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0.72 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1.20 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1.67 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 2.15 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 2.63 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 3.11 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 3.58 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 4.06 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 4.54 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 4.78 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 0.24 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 2.14 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 4.54 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 6.39 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0.24 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 2.14 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 4.54 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 6.39 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0.24 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 2.14 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 4.54 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 6.39 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0.24 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 2.14 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 4.54 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 6.39 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0.24 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 2.14 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 4.54 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 6.39 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |

| ELMTO | N.I | N.F | MOD ELAST | ÁREA SECCIÓN | MTO.INERCIA | LONGITUD | CX | CY |
|-------|-----|-----|------------|--------------|-------------|----------|--------|-------|
| 1 | 1 | 2 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.24 | 1.000 | 0.000 |
| 2 | 2 | 3 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 3 | 3 | 4 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 4 | 4 | 5 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 5 | 5 | 6 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 6 | 6 | 7 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 7 | 7 | 8 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 8 | 8 | 9 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 9 | 9 | 10 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 10 | 10 | 11 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 11 | 11 | 12 | 894.00E+03 | 1.500 | 4.5000E-02 | 0.24 | 1.000 | 0.000 |
| 12 | 2 | 13 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 6 | 14 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | -0.004 | 1.000 |
| 14 | 11 | 15 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | -0.000 | 1.000 |
| 15 | 13 | 17 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | 14 | 18 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 17 | 15 | 19 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 18 | 17 | 21 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 19 | 18 | 22 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 20 | 19 | 23 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 21 | 21 | 25 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 22 | 22 | 26 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 23 | 23 | 27 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 24 | 25 | 29 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 25 | 26 | 30 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 26 | 27 | 31 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 27 | 13 | 14 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 28 | 14 | 15 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 29 | 15 | 16 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 30 | 17 | 18 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 31 | 18 | 19 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 32 | 19 | 20 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 33 | 21 | 22 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 34 | 22 | 23 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 35 | 23 | 24 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 36 | 25 | 26 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 37 | 26 | 27 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 38 | 27 | 28 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 39 | 29 | 30 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 40 | 30 | 31 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 41 | 31 | 32 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |

DATOS DEL SUELO (INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA)

NUMERO DE ESTRATOS = 4
NUMERO DE DOVELAS =10
CAPACIDAD ULT [T/m²] = 37.50

| ESTRATO | ESPESOR | Mv [m ² /T] | ALFA [m ³ /T] | PROFUNDIDAD 1/2 |
|---------|---------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 0.25 |
| 2 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 0.75 |
| 3 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 1.25 |
| 4 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 1.75 |

DIMENSIONES DE LAS DOVELAS

| DOVELA | LONGITUD | ANCHO |
|--------|----------|-------|
| 1 | 0.48 | 2.50 |
| 2 | 0.48 | 2.50 |
| 3 | 0.48 | 2.50 |
| 4 | 0.48 | 2.50 |
| 5 | 0.48 | 2.50 |
| 6 | 0.48 | 2.50 |
| 7 | 0.48 | 2.50 |
| 8 | 0.48 | 2.50 |
| 9 | 0.48 | 2.50 |
| 10 | 0.48 | 2.50 |

DATOS DE CARGA (LOAD: LIVE AND DEAD)

NUMERO DE NUDOS CARGADOS = 0
NUMERO DE ELEMENTOS CARGADOS= 15

FUERZAS DE EMPOTRAMIENTO

| ELEMENTO | ACCIÓN 1 | ACCIÓN 2 | ACCIÓN 3 | ACCIÓN 4 | ACCIÓN 5 | ACCIÓN 6 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 2 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 3 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 4 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 5 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 6 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 7 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 8 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 9 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 10 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 11 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 12 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 13 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 14 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 15 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 16 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 17 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 18 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 19 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 20 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 21 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 22 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 23 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 24 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 25 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 26 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 27 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | 1.39E+00 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | -1.39E+00 |
| 28 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | 2.22E+00 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | -2.22E+00 |
| 29 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | 1.32E+00 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | -1.32E+00 |
| 30 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | 1.39E+00 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | -1.39E+00 |
| 31 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | 2.22E+00 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | -2.22E+00 |
| 32 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | 1.32E+00 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | -1.32E+00 |
| 33 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | 1.39E+00 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | -1.39E+00 |
| 34 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | 2.22E+00 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | -2.22E+00 |
| 35 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | 1.32E+00 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | -1.32E+00 |
| 36 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | 1.39E+00 | 0.00E+00 | 4.40E+00 | -1.39E+00 |
| 37 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | 2.22E+00 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | -2.22E+00 |
| 38 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | 1.32E+00 | 0.00E+00 | 4.28E+00 | -1.32E+00 |
| 39 | 0.00E+00 | 1.24E+00 | 0.39E+00 | 0.00E+00 | 1.24E+00 | -0.39E+00 |
| 40 | 0.00E+00 | 1.56E+00 | 0.62E+00 | 0.00E+00 | 1.56E+00 | -0.62E+00 |
| 41 | 0.00E+00 | 1.20E+00 | 0.37E+00 | 0.00E+00 | 1.20E+00 | -0.37E+00 |

ACCIONES EN LOS NUDOS

| NUDO | ACCIÓN EN X | ACCIÓN EN Y | ACCIÓN EN Z |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 28 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 29 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 32 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RESULTADOS

| NUDO | DESP X | DESP Y | DESP Z |
|------|-----------|------------|------------|
| 1 | 0.000E+00 | -2.229E-04 | -5.289E-04 |
| 2 | 0.000E+00 | -3.498E-04 | -5.289E-04 |
| 3 | 0.000E+00 | -5.948E-04 | -5.041E-04 |
| 4 | 0.000E+00 | -8.369E-04 | -5.132E-04 |
| 5 | 0.000E+00 | -1.086E-03 | -5.281E-04 |
| 6 | 0.000E+00 | -1.337E-03 | -5.112E-04 |
| 7 | 0.000E+00 | -1.569E-03 | -4.887E-04 |
| 8 | 0.000E+00 | -1.823E-03 | -5.900E-04 |
| 9 | 0.000E+00 | -2.142E-03 | -7.490E-04 |
| 10 | 0.000E+00 | -2.536E-03 | -8.887E-04 |
| 11 | 0.000E+00 | -2.973E-03 | -9.158E-04 |
| 12 | 0.000E+00 | -3.193E-03 | -9.158E-04 |
| 13 | 2.347E-03 | -4.200E-04 | -9.097E-04 |
| 14 | 2.357E-03 | -1.649E-03 | -9.097E-04 |
| 15 | 2.381E-03 | -3.431E-03 | -9.027E-04 |
| 16 | 2.381E-03 | -7.945E-03 | -2.952E-03 |
| 17 | 4.827E-03 | -4.652E-04 | -1.003E-03 |
| 18 | 4.827E-03 | -1.853E-03 | -9.766E-04 |
| 19 | 4.822E-03 | -3.729E-03 | -1.067E-03 |
| 20 | 4.822E-03 | -8.548E-03 | -3.117E-03 |
| 21 | 7.514E-03 | -4.966E-04 | -1.065E-03 |
| 22 | 7.513E-03 | -1.995E-03 | -1.046E-03 |
| 23 | 7.509E-03 | -3.938E-03 | -1.113E-03 |
| 24 | 7.509E-03 | -8.841E-03 | -3.163E-03 |
| 25 | 1.030E-02 | -5.147E-04 | -1.081E-03 |
| 26 | 1.030E-02 | -2.073E-03 | -1.039E-03 |
| 27 | 1.032E-02 | -4.055E-03 | -1.185E-03 |
| 28 | 1.032E-02 | -9.090E-03 | -3.234E-03 |
| 29 | 1.310E-02 | -5.215E-04 | -1.024E-03 |
| 30 | 1.310E-02 | -2.107E-03 | -9.546E-04 |
| 31 | 1.312E-02 | -4.108E-03 | -1.129E-03 |
| 32 | 1.312E-02 | -7.687E-03 | -2.203E-03 |

DESPLAZAMIENTOS Y REACCIONES DEL SUELO

| DOVELA | DESP | REACCIONES [T] | Q .LIN [T/m] | Q .DIST [T/m ²] |
|--------|------------|----------------|--------------|-----------------------------|
| 1 | -3.498E-04 | 2.068E+00 | 4.31 | 1.72 |
| 2 | -5.948E-04 | 4.098E+00 | 8.54 | 3.41 |
| 3 | -8.369E-04 | 5.758E+00 | 12.00 | 4.80 |
| 4 | -1.086E-03 | 7.562E+00 | 15.75 | 6.30 |
| 5 | -1.337E-03 | 9.457E+00 | 19.70 | 7.88 |
| 6 | -1.569E-03 | 10.842E+00 | 22.59 | 9.03 |
| 7 | -1.823E-03 | 12.383E+00 | 25.80 | 10.32 |
| 8 | -2.142E-03 | 14.838E+00 | 30.91 | 12.37 |
| 9 | -2.536E-03 | 17.976E+00 | 37.45 | 14.98 |
| 10 | -2.973E-03 | 36.910E+00 | 76.90 | 30.76 |

ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA SUPERESTRUCTURA

| ELEMENTO | N.I | N.F | AXIAL | N.I | CORT | N.I | MOMEN | N.I | AXIAL | N.F | CORT | N.F | MOMEN | N.F |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-----|
| 12 | 2 | 13 | 10.09 | 1.16 | 4.00 | -10.09 | -1.16 | -0.46 | | | | | | |
| 13 | 6 | 14 | 46.09 | 1.64 | 4.73 | -46.09 | -1.64 | 0.26 | | | | | | |
| 14 | 11 | 15 | 65.73 | -2.96 | -4.60 | -65.73 | 2.96 | -4.44 | | | | | | |
| 15 | 13 | 17 | 7.70 | 0.27 | 1.00 | -7.70 | -0.27 | -0.30 | | | | | | |
| 16 | 14 | 18 | 34.88 | 0.87 | 1.71 | -34.88 | -0.87 | 0.53 | | | | | | |
| 17 | 15 | 19 | 50.84 | -1.14 | -0.32 | -50.84 | 1.14 | -2.62 | | | | | | |
| 18 | 17 | 21 | 5.36 | 0.36 | 0.89 | -5.36 | -0.36 | 0.03 | | | | | | |
| 19 | 18 | 22 | 24.07 | 1.11 | 1.90 | -24.07 | -1.11 | 0.94 | | | | | | |
| 20 | 19 | 23 | 35.52 | -1.46 | -1.56 | -35.52 | 1.46 | -2.20 | | | | | | |
| 21 | 21 | 25 | 3.08 | 0.39 | 0.61 | -3.08 | -0.39 | 0.39 | | | | | | |
| 22 | 22 | 26 | 13.33 | 1.41 | 1.77 | -13.33 | -1.41 | 1.87 | | | | | | |
| 23 | 23 | 27 | 20.06 | -1.80 | -1.82 | -20.06 | 1.80 | -2.81 | | | | | | |
| 24 | 25 | 29 | 0.58 | 0.14 | 0.08 | -0.58 | -0.14 | 0.28 | | | | | | |
| 25 | 26 | 30 | 2.90 | 0.58 | 0.62 | -2.90 | -0.58 | 0.92 | | | | | | |
| 26 | 27 | 31 | 4.52 | -0.72 | -1.04 | -4.52 | 0.72 | -0.84 | | | | | | |
| 27 | 13 | 14 | -0.89 | 2.39 | -0.54 | 0.89 | 6.41 | -3.28 | | | | | | |
| 28 | 14 | 15 | -1.82 | 4.79 | 1.31 | 1.82 | 6.32 | -3.15 | | | | | | |
| 29 | 15 | 16 | 0.00 | 8.57 | 7.92 | -0.00 | -0.00 | 0.00 | | | | | | |
| 30 | 17 | 18 | 0.08 | 2.34 | -0.59 | -0.08 | 6.45 | -3.31 | | | | | | |
| 31 | 18 | 19 | 0.32 | 4.36 | 0.88 | -0.32 | 6.75 | -3.75 | | | | | | |
| 32 | 19 | 20 | 0.00 | 8.57 | 7.92 | 0.00 | 0.00 | -0.00 | | | | | | |
| 33 | 21 | 22 | 0.03 | 2.28 | -0.64 | -0.03 | 6.52 | -3.38 | | | | | | |
| 34 | 22 | 23 | 0.34 | 4.21 | 0.68 | -0.34 | 6.90 | -3.90 | | | | | | |
| 35 | 23 | 24 | -0.00 | 8.57 | 7.92 | 0.00 | 0.00 | -0.00 | | | | | | |
| 36 | 25 | 26 | -0.25 | 2.50 | -0.47 | 0.25 | 6.30 | -3.15 | | | | | | |
| 37 | 26 | 27 | -1.08 | 4.14 | 0.66 | 1.08 | 6.98 | -4.07 | | | | | | |
| 38 | 27 | 28 | -0.00 | 8.57 | 7.92 | 0.00 | 0.00 | -0.00 | | | | | | |
| 39 | 29 | 30 | -0.14 | 0.58 | -0.28 | 0.14 | 1.89 | -0.97 | | | | | | |
| 40 | 30 | 31 | -0.72 | 1.01 | 0.05 | 0.72 | 2.11 | -1.38 | | | | | | |
| 41 | 31 | 32 | 0.00 | 2.40 | 2.22 | 0.00 | 0.00 | -0.00 | | | | | | |

ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA CIMENTACIÓN

| CS en X | VI | VD | MI | MD | WW | .LIN [T/m] | Q | .LIN [T/m] | P [T] | M [T*m] |
|---------|--------|--------|--------|--------|------|------------|-------|------------|-------|---------|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.24 | 1.03 | -9.05 | 0.12 | -3.88 | 0.00 | 0.00 | 4.31 | -10.09 | -4.00 | -4.00 |
| 0.48 | -8.03 | -8.03 | -5.91 | -5.91 | 0.00 | 0.00 | 8.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.72 | -5.98 | -5.98 | -7.59 | -7.59 | 0.00 | 0.00 | 8.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.96 | -3.95 | -3.95 | -8.77 | -8.77 | 0.00 | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.20 | -1.07 | -1.07 | -9.37 | -9.37 | 0.00 | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.43 | 1.78 | 1.78 | -9.29 | -9.29 | 0.00 | 0.00 | 15.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.67 | 5.56 | 5.56 | -8.41 | -8.41 | 0.00 | 0.00 | 15.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.91 | 9.31 | 9.31 | -6.64 | -6.64 | 0.00 | 0.00 | 19.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.15 | 14.04 | -32.04 | -3.84 | -8.56 | 0.00 | 0.00 | 19.70 | -46.08 | -4.73 | -4.73 |
| 2.39 | -27.36 | -27.36 | -15.63 | -15.63 | 0.00 | 0.00 | 22.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.63 | -21.94 | -21.94 | -21.54 | -21.54 | 0.00 | 0.00 | 22.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.87 | -16.57 | -16.57 | -26.12 | -26.12 | 0.00 | 0.00 | 25.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.11 | -10.37 | -10.37 | -29.35 | -29.35 | 0.00 | 0.00 | 25.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.34 | -4.24 | -4.24 | -31.09 | -31.09 | 0.00 | 0.00 | 30.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.58 | 3.18 | 3.18 | -31.22 | -31.22 | 0.00 | 0.00 | 30.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.82 | 10.53 | 10.53 | -29.59 | -29.59 | 0.00 | 0.00 | 37.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.06 | 19.52 | 19.52 | -25.98 | -25.98 | 0.00 | 0.00 | 37.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.30 | 28.42 | 28.42 | -20.28 | -20.28 | 0.00 | 0.00 | 76.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.54 | 46.88 | -18.85 | -11.25 | -6.65 | 0.00 | 0.00 | 76.90 | -65.73 | 4.60 | 4.60 |
| 4.78 | -0.39 | -0.39 | -8.96 | -8.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

FIN

Figura 19. ASENTAMIENTOS EN LA CIMENTACIÓN (Pórtico B=E)

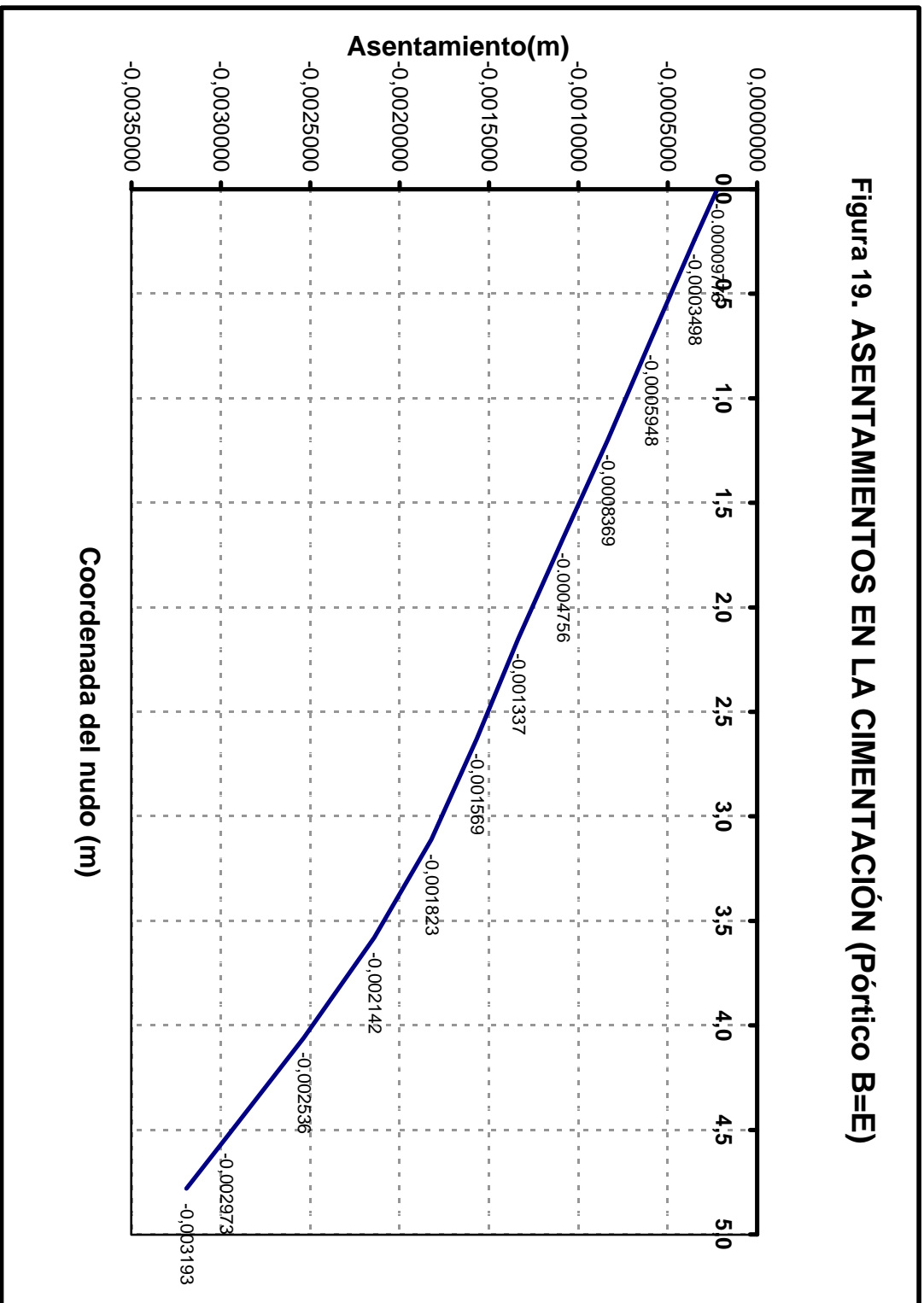


Figura 20. CORTANTE EN LA CIMENTACIÓN (Pórtico B=E)

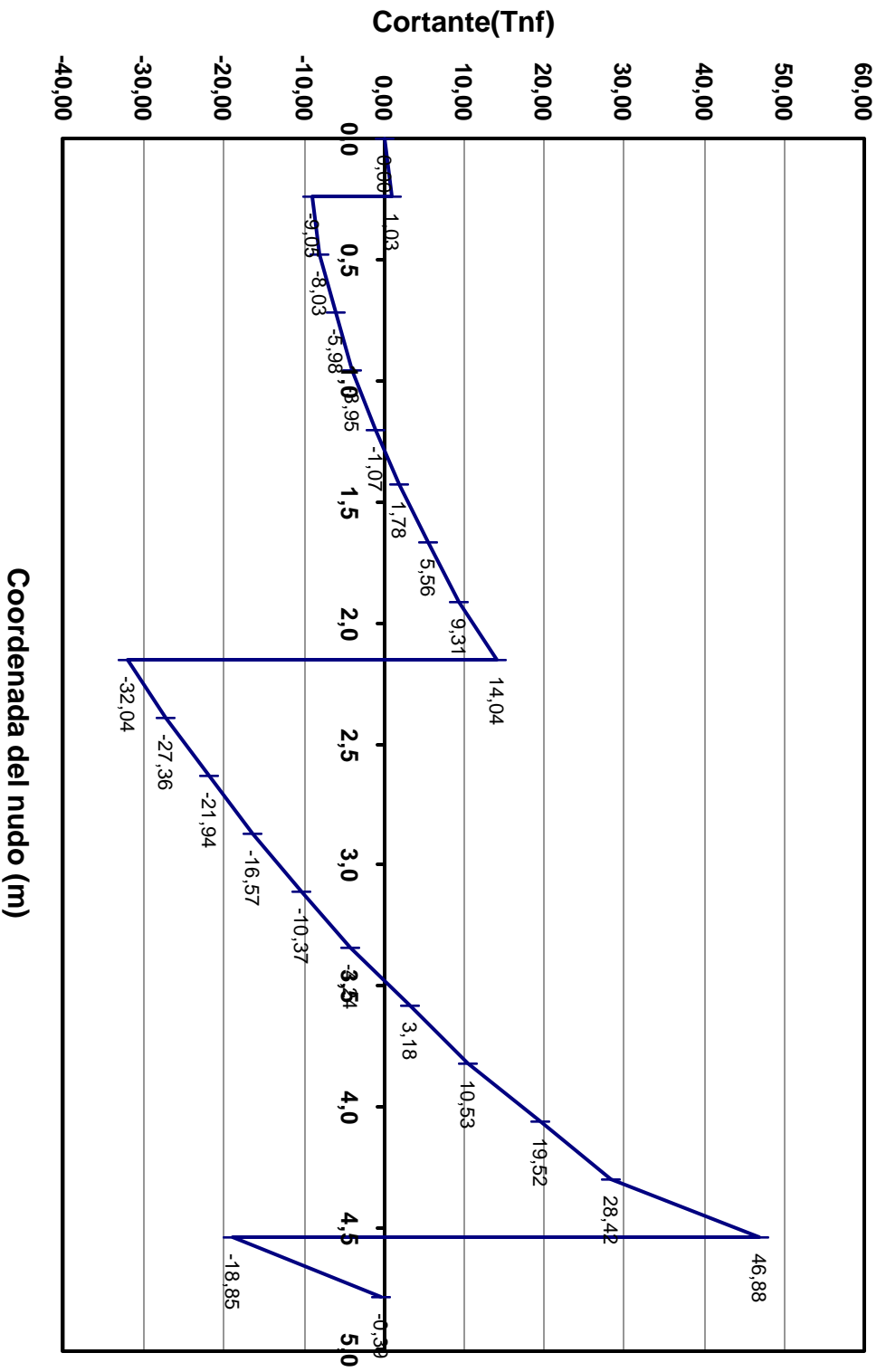


Figura 21. MOMENTO DE LA CIMENTACIÓN (Pórtico B=E)

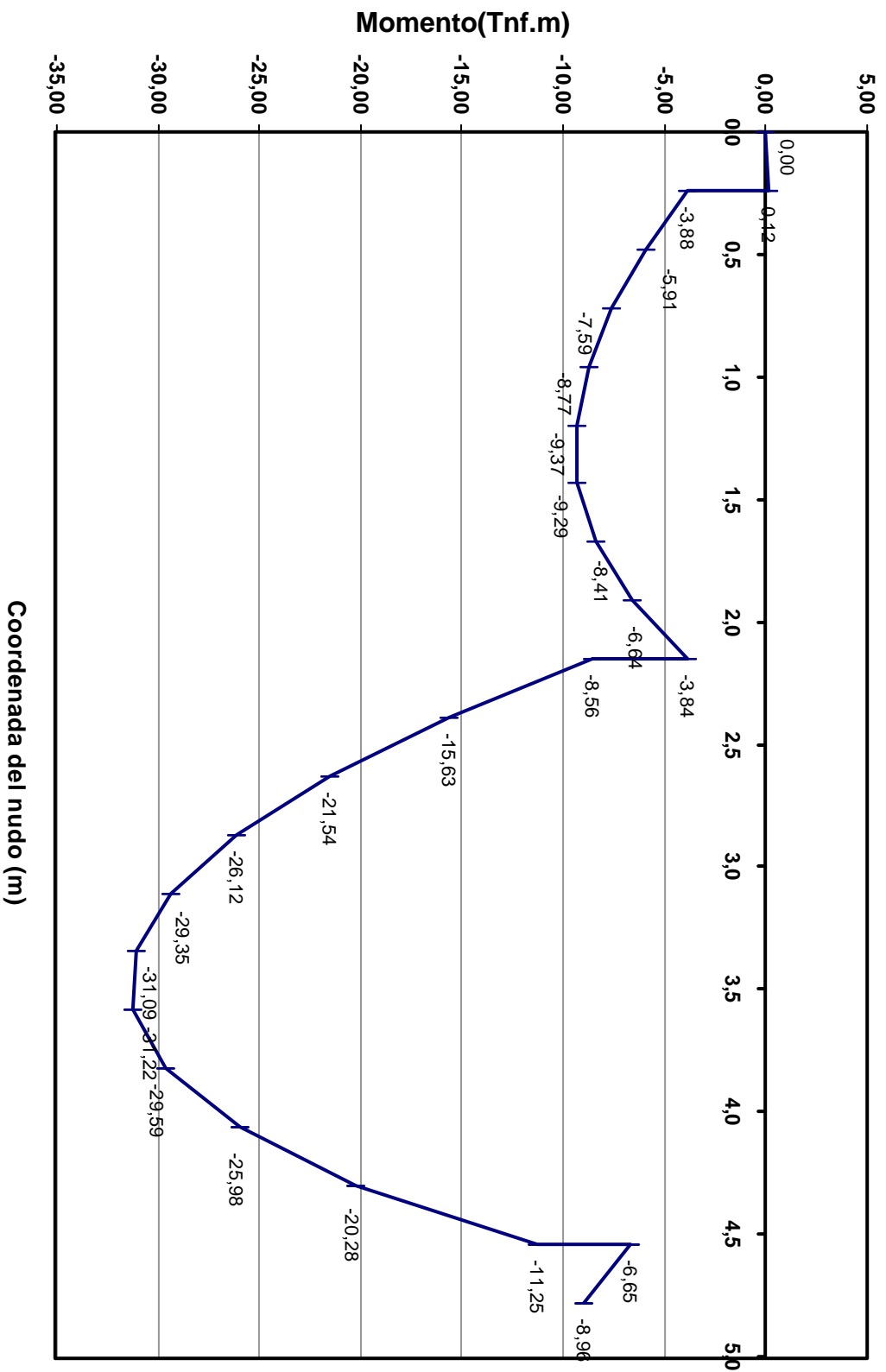


Figura 22. REACCIONES EN EL SUELO (Pórtico B=E)

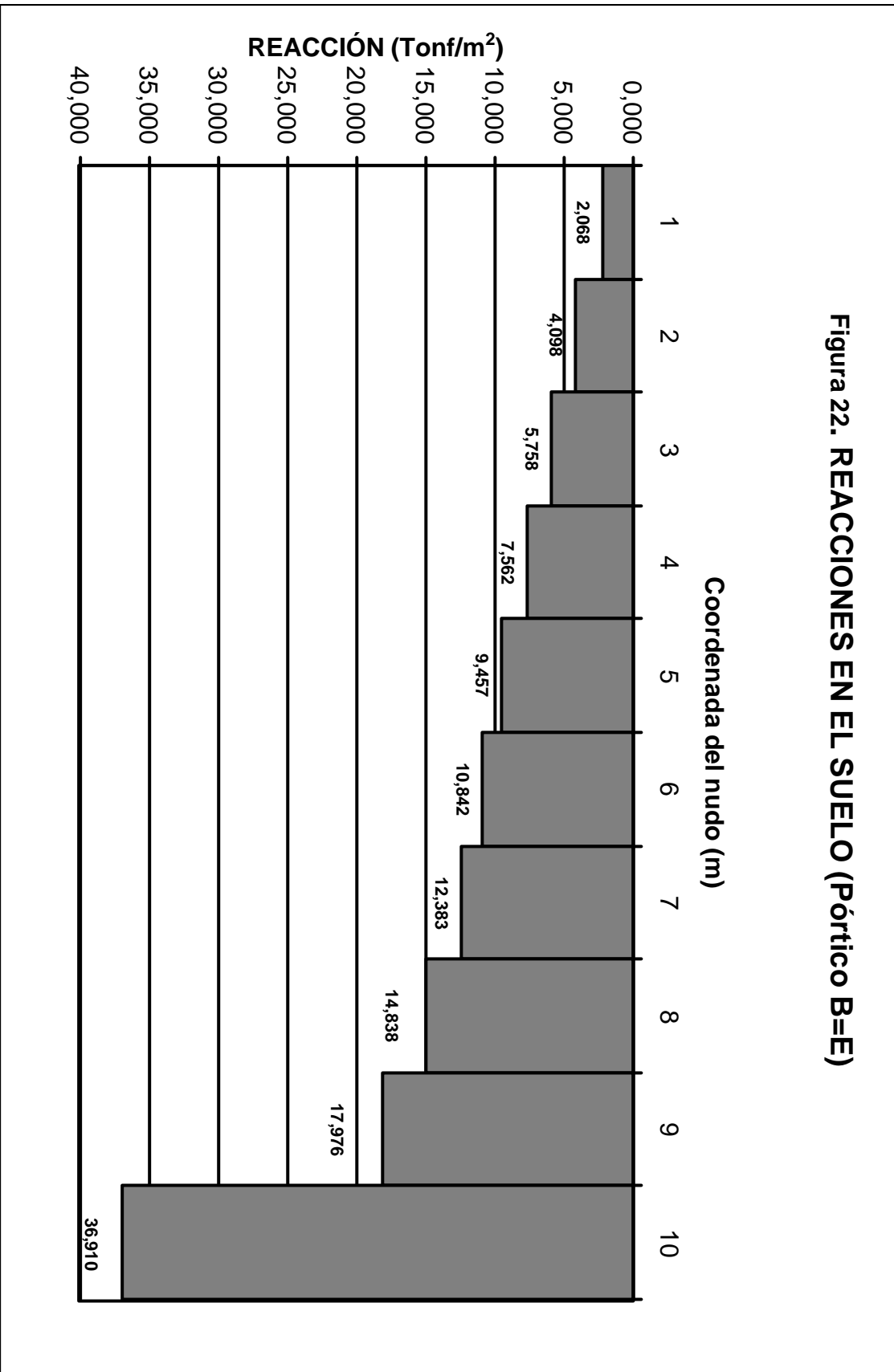
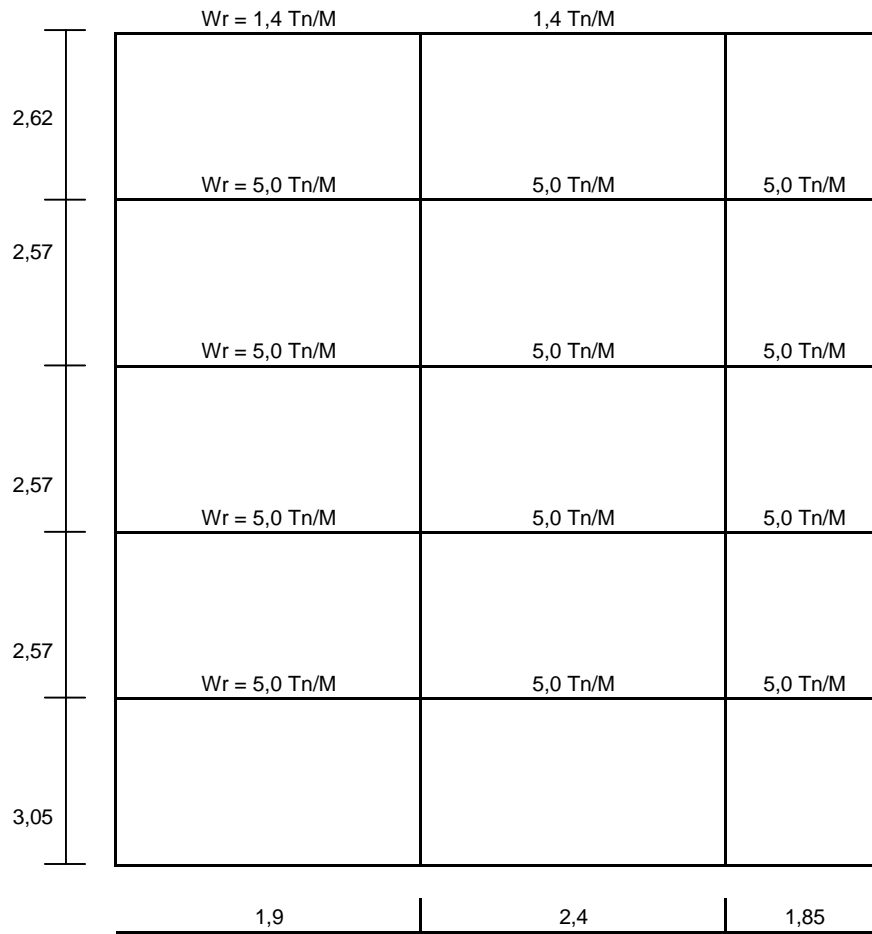


Figura 23. Pórtico C=D



METODO GRAL DE INTERACCION-SUELO-ESTRUCTURA

NOMBRE DEL PROYECTO:ANALISIS EDIFICIO HZ. PORTICO C=D

UNIDADES USADAS: Toneladas-Metros-Radianes

Tabla 39. DATOS DE LA ESTRUCTURA (INTERACCION SUELO - ESTRUCTURA) PORTICO C=D

NUMERO DE ELEMENTOS = 41
NUMERO DE NUDOS = 32
NUMERO DE RESTRICCIONES = 12
NUMERO DE NUDOS RESTRINGIDOS= 12

| NUDO | COORDENADA-X | COORDENADA-Y | REST-X | REST-Y | REST-Z |
|------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0.24 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0.72 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1.20 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1.67 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 2.15 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 2.63 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 3.11 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 3.58 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 4.06 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 4.54 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 4.78 | 0.00 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 0.24 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 2.14 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 4.54 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 6.39 | 3.05 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0.24 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 2.14 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 4.54 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 6.39 | 5.62 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0.24 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 2.14 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 4.54 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 6.39 | 8.19 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0.24 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 2.14 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 4.54 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 6.39 | 10.76 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0.24 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 2.14 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 4.54 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 6.39 | 13.38 | 0 | 0 | 0 |

| ELMTO | N.I | N.F | MOD.ELAS | ÁREA | MTO.INERC | LONG | CX | CY |
|-------|-----|-----|------------|-------|------------|------|--------|-------|
| 1 | 1 | 2 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.24 | 1.000 | 0.000 |
| 2 | 2 | 3 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 3 | 3 | 4 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 4 | 4 | 5 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 5 | 5 | 6 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 6 | 6 | 7 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 7 | 7 | 8 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 8 | 8 | 9 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 9 | 9 | 10 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 10 | 10 | 11 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.48 | 1.000 | 0.000 |
| 11 | 11 | 12 | 894.00E+03 | 1.820 | 7.4317E-02 | 0.24 | 1.000 | 0.000 |
| 12 | 2 | 13 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | 0.000 | 1.000 |
| 13 | 6 | 14 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | -0.004 | 1.000 |
| 14 | 11 | 15 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 3.05 | -0.000 | 1.000 |
| 15 | 13 | 17 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | 14 | 18 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 17 | 15 | 19 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 18 | 17 | 21 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 19 | 18 | 22 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 20 | 19 | 23 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 21 | 21 | 25 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 22 | 22 | 26 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 23 | 23 | 27 | 894.00E+03 | 0.490 | 2.0008E-02 | 2.57 | 0.000 | 1.000 |
| 24 | 25 | 29 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 25 | 26 | 30 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 26 | 27 | 31 | 894.00E+03 | 0.250 | 5.2083E-03 | 2.62 | 0.000 | 1.000 |
| 27 | 13 | 14 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 28 | 14 | 15 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 29 | 15 | 16 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 30 | 17 | 18 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 31 | 18 | 19 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 32 | 19 | 20 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 33 | 21 | 22 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 34 | 22 | 23 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 35 | 23 | 24 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 36 | 25 | 26 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 37 | 26 | 27 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 38 | 27 | 28 | 894.00E+03 | 0.200 | 2.6667E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |
| 39 | 29 | 30 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 1.90 | 1.000 | 0.000 |
| 40 | 30 | 31 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 2.40 | 1.000 | 0.000 |
| 41 | 31 | 32 | 894.00E+03 | 0.140 | 1.4292E-03 | 1.85 | 1.000 | 0.000 |

DATOS DEL SUELO (INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA)

NUMERO DE ESTRATOS = 4
 NUMERO DE DOVELAS = 10
 CAPACIDAD ULT [T/m²] = 37.50

| ESTRATO | ESPEJOR | Mv [m ² /T] | ALFA [m ³ /T] | PROFUNDIDAD 1/2 |
|---------|---------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 0.25 |
| 2 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 0.75 |
| 3 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 1.25 |
| 4 | 0.50 | 9.999999747378752E-005 | 5.0000E-05 | 1.75 |

DIMENSIONES DE LAS DOVELAS

| DOVELA | LONGITUD | ANCHO |
|--------|----------|-------|
| 1 | 0.48 | 2.60 |
| 2 | 0.48 | 2.60 |
| 3 | 0.48 | 2.60 |
| 4 | 0.48 | 2.60 |
| 5 | 0.48 | 2.60 |
| 6 | 0.48 | 2.60 |
| 7 | 0.48 | 2.60 |
| 8 | 0.48 | 2.60 |
| 9 | 0.48 | 2.60 |
| 10 | 0.48 | 2.60 |

DATOS DE CARGA (LOAD: LIVE AND DEAD)

NUMERO DE NUDOS CARGADOS = 0
 NUMERO DE ELEMENTOS CARGADOS= 15

FUERZAS DE EMPOTRAMIENTO

| ELMTO | ACCIÓN 1 | ACCIÓN 2 | ACCIÓN 3 | ACCIÓN 4 | ACCIÓN 5 | ACCIÓN 6 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 2 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 3 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 4 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 5 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 6 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 7 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 8 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 9 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 10 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 11 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 12 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 13 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 14 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 15 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 16 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 17 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 18 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 19 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 20 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 21 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 22 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 23 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 24 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 25 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 26 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| 27 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | 1.50E+00 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | -1.50E+00 |
| 28 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | 2.40E+00 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | -2.40E+00 |
| 29 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | 1.43E+00 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | -1.43E+00 |
| 30 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | 1.50E+00 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | -1.50E+00 |
| 31 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | 2.40E+00 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | -2.40E+00 |
| 32 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | 1.43E+00 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | -1.43E+00 |

FUERZAS DE EMPOTRAMIENTO

| ELMTO | ACCIÓN 1 | ACCIÓN 2 | ACCIÓN 3 | ACCIÓN 4 | ACCIÓN 5 | ACCIÓN 6 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 33 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | 1.50E+00 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | -1.50E+00 |
| 34 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | 2.40E+00 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | -2.40E+00 |
| 35 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | 1.43E+00 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | -1.43E+00 |
| 36 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | 1.50E+00 | 0.00E+00 | 4.75E+00 | -1.50E+00 |
| 37 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | 2.40E+00 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | -2.40E+00 |
| 38 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | 1.43E+00 | 0.00E+00 | 4.63E+00 | -1.43E+00 |
| 39 | 0.00E+00 | 1.33E+00 | 0.42E+00 | 0.00E+00 | 1.33E+00 | -0.42E+00 |
| 40 | 0.00E+00 | 1.68E+00 | 0.67E+00 | 0.00E+00 | 1.68E+00 | -0.67E+00 |
| 41 | 0.00E+00 | 1.29E+00 | 0.40E+00 | 0.00E+00 | 1.29E+00 | -0.40E+00 |

ACCIONES EN LOS NUDOS

| NUDO | ACCIÓN EN X | ACCIÓN EN Y | ACCIÓN EN Z |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 28 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 29 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 32 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RESULTADOS

DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS

| NUDO | DESP X | DESP Y | DESP Z |
|------|-----------|------------|------------|
| 1 | 0.000E+00 | -2.303E-04 | -5.445E-04 |
| 2 | 0.000E+00 | -3.610E-04 | -5.445E-04 |
| 3 | 0.000E+00 | -6.166E-04 | -5.306E-04 |
| 4 | 0.000E+00 | -8.718E-04 | -5.405E-04 |
| 5 | 0.000E+00 | -1.134E-03 | -5.559E-04 |
| 6 | 0.000E+00 | -1.400E-03 | -5.524E-04 |
| 7 | 0.000E+00 | -1.660E-03 | -5.523E-04 |
| 8 | 0.000E+00 | -1.941E-03 | -6.335E-04 |
| 9 | 0.000E+00 | -2.271E-03 | -7.521E-04 |
| 10 | 0.000E+00 | -2.657E-03 | -8.563E-04 |
| 11 | 0.000E+00 | -3.077E-03 | -8.846E-04 |
| 12 | 0.000E+00 | -3.290E-03 | -8.846E-04 |
| 13 | 2.427E-03 | -4.392E-04 | -9.497E-04 |
| 14 | 2.436E-03 | -1.734E-03 | -9.237E-04 |
| 15 | 2.454E-03 | -3.573E-03 | -9.579E-04 |
| 16 | 2.454E-03 | -8.416E-03 | -3.171E-03 |
| 17 | 5.028E-03 | -4.890E-04 | -1.057E-03 |
| 18 | 5.027E-03 | -1.953E-03 | -1.029E-03 |
| 19 | 5.024E-03 | -3.895E-03 | -1.123E-03 |
| 20 | 5.024E-03 | -9.044E-03 | -3.336E-03 |
| 21 | 7.860E-03 | -5.236E-04 | -1.124E-03 |
| 22 | 7.860E-03 | -2.104E-03 | -1.103E-03 |
| 23 | 7.855E-03 | -4.121E-03 | -1.175E-03 |
| 24 | 7.855E-03 | -9.366E-03 | -3.389E-03 |
| 25 | 1.080E-02 | -5.435E-04 | -1.142E-03 |
| 26 | 1.081E-02 | -2.188E-03 | -1.096E-03 |
| 27 | 1.082E-02 | -4.248E-03 | -1.252E-03 |
| 28 | 1.082E-02 | -9.635E-03 | -3.465E-03 |
| 29 | 1.376E-02 | -5.510E-04 | -1.081E-03 |
| 30 | 1.376E-02 | -2.224E-03 | -1.004E-03 |
| 31 | 1.377E-02 | -4.305E-03 | -1.190E-03 |
| 32 | 1.377E-02 | -8.111E-03 | -2.346E-03 |

DESPLAZAMIENTOS Y REACCIONES DEL SUELO

| DOVELA | DESP | REACCIONES [T] | Q .LIN [T/m] | Q .DIST [T/m ²] |
|--------|------------|----------------|--------------|-----------------------------|
| 1 | -3.610E-04 | 2.161E+00 | 4.50 | 1.73 |
| 2 | -6.166E-04 | 4.352E+00 | 9.07 | 3.49 |
| 3 | -8.718E-04 | 6.175E+00 | 12.87 | 4.95 |
| 4 | -1.134E-03 | 8.108E+00 | 16.89 | 6.50 |
| 5 | -1.400E-03 | 10.117E+00 | 21.08 | 8.11 |
| 6 | -1.660E-03 | 11.828E+00 | 24.64 | 9.48 |
| 7 | -1.941E-03 | 13.723E+00 | 28.59 | 11.00 |
| 8 | -2.271E-03 | 16.374E+00 | 34.11 | 13.12 |
| 9 | -2.657E-03 | 19.494E+00 | 40.61 | 15.62 |
| 10 | -3.077E-03 | 39.279E+00 | 81.83 | 31.47 |

ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA SUPERESTRUCTURA

| ELMTO | N.I | N.F | AXIAL | N.I | CORT | N.I | MOM | N.I | AXIAL | N.F | CORT | N.F | MOM | N.F |
|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|-----|
| 12 | 2 | 13 | 11.22 | | 1.12 | | 4.09 | | -11.22 | | -1.12 | | -0.66 | |
| 13 | 6 | 14 | 49.26 | | 1.39 | | 4.30 | | -49.26 | | -1.39 | | -0.06 | |
| 14 | 11 | 15 | 71.13 | | -2.69 | | -3.67 | | -71.13 | | 2.69 | | -4.53 | |
| 15 | 13 | 17 | 8.50 | | 0.29 | | 1.11 | | -8.50 | | -0.29 | | -0.37 | |
| 16 | 14 | 18 | 37.35 | | 1.03 | | 2.06 | | -37.35 | | -1.03 | | 0.59 | |
| 17 | 15 | 19 | 55.01 | | -1.32 | | -0.55 | | -55.01 | | 1.32 | | -2.85 | |
| 18 | 17 | 21 | 5.90 | | 0.38 | | 0.95 | | -5.90 | | -0.38 | | 0.01 | |
| 19 | 18 | 22 | 25.77 | | 1.18 | | 2.02 | | -25.77 | | -1.18 | | 1.00 | |
| 20 | 19 | 23 | 38.44 | | -1.55 | | -1.63 | | -38.44 | | 1.55 | | -2.36 | |
| 21 | 21 | 25 | 3.39 | | 0.40 | | 0.63 | | -3.39 | | -0.40 | | 0.39 | |
| 22 | 22 | 26 | 14.27 | | 1.53 | | 1.91 | | -14.27 | | -1.53 | | 2.02 | |
| 23 | 23 | 27 | 21.70 | | -1.93 | | -1.94 | | -21.70 | | 1.93 | | -3.01 | |
| 24 | 25 | 29 | 0.64 | | 0.13 | | 0.07 | | -0.64 | | -0.13 | | 0.28 | |
| 25 | 26 | 30 | 3.09 | | 0.63 | | 0.66 | | -3.09 | | -0.63 | | 0.99 | |
| 26 | 27 | 31 | 4.88 | | -0.76 | | -1.11 | | -4.88 | | 0.76 | | -0.89 | |
| 27 | 13 | 14 | -0.83 | | 2.73 | | -0.45 | | 0.83 | | 6.77 | | -3.39 | |
| 28 | 14 | 15 | -1.37 | | 5.13 | | 1.39 | | 1.37 | | 6.87 | | -3.48 | |
| 29 | 15 | 16 | 0.00 | | 9.25 | | 8.56 | | 0.00 | | -0.00 | | 0.00 | |
| 30 | 17 | 18 | 0.09 | | 2.59 | | -0.58 | | -0.09 | | 6.91 | | -3.52 | |
| 31 | 18 | 19 | 0.23 | | 4.67 | | 0.90 | | -0.23 | | 7.33 | | -4.08 | |
| 32 | 19 | 20 | 0.00 | | 9.25 | | 8.56 | | -0.00 | | 0.00 | | -0.00 | |
| 33 | 21 | 22 | 0.02 | | 2.52 | | -0.64 | | -0.02 | | 6.98 | | -3.60 | |
| 34 | 22 | 23 | 0.38 | | 4.51 | | 0.69 | | -0.38 | | 7.49 | | -4.25 | |
| 35 | 23 | 24 | 0.00 | | 9.25 | | 8.56 | | -0.00 | | 0.00 | | -0.00 | |
| 36 | 25 | 26 | -0.26 | | 2.74 | | -0.46 | | 0.26 | | 6.76 | | -3.35 | |
| 37 | 26 | 27 | -1.16 | | 4.43 | | 0.67 | | 1.16 | | 7.57 | | -4.44 | |
| 38 | 27 | 28 | 0.00 | | 9.25 | | 8.56 | | -0.00 | | 0.00 | | -0.00 | |
| 39 | 29 | 30 | -0.13 | | 0.64 | | -0.28 | | 0.13 | | 2.02 | | -1.02 | |
| 40 | 30 | 31 | -0.76 | | 1.07 | | 0.04 | | 0.76 | | 2.29 | | -1.51 | |
| 41 | 31 | 32 | 0.00 | | 2.59 | | 2.40 | | 0.00 | | -0.00 | | 0.00 | |

ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA CIMENTACIÓN

| CS en X | VI | VD | MI | MD | WW.LIN[T/m] | Q.LIN[T/m] | P [T] | M [T*m] |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------------|------------|--------|---------|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.50 | 0.00 | 0.00 |
| 0.24 | 1.08 | -10.14 | 0.13 | -3.96 | 0.00 | 4.50 | -11.22 | -4.09 |
| 0.48 | -9.07 | -9.07 | -6.24 | -6.24 | 0.00 | 9.07 | 0.00 | 0.00 |
| 0.72 | -6.90 | -6.90 | -8.16 | -8.16 | 0.00 | 9.07 | 0.00 | 0.00 |
| 0.96 | -4.74 | -4.74 | -9.54 | -9.54 | 0.00 | 12.87 | 0.00 | 0.00 |
| 1.20 | -1.65 | -1.65 | -10.31 | -10.31 | 0.00 | 12.87 | 0.00 | 0.00 |
| 1.43 | 1.40 | 1.40 | -10.34 | -10.34 | 0.00 | 16.89 | 0.00 | 0.00 |
| 1.67 | 5.46 | 5.46 | -9.52 | -9.52 | 0.00 | 16.89 | 0.00 | 0.00 |
| 1.91 | 9.47 | 9.47 | -7.74 | -7.74 | 0.00 | 21.08 | 0.00 | 0.00 |
| 2.15 | 14.53 | -34.72 | -4.86 | -9.16 | 0.00 | 21.08 | -49.26 | -4.30 |
| 2.39 | -29.71 | -29.71 | -16.82 | -16.82 | 0.00 | 24.64 | 0.00 | 0.00 |
| 2.63 | -23.80 | -23.80 | -23.24 | -23.24 | 0.00 | 24.64 | 0.00 | 0.00 |
| 2.87 | -17.94 | -17.94 | -28.20 | -28.20 | 0.00 | 28.59 | 0.00 | 0.00 |
| 3.11 | -11.08 | -11.08 | -31.68 | -31.68 | 0.00 | 28.59 | 0.00 | 0.00 |
| 3.34 | -4.28 | -4.28 | -33.51 | -33.51 | 0.00 | 34.11 | 0.00 | 0.00 |
| 3.58 | 3.91 | 3.91 | -33.55 | -33.55 | 0.00 | 34.11 | 0.00 | 0.00 |
| 3.82 | 12.02 | 12.02 | -31.66 | -31.66 | 0.00 | 40.61 | 0.00 | 0.00 |
| 4.06 | 21.77 | 21.77 | -27.60 | -27.60 | 0.00 | 40.61 | 0.00 | 0.00 |
| 4.30 | 31.42 | 31.42 | -21.28 | -21.28 | 0.00 | 81.83 | 0.00 | 0.00 |
| 4.54 | 51.06 | -20.07 | -11.38 | -7.71 | 0.00 | 81.83 | -71.13 | 3.67 |
| 4.78 | -0.43 | -0.43 | -10.17 | -10.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

FIN

Figura 24. ASENTAMIENTOS EN LA CIMENTACIÓN (Pórtico C=D)

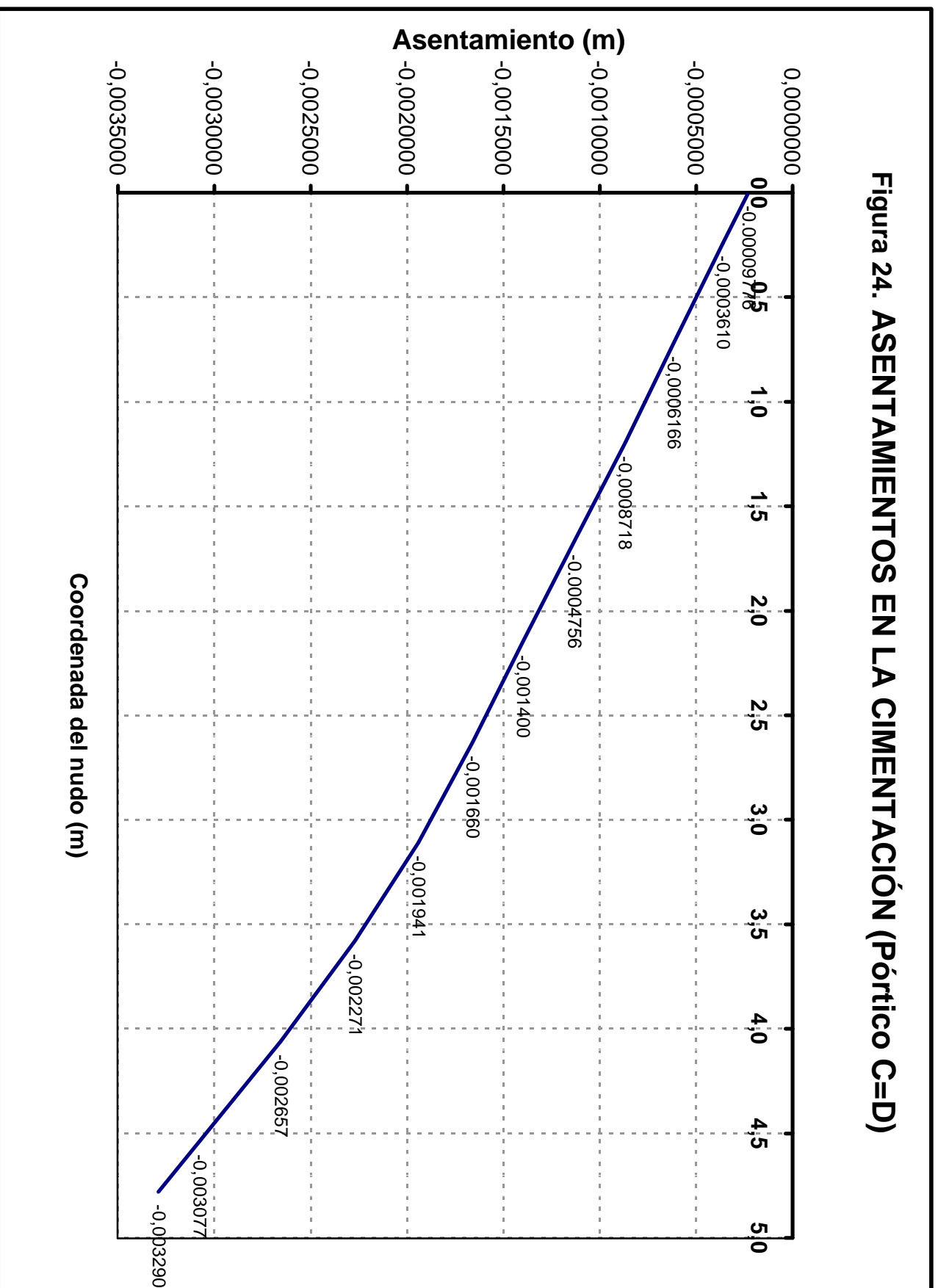


Figura 25. CORTANTE EN LA CIMENTACIÓN (Pórtico C=D)

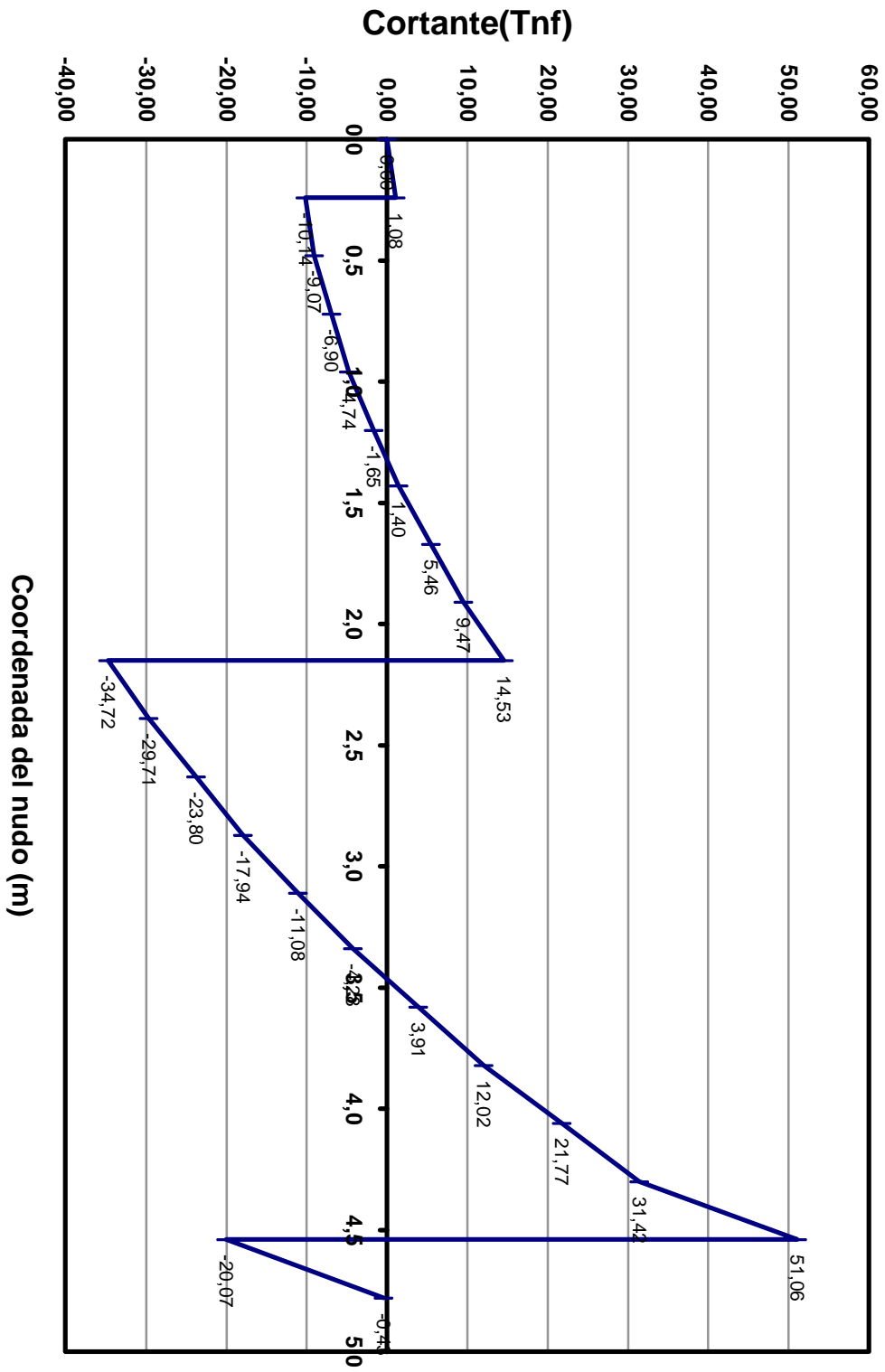


Figura 26. MOMENTO DE LA CIMENTACIÓN (Pórtico C=D)

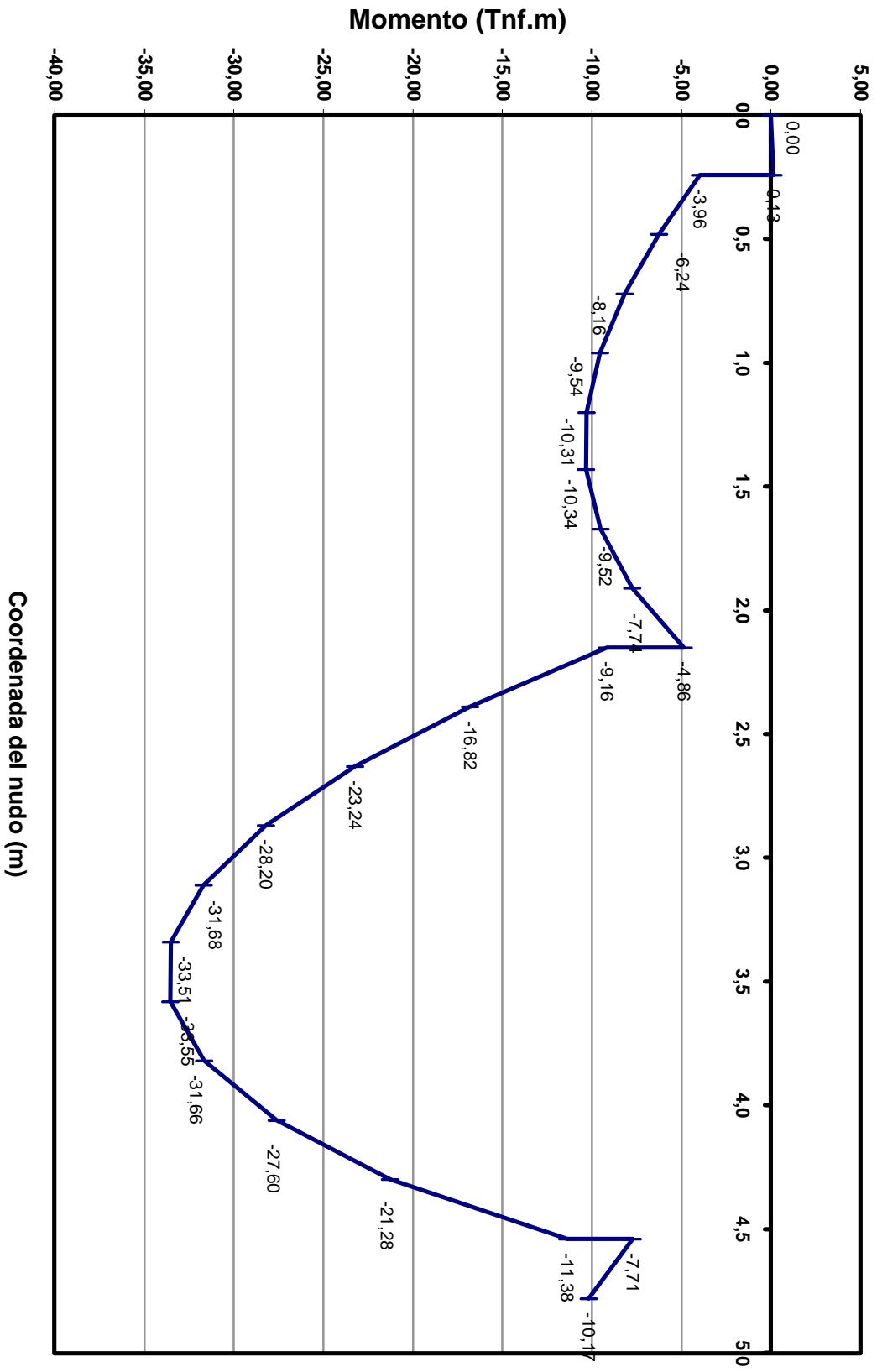
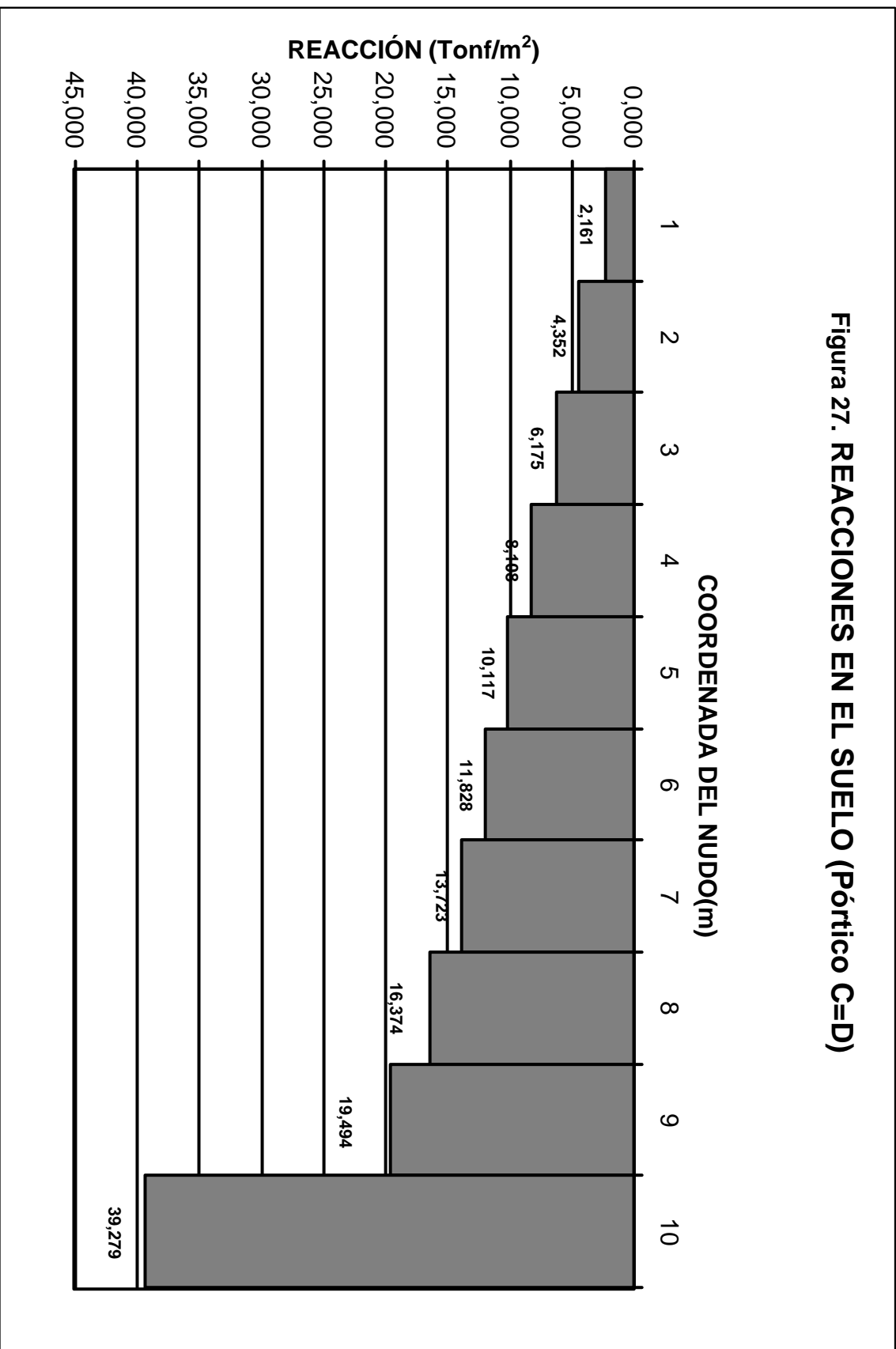


Figura 27. REACCIONES EN EL SUELO (Pórtico C=D)

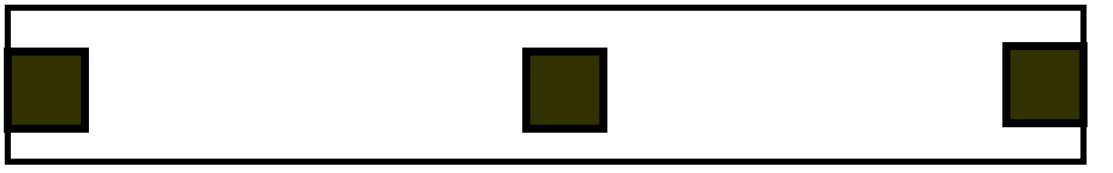


CÁLCULO DEL CORTANTE, MOMENTOS Y REFUERZO EN CADA UNA DE LAS ZAPATAS CONTINUAS (EN EL PROGRAMA ISE-93)

Para las zapatas continuas que soporta los Pórticos **A=F** . Tenemos:

La zapata tiene dimensiones de 250 cm x 478 cm x 60 cm.

Figura 28. Esquema de zapata continua



4.78 m

CRITERIOS APLICADOS

Como la altura del cimiento se determina para que no requiera refuerzo al esfuerzo cortante, entonces comprobamos que la altura de $h=0.6\text{m}$ cumple.

El cortante a una distancia d del borde del apoyo es 20.54 Tnf , como se representa en la figura 15, que sucede junto a la columna del voladizo.

V_u (mayorado) $20.54 \text{ Tnf} \times 1.5 = 30.81 \text{ Tnf}$.

Ahora al aplicar la disposición de la NSR – 98, se calculan las máximas fuerzas cortantes cuando no se coloca refuerzo transversal así:

$$V_n = V_c + V_s$$

Como $V_s = 0$ (ρ acero. No tiene) por lo tanto no lleva flejes.

$$V_n = V_c.$$

Como $V_c = f_c^{0.5} / 6$. En MPa según NSR – 98 C.11.3.1.1

$$V_c = f_c^{0.5} / 6 = 0.764 \text{ MPa}.$$

$$\hat{U}_n < 0.5 V_c$$

$$\hat{U}_n = 0.382 \text{ MPa}.$$

CÁLCULO DE V_u

$$V_u = V_n \times \phi \times b \times d$$

$$V_u = 3.82 \text{ kgf/cm}^2 \times 250 \text{ cm} \times 53 \text{ cm} = 50615 \text{ kgf.}$$

50615 kgf es la capacidad del concreto en este cimiento para que no requiera flejes.

$$50615 \text{ kgf} \gg 30.810 \text{ kgf} \quad \text{O.K}$$

Por lo tanto no requiere flejes en el sentido corto.

COMPROBACIÓN EN EL SENTIDO LARGO.

$$V_u = 3.82 \text{ kgf/cm}^2 \times 478 \text{ cm} \times 53 \text{ cm} = 96776 \text{ kgf.}$$

96776 kgf es la capacidad del concreto a esfuerzo cortante para que no requiera flejes.

$$96776 \text{ kgf} \gg 30.810 \text{ kgf} \quad \text{O.K}$$

Por lo tanto no se requiere flejes en el sentido largo.

CRITERIOS APLICADOS PARA LOS CIMIENTOS DE LOS PÓRTICOS B = E

Como la altura del cimiento se determina para que no requiera refuerzo al esfuerzo cortante, entonces comprobamos que la altura de $h=0.6\text{m}$ cumple.

El cortante a una distancia d del borde del apoyo es 46.88 Tnf , como se representa en la figura 20, que sucede junto a la columna del voladizo.

$$Vu(\text{ mayorado}) 46.88 \text{ Tnf} \times 1.5 = 70.32 \text{ Tnf}.$$

Ahora aplicamos la disposición de la NSR – 98, calculamos las máximas fuerzas cortantes cuando no se coloca refuerzo transversal así:

$$Vn = Vc + Vs$$

Como $Vs = 0$ (ρ acero. No tiene) por lo tanto no lleva flejes.

$$Vn = Vc.$$

Como $Vc = f_c^{0.5} / 6$. En MPa según NSR –98 C.11.3.1.1

$$Vc = f_c^{0.5} / 6 = 0.764 \text{ MPa}.$$

$$\hat{U}n < 0.5 Vc$$

$$\hat{U}n = 0.382 \text{ MPa}.$$

CÁLCULO DE V_u

$$V_u = V_n \times \phi \times b \times d$$

$$V_u = 3.82 \text{ kgf/cm}^2 \times 250 \text{ cm} \times 53 \text{ cm} = 50615 \text{ kgf.}$$

50615 kgf es la capacidad del concreto en este cimiento para que no requiera flejes.

$$50615 \text{ kgf} \ll 70.320 \text{ kgf}$$

Por lo tanto se requieren flejes en esta zona únicamente.

Para las demás zonas de acuerdo al gráfica, los valores del cortante están por debajo de 28.42 Tnf y ya se comprobó en el pórtico A=F que tiene características similares a los pórticos B=E que no se requiere flejes en estos casos.

Para la zona que requiere flejes tenemos:

$$V_u = 70.320 \text{ kgf}$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Como $V_s = 0$ (P acero. No tiene), por lo tanto no lleva flejes.

$$V_n = V_c.$$

Como $V_c = f_c^{0.5} / 6$. En MPa según NSR – 98 C.11.3.1.1

$$V_c = f_c^{0.5} / 6 = 0.764 \text{ MPa.}$$

$$U_n < 0.5 V_c$$

$$U_n = 0.382 \text{ MPa.}$$

Aplicando el criterio de la NSR-98

Si $0.5 U_n < V_n < V_c + 3.5$ (kgf/cm²). Se coloca refuerzo transversal mínimo.

$$U_n = V_u / 0.85 \times 250 \times 53 = 6.24 \text{ kgf/cm}^2$$

$$3.82 \text{ kgf/cm}^2 < 6.24 \text{ kgf/cm}^2 < 11.14 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A_s(\text{mínimo}) = 3.5 \text{ bo S/ fy}$$

$$A_s(\text{asumido}) = 3.5 \times 250 \text{ cm} \times 20\text{cm} / 4200 \text{ kgf/cm}^2 = 3.125 \text{ cm}^2$$

Se usan estribos en tres ramas de $Q = 1/2''$ cada 20 cm. Aproximadamente 50cm a cada lado del eje de la columna, en la cimentación, (en la columna junto al voladizo).

COMPROBACIÓN EN EL SENTIDO LARGO.

$$V_u = 3.82 \text{ kgf/cm}^2 \times 478 \text{ cm} \times 53 \text{ cm} = 96776 \text{ kgf.}$$

96776 kgf es la capacidad del concreto a esfuerzo cortante para que no requiera flejes.

$$96776 \text{ kgf} \gg 70.320 \text{ kgf} \quad \text{O.K}$$

CRITERIOS APLICADOS PARA LOS CIMIENTOS DE LOS PÓRTICOS C = D

Como la altura del cimiento se determina para que no requiera refuerzo al esfuerzo cortante, entonces comprobamos que la altura de $h=0.7\text{m}$ cumple.

El cortante a una distancia d del borde del apoyo es 51,06 Tnf, como se representa en la figura 25 , que sucede junto a la columna del voladizo.

$$V_u(\text{mayorado}) 51.06 \text{ Tnf} \times 1.5 = 76.59 \text{ Tnf.}$$

Ahora aplicamos la disposición de la NSR – 98 , calculamos las máximas fuerzas cortantes cuando no se coloca refuerzo transversal así:

$$V_n = V_c + V_s$$

Como $V_s = 0$ (ρ acero. No tiene) por lo tanto no lleva flejes.

$$V_n = V_c.$$

Como $V_c = f_c^{0.5} / 6$. En MPa según NSR – 98 C.11.3.1.1

$$V_c = f_c^{0.5} / 6 = 0.764 \text{ MPa.}$$

$$\hat{U}_n < 0.5 V_c$$

$$\hat{U}_n = 0.382 \text{ MPa.}$$

CÁLCULO DE V_u

$$V_u = V_n \times \emptyset \times b \times d$$

Para estos dos pórticos $H=0.7\text{m}$

$$V_u = 3.82 \text{ kgf/cm}^2 \times 250 \text{ cm} \times 63 \text{ cm} = 60165 \text{ kgf.}$$

60165 kgf es la capacidad del concreto en este cimiento para que no requiera flejes.

$$60165 \text{ kgf} \ll 76590 \text{ kgf}$$

Por lo tanto se requieren flejes en esta zona únicamente.

Para las demás zonas de acuerdo al gráfica, los valores del cortante están por debajo de 31.42 Tnf, comprobamos que no se requiere flejes en estos casos.

Para la zona que requiere flejes tenemos:

$$V_u = 76.590 \text{ kgf}$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Como $V_s = 0$ (\emptyset acero. No tiene) por lo tanto no lleva flejes.

$$V_n = V_c.$$

Como $V_c = f_c^{0.5} / 6$. En MPa según NSR – 98 C.11.3.1.1

$$V_c = f_c^{0.5} / 6 = 0.764 \text{ MPa.}$$

$$U_n < 0.5 V_c$$

$$U_n = 0.382 \text{ MPa.}$$

Aplicando el criterio de la NSR-98

Si $0.5 U_n < V_n < V_c + 3.5$ (kgf/cm^2). Se coloca refuerzo transversal mínimo.

$$V_u = 76590 \text{ kgf}$$

$$U_n = V_u / 0.85 \times 250 \times 53 = 6.8 \text{ kgf/cm}^2$$

$$3.82 \text{ kgf/ cm}^2 < 6.8 \text{ kgf/ cm}^2 < 11.14 \text{ kgf/ cm}^2$$

$$A_s(\text{ m\u00ednimo}) = 3.5 \text{ bo } S/ f_y$$

$$A_s(\text{ asumido}) = 3.5 \times 250 \text{ cm} \times 20\text{cm}/ 4200 \text{ kgf/ cm}^2 = 3.125 \text{ cm}^2$$

Usamos estribos en tres ramas de Q= 1/2" cada 20 cm. Aproximadamente 50cm a cada lado del eje de la columna, en la cimentaci\u00f3n, (en la columna junto al voladizo).

COMPROBACI\u00d3N EN EL SENTIDO LARGO.

$$V_u = 3.82 \text{ kgf/ cm}^2 \times 478 \text{ cm} \times 63 \text{ cm} = 115035.48 \text{ kgf.}$$

115035.48kgf es la capacidad del concreto a esfuerzo cortante para que no requiera flejes.

$$115035.48 \text{ kgf} \gg 76.690 \text{ kgf} \quad \text{O.K}$$

No requiere flejes en el sentido largo.

CALCULO DEL REFUERZO PARA LOS MOMENTOS (Acero en el sentido Largo)

Se seleccionan los momentos máximos en los apoyos y en cada una de las luces, esto para los tres pórticos(recordemos que los pórticos son simétricos así A=F, B=E, C=D).

Para los pórticos **A=F** se tiene:

$$M_1 \text{ max} = -1.69 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 169/ 250 \times 53^2 = 0.00024$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$A_s^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$$M_3 \text{ max} = -2.87 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 287/ 250 \times 53^2 = 0.0004$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$A_s^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$$M_{1-2} \text{ max} = -4.1 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 410/ 250 \times 53^2 = 0.00058$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$A_s^+ = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

$$M_2 \text{ max} = -1.67 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 169/ 250 \times 53^2 = 0.00024$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$A_s^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$$M_{2-3} \text{ max} = -13.59 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 1359/ 250 \times 53^2 = 0.0019$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$A_s^+ = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

REFUERZO PARA MOMENTOS EN LOS PÓRTICOS B=E tenemos:

$M_1 \text{ max} = -3.88 \text{ Tnf/m.}$

$K = M/bd^2$

$K = 388/ 250 \times 53^2 = 0.00055$

De tablas.

$Jo(\text{mínimo}) = 0.0018$

$As^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$M_3 \text{ max} = -8.96 \text{ Tnf/m.}$

$K = M/bd^2$

$K = 8.96/ 250 \times 53^2 = 0.0013$

De tablas.

$Jo(\text{mínimo}) = 0.0018$

$As^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$M_{1-2} \text{ max} = -9.37 \text{ Tnf/m.}$

$K = M/bd^2$

$K = 937/ 250 \times 53^2 = 0.00133$

De tablas.

$Jo(\text{mínimo}) = 0.0018$

$As^+ = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$M_{2-3} \text{ max} = -31.09 \text{ Tnf/m.}$

$M_2 \text{ max} = -3.84 \text{ Tnf/m.}$

$K = M/bd^2$

$K = 384/ 250 \times 53^2 = 0.00054$

De tablas.

$Jo(\text{mínimo}) = 0.0018$

$As^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$K = M/bd^2$

$K = 3109/ 250 \times 53^2 = 0.0044$

De tablas.

$Jo(\text{mínimo}) = 0.0018$

$As^+ = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

REFUERZO PARA MOMENTOS EN LOS PÓRTICOS C=D tenemos:

En este caso el valor de altura $H=0.7m$

$$M_1 \text{ max} = -3.96 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 388/ 250 \times 63^2 = 0.0004$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$As^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$$M_3 \text{ max} = -7.71 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 7.71/ 250 \times 63^2 = 0.00077$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$As^- = 0.0018 \times 250 \times 63 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$$M_{2-3} \text{ max} = -33.51 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 3351/ 250 \times 63^2 = 0.0033$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$As^+ = 0.0018 \times 250 \times 53 = 248 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m.

$$M_2 \text{ max} = -4.86 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 486/ 250 \times 63^2 = 0.0005$$

De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$As^- = 0.0018 \times 250 \times 53 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

$$M_{1-2} \text{ max} = -10.31 \text{ Tnf/m.}$$

$$K = M/bd^2$$

$$K = 1031/ 250 \times 63^2 = 0.0010$$

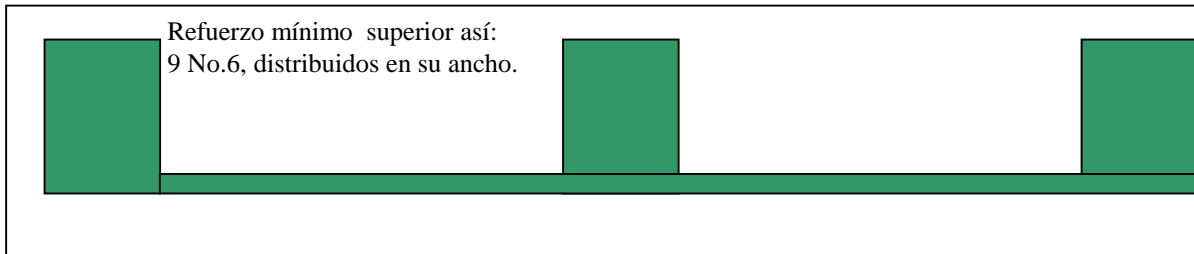
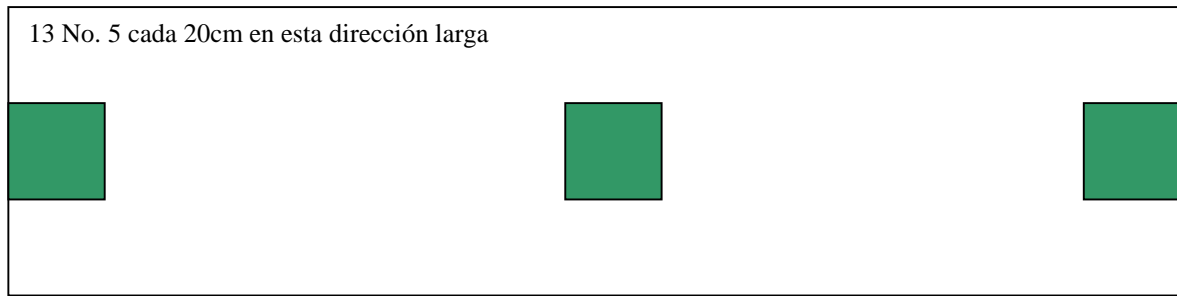
De tablas.

$$J_o(\text{mínimo}) = 0.0018$$

$$As^+ = 0.0018 \times 250 \times 63 = 24 \text{ cm}^2$$

Colocar 13 varillas de 5/8" repartidas en 2.5m

Figura 29. REFUERZO DE CIMENTACIÓN



9. CONCLUSIONES

El proceso de recuperación estructural de un edificio como el tratado en este caso, es dispendioso y de mucho mayor cuidado su nuevo planteamiento de diseño, que en el caso de una edificación nueva, esto debido a que el proceso de recopilación de información no siempre es exitoso, porque en muchos casos la información no existe y se debe partir de supuestos demasiado conservadores para estar seguros de la propuesta; en el edificio de este trabajo, se logra recuperar la gran mayoría de información existente del diseño original, esto debido a que la construcción era relativamente nueva(diseño de 1995).

Las causas principales del daño de esta estructura es por una parte la no coincidencia del diseño con la construcción, que se traduce en un cambio de la rigidez, primero porque la determinación de la rigidez en el diseño no se considera los vacíos de las ventanas, sino que se asume el muro lleno y por otro lado durante la construcción se altera la disposición de algunos muros de la estructura, lo que en ambos casos hizo que la rigidez real de construcción no coincidiera con la de diseño.

Para la recuperación estructural se evalúan varios modelos como el sistema de reforzamiento de muros existentes, el sistema estructural Dual y el sistema Combinado. Se descarta el primero porque solo se logra llevar el edificio a su estado inicial de diseño, corriéndose el riesgo de que las personas nuevamente alteraran la disposición de muros para lograr otros espacios. En el sistema Dual resulta por otra parte que los muros no logran resistir el 75% de la fuerza sísmica como lo dispone la NSR-98, o resultaba demasiado laborioso tratar los muros para altas cargas y luego construir pórticos para resistir el excedente de fuerzas. En el caso del sistema Combinado que fue el elegido para el reforzamiento, los muros existentes solo resisten el 35% de la carga vertical y horizontal, en este caso se disminuye la capacidad de esfuerzo ostensiblemente respecto del diseño inicial y se logra aprovechar gran parte de la mampostería existente.

Debido a que en la ciudad de Pereira existe por mandato del concejo municipal el estudio de microzonificación sísmica(tal como lo dispone la NSR-98), en la zona donde se localiza el edificio, los factores de amplificación de aceleración llegan casi al 50% de lo dispuesto en las normas, esta situación hace que se requieran secciones de vigas y columnas demasiado grandes comparadas con edificaciones de igual altura y para el mismo uso localizadas en otras partes de la ciudad.

Respecto de la cimentación, esta se diseña solamente para los pórticos del nuevo diseño, ya que los muros existentes no requirieron, pues el edificio no tuvo asentamientos por la cimentación de los muros. Se hace uso del programa de computador desarrollado por estudiantes de la Universidad Nacional de Medellín denominado ISE-93, mediante las zapatas continuas, y se unen transversalmente por vigas normales de cimentación de 35 cm x 35 cm de sección. Debido a que el programa considera la estructura de los pórticos para su diseño, este proceso no resulta dispendioso por la simetría de los mismos.

10. RECOMENDACIONES

En el caso de la recuperación estructural de un edificio es fundamental la identificación del daño así como las causas que lo ocasionaron, para esto es fundamental la recopilación y selección de una buena información tal como memorias de cálculo y observaciones propias al lugar, para reconstruir la información que no sea posible obtener en otro lugar.

Es definitivo después de identificar el daño y las posibles soluciones, hacer un análisis económico o de costos de la recuperación en cada una de las posibles soluciones estructurales. Esto es fundamental debido a que existen factores por ejemplo la microzonificación sísmica que hace aumentar significativamente las secciones de los elementos de pórticos para lograr cumplir con la deriva permisible según la norma sismoresistente NSR-98. En este caso vale la pena realizar una evaluación económica de la propuesta y compararla con otro tipo de solución como por ejemplo las pantallas.

En casi todos los casos se requiere tener claro el costo de la recuperación estructural y analizar varias alternativas inclusive la de demolición de la estructura por los altos costos que implica su recuperación o por la incertidumbre que se puede tener por no conocer la historia de la estructura, lo que impide la elaboración de un buen diagnóstico, asumiéndose datos tan conservadores que en últimas conduce al aumento de costos de la recuperación estructural.

11. BIBLIOGRAFÍA

GALLEGO Andrés Uriel. Mampostería Estructural Análisis. Universidad Nacional de Colombia seccional Manizales. Segunda edición

SALGADO MESA Eduardo. Predimensionado de Edificios Altos. Vol. II. Universidad Nacional de Colombia. seccional Manizales. 1989

MORALES Eric F. Evaluación del edificio Horizontes. 1999

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. NSR-98.

ACUERDO MUNICIPAL 018/2000. Plan de Ordenamiento territorial de Pereira.

ANEXO 1
CUADROS DE CALCULOS DEL DISEÑO INICIAL

| EDIFICIO EN MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL | | | | | | | |
|--|------------------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|
| HORIZONTES 1 EDIFICIO | | | | | | | |
| <i>MURO X</i> | <i>LONG(m).</i> | <i>No. MUROS</i> | <i>L. TOTAL</i> | <i>MURO Y</i> | <i>LONG.</i> | <i>No. MUROS</i> | <i>L. TOTAL</i> |
| 1 | 6,70 | 2 | 13,40 | A | 4,70 | 2 | 9,40 |
| 2 | 2,70 | 6 | 16,20 | B | 2,20 | 2 | 4,40 |
| 3 | 3,30 | 4 | 13,20 | C | 2,00 | 6 | 12,00 |
| 4 | 5,80 | 1 | 5,80 | D | 8,00 | 2 | 16,00 |
| 5 | 0,00 | 0 | 0,00 | E | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 6 | 0,00 | 0 | 0,00 | F | 0,00 | 0 | 0,00 |
| | | SUMA= | 48,60 | | | SUMA= | 41,80 |
| FrentePD= | 2,40 | Dx | 0,89 | | | Dy | 0,77 |
| | | | 0,15 | | | | |
| A PLACA | 131,00 | | | | | | |
| PESO DEL EDIFICIO(Tn) | | | | | | | |
| | <i>SI 1 NO 0</i> | <i>L muro E</i> | <i>h</i> | <i>W</i> | <i>W muro E</i> | <i>L muro NE</i> | <i>W placa</i> |
| <i>Techo</i> | 1 | 90,40 | 3,20 | 0,36 | 104,14 | 10,20 | 19,65 |
| 6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 1 | 90,40 | 2,40 | 0,36 | 78,11 | 4,90 | 60,26 |
| 3 | 1 | 90,40 | 2,40 | 0,44 | 95,46 | 4,90 | 60,26 |
| 2 | 1 | 90,40 | 2,40 | 0,44 | 95,46 | 4,90 | 60,26 |
| 1 | 1 | 90,40 | 2,40 | 0,44 | 95,46 | 4,90 | 60,26 |
| | | | | SUMA= | 468,63 | 26,13 | 260,69 |
| | | | | W TOTAL= | 755,45 | | |
| ANALISIS SISMICO | | | | | | | |
| Aa= | 0,25 | Av= | 0,25 | S= | 1,50 | | |
| R= | 3 | I= | 1,20 | Vu= | 151,08 | | |
| Aa=Aceleracion | | | | | | | |
| R= Coef de disipacion de energia | | | | | | | |
| I= Coef de importancia | | | | | | | |
| = Especificacion del suelo | | | | | | | |
| Vu= Cortante | | | | | | | |
| DISTRIBUCION VERTICAL DE FUERZAS HORIZONTALES | | | | | | | |
| | <i>Wdli</i> | <i>hi</i> | <i>Wdli*hi</i> | <i>%</i> | <i>Inercia</i> | <i>Corte</i> | <i>M</i> |
| <i>Techo</i> | 130,3188 | 13,85 | 1804,92 | 0,32 | 47,64 | 47,64 | 159,61 |
| 6 | 0 | 10,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 47,64 | 159,61 |
| 5 | 0 | 10,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 47,64 | 159,61 |
| 4 | 143,2616 | 10,2 | 1461,27 | 0,26 | 38,57 | 86,22 | 379,46 |
| 3 | 160,6184 | 7,65 | 1228,73 | 0,21 | 32,43 | 118,65 | 682,03 |
| 2 | 160,6184 | 5,1 | 819,15 | 0,14 | 21,62 | 140,28 | 1039,73 |
| 1 | 160,6184 | 2,55 | 409,58 | 0,07 | 10,81 | 151,09 | 1425,00 |
| | | SUMA= | 5723,65 | 1,00 | | | |

Unidades:

Momento en Tn-m

Cortante en Tn

Peso en Tn

Altura en m.

| RIGIDEZ DE MUROS | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|----------|----------|--------|-------|--------|
| Muro | R | R modo b | R modo h | R MOD | Suma R | % | L muro |
| 1 | 0,89 | 0,00 | 0,00 | #¡DIV/0! | 1,78 | 15,16 | 6,70 |
| 2 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | #¡DIV/0! | 1,78 | 5,04 | 2,70 |
| 3 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0 | 1,56 | 6,62 | 3,30 |
| 4 | 0,76 | 0,00 | 0,00 | #¡VALOR! | 0,76 | 12,95 | 5,80 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,9375 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | #¡DIV/0! | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | SUMA= | 5,88 | | |
| Muro | R | R modo b | R modo h | R MOD | Suma R | % | L muro |
| A | 0,60 | 2,20 | 1,40 | 0,32 | 0,64 | 8,19 | 4,70 |
| B | 0,22 | 0,00 | 0,00 | #¡VALOR! | 0,44 | 5,61 | 2,20 |
| C | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0 | 1,13 | 4,81 | 2,00 |
| D | 1,08 | 2,20 | 1,40 | 0,85 | 1,70 | 21,77 | 8,00 |
| E | 0,00 | 0,00 | 0,00 | #¡DIV/0! | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F | 0,00 | 0,00 | 0,00 | #¡VALOR! | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | SUMA= | 3,91 | | |
| CALCULO DE MUROS | | | | | | | |
| Muro 1 | A. aferente | 1,50 mts. | L= | 6,70 | | | |
| | Ue | ft | fc | a | T | As | V |
| Techo | 0,19 | 1,07 | 3,83 | 146,78 | 788 | 0,42 | 1,08 |
| 6,00 | 0,15 | 2,45 | 2,45 | 335,00 | 4105 | 2,17 | 1,08 |
| 5,00 | 0,15 | 2,45 | 2,45 | 335,00 | 4105 | 2,17 | 1,08 |
| 4,00 | 0,46 | 2,60 | 9,06 | 149,24 | 1937 | 1,02 | 1,95 |
| 3,00 | 0,58 | 3,71 | 11,25 | 166,20 | 4318 | 2,28 | 1,92 |
| 2,00 | 0,86 | 6,17 | 16,63 | 181,34 | 7836 | 4,15 | 2,27 |
| 1,00 | 1,17 | 8,94 | 22,32 | 191,56 | 11984 | 6,34 | 2,44 |
| Muro 2 | A. aferente | 3,00 mts. | L= | 2,70 | | | |
| | Ue | ft | fc | a | T | As | V |
| Techo | 0,42 | 4,51 | 7,72 | 99,64 | 2249 | 1,19 | 0,89 |
| 6,00 | 0,37 | 6,12 | 6,12 | 135,00 | 4128 | 2,18 | 0,89 |
| 5,00 | 0,37 | 6,12 | 6,12 | 135,00 | 4128 | 2,18 | 0,89 |
| 4,00 | 1,03 | 10,10 | 18,99 | 93,72 | 4731 | 2,50 | 1,61 |
| 3,00 | 1,31 | 13,32 | 24,01 | 96,35 | 8986 | 4,75 | 2,22 |
| 2,00 | 1,97 | 20,95 | 35,97 | 99,36 | 14569 | 7,71 | 2,62 |
| 1,00 | 2,68 | 29,32 | 48,69 | 101,49 | 20832 | 11,02 | 2,82 |

| | | | | | | | |
|---------------|--------------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|----------|
| Muro 3 | A. aferente | 3,00 | m | L= | 3,30 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,36 | 3,45 | 6,65 | 112,66 | 1942 | 1,03 | 1,87 |
| 6,00 | 0,31 | 5,05 | 5,05 | 165,00 | 4166 | 2,20 | 1,87 |
| 5,00 | 0,31 | 5,05 | 5,05 | 165,00 | 4166 | 2,20 | 1,87 |
| 4,00 | 0,87 | 7,56 | 16,45 | 103,90 | 3928 | 2,08 | 3,38 |
| 3,00 | 1,11 | 10,07 | 20,76 | 107,79 | 7598 | 4,02 | 4,65 |
| 2,00 | 1,67 | 15,99 | 31,01 | 112,25 | 12560 | 6,65 | 5,50 |
| 1,00 | 2,27 | 22,52 | 41,89 | 115,40 | 18195 | 9,63 | 5,93 |
| Muro 4 | A. aferente | 3,00 | m | L= | 5,80 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,23 | 1,25 | 4,45 | 126,91 | 791 | 0,42 | 1,06 |
| 6,00 | 0,17 | 2,85 | 2,85 | 290,00 | 4131 | 2,19 | 1,06 |
| 5,00 | 0,17 | 2,85 | 2,85 | 290,00 | 4131 | 2,19 | 1,06 |
| 4,00 | 0,56 | 2,33 | 11,22 | 99,62 | 1159 | 0,61 | 1,92 |
| 3,00 | 0,70 | 3,35 | 14,04 | 111,75 | 2621 | 1,39 | 2,65 |
| 2,00 | 1,05 | 5,74 | 20,77 | 125,63 | 5050 | 2,67 | 3,13 |
| 1,00 | 1,42 | 8,49 | 27,85 | 135,45 | 8045 | 4,26 | 3,37 |
| Muro 5 | A. aferente | 0,00 | m. | L= | 0,00 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,04 | -1,15 | 1,15 | 0,01 | 672890171 | 356026,55 | 0,00 |
| 6,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| 5,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | xxxxxxxxxxx | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4,00 | 0,07 | -2,02 | 2,02 | xxxxxxxxxxx | 866774532 | 458610,86 | 0,00 |
| 3,00 | 0,07 | -2,19 | 2,19 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxx | 592480,24 | 0,00 |
| 2,00 | 0,10 | -2,95 | 2,95 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxx | 701765,98 | 0,00 |
| 1,00 | 0,12 | -3,70 | 3,70 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxx | 807509,88 | 0,00 |
| Muro 6 | A. aferente | 0,00 | m. | L= | 0,00 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,04 | -1,15 | 1,15 | 0,01 | 672890171 | 356026,55 | 0,00 |
| 6,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| 5,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | xxxxxxxxxxx | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4,00 | 0,07 | -2,02 | 2,02 | xxxxxxxxxxx | 866774532 | 458610,86 | 0,00 |
| 3,00 | 0,07 | -2,19 | 2,19 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxx | 592480,24 | 0,00 |
| 2,00 | 0,10 | -2,95 | 2,95 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxx | 701765,98 | 0,00 |
| 1,00 | 0,12 | -3,70 | 3,70 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxx | 807509,88 | 0,00 |

| <i>Muro A</i> | <i>A. aferente</i> | 0,00 | <i>m</i> | <i>L=</i> | 4,70 | <i>m</i> | |
|---------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,21 | 1,69 | 4,00 | 139,79 | 1182 | 0,63 | 0,83 |
| 6,00 | 0,17 | 2,84 | 2,84 | 235,00 | 3341 | 1,77 | 0,58 |
| 5,00 | 0,17 | 2,84 | 2,84 | 235,00 | 3341 | 1,77 | 0,58 |
| 4,00 | 0,48 | 4,74 | 8,78 | 164,92 | 3912 | 2,07 | 1,05 |
| 3,00 | 0,60 | 6,48 | 10,87 | 175,58 | 7970 | 4,22 | 1,04 |
| 2,00 | 0,90 | 10,28 | 16,18 | 182,63 | 13144 | 6,95 | 1,23 |
| 1,00 | 1,22 | 14,43 | 21,84 | 187,01 | 18889 | 9,99 | 1,32 |
| <hr/> | | | | | | | |
| <i>Muro B</i> | <i>A. aferente</i> | 0,00 | <i>m.</i> | <i>L=</i> | 2,20 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,71 | 9,95 | 12,25 | 98,59 | 4905 | 2,60 | 1,21 |
| 6,00 | 0,67 | 11,10 | 11,10 | 110,00 | 6106 | 3,23 | 0,40 |
| 5,00 | 0,67 | 11,10 | 11,10 | 110,00 | 6106 | 3,23 | 0,40 |
| 4,00 | 1,67 | 24,38 | 28,41 | 101,60 | 12384 | 6,55 | 0,72 |
| 3,00 | 2,13 | 31,69 | 36,08 | 102,88 | 22822 | 12,08 | 0,71 |
| 2,00 | 3,23 | 48,71 | 54,61 | 103,72 | 35365 | 18,71 | 0,84 |
| 1,00 | 4,41 | 67,10 | 74,50 | 104,25 | 48962 | 25,91 | 0,90 |
| <hr/> | | | | | | | |
| <i>Muro C</i> | <i>A. aferente</i> | 0,00 | <i>m</i> | <i>L=</i> | 2,00 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,77 | 10,90 | 13,21 | 90,44 | 4930 | 2,61 | 1,15 |
| 6,00 | 0,73 | 12,05 | 12,05 | 100,00 | 6027 | 3,19 | 1,15 |
| 5,00 | 0,73 | 12,05 | 12,05 | 100,00 | 6027 | 3,19 | 1,15 |
| 4,00 | 1,80 | 26,64 | 30,68 | 92,97 | 12385 | 6,55 | 2,07 |
| 3,00 | 2,30 | 34,60 | 38,99 | 94,04 | 22775 | 12,05 | 2,85 |
| 2,00 | 3,50 | 53,14 | 59,04 | 94,74 | 35244 | 18,65 | 3,37 |
| 1,00 | 4,78 | 73,17 | 80,58 | 95,18 | 48753 | 25,80 | 3,63 |
| <hr/> | | | | | | | |
| <i>Muro D</i> | <i>A. aferente</i> | 0,00 | <i>m</i> | <i>L=</i> | 8,00 | | |
| | <i>Ue</i> | <i>ft</i> | <i>fc</i> | <i>a</i> | <i>T</i> | <i>As</i> | <i>V</i> |
| <i>Techo</i> | 0,18 | 1,27 | 3,57 | 209,47 | 1326 | 0,70 | 1,30 |
| 6,00 | 0,15 | 2,42 | 2,42 | 400,00 | 4837 | 2,56 | 1,30 |
| 5,00 | 0,15 | 2,42 | 2,42 | 400,00 | 4837 | 2,56 | 1,30 |
| 4,00 | 0,41 | 3,73 | 7,77 | 259,75 | 4849 | 2,57 | 2,35 |
| 3,00 | 0,52 | 5,19 | 9,58 | 281,10 | 10207 | 5,40 | 3,23 |
| 2,00 | 0,78 | 8,30 | 14,20 | 295,19 | 17160 | 9,08 | 3,82 |
| 1,00 | 1,06 | 11,72 | 19,13 | 303,97 | 24938 | 13,19 | 4,11 |

| | | | | | | | |
|-------------|---------------|--------------|-------|-------------|---------------------|-------------|-------|
| Muro E | A. Aferente | 0.00 | m | L= | 0.00 | | |
| | Ue | ft | fc | a | T | As | V |
| Techo | 0,04 | € -115 | 1.15 | xxxxxxxxxxx | 446092333 | 236027.69 | 0.00 |
| 6.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0,00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0,00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | 0.07 | -202 | 2.02 | xxxxxxxxxxx | 574629293 | 304036.66 | 0.00 |
| 3.00 | 0.07 | -219 | 2.19 | xxxxxxxxxxx | 742364367 | 392785.38 | 0.00 |
| 2.00 | 0.10 | -295 | 2.95 | xxxxxxxxxxx | 879296614 | 465236.30 | 0.00 |
| 1.00 | 0.12 | -370 | 3.70 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxxxxxx | 535339.55 | 0.00 |
| Muro F | A. Aferente | 0.00 | m | L= | 0.00 | | |
| | Ue | ft | fc | a | T | As | V |
| Techo | 0.04 | -115 | 1.15 | xxxxxxxxxxx | 446092333 | 236027.69 | 0.00 |
| 6.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | 0.07 | -202 | 2.02 | xxxxxxxxxxx | 574629293 | 304036.66 | 0.00 |
| 3.00 | 0.07 | -219 | 2.19 | xxxxxxxxxxx | 742364367 | 392785.38 | 0.00 |
| 2.00 | 0.10 | -295 | 2.95 | xxxxxxxxxxx | 879296614 | 465236.30 | 0.00 |
| 1.00 | 0.12 | -370 | 3.70 | xxxxxxxxxxx | xxxxxxxxxxxxxxxxxxx | 535339.55 | 0.00 |
| FUNDACIONES | | Q(T/mt)= | 12.00 | b.fund (cm) | 50 | h.fund.(cm) | 50 |
| MURO | Ww (t - ml) | f (t - ml) | R | ff | Mu | b | AS |
| 1 | 9.37 | 28.88 | 8.15 | 21.86 | 15.69 | 0.75 | 9.26 |
| 2 | 13.55 | 59.14 | 9.89 | 31.49 | 9.15 | 0.91 | 5.29 |
| 3 | 13.55 | 51.97 | 10.40 | 30.61 | 11.18 | 0.95 | 6.51 |
| 4 | 13.55 | 32.90 | 11.58 | 23.94 | 19.65 | 1.06 | 11.76 |
| 5 | 5.18 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 5.18 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| A | 5.18 | 31.71 | 4.27 | 21.56 | 6.09 | 0.39 | 3.49 |
| B | 5.18 | 99.03 | 3.56 | 46.81 | 2.85 | 0.33 | 1.62 |
| C | 5.18 | 102.81 | 3.46 | 45.69 | 2.59 | 0.32 | 1.47 |
| D | 5.18 | 29.09 | 4.61 | 22.98 | 10.37 | 0.42 | 6.02 |
| E | 5.18 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| F | 5.18 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| |
|----------------|
| <i>R final</i> |
| 0,89 |
| 0,30 |
| 0,39 |
| 0,76 |
| 0,00 |
| 0,00 |
| |
| <i>R final</i> |
| 0,32 |
| 0,22 |
| 0,19 |
| 0,85 |
| 0,00 |
| 0,00 |

| <i>V%</i> | <i>M%</i> | <i>Cmuro</i> | <i>Losa</i> | <i>Cv</i> | <i>fa</i> | <i>fbw</i> | |
|-----------|-----------|--------------|-------------|-----------|-----------|------------|--|
| 7,22 | 24,20 | 1,15 | 0,23 | 0,00 | 1,38 | 2,45 | |
| 7,22 | 24,20 | 1,15 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | 2,45 | |
| 7,22 | 24,20 | 1,15 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | 2,45 | |
| 13,07 | 57,53 | 2,02 | 0,92 | 0,60 | 3,23 | 5,83 | |
| 17,99 | 103,40 | 3,07 | 1,61 | 1,20 | 3,77 | 7,48 | |
| 21,27 | 157,63 | 4,13 | 2,30 | 1,80 | 5,23 | 11,4 | |
| 22,91 | 216,03 | 5,18 | 2,99 | 2,40 | 6,69 | 15,63 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| <i>V%</i> | <i>M%</i> | <i>Cmuro</i> | <i>Losa</i> | <i>Cv</i> | <i>fa</i> | <i>fbw</i> | |
| 2,4 | 8,05 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 1,60 | 6,12 | |
| 2,4 | 8,05 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 6,12 | |
| 2,4 | 8,05 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 6,12 | |
| 4,35 | 19,13 | 2,02 | 1,83 | 0,60 | 4,45 | 14,54 | |
| 5,98 | 34,39 | 3,07 | 3,21 | 1,20 | 5,34 | 18,67 | |
| 7,07 | 52,43 | 4,13 | 4,59 | 1,80 | 7,51 | 28,46 | |
| 7,63 | 71,86 | 5,18 | 5,97 | 2,40 | 9,68 | 39,00 | |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|------|------|------|-------|--|
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw | |
| 3,15 | 10,57 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 1,60 | 5,05 | |
| 3,15 | 10,57 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 5,05 | |
| 3,15 | 10,57 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 5,05 | |
| 5,71 | 25,12 | 2,02 | 1,83 | 0,60 | 4,45 | 12,01 | |
| 7,85 | 45,15 | 3,07 | 3,21 | 1,20 | 5,34 | 15,41 | |
| 9,29 | 68,82 | 4,13 | 4,59 | 1,80 | 7,51 | 23,50 | |
| 10,00 | 94,33 | 5,18 | 5,97 | 2,40 | 9,68 | 32,21 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw | |
| 6,17 | 20,66 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 1,60 | 2,85 | |
| 6,17 | 20,66 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 2,85 | |
| 6,17 | 20,66 | 1,15 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 2,85 | |
| 11,16 | 49,13 | 2,02 | 1,83 | 0,60 | 4,45 | 6,77 | |
| 15,36 | 88,30 | 3,07 | 3,21 | 1,20 | 5,34 | 8,69 | |
| 18,16 | 134,61 | 4,13 | 4,59 | 1,80 | 7,51 | 13,25 | |
| 19,56 | 184,48 | 5,18 | 5,97 | 2,40 | 9,68 | 18,17 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw | |
| 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 3,07 | 0,00 | 0,00 | 2,19 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 4,13 | 0,00 | 0,00 | 2,95 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 5,18 | 0,00 | 0,00 | 3,70 | 0,00 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw | |
| 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 3,07 | 0,00 | 0,00 | 2,19 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 4,13 | 0,00 | 0,00 | 2,95 | 0,00 | |
| 0,00 | 0,00 | 5,18 | 0,00 | 0,00 | 3,70 | 0,00 | |

| | | | | | | |
|-------|--------|-------|------|------|------|-------|
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw |
| 3.90 | 13.08 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 2.84 |
| 3.90 | 13.08 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.84 |
| 3.90 | 13.08 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.84 |
| 7.06 | 31.09 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 2.02 | 6.76 |
| 9.72 | 55.88 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 2.19 | 8.68 |
| 11.49 | 85.19 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 2.95 | 13.23 |
| 12.38 | 116.76 | 5.18 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 18.13 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw |
| 2.67 | 8.95 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 11.10 |
| 2.67 | 8.95 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.10 |
| 2.67 | 8.95 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.10 |
| 4.83 | 21.27 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 2.02 | 26.39 |
| 6.65 | 38.24 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 2.19 | 33.89 |
| 7.86 | 58.29 | 4.14 | 0.00 | 0.00 | 2.95 | 51.66 |
| 8.47 | 79.89 | 5.18 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 70.80 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw |
| 2.29 | 7.68 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 12.05 |
| 2.29 | 7.68 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.05 |
| 2.29 | 7.68 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.05 |
| 4.15 | 18.25 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 2.02 | 28.66 |
| 5.71 | 32.80 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 2.19 | 36.79 |
| 6.75 | 50.01 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 2.95 | 56.09 |
| 7.27 | 68.54 | 5.18 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 76.87 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| V% | M% | Cmuro | Losa | Cv | fa | fbw |
| 10.37 | 34.75 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 2.42 |
| 10.37 | 34.75 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.42 |
| 10.37 | 34.75 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.42 |
| 18.77 | 82.61 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 2.02 | 5.75 |
| 25.83 | 148.49 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 2.19 | 7.38 |
| 30.54 | 226.36 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 2.95 | 11.25 |
| 32.89 | 310.24 | 5.18 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 15.42 |

| <i>V%</i> | <i>M%</i> | <i>Cmuro</i> | <i>Losa</i> | <i>Cv</i> | <i>fa</i> | <i>fbw</i> | |
|-----------|-----------|--------------|-------------|-----------|-----------|------------|--|
| 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 2.02 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 2.19 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 2.95 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 5.18 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 0.00 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| <i>V%</i> | <i>M%</i> | <i>Cmuro</i> | <i>Losa</i> | <i>Cv</i> | <i>fa</i> | <i>fbw</i> | |
| 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 2.02 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 2.19 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 2.95 | 0.00 | |
| 0.00 | 0.00 | 5.18 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 0.00 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| <i>K</i> | <i>RO</i> | <i>Lmuro</i> | | | | | |
| 0.01 | 0.00 | 6.70 | | | | | |
| 0.01 | 0.00 | 2.70 | | | | | |
| 0.01 | 0.00 | 3.30 | | | | | |
| 0.02 | 0.01 | 5.80 | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 0.01 | 0.00 | 4.70 | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | 2.20 | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | 2.00 | | | | | |
| 0.01 | 0.00 | 8.00 | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |

REFUERZO A INSTALAR EN CADA EXTREMO DEL MURO

| Muro | Nivel | | | | | Refuerzo | |
|------|-------|----|----|------|------|----------|----------|
| | 5° | 4° | 3° | 2° | 1° | Muro | Vertical |
| 1 | 16 | 16 | 16 | 33 | 33 | 1 | R2 |
| 2 | 6 | 6 | 6 | 13,5 | 13,5 | 2 | R3 |
| 3 | 8 | 8 | 8 | 16,5 | 16,5 | 3 | R4 |
| 4 | 15 | 15 | 15 | 29 | 29 | 4 | R5 |
| A | 12 | 12 | 12 | 23,5 | 23,5 | A | R6 |
| B | 5 | 5 | 5 | 11 | 11 | B | R7 |
| C | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | C | R7 |
| D | 16 | 16 | 16 | 32 | 32 | D | R8 |

Tipo de Refuerzo

| | Nivel | | | Nivel | | | Nivel | |
|----|---------------|---|----|--------------|----|--------|-------|--------|
| | | | | | | | | |
| R2 | 2Ø5/8" | 5 | R5 | 2Ø5/8" | R8 | 2Ø3/4" | | 2Ø3/4" |
| | 2Ø5/8" | 4 | | 2Ø5/8" | | 3Ø1" | | |
| | 2Ø5/8" | 3 | | 2Ø5/8" | | 2Ø1" | | |
| | 2Ø3/4" | 2 | | 3Ø5/8" | | 3Ø1" | | |
| | 2Ø3/4" | 1 | | 3Ø5/8" | | | | |
| R3 | 2Ø5/8" | 5 | R6 | 2Ø5/8" | | | | |
| | 2Ø5/8" | 4 | | 2Ø5/8" | | | | |
| | 1Ø3/4" | 3 | | 2Ø3/4" | | | | |
| | 1Ø1" | 2 | | 2Ø1" | | | | |
| | 2Ø1" | 1 | | 2Ø1"+ 2Ø3/4" | | | | |
| R4 | 2Ø5/8" | 5 | R7 | 4Ø3/4" | | | | |
| | 2Ø5/8" | 4 | | 2Ø1" | | | | |
| | 1Ø1" + 1Ø3/4" | 3 | | 3Ø1" | | | | |
| | 2Ø1" | 2 | | 4Ø1" | | | | |
| | 2Ø1"+1Ø3/4" | 1 | | 5Ø1" | | | | |

| Muro | Nivel | | | | | Muro |
|------|-------|----|----|------|------|------|
| | 5° | 4° | 3° | 2° | 1° | |
| 1 | 14 | 14 | 14 | 33,5 | 33,5 | 1 |
| 2 | 7 | 7 | 7 | 13,5 | 13,5 | 2 |
| 3 | 8 | 8 | 8 | 16,5 | 16,5 | 3 |
| 4 | 15 | 15 | 15 | 29 | 29 | 4 |
| 5 | 14 | 14 | 14 | 33,5 | 33,5 | 5 |
| A | 12 | 12 | 12 | 23,5 | 23,5 | A |
| B | 5 | 5 | 5 | 11 | 11 | B |
| C | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | C |
| D | 20 | 20 | 20 | 40 | 40 | D |

| | | Nivel | | | |
|----|------------|-------|----|--------|--|
| R2 | 205/8" | 5 | R5 | 203/4" | |
| | 205/8" | 4 | | 201" | |
| | 203/4" | 3 | | 301" | |
| | 303/4" | 2 | | 401" | |
| | 303/4" | 1 | | 601" | |
| R3 | 205/8" | 5 | R6 | 203/4 | |
| | 205/8" | 4 | | 203/4 | |
| | 103/4"+101 | 3 | | 201" | |
| | 201" | 2 | | 201" | |
| | 201"+103/4 | 1 | | 301" | |
| R4 | 205/8 | 5 | R7 | | |
| | 205/8 | 4 | | | |
| | 205/8 | 3 | | | |
| | 305/8 | 2 | | | |
| | 305/8 | 1 | | | |

Placa Maciza h = 0.15

Carga Muerta $0.15 \times 2.400 = 360 \text{ kgf/m.}^2$

Acabados $\frac{140 \text{ kgf/m.}^2}{500} \times 1.5 = 750$

Carga viva $\frac{200}{x 1.7} = 340$

1.090 kgf/m^2

$M(+) = 0.048wl^2 = 0.048 \times 1.1 \times 9 = 0.47 \text{ Tn-m}$

$M(-) = 0.085wl^2 = 0.085 \times 1.1 \times 9 = 0.84 \text{ Tn-m}$

Vigas de Fundaciones

| Edificio 1 | | | | | | | |
|------------|------|--------|--------|---|----|--------|--------|
| | As | | | | As | | |
| | b | Abajo | Arriba | | b | | |
| 1 | 1,00 | 4Ø3/4" | 4Ø1/2" | A | 50 | 3Ø5/8" | 3Ø1/2" |
| 2 | 1,00 | 3Ø5/8" | 3Ø1/2" | B | 50 | 2Ø5/8" | 2Ø1/2" |
| 3 | 1,00 | 4Ø5/8" | 4Ø1/2" | C | 50 | 2Ø5/8" | 2Ø1/2" |
| 4 | 1,10 | 5Ø3/4" | 5Ø1/2" | D | 50 | 3Ø5/8" | 3Ø1/2" |
| | | | | E | | | |

| Edificio 2 | | | | | | | |
|------------|------|--------|--------|---|----|--------|--------|
| | As | | | | As | | |
| | b | Abajo | Arriba | | b | Abajo | Arriba |
| 1 | 1,00 | 4Ø3/4" | 4Ø1/2" | A | 50 | 3Ø5/8" | 3Ø1/2" |
| 2 | 1,00 | 3Ø5/8" | 3Ø1/2" | B | 50 | 2Ø5/8" | 2Ø1/2" |
| 3 | 1,00 | 4Ø5/8" | 4Ø1/2" | C | 50 | 2Ø5/8" | 3Ø1/2" |
| 4 | 1,10 | 5Ø3/4" | 5Ø1/2" | D | 50 | 3Ø5/8" | 2Ø1/2" |
| 5 | 1,10 | 5Ø3/4" | 5Ø1/2" | E | | | |