



UNIVERSIDAD DON VASCO.
ESCUELA DE INGENIERÍA

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN
EDIFICIO DE ESTACIONAMIENTO PARA LA
UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

PABLO ANAYA GARCÍA

ASESOR

GUILLERMO MARTÍNEZ RUIZ

URUAPAN, MICHOACÁN, 1999



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

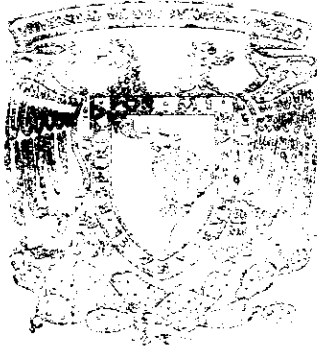
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

872715

UNIVERSIDAD DON VASCO

INCORPORACIÓN NO. 2727-1-A-1-A

Universidad Nacional Autónoma de México



Escuela de Ingeniería Civil

Temática: Diseño estructural
de un edificio de estacionamiento
para la Universidad Don Vasco.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

Pablo Anaya García

272413



UNIVERSIDAD
"DON VASCO", A.C.

TESIS CON URUAPAN, MICHOACÁN, 1999.
PALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS:

- A Dios, por darme la vida y la oportunidad de terminar mi carrera.
- A mis padres, por impulsarme siempre a ser mejor.
- A la Universidad Don Vasco, promotora de valores académicos y espirituales.
- A mis maestros y compañeros, que me acompañaron en el camino por la Universidad.
- Al Ing. Guillermo Martínez Ruíz, por su valiosa ayuda como asesor de esta tesis.

A mis padres, que con su apoyo y cariño me han impulsado siempre hacia adelante.

A mi hermano Rafael, el mejor amigo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

I.- EL PROBLEMA DE ESTACIONAMIENTO EN LA UNIVERSIDAD DON VASCO

1.1.- Conceptos generales -----	6
1.2.- Estimación de la población -----	6
1.3.- Estimación de la demanda de estacionamiento -----	10
1.4.- Disponibilidad de espacios para su uso como estacionamiento -----	12

II.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN

2.1.- Alternativa de solución -----	13
2.2.- Localización -----	13
2.3.- Proyecto arquitectónico -----	14
2.4.- Estructuración -----	15

III.- ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES

3.1.- Predimensionamiento -----	16
3.2.- Cálculo de cargas -----	20
3.3.- Áreas tributarias -----	24
3.4.- Canalización de cargas a los marcos -----	27

IV.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGAS VERTICALES

IV.1.- Fundamentos del método de rigideces -----	54
IV.2.- Aplicación del método de rigideces -----	56

V.- ANÁLISIS SÍSMICO MODAL

V.1.- Análisis sísmico modal espectral -----	138
V.2.- Modos de vibración -----	147
V.3.- Análisis sísmico modal para el edificio -----	151
V.4.- Análisis sísmico estático y comparación de diseño -----	153
V.5.- Efectos de torsión -----	155
V.6.- Fuerzas sísmicas de diseño -----	163

VI.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL ANTE CARGAS SÍSMICAS

VI.1.- Diagramas -----	165
------------------------	-----

VII.- DISEÑO DE TRABES

VII.1 Envolventes para diseño -----	189
VII.2 Cálculo del refuerzo longitudinal -----	189
VII.3 Cálculo del refuerzo transversal -----	192
VII.4 Armado en caras laterales -----	193
VII.5 Armado de la trabe secundaria -----	193
VII.6 Diseño de las escaleras -----	194
VII.6 Diagramas de armado -----	195

VIII.- DISEÑO DE COLUMNAS	
VIII.1 Cálculo de los factores de amplificación de momentos -----	224
VIII.2 Combinaciones de carga -----	227
VIII.3 Diseño a flexocompresión -----	230
VIII.4 Diseño por cortante -----	231
VIII.5 Armado de las columnas -----	232
IX.- DISEÑO DE LOSAS	
IX.1 Losas reticulares -----	240
IX.2 Losas en una sola dirección -----	243
IX.3 Tableros de la losa -----	245
X.- DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	
X.1 Capacidad de carga -----	246
X.2 Tipo de cimentación -----	246
X.3 Diseño de la losa -----	246
X.4 Diseño de las traveses de cimentación -----	251
XI.- PLANOS ARQUITECTÓNICOS	
11.1 Planta del primer nivel -----	259
11.2 Planta nivel 2 -----	260
11.3 Corte transversal -----	261
11.4 Perspectiva de las fachadas -----	262
11.5 Plano de localización -----	263
APÉNDICE A -----	264
APÉNDICE B -----	276
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	278

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objeto plantear una alternativa de solución viable al problema de escasez de lugares para estacionamiento que existe en la actualidad en la Universidad Don Vasco, proponiendo la construcción de un edificio que dé cabida a un número considerable de automóviles. Para lograr este fin, se trabajó pretendiendo seguir un orden lógico que permitiera entender el problema y dar seguimiento a cada uno de los pasos necesarios para llegar a la solución final.

En primer lugar, en el capítulo I de esta tesis se presentan los resultados de un estudio estadístico encaminado a demostrar que la falta de lugares de estacionamiento en la Universidad constituye un problema que, aunque por el momento no parece de mucha gravedad, puede complicarse en el corto plazo y tener serias consecuencias.

Más adelante, habiendo explicado en qué consiste el problema y cuáles son las expectativas de crecimiento del mismo, se propone la solución, incluyendo proyecto arquitectónico, estructuración, localización y demás aspectos generales.

Una vez que se expusieron las características generales del proyecto, se comienza a desarrollar el cálculo detallado, que va desde la bajada de cargas hasta el diseño de todos los elementos en concreto reforzado.

Aquí cabe hacer un paréntesis para dar a conocer las razones por las cuales se prefirieron ciertos métodos de cálculo sobre otros. En primer lugar, para el determinar los elementos mecánicos, se eligió el método de las rigideces, ya que es, con mucho, el método más utilizado actualmente para resolver estructuras que no presentan problemas especiales, además de que su programación es relativamente sencilla y esto permite utilizar un programa de cómputo propio, cuyo listado se transcribe en el apéndice A. Por otra parte, en lo referente al análisis sísmico, se eligió el modal espectral, porque además de ser el procedimiento recomendado por los principales reglamentos de construcción, no es muy complicado, y en el caso de que alguno de los modos de vibrar, distinto del fundamental, fuera de importancia, el método estático no lo reflejaría en los resultados.

En lo referente al diseño de cada miembro en particular, en todos los casos se adoptó el criterio de resistencia última o factores de carga, que es el que se establece en el RCDF - 87 y que se basa en considerar un comportamiento elasto - plástico del material.

Por último, cabe mencionar que se procuró incluir las citas a los reglamentos y referencias de donde fueron tomadas las expresiones que se utilizan para el cálculo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE ESTACIONAMIENTO EN LA UNIVERSIDAD DON VASCO

El objetivo del presente capítulo es mostrar, en qué consiste el problema de estacionamiento en la Universidad Don Vasco y cómo puede ir agravándose debido al incremento de la población estudiantil y a los posibles cambios en el uso de los espacios que actualmente se destinan al acomodo de los vehículos.

1.1 Conceptos generales

Si se quiere realizar un análisis estadístico de la demanda de espacios para estacionamiento en la Universidad Don Vasco, es necesario, como primer paso, definir algunos conceptos que utilizaremos en adelante:

a) Población: Por población entenderemos el conjunto de personas (alumnos, docentes, personal administrativo y de mantenimiento) que se encuentran en la Universidad durante un turno de trabajo, es decir, que tendremos una población para el turno matutino y otra para el turno vespertino que se considerarán de forma independiente.

b) Tasa de variación: Por tasa de variación se entenderá el incremento o decremento en la población durante un período determinado de tiempo (para nuestro caso utilizaremos un periodo de un año de duración).

c) Demanda de estacionamiento (DE): Se refiere al número de espacios para estacionamiento requeridos simultáneamente. Se puede expresar como un porcentaje de la población.

d) Horario pico: Es aquel en que se presenta la mayor demanda de estacionamiento.

1.2 Estimación de la población

Una vez que han quedado claros los conceptos anteriores, podemos darnos a la tarea de estimar la población, o más bien dicho, las poblaciones, tanto en el turno matutino como en el vespertino. Para este efecto, el dato más confiable con que se cuenta es la matrícula que han tenido las diferentes escuelas de la Universidad en los últimos años (Este comportamiento se muestra en la tabla I). Sin embargo, estos datos sólo representan la parte de la población que corresponde a los alumnos; no obstante esto, la cantidad de maestros y personal administrativo que labora en la Universidad es fácil de determinar para el actual ciclo, de modo que si dividimos el número de docentes y personal administrativo entre el número total de alumnos para cada turno (puesto que el personal administrativo forma parte tanto de la población del turno matutino como del vespertino), obtendremos un porcentaje que a falta de datos más precisos se propone considerar se mantendrá más o menos constante.

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

Ciclo escolar	Matrícula en el turno matutino
1992 - 93	1212 personas
1993 - 94	1206 personas
1994 - 95	1188 personas
1995 - 96	1092 personas
1996 - 97	1063 personas
1997 - 98	963 personas

TABLA 1.1 Variación de la matrícula en el turno matutino (1992-93, 1997-98)

Fuente: Departamento administrativo de la U.D.V.

Ciclo escolar	Matrícula en el turno vespertino
1992 - 93	948 personas
1993 - 94	876 personas
1994 - 95	840 personas
1995 - 96	895 personas
1996 - 97	1019 personas
1997 - 98	1138 personas

TABLA 1.2 Variación de la matrícula en el turno vespertino (1992-93, 1997-98)

Fuente: Departamento administrativo de la U.D.V.

A pesar de lo anteriormente expuesto, faltaría considerar aún un sector de la población que es el que corresponde a los empleados de mantenimiento, sin embargo no se tomará en cuenta debido a que, dado el nivel socioeconómico de dicho sector, puede afirmarse con bastante grado de aproximación que prácticamente no contribuye a aumentar la demanda de estacionamiento, por lo que no se tomará en consideración.

Total de maestros en el turno matutino = 100
 Total de personal administrativo = 30

Total de alumnos en el turno matutino = 963

$$\% \text{ de maestros y personal administrativo por alumno} = \frac{100 + 30}{963} \times 100 = 13.50 \%$$

Factor de corrección para el turno matutino = 1.1350

Total de maestros en el turno vespertino = 130

Total de personal administrativo = 30

Total de alumnos en el turno vespertino = 1138

$$\% \text{ de maestros y personal administrativo por alumno} = \frac{130 + 30}{1138} \times 100 = 14.06 \%$$

Factor de corrección para el turno vespertino = 1.1406

Para obtener la población estimada en cada ciclo escolar, multiplicaremos la matrícula por el factor de corrección, obteniéndose los siguientes resultados:

Ciclo escolar	Matrícula en el turno matutino
1992 - 93	1375 personas
1993 - 94	1369 personas
1994 - 95	1348 personas
1995 - 96	1239 personas
1996 - 97	1207 personas
1997 - 98	1093 personas

TABLA 1.3 Variación de la matrícula (corregida) en el turno matutino (1992-93. 1997-98)

Ciclo escolar	Matrícula en el turno vespertino
1992 - 93	1081 personas
1993 - 94	999 personas
1994 - 95	958 personas
1995 - 96	1021 personas
1996 - 97	1162 personas
1997 - 98	1298 personas

TABLA 1.3 Variación de la matrícula (corregida) en el turno vespertino (1992-93, 1997-98)

Habiendo obtenido las poblaciones estimadas de los últimos años para ambos turnos, podemos, mediante ajustes de tipo lineal, exponencial y de potencias, establecer una ecuación que relacione el aumento de la población con el tiempo, y que nos permita predecir poblaciones futuras a corto, mediano y largo plazo para cada turno. Dichas ecuaciones son las siguientes:

Para turno matutino:

$$f(t) = 1297.667 - 50.571 (t) \quad \text{Ecuación 1.1}$$

Para turno vespertino:

- De (92 - 93) a (94 - 95)

$$f(t) = 947.39 (t)^{-0.1105} \quad \text{Ecuación 1.2}$$

- De (94 - 95) en adelante

$$f(t) = 744.937 e^{0.10406(t)} \quad \text{Ecuación 1.3}$$

Donde: t = Número de años a partir del año inicial para el cual es válida la expresión

Una vez que tenemos las ecuaciones que relacionan la variación de las poblaciones con respecto al tiempo, procedemos a estimar la demanda de estacionamiento.

1.3 Estimación de la demanda de estacionamiento

Para estimar la demanda de estacionamiento en la Universidad, se recurrió al conteo directo de los vehículos en diferentes días de la semana y a distintas horas. Los resultados fueron los siguientes:

Fecha	Día	Hora	No. de autos
28 / Ene / 98	Miércoles	17 : 30	200
04 / Mar / 98	Miércoles	11 : 30	147
06 / Mar / 98	Viernes	16 : 30	151
06 / Mar / 98	Viernes	17 : 15	177
11 / Mar / 98	Miércoles	8 : 45	140
11 / Mar / 98	Miércoles	10 : 30	137
12 / Mar / 98	Jueves	11 : 25	139
19 / Mar / 98	Jueves	16 : 45	171
19 / Mar / 98	Jueves	18 : 30	191
26 / Mar / 98	Jueves	17 : 44	178
20 / Abr / 98	Lunes	17 : 45	194
21 / Abr / 98	Martes	10 : 10	136
22 / Abr / 98	Miércoles	9 : 40	139
22 / Abr / 98	Miércoles	18 : 40	189
23 / Abr / 98	Jueves	16 : 30	179
24 / Abr / 98	Viernes	17 : 20	194
12 / May / 98	Martes	17 : 30	199
14 / May / 98	Jueves	17 : 40	194
15 / May / 98	Viernes	8 : 30	141
18 / May / 98	Lunes	18 : 20	186
19 / May / 98	Martes	12 : 05	138
19 / May / 98	Martes	19 : 30	176
20 / May / 98	Miércoles	17 : 15	186
21 / May / 98	Jueves	9 : 30	142

TABLA 1.5 Demanda de estacionamiento en la Universidad Don Vasco

Ya con estos datos, se procedió a identificar las horas pico, resultando que para el turno matutino no se pudo identificar ningún horario con mayor afluencia de carros, mientras que para el turno vespertino se ubicó en el rango de las 17 : 00 a las 19 : 00 horas y se seleccionaron sólo los datos que se obtuvieron en dichos horarios para calcular un promedio (o media aritmética), al cual le llamaremos demanda media máxima (D.M.M.) y que se calculará con la siguiente fórmula:

Para turno matutino:

$$D.M.M = \frac{x1 + x2 + x3 + x4 + \dots + xn}{n} = 139.88 \quad (\text{Ecuación 1.4})$$

Para turno vespertino:

$$D.M.M = \frac{x1 + x2 + x3 + x4 + \dots + xn}{n} = 189.90 \quad (\text{Ecuación 1.5})$$

Se puede observar que la demanda es bastante más grande en el turno vespertino, por lo que en adelante nos referiremos solo a éste.

Considerando una distribución normal de probabilidad, la cual se puede aplicar a muestras pequeñas, siempre y cuando éstas sean simétricas (Mendenhall, 1993; 167), tenemos que el área correspondiente al 95 % del total es la comprendida entre la media más – menos dos veces la desviación estándar (Ibid; 169), la cual se calcula como:

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - x)^2}{n - 1}} = 7.99$$

Al valor igual a la media más dos desviaciones estándar le llamaremos demanda media extraordinaria (D.M.E) = 189.90 + 2 (7.99) = 205.88

Teniendo identificada la demanda media extraordinaria, el siguiente paso a seguir será obtener el porcentaje de la población que demanda estacionamiento; para este efecto dividiremos la demanda media extraordinaria entre la población:

$$\% \text{ de población que demanda estacionamiento} = \frac{205.88}{1298} \times 100 = 15.86 \%$$

$$\text{Coeficiente de demanda} = 0.1586$$

Si consideramos ahora que la ecuación 1.3 nos indica la variación anual en la población, multiplicando esa ecuación por el coeficiente de demanda obtendremos una expresión que nos dé la variación anual de la misma:

$$f(t) = 118.16 e^{0.10406 (t2)} - 118.16 e^{0.10406 (t1)} \quad \text{Ecuación 1.6}$$

Donde: t = Número de años a partir del año inicial para el cual es válida la expresión.

Utilizando ahora esta ecuación, y suponiendo que no hay limitaciones para aumentar la población en la escuela, podemos construir una tabla que nos indique el aumento de la demanda a corto, mediano y largo plazo.

Tiempo	Aumento en la demanda
2 años	41 autos
4 años	92 autos
6 años	155 autos
8 años	232 autos

TABLA 1.6 Aumento de la demanda a futuro

Como se puede observar en la tabla 1.6, la demanda de estacionamiento llegará a un punto tal que resultará imposible de satisfacer con las instalaciones actuales, por lo cual es necesario proponer una solución. Sin embargo, no debe olvidarse que la ecuación que se aplica para determinar el aumento en la demanda obedece tan solo al comportamiento de los últimos cuatro años, de los cuales 3 coinciden con la apertura de la carrera de derecho, por lo que al pasar los próximos dos años en los que se abrirán grupos nuevos para dicha carrera, el ritmo de crecimiento pudiera dejar de ser tan vertiginoso y resultaría difícil predecir su comportamiento.

1.4 Disponibilidad de espacios para su uso como estacionamiento

Actualmente, los lugares disponibles para estacionar automóviles están prácticamente saturados (sobre todo en el turno vespertino), lo que significa que si no se amplían a la brevedad posible podrían ocasionarse serios problemas en el mediano y largo plazo. Un agravante para estas dificultades es el hecho de que al crecer la Universidad, no solo aumentan las necesidades de estacionamiento, sino que también lo hacen otro tipo de requerimientos, tales como aulas, espacios para docentes y personal administrativo, etc., lo que propicia la construcción de nuevos edificios que, por falta de espacios adicionales, se tienen que construir en lugares que anteriormente ocupaban los vehículos, lo cual disminuye espacios para estacionamiento; si a esto le agregamos el incremento anual en la demanda de los mismos, podemos notar claramente que el problema se agudiza.

Es debido a todas las razones expuestas en este capítulo que resulta imperativo actuar para resolver el problema de fondo, y evitar futuras complicaciones generando una propuesta formal de ejecución de un edificio de estacionamiento dentro de los terrenos de la Universidad Don Vasco.

CAPITULO II

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este capítulo se plantea una alternativa de solución que resulta bastante viable para resolver el problema de estacionamiento en la Universidad Don Vasco. Durante el desarrollo del mismo se explican los criterios que se siguieron para llegar dicha propuesta.

2.1 Alternativa de solución

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, existe en la Universidad Don Vasco un problema de estacionamiento que exige una atención adecuada, es por eso que en este capítulo se presenta una alternativa de solución que puede ser realizada en varias etapas según lo vaya requiriendo el crecimiento de la Universidad. Se plantea pues la construcción de un edificio de estacionamiento de cuatro niveles que ya terminado podría dar cabida a 189 automóviles, lo cual representa una cantidad importante si la comparamos con la demanda actual.

2.2 Localización

Para la ubicación del edificio anteriormente mencionado se dispondría de los terrenos que se encuentran al fondo de la Universidad, cuya localización exacta se muestra en el plano que se anexa en el capítulo XI.

El terreno necesario para la construcción del mismo, tiene una superficie total de 1813 m².

Para la elección del sitio de ubicación, fue necesario tomar en cuenta diversos factores que se muestran enseguida.

a) Disponibilidad: Este concepto es tal vez uno de los que determinan más directamente el sitio a escoger, ya que los espacios que cumplen con las necesidades de área que se requieren para desarrollar un buen proyecto arquitectónico son limitados, sin embargo, el terreno seleccionado sí satisface estas necesidades, siempre y cuando sean retiradas algunas estructuras provisionales que se encuentran en el lugar.

b) Desarrollo a futuro: Otra razón por la que se eligieron los terrenos mostrados en el mapa de ubicación, es debido a que, de los espacios disponibles, el que se escogió es el que tiene menor vista y se encuentra más aislado de las áreas de estudio de la Universidad, lo cual resulta conveniente para evitar ruidos molestos y para dejar los espacios más vistosos para su desarrollo con otros fines.

c) Circulación y acceso: Debe tenerse en cuenta que el lugar designado para la construcción del edificio no tenga problemas de acceso, lo cual tampoco era un obstáculo, ya que se puede llegar a él por la entrada principal.

2.3 Proyecto arquitectónico

Para la elaboración del proyecto arquitectónico se tuvieron en cuenta las dimensiones y requerimientos mínimos que se especifican en el reglamento de construcciones del D.F., y que se describen a continuación:

- a) Las dimensiones mínimas para cajones de estacionamiento en batería a 90° serán las siguientes:
 - 2.40 x 5.00 m para autos grandes
 - 2.20 x 4.20 m para autos chicos
- b) Se permitirá como máximo que un 50 % del total de los cajones sean para coches chicos.
- c) Se tendrá una altura libre mínima de 2.10 m.
- d) Para las rampas, la pendiente máxima será del 15 % y el ancho mínimo en rectas será de 2.50 m.
- e) Las circulaciones para carros tendrán un mínimo de 6.00 m para un solo sentido.
- f) El piso terminado estará elevado 15 cm sobre la superficie de rodamiento de los vehículos.
- g) Las rampas estarán delimitadas por una guarnición con altura de 15 cm y ancho de 30 cm en rectas.
- h) En todos los cajones colindantes con muros se colocarán topes de 15 cm de altura a 1.20 m de distancia de la pared.
- i) El ancho mínimo recomendado para escaleras de estacionamientos de uso público es de 1.20 m.
- j) El ancho mínimo de huella para las escaleras será de 25 cm y el peralte máximo de 18 cm para cada peldaño.
- k) Se colocarán barandales a 90 cm de altura a partir de la nariz del escalón.
- l) El espacio mínimo de ventilación será del 10 % de la superficie total de cada entrepiso.
(Plazola, 420 – 422), (Arnal, 1991, 181 – 186), (Cal y Mayor)

Con base en todas las consideraciones anteriores se realizó la distribución de espacios en las diferentes plantas, mismas que se muestran en el capítulo XI.

Para las fachadas se tomó el estilo del edificio de la biblioteca, asegurando así uniformidad con el tipo de arquitectura existente en la universidad. Se consideraron muros

a media altura para captar la mayor cantidad de luz posible. Los detalles de las fachadas se pueden observar en el capítulo XI.

2.4 Estructuración

Por estructuración entendemos la configuración y distribución de los diferentes elementos estructurales que tendrá el edificio para resistir las fuerzas a que estará sujeto durante su vida útil. Por lo cual, debe considerarse una etapa fundamental para la construcción del mismo, sin embargo, debe ser realizada de tal forma que no interfiera con la distribución de espacios planteada en el proyecto arquitectónico. Para tal efecto, en nuestro caso, se eligió una estructura a base de marcos ortogonales de concreto reforzado ($f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$), sin elementos rigidizantes, excepto en los marcos en los que están ubicadas las rampas y escaleras, que quedarán rigidizados por muros de mampostería. El sistema de entrepiso será el conocido como losa aligerada o reticular, el cual es propio para librar grandes claros sin apoyos intermedios, ya que limita bastante las deflexiones.

Para la cimentación se recurrirá a zapatas corridas con contratrabes en ambos sentidos, con el propósito de evitar asentamientos diferenciales grandes que pudieran ocasionar fuerzas adicionales en la estructura.

Los muros a media altura que llevará el edificio quedarán totalmente desligados de las columnas para evitar fuerzas cortantes no consideradas en el análisis estructural.

Los planos estructurales con la ubicación de columnas, trabes y muros, se encuentran en el capítulo XI.

Podemos darnos cuenta, una vez terminado este capítulo, que la alternativa de solución que en el se propone es bastante viable y resolvería de manera efectiva el problema de estacionamiento en la Universidad a corto, mediano e incluso a largo plazo.

CAPÍTULO III

ESTIMACIÓN DE CARGAS GRAVITACIONALES

En este capítulo, se exponen los lineamientos que se siguieron para el dimensionamiento preliminar de los elementos estructurales y para calcular la magnitud de las fuerzas que actúan sobre éstos, utilizando el método de áreas tributarias a cada viga o muro, así como el peso de los mismos.

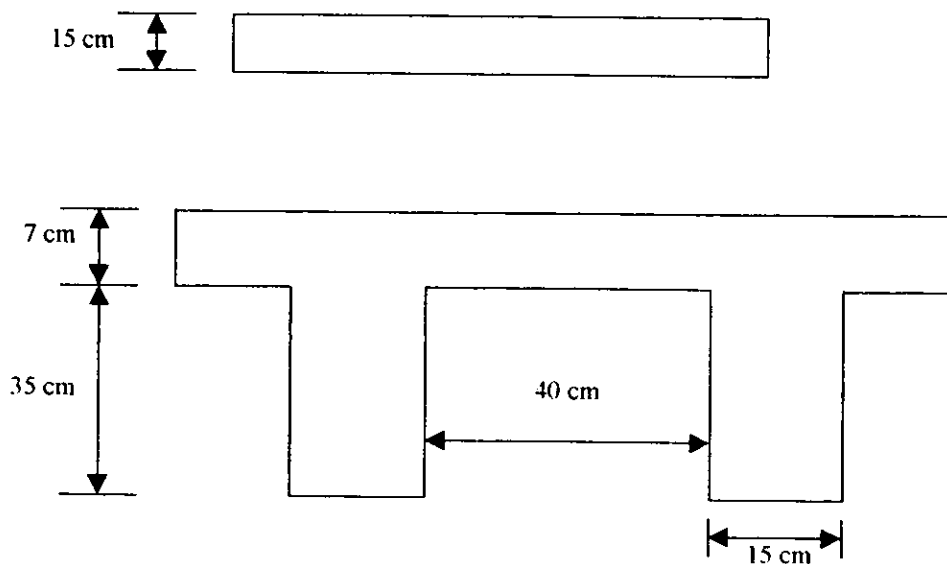
3.1.- Predimensionamiento

Por predimensionamiento se entiende la propuesta inicial de secciones transversales para los diferentes elementos estructurales, de modo que sea posible calcular su peso propio. Es necesario mencionar que dichas secciones deben ser revisadas una vez que se tienen los elementos mecánicos, ya que sólo representan una base para el cálculo.

3.1.1 Losas de entrepiso

Salvo en el área de azotea que corresponde a las rampas, en la que se utilizará una losa maciza de 14 cm de espesor, de acuerdo con lo especificado por las NTC – 96 para peralte mínimo en el inciso 4.3.3 e) (Gaceta Oficial; 1996, 30), la losa será encasetonada, con una capa de compresión de 7 cm de espesor y con casetón de poliestireno de 40 x 40 x 35 cm. Las nervaduras tendrán un ancho de 15 cm.

Cabe aclarar, que de los 7 cm de capa de compresión, únicamente se considerarán 5 para el cálculo, ya que para superficies sujetas a abrasión, el reglamento indica que no se tomará como parte de la sección el espesor que pueda desgastarse, el cual no será menor a 1.5 cm. (Arnal, 1991, 442).



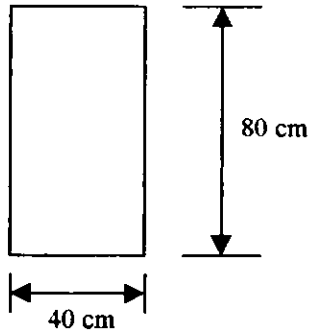
3.1.2 Trabes

3.1.2.1 Trabes en ejes A, B, C, D, E, F, G y H

El peralte de las vigas se estimará como el cociente que resulte de dividir la longitud del claro (se tomará el mayor para uniformar el tamaño de las trabes) entre 12, mientras que el ancho de la trabe se calculará dividiendo dicho cociente entre dos.

$$H = \frac{L}{12} = \frac{904cm}{12} = 75.33 \approx 80cm$$

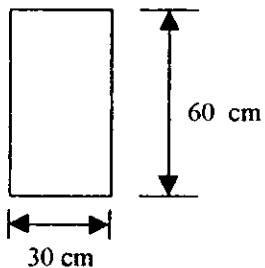
$$b = \frac{H}{2} = \frac{80cm}{2} = 40cm$$



3.1.2.2 Trabes en ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

$$H = \frac{L}{12} = \frac{760cm}{12} = 63.33 \approx 60cm$$

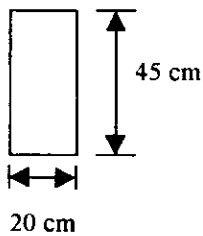
$$b = \frac{H}{2} = \frac{60cm}{2} = 30cm$$



3.1.2.3 Trabe secundaria para escaleras

$$H = \frac{L}{12} = \frac{550\text{cm}}{12} = 45.83 \approx 45\text{cm}$$

$$b = \frac{H}{2} = \frac{45\text{cm}}{2} = 22.5\text{cm} \approx 20\text{cm}$$

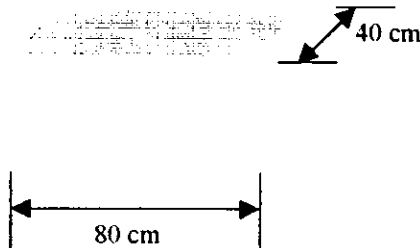


3.1.3 Columnas

El tamaño de las columnas se determinó pensando que fueran más rígidas en la dirección más esbelta del edificio para darle mayor inercia.

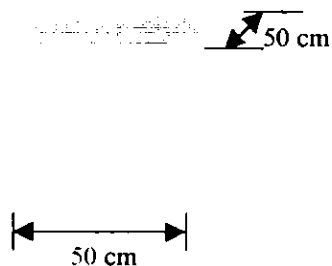
3.1.3.1 En ejes 1,3,4,5,7

Se propondrán de 80 cm en la dirección esbelta del edificio y de 40 cm en la dirección más rígida del mismo.



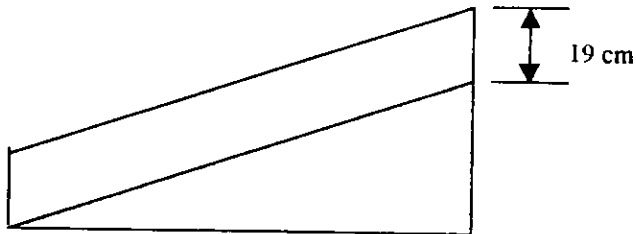
3.1.3.2 Columnas en ejes 2 y 6

Estas columnas cambian en dimensión debido a que su fin principal es el de confinar los muros de carga que soportarán la rampa y serán de 50 x 50 cm.



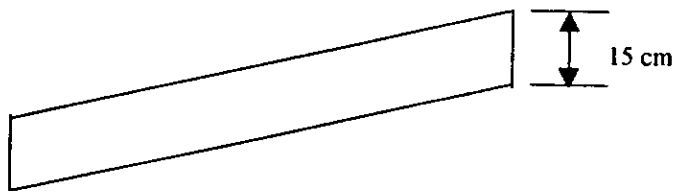
3.1.4 Rampa para vehículos

Para la rampa se propone un espesor de 19 cm, calculado de acuerdo a lo que al respecto especifican las NTC-96 para diseño en concreto (Gaceta; 1996, 30), ya que actuará como una losa en una sola dirección fuertemente cargada.



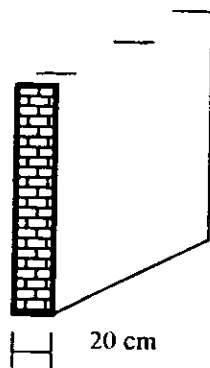
3.1.5 Rampa de escaleras

Las rampas de escaleras se proponen de 15 cm de espesor de concreto reforzado, y trabajando en forma similar a una viga simplemente apoyada.



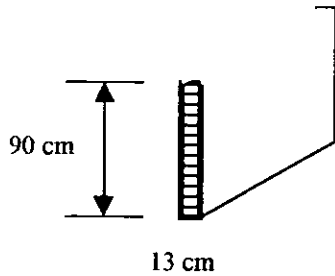
3.1.6 Muros de carga

Los muros de carga que servirán para apoyar tanto las rampas para automóviles, como las escaleras, serán de 20 cm de espesor (sin considerar los aplanados) y estarán hechos de tabique de barro rojo recocido.



3.1.7 Pretil

El pretil del edificio será también de tabique de barro pero sólo tendrá un espesor de 13 cm (sin tomar en cuenta el aplanado), se aplanará sólo en su cara exterior y tendrá 90 cm de altura.



3.2 Cálculo de cargas

Para el cálculo de cargas se tomarán en cuenta tanto las vivas como las muertas, sin afectarlas por factor alguno. Las cargas vivas utilizadas están de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de construcciones del Distrito Federal.

Además de las cargas vivas distribuidas se considerará una carga concentrada de 1500 kg colocada en el lugar más desfavorable de cada elemento estructural. (Arnal, 1991,).

3.2.1 Peso de losas

3.2.1.1 Losa maciza en azotea

$$\text{Cintarilla} = (0.01\text{m}) (1.6 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.0160 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Mortero} = (0.02 \text{ m}) (2.10 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.042 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Tepetate} = (0.10 \text{ m}) (1.95 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.195 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Losa} = (0.15 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.36 \text{ ton} / \text{m}^2$$

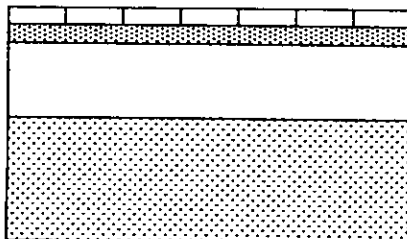
$$\text{Carga adicional por mortero y losa} = 0.040 \text{ ton} / \text{m}^2 \text{ (Arnal, 1991)}$$

$$\text{Carga por instalaciones} = 0.04 \text{ ton} / \text{m}^2 \text{ (Arnal, 1991)}$$

$$\text{Carga muerta} = 0.693 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 0.100 \text{ ton} / \text{m}^2 \text{ (Para pendiente de azotea} < 5\%) \text{ (Arnal, 1991)}$$

$$\text{Carga total} = 0.793 \text{ ton} / \text{m}^2$$



- Cintarilla 1 cm
- Mortero cemento – arena 2 cm
- Tepetate 10 cm
- Concreto 15 cm

3.2.1.2 Losa encasetonada en azotea

Cintarilla = $(0.01\text{ m}) (1.6\text{ ton} / \text{m}^3) = 0.0160\text{ ton} / \text{m}^2$

Mortero = $(0.04\text{ m}) (2.10\text{ ton} / \text{m}^3) = 0.084\text{ ton} / \text{m}^2$

Tepetate = $(0.10\text{ m}) (1.95\text{ ton} / \text{m}^3) = 0.195\text{ ton} / \text{m}^2$

Losa = $[2 (0.15\text{ m}) (0.35\text{ m}) (1.10\text{ m}) + 2 (0.15\text{ m}) (0.35\text{ m}) (1.1\text{ m} - 0.3\text{ m}) + (1.1\text{ m})^2 (0.05\text{ m})] (2.4\text{ ton} / \text{m}^3) / (1.1\text{ m}^2) = 0.5157\text{ ton} / \text{m}^2$

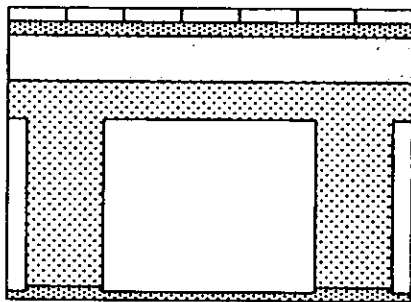
Carga adicional por mortero = $0.040\text{ ton} / \text{m}^2$ (Arnal, 1991)

Carga por instalaciones = $0.04\text{ ton} / \text{m}^2$ (Arnal, 1991)

Carga muerta = $0.8972\text{ ton} / \text{m}^2$

Carga viva = $0.100\text{ ton} / \text{m}^2$

Carga total = $0.9972\text{ ton} / \text{m}^2$



Cintarilla 1 cm
Mortero cemento – arena 2 cm
Tepetate 10 cm

Losa aligerada

Mortero cemento – arena 2 cm

3.2.1.3 Losa de entrepiso

Losa = $0.5637\text{ ton} / \text{m}^2$

Aplanado de mortero cemento – arena = $(0.02\text{ m}) (2.1\text{ ton} / \text{m}^3) = 0.042\text{ ton} / \text{m}^2$

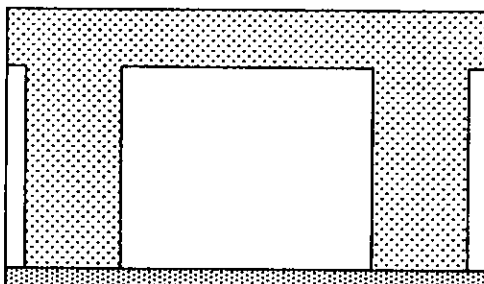
Carga adicional por mortero y losa = $0.04\text{ ton} / \text{m}^2$ (Arnal, 1991)

Carga por instalaciones = $0.04\text{ ton} / \text{m}^2$ (Arnal, 1991)

Carga muerta = $0.6857\text{ ton} / \text{m}^2$

Carga viva = $0.250\text{ ton} / \text{m}^2$

Carga total = $0.9357\text{ ton} / \text{m}^2$



Losa encasetonada

Mortero cemento – arena 2 cm

3.2.2 Trabes

Para calcular el peso de las trabes se descontará el espesor de la capa de compresión que ya ha sido considerado en las losas.

3.2.2.1 Trabes en ejes A, B, C, D, E, F, G y H
 $(0.40 \text{ m}) (0.80 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$

3.2.2.2 Trabes en ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7
 $(0.30 \text{ m}) (0.60 \text{ m}) (2.40 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$

3.2.2.3 Trabe secundaria para escaleras
 $(0.20 \text{ m}) (0.45 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.216 \text{ ton} / \text{m}$

3.2.3 Columnas

El peso de las columnas se calcula aquí, aunque no se incluya de momento en el método de análisis, ya que posteriormente se agregará a la carga axial total en cada columna para el diseño de la cimentación.

3.2.3.1 Columnas en ejes 1, 3, 4, 5 y 7
 $(0.40 \text{ m}) (0.80 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.768 \text{ ton} / \text{m}$

3.2.3.2 Columnas en ejes 2 y 6
 $(0.50 \text{ m}) (0.50 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.600 \text{ ton} / \text{m}$

3.2.4 Muros

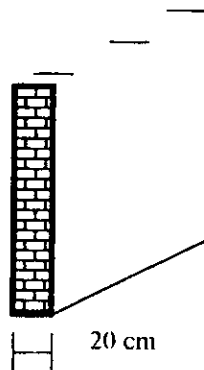
Habrán tanto muros de carga como muros divisorios, los primeros serán de tabique de barro rojo recocido de 21 y los segundos de Panel W. En las fachadas, aparte del muro bajo de tabique de 14 se colocará Panel W para dar la apariencia de muros más robustos.

3.2.4.1 Muros de carga

Tabique = $(0.20 \text{ m}) (1.6 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.320 \text{ ton} / \text{m}^2$

Aplanados = $(0.04 \text{ m}) (2.1 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.084 \text{ ton} / \text{m}^2$

Total = $0.404 \text{ ton} / \text{m}$

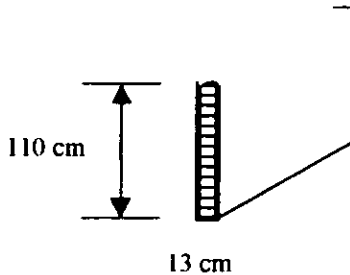


3.2.4.2 Muros bajos en fachadas

Tabique = $(0.13 \text{ m}) (1.6 \text{ ton} / \text{m}^3) (1.10 \text{ m}) = 0.2288 \text{ ton} / \text{m}$

Aplanados = $(0.04 \text{ m}) (1.10 \text{ m}) (2.1 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.0924 \text{ ton} / \text{m}$

Total = $0.3212 \text{ ton} / \text{m}$



3.2.4.3 Pretil

Tabique = $(0.13 \text{ m}) (0.90 \text{ m}) (1.6 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.1872 \text{ ton} / \text{m}$

Aplanados = $(0.04 \text{ m}) (0.90 \text{ m}) (2.1 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.0756 \text{ ton} / \text{m}$

Total = $0.2628 \text{ ton} / \text{m}$

3.2.4.4 Muro de Panel W

Panel PS – 3000 – D

Con aplanados de 1.5 cm en cada cara = $0.082 \text{ ton} / \text{m}^2$

3.2.5 Rampa para vehículos

Rampa = $(0.19 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.456 \text{ ton} / \text{m}^2$

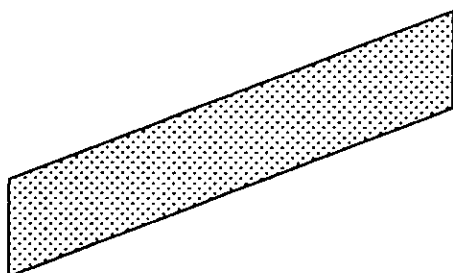
Carga adicional por mortero y por losa = $0.040 \text{ ton} / \text{m}^2$ (Arnal, 1991)

Carga por instalaciones = $0.040 \text{ ton} / \text{m}^2$ (Arnal, 1991)

Carga muerta = $0.536 \text{ ton} / \text{m}^2$

Carga viva = $0.350 \text{ ton} / \text{m}^2$

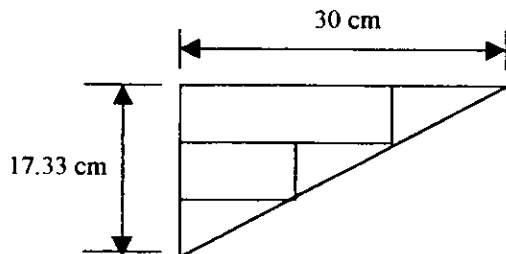
Carga total = $0.886 \text{ ton} / \text{m}^2$



Rampa de concreto 19 cm

3.2.6 Rampa de escaleras

Peso de un peldaño = $(0.173 \text{ m}) (0.30 \text{ m}) (1.3 \text{ m}) (1.6 \text{ ton} / \text{m}^3) / 2 = 0.0541 \text{ ton}$
 8 peldaños $(0.0541 \text{ ton}) = 0.4328 \text{ ton}$



$$\text{Longitud} \approx \sqrt{(3.1\text{m}/2)^2 + (5.0\text{m})^2} = 5.235\text{m}$$

$$\text{Peldaños} = (0.4328 \text{ ton}) / (5.235 \text{ m}) (1.30 \text{ m}) = 0.0636 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Rampa} = (0.15 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.360 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Mosaico de pasta} = 0.035 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Mortero cemento - arena} = (0.05 \text{ m}) (2.1 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.105 \text{ ton} / \text{m}^2$$

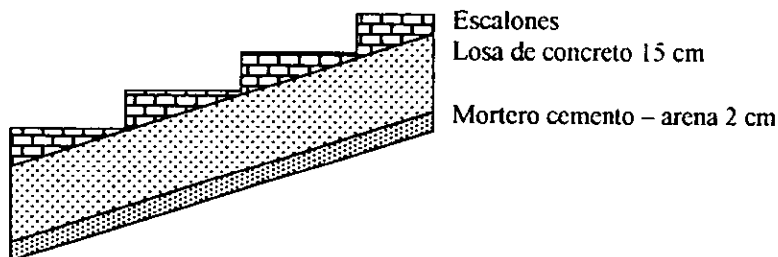
$$\text{Carga adicional por mortero y por losa de rampa} = 0.04 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Carga por instalaciones} = 0.04 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Carga muerta} = 0.6436 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 0.350 \text{ ton} / \text{m}^2$$

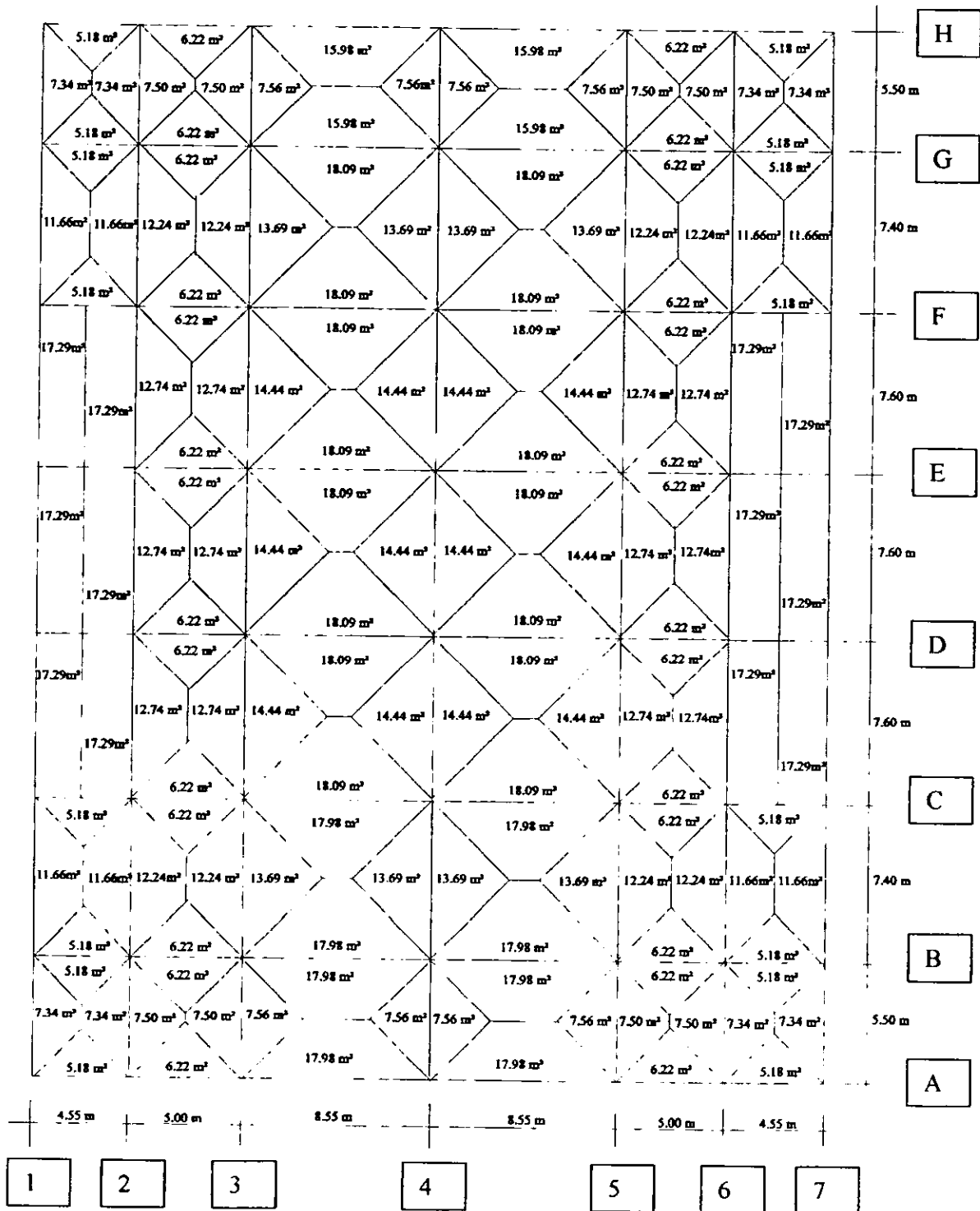
$$\text{Carga total} = 0.9936 \text{ ton} / \text{m}^2$$



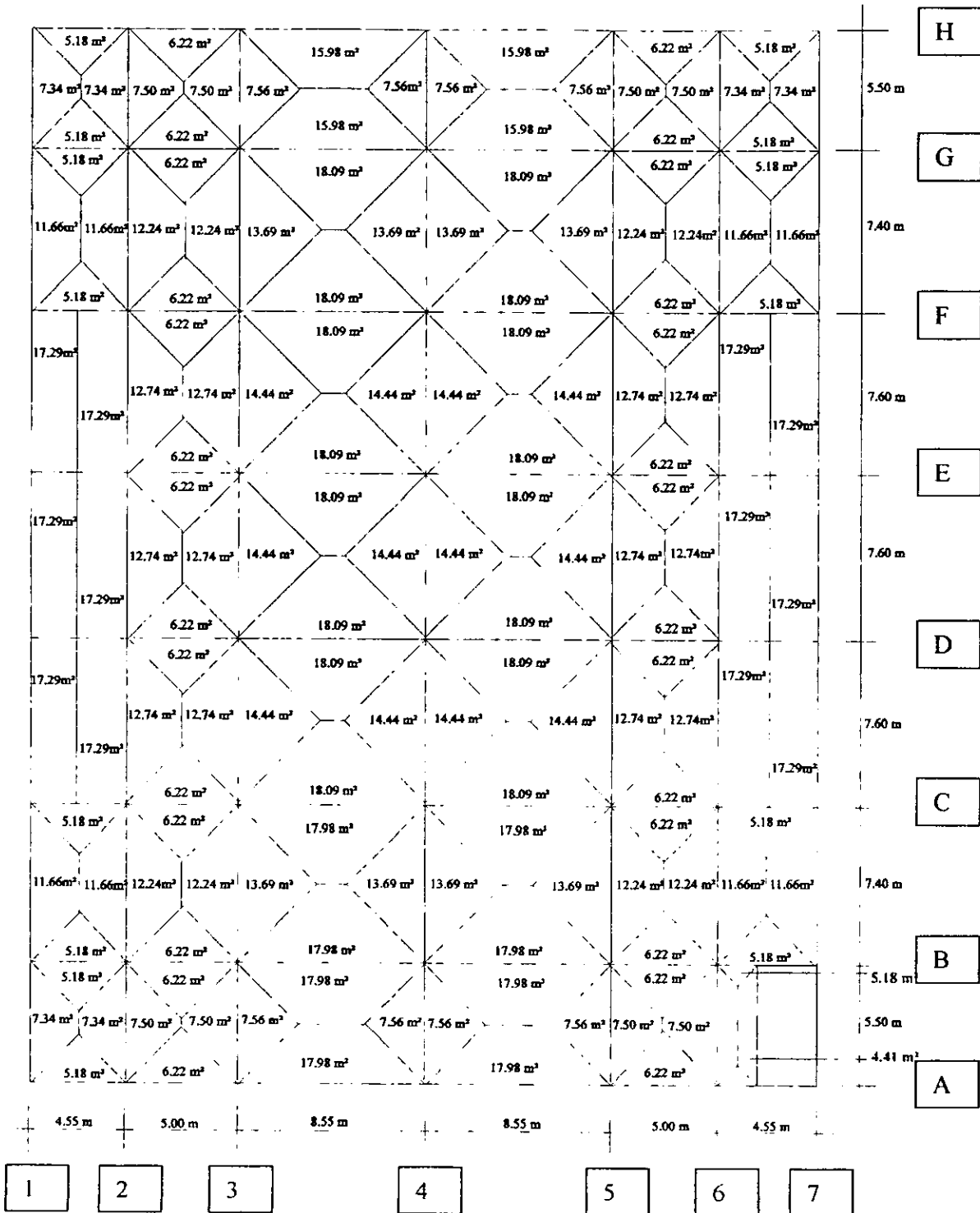
3.3 Áreas tributarias

Las áreas tributarias se obtendrán sacando líneas a 45° a partir de cada nudo (Unión viga - columna). Cabe mencionar que las áreas tributarias serán diferentes en la azotea y en los entrepisos, ya que en la azotea no habrá traveses secundarios.

3.3.1 Nivel 4 (Azotea)



3.3.2 Niveles 3, 2 y 1



3.4 Canalización de cargas a los marcos

3.4.1 Dirección Y

3.4.1.1 Marco 1

3.4.1.1.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre A – B y G – H

$$\text{Losa} = (7.34 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 1.3308 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 1.9896 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre B – C y F – G

$$\text{Losa} = (11.66 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 1.5713 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.2301 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre C – D, D – E y E – F

$$\text{Losa} = (17.29 \text{ m}^2) (0.7695 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 1.7506 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.4094 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.1.1.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre A – B y G – H

$$\text{Losa} = (7.34 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 1.2487 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = (2.5 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.205 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.1709 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre B – C y F – G

$$\text{Losa} = (11.66 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 1.4744 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = 0.205 \text{ ton} / \text{m}$$

Total = 2.3966 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

-Nivel 3

Muro = $(0.404 \text{ ton / m}^2) (2.5 \text{ m}) = 1.01 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 1.406 ton / m

-Niveles 2 y 1

Rampa = $(17.29 \text{ m}^2) (0.895 \text{ ton / m}^2) / 7.6 \text{ m} = 2.0361 \text{ ton / m}$

Muro = 1.01 ton / m

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.4421 ton / m

3.4.1.2 Marco 2

3.4.1.2.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre A – B y G – H

Losa = $(14.84 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.6906 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.0866 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(23.90 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.2207 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.6167 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

Losa = $(30.03 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 7.6 \text{ m} = 3.9403 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 4.3363 ton / m

3.4.1.2.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre A – B y G – H

Losa = $(14.84 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.5247 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 2.9207 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(23.90 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.022 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.4180 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

-Nivel 3

Losa = $(12.74 \text{ m}^2) (0.9375 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 1.5685 \text{ ton} / \text{m}$

Muro = 1.01 ton / m

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 2.9745 ton / m

-Niveles 2 y 1

Losa = 1.5685 ton / m

Muro = 1.01 ton / m

Rampa = $(0.895 \text{ ton} / \text{m}^2) (17.29 \text{ m}^2) / 7.6 = 2.0361 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 5.0106 ton / m

3.4.1.3 Marcos 3 y 5

3.4.1.3.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre A – B y G – H

Losa = $(15.062 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.7309 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.1269 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(25.93 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.4942 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.8902 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

Losa = $(27.18 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 3.5663 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.9623 ton / m

3.4.1.3.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre A – B y G – H

Losa = $(15.062 \text{ m}^2) (0.9375 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.5625 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 2.9585 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(25.93 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.2789 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.6747 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

Losa = $(27.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 7.6 \text{ m} = 3.3464 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.7424 ton / m

3.4.1.4 Marco 4

3.4.1.4.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre A – B y G – H

Losa = $(15.124 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.7421 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 3.1381 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(27.38 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.6896 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 4.0856 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

Losa = $(28.88 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 7.6 \text{ m} = 3.7894 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 4.1854 ton / m

3.4.1.4.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre A – B y G – H

$$\text{Losa} = (15.124 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.573 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.9690 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre B – C y F – G

$$\text{Losa} = (27.38 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.4621 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.8581 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre C – D, D – E y E – F

$$\text{Losa} = (28.88 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 3.5557 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.9517 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.1.5 Marco 6

3.4.1.5.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre A – B y G – H

$$\text{Losa} = (14.84 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.6906 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.0866 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre B – C y F – G

$$\text{Losa} = (23.90 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.2207 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.6167 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre C – D, D – E y E – F

$$\text{Losa} = (30.03 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 3.9403 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 4.3363 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.1.5.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre A – B

$$\text{Losa} = (11.91 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.0262 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 2.4222 \text{ ton / m}$$

Entre B – C y F – G

$$\text{Losa} = (23.90 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 7.4 \text{ m} = 3.022 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 3.4180 \text{ ton / m}$$

Entre C – D, D – E y E – F

-Nivel 3

$$\text{Losa} = (12.74 \text{ m}^2) (0.9375 \text{ ton / m}^2) / 7.6 \text{ m} = 1.5685 \text{ ton / m}$$

$$\text{Muro} = 1.01 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 2.9745 \text{ ton / m}$$

-Niveles 2 y 1

$$\text{Losa} = 1.5685 \text{ ton / m}$$

$$\text{Muro} = 1.01 \text{ ton / m}$$

$$\text{Rampa} = (0.895 \text{ ton / m}^2) (17.29 \text{ m}^2) / 7.6 = 2.0361 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 5.0106 \text{ ton / m}$$

Entre G – H

$$\text{Losa} = (14.84 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 2.5247 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 2.9207 \text{ ton / m}$$

3.4.1.6 Marco 7

3.4.1.6.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre A – B y G – H

$$\text{Losa} = (7.34 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 5.5 \text{ m} = 1.3308 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton / m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton / m}$$

Total = 1.9896 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(11.66 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 1.5713 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Pretil = 0.2628 ton / m

Total = 2.2301 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

Losa = $(17.29 \text{ m}^2) (0.7695 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 1.7506 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Pretil = 0.2628 ton / m

Total = 2.4094 ton / m

3.4.1.6.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre A – B

Trabe = 0.396 ton / m

Muro bajo = 0.3212 ton / m

Muro falso = $(2.5 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.205 \text{ ton} / \text{m}$

Total = 0.9222 ton / m

Entre B – C y F – G

Losa = $(11.66 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.4 \text{ m} = 1.4744 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Muro bajo = 0.3212 ton / m

Muro falso = 0.205 ton / m

Total = 2.3966 ton / m

Entre C – D, D – E y E – F

-Nivel 3

Muro = $(0.404 \text{ ton} / \text{m}^2) (2.5 \text{ m}) = 1.01 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.396 ton / m

Total = 1.406 ton / m

-Niveles 2 y 1

$$\text{Rampa} = (17.29 \text{ m}^2) (0.895 \text{ ton} / \text{m}^2) / 7.6 \text{ m} = 2.0361 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro} = 1.01 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.4421 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre G – H

$$\text{Losa} = (7.34 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 1.2487 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.396 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = (2.5 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.205 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.1709 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.1.7 Trabe secundaria

$$\text{Muro falso} = (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) (3.1 \text{ m}) = 0.2542 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.27 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Losa} = (4.41 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 5.5 \text{ m} = 0.7503 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 1.2745 \text{ ton} / \text{m}$$

$$R1 = R2 = \frac{w/l}{2} = \frac{1.2745 \times 5.5}{2} = 3.5048 \text{ ton}$$

3.4.2 Dirección X

3.4.2.1 Marco A

3.4.2.1.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre 1 – 2 y 6 - 7

$$\text{Losa} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.1353 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.1181 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 2 – 3 y 5 - 6

$$\text{Losa} = (6.22 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 1.243 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.2258 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (15.98 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 1.8616 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.8444 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.2.1.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre 1 – 2

$$\text{Losa} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = (2.3 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.1886 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.2951 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (6.22 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 1.1663 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = 0.1886 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.3961 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (15.98 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 1.7468 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = 0.1886 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.9766 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 6 – 7

-Nivel 3

Entre 0.00 y 1.95 m

$$\text{Losa} = (0.95 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 1.95 \text{ m} = 0.4559 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro} = (0.404 \text{ ton} / \text{m}^2) (2.3 \text{ m}) = 0.9269 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.1028 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 1.95 y 4.55 m

$$\text{Muro} = 0.9269 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

Total = 1.6469 ton / m

-Niveles 2 y 1

Entre 0.00 y 1.95 m

Losa = $(0.95 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 1.95 \text{ m} = 0.4559 \text{ ton} / \text{m}$

Muro = $(0.404 \text{ ton} / \text{m}^2) (2.3 \text{ m}) = 0.9269 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 2.1028 ton / m

Entre 1.95 y 4.55 m

Escaleras = $(5.235 \text{ m}) (1.3 \text{ m}) (0.9936 \text{ ton} / \text{m}^2) / 2.6 \text{ m} = 2.6007 \text{ ton} / \text{m}$

Muro = 0.9269 ton / m

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 4.2476 ton / m

3.4.2.2 Marco B

3.4.2.2.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre 1 – 2 y 6 - 7

Losa = $(10.36 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 2.2705 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 2.9905 ton / m

Entre 2 – 3 y 5 – 6

Losa = $(12.44 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.4860 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 3.2060 ton / m

Entre 3 – 4 y 4 – 5

Losa = $(33.96 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 3.9562 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 4.6762 ton / m

3.4.2.2.2 Niveles 1, 2 y 3

Entre 1 – 2

Losa = $(10.36 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 2.1305 \text{ ton} / \text{m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 2.8505 ton / m

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (12.44 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.3327 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.0527 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (33.96 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 3.7122 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 4.4322 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 6 – 7

-Nivel 3

Entre 0.00 y 1.95 m

$$\text{Losa 1} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Losa 2} = (0.95 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 1.95 \text{ m} = 0.4559 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.2412 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 1.95 y 3.25 m

$$\text{Losa} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Escaleras} = 2.6007 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 4.3860 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3.25 y 4.55 m

$$\text{Losa} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 1.7853 \text{ ton} / \text{m}$$

-Niveles 2 y 1

Entre 0.00 y 1.95 m

$$\text{Losa 1} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Losa 2} = (0.95 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 1.95 \text{ m} = 0.4559 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.2412 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 1.95 y 4.55 m

$$\text{Losa} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Escaleras} = 2.6007 \text{ ton} / \text{m}$$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 4.3860 ton / m

3.4.2.3 Marcos C y F

3.4.2.3.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre 1 – 2 y 6 – 7

Losa = $(5.18 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.1353 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 1.8553 ton / m

Entre 2 – 3 y 5 – 6

Losa = $(12.44 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.4860 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 3.206 ton / m

Entre 3 – 4 y 4 – 5

Losa = $(36.07 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 8.56 \text{ m} = 4.2020 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 4.9220 ton / m

3.4.2.3.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre 1 – 2 y 6 – 7

Losa = $(5.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.0653 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 1.7853 ton / m

Entre 2 – 3 y 5 – 6

Losa = $(12.44 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.3327 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 3.0527 ton / m

Entre 3 – 4 y 4 – 5

Losa = $(36.07 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 8.56 \text{ m} = 3.9428 \text{ ton / m}$

Trabe = 0.720 ton / m

Total = 4.6628 ton / m

3.4.2.4 Marcos D y E

3.4.2.4.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (12.44 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.4860 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.2060 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (36.18 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 4.2148 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 4.9348 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.2.4.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (12.44 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.3327 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.0527 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (36.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 3.9549 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 4.6749 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.2.5 Marco G

3.4.2.5.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre 1 – 2 y 6 - 7

$$\text{Losa} = (10.36 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 2.2705 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.9905 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (12.44 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.4860 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 3.2060 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (33.96 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 8.56 \text{ m} = 3.9562 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 4.6762 \text{ ton / m}$$

3.4.2.5.2 Niveles 1, 2 y 3

Entre 1 – 2 y 6 - 7

$$\text{Losa} = (10.36 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 4.55 \text{ m} = 2.1305 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 2.8505 \text{ ton / m}$$

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (12.44 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 4.99 \text{ m} = 2.3327 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 3.0527 \text{ ton / m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (33.96 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton / m}^2) / 8.56 \text{ m} = 3.7122 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 4.4322 \text{ ton / m}$$

3.4.2.6 Marco H

3.4.2.6.1 Nivel 4 (Azotea)

Entre 1 – 2 y 6 - 7

$$\text{Losa} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.1353 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton / m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 2.1181 \text{ ton / m}$$

Entre 2 – 3 y 5 - 6

$$\text{Losa} = (6.22 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton / m}^2) / 4.99 \text{ m} = 1.243 \text{ ton / m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton / m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton / m}$$

$$\text{Total} = 2.2258 \text{ ton / m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (15.98 \text{ m}^2) (0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 1.8616 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Pretil} = 0.2628 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.8444 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.2.6.2 Niveles 3, 2 y 1

Entre 1 – 2

$$\text{Losa} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = (2.3 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) = 0.1886 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.2951 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 2 – 3 y 5 – 6

$$\text{Losa} = (6.22 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.99 \text{ m} = 1.1663 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = 0.1886 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.3961 \text{ ton} / \text{m}$$

Entre 3 – 4 y 4 – 5

$$\text{Losa} = (15.98 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 8.56 \text{ m} = 1.7468 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro bajo} = 0.3212 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro falso} = 0.1886 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.9766 \text{ ton} / \text{m}$$

3.4.2.6.2.4 Entre 6 – 7

$$\text{Losa} = (5.18 \text{ m}^2) (0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2) / 4.55 \text{ m} = 1.0653 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Muro} = (0.404 \text{ ton} / \text{m}^2) (2.3 \text{ m}) = 0.9269 \text{ ton} / \text{m}$$

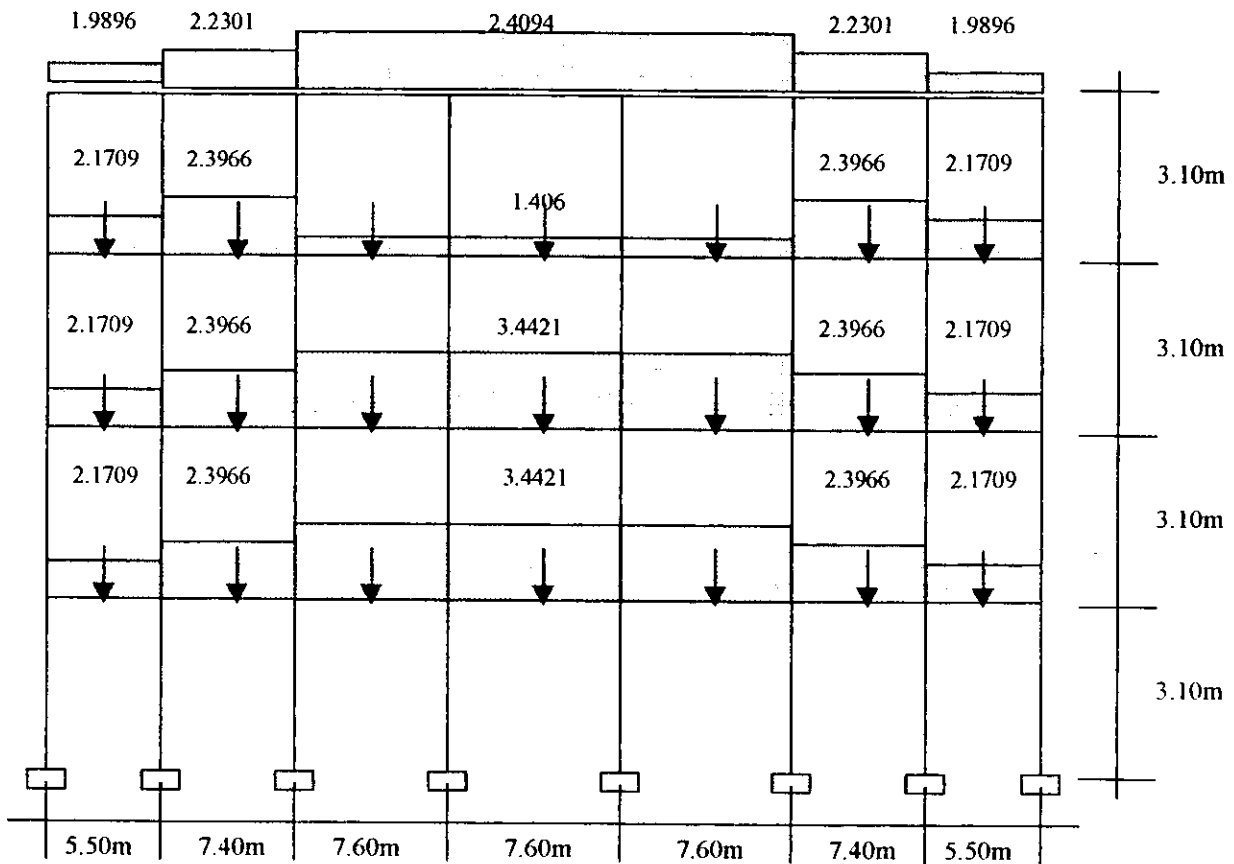
$$\text{Trabe} = 0.720 \text{ ton} / \text{m}$$

$$\text{Total} = 2.7122 \text{ ton} / \text{m}$$

Una vez que se ha hecho toda la canalización de cargas, se indica de modo esquemático para que sea más clara y se pueda proceder con el método de rigideces para encontrar las fuerzas en los elementos de los marcos.

3.4.3 Cargas en los marcos

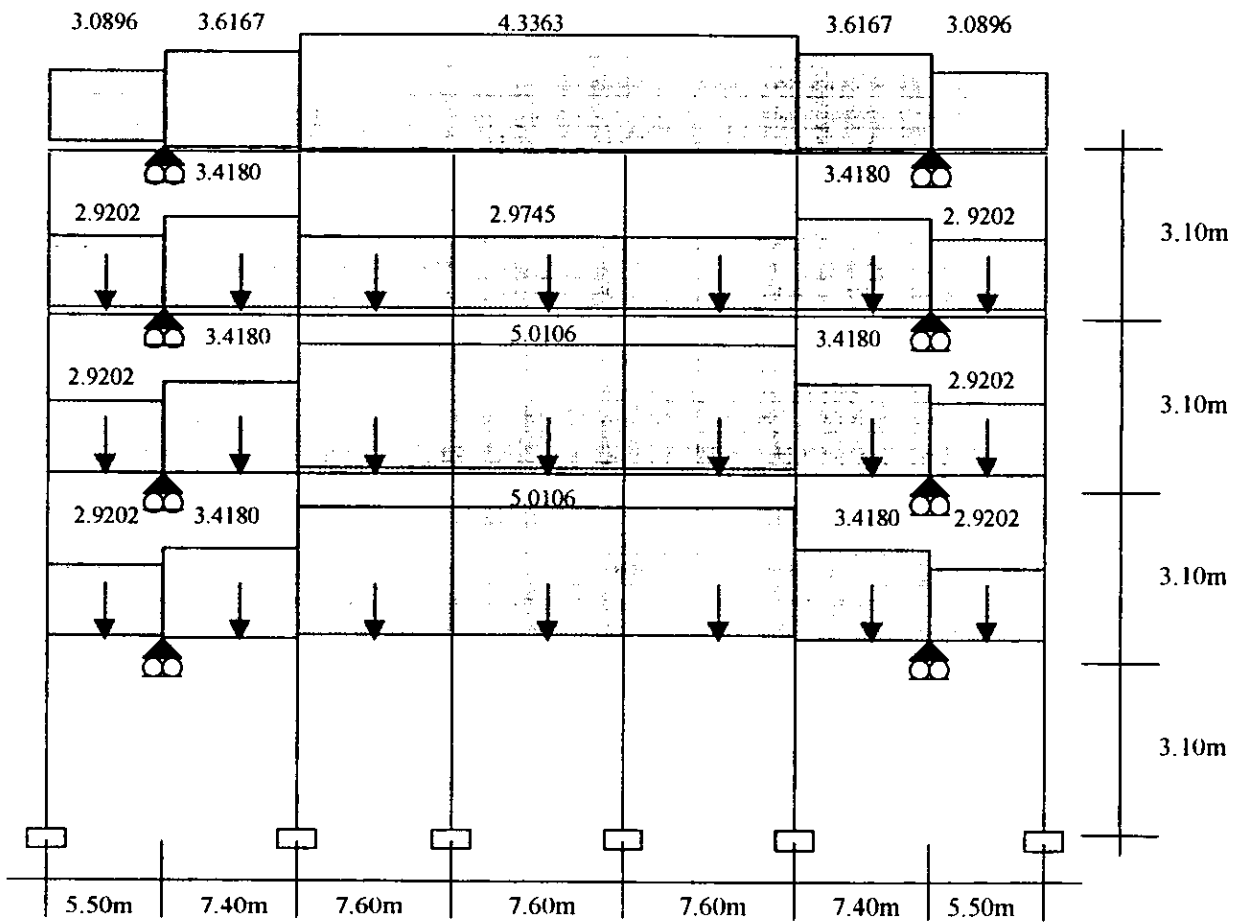
3.4.3.1 Marco 1



Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

3.4.3.2 Marco 2

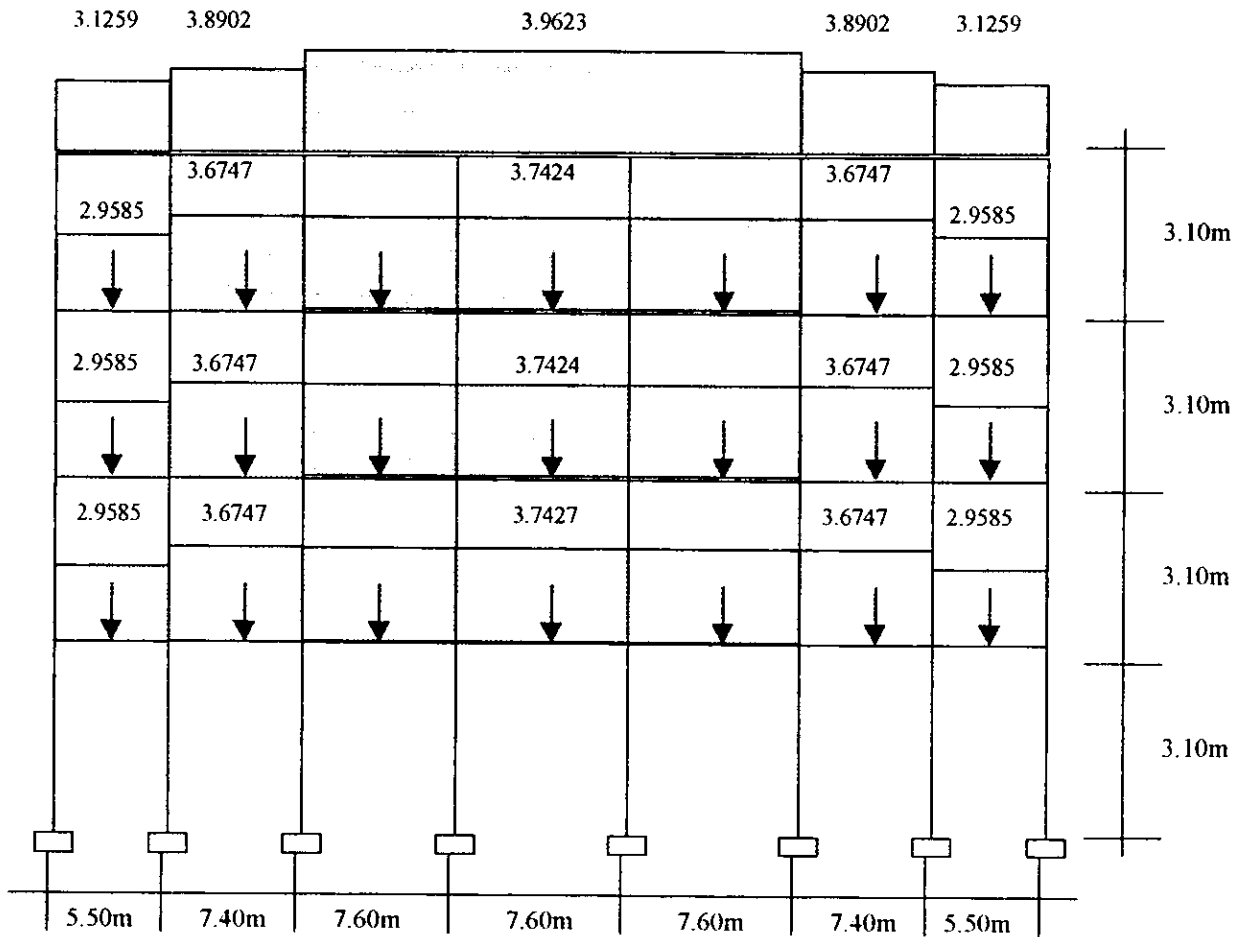


Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

⊕ = Apoyo simple

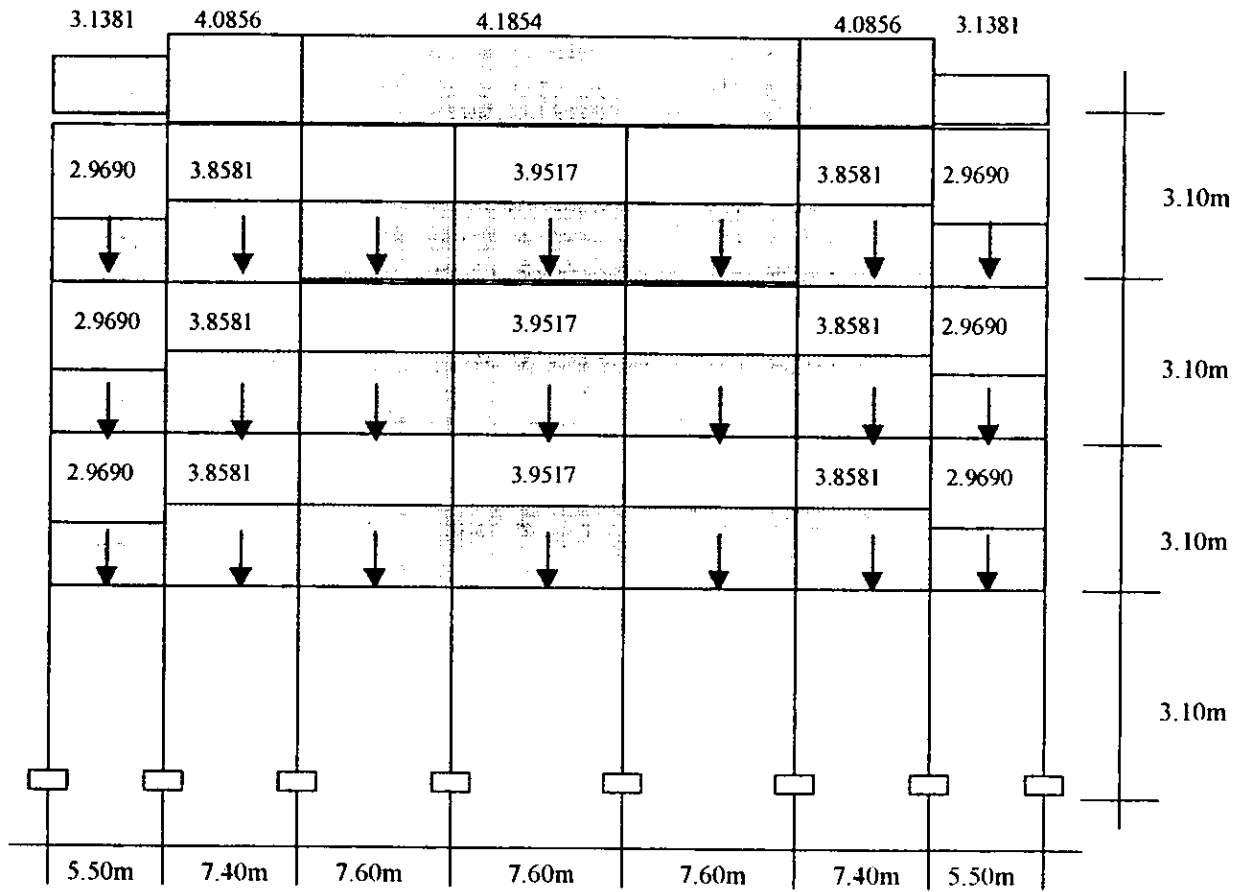
3.4.3.3 Marcos 3 y 5



Nota: Todas las cargas distribuidas están es ton / m.

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

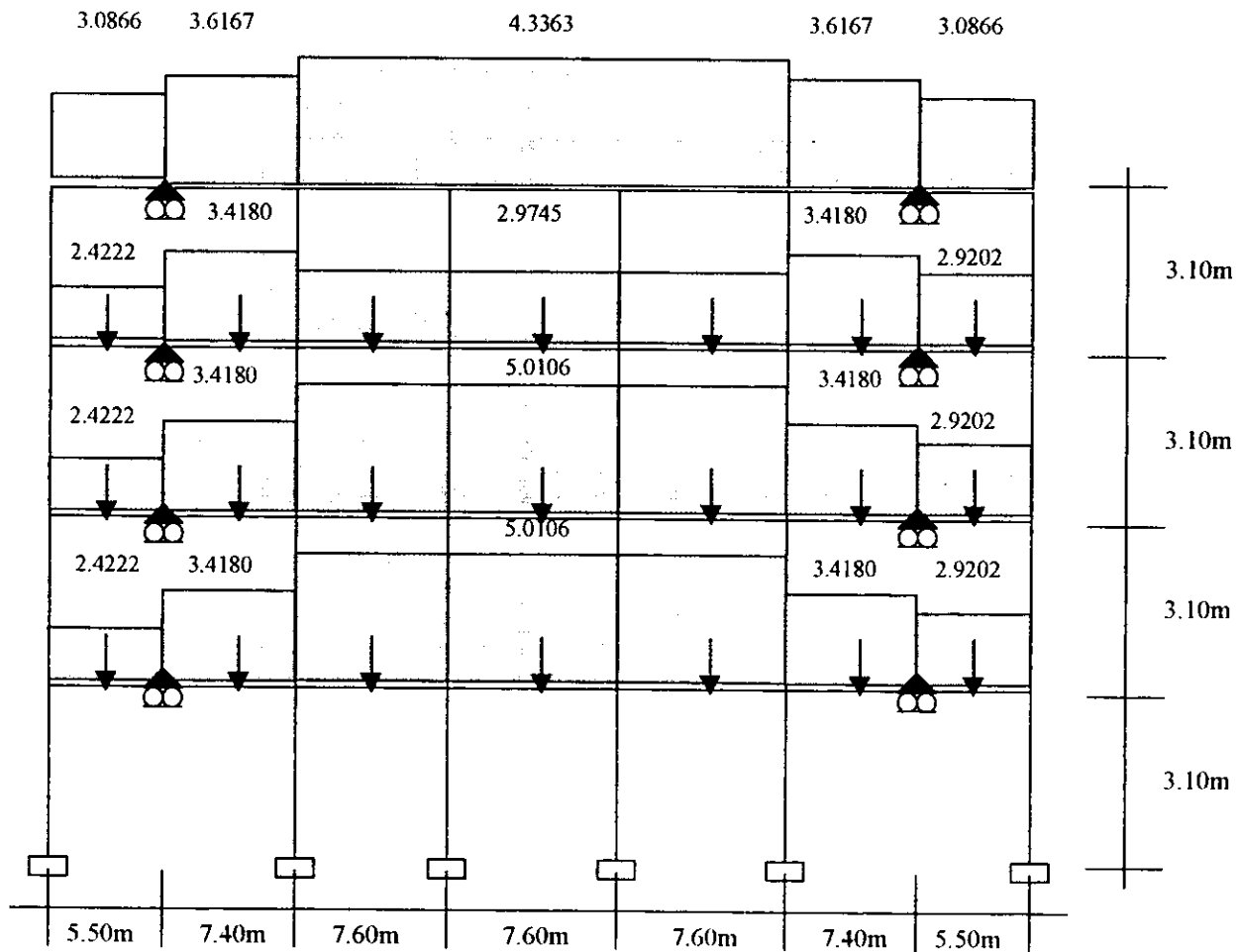
3.4.3.4 Marco 4



Nota: Todas las cargas concentradas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

3.4.3.5 Marco 6

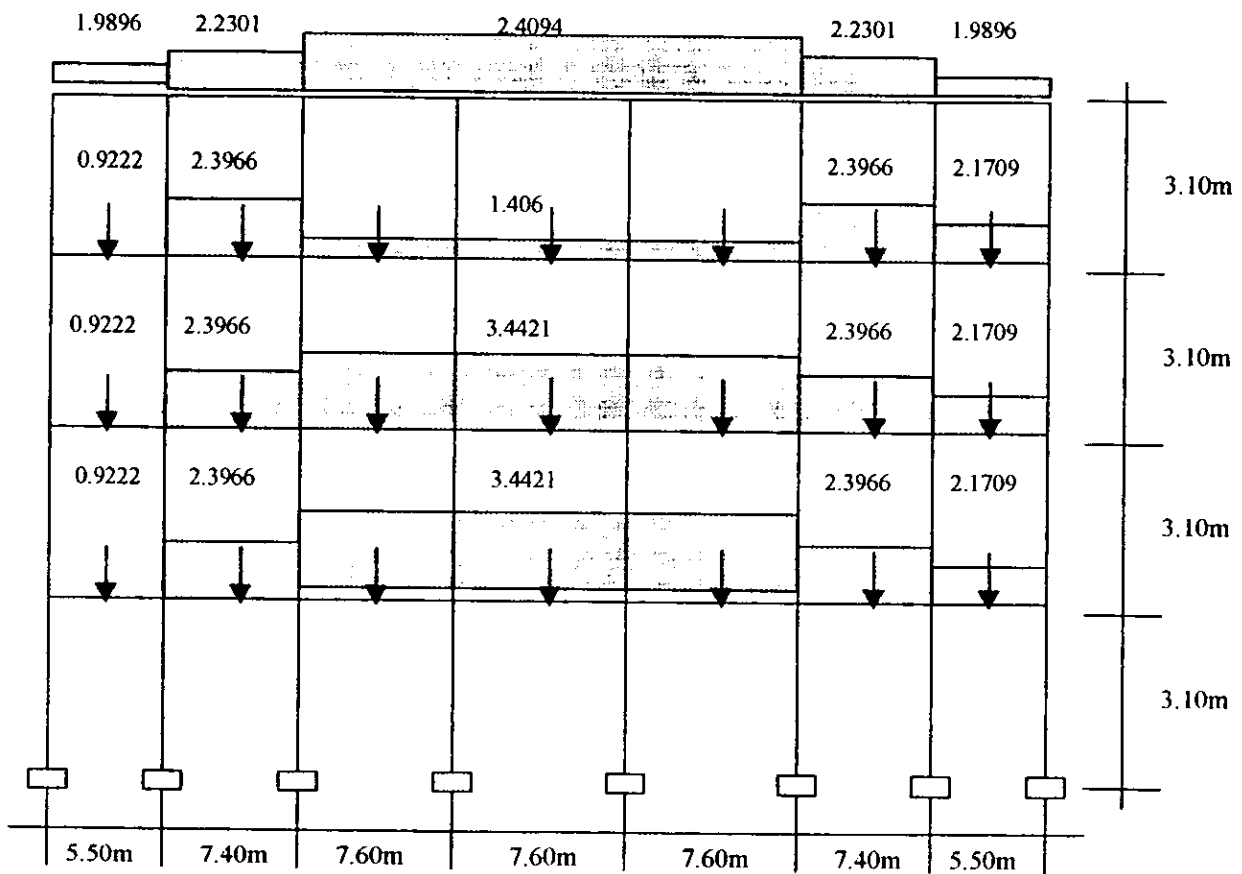


Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

○ = Apoyo simple

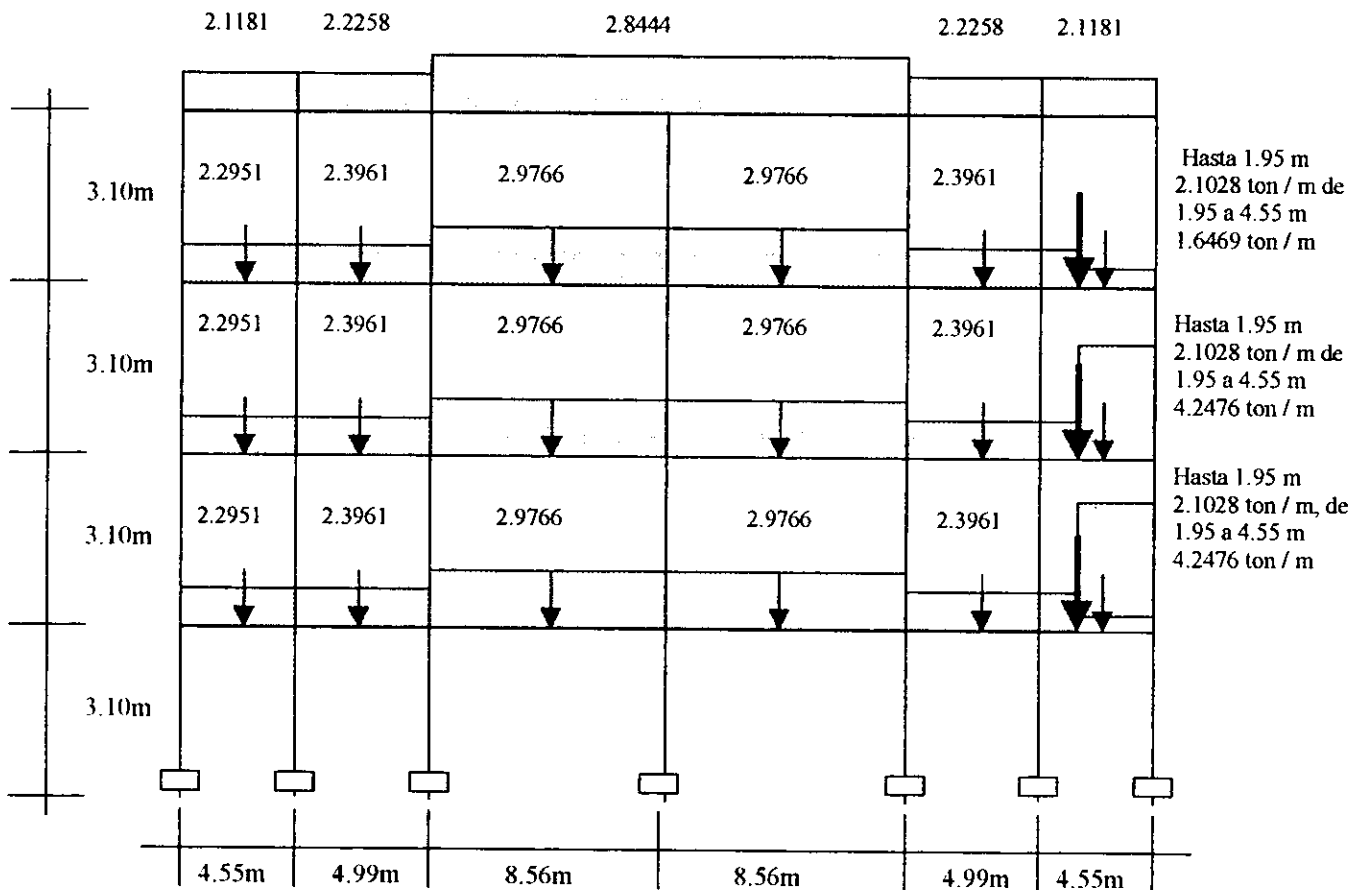
3.4.5.6 Marco 7



Nota: Todas las cargas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

3.4.3.7 Marco A

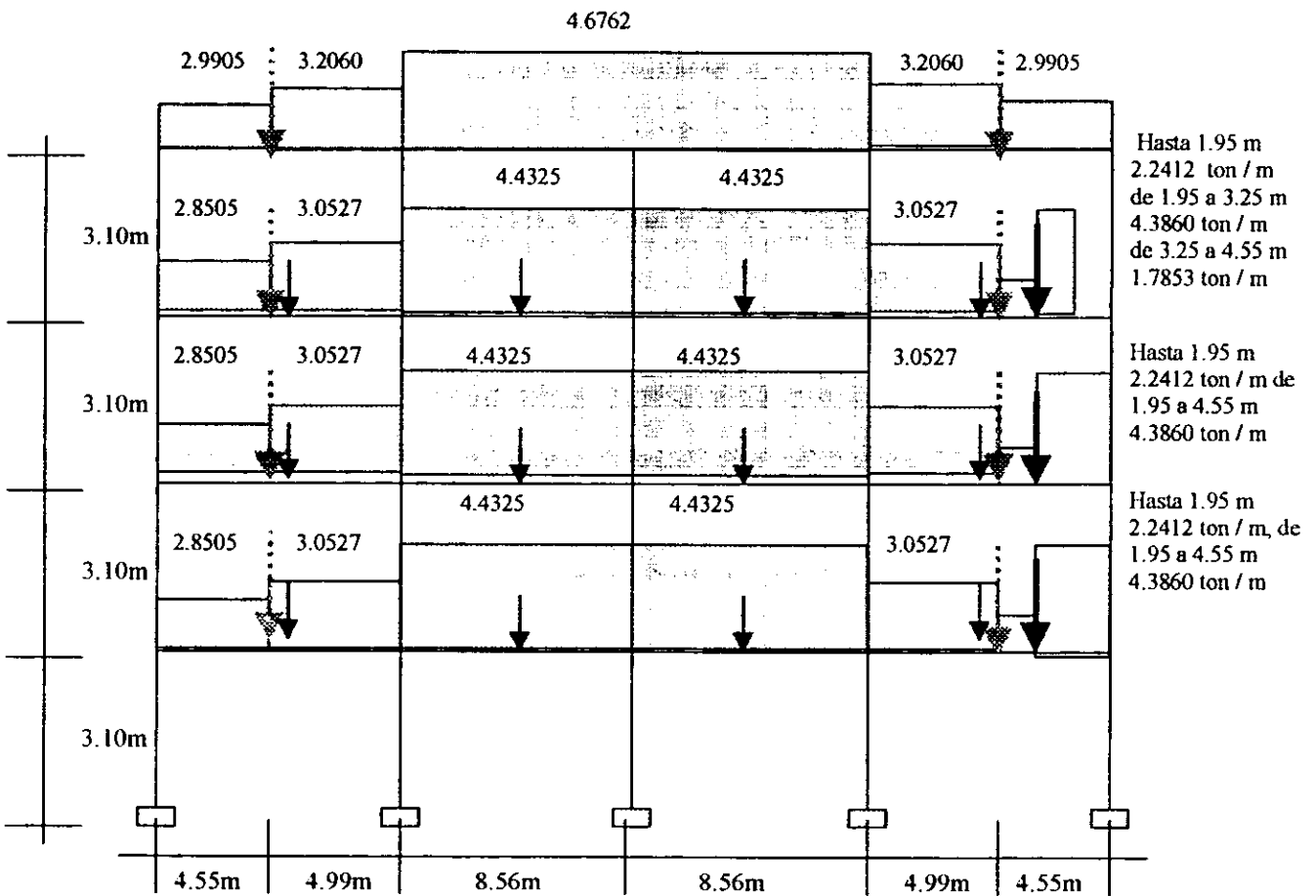


Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

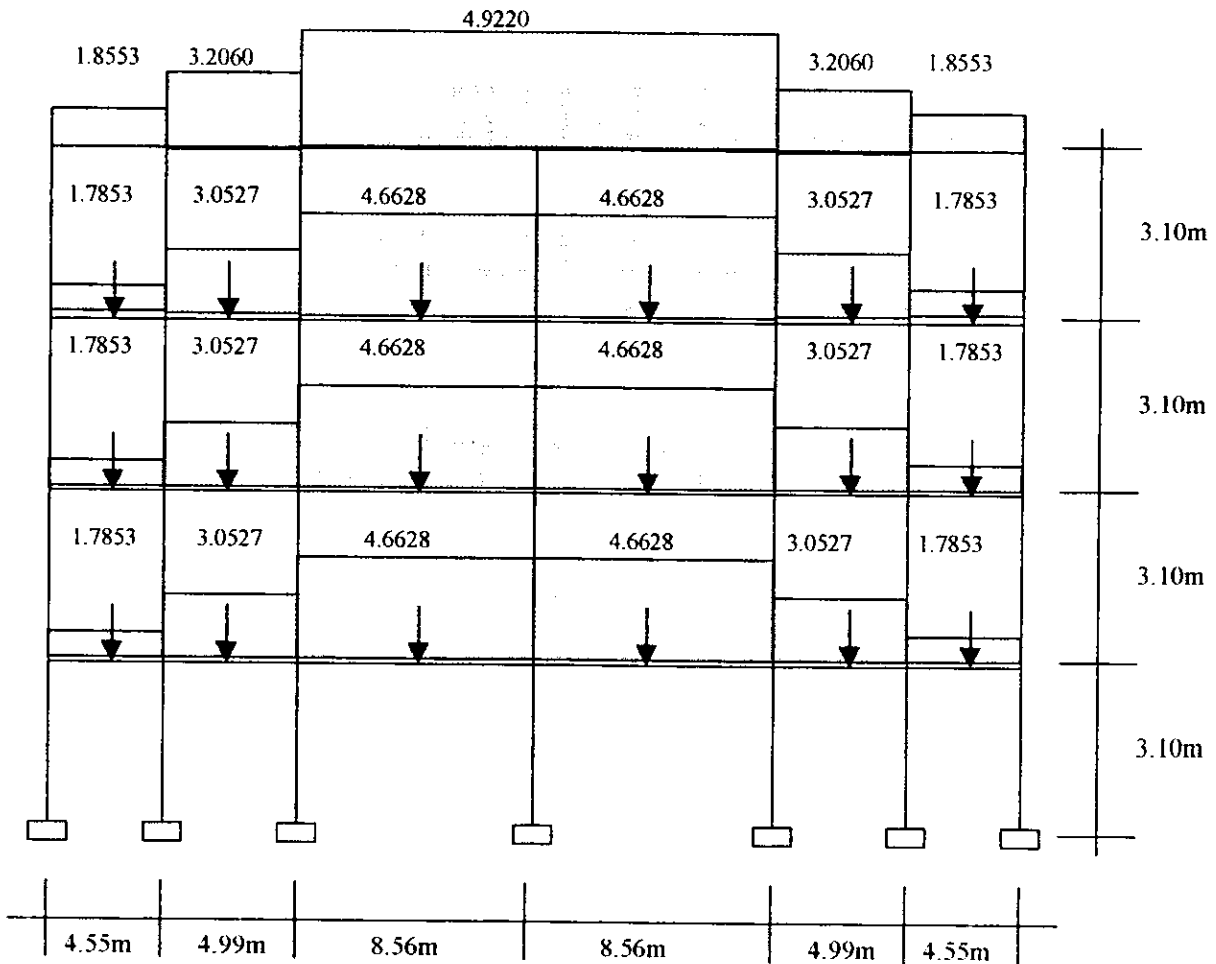
↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

↓ = Carga concentrada de 3504.8 kg por trabe secundaria

3.4.3.8 Marco B



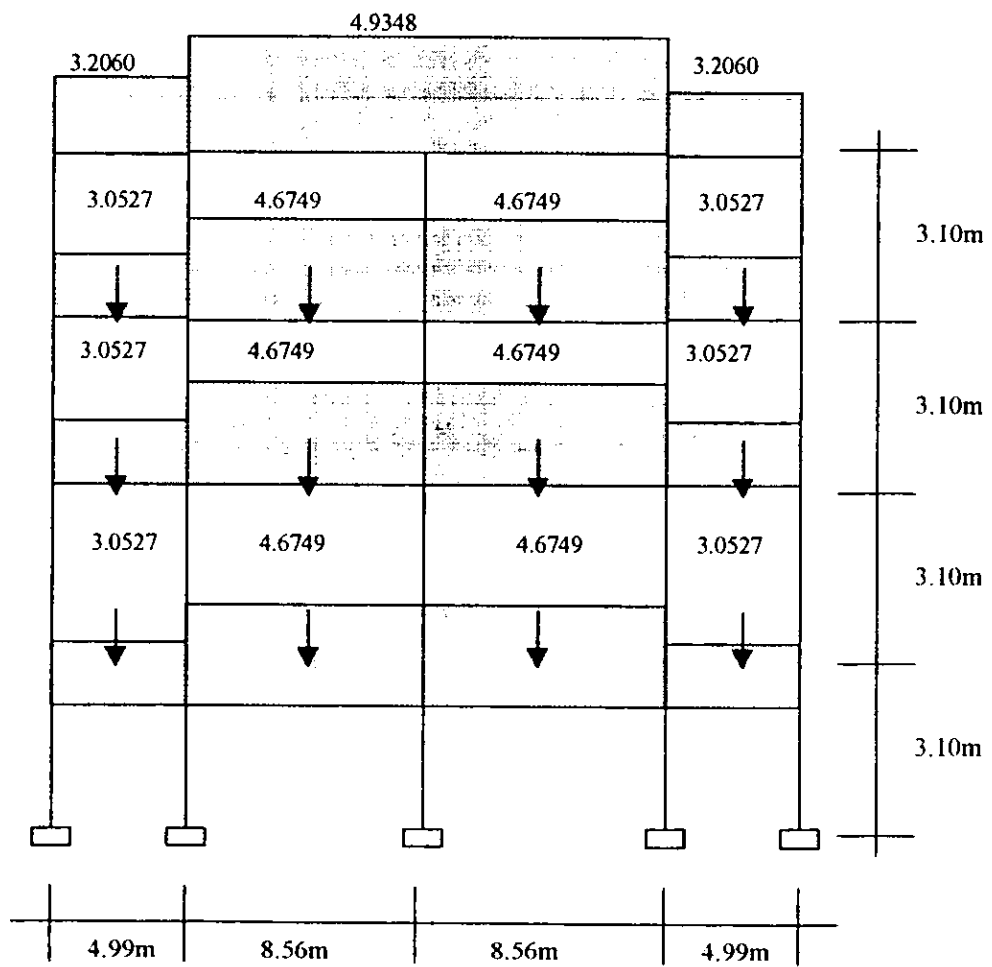
3.4.3.9 Marcos C y F



Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

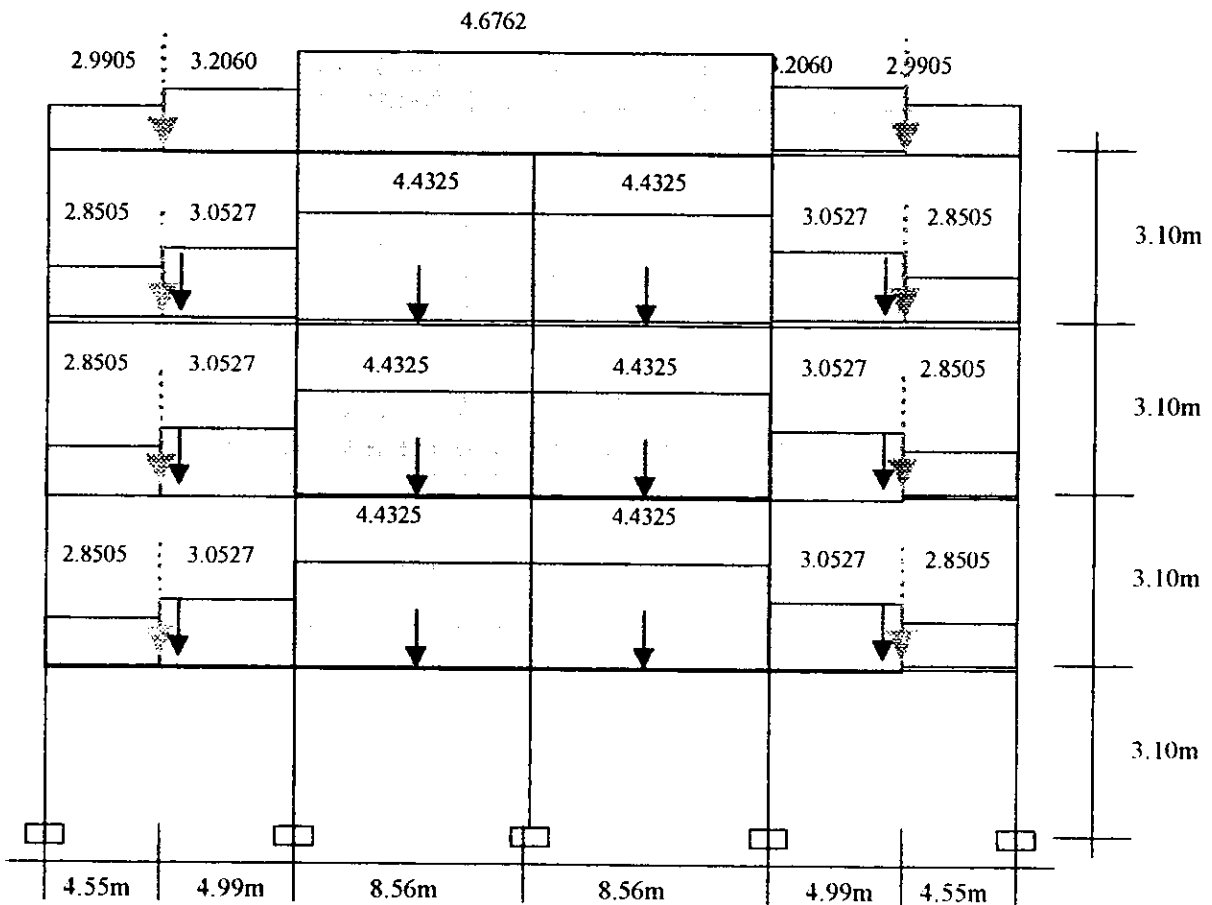
3.4.3.10 Marcos D y E



Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

3.4.3.11 Marco G

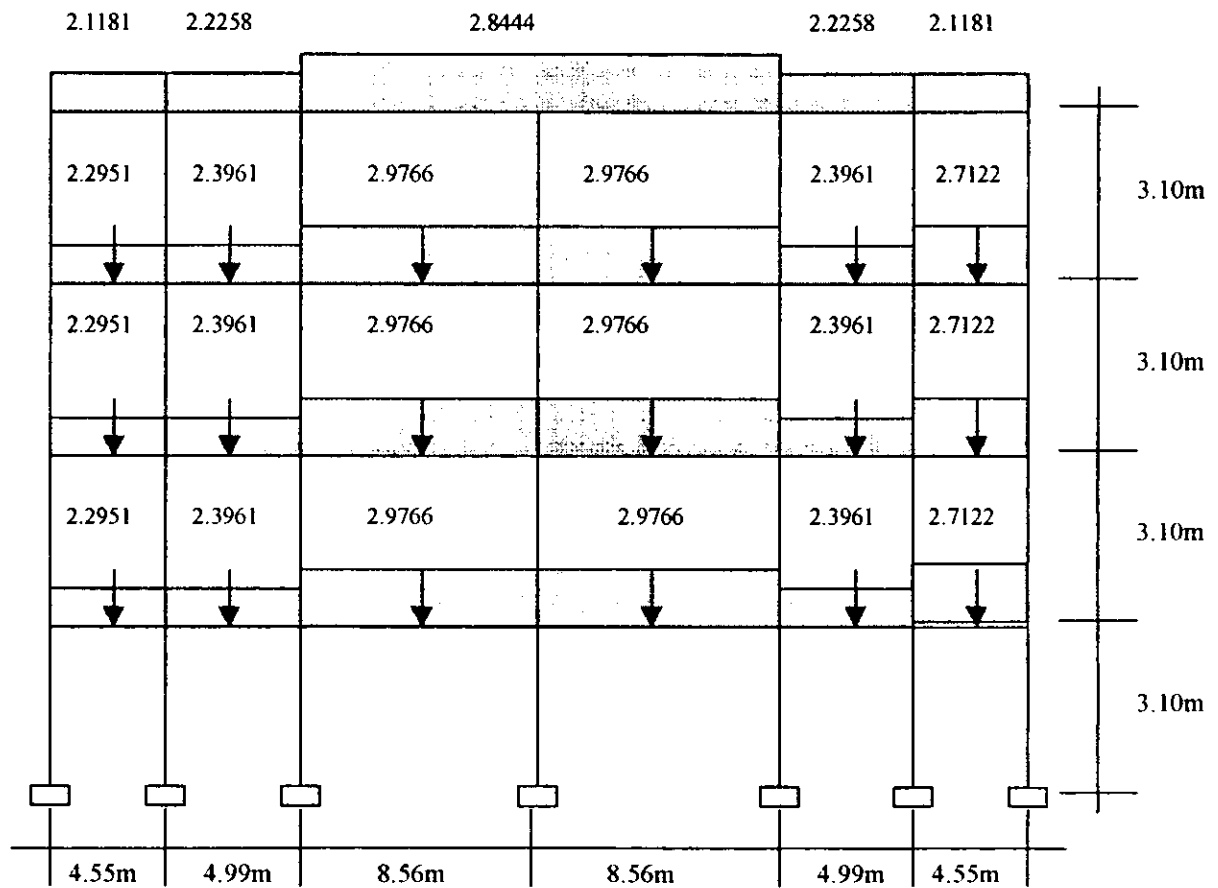


Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

⋮ = Reacción en los apoyos libres de los marcos 2 y 6

3.4.3.12 Marco H



Nota: Todas las cargas distribuidas están en ton / m

↓ = Carga concentrada de 1500 kg al centro de cada viga (Arnal, 1991: 286)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGAS VERTICALES

En este capítulo se explican los principios fundamentales del método de rigideces y se aplican al caso particular que nos ocupa para obtener los elementos mecánicos correspondientes a cada elemento.

Para ejemplificar el método se realizó el cálculo detallado de un marco del edificio, mientras que los demás se analizaron con el programa de computo "RIGMP" elaborado por Pablo Anaya García y Rigoberto Cervantes Zamora (El listado del programa puede verse en el apéndice A).

4.1 Fundamentos del método de rigideces

Debido al uso cada vez más generalizado de las computadoras como herramienta auxiliar en el cálculo estructural, los métodos matriciales de cálculo como el de las flexibilidades y el de las rigideces, han ido desplazando a otros anteriormente muy recurridos como el de Cross y el de Kani. Sin embargo, es el de los desplazamientos o rigideces el que ha tenido mayor aceptación debido a que es el más sencillo de programar y no requiere la identificación de redundantes; por lo tanto, será el que se explicará y utilizará en adelante.

En este método, las incógnitas son los desplazamientos de los nudos (McCormac, 1996: 469, Camba, 1996: 79), los cuales son el número de grados de libertad o de indeterminación cinemática de la estructura (Camba, 1996: 79), de modo que si se la analiza en el plano, tendremos tres incógnitas (desplazamiento en X, en Y y giro) por cada nudo.

El primer paso, es considerar que todos los nudos están restringidos contra cualquier desplazamiento, es decir que se suponen todas las vigas como doblemente empotradas (Camba, 1996: 81).

Un concepto básico del procedimiento es el de rigidez, que se define como la fuerza (o momento) que se necesita aplicar en un punto, para producir un desplazamiento (o giro) unitario en el mismo (Mc Cormac, 1996: 469), de modo que se puede decir que:

$$P = K \delta \quad (\text{Ibid: 470}) \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde: P = Fuerza aplicada al nudo
 δ = Desplazamiento del nudo
 K = Rigidez del nudo

Despejando δ :

$$\delta = \frac{P}{K} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

θ_i = giro del nudo

Ya identificados los nudos a los que corresponde cada barra se realiza el ensamble, resultando que para la matriz ensamblada el término $N_i M_j$ será igual a la suma de todos los términos $N_i M_j$ que haya en las matrices de rigidez de las barras. Cuando se ha hecho lo anterior, o si se quiere desde antes de hacer el ensamble, se eliminan los renglones y columnas de las matrices que correspondan a alguna restricción contra el movimiento.

Habiéndose obtenido la matriz de ensamble, se plantea, de forma matricial, un sistema de ecuaciones lineales en términos de las cargas aplicadas, la rigidez del marco (dada por la matriz de ensamble) y los desplazamientos de los nudos.

$$[F] = [K] [\delta] \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde $[F]$ será un vector de fuerzas externas dado por las reacciones de las barras empotradas consideradas como acciones, es decir, con signo contrario.

Resolviendo el sistema de ecuaciones con cualquier método se encuentran los desplazamientos en los nudos y, una vez que se tengan, se debe proceder a encontrar los elementos mecánicos en cada barra. Para ello, se multiplica la matriz de rigideces de cada barra por un vector formado por los desplazamientos correspondientes a sus nudos inicial y final y se le suman las fuerzas empotradas.

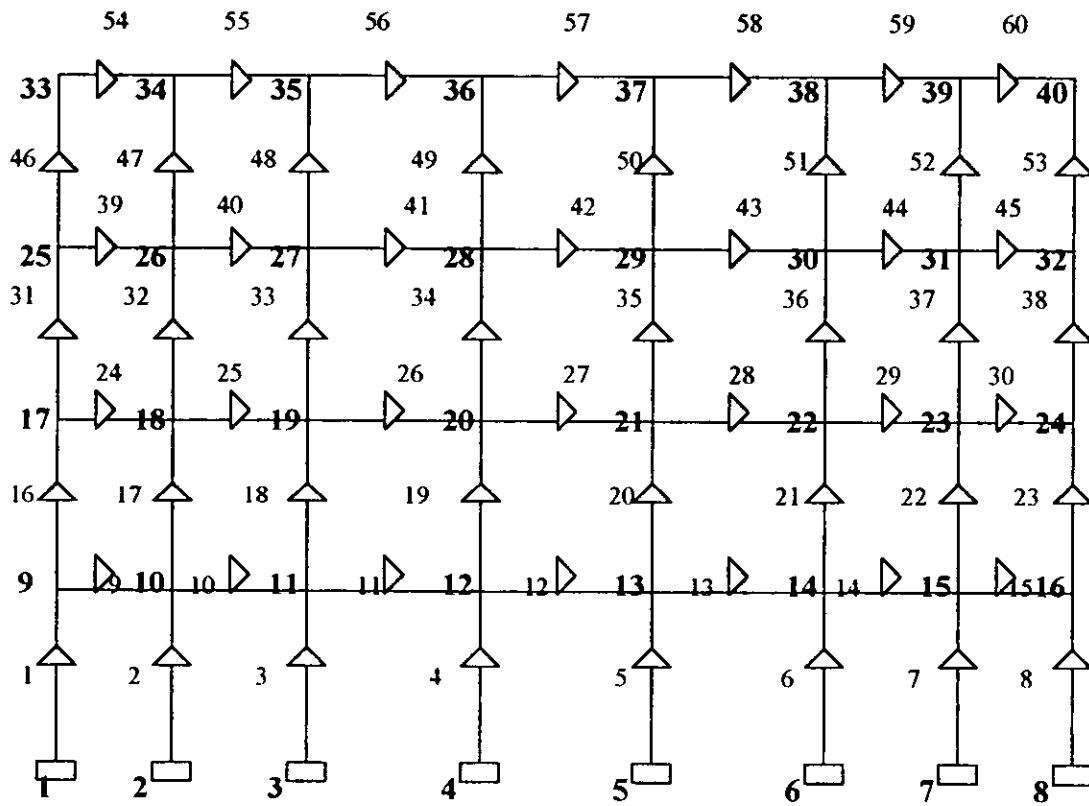
Cuando se han encontrado las fuerzas y momentos en todas las barras, puede considerarse terminada la aplicación del procedimiento.

4.2 Aplicación del método de rigideces

Para aplicar el método de rigideces, es conveniente organizar toda la información necesaria en tablas separadas para cada marco, de modo que resulte fácil su interpretación. Además, resulta de gran ayuda elaborar esquemas de todos los marcos que indiquen el inicio y terminación de las barras, ya que es indispensable conocerlas para realizar el ensamble de las matrices de rigidez.

4.2.1 Marcos 1, 3, 4, 5 y 7

4.2.1.1 Esquema de barras y nudos



Número en negritas = nudo

Numero sin negritas = barra

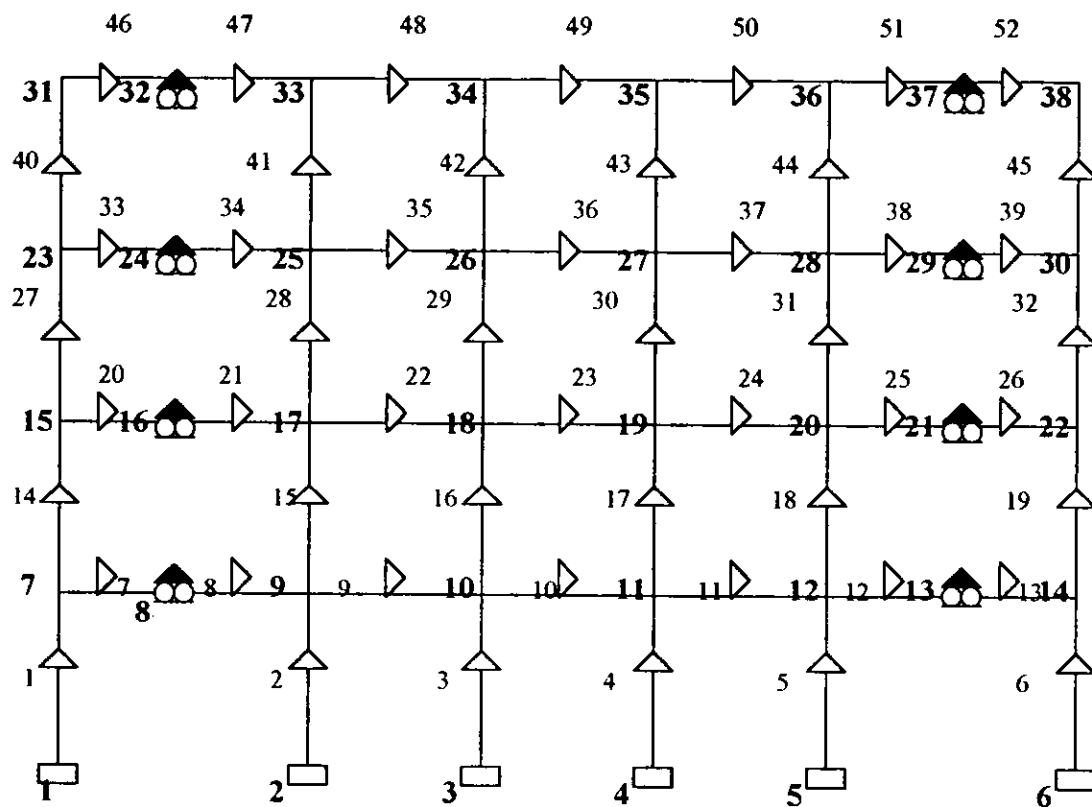
Flecha = dirección del inicio y terminación de la barra

4.2.1.2 Tabla de propiedades del marco

BARRA	E (ton / cm ²)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	L (cm)	θ (°)	Ni	Nf
1	158.114	3200	426666.67	310	90	1	9
2	158.114	3200	426666.67	310	90	2	10
3	158.114	3200	426666.67	310	90	3	11
4	158.114	3200	426666.67	310	90	4	12
5	158.114	3200	426666.67	310	90	5	13
6	158.114	3200	426666.67	310	90	6	14
7	158.114	3200	426666.67	310	90	7	15
8	158.114	3200	426666.67	310	90	8	16
9	158.114	1800	540000	550	0	9	10
10	158.114	1800	540000	740	0	10	11
11	158.114	1800	540000	760	0	11	12
12	158.114	1800	540000	760	0	12	13
13	158.114	1800	540000	760	0	13	14
14	158.114	1800	540000	740	0	14	15
15	158.114	1800	540000	550	0	15	16
16	158.114	3200	426666.67	310	90	9	17
17	158.114	3200	426666.67	310	90	10	18
18	158.114	3200	426666.67	310	90	11	19
19	158.114	3200	426666.67	310	90	12	20
20	158.114	3200	426666.67	310	90	13	21
21	158.114	3200	426666.67	310	90	14	22
22	158.114	3200	426666.67	310	90	15	23
23	158.114	3200	426666.67	310	90	16	24
24	158.114	1800	540000	550	0	17	18
25	158.114	1800	540000	740	0	18	19
26	158.114	1800	540000	760	0	19	20
27	158.114	1800	540000	760	0	20	21
28	158.114	1800	540000	760	0	21	22
29	158.114	1800	540000	740	0	22	23
30	158.114	1800	540000	550	0	23	24
31	158.114	3200	426666.67	310	90	17	25
32	158.114	3200	426666.67	310	90	18	26
33	158.114	3200	426666.67	310	90	19	27
34	158.114	3200	426666.67	310	90	20	28
35	158.114	3200	426666.67	310	90	21	29
36	158.114	3200	426666.67	310	90	22	30
37	158.114	3200	426666.67	310	90	23	31
38	158.114	3200	426666.67	310	90	24	32
39	158.114	1800	540000	550	0	25	26
40	158.114	1800	540000	740	0	26	27
41	158.114	1800	540000	760	0	27	28
42	158.114	1800	540000	760	0	28	29
43	158.114	1800	540000	760	0	29	30
44	158.114	1800	540000	740	0	30	31
45	158.114	1800	540000	550	0	31	32
46	158.114	3200	426666.67	310	90	25	33
47	158.114	3200	426666.67	310	90	26	34
48	158.114	3200	426666.67	310	90	27	35
49	158.114	3200	426666.67	310	90	28	36
50	158.114	3200	426666.67	310	90	29	37
51	158.114	3200	426666.67	310	90	30	38
52	158.114	3200	426666.67	310	90	31	39
53	158.114	3200	426666.67	310	90	32	40
54	158.114	1800	540000	550	0	33	34
55	158.114	1800	540000	740	0	34	35
56	158.114	1800	540000	760	0	35	36
57	158.114	1800	540000	760	0	36	37
58	158.114	1800	540000	760	0	37	38
59	158.114	1800	540000	740	0	38	39
60	158.114	1800	540000	550	0	39	40

4.2.2 Marcos 2 y 6

4.2.2.1 Esquema de barras y nudos



Número en negritas = nudo

Numero sin negritas = barra

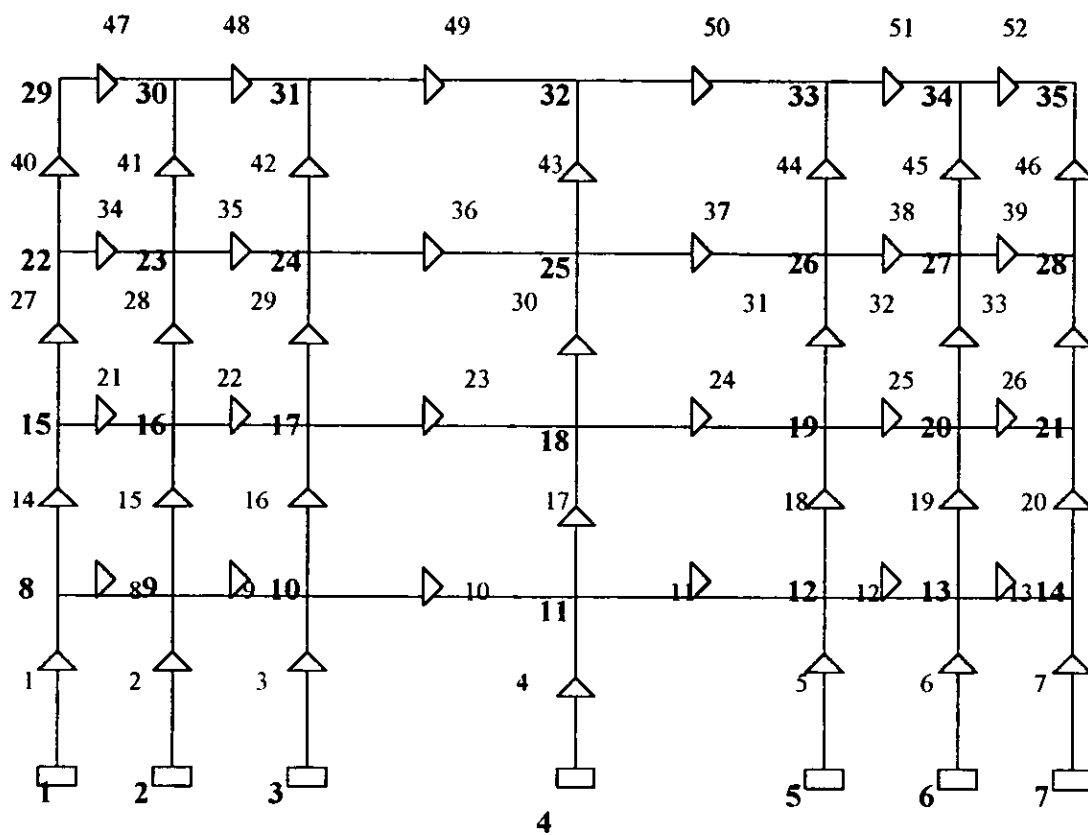
Flecha = dirección del inicio y terminación de la barra

4.2.2.2 Tabla de propiedades del marco

BARRA	E (ton / cm ²)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	L (cm)	θ (°)	Ni	Nf
1	158.114	3200	426666.67	310	90	1	7
2	158.114	2500	520833.33	310	90	2	9
3	158.114	2500	520833.33	310	90	3	10
4	158.114	2500	520833.33	310	90	4	11
5	158.114	2500	520833.33	310	90	5	12
6	158.114	3200	426666.67	310	90	6	14
7	158.114	1800	540000	550	0	7	8
8	158.114	1800	540000	740	0	8	9
9	158.114	1800	540000	760	0	9	10
10	158.114	1800	540000	760	0	10	11
11	158.114	1800	540000	760	0	11	12
12	158.114	1800	540000	740	0	12	13
13	158.114	1800	540000	550	0	13	14
14	158.114	3200	426666.67	310	90	7	15
15	158.114	2500	520833.33	310	90	9	17
16	158.114	2500	520833.33	310	90	10	18
17	158.114	2500	520833.33	310	90	11	19
18	158.114	2500	520833.33	310	90	12	20
19	158.114	3200	426666.67	310	90	14	22
20	158.114	1800	540000	550	0	15	16
21	158.114	1800	540000	740	0	16	17
22	158.114	1800	540000	760	0	17	18
23	158.114	1800	540000	760	0	18	19
24	158.114	1800	540000	760	0	19	20
25	158.114	1800	540000	740	0	20	21
26	158.114	1800	540000	550	0	21	22
27	158.114	3200	426666.67	310	90	15	23
28	158.114	2500	520833.33	310	90	17	25
29	158.114	2500	520833.33	310	90	18	26
30	158.114	2500	520833.33	310	90	19	27
31	158.114	2500	520833.33	310	90	20	28
32	158.114	3200	426666.67	310	90	22	30
33	158.114	1800	540000	550	0	23	24
34	158.114	1800	540000	740	0	24	25
35	158.114	1800	540000	760	0	25	26
36	158.114	1800	540000	760	0	26	27
37	158.114	1800	540000	760	0	27	28
38	158.114	1800	540000	740	0	28	29
39	158.114	1800	540000	550	0	29	30
40	158.114	3200	426666.67	310	90	23	31
41	158.114	2500	520833.33	310	90	25	33
42	158.114	2500	520833.33	310	90	26	34
43	158.114	2500	520833.33	310	90	27	35
44	158.114	2500	520833.33	310	90	28	36
45	158.114	3200	426666.67	310	90	30	38
46	158.114	1800	540000	550	0	31	32
47	158.114	1800	540000	740	0	32	33
48	158.114	1800	540000	760	0	33	34
49	158.114	1800	540000	760	0	34	35
50	158.114	1800	540000	760	0	35	36
51	158.114	1800	540000	740	0	36	37
52	158.114	1800	540000	550	0	37	38

4.2.3 Marcos A y H

4.2.3.1 Esquema de barras y nudos



Número en negritas = nudo

Numero sin negritas = barra

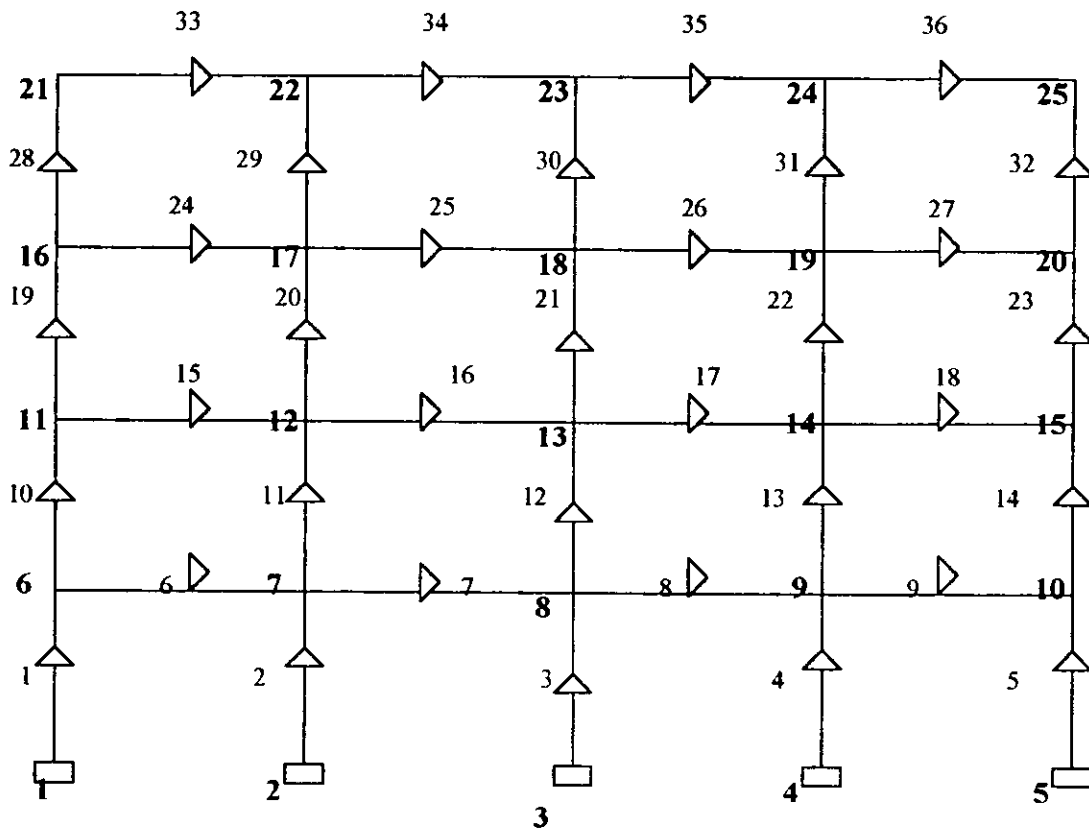
Flecha = dirección del inicio y terminación de la barra

4.2.3.2 Tabla de propiedades del marco

BARRA	E (ton / cm ²)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	L (cm)	θ (°)	Ni	Nf
1	158.114	3200	1706666.67	310	90	1	8
2	158.114	3200	1706666.67	310	90	2	9
3	158.114	3200	1706666.67	310	90	3	10
4	158.114	3200	1706666.67	310	90	4	11
5	158.114	3200	1706666.67	310	90	5	12
6	158.114	3200	1706666.67	310	90	6	13
7	158.114	3200	1706666.67	310	90	7	14
8	158.114	3200	1706666.67	455	0	8	9
9	158.114	3200	1706666.67	499	0	9	10
10	158.114	3200	1706666.67	856	0	10	11
11	158.114	3200	1706666.67	856	0	11	12
12	158.114	3200	1706666.67	499	0	12	13
13	158.114	3200	1706666.67	455	0	13	14
14	158.114	3200	1706666.67	310	90	8	15
15	158.114	3200	1706666.67	310	90	9	16
16	158.114	3200	1706666.67	310	90	10	17
17	158.114	3200	1706666.67	310	90	11	18
18	158.114	3200	1706666.67	310	90	12	19
19	158.114	3200	1706666.67	310	90	13	20
20	158.114	3200	1706666.67	310	90	14	21
21	158.114	3200	1706666.67	455	0	15	16
22	158.114	3200	1706666.67	499	0	16	17
23	158.114	3200	1706666.67	856	0	17	18
24	158.114	3200	1706666.67	856	0	18	19
25	158.114	3200	1706666.67	499	0	19	20
26	158.114	3200	1706666.67	455	0	20	21
27	158.114	3200	1706666.67	310	90	15	22
28	158.114	3200	1706666.67	310	90	16	23
29	158.114	3200	1706666.67	310	90	17	24
30	158.114	3200	1706666.67	310	90	18	25
31	158.114	3200	1706666.67	310	90	19	26
32	158.114	3200	1706666.67	310	90	20	27
33	158.114	3200	1706666.67	310	90	21	28
34	158.114	3200	1706666.67	455	0	22	23
35	158.114	3200	1706666.67	499	0	23	24
36	158.114	3200	1706666.67	856	0	24	25
37	158.114	3200	1706666.67	856	0	25	26
38	158.114	3200	1706666.67	499	0	26	27
39	158.114	3200	1706666.67	455	0	27	28
40	158.114	3200	1706666.67	310	90	22	28
41	158.114	3200	1706666.67	310	90	23	29
42	158.114	3200	1706666.67	310	90	24	30
43	158.114	3200	1706666.67	310	90	25	31
44	158.114	3200	1706666.67	310	90	26	32
45	158.114	3200	1706666.67	310	90	27	33
46	158.114	3200	1706666.67	310	90	28	34
47	158.114	3200	1706666.67	455	0	28	29
48	158.114	3200	1706666.67	499	0	29	30
49	158.114	3200	1706666.67	856	0	30	31
50	158.114	3200	1706666.67	856	0	31	32
51	158.114	3200	1706666.67	499	0	32	33
52	158.114	3200	1706666.67	455	0	33	34

4.2.4 Marcos B y G

4.2.4.1 Esquema de barras y nudos



Número en negritas = nudo

Numero sin negritas = barra

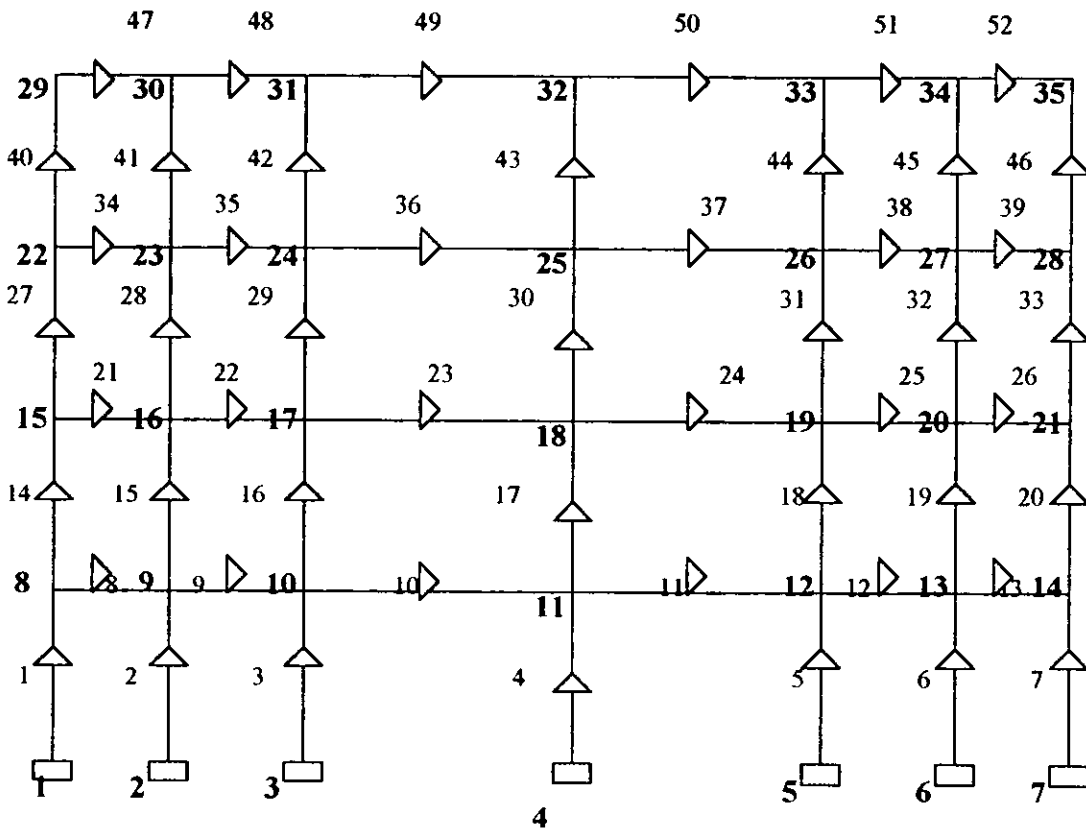
Flecha = dirección del inicio y terminación de la barra

4.2.4.2 Tabla de propiedades del marco

BARRA	E (ton / cm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	L (cm)	θ (°)	Ni	Nf
1	158.114	3200	1706666.67	310	90	1	6
2	158.114	3200	1706666.67	310	90	2	8
3	158.114	3200	1706666.67	310	90	3	9
4	158.114	3200	1706666.67	310	90	4	10
5	158.114	3200	1706666.67	310	90	5	12
6	158.114	3200	1706666.67	455	0	6	7
7	158.114	3200	1706666.67	499	0	7	8
8	158.114	3200	1706666.67	856	0	8	9
9	158.114	3200	1706666.67	856	0	9	10
10	158.114	3200	1706666.67	499	0	10	11
11	158.114	3200	1706666.67	455	0	11	12
12	158.114	3200	1706666.67	310	90	6	13
13	158.114	3200	1706666.67	310	90	8	15
14	158.114	3200	1706666.67	310	90	9	16
15	158.114	3200	1706666.67	310	90	10	17
16	158.114	3200	1706666.67	310	90	12	19
17	158.114	3200	1706666.67	455	0	13	14
18	158.114	3200	1706666.67	499	0	14	15
19	158.114	3200	1706666.67	856	0	15	16
20	158.114	3200	1706666.67	856	0	16	17
21	158.114	3200	1706666.67	499	0	17	18
22	158.114	3200	1706666.67	455	0	18	19
23	158.114	3200	1706666.67	310	90	13	20
24	158.114	3200	1706666.67	310	90	15	22
25	158.114	3200	1706666.67	310	90	16	23
26	158.114	3200	1706666.67	310	90	17	24
27	158.114	3200	1706666.67	310	90	19	26
28	158.114	3200	1706666.67	455	0	20	21
29	158.114	3200	1706666.67	499	0	21	22
30	158.114	3200	1706666.67	856	0	22	23
31	158.114	3200	1706666.67	856	0	23	24
32	158.114	3200	1706666.67	499	0	24	25
33	158.114	3200	1706666.67	455	0	25	26
34	158.114	3200	1706666.67	310	90	20	27
35	158.114	3200	1706666.67	310	90	22	29
36	158.114	3200	1706666.67	310	90	23	30
37	158.114	3200	1706666.67	310	90	24	31
38	158.114	3200	1706666.67	310	90	26	33
39	158.114	3200	1706666.67	455	0	27	28
40	158.114	3200	1706666.67	499	0	28	29
41	158.114	3200	1706666.67	856	0	29	30
42	158.114	3200	1706666.67	856	0	30	31
43	158.114	3200	1706666.67	499	0	31	32
44	158.114	3200	1706666.67	455	0	32	33

4.2.5 Marcos C y F

4.2.5.1 Esquema de barras y nudos



Número en negritas = nudo

Numero sin negritas = barra

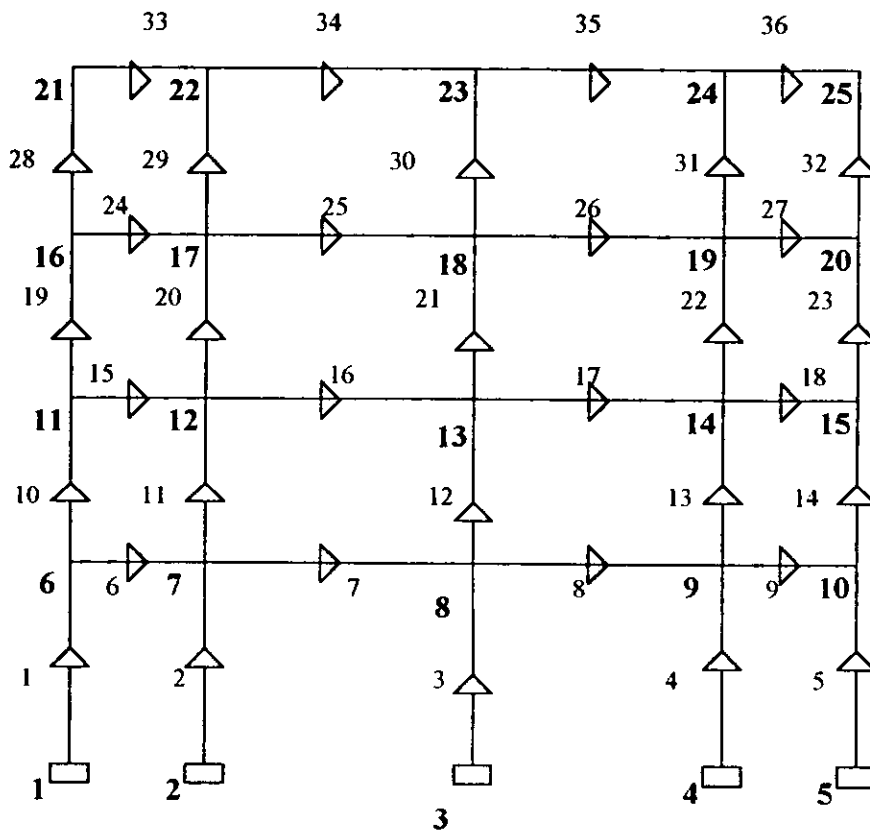
Flecha = dirección del inicio y terminación de la barra

4.2.5.2 Tabla de propiedades del marco

BARRA	E (ton / cm ²)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	L (cm)	θ (°)	Ni	Nf
1	158.114	3200	1706666.67	310	90	1	8
2	158.114	2500	520833.33	310	90	2	9
3	158.114	3200	1706666.67	310	90	3	10
4	158.114	3200	1706666.67	310	90	4	11
5	158.114	3200	1706666.67	310	90	5	12
6	158.114	2500	520833.33	310	90	6	13
7	158.114	3200	1706666.67	310	90	7	14
8	158.114	3200	1706666.67	455	0	8	9
9	158.114	3200	1706666.67	499	0	9	10
10	158.114	3200	1706666.67	856	0	10	11
11	158.114	3200	1706666.67	856	0	11	12
12	158.114	3200	1706666.67	499	0	12	13
13	158.114	3200	1706666.67	455	0	13	14
14	158.114	3200	1706666.67	310	90	8	15
15	158.114	2500	520833.33	310	90	9	16
16	158.114	3200	1706666.67	310	90	10	17
17	158.114	3200	1706666.67	310	90	11	18
18	158.114	3200	1706666.67	310	90	12	19
19	158.114	2500	520833.33	310	90	13	20
20	158.114	3200	1706666.67	310	90	14	21
21	158.114	3200	1706666.67	455	0	15	16
22	158.114	3200	1706666.67	499	0	16	17
23	158.114	3200	1706666.67	856	0	17	18
24	158.114	3200	1706666.67	856	0	18	19
25	158.114	3200	1706666.67	499	0	19	20
26	158.114	3200	1706666.67	455	0	20	21
27	158.114	3200	1706666.67	310	90	15	22
28	158.114	2500	520833.33	310	90	16	23
29	158.114	3200	1706666.67	310	90	17	24
30	158.114	3200	1706666.67	310	90	18	25
31	158.114	3200	1706666.67	310	90	19	26
32	158.114	2500	520833.33	310	90	20	27
33	158.114	3200	1706666.67	310	90	21	28
34	158.114	3200	1706666.67	455	0	22	23
35	158.114	3200	1706666.67	499	0	23	24
36	158.114	3200	1706666.67	856	0	24	25
37	158.114	3200	1706666.67	856	0	25	26
38	158.114	3200	1706666.67	499	0	26	27
39	158.114	3200	1706666.67	455	0	27	28
40	158.114	3200	1706666.67	310	90	22	28
41	158.114	2500	520833.33	310	90	23	29
42	158.114	3200	1706666.67	310	90	24	30
43	158.114	3200	1706666.67	310	90	25	31
44	158.114	3200	1706666.67	310	90	26	32
45	158.114	2500	520833.33	310	90	27	33
46	158.114	3200	1706666.67	310	90	28	34
47	158.114	3200	1706666.67	455	0	28	29
48	158.114	3200	1706666.67	499	0	29	30
49	158.114	3200	1706666.67	856	0	30	31
50	158.114	3200	1706666.67	856	0	31	32
51	158.114	3200	1706666.67	499	0	32	33
52	158.114	3200	1706666.67	455	0	33	34

4.2.6 Marcos D y E

4.2.6.1 Esquema de barras y nudos



Número en negritas = nudo

Numero sin negritas = barra

Flecha = dirección del inicio y terminación de la barra

4.2.6.2 Tabla de propiedades del marco

BARRA	E (ton / cm ²)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	L (cm)	θ (°)	Ni	Nf
1	158.114	2500	520833.33	310	90	1	6
2	158.114	3200	1706666.67	310	90	2	7
3	158.114	3200	1706666.67	310	90	3	8
4	158.114	3200	1706666.67	310	90	4	9
5	158.114	2500	520833.33	310	90	5	10
6	158.114	3200	1706666.67	499	0	6	7
7	158.114	3200	1706666.67	856	0	7	8
8	158.114	3200	1706666.67	856	0	8	9
9	158.114	3200	1706666.67	499	0	9	10
10	158.114	2500	520833.33	310	90	6	11
11	158.114	3200	1706666.67	310	90	7	12
12	158.114	3200	1706666.67	310	90	8	13
13	158.114	3200	1706666.67	310	90	9	14
14	158.114	2500	520833.33	310	90	10	15
15	158.114	3200	1706666.67	499	0	11	12
16	158.114	3200	1706666.67	856	0	12	13
17	158.114	3200	1706666.67	856	0	13	14
18	158.114	3200	1706666.67	499	0	14	15
19	158.114	2500	520833.33	310	90	11	16
20	158.114	3200	1706666.67	310	90	12	17
21	158.114	3200	1706666.67	310	90	13	18
22	158.114	3200	1706666.67	310	90	14	19
23	158.114	2500	520833.33	310	90	15	20
24	158.114	3200	1706666.67	499	0	16	17
25	158.114	3200	1706666.67	856	0	17	18
26	158.114	3200	1706666.67	856	0	18	19
27	158.114	3200	1706666.67	499	0	19	20
28	158.114	2500	520833.33	310	90	16	21
29	158.114	3200	1706666.67	310	90	17	22
30	158.114	3200	1706666.67	310	90	18	23
31	158.114	3200	1706666.67	310	90	19	24
32	158.114	2500	520833.33	310	90	20	25
33	158.114	3200	1706666.67	499	0	21	22
34	158.114	3200	1706666.67	856	0	22	23
35	158.114	3200	1706666.67	856	0	23	24
36	158.114	3200	1706666.67	499	0	24	25

4.2.7 Análisis de los marcos D y E

Se eligieron estos marcos para analizarlos detalladamente, debido a que son los más pequeños y por lo tanto los más sencillos, sin embargo, son totalmente representativos para ilustrar el método de rigideces.

4.2.7.1 Matrices de rigidez de las barras

BARRA 1

	U1	V1	Ø1	U6	V6	Ø6
U1	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V1	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø1	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U6	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V6	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø6	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

BARRA 2

	U2	V2	Ø2	U7	V7	Ø7
U2	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V2	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø2	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U7	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V7	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø7	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 3

	U2	V2	Ø2	U8	V8	Ø8
U3	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V3	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø3	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U8	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V8	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø8	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

BARRA 4

	U4	V4	Ø4	U9	V9	Ø9
U4	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V4	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø4	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U9	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V9	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø9	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 5

	U5	V5	Ø5	U10	V10	Ø10
U5	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V5	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø5	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U10	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V10	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø10	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

BARRA 6

	U6	V6	Ø6	U7	V7	Ø7
U6	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V6	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø6	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U7	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V7	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø7	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

BARRA 7

	U7	V7	Ø7	U8	V8	Ø8
U7	591.08	0	0	-591.08	0	0
V7	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø7	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U8	-591.08	0	0	591.08	0	0
V8	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø8	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D. V.

BARRA 8

	U8	V8	Ø8	U9	V9	Ø9
U8	591.08	0	0	-591.08	0	0
V8	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø8	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U9	-591.08	0	0	591.08	0	0
V9	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø9	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 9

	U9	V9	Ø9	U10	V10	Ø10
U9	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V9	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø9	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U10	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V10	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø10	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

BARRA 10

	U6	V6	Ø6	U11	V11	Ø11
U6	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V6	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø6	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U11	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V11	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø11	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

BARRA 11

	U7	V7	Ø7	U12	V12	Ø12
U7	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V7	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø7	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U12	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V12	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø12	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

BARRA 12

	U8	V8	Ø8	U13	V13	Ø13
U8	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V8	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø8	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U13	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V13	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø13	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 13

	U9	V9	Ø9	U14	V14	Ø14
U9	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V9	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø9	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U14	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V14	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø14	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 14

	U10	V10	Ø10	U15	V15	Ø15
U10	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V10	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø10	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U15	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V15	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø15	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

BARRA 15

	U11	V11	Ø11	U12	V12	Ø12
U11	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V11	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø11	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U12	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V12	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø12	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA 16

	U12	V12	Ø12	U13	V13	Ø13
U12	591.08	0	0	-591.08	0	0
V12	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø12	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U13	-591.08	0	0	591.08	0	0
V13	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø13	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 17

	U13	V13	Ø13	U14	V14	Ø14
U13	591.08	0	0	-591.08	0	0
V13	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø13	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U14	-591.08	0	0	591.08	0	0
V14	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø14	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 18

	U14	V14	Ø14	U15	V15	Ø15
U14	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V14	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø14	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U15	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V15	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø15	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

BARRA 19

	U11	V11	Ø11	U16	V16	Ø16
U11	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V11	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø11	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U16	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V16	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø16	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

BARRA 20

	U12	V12	Ø12	U17	V17	Ø17
U12	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V12	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø12	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U17	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V17	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø17	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 21

	U13	V13	Ø13	U18	V18	Ø18
U13	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V13	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø13	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U18	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V18	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø18	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 22

	U14	V14	Ø14	U19	V19	Ø19
U14	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V14	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø14	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U19	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V19	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø19	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 23

	U15	V15	Ø15	U20	V20	Ø20
U15	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V15	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø15	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U20	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V20	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø20	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA 24

	U16	V16	Ø16	U17	V17	Ø17
U16	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V16	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø16	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U17	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V17	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø17	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

BARRA 25

	U17	V17	Ø17	U18	V18	Ø18
U17	591.08	0	0	-591.08	0	0
V17	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø17	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U18	-591.08	0	0	591.08	0	0
V18	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø18	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 26

	U18	V18	Ø18	U19	V19	Ø19
U18	591.08	0	0	-591.08	0	0
V18	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø18	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U19	-591.08	0	0	591.08	0	0
V19	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø19	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 27

	U19	V19	Ø19	U20	V20	Ø20
U19	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V19	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø19	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U20	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V20	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø20	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

BARRA 28

	U16	V16	Ø16	U21	V21	Ø21
U16	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V16	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø16	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U21	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V21	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø21	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

BARRA 29

	U17	V17	Ø17	U22	V22	Ø22
U17	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V17	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø17	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U22	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V22	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø22	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 30

	U18	V18	Ø18	U23	V23	Ø23
U18	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V18	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø18	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U23	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V23	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø23	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

BARRA 31

	U19	V19	Ø19	U24	V24	Ø24
U19	108.696	0	-16847.943	-108.696	0	-16847.94
V19	0	1632.145	0	0	-1632.145	0
Ø19	-16847.94	0	3481908.3	16847.943	0	1740954.2
U24	-108.696	0	16847.943	108.696	0	16847.943
V24	0	-1632.145	0	0	1632.145	0
Ø24	-16847.94	0	1740954.2	16847.943	0	3481908.3

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA 32

	U20	V20	Ø20	U25	V25	Ø25
U20	33.172	0	-5141.584	-33.172	0	-5141.584
V20	0	1275.113	0	0	-1275.113	0
Ø20	-5141.584	0	1062594.1	5141.584	0	531297.04
U25	-33.172	0	5141.584	33.172	0	5141.584
V25	0	-1275.113	0	0	1275.113	0
Ø25	-5141.584	0	531297.04	5141.584	0	1062594.1

BARRA 33

	U21	V21	Ø21	U22	V22	Ø22
U21	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V21	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø21	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U22	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V22	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø22	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

BARRA 34

	U22	V22	Ø22	U23	V23	Ø23
U22	591.08	0	0	-591.08	0	0
V22	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø22	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U23	-591.08	0	0	591.08	0	0
V23	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø23	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 35

	U23	V23	Ø23	U24	V24	Ø24
U23	591.08	0	0	-591.08	0	0
V23	0	5.163	2209.646	0	-5.163	2209.646
Ø23	0	2209.646	1260.971	0	-2209.646	630485.73
U24	-591.08	0	0	591.08	0	0
V24	0	-5.163	-2209.646	0	5.163	-2209.646
Ø24	0	2209.646	630485.73	0	-2209.646	1260971.5

BARRA 36

	U24	V24	Ø24	U25	V25	Ø25
U24	1013.958	0	0	-1013.958	0	0
V24	0	26.061	6502.333	0	-26.061	6502.333
Ø24	0	6502.333	2163109.4	0	-6502.333	1081554.7
U25	-1013.958	0	0	1013.958	0	0
V25	0	-26.061	-6502.333	0	26.061	-6502.333
Ø25	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	2163109.4

4.2.7.2 Ensamble de las matrices de rigidez

	U6	V6	Ø6	U7	V7	Ø7	U8	V8	Ø8	U9	V9
U6	1080.301	0	0	-1013.958	0	0	0	0	0	0	0
V6	0	2576.287	6502.333	0	-26.061	6502.333	0	0	0	0	0
Ø6	0	6502.333	4288297.5	0	-6502.333	1081554.7	0	0	0	0	0
U7	-1013.958	0	0	1822.431	0	0	-591.08	0	0	0	0
V7	0	-26.061	-6502.333	0	3295.513	-4292.687	0	-5.163	2209.646	0	0
Ø7	0	6502.333	1081554.7	0	-4292.687	10387897	0	-2209.646	630485.73	0	0
U8	0	0	0	-591.08	0	0	1399.554	0	0	-591.08	0
V8	0	0	0	0	-5.163	-2209.646	0	3274.614	0	0	-5.163
Ø8	0	0	0	0	2209.646	630485.73	0	0	9485759.5	0	-2209.646
U9	0	0	0	0	0	0	-591.08	0	0	1822.431	0
V9	0	0	0	0	0	0	0	-5.163	-2209.646	0	3295.513
Ø9	0	0	0	0	0	0	0	2209.646	630485.73	0	4292.687
U10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1013.958	0
V10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-26.061
Ø10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6502.333
U11	-33.172	0	5141.584	0	0	0	0	0	0	0	0
V11	0	-1275.113	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø11	-5141.584	0	531297.04	0	0	0	0	0	0	0	0
U12	0	0	0	-108.696	0	16847.943	0	0	0	0	0
V12	0	0	0	0	-1632.145	0	0	0	0	0	0
Ø12	0	0	0	-16847.943	0	1740954.2	0	0	0	0	0
U13	0	0	0	0	0	0	-108.696	0	16847.943	0	0
V13	0	0	0	0	0	0	0	-1632.145	0	0	0
Ø13	0	0	0	0	0	0	-16847.943	0	1740954.2	0	0
U14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-108.696	0
V14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1632.145
Ø14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16847.943	0
U15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

Ø13	U14	V14	Ø14	U15	V15	Ø15	U16	V16	Ø16	U17	V17
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-16847.943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1740954.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-108.696	0	-16847.943	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1632.145	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	16847.943	0	1740954.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-33.172	0	-5141.584	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-1275.113	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	5141.584	0	531297.04	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-33.172	0	-5141.584	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-1275.113	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	5141.584	0	531297.04	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-108.696	0
2209.646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1632.145
630485.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16847.943	0
0	-591.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-5.163	2209.646	0	0	0	0	0	0	0	0
9485759.5	0	-2209.646	630485.73	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1822.431	0	0	-1013.958	0	0	0	0	0	0	0
-2209.646	0	3295.513	4292.687	0	-26.061	6502.333	0	0	0	0	0
630485.73	0	4292.687	10387897	0	-6502.333	1081554.7	0	0	0	0	0
0	-1013.958	0	0	1080.301	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-26.061	-6502.333	0	2576.287	-6502.333	0	0	0	0	0
0	0	6502.333	1081554.7	0	-6502.333	4288297.5	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1080.301	0	0	-1013.958	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2576.287	6502.333	0	-26.061
0	0	0	0	0	0	0	0	6502.333	4288297.5	0	-6502.333
0	0	0	0	0	0	0	-1013.958	0	0	1822.431	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-26.061	-6502.333	0	3295.513
0	0	0	0	0	0	0	0	6502.333	1081554.7	0	-4292.687
16847.943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-591.08	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.163
1740954.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2209.646
0	-108.696	0	16847.943	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1632.145	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-16847.943	0	1740954.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-33.172	0	5141.584	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-1275.113	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-5141.584	0	531297.04	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-33.172	0	5141.584	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-1275.113	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-5141.584	0	531297.04	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-108.696	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1632.145
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16847.943	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.7.3 Matriz de rigideces invertida

Una vez que se tiene la matriz de ensamble del marco, es necesario invertirla, o resolver el sistema por otro método, según lo expuesto anteriormente. La inversión se puede realizar con una calculadora que maneje matrices o con una hoja de cálculo.

0.004918	0.000051	-0.000004	0.004094	-0.000019	-0.000007	0.003312	0.000002	-0.000007	0.00293	0.000027	-0.000006
0.000051	0.00076	-0.00001	0.000053	0.000023	-0.00001	0.00006	-0.00001	-2.21E-07	0.000063	0.000003	-2.23E-07
-0.000004	-0.000001	2.55E-07	-0.000004	0.000001	-1.42E-08	-0.000004	-1.65E-08	1.41E-08	-0.000004	-6.06E-08	1.06E-08
0.004094	0.000053	-0.000004	0.00421	-0.000021	-0.000007	0.003384	0.000002	-0.000007	0.002982	0.000026	-0.000006
-0.000019	0.000023	0.000001	-0.000021	0.000587	2.30E-07	-0.000025	0.000007	-3.23E-08	-0.000026	-0.000002	9.67E-08
-0.000007	-0.000001	-1.42E-08	-0.000007	2.30E-07	1.24E-07	-0.000006	1.16E-07	1.25E-08	-0.000006	-9.67E-08	1.79E-08
0.003312	0.00006	-0.000004	0.003384	-0.000025	-0.000006	0.003936	-4.58E-19	-0.000007	0.003384	0.000025	-0.000006
0.000002	-0.000001	-1.65E-08	0.000002	0.000007	1.16E-07	-4.58E-19	0.0006	4.04E-20	-0.000002	0.000007	-1.16E-07
-0.000007	-2.21E-07	1.41E-08	-0.000007	-3.23E-08	1.25E-08	-0.000007	4.04E-20	1.34E-07	-0.000007	3.23E-08	1.25E-08
0.00293	0.000063	-0.000004	0.002982	-0.000026	-0.000006	0.003384	-0.000002	-0.000007	0.00421	0.000021	-0.000007
0.000027	0.000003	-6.06E-08	0.000026	-0.000002	-9.67E-08	0.000025	0.000007	3.23E-08	0.000021	0.000587	-2.30E-07
-0.000006	-2.23E-07	1.06E-08	-0.000006	9.67E-08	1.79E-08	-0.000006	-1.16E-07	1.25E-08	-0.000007	-2.30E-07	1.24E-07
0.002881	0.000064	-0.000004	0.00293	-0.000027	-0.000006	0.003312	-0.000002	-0.000007	0.004094	0.000019	-0.000007
-0.000004	-0.000007	1.52E-07	-0.000004	0.000003	2.23E-07	-0.000006	-0.000001	2.21E-07	-0.000003	0.000023	-0.000001
-0.000004	-1.52E-07	6.75E-09	-0.000004	6.06E-08	1.06E-08	-0.000004	1.65E-08	1.41E-08	-0.000004	-0.000001	-1.42E-08
0.00478	0.000183	-0.00001	0.004733	-0.000075	-0.000015	0.004592	3.60E-07	-0.000015	0.0045	0.000074	-0.000013
0.000047	0.000743	-0.000001	0.000053	0.000039	-0.000001	0.000068	-0.000002	-3.10E-07	0.000077	0.00005	-3.07E-07
0.000001	-0.000001	-2.70E-08	-0.000001	0.000001	1.53E-08	-0.000001	-5.26E-10	6.14E-09	-0.000001	-8.17E-08	7.11E-09
0.004755	0.000182	-0.000009	0.004733	-0.000074	-0.000015	0.004609	1.43E-07	-0.000015	0.004525	0.000074	-0.000013
-0.000013	0.000039	0.000001	-0.000019	0.000568	2.21E-07	-0.000003	0.000013	3.12E-08	-0.000002	-0.000003	1.27E-07
9.84E-09	-0.000001	1.56E-08	3.57E-07	-1.01E-08	-0.000001	8.91E-08	1.28E-08	-0.000002	-1.17E-07	9.44E-09	
0.004633	0.000182	-0.000009	0.004629	-0.000074	-0.000014	0.004656	-2.77E-17	-0.000016	0.004629	0.000074	-0.000014
0.000004	-0.000002	-1.93E-09	0.00005	0.000013	8.97E-08	-9.80E-19	0.00059	4.30E-21	-0.000005	0.000013	-8.97E-08
-0.000001	-3.03E-07	6.11E-09	-0.000001	2.24E-08	1.28E-08	1.01E-07	3.40E-20	-1.16E-08	-0.000001	-2.24E-08	1.28E-08
0.004521	0.000182	-0.000008	0.004525	-0.000074	-0.000013	0.004609	-1.43E-07	-0.000015	0.004733	0.000074	-0.000015
0.000033	0.000005	-8.90E-08	0.000032	-0.000003	-1.27E-07	0.000003	0.000013	-3.12E-08	0.000019	0.000568	-2.21E-07
-0.000002	-2.89E-07	6.95E-09	-0.000002	1.17E-07	9.44E-09	-0.000001	-9.91E-08	1.28E-08	3.57E-07	-2.33E-07	-1.01E-08
0.004496	0.000182	-0.000008	0.0045	-0.000074	-0.000013	0.004592	-3.60E-07	-0.000015	0.004733	0.000075	-0.000015
-0.0000078	-0.000012	2.19E-07	-0.000077	0.000005	3.07E-07	-0.000068	-0.000002	3.10E-07	-0.000053	0.000039	0.000001
-0.000002	-2.07E-07	4.85E-09	-0.000001	8.17E-08	7.11E-09	-0.000001	5.26E-10	6.14E-09	-0.000001	-0.000001	1.53E-08
0.004797	0.000311	-0.00001	-0.004779	-0.000124	-0.000015	0.004767	0.000001	-0.000016	0.004786	0.000125	-0.000015
0.000048	0.000733	-0.000001	0.000053	0.000049	-0.000001	0.000068	-0.000003	-3.10E-07	0.000076	0.000006	-3.16E-07
-1.91E-07	-0.000001	5.79E-09	-7.61E-08	0.000001	-1.05E-09	-2.10E-07	1.59E-08	1.57E-09	-2.98E-07	-7.89E-08	1.94E-09
0.0048	0.000312	-0.00001	0.004777	-0.000125	-0.000015	0.004767	0.000001	-0.000016	0.004788	0.000125	-0.000015
-0.000013	0.000049	0.000001	-0.000018	0.000566	2.07E-07	-0.000028	0.000017	2.65E-08	-0.000031	-0.000003	1.28E-07
-1.37E-07	-0.000001	-1.04E-09	-2.19E-07	2.25E-07	2.41E-09	-1.41E-07	9.22E-08	-1.11E-10	-2.19E-07	-1.04E-07	1.91E-09
0.004808	0.000313	-0.00001	0.004786	-0.000126	-0.000015	0.00476	-3.79E-17	-0.000016	0.004786	0.000126	-0.000015
0.000005	-0.000003	-8.41E-10	0.000005	0.000017	8.99E-08	-1.38E-18	0.000583	5.22E-21	-0.000005	0.000017	-8.99E-08
-1.17E-07	3.16E-07	1.62E-09	-1.06E-07	3.36E-08	-1.08E-10	-2.57E-07	1.44E-20	2.71E-09	-1.06E-07	-3.36E-08	-1.08E-10
0.004807	0.000312	-0.00001	0.004788	-0.000125	-0.000015	0.004767	-0.000001	-0.000016	0.004777	0.000125	-0.000015
0.000032	0.000006	-9.32E-08	0.000031	-0.000003	-1.28E-07	0.000028	0.000017	-2.65E-08	0.000018	0.000566	-2.07E-07
-2.39E-07	-2.85E-07	1.92E-09	-2.19E-07	1.04E-07	1.91E-09	-1.41E-07	-9.22E-08	-1.11E-10	-2.19E-07	-2.25E-07	2.41E-09
0.004805	0.000312	-0.00001	0.004788	-0.000125	-0.000015	0.004767	-0.000001	-0.000016	0.004779	0.000124	-0.000015
-0.000078	-0.000016	2.32E-07	-0.000076	0.000006	3.16E-07	-0.000068	-0.000003	3.10E-07	-0.000053	0.000049	0.000001
-3.19E-09	-2.08E-07	1.82E-09	-2.98E-07	7.89E-08	1.94E-09	-2.10E-07	-1.59E-08	1.57E-09	-7.61E-08	-0.000001	-1.05E-09
0.004844	0.00046	-0.00001	0.004825	-0.000186	-0.000015	0.00481	-0.000006	-0.000016	0.00483	0.000163	-0.000015
0.000048	0.000729	-0.000001	0.000053	0.000053	-0.000001	0.000067	-0.000003	-3.09E-07	0.000076	0.000006	-3.14E-07
-1.31E-07	-0.000001	2.27E-09	-1.72E-07	0.000001	1.89E-09	-1.86E-07	-1.40E-08	4.85E-10	-2.01E-07	-4.26E-08	9.55E-10
0.004844	0.000454	-0.00001	0.004825	-0.00018	-0.000015	0.004809	-0.000007	-0.000016	0.004829	0.000164	-0.000015
-0.000013	0.000053	0.000001	-0.000017	0.000551	2.03E-07	-0.000028	0.000019	2.49E-08	-0.000031	-0.000004	1.25E-07
-1.02E-07	-0.000001	1.85E-09	-8.98E-08	2.45E-07	5.16E-10	-1.19E-07	1.97E-07	6.92E-10	-1.02E-07	-7.63E-08	4.25E-10
0.004846	0.000435	-0.00001	0.004826	-0.000167	-0.000015	0.004809	-4.10E-17	-0.000016	0.004826	0.000167	-0.000015
0.000005	-0.000003	2.47E-09	0.000005	0.000019	8.97E-08	-1.54E-18	0.00058	6.16E-21	-0.000005	0.000019	-8.97E-08
-3.57E-08	-1.81E-07	-6.35E-11	-4.18E-08	-1.34E-07	4.42E-10	-1.74E-08	7.00E-21	-5.34E-11	-4.18E-08	1.34E-07	4.42E-10
0.00485	0.000425	-0.00001	0.004829	-0.000164	-0.000015	0.004809	0.000007	-0.000016	0.004825	0.00018	-0.000015
0.000031	0.000006	-9.28E-08	0.000031	-0.000004	-1.25E-07	0.000028	0.000019	-2.49E-08	0.000017	0.000551	-2.03E-07
-1.01E-07	-1.85E-07	6.73E-10	-1.02E-07	7.63E-08	4.25E-10	-1.19E-07	-1.97E-07	6.92E-10	-8.98E-08	-2.45E-07	5.16E-10
0.004851	0.000423	-0.00001	0.00483	-0.000163	-0.000015	0.00481	0.000006	-0.000016	0.004825	0.000186	-0.000015
-0.000078	-0.000017	2.33E-07	-0.000076	0.000006	3.14E-07	-0.000067	-0.000003	3.09E-07	-0.000053	0.000053	0.000001
-2.05E-07	-1.27E-07	8.17E-10	-2.01E-07	4.26E-08	9.55E-10	-1.86E-07	1.40E-08	4.85E-10	-1.72E-07	-0.000001	1.89E-09

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

0.002881	-0.000064	-0.000004	0.00478	0.000047	0.000001	0.004755	-0.000013	9.84E-09	0.004633	0.000004	-0.000001
0.000064	-0.000007	-1.52E-07	0.000183	0.000743	-0.000001	0.000182	0.000039	-0.000001	0.000182	-0.000002	-3.03E-07
-0.000004	1.52E-07	6.75E-09	-0.00001	-0.000001	-2.70E-08	-0.000009	0.000001	1.56E-08	-0.000009	-1.93E-09	6.11E-09
0.00293	-0.000063	-0.000004	0.004733	0.000053	-0.000001	0.004733	-0.000019	3.57E-07	0.004629	0.000005	-0.000001
-0.000027	0.000003	6.06E-08	-0.000075	0.000039	0.000001	-0.000074	0.000058	2.33E-07	-0.000074	0.000013	2.24E-08
-0.000006	2.23E-07	1.06E-08	-0.000015	-0.000001	1.53E-08	-0.000015	2.21E-07	-1.01E-08	-0.000014	8.97E-08	1.28E-08
0.003312	-0.00006	-0.000004	0.004592	0.000068	-0.000001	0.004509	-0.000003	-0.000001	0.004655	-9.80E-19	1.01E-07
-0.000002	-0.000001	1.65E-08	3.60E-07	-0.000002	-5.26E-10	1.43E-07	0.000013	9.91E-08	-2.77E-17	0.000059	3.40E-20
-0.000007	2.21E-07	1.41E-08	-0.000015	-3.10E-07	6.14E-09	-0.000015	3.12E-08	1.28E-08	-0.000016	4.30E-21	-1.16E-08
0.004094	-0.000063	-0.000004	0.0045	0.000077	-0.000001	0.004525	-0.000032	-0.000002	0.004629	-0.000005	-0.000001
0.000019	0.000023	-0.000001	0.000074	0.000005	-8.17E-08	0.000074	-0.000003	-1.17E-07	0.000074	0.000013	-2.24E-08
-0.000007	0.000001	-1.42E-08	-0.000013	-3.07E-07	7.11E-09	-0.000013	1.27E-07	9.44E-09	-0.000014	-8.97E-08	1.28E-08
0.004918	-0.000061	-0.000004	0.004496	0.000078	-0.000002	0.004521	-0.000033	-0.000002	0.004633	-0.000004	-0.000001
-0.000051	0.00076	0.000001	-0.000182	-0.000012	2.07E-07	-0.000182	0.000005	2.89E-07	-0.000182	-0.000002	3.03E-07
-0.000004	0.000001	2.55E-07	-0.000008	-2.18E-07	4.85E-09	-0.000008	8.90E-08	6.95E-09	-0.000009	1.93E-09	6.11E-09
0.004496	-0.000182	-0.000008	0.011911	0.000244	-0.000006	0.0111	-0.000094	-0.000008	0.010291	0.000003	-0.000009
0.000078	-0.000012	-2.18E-07	0.000244	0.001494	-0.000002	0.000246	0.000071	-0.000001	0.000255	-0.000004	-0.000001
-0.000002	2.07E-07	4.85E-09	-0.000006	-0.000002	2.64E-07	-0.000006	0.000001	-1.42E-08	-0.000006	-1.41E-08	1.49E-08
0.004521	-0.000182	-0.000008	0.0111	0.000246	-0.000006	0.011234	-0.000087	-0.000008	0.010387	0.000003	-0.000009
-0.000033	0.000005	8.90E-08	-0.000094	0.000071	0.000001	-0.000097	0.001143	4.61E-07	-0.000103	0.000024	-2.38E-08
-0.000002	2.89E-07	6.95E-09	-0.000008	-0.000001	-1.42E-08	-0.000008	4.61E-07	1.30E-07	-0.000008	2.25E-07	1.14E-08
0.004633	-0.000182	-0.000009	0.010291	0.000255	-0.000006	0.010387	-0.000103	-0.000008	0.010972	-2.62E-18	-0.000009
-0.000004	-0.000002	1.93E-09	0.000003	-0.000004	-1.41E-08	0.000003	0.000024	2.25E-07	-2.62E-18	0.001183	1.09E-19
-0.000001	3.03E-07	6.11E-09	-0.000009	-0.000001	1.49E-08	-0.000009	-2.38E-08	1.14E-08	-0.000009	1.09E-19	1.40E-07
0.004755	-0.000182	-0.000009	0.009849	0.000261	-0.000006	0.009927	-0.000105	-0.000008	0.010387	-0.000003	-0.000009
0.000013	0.000039	-0.000001	0.000106	0.000009	-1.38E-07	0.000106	-0.000005	-2.06E-07	0.000103	0.000024	2.38E-08
9.84E-09	0.000001	1.56E-08	-0.000008	-0.000001	1.09E-08	-0.000008	2.06E-07	1.72E-08	-0.000008	-2.25E-07	1.14E-08
0.00478	-0.000183	-0.00001	0.009773	0.000262	-0.000006	0.009849	-0.000106	-0.000008	0.010291	-0.000003	-0.000009
-0.000047	0.000743	0.000001	-0.000252	-0.000023	3.58E-07	-0.000251	0.000009	0.000001	-0.000255	-0.000004	0.000001
0.000001	0.000001	-2.70E-08	-0.000006	-3.58E-07	7.48E-09	-0.000006	1.38E-07	1.09E-08	-0.000006	1.41E-08	1.49E-08
0.004805	-0.000312	-0.00001	0.012099	0.000505	-0.000013	0.012075	-0.0002	-0.000017	0.011954	0.000001	-0.000017
0.000078	-0.000016	-2.32E-07	0.000238	0.001472	-0.000002	0.000244	0.000092	-0.000001	0.000263	-0.000005	-0.000001
-3.19E-07	2.08E-07	1.82E-09	6.10E-08	-0.000002	-2.56E-08	-0.000001	0.000001	1.74E-08	-0.000002	3.42E-08	6.49E-09
0.004807	-0.000312	-0.00001	0.012075	0.000506	-0.000012	0.012074	-0.000201	-0.000017	0.011973	0.000002	-0.000017
-0.000032	0.000006	9.32E-08	-0.000086	0.000092	0.000001	-0.000092	0.001119	4.45E-07	-0.000105	0.000032	3.84E-08
-2.39E-07	2.85E-07	1.92E-09	-4.60E-07	-0.000001	1.75E-08	-1.22E-07	4.60E-07	-9.76E-09	-0.000002	1.84E-07	1.37E-08
0.004808	-0.000313	-0.00001	0.011956	0.000508	-0.000011	0.011974	-0.000202	-0.000018	0.012019	-1.19E-16	-0.000018
-0.000005	-0.000003	8.41E-10	0.000006	-0.000005	1.88E-09	0.000006	0.000032	1.99E-07	-3.77E-18	0.00117	7.50E-21
-1.17E-07	3.16E-07	1.62E-09	-0.000002	-0.000001	6.56E-09	-0.000001	7.03E-08	1.37E-08	-2.86E-07	5.13E-20	-1.20E-08
0.0048	-0.000312	-0.00001	0.011841	0.000508	-0.000011	0.011869	-0.0002	-0.000015	0.011973	-0.000002	-0.000017
0.000013	0.000049	-0.000001	0.00011	0.000011	-1.65E-07	0.00011	-0.000006	-2.35E-07	0.000105	0.000032	-3.84E-08
-1.37E-07	0.000001	-1.04E-09	-0.000002	-0.000001	7.59E-09	-0.000002	2.02E-07	9.82E-09	-0.000002	-1.84E-07	1.37E-08
0.004797	-0.000311	-0.00001	0.011814	0.000507	-0.00001	0.011841	-0.0002	-0.000015	0.011954	-0.000001	-0.000017
-0.000048	0.000733	0.000001	-0.000277	-0.000029	4.26E-07	-0.000275	0.000011	0.000001	-0.000263	-0.000005	0.000001
-1.91E-07	0.000001	5.79E-09	-0.000002	-4.03E-07	5.47E-09	-0.000002	1.52E-07	7.68E-09	-0.000002	-3.42E-08	6.49E-09
0.004851	0.000423	-0.00001	0.012234	0.000804	-0.000013	0.012239	-0.000324	-0.000017	0.012251	-0.000013	-0.000018
0.000078	-0.000017	-2.33E-07	0.000238	0.001464	-0.000002	0.000243	0.000101	-0.000001	0.000262	-0.000006	-0.000001
-2.05E-07	1.27E-07	8.17E-10	-0.000001	-0.000002	1.11E-08	-0.000001	0.000002	-4.36E-10	-0.000001	-3.21E-08	2.71E-09
0.00485	-0.000425	-0.00001	0.012235	0.000792	-0.000013	0.012236	-0.000312	-0.000017	0.012248	-0.000013	-0.000018
-0.000031	0.000006	9.28E-08	-0.000084	0.000101	0.000001	-0.000089	0.001109	4.30E-07	-0.000102	0.000035	3.29E-08
-1.01E-07	1.85E-07	6.73E-10	4.17E-07	-0.000001	-9.62E-10	-0.000001	4.96E-07	4.06E-09	-4.34E-07	3.65E-07	-3.18E-10
0.004846	-0.000435	-0.00001	0.012241	0.000753	-0.000013	0.012242	-0.000285	-0.000017	0.012238	-1.32E-16	-0.000018
-0.000005	-0.000003	-2.47E-09	0.000006	-0.000006	7.32E-10	0.000006	0.000035	2.00E-07	-4.26E-18	0.001164	7.60E-21
-3.57E-08	1.81E-07	-6.35E-11	-1.69E-07	-3.81E-07	1.82E-09	-1.48E-07	-2.68E-07	-8.07E-10	-3.64E-07	1.30E-20	3.83E-09
0.004844	-0.000454	-0.00001	0.01225	0.000732	-0.000012	0.012252	-0.000278	-0.000017	0.012248	0.000013	-0.000018
0.000013	0.000053	-0.000001	0.000109	0.000012	-1.69E-07	0.000108	-0.000007	-2.41E-07	0.000102	0.000035	-3.29E-08
-1.02E-07	0.000001	1.85E-09	-0.000001	-3.69E-07	2.60E-09	-0.000001	1.55E-07	2.85E-09	-4.34E-07	-3.95E-07	-3.18E-10
0.004844	-0.00046	-0.00001	0.012251	0.000728	-0.000012	0.012253	-0.000277	-0.000017	0.012251	0.000013	-0.000018
-0.000048	0.000729	0.000001	-0.000277	-0.000031	4.40E-07	-0.000274	0.000012	0.000001	-0.000262	-0.000006	0.000001
-1.31E-07	0.000001	2.27E-09	-0.000001	-2.48E-07	2.49E-09	-0.000001	8.28E-08	2.92E-09	-0.000001	3.21E-08	2.71E-09

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

PROCESAMIENTO DE DATOS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 15 PISOS CON CARGAS GRAVITACIONALES Y VIENTO EN EL ESTADO ELÁSTICO LINEAL

0.004521	0.000033	-0.000002	0.004496	-0.000078	-0.000002	0.004797	0.000048	-1.91E-07	0.0048	-0.000013	-1.37E-07
0.000182	0.000005	-2.89E-07	0.000182	-0.000012	-2.07E-07	0.000311	0.000733	-0.000001	0.000312	0.000049	-0.000001
-0.000008	-8.90E-08	6.95E-09	-0.000008	2.19E-07	4.85E-09	-0.00001	-0.000001	5.79E-09	-0.00001	0.000001	-1.04E-09
0.004525	0.000032	-0.000002	0.0045	-0.000077	-0.000001	-0.004779	0.000053	-7.61E-08	0.004777	-0.000018	-2.19E-07
-0.000074	-0.000003	1.17E-07	-0.000074	0.000005	8.17E-08	-0.000124	0.000049	0.000001	-0.000125	0.000556	2.25E-07
-0.000013	-1.27E-07	9.44E-09	-0.000013	3.07E-07	7.11E-09	-0.000015	-0.000001	-1.05E-09	-0.000015	2.07E-07	2.41E-09
0.000074	0.000568	-2.33E-07	0.000075	0.000039	-0.000001	0.000125	0.000006	-7.89E-08	0.000125	-0.000003	-1.04E-07
-0.000015	-2.21E-07	-1.01E-08	-0.000015	0.000001	1.53E-08	-0.000015	-3.16E-07	1.94E-09	-0.000015	1.28E-07	1.91E-09
0.004755	0.000013	9.84E-09	0.00478	-0.000047	0.000001	0.004805	0.000078	-3.19E-07	0.004807	-0.000032	-2.39E-07
-0.000182	0.000039	0.000001	-0.000183	0.000743	0.000001	-0.000312	-0.000016	2.08E-07	-0.000312	0.000006	2.85E-07
-0.000009	-0.000001	1.56E-08	-0.000001	0.000001	-2.70E-08	-0.000001	-2.32E-07	1.82E-09	-0.000001	9.32E-08	1.92E-09
0.009849	0.000106	-0.000008	0.009773	-0.000262	-0.000006	0.012099	0.000238	6.10E-08	0.012075	-0.000086	-4.60E-07
0.000261	0.000009	-0.000001	0.000262	-0.000023	-3.58E-07	0.000505	0.001472	-0.000002	0.000506	0.000092	-0.000001
-0.000006	-1.38E-07	1.09E-08	-0.000006	3.58E-07	7.48E-09	-0.000013	-0.000002	-2.56E-08	-0.000012	0.000001	1.75E-08
0.009927	0.000105	-0.000008	0.009849	-0.000261	-0.000006	0.012075	0.000244	-0.000001	0.012074	-0.000092	-1.22E-07
-0.000105	-0.000005	2.06E-07	-0.000106	0.000009	1.38E-07	-0.00002	0.000092	0.000001	-0.000201	0.001119	4.60E-07
-0.000008	-2.06E-07	1.72E-08	-0.000008	0.000001	1.09E-08	-0.000017	-0.000001	1.74E-08	-0.000017	4.45E-07	-9.76E-09
0.010387	0.000103	-0.000008	0.010291	-0.000255	-0.000006	0.011954	0.000263	-0.000002	0.011973	-0.000105	-0.000002
-0.000003	0.000024	-2.25E-07	-0.000003	-0.000004	1.41E-08	0.000001	-0.000005	3.42E-08	0.000002	0.000032	1.84E-07
-0.000009	2.38E-08	1.14E-08	-0.000009	0.000001	1.49E-08	-0.000017	-0.000001	6.49E-09	-0.000017	3.84E-08	1.37E-08
0.011234	0.000097	-0.000008	0.0111	-0.000246	-0.000006	0.011841	0.000275	-0.000002	0.011867	-0.00011	-0.000002
0.000097	0.001143	-4.61E-07	0.000094	0.000071	-0.000001	0.0002	0.000011	-1.52E-07	0.0002	-0.000006	-2.02E-07
-0.000008	-4.61E-07	1.30E-07	-0.000008	0.000001	-1.42E-08	-0.000015	-0.000001	7.68E-09	-0.000015	2.35E-07	9.82E-09
0.0111	0.000094	-0.000008	0.011911	-0.000244	-0.000006	0.011814	0.000277	-0.000002	0.011841	-0.00011	-0.000002
-0.000246	0.000071	0.000001	-0.000244	0.001494	0.000002	-0.000029	-0.000007	4.03E-07	-0.000029	0.000011	0.000001
-0.000006	-0.000001	-1.42E-08	-0.000006	0.000002	2.64E-07	-0.000001	-4.26E-07	5.47E-09	-0.000001	1.65E-07	7.59E-09
0.011841	0.0002	-0.000015	0.011814	-0.000507	-0.000001	0.019688	0.000563	-0.000007	0.018878	-0.000214	-0.000009
0.000275	0.000011	-0.000001	0.000277	-0.000029	-4.26E-07	0.000563	0.002224	-0.000003	0.000568	0.000123	-0.000002
-0.000002	-1.52E-07	7.68E-09	-0.000002	4.03E-07	5.47E-09	-0.000007	-0.000003	2.69E-07	-0.000007	0.000002	-1.41E-08
0.011867	0.0002	-0.000015	0.011841	-0.000508	-0.000011	0.018878	0.000568	-0.000007	0.019015	-0.00022	-0.000009
-0.00011	-0.000006	2.35E-07	-0.00011	0.000011	1.65E-07	-0.000214	0.000123	0.000002	-0.00022	0.001696	0.000001
-0.000002	-2.02E-07	9.82E-09	-0.000002	0.000001	7.59E-09	-0.000009	-0.000002	-1.41E-08	-0.000009	0.000001	1.32E-07
0.011974	0.000202	-0.000016	0.011956	-0.000508	-0.000011	0.018069	0.000582	-0.000007	0.018167	-0.00023	-0.000009
-0.000006	0.000032	-1.99E-07	-0.000006	-0.000005	-1.88E-09	0.000004	-0.000007	3.59E-08	0.000005	0.000043	3.03E-07
-0.000001	-7.03E-08	1.37E-08	-0.000002	0.000001	6.56E-09	-0.000009	-0.000001	1.61E-08	-0.000009	3.99E-08	1.10E-08
0.012074	0.000201	-0.000017	0.012075	-0.000506	-0.000012	0.017621	0.000586	-0.000007	0.0177	-0.000229	-0.000009
0.000092	0.001119	-4.45E-07	0.000086	0.000092	-0.000001	0.000229	0.000014	-2.02E-07	0.000229	-0.000008	-2.76E-07
-1.22E-07	-4.60E-07	-9.76E-09	-4.60E-07	0.000001	1.75E-08	-0.000009	-0.000001	1.16E-08	-0.000009	2.76E-07	1.78E-08
0.012075	0.0002	-0.000017	0.012099	-0.000505	-0.000013	0.014545	0.000587	-0.000007	0.017621	-0.000229	-0.000009
-0.000244	0.000092	0.000001	-0.000238	0.001472	0.000002	-0.000587	-0.000038	0.000001	-0.000586	0.000014	0.000001
-0.000001	-0.000001	1.74E-08	6.10E-08	0.000002	-2.56E-08	-0.000007	-0.000001	8.33E-09	-0.000007	2.02E-07	1.16E-08
0.012253	0.000277	-0.000017	0.012251	-0.000728	-0.000012	0.020064	0.001018	-0.000014	0.020038	-0.00041	-0.000018
0.000274	0.000012	-0.000001	0.000277	-0.000031	-4.40E-07	0.000556	0.002211	-0.000003	0.000565	0.000137	-0.000002
-0.000001	-8.29E-08	2.92E-09	-0.000001	2.48E-07	2.49E-09	-0.000001	-0.000004	3.22E-08	-0.000002	0.000003	2.62E-08
0.012252	0.000278	-0.000017	0.01225	-0.000732	-0.000012	0.020038	0.000999	-0.000013	0.020031	-0.000392	-0.000018
-0.000108	-0.000007	2.41E-07	-0.000109	0.000012	1.69E-07	-0.000204	0.000137	0.000002	-0.000214	0.00168	0.000001
-0.000001	-1.55E-07	2.85E-09	-0.000001	3.69E-07	2.60E-09	-0.000001	-0.000002	2.75E-08	-3.38E-07	0.000001	1.50E-08
0.012242	0.000285	-0.000017	0.012241	-0.000753	-0.000013	0.019922	0.000941	-0.000012	0.019935	-0.00035	-0.000017
-0.000006	0.000035	-2.00E-07	-0.000006	-0.000006	-7.32E-10	0.000007	-0.000009	6.68E-08	0.000009	0.000049	2.67E-07
-1.48E-07	2.68E-07	-8.07E-10	-1.69E-07	3.61E-07	1.82E-09	-0.000002	-0.000001	5.99E-09	-0.000002	-4.02E-07	1.87E-08
0.012236	0.000312	-0.000017	0.012235	-0.000792	-0.000013	0.019825	0.000908	-0.000012	0.019848	-0.00034	-0.000016
0.000089	0.001109	-4.30E-07	0.000084	0.000101	-0.000001	0.000233	0.000015	-2.23E-07	0.000233	-0.000009	-2.90E-07
-0.000001	-4.96E-07	4.06E-09	-4.17E-07	0.000001	-9.62E-10	-0.000003	-0.000001	8.41E-09	-0.000003	2.25E-07	1.07E-08
0.012239	0.000324	-0.000017	0.012234	-0.000804	-0.000013	0.019802	0.000902	-0.000012	0.019826	-0.000338	-0.000016
-0.000243	0.000101	0.000001	-0.000238	0.001454	0.000002	-0.000601	-0.000041	0.000001	-0.0006	0.000015	0.000001
-0.000001	-0.000002	-4.36E-10	-0.000001	0.000002	1.11E-08	-0.000003	-3.48E-07	5.15E-09	-0.000003	1.15E-07	7.81E-09

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

0 004808	0 000005	-1 17E-07	0 004807	0 000032	-2.39E-07	0 004805	-0 000078	-3 19E-09	0 004844	0 000048	-1.31E-07
0 000313	-0 000003	3 16E-07	0 000312	0 000006	-2 85E-07	0 000312	-0 000016	-2 08E-07	0 00046	0 000729	-0 000001
-0 00001	-8 41E-10	1 62E-09	-0 00001	-9 32E-08	1 92E-09	-0 00001	2 32E-07	1 82E-09	-0 00001	-0 000001	2 27E-09
0 004786	0 000005	-1 06E-07	0 004788	0 000031	-2 19E-07	0 004786	-0 000076	-2 98E-07	0 004825	0 000053	-1 72E-07
-0 000126	0 000017	3 36E-08	-0 000125	-0 000003	1 04E-07	-0 000125	0 000006	7 89E-08	-0 000186	0 000053	0 000001
-0 000015	8 99E-08	-1 08E-10	-0 000015	-1 28E-07	1 91E-09	-0 000015	3 16E-07	1 94E-09	-0 000015	-0 000001	1 89E-09
0 00476	-1 38E-18	-2 57E-07	0 004767	0 000028	-1 41E-07	0 004767	-0 000068	-2 10E-07	0 00481	0 000067	-1 86E-07
-3 79E-17	0 000583	1 44E-20	-0 000001	0 000017	-9 22E-08	-0 000001	-0 000003	-1 59E-08	-0 000006	-0 000003	-1 40E-08
-0 000016	5 22E-21	2 71E-09	-0 000016	-2 65E-08	-1 11E-10	-0 000016	3 10E-07	1 57E-09	-0 000016	-3 09E-07	4 85E-10
0 004786	-0 000005	-1 06E-07	0 004777	0 000018	-2 19E-07	0 004779	-0 000053	-7 61E-08	0 00483	0 000076	-2 01E-07
0 000126	0 000017	-3 36E-08	0 000125	0 000556	-2 25E-07	0 000124	0 000049	-0 000001	0 000163	0 000006	-4 26E-08
-0 000015	-8 99E-08	-1 08E-10	-0 000015	-2 07E-07	2 41E-09	-0 000015	0 000001	-1 05E-09	-0 000015	-3 14E-07	9 55E-10
0 004808	-0 000005	-1 17E-07	0 0048	0 000013	-1 37E-07	0 004797	-0 000048	-1 91E-07	0 004851	0 000078	-2 05E-07
-0 000313	-0 000003	3 16E-07	-0 000312	0 000049	0 000001	-0 000311	0 000733	0 000001	0 000423	-0 000017	1 27E-07
-0 00001	8 41E-10	1 62E-09	-0 00001	-0 000001	-1 04E-09	-0 00001	0 000001	5 79E-09	-0 00001	-2 33E-07	8 17E-10
0 011956	0 000006	-0 000002	0 011841	0 000011	-0 000002	0 011814	-0 000277	-0 000002	0 012234	0 000238	-0 000001
0 000508	-0 000005	-0 000001	0 000508	0 000011	-0 000001	0 000507	-0 000029	-4 03E-07	0 000804	0 001464	-0 000002
-0 000011	1 88E-09	6 56E-09	-0 000011	-1 65E-07	7 59E-09	-0 00001	4 26E-07	5 47E-09	-0 000013	-0 000002	1 11E-08
0 011974	0 000006	-0 000001	0 011869	0 000011	-0 000002	0 011841	-0 000275	-0 000002	0 012239	0 000243	-0 000001
-0 000202	0 000032	7 03E-08	-0 0002	-0 000006	2 02E-07	-0 0002	0 000011	1 52E-07	-0 000324	0 000101	0 000002
-0 000016	1 99E-07	1 37E-08	-0 000015	-2 35E-07	9 82E-09	-0 000015	0 000001	7 68E-09	-0 000017	-0 000001	-4 36E-10
0 012019	-3 77E-18	-2 86E-07	0 011973	0 000105	-0 000002	0 011954	-0 000263	-0 000002	0 012251	0 000262	-0 000001
-1 19E-16	0 00117	5 13E-20	-0 000002	0 000032	-1 84E-07	-0 000001	-0 000005	-3 42E-08	-0 000013	-0 000006	-3 21E-08
-0 000018	7 50E-21	-1 20E-08	-0 000017	-3 84E-08	1 37E-08	-0 000017	0 000001	6 49E-09	-0 000018	-0 000001	2 71E-09
0 011974	-0 000006	-0 000001	0 012074	0 000092	-1 22E-07	0 012075	-0 000244	-0 000001	0 012253	-0 000274	-0 000001
0 000202	0 000032	-7 03E-08	0 000201	0 001119	-4 60E-07	0 0002	0 000092	-0 000001	0 000277	0 000012	-8 29E-08
-0 000016	-1 99E-07	1 37E-08	-0 000017	-4 45E-07	-9 76E-09	-0 000017	0 000001	1 74E-08	-0 000017	-0 000001	2 92E-09
0 011956	-0 000006	-0 000002	0 012075	0 000086	-4 60E-07	0 012099	-0 000238	6 10E-08	0 012251	0 000277	-0 000001
-0 000508	-0 000005	0 000001	-0 000508	0 000092	0 000001	-0 000505	0 001472	0 000002	-0 000728	-0 000031	2 48E-07
-0 000011	-1 88E-09	6 56E-09	-0 000012	-0 000001	1 75E-08	-0 000013	0 000002	-2 56E-08	-0 000012	-4 40E-07	2 49E-09
0 018069	0 000004	-0 000009	0 017621	0 000229	-0 000009	0 014545	-0 000587	-0 000007	0 020064	0 000556	-0 000001
0 000582	-0 000007	-0 000001	0 000586	0 000014	-0 000001	0 000587	-0 000038	-0 000001	0 001018	-0 000211	-0 000004
-0 000007	3 59E-08	1 81E-08	-0 000007	-2 02E-07	1 16E-08	-0 000007	0 000001	8 33E-09	-0 000014	-0 000003	3 22E-08
0 018167	0 000005	-0 000009	0 0177	0 000229	-0 000009	0 017621	-0 000586	-0 000007	0 020038	0 000565	-0 000002
-0 00023	0 000043	3 99E-08	-0 000229	-0 000008	2 76E-07	-0 000229	0 000014	2 02E-07	-0 00041	0 000137	0 000003
-0 000009	3 03E-07	1 10E-08	-0 000009	-2 76E-07	1 78E-08	-0 000009	0 000001	1 16E-08	-0 000018	-0 000002	2 62E-08
0 018761	-7 55E-18	-0 00001	0 018167	0 000023	-0 000009	0 018069	-0 000582	-0 000007	0 019933	0 000591	-0 000003
-7 55E-18	0 001764	6 31E-20	-0 000005	0 000043	-3 03E-08	-0 000004	-0 000007	-3 59E-08	-0 000019	-0 000009	-5 14E-08
-0 00001	6 31E-20	1 42E-07	-0 000009	-3 99E-08	1 10E-08	-0 000009	0 000001	1 61E-08	-0 000017	-0 000001	5 96E-09
0 018167	-0 000005	-0 000009	0 01905	0 000022	-0 000009	0 018878	-0 000568	-0 000007	0 019826	0 0006	-0 000003
0 00023	0 000043	-3 99E-08	0 00022	0 001696	-0 000001	0 000214	0 000123	-0 000002	0 00038	0 000015	-1 15E-07
-0 000009	-3 03E-08	1 10E-08	-0 000009	-0 000001	1 32E-07	-0 000009	0 000002	-1 41E-08	-0 000016	-0 000001	7 81E-09
0 018069	-0 000004	-0 000009	0 018878	0 000214	-0 000009	0 019688	-0 000563	-0 000007	0 019802	0 000601	-0 000003
-0 000582	-0 000007	0 000001	-0 000568	0 000123	0 000002	-0 000563	0 002224	0 000003	-0 000902	-0 000041	3 48E-07
-0 000007	-3 59E-08	1 81E-08	-0 000007	-0 000002	-1 41E-08	-0 000007	0 000003	2 69E-07	-0 000012	-1 00E-06	5 15E-09
0 019933	-0 000019	-0 000017	0 019826	0 00038	-0 000016	0 019802	-0 000902	-0 000012	0 028225	0 001099	-0 00001
0 000591	-0 000009	-0 000001	0 0006	0 000015	-0 000001	0 000601	-0 000041	-1 00E-06	0 001099	0 002978	-0 000005
-0 000003	-5 14E-08	5 96E-09	-0 000003	-1 15E-07	7 81E-09	-0 000003	3 48E-07	5 15E-09	-0 00001	-0 000005	3 62E-07
0 019945	-0 00002	-0 000018	0 019848	0 00034	-0 000016	0 019825	-0 000908	-0 000012	0 027385	0 001076	-0 000008
-0 000233	0 000049	1 23E-07	-0 000233	-0 000009	2 90E-07	-0 000233	0 000015	2 23E-07	-0 000441	0 000154	0 000004
-0 000002	0 000001	1 91E-08	-0 000003	-2 25E-07	1 07E-08	-0 000003	0 000001	8 41E-09	-0 000012	-0 000003	-4 24E-08
0 019969	-1 64E-16	-0 000019	0 019935	0 00035	-0 000017	0 019922	-0 000941	-0 000012	0 026437	0 001006	-0 000008
-8 35E-18	0 001754	1 16E-20	-0 000009	0 000049	-2 67E-07	-0 000007	-0 000009	-6 68E-08	-0 000022	-0 000011	-1 05E-07
2 86E-08	1 70E-20	-2 00E-08	-0 000002	4 02E-07	1 87E-08	-0 000002	0 000001	6 00E-09	-0 000011	-0 000001	1 40E-08
0 019945	0 000002	-0 000018	0 020031	0 000392	-0 000018	0 020038	-0 000999	-0 000013	0 025885	0 000968	-0 000007
0 000233	0 000049	-1 23E-07	0 000214	0 00168	-0 000001	0 000204	0 000137	-0 000002	0 000355	0 000017	-1 21E-07
-0 000002	-0 000001	1 91E-08	-3 38E-07	-0 000001	-1 50E-08	-0 000001	0 000002	2 75E-08	-0 00001	-0 000001	6 33E-09
0 019933	0 000019	-0 000017	0 020038	0 00041	-0 000018	0 020064	-0 001018	-0 000014	0 025784	0 000961	-0 000007
-0 000591	-0 000009	0 000001	-0 000565	0 000137	0 000002	-0 000566	0 002211	0 000003	-0 000961	-0 000045	3 91E-07
-0 000003	5 14E-08	5 96E-09	-0 000002	-0 000003	2 62E-08	-0 000001	0 000004	-3 22E-08	-0 000007	-3 91E-07	4 24E-09

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

0.004844	-0.000013	-1.02E-07	0.004846	0.000005	-3.57E-08	0.00485	0.000031	-1.01E-07	0.004851	-0.000078	-2.05E-07
0.000454	0.000053	-0.000001	0.000435	-0.000003	-1.81E-07	0.000425	0.000006	-1.85E-07	0.000423	-0.000017	-1.27E-07
-0.00001	0.000001	1.85E-09	-0.00001	2.47E-09	-6.35E-11	-0.00001	-9.28E-08	6.73E-10	-0.00001	2.33E-07	8.17E-10
0.004825	-0.000017	-8.98E-08	0.004826	0.000005	-4.18E-08	0.004829	0.000031	-1.02E-07	0.00483	-0.000076	-2.01E-07
-0.00018	0.000551	2.45E-07	-0.000167	0.000019	-1.34E-07	-0.000164	-0.000004	7.63E-08	-0.000163	0.000006	4.26E-08
-0.000015	2.03E-07	5.16E-10	-0.000015	8.97E-08	4.42E-10	-0.000015	-1.25E-07	4.25E-10	-0.000015	3.14E-07	9.55E-10
0.004809	-0.000028	-1.19E-07	0.004809	-1.54E-18	-1.74E-08	0.004809	0.000028	-1.19E-07	0.00481	-0.000067	-1.86E-07
-0.000007	0.000019	1.97E-07	-4.10E-17	0.00058	7.00E-21	0.000007	0.000019	-1.97E-07	0.000006	-0.000003	1.40E-08
-0.000016	2.49E-08	6.92E-10	-0.000016	6.16E-21	-5.34E-11	-0.000016	-2.49E-08	6.92E-10	-0.000016	3.09E-07	4.85E-10
0.004829	-0.000031	-1.02E-07	0.004826	-0.000005	-4.18E-08	0.004825	0.000017	-8.98E-08	0.004825	-0.000053	-1.72E-07
0.000164	-0.000004	-7.63E-08	0.000167	0.000019	1.34E-07	0.00018	0.000551	-2.45E-07	0.000186	0.000053	-0.000001
-0.000015	1.25E-07	4.25E-10	-0.000015	-8.97E-08	4.42E-10	-0.000015	-2.03E-07	5.16E-10	-0.000015	0.000001	1.89E-09
0.00485	-0.000031	-1.01E-07	0.004846	-0.000005	-3.57E-08	0.004844	0.000013	-1.02E-07	0.004844	-0.000048	-1.31E-07
-0.000425	0.000006	1.85E-07	-0.000435	-0.000003	1.81E-07	-0.000454	0.000053	0.000001	-0.00046	0.000729	0.000001
-0.00001	9.28E-08	6.73E-10	-0.00001	-2.47E-09	-6.35E-11	-0.00001	-0.000001	1.85E-09	-0.00001	0.000001	2.27E-09
0.012235	-0.000084	4.17E-07	0.012241	0.000006	-1.69E-07	0.01225	0.000109	-0.000001	0.012251	-0.000277	-0.000001
0.000792	0.000101	-0.000001	0.000753	-0.000006	-3.61E-07	0.000732	0.00012	-3.69E-07	0.000728	-0.000031	-2.48E-07
-0.000013	0.000001	-9.62E-10	-0.000013	7.32E-10	1.82E-09	-0.000012	-1.69E-07	2.60E-09	-0.000012	4.40E-07	2.49E-09
0.012236	-0.000089	-0.000001	0.012242	0.000006	-1.48E-07	0.012252	0.000108	-0.000001	0.012253	-0.000274	-0.000001
-0.000312	0.001109	4.96E-07	-0.000285	0.000035	-2.68E-07	-0.000278	-0.000007	1.55E-07	-0.000277	0.000012	8.28E-08
-0.000017	4.30E-07	4.06E-09	-0.000017	2.00E-07	-8.07E-10	-0.000017	-2.41E-07	2.85E-09	-0.000017	0.000001	2.92E-09
0.012248	-0.000102	-4.34E-07	0.012238	-4.26E-18	-3.64E-07	0.012248	0.000102	-4.34E-07	0.012251	-0.000262	-0.000001
-0.000013	0.000035	3.65E-07	-1.32E-16	0.001164	1.30E-20	0.000013	0.000035	-3.95E-07	0.000013	-0.000006	3.21E-08
-0.000018	3.29E-08	-3.18E-10	-0.000018	7.60E-21	3.83E-09	-0.000018	-3.29E-08	-3.18E-10	-0.000018	0.000001	2.71E-09
0.012252	-0.000108	-0.000001	0.012242	-0.000006	-1.48E-07	0.012236	0.000089	-0.000001	0.012239	-0.000243	-0.000001
0.000278	-0.000007	-1.55E-07	0.000285	0.000035	2.68E-07	0.000312	0.001109	-4.96E-07	0.000324	0.000101	-0.000002
-0.000017	2.41E-07	2.85E-09	-0.000017	-2.00E-07	-8.07E-10	-0.000017	-4.30E-07	4.06E-09	-0.000017	0.000001	-4.36E-10
0.01225	-0.000109	-0.000001	0.012241	-0.000006	-1.69E-07	0.012235	0.000084	-4.17E-07	0.012234	-0.000238	-0.000001
-0.000732	0.000012	3.69E-07	-0.000753	-0.000006	3.61E-07	-0.000792	0.000101	0.000001	-0.000804	0.001464	0.000002
-0.000012	1.69E-07	2.60E-09	-0.000012	-7.32E-10	1.82E-09	-0.000012	-0.000001	-9.62E-10	-0.000012	0.000002	1.11E-08
0.020038	-0.000204	-0.000001	0.019922	0.000007	-0.000002	0.019825	0.000233	-0.000003	0.019802	-0.000601	-0.000003
0.000999	0.000137	-0.000002	0.000941	-0.000009	-0.000001	0.000908	0.000015	-0.000001	0.000902	-0.000041	-3.48E-07
-0.000013	0.000002	2.75E-08	-0.000012	6.68E-08	5.99E-09	-0.000012	-2.23E-07	8.41E-09	-0.000012	0.000001	5.15E-09
0.020031	-0.000214	-3.38E-07	0.019935	0.000009	-0.000002	0.019848	0.000233	-0.000003	0.019826	-0.0006	-0.000003
-0.000392	0.00168	0.000001	-0.00035	0.000049	-4.02E-07	-0.00034	-0.000009	2.25E-07	-0.000338	0.000015	1.15E-07
-0.000018	0.000001	1.50E-08	-0.000017	2.67E-07	1.87E-08	-0.000016	-2.90E-07	1.07E-08	-0.000016	0.000001	7.81E-09
0.019945	-0.000233	-0.000002	0.019969	-8.35E-18	2.86E-08	0.019945	0.000233	-0.000002	0.019933	-0.000691	-0.000003
-0.00002	0.000049	0.000001	-1.64E-16	0.001754	1.70E-20	0.00002	0.000049	-0.000001	0.000019	-0.000009	5.14E-08
-0.000018	1.23E-07	1.91E-08	-0.000019	1.16E-20	-2.00E-08	-0.000018	-1.23E-07	1.91E-08	-0.000017	0.000001	5.96E-09
0.019848	-0.000233	-0.000003	0.019935	-0.000009	-0.000002	0.020031	0.000214	-3.38E-07	0.020038	-0.000565	-0.000002
0.00034	-0.000009	-2.25E-07	0.00035	0.000049	4.02E-07	0.000392	0.00168	-0.000001	0.00041	0.000137	-0.000003
-0.000016	2.90E-07	1.07E-08	-0.000017	-2.67E-07	1.87E-08	-0.000018	-0.000001	-1.50E-08	-0.000018	0.000002	2.62E-08
0.019825	-0.000233	-0.000003	0.019922	-0.000007	-0.000002	0.020038	0.000204	-0.000001	0.020064	-0.000566	-0.000001
-0.000908	0.000015	0.000001	-0.000941	-0.000009	0.000001	-0.000999	0.000137	0.000002	-0.001018	0.002211	0.000004
-0.000012	2.23E-07	8.41E-09	-0.000012	-6.68E-08	6.00E-09	-0.000012	-0.000002	2.75E-08	-0.000014	0.000003	-3.22E-08
0.027385	-0.000441	-0.000012	0.026437	-0.000022	-0.000011	0.025885	0.000355	-0.000001	0.025784	-0.000961	-0.000007
0.001076	0.000154	-0.000003	0.001006	-0.000011	-0.000001	0.000968	0.000017	-0.000001	0.000961	-0.000045	-3.91E-07
-0.000008	0.000004	-4.24E-08	-0.000008	-1.05E-07	1.40E-08	-0.000007	-1.21E-07	6.33E-09	-0.000007	3.91E-07	4.24E-09
0.027517	-0.000418	-0.000013	0.02655	-0.000023	-0.000011	0.025988	0.000357	-0.000001	0.025885	-0.000968	-0.000007
-0.000418	0.002271	0.000001	-0.000368	0.000057	-0.000001	-0.000357	-0.000011	2.74E-07	-0.000355	0.000017	1.21E-07
-0.000013	0.000001	1.89E-07	-0.000011	0.000001	-3.71E-09	-0.00001	-2.74E-07	1.40E-08	-0.00001	0.000001	6.34E-09
0.02655	-0.000368	-0.000011	0.027173	-1.26E-17	-0.000012	0.02655	0.000368	-0.000011	0.026437	-0.001006	-0.000008
-0.000023	0.000057	0.000001	-1.26E-17	0.002355	1.80E-20	0.000023	0.000057	-0.000001	0.000022	-0.000011	1.05E-07
-0.000011	-0.000001	-3.71E-09	-0.000012	1.80E-20	2.08E-07	-0.000011	0.000001	-3.71E-09	-0.000011	0.000001	1.40E-08
0.025988	-0.000357	-0.000001	0.02655	0.000023	-0.000011	0.027517	0.000418	-0.000013	0.027385	-0.001076	-0.000008
0.000357	-0.000011	-2.74E-07	0.000368	0.000057	0.000001	0.000418	0.002271	-0.000001	0.000441	0.000154	-0.000004
-0.00001	2.74E-07	1.40E-08	-0.000011	-0.000001	-3.71E-09	-0.000013	-0.000001	1.89E-07	-0.000012	0.000003	-4.24E-08
0.025885	-0.000355	-0.000001	0.026437	0.000022	-0.000011	0.027385	0.000441	-0.000012	0.028225	-0.001099	-0.000001
-0.000968	0.000017	0.000001	-0.001006	-0.000011	0.000001	-0.001076	0.000154	0.000003	-0.001099	0.002978	0.000005
-0.000007	1.21E-07	6.34E-09	-0.000008	1.05E-07	1.40E-08	-0.000008	-0.000004	-4.24E-08	-0.000001	0.000005	3.62E-07

4.2.7.4 Vector de fuerzas externas

Para obtener el vector de fuerzas externas se deben considerar las fuerzas de empotramiento perfecto de cada barra, para después sumar las que correspondan a un mismo nudo.

4.2.7.4.1 Barras 6, 9, 15, 18, 24 y 27

Nudo inicial

$$F_y = P / 2 + \omega l / 2 = (1.5 \text{ ton} / 2) + (3.0527 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m}) / 2 = 8.3665 \text{ ton.}$$

$$M = Pl / 8 + \omega l^2 / 12 = (1.5 \text{ ton}) (4.99 \text{ m}) / 8 + (3.0527 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m})^2 / 12 = 7.27 \text{ ton} - \text{m} = 727 \text{ ton} - \text{cm.}$$

Nudo final

$$F_y = P / 2 + \omega l / 2 = (1.5 \text{ ton} / 2) + (3.0527 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m}) / 2 = 8.3665 \text{ ton.}$$

$$M = Pl / 8 + \omega l^2 / 12 = (1.5 \text{ ton}) (4.99 \text{ m}) / 8 + (3.0527 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m})^2 / 12 = -7.27 \text{ ton} - \text{m} = -727 \text{ ton} - \text{cm.}$$

4.2.7.4.2 Barras 7, 8, 16, 17, 25 y 26

Nudo inicial

$$F_y = P / 2 + \omega l / 2 = (1.5 \text{ ton} / 2) + (4.6749 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m}) / 2 = 20.7586 \text{ ton.}$$

$$M = Pl / 8 + \omega l^2 / 12 = (1.5 \text{ ton}) (8.56 \text{ m}) / 8 + (4.6749 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m})^2 / 12 = 30.1506 \text{ ton} - \text{m} = 3015.06 \text{ ton} - \text{cm.}$$

Nudo final

$$F_y = P / 2 + \omega l / 2 = (1.5 \text{ ton} / 2) + (4.6749 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m}) / 2 = 20.7586 \text{ ton.}$$

$$M = Pl / 8 + \omega l^2 / 12 = (1.5 \text{ ton}) (8.56 \text{ m}) / 8 + (4.6749 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m})^2 / 12 = -30.1506 \text{ ton} - \text{m} = -3015.06 \text{ ton} - \text{cm.}$$

4.2.7.4.3 Barras 33 y 36

Nudo inicial

$$F_y = \omega l / 2 = (3.2060 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m}) / 2 = 7.999 \text{ ton.}$$

$$M = \omega l^2 / 12 = (3.2060 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m})^2 / 12 = 6.6525 \text{ ton} - \text{m} = 665.25 \text{ ton} - \text{cm.}$$

Nudo final

$$F_y = \omega l / 2 = (3.2060 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m}) / 2 = 7.999 \text{ ton.}$$

$$M = \omega l^2 / 12 = (3.2060 \text{ ton} / \text{m}) (4.99 \text{ m})^2 / 12 = -6.6525 \text{ ton} - \text{m} = -665.25 \text{ ton} - \text{cm.}$$

4.2.7.4.4 Barras 34 y 35

Nudo inicial

$$F_y = \omega l / 2 = (4.9348 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m}) / 2 = 21.1209 \text{ ton.}$$

$$M = \omega l^2 / 12 = (4.9348 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m})^2 / 12 = 30.1325 \text{ ton} - \text{m} = 3013.25 \text{ ton} - \text{cm.}$$

Nudo final

$$F_y = \omega l / 2 = (4.9348 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m}) / 2 = 21.1209 \text{ ton.}$$

$$M = \omega l^2 / 12 = (4.9348 \text{ ton} / \text{m}) (8.56 \text{ m})^2 / 12 = -30.1325 \text{ ton} - \text{m} = 3013.25 \text{ ton} - \text{cm.}$$

4.2.7.4.5 Ensamble del vector de fuerzas externas

Ya conocidas las reacciones en las barras empotradas, se suman aquellas que correspondan a un mismo nudo y, ya sumadas, se les cambia el signo para que queden como acciones sobre el mismo. El vector debe comenzar por el nudo de menor numeración, ya que así se ensamblaron las matrices de rigidez, y debe además contener para todos los nudos, la fuerza en X, en Y, y el momento flexionante (en caso de que alguna de ellas no exista se colocará un cero en su lugar). El vector quedaría como sigue:

```
[ 0 -8.3665 -727 0 -29.1251 -2288.06 0 -41.5172 0 0 -29.1251 2288.06 0
-8.3665 727 0 -8.3665 -727 0 -29.1251 -2288.06 0 -41.5172 0 0 -29.1251 2288.06
0 -8.3665 727 0 -8.3665 -727 0 -29.1251 -2288.06 0 -41.5172 0 0 -29.1251
2288.06 0 -8.3665 727 0 -7.999 -665.25 0 -29.1199 -2348 0 -42.2418 0 0 -29.1199
2348 0 -7.999 665.25 ]
```

4.2.7.5 Obtención de los elementos mecánicos en las barras

Para obtener los elementos mecánicos en las barras, es necesario multiplicar la matriz de rigidez de cada barra por los desplazamientos correspondientes a sus nudos y sumarle las fuerzas empotradas. Después de realizar este procedimiento para el marco que nos ocupa los resultados fueron los siguientes:

BARRA 1

U1	0	X1	1.0467
V1	0	Y1	29.9534
Ø1	0	M1	-118.4546
U6	-0.00600507	X6	-1.0467
V6	-0.02349076	Y6	-29.9534
Ø6	-0.00016484	M6	-206.0336

BARRA 2

U2	0	X2	4.0130
V2	0	Y2	118.5468
Ø2	0	M2	-444.4373
U7	-0.00529932	X7	-4.0130
V7	-0.07263252	Y7	-118.5468
Ø7	-0.000204	M7	-799.5919

BARRA3

U3	0	X3	0.0000
V3	0	Y3	168.9806
Ø3	0	M3	0.0000
U8	5.46E-14	X8	0.0000
V8	-0.10353282	Y8	-168.9806
Ø8	-1.60E-16	M8	0.0000

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA4

U4	0	X4	-4.0130
V4	0	Y4	118.5468
Ø4	0	M4	444.4373
U9	0.00529932	X9	4.0130
V9	-0.07263252	Y9	-118.5468
Ø9	0.000204	M9	799.5919

BARRA 5

U5	0	X5	-1.0467
V5	0	Y5	29.9534
Ø5	0	M5	118.4546
U10	0.00600507	X10	1.0467
V10	-0.02349076	Y10	-29.9534
Ø10	0.00016484	M10	206.0336

BARRA 6

U6	-0.00600507	X6	-0.7156
V6	-0.02349076	Y6	7.2488
Ø6	-0.00016484	M6	469.328
U7	-0.00529932	X7	0.7156
V7	-0.07263252	Y7	9.484
Ø7	-0.000204	M7	-1027.024

BARRA7

U7	-0.00529932	X7	-3.1323
V7	-0.07263252	Y7	20.4673
Ø7	-0.000204	M7	2826.096
U8	5.46E-14	X8	3.1323
V8	-0.10353282	Y8	-3075.396
Ø8	-1.60E-16	M8	-60.3404

BARRA 8

U8	5.46E-14	X8	-3.1323
V8	-0.10353282	Y8	21.0498
Ø8	-1.60E-16	M8	3075.396
U9	0.00529932	X9	3.1323
V9	-0.07263252	Y9	20.4673
Ø9	0.000204	M9	-2826.096

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

BARRA 9

U9	0.00529932	X9	-0.7156
V9	-0.07263252	Y9	9.4841
Ø9	0.000204	M9	1027.024
U10	0.00600507	X10	0.7156
V10	-0.02349076	Y10	7.2489
Ø10	0.00016484	M10	-469.328

BARRA 10

U6	-0.00600507	X6	1.7623
V6	-0.02349076	Y6	22.7045
Ø6	-0.00016484	M6	-263.2896
U11	-0.00227164	X11	-1.7623
V11	-0.04129664	Y11	-22.7045
Ø11	-0.00020201	M11	-283.0379

BARRA 11

U7	-0.00529932	X7	6.4298
V7	-0.07263252	Y7	88.5953
Ø7	-0.000204	M7	-999.4857
U12	-0.00172422	X12	-6.4298
V12	-0.12691403	Y12	-88.5953
Ø12	-0.0002007	M12	-993.7406

BARRA 12

U8	5.46E-14	X8	0.0000
V8	-0.10353282	Y8	126.8809
Ø8	-1.60E-16	M8	0.0000
U13	1.96E-13	X13	0.0000
V13	-0.18127154	Y13	-126.8809
Ø13	-2.10E-16	M13	0.0000

BARRA 13

U9	0.00529932	X9	-6.4298
V9	-0.07263252	Y9	88.5953
Ø9	0.000204	M9	999.4857
U14	0.00172422	X14	6.4298
V14	-0.12691403	Y14	-88.5953
Ø14	0.0002007	M14	993.7406

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA 14

U10	0.00600507	X10	-1.7623
V10	-0.02349076	Y10	22.7045
Ø10	0.00016484	M10	263.2896
U15	0.0227164	X15	1.7623
V15	-0.04129664	Y15	-22.7045
Ø15	0.00020201	M15	283.0379

BARRA 15

U11	-0.00227164	X11	-0.5551
V11	-0.04129664	Y11	7.9793
Ø11	-0.00020201	M11	629.6801
U12	-0.00172422	X12	0.5551
V12	-0.12691403	Y12	8.7537
Ø12	-0.0002007	M12	-822.9

BARRA 16

U12	-0.00172422	X12	-1.0192
V12	-0.12691403	Y12	20.5957
Ø12	-0.0002007	M12	2882.093
U13	1.96E-13	X13	1.0192
V13	-0.18127154	Y13	20.9214
Ø13	-2.10E-16	M13	-3021.481

BARRA 17

U13	1.96E-13	X13	-1.0192
V13	-0.18127154	Y13	20.9214
Ø13	-2.10E-16	M13	3021.481
U14	0.00172422	X14	1.0192
V14	-0.12691403	Y14	20.5957
Ø14	0.0002007	M14	-2882.093

BARRA 18

U14	0.00172422	X14	-0.5551
V14	-0.12691403	Y14	8.7536
Ø14	0.0002007	M14	822.8994
U15	0.00227164	X15	0.5551
V15	-0.04129664	Y15	7.9793
Ø15	0.00020201	M15	-629.6805

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

BARRA 19

U11	-0.00227164	X11	2.3174
V11	-0.04129664	Y11	14.7252
Ø11	-0.00020201	M11	-346.6394
U16	-0.00218276	X16	-2.3174
V16	-0.05284481	Y16	-14.7252
Ø16	-0.00024928	M16	-371.7538

BARRA 20

U12	-0.00172422	X12	6.8939
V12	-0.12691403	Y12	59.2458
Ø12	-0.0002007	M12	-1065.4792
U17	-0.00238336	X17	-6.8939
V17	-0.16321339	Y17	-59.2458
Ø17	-0.00020423	M17	-1071.6248

BARRA 21

U13	1.96E-13	X13	0.0000
V13	-0.18127154	Y13	85.0380
Ø13	-2.10E-16	M13	0.0000
U18	1.84E-13	X18	0.0000
V18	-0.23337353	Y18	-85.0380
Ø18	-1.23E-16	M18	0.0000

BARRA 22

U14	0.00172422	X14	-6.8939
V14	-0.12691403	Y14	59.2458
Ø14	0.0002007	M14	1065.4792
U19	0.00238336	X19	6.8939
V19	-0.16321339	Y19	-59.2458
Ø19	0.00020423	M19	1071.6248

BARRA 23

U15	0.00227164	X15	-2.3174
V15	-0.04129664	Y15	14.7252
Ø15	0.00020201	M15	346.6394
U20	0.00218276	X20	2.3174
V20	-0.05284481	Y20	-14.7252
Ø20	0.00024928	M20	371.7538

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA 24

U16	-0.00218276	X16	0.2034
V16	-0.05284481	Y16	8.2939
Ø16	-0.00024928	M16	684.5425
U17	-0.00238336	X17	-0.2034
V17	-0.16321339	Y17	8.439
Ø17	-0.00020423	M17	-7207.7282

BARRA 25

U17	-0.00238336	X17	-1.4088
V17	-0.16321339	Y17	20.6695
Ø17	-0.00020423	M17	2912.557
U18	1.84E-13	X18	1.4088
V18	-0.23337353	Y18	20.8476
Ø18	-1.23E-16	M18	-2988.79

BARRA 26

U18	1.84E-13	X18	-1.4088
V18	-0.23337353	Y18	20.8476
Ø18	-1.23E-16	M18	2988.79
U19	0.00238336	X19	1.4088
V19	-0.16321339	Y19	20.6695
Ø19	0.00020423	M19	-2912.557

BARRA 27

U19	0.00238336	X19	0.2034
V19	-0.16321339	Y19	8.439
Ø19	0.00020423	M19	720.7281
U20	0.00218276	X20	-0.2034
V20	-0.05284481	Y20	8.2939
Ø20	0.00024928	M20	-648.5424

BARRA 28

U16	-0.00218276	X16	2.1140
V16	-0.05284481	Y16	6.4312
Ø16	-0.00024928	M16	-312.7825
U21	0.02005199	X21	-2.1140
V21	-0.05788848	Y21	-6.4312
Ø21	-0.00030533	M21	-342.5617

BARRA 29

U17	-0.00238336	X17	8.5060
V17	-0.16321339	Y17	30.1372
Ø17	-0.00020423	M17	-1120.2176
U22	0.01796707	X22	-8.5060
V22	-0.18167819	Y22	-30.1372
Ø22	-0.00043193	M22	-1516.6328

BARRA 30

U18	1.84E-13	X18	0.0000
V18	-0.23337353	Y18	43.3427
Ø18	-1.23E-16	M18	0.0000
U23	1.64E-13	X23	0.0000
V23	-0.25992917	Y23	-43.3427
Ø23	-3.70E-17	M23	0.0000

BARRA 31

U19	0.00238336	X19	-8.5060
V19	-0.16321339	Y19	30.1372
Ø19	0.00020423	M19	1120.2176
U24	-0.01796707	X24	8.5060
V24	-0.18167819	Y24	-30.1372
Ø24	0.00043193	M24	1516.6328

BARRA 32

U20	0.00218276	X20	-2.1140
V20	-0.05284481	Y20	6.4312
Ø20	0.00024928	M20	312.7825
U25	-0.02005199	X25	2.1140
V25	-0.05788848	Y25	-6.4312
Ø25	0.00030533	M25	342.5617

BARRA 33

U21	0.02005199	X21	2.1140
V21	-0.05788848	Y21	6.4312
Ø21	-0.00030533	M21	342.5595
U22	0.01796707	X22	-2.1140
V22	-0.18167819	Y22	9.5667
Ø22	-0.00043193	M22	-1124.868

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA 34

U22	0.01796707	X22	10.6200
V22	-0.18167819	Y22	20.5705
Ø22	-0.00043193	M22	2641.506
U23	1.64E-13	X23	-10.6200
V23	-0.25992917	Y23	21.6714
Ø23	-3.70E-17	M23	-3112.674

BARRA 35

U23	1.64E-13	X23	10.6200
V23	-0.25992917	Y23	21.6714
Ø23	-3.70E-17	M23	3112.674
U24	-0.01796707	X24	-10.6200
V24	-0.18167819	Y24	20.5705
Ø24	0.00043193	M24	-2641.506

BARRA 36

U24	-0.01796707	X24	2.1140
V24	-0.18167819	Y24	9.5667
Ø24	0.00043193	M24	1124.868
U25	-0.02005199	X25	-2.1140
V25	-0.05788848	Y25	6.4312
Ø25	0.00030533	M25	-342.5596

A continuación se muestra la forma en que arroja los resultados el programa RIGMP. Únicamente se incluye un marco debido a que los elementos mecánicos de los demás se pueden ver en los diagramas que se anexan posteriormente.

PROGRAMA DEL METODO DE RIGIDEZES PARA MARCOS PLANOS RIGMP VERSION 1.0
PABLO ANAYA GARCIA - RIGOBERTO CERVANTES ZAMORA

EDIFICIO DE ESTACIONAMIENTO PARA LA U.D.V.
CARGAS GRAVITACIONALES MARCO 1

DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X	DESPLAZAMIENTO EN Y	GIRO
1	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
2	-7.692444E-03	-1.453860E-02	-2.443415E-04
3	1.441545E-03	-2.527930E-02	-2.117713+E-04
4	2.708200E-03	-3.212811E-02	-2.2218130E-04
	2.294144E-02	-3.509390E-02	-1.460784E-04
6	1.938151E-02	-9.550464E-02	-2.460019E-04
7	2.737620E-03	-4.689730E-02	-2.132012E-04
8	1.760935E-03	-6.801054E-02	-1.819401E-04
9	-6.779516E-04	-1.908140E-02	-1.447770E-04
10	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
11	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
12	-4.945744E-03	-1.339709E-02	-1.225845E-04

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

13	3.157628E-03	-8.433506E-02	-2.287463E-04
14	2.689016E-03	-1.048219E-01	2.166067E-04
15	1.084864E-02	-1.156158E-01	-1.345457E-04
16	3.600249E-03	-1.183394E-01	2.009254E-05
17	9.586033E-04	-1.070619E-01	-3.295968E-05
18	8.384807E-04	-8.842134E-02	1.967857E-05
19	-1.490848E-03	-5.272601E-02	9.825283E-06
20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
21	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
22	1.490535E-03	-5.272606E-02	-9.824487E-06
23	-8.391281E-04	-8.842142E-02	-1.967802E-05
24	-9.594384E-04	-1.070620E-01	3.295996E-05
25	-3.601178E-03	-1.183396E-01	-2.009248E-05
26	-1.084957E-02	-1.156158E-01	1.345459E-04
27	-2.689850E-03	-1.048220E-01	-2.166064E-04
28	-3.158275E-03	-8.433507E-02	2.287468E-04
29	4.970463E-03	-4.939708E-02	1.725845E-04
30	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
32	6.779209E-03	-3.908147E-02	1.637377E-04
33	-1.761577E-03	-6.801055E-02	1.518408E-04
34	-2.733453E-03	-8.689737E-02	2.032014E-04
35	-1.938243E-02	-9.550463E-02	2.460020E-04
36	-2.294236E-02	-3.509397E-02	3.460790E-04
37	-2.709034E-03	-3.212809E-02	2.218136E-04
38	-1.442185E-03	-2.527930E-02	2.207146E-04
39	7.692129E-03	-1.453858E-02	2.333325E-04
40	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

	AXIAL	CORTANTE	MOMENTO
BARRA	1		
	1	23.729100	1.191872
	2	-23.729100	-1.191872
BARRA	2		
	10	63.786640	8.738794E-01
	9	-63.786640	-8.738794E-01
BARRA	3		
	11	80.623210	8.619888E-01
	12	-80.623210	-8.619888E-01
BARRA	4		
	20	86.056500	-8.89492E-04
	19	-86.056500	8.89492E-04
BARRA	5		
	21	86.056580	8.691952E-04
	27	-86.056580	-8.691952E-04
BARRA	6		
	30	80.623210	-8.619982E-01
	29	-80.623210	8.619982E-01
BARRA	7		
	31	63.786620	-8.738852E-01
	32	-63.786620	8.738852E-01
BARRA	8		
	40	23.729070	-1.191822
	39	-23.729070	1.191822
BARRA	9		
	2	-4.734070E-01	6.198673
	3	4.734070E-01	-6.198673
BARRA	10		
	9	-6.958454E-01	9.323863
	12	6.958454E-01	-9.323863
BARRA	11		
	12	-1.3374164	13.693295
	19	1.3374164	-13.693295
BARRA	12		
	19	-1.116417	14.829980
	2	1.116417	-14.829980
BARRA	13		

Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

	22	-1.303165	13.966570	1830.708000
	29	1.303165	14.693390	-1726.902000
BARRA	14			
	29	-6.956467E-01	9.905973	1340.184000
	32	6.956467E-01	9.328867	-1126.655000
BARRA	15			
	32	-4.724036E-01	7.241280	782.927600
	39	4.724036E-01	6.198670	-496.210100
BARRA	16			
	2	17.530420	1.664224	-260.700700
	3	-17.530420	-1.664224	-255.209100
BARRA	17			
	9	47.216460	1.097123	-172.643700
	8	-47.216460	-1.097123	-167.465700
BARRA	18			
	12	57.023830	1.469509	-215.552500
	13	-57.023830	-1.469509	-239.996700
BARRA	19			
	19	58.259960	-1.875723E-01	26.928650
	18	-58.259960	1.875723E-01	31.217180
BARRA	20			
	27	58.260000	1.875656E-01	-26.929140
	23	-58.260000	-1.875656E-01	-31.217780
BARRA	21			
	29	57.023850	-1.469515	215.552100
	28	-57.023850	1.469515	239.996100
BARRA	22			
	32	47.216450	-1.097128	172.643100
	33	-47.216450	1.097128	167.465200
BARRA	23			
	39	17.530410	-1.664225	260.700500
	38	-17.530410	1.664225	255.208700
BARRA	24			
	3	-1.652728E-01	6.452197	538.542000
	8	1.652728E-01	7.087753	-740.819600
BARRA	25			
	8	-5.371706E-01	9.407650	1124.807000
	13	5.371706E-01	9.932190	-1357.737000
BARRA	26			
	13	8.684757E-01	13.654090	1704.550000
	19	-8.684757E-01	14.005870	-1838.227000
BARRA	27			
	18	6.282318E-01	13.829980	1803.719000
	24	-6.282318E-01	13.829980	-1803.719000
BARRA	28			
	23	8.684751E-01	14.005870	1838.227000
	28	-8.684751E-01	13.654090	-1704.550000
BARRA	29			
	23	-5.371724E-01	9.932191	1357.737000
	33	5.371724E-01	9.402649	-1124.807000
BARRA	30			
	34	-1.652738E-01	7.087755	740.820200
	38	1.652738E-01	6.452195	-538.541400
BARRA	31			
	3	11.178200	1.429497	-213.332900
	4	-11.178200	-1.429497	-213.811400
BARRA	32			
	8	40.86041	1.464022	-216.521600
	7	-40.86041	-1.464022	-216.875900
BARRA	33			
	13	13.44116	1.166445E-02	-116.816700

Capítulo IV Análisis estructural bajo cargas gravitacionales

	14	-33.437560	-6.386318E-02	87.018150
BARRA	34			
	18	30.424080	5.267301E-02	3.290371
	17	-30.424080	-5.267301E-02	-19.619830
BARRA	35			
	23	30.424130	-5.267665E-02	-3.290573
	24	-30.424130	5.267665E-02	19.619510
BARRA	36			
	28	33.437570	-6.386715E-02	106.816430
	27	-33.437570	6.386715E-02	-87.018490
BARRA	37			
	33	30.826040	-1.469025	216.521400
	34	-30.826040	1.469025	238.875500
BARRA	38			
	38	11.178220	-1.829498	283.332900
	37	-11.178220	1.829498	283.811200
BARRA	39			
	4	-1.263611E-02	6.337488	542.299600
	7	1.263611E-02	7.102462	-752.667300
BARRA	40			
	7	1.676989E-02	9.675282	1205.370000
	14	-1.676989E-02	9.559558	-1162.552000
BARRA	41			
	14	6.480059E-01	6.260910	911.173600
	17	-6.480059E-01	5.974640	-783.410300
BARRA	42			
	17	7.182692E-01	6.092801	811.849100
	24	-7.182692E-01	6.092800	-811.848800
BARRA	43			
	24	6.480054E-01	5.924691	783.410400
	27	-6.480054E-01	6.260910	-911.173500
BARRA	44			
	23	1.676982E-02	9.559559	1162.552000
	34	-1.676982E-02	9.675782	-1205.370000
BARRA	45			
	34	-1.263591E-02	7.102463	752.667500
	37	1.263591E-02	6.337487	-542.299300
BARRA	46			
	4	4.847713	1.847133	-258.488100
	5	-4.847713	-1.847133	312.573400
BARRA	4			
	7	14.048290	1.433617	-213.326600
	6	-14.048290	-1.433617	232.455100
BARRA	48			
	14	17.617090	-5.673719E-01	164.359900
	15	-17.617090	5.673719E-01	11.524880
BARRA	49			
	17	18.406570	-1.158969E-01	-8.819334
	16	-18.406570	1.158969E-01	14.271344
BARRA	50			
	24	18.416600	1.759764E-01	8.818901
	15	-18.416600	-1.759764E-01	-14.271570
BARRA	51			
	27	17.617100	-5.673693E-01	-164.360000
	4	-17.617100	5.673693E-01	-11.524900
BARRA	5			
	34	14.048290	-1.433617	213.326500
	6	-14.048290	1.433617	232.455000
BARRA	54			
	37	4.847717	-1.847134	258.488100
	38	-4.847717	1.847134	312.573200

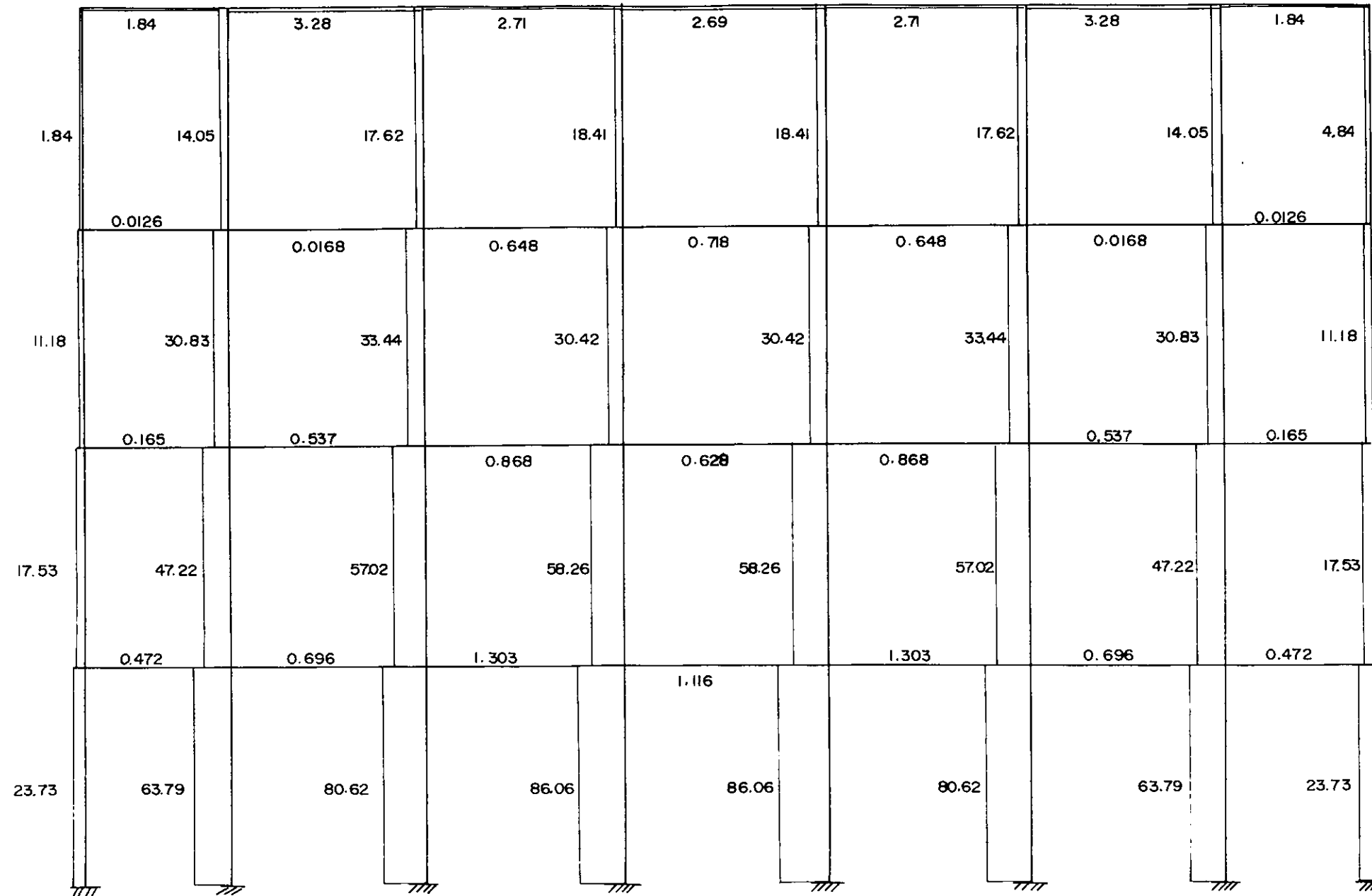
Análisis estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

BARRA	54			
	5	1.842135	4.840724	312.573300
	6	-1.842135	6.102077	-659.444900
BARRA	55			
	6	3.281753	7.946210	891.900100
	15	-3.281753	8.556529	-1117.718000
BARRA	56			
	15	2.714382	9.060566	1106.193000
	16	-2.714382	9.250875	-1178.511000
BARRA	57			
	16	2.696794	9.155721	1164.239000
	25	-2.696794	9.155720	-1164.239000
BARRA	58			
	25	2.714381	9.250875	1178.511000
	26	-2.714381	9.060565	-1106.193000
BARRA	59			
	26	3.281752	8.556529	1117.718000
	35	-3.281752	7.946210	-891.900000
BARRA	60			
	35	1.842134	6.102077	659.445100
	36	-1.842134	4.840724	-312.573200

Enseguida se anexan los diagramas de fuerza axial, cortante y momento flexionante, de todos los marcos analizados bajo cargas gravitacionales.

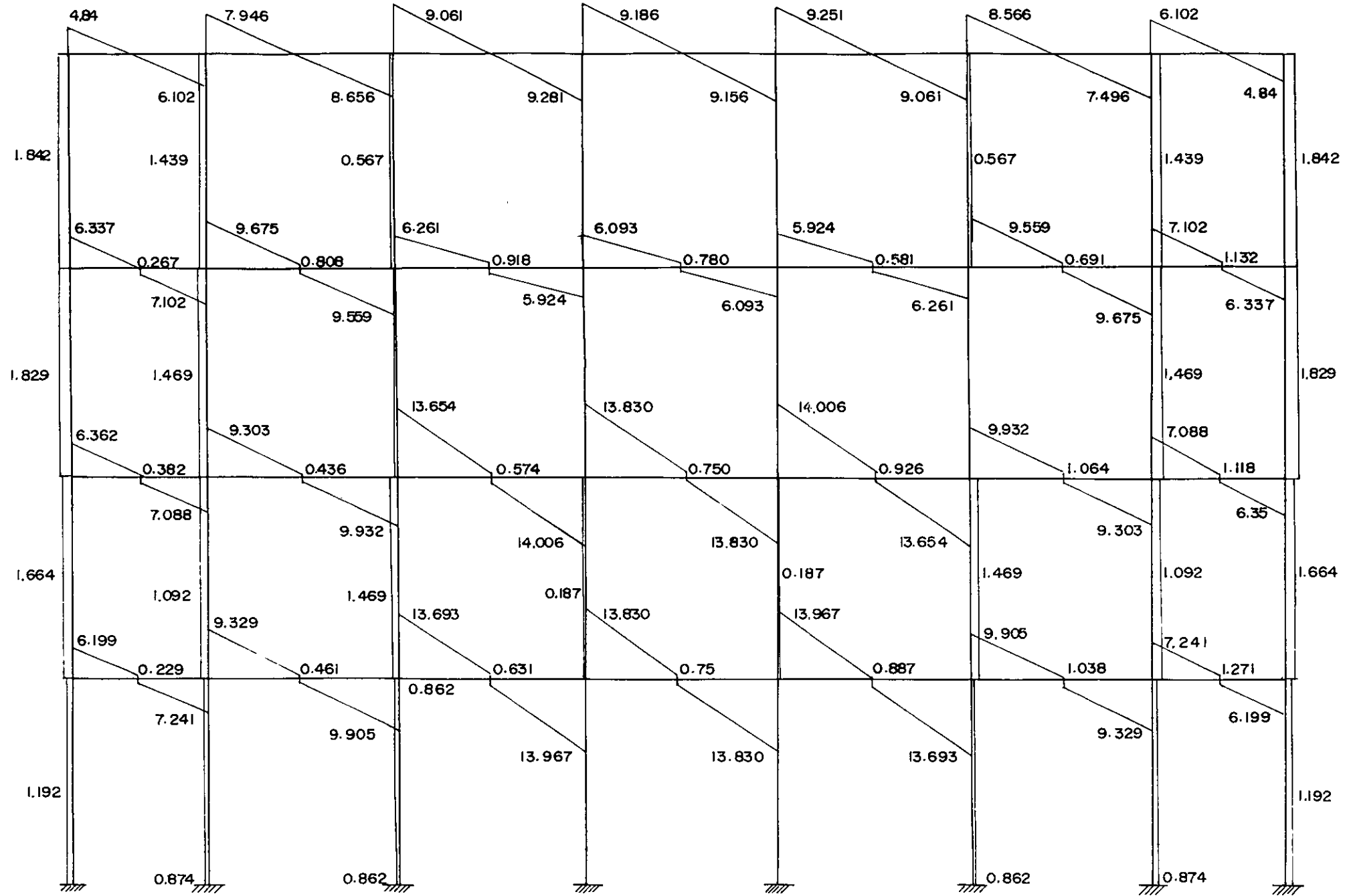
MARCO I

FUERZA AXIAL



MARCO I

FUERZA CORTANTE

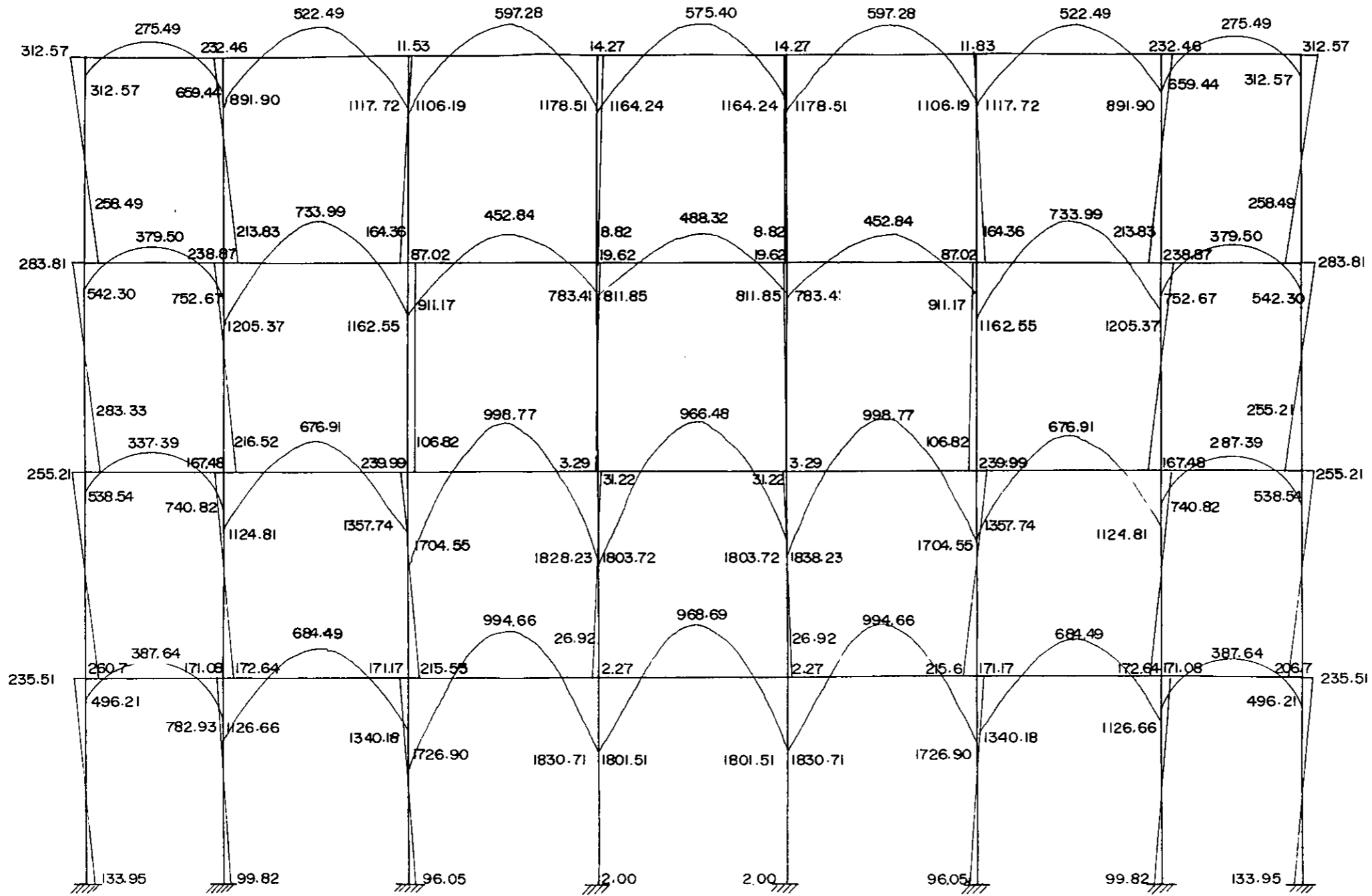


ESCALA DE TRABES 1: 200

ESCALA DE COLUMNAS 1: 75

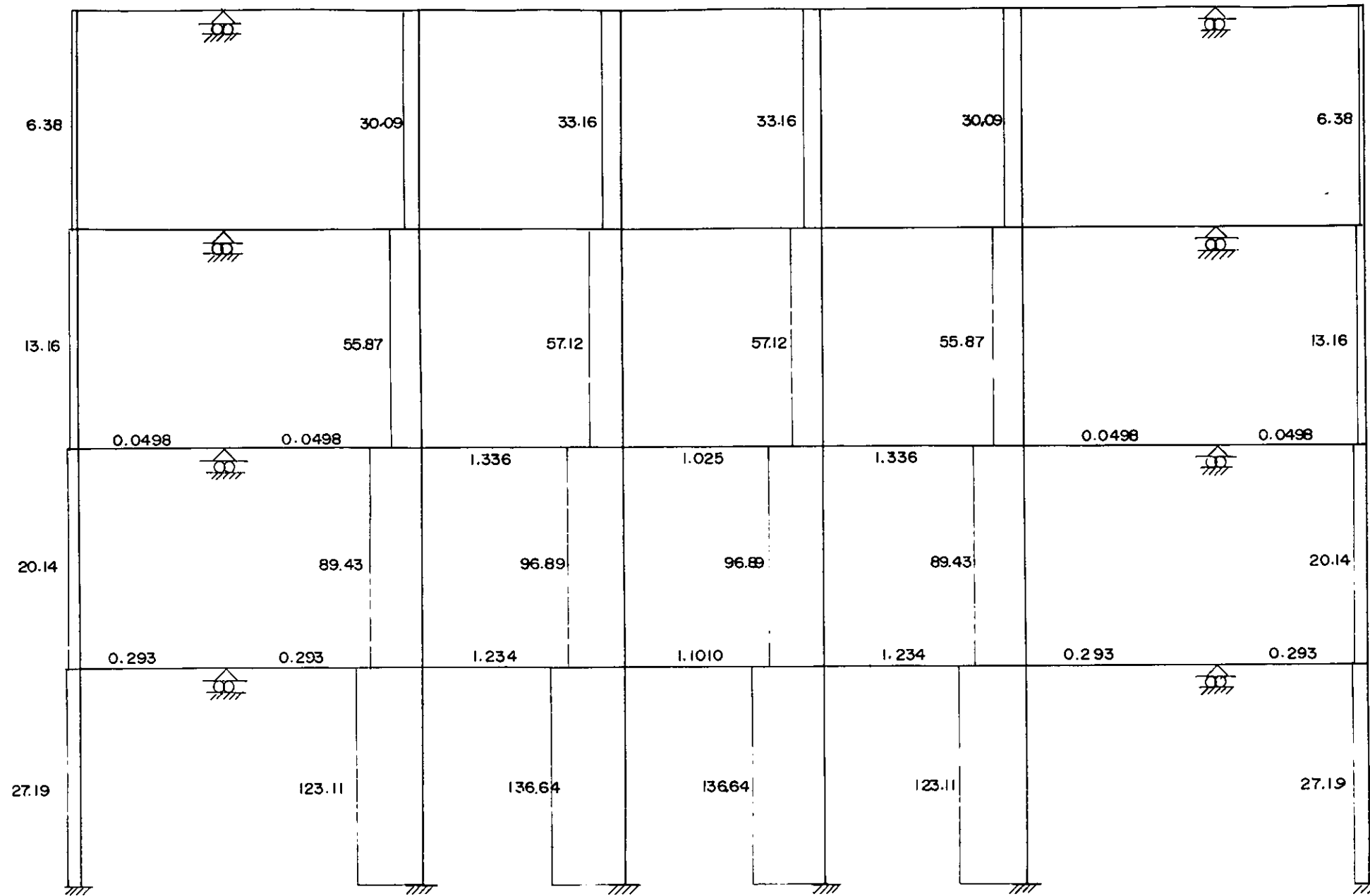
MARCO I

MOMENTO FLEXIONANTE



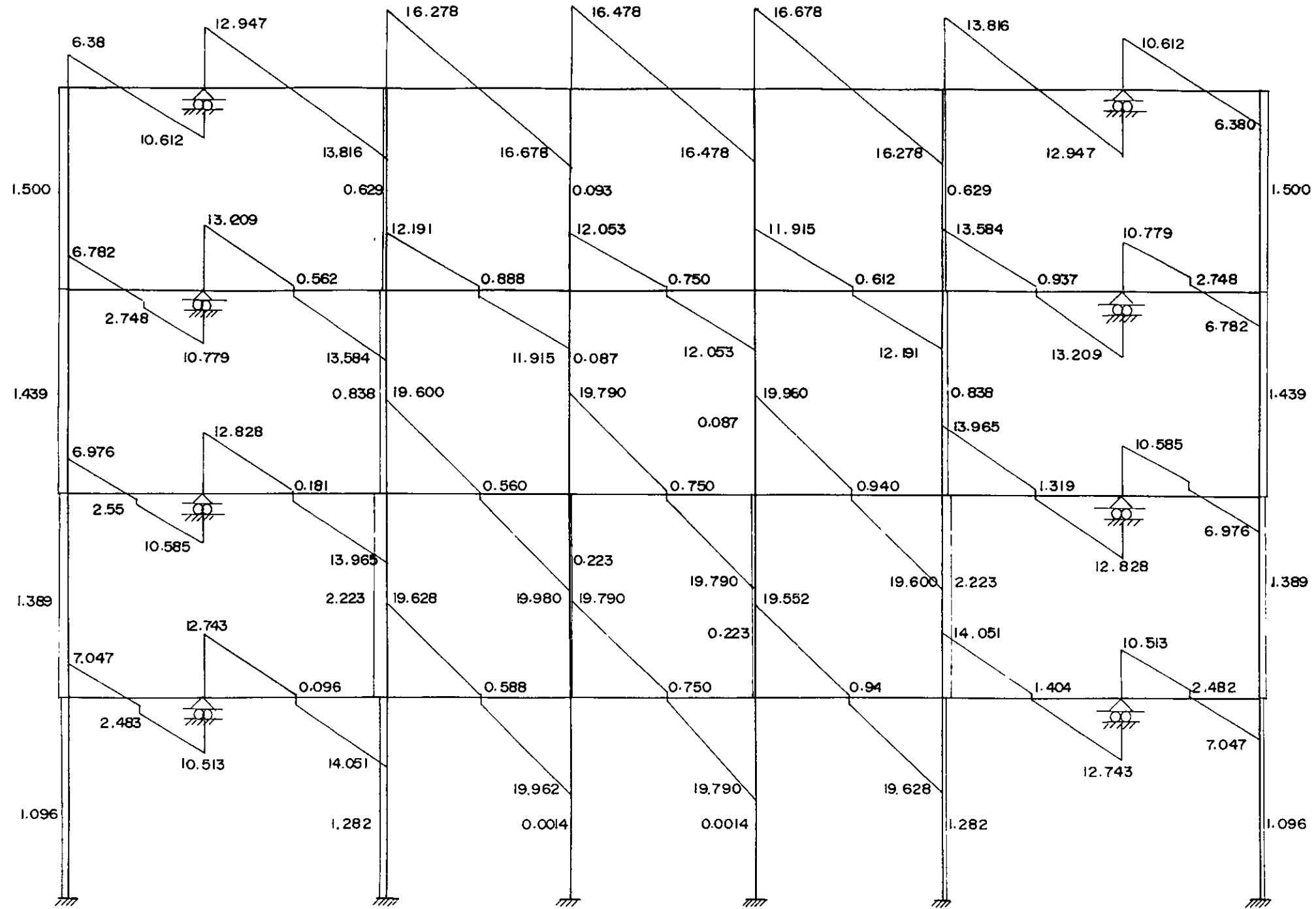
ESCALA DE TRABES 1:200
 ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO 2
FUERZA AXIAL



ESCALA DE TRABES 1:200
ESCALA DE COLUMNAS 1:75

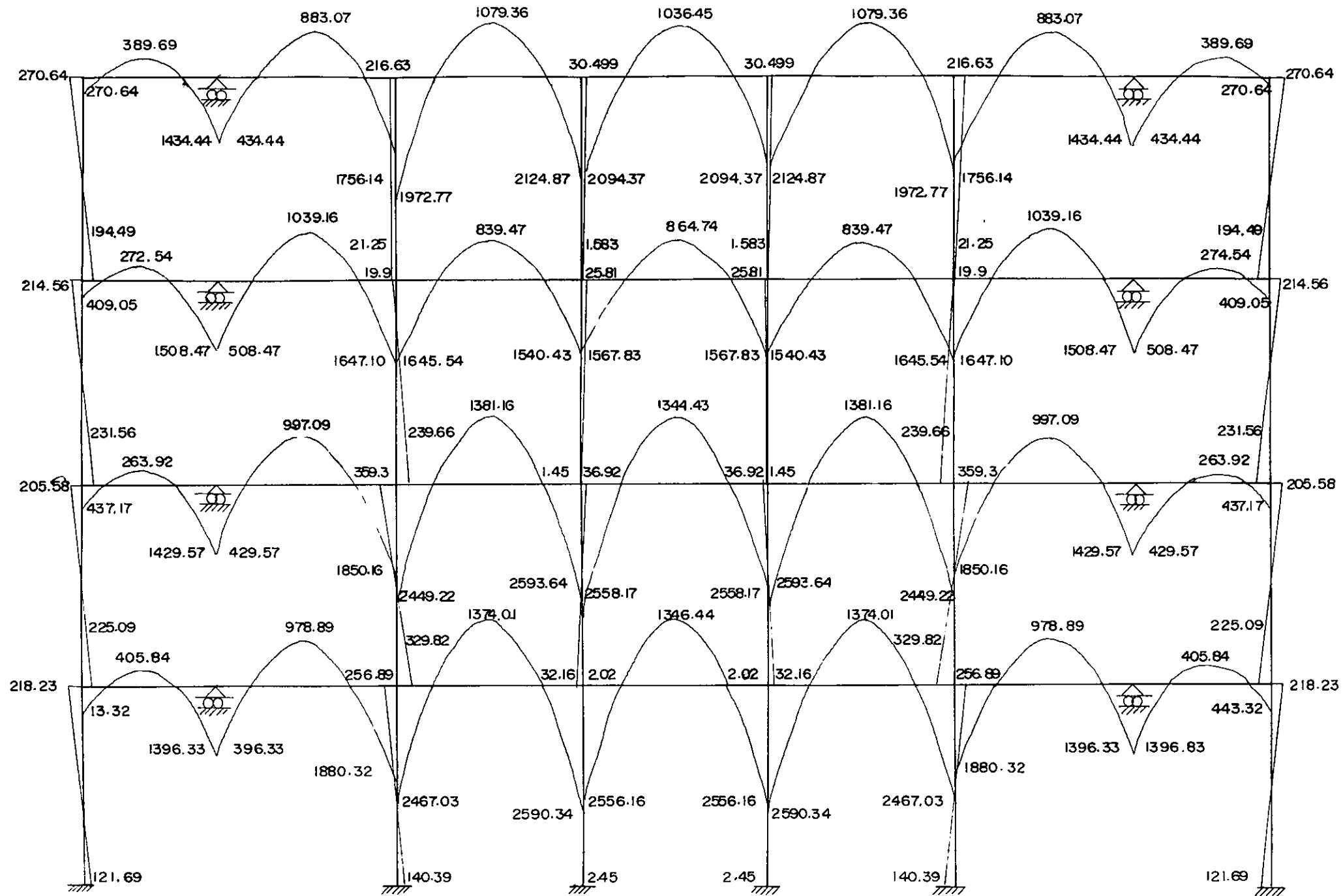
MARCO 2
FUERZA CORTANTE



ESCALA DE TRABES 1:200
ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO 2

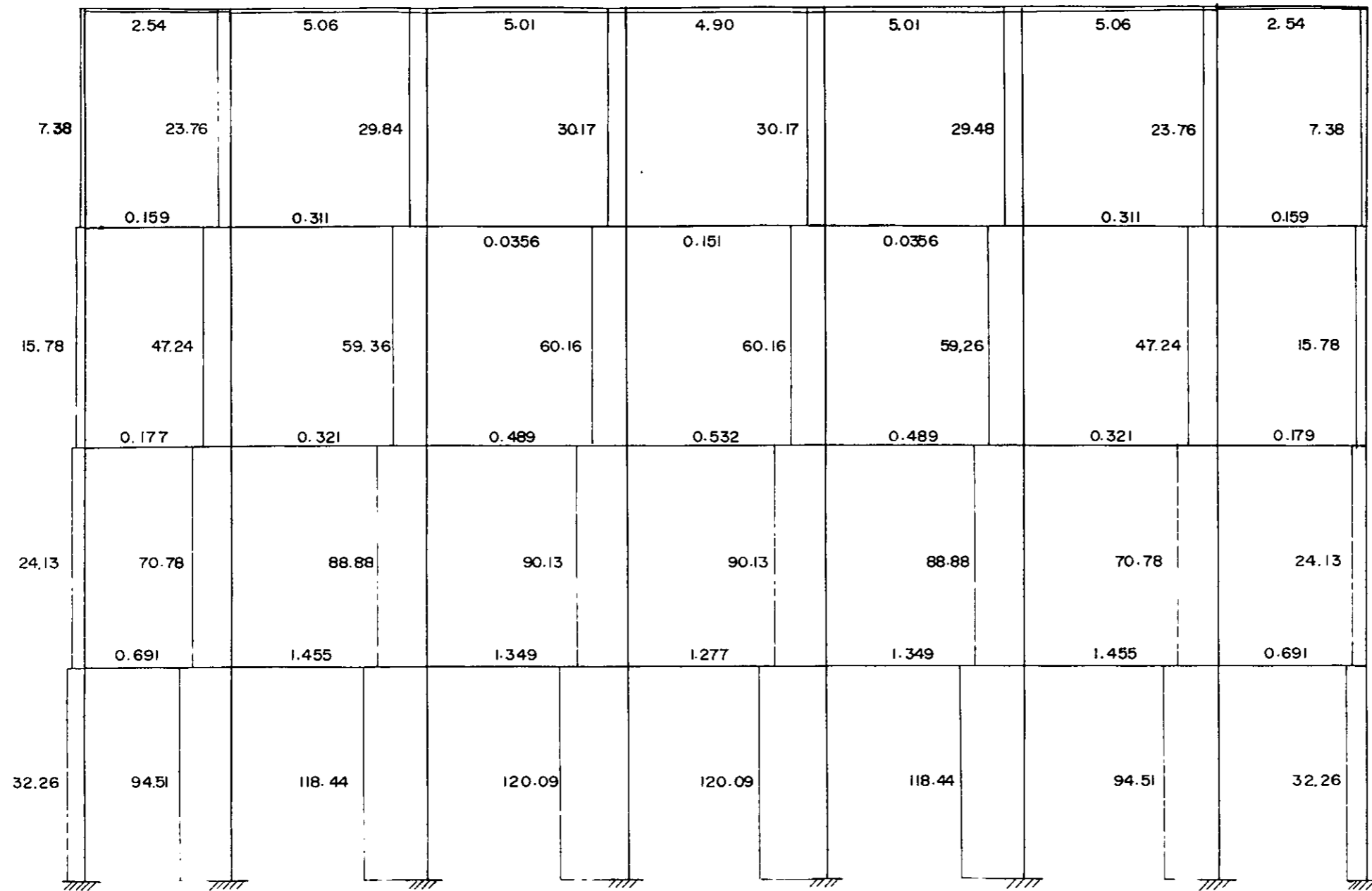
MOMENTO FLEXIONANTE



ESCALA DE TRABES 1:200
ESCALA DE COLUMNAS 1:75

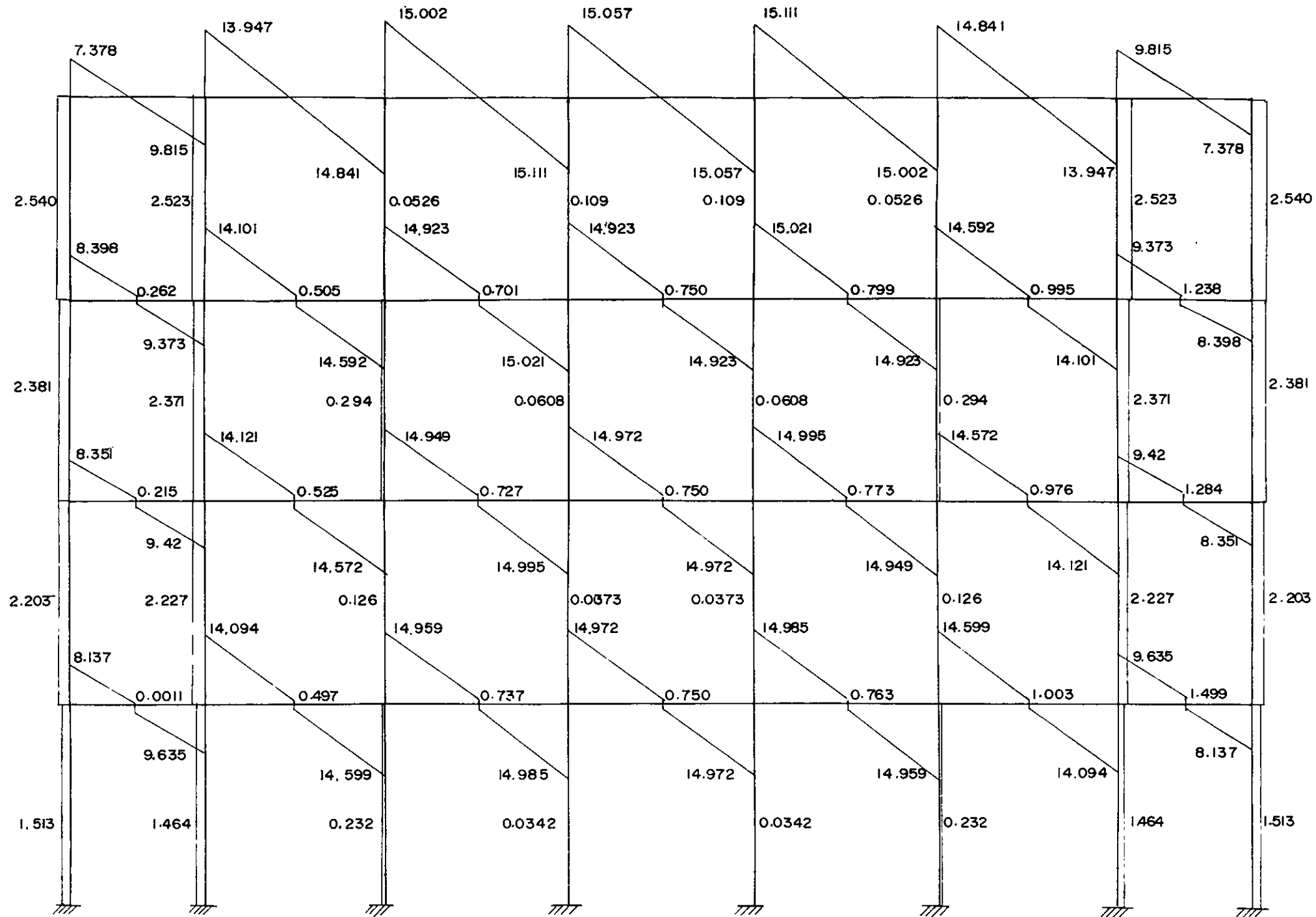
MARCOS 3 y 5

FUERZA AXIAL



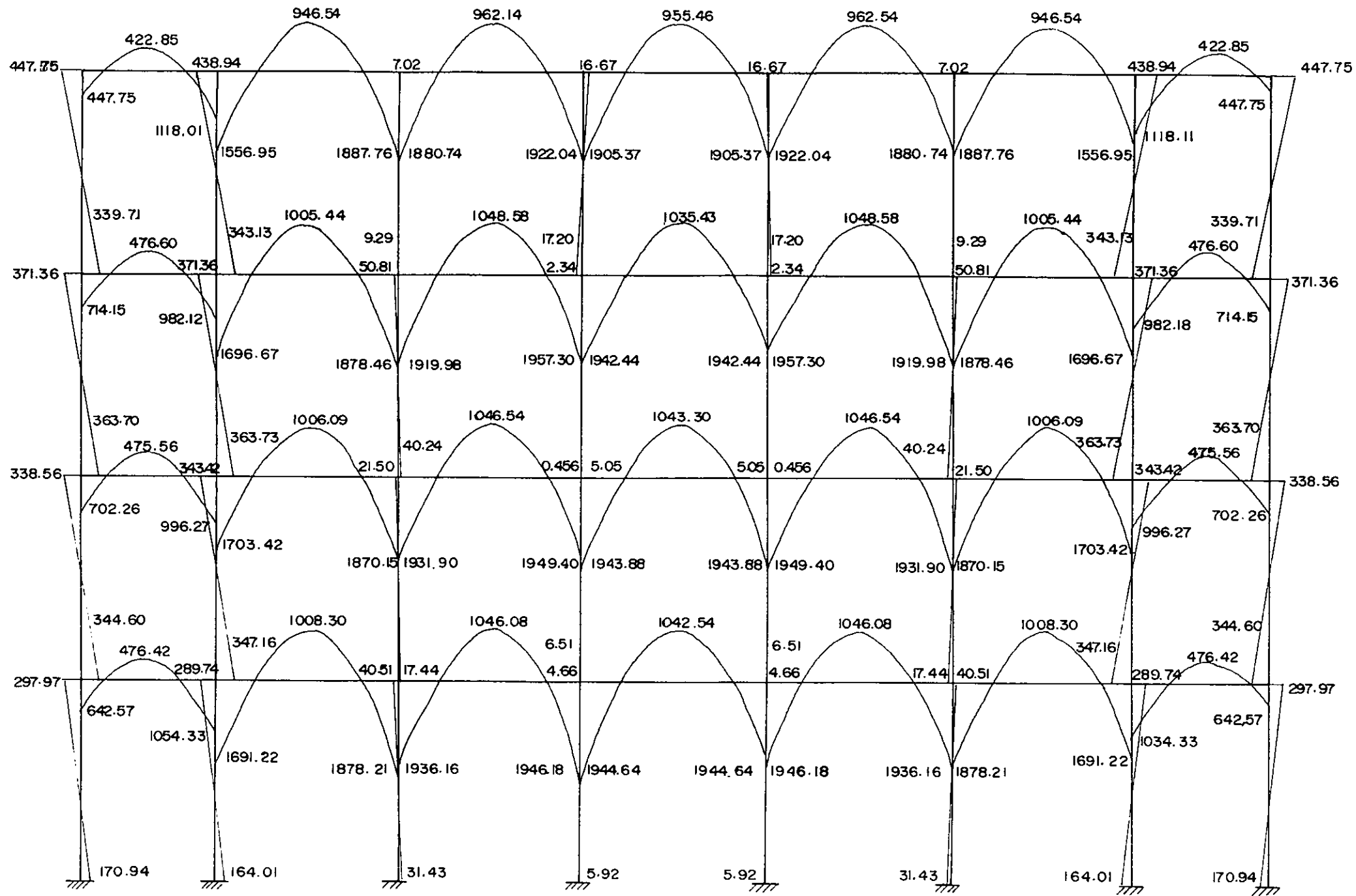
ESCALA DE TRABES 1:200
 ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO 3x5
FUERZA CORTANTE



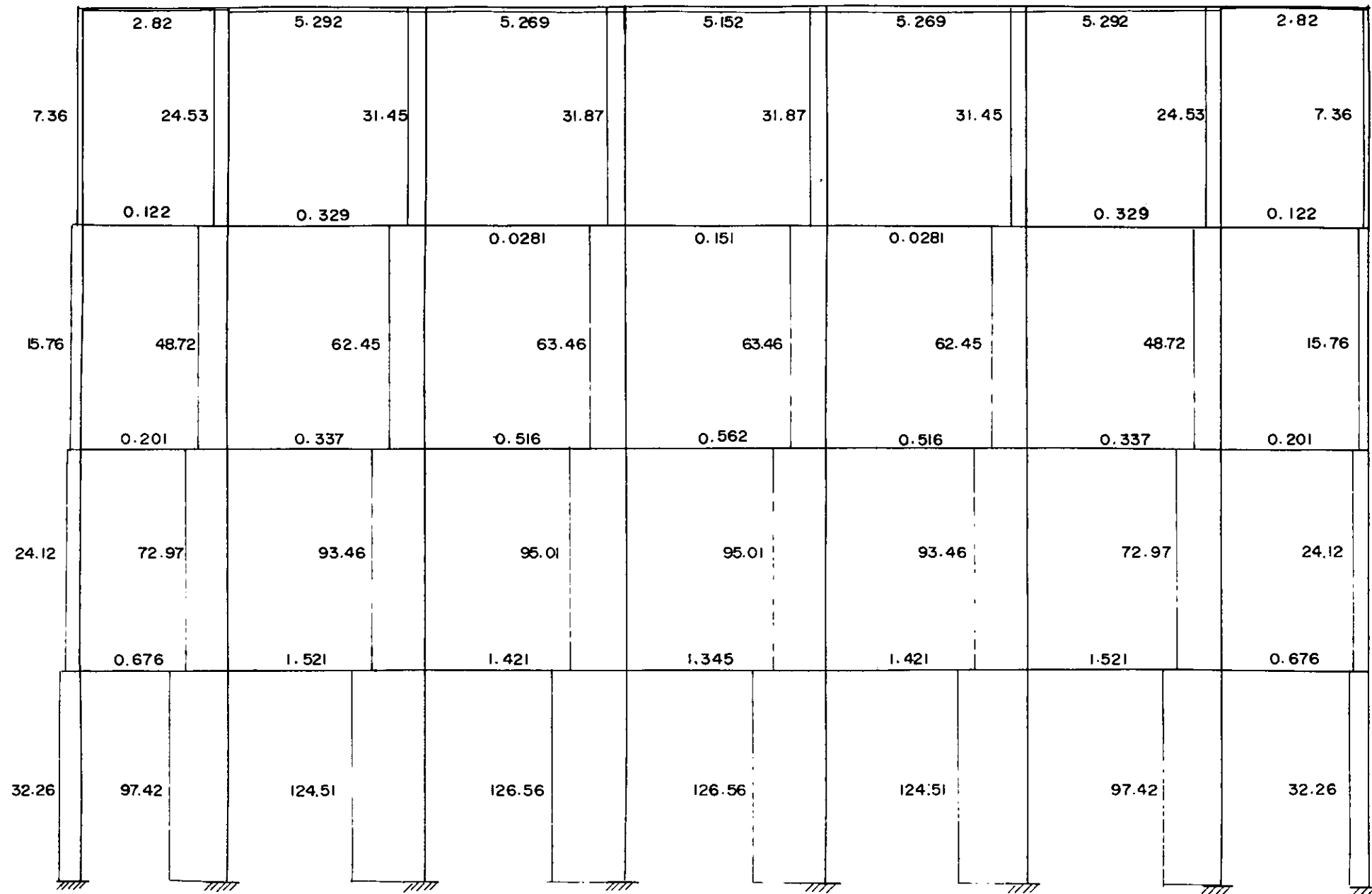
ESCALA DE TRABES 1:200
 ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCOS 3 y 5
 MOMENTO FLEXIONANTE



ESCALA DE TRABES 1 : 200
 ESCALA DE COLUMNAS 1 : 75

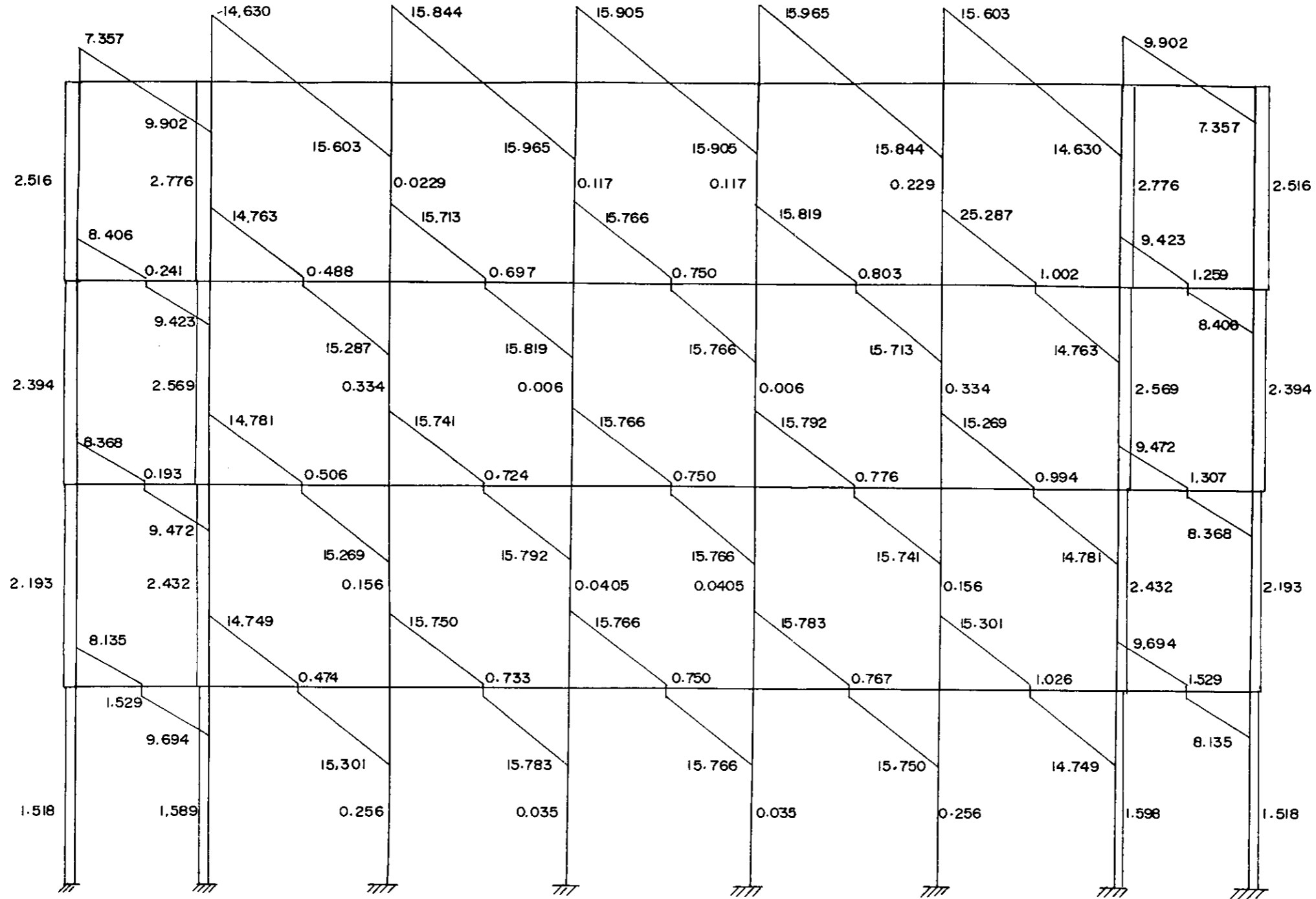
MARCO 4
FUERZA AXIAL



ESCALA DE TRABES 1:200

ESCALA DE COLUMNAS 1:75

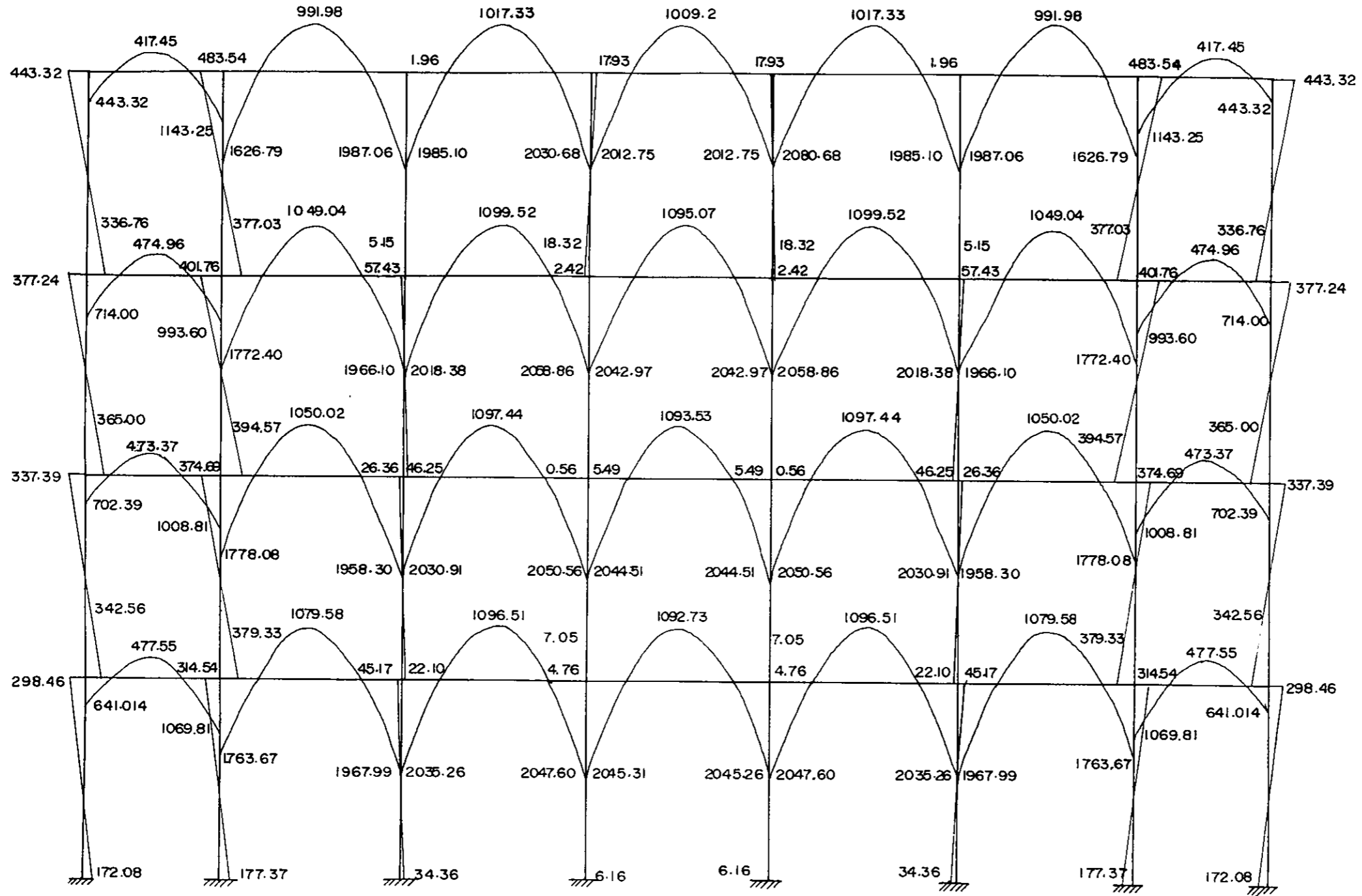
MARCO 4
FUERZA CORTANTE



ESCALA DE TRABES 1:200
ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO 4

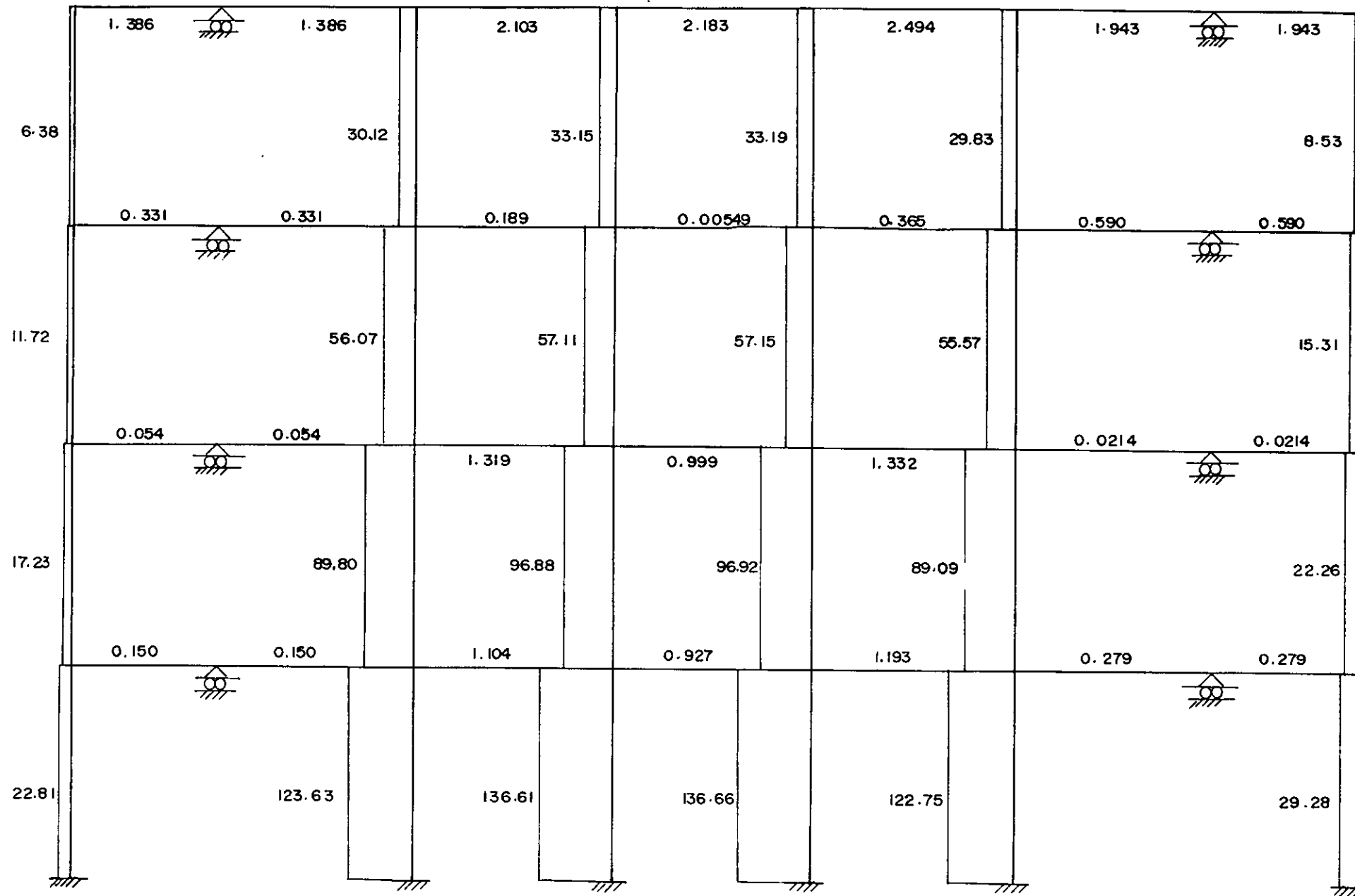
MOMENTO FLEXIONANTE



ESCALA DE TRABES 1:200
 ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO 6

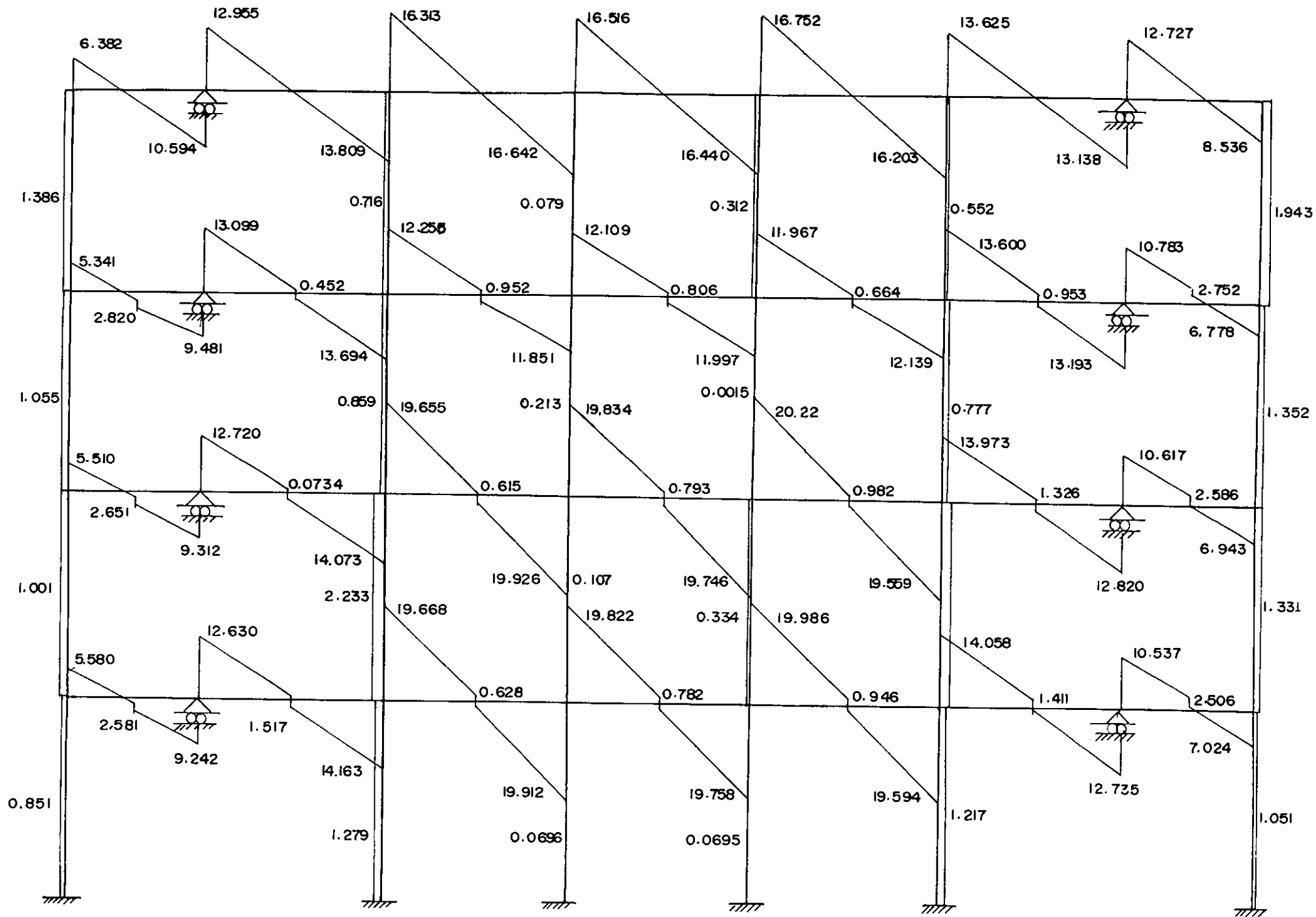
FUERZA AXIAL



ESCALA DE TRABES 1:200

ESCALA DE COLUMNAS 1:75

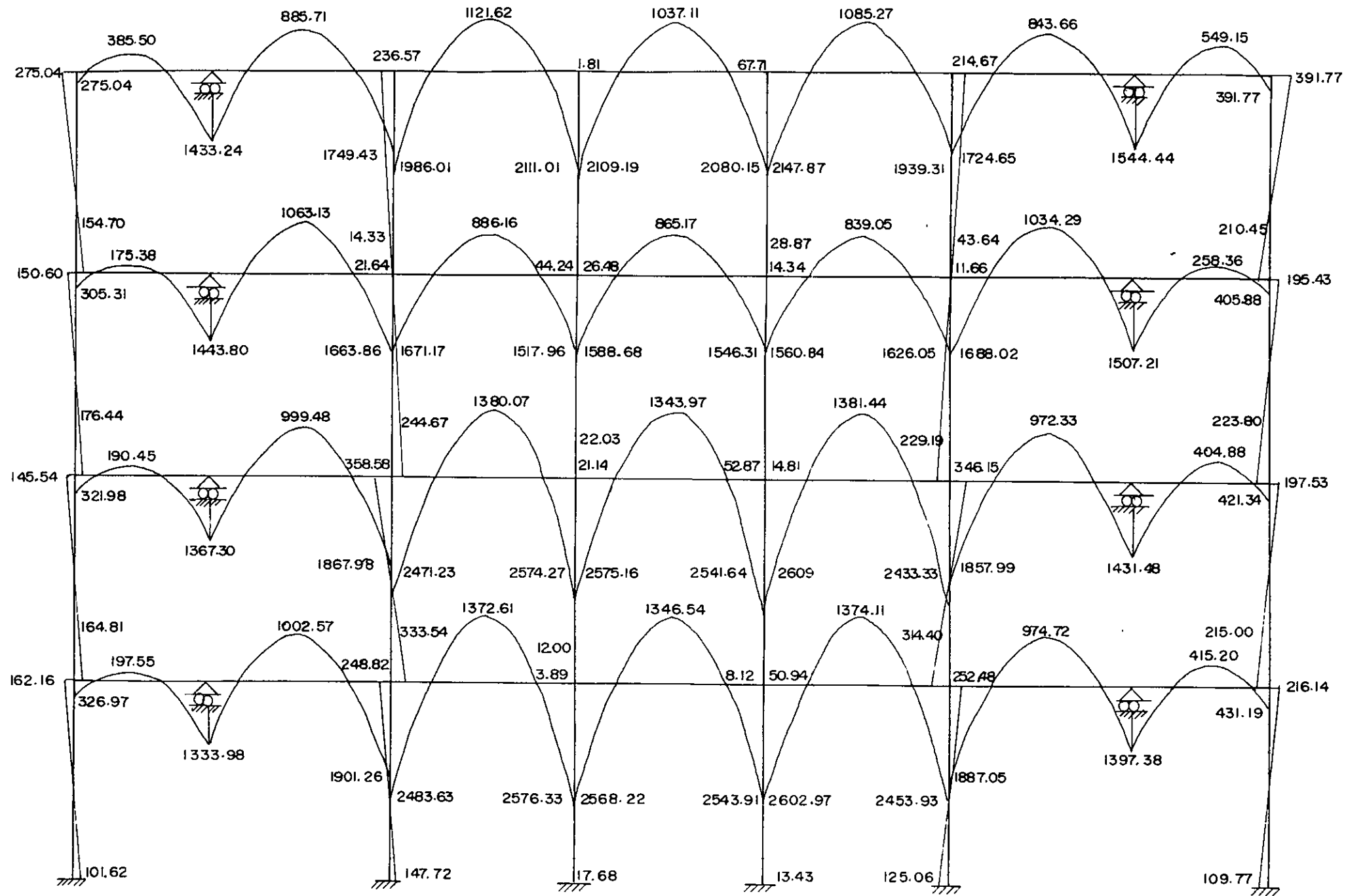
MARCO 6
FUERZA CORTANTE



ESCALA DE TRABES 1:200
 ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO 6

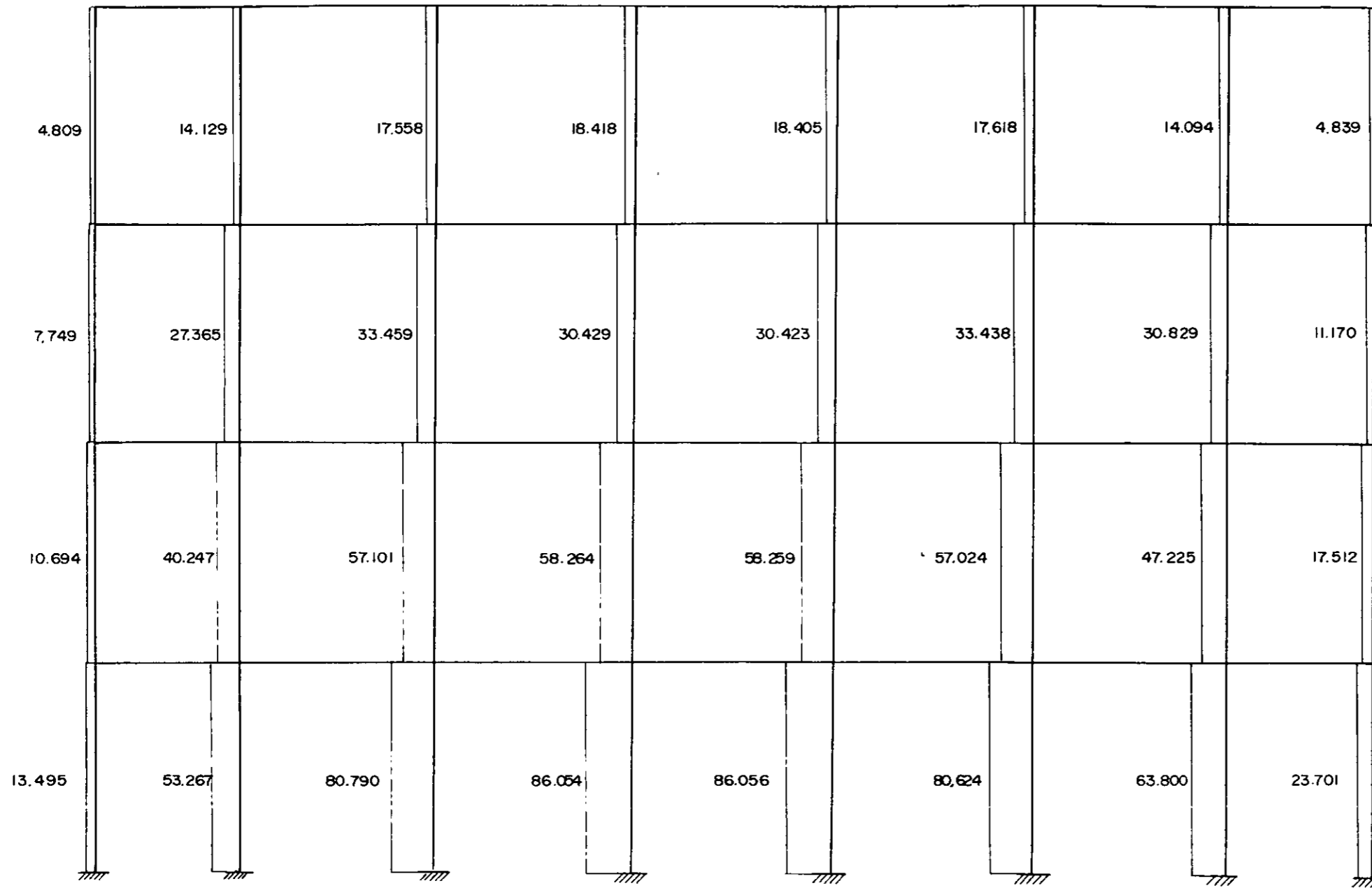
MOMENTO FLEXIONANTE



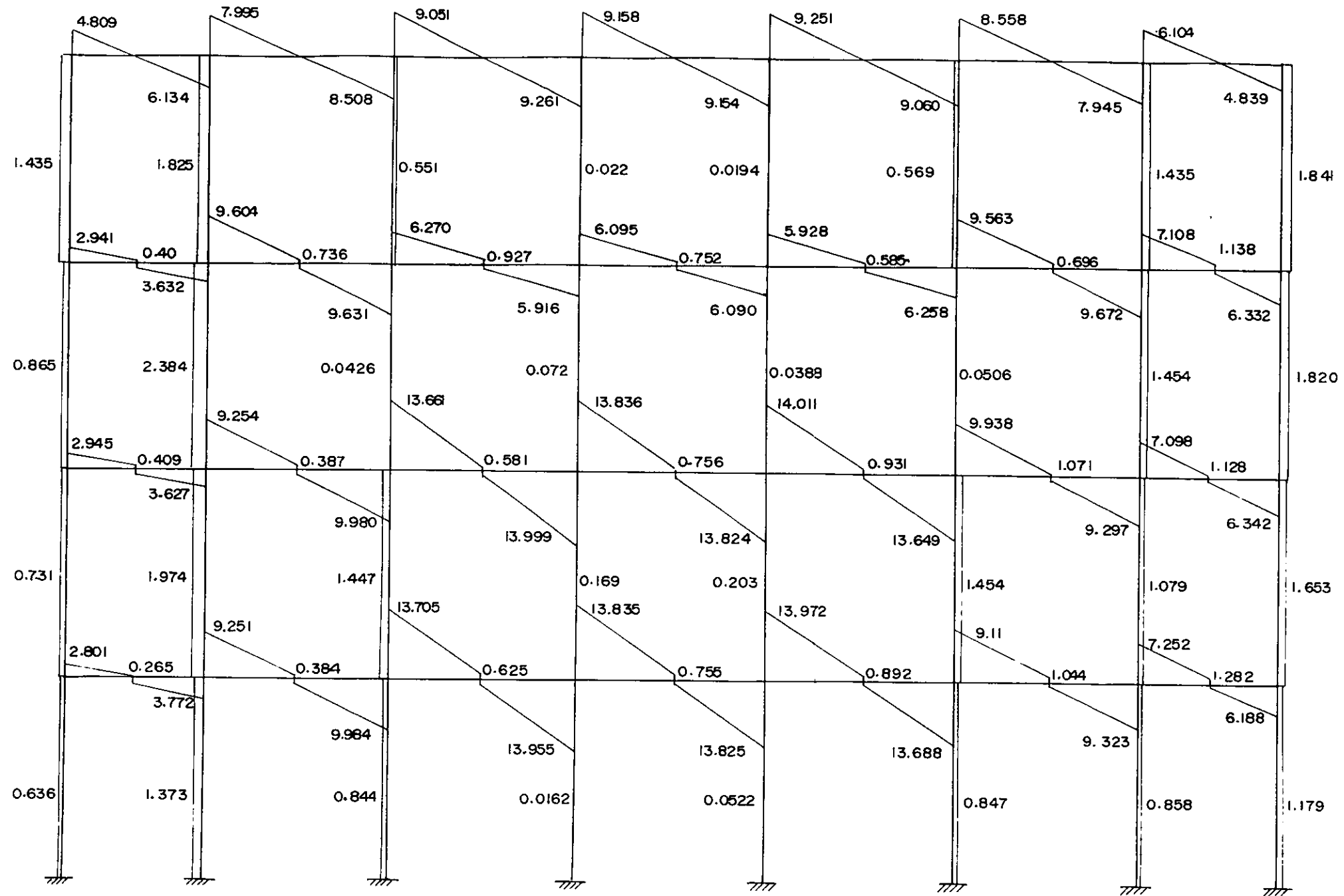
ESCALA DE TRABES 1: 200

ESCALA DE COLUMNA 1: 75

MARCO 7
FUERZA AXIAL

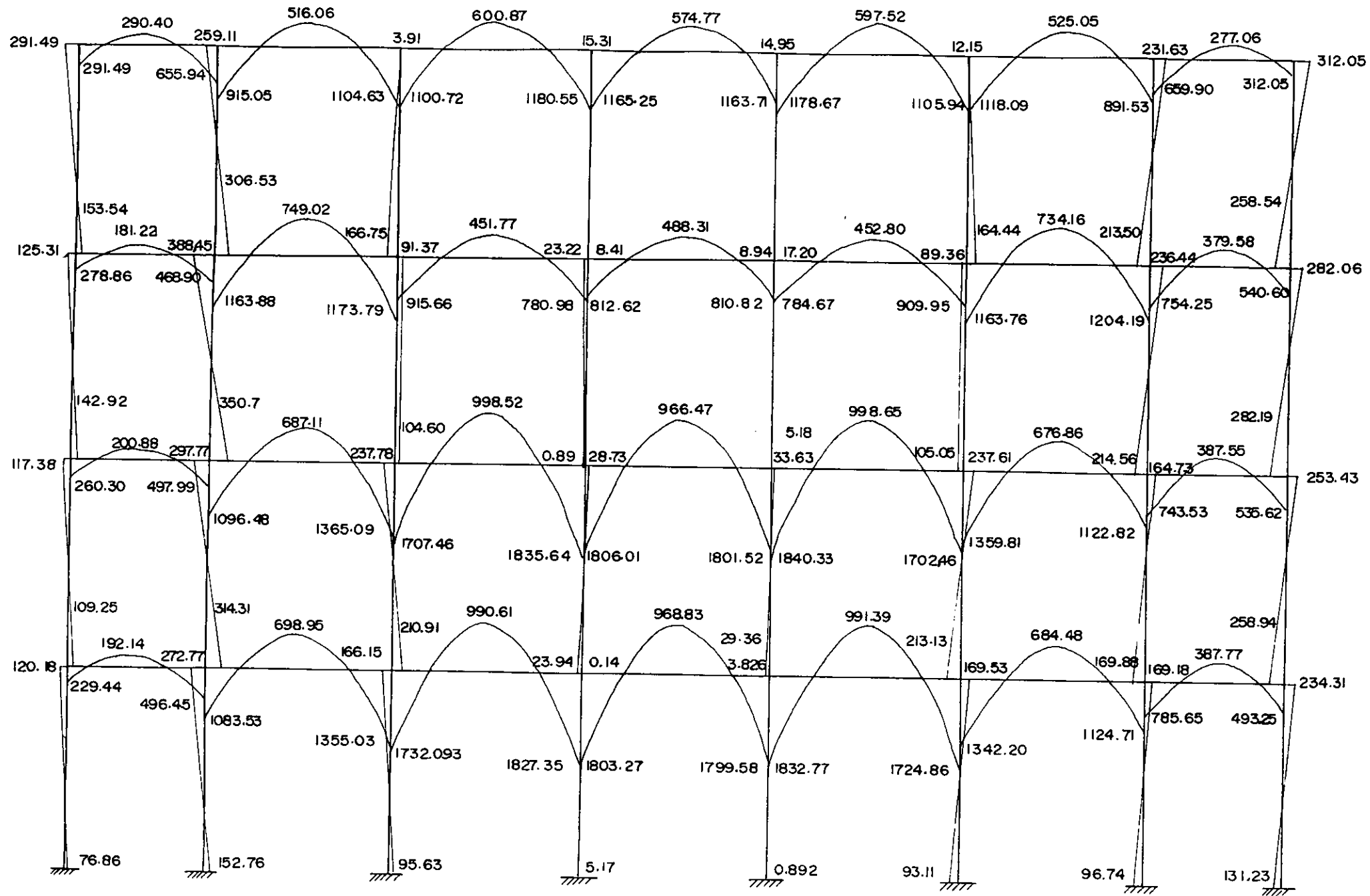


MARCO 7
FUERZA CORTANTE



MARCO 7

MOMENTO FLEXIONANTE

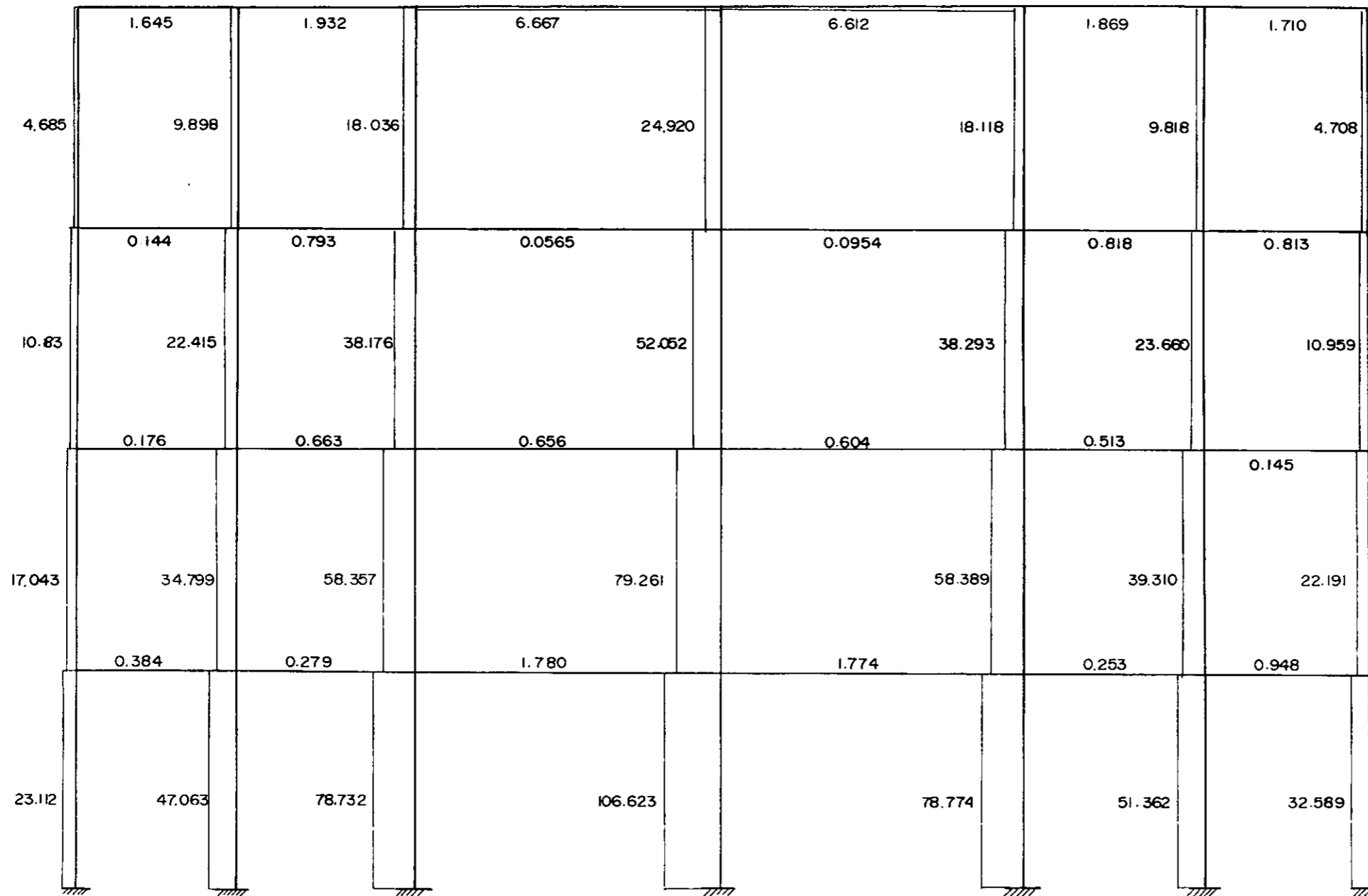


ESCALA DE TRABES 1:200

ESCALA DE COLUMNAS 1:75

MARCO A

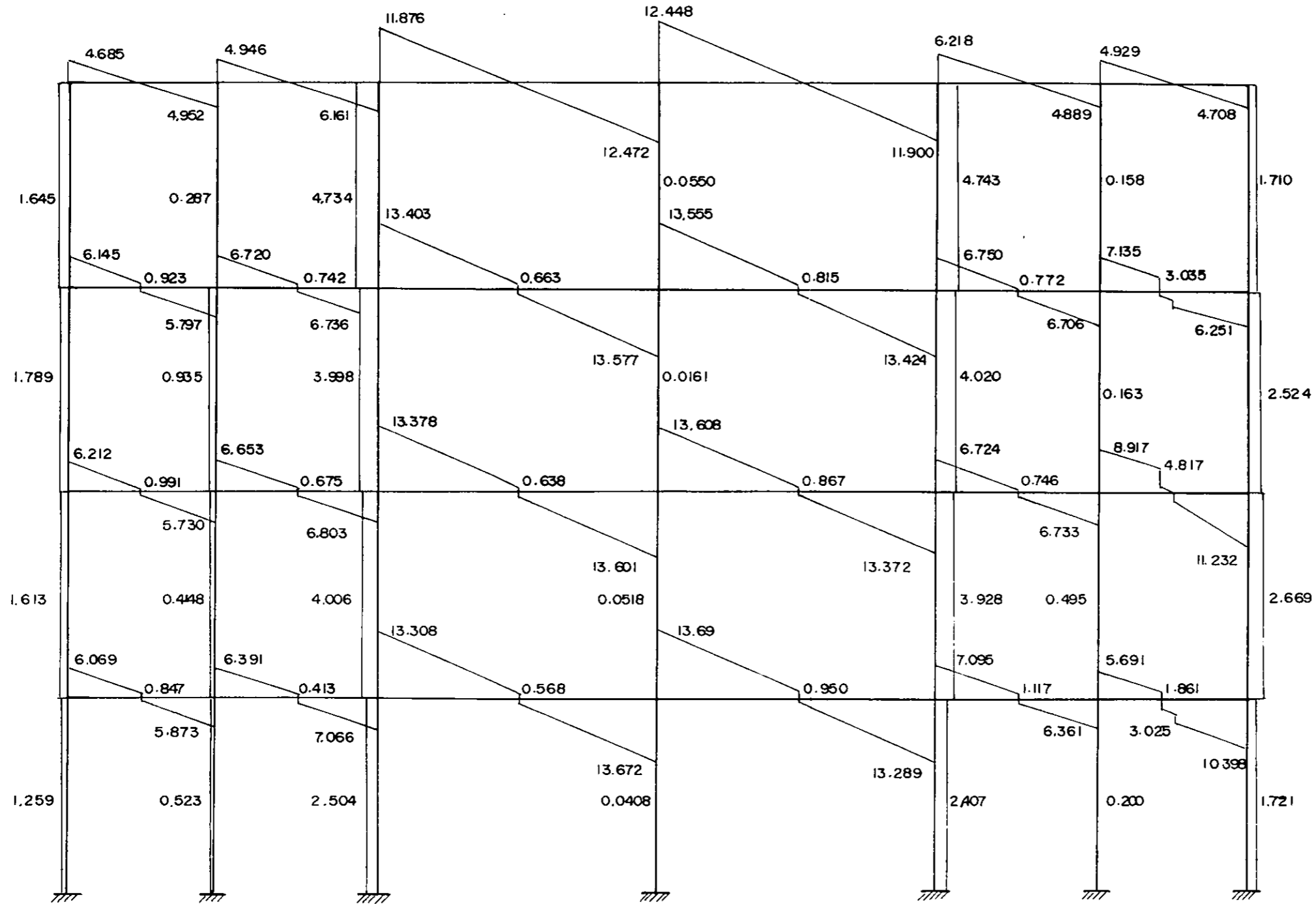
FUERZA AXIAL



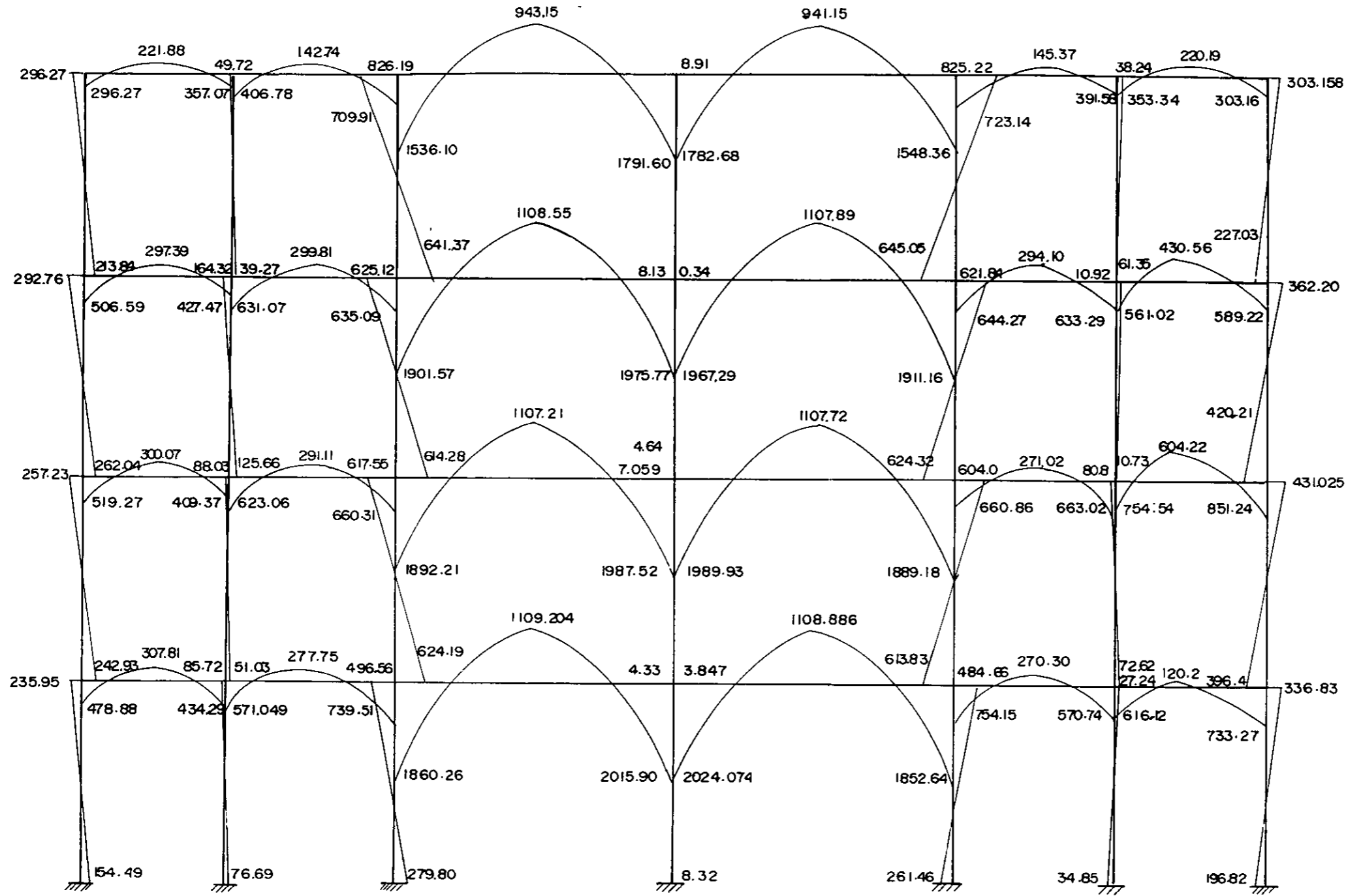
ESCALA DE TRABES 1:150

ESCALA DE COLUMNAS 1:75

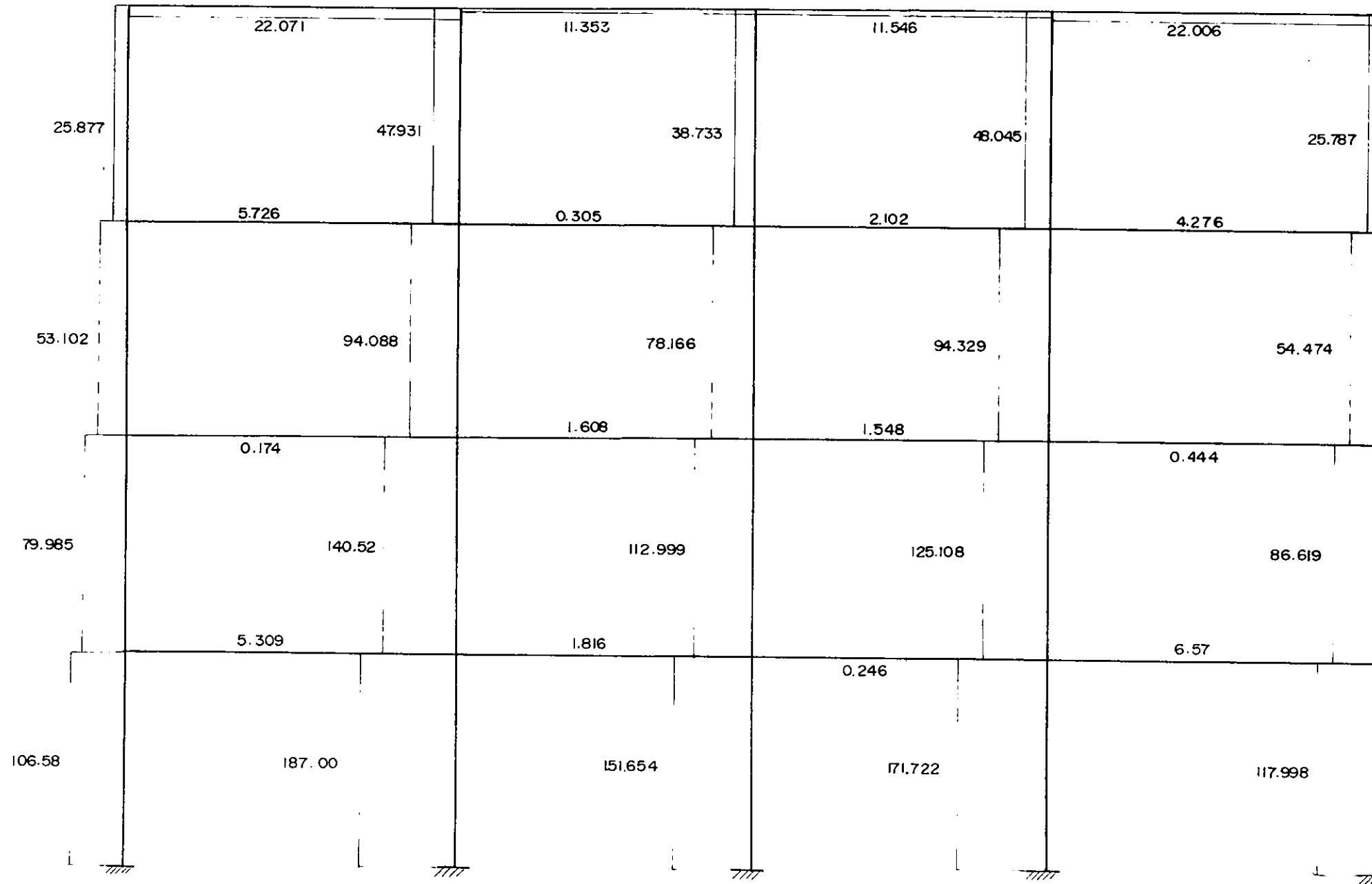
MARCO A
FUERZA CORTANTE



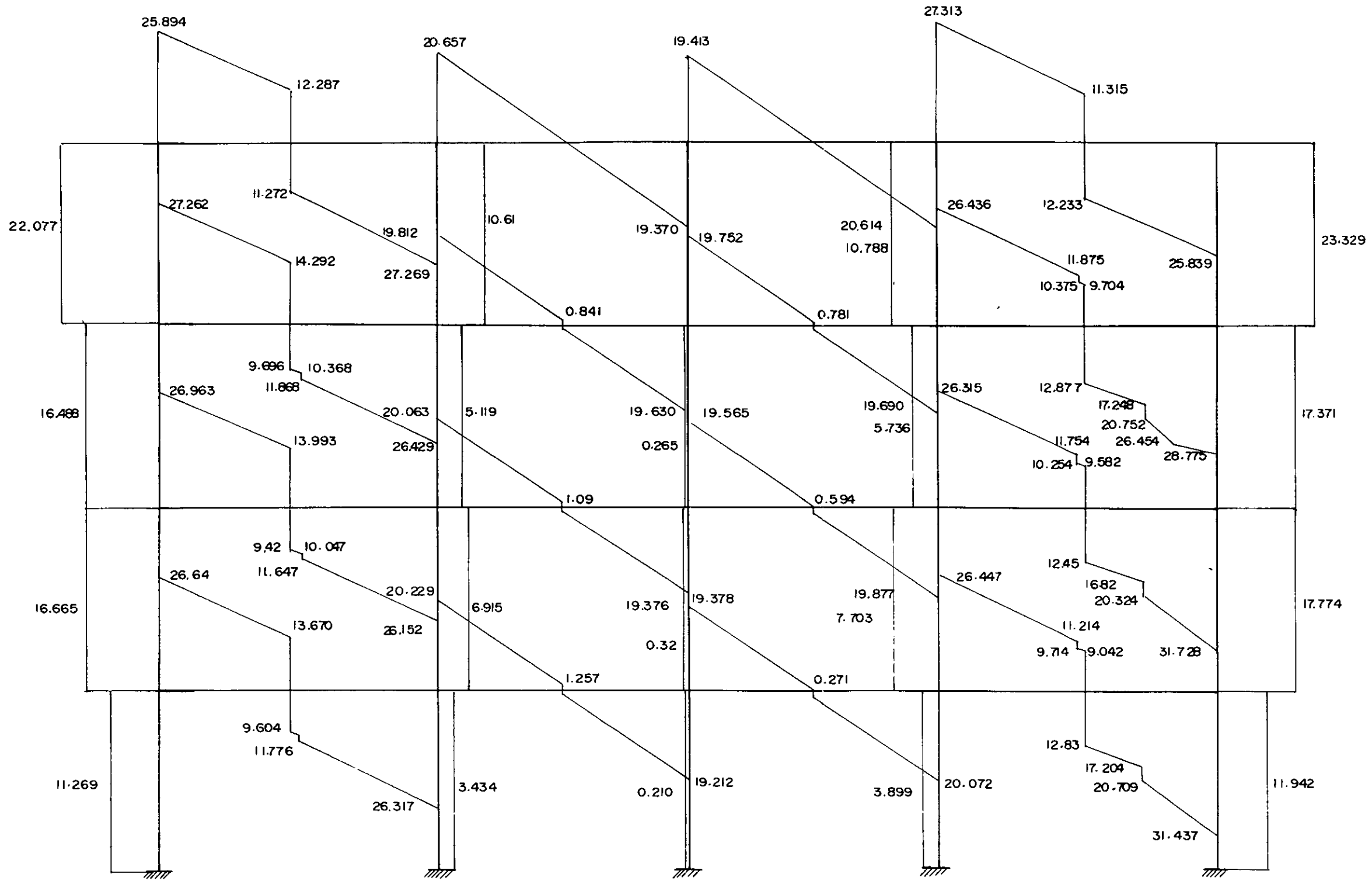
MARCO A
MOMENTO FLEXIONANTE



MARCO B
FUERZA AXIAL

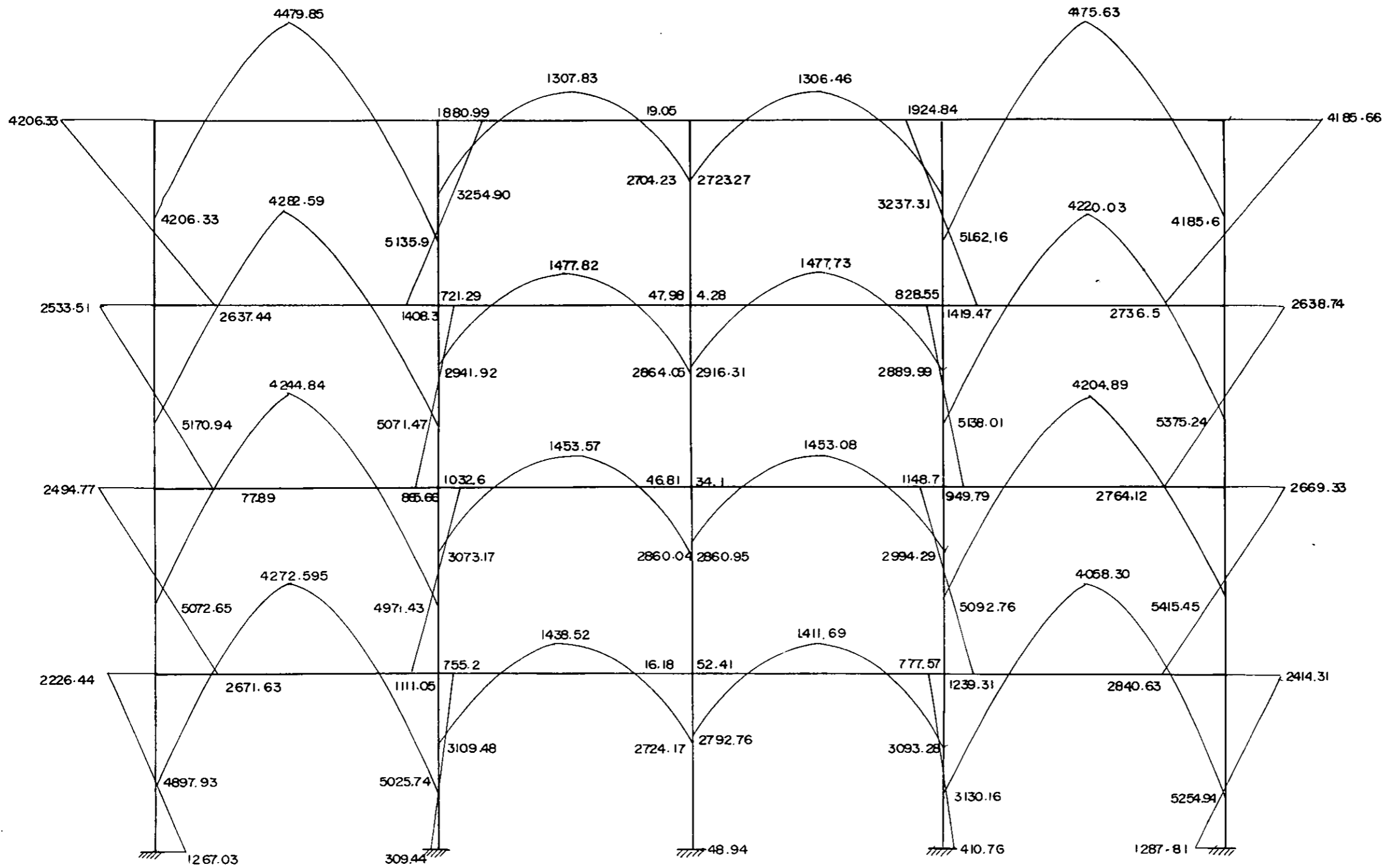


MARCO B
FUERZA CORTANTE



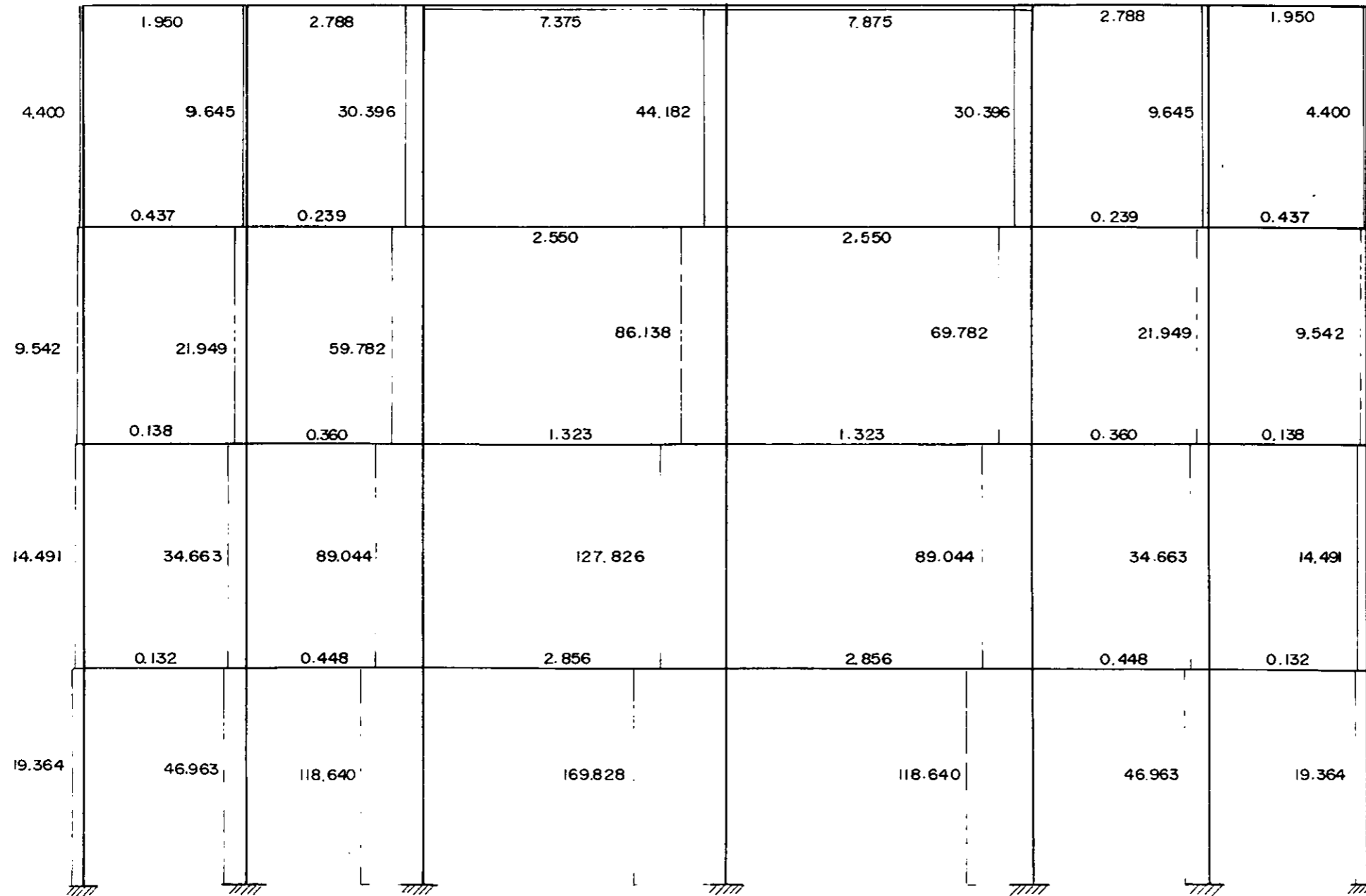
MARCO B

MOMENTO FLEXIONANTE

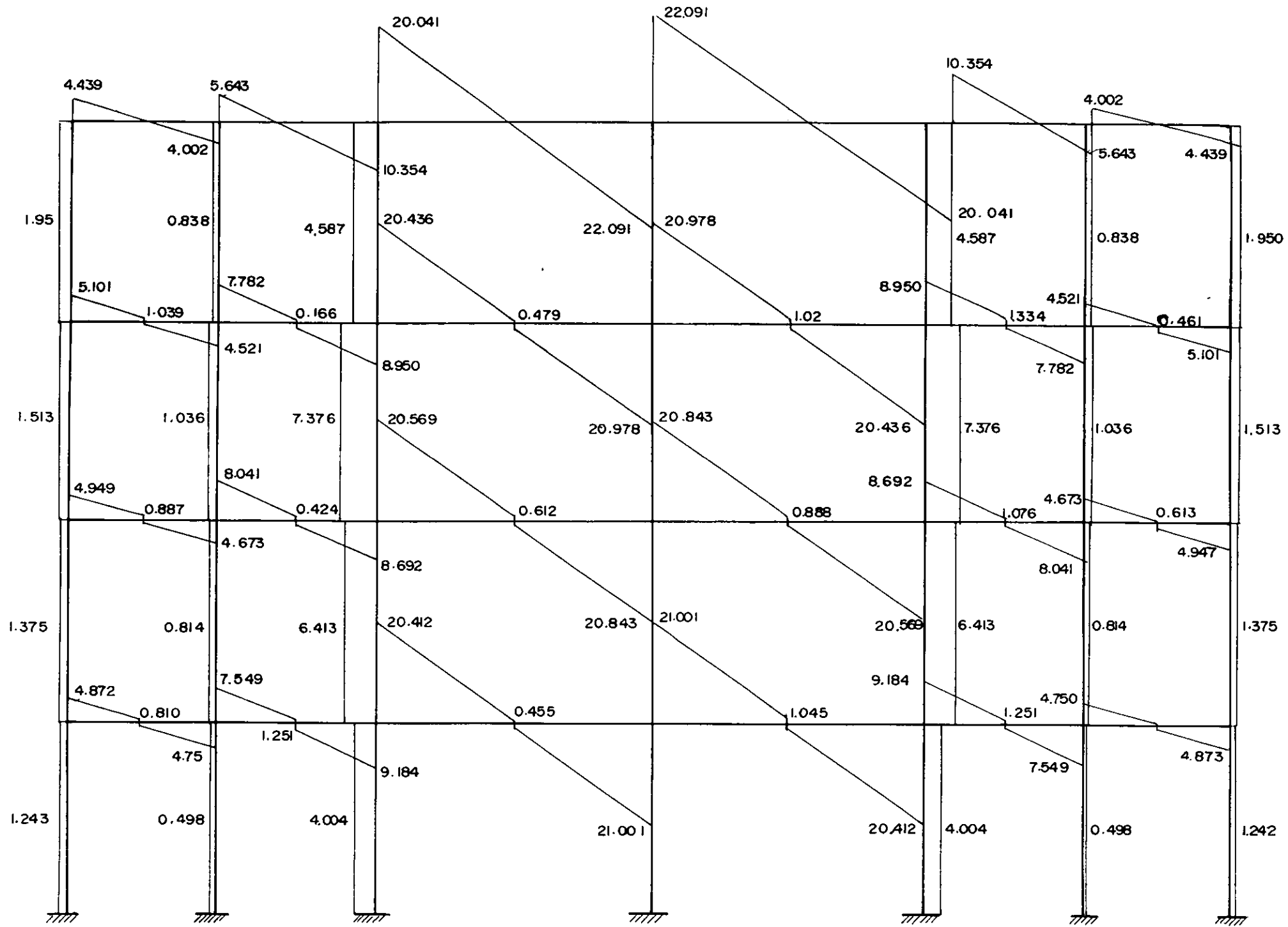


MARCOS C y F

FUERZA AXIAL

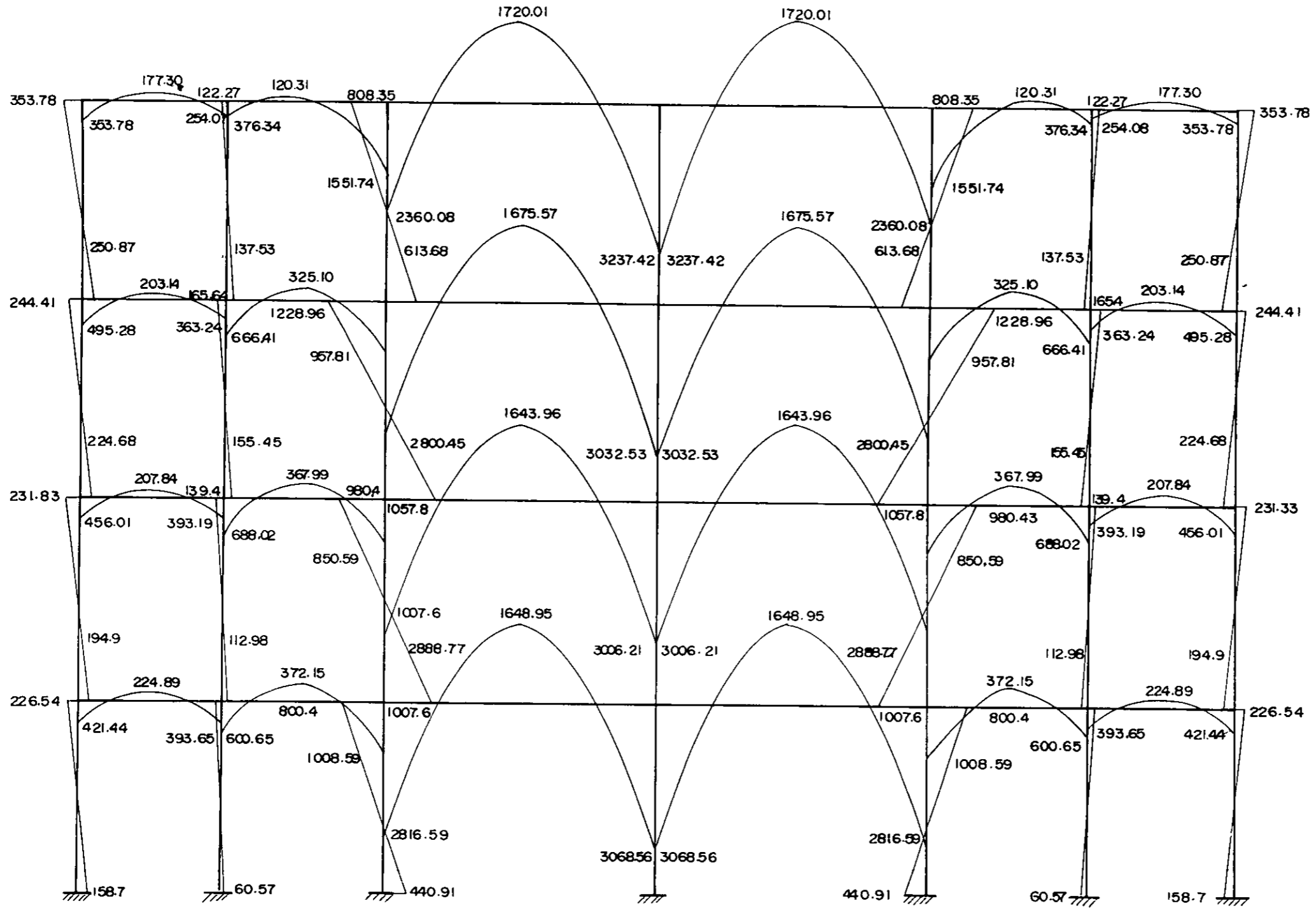


MARCOS C y F
 FUERZA CORTANTE

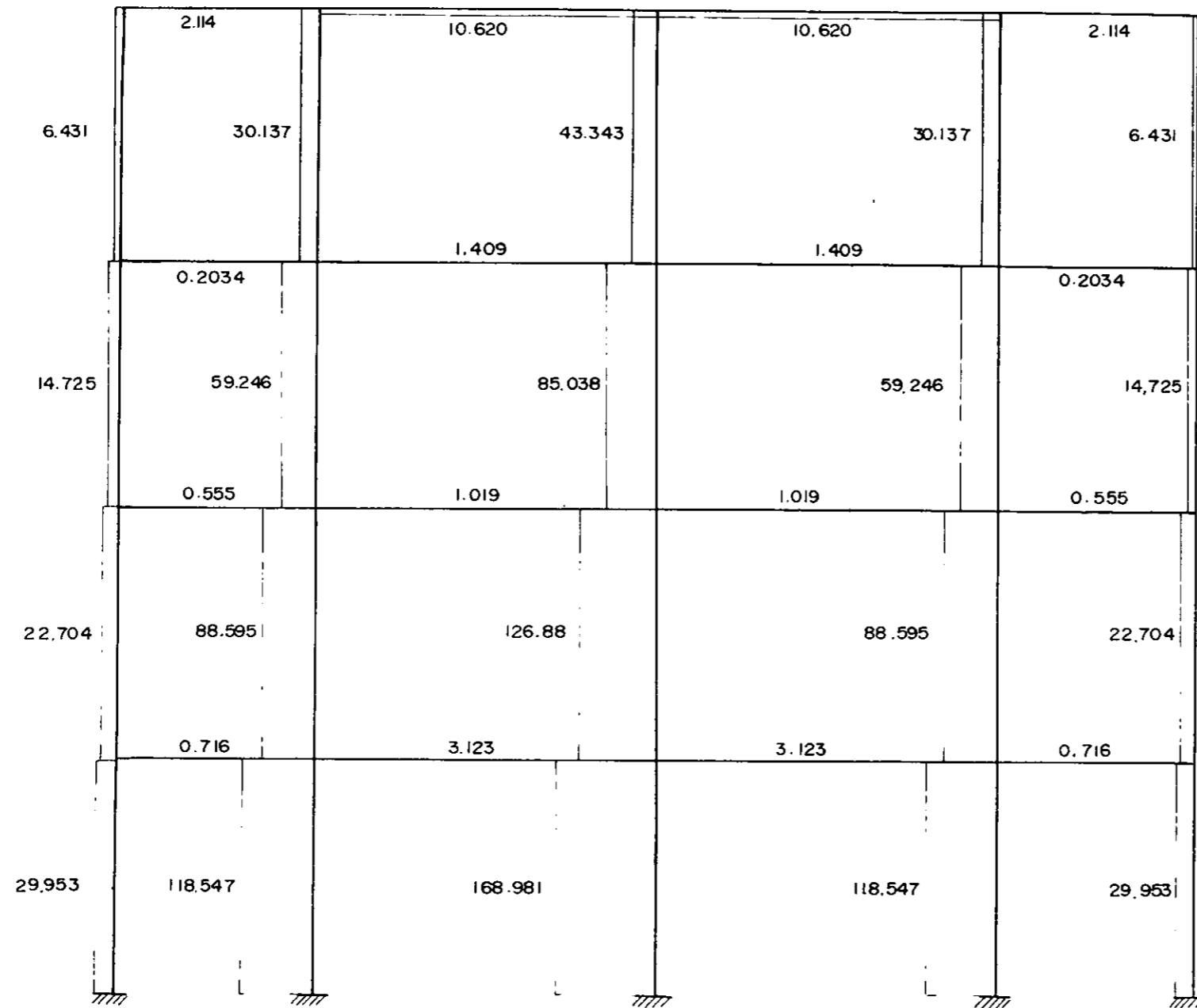


MARCOS C y F

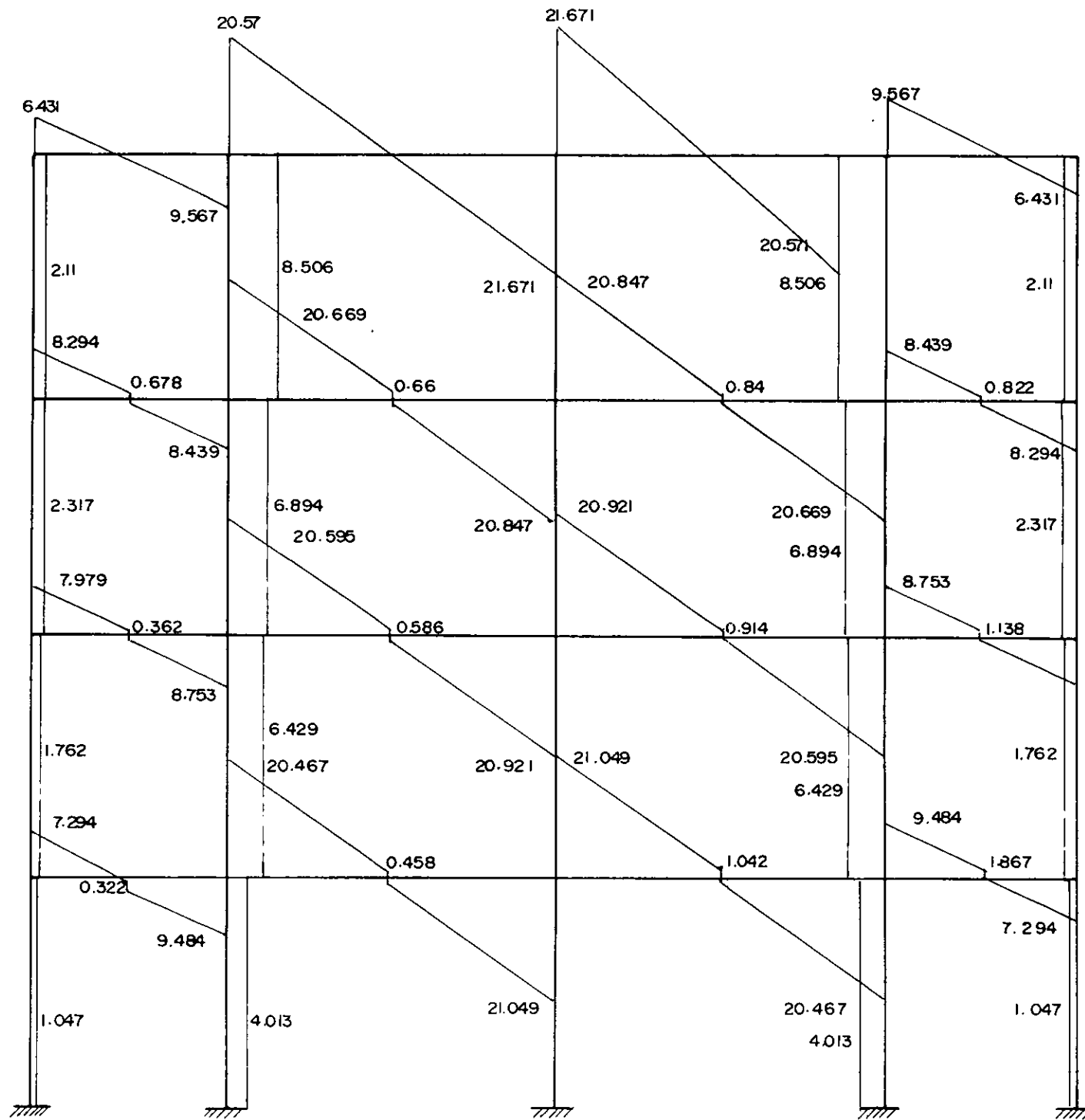
MOMENTO FLEXIONANTE



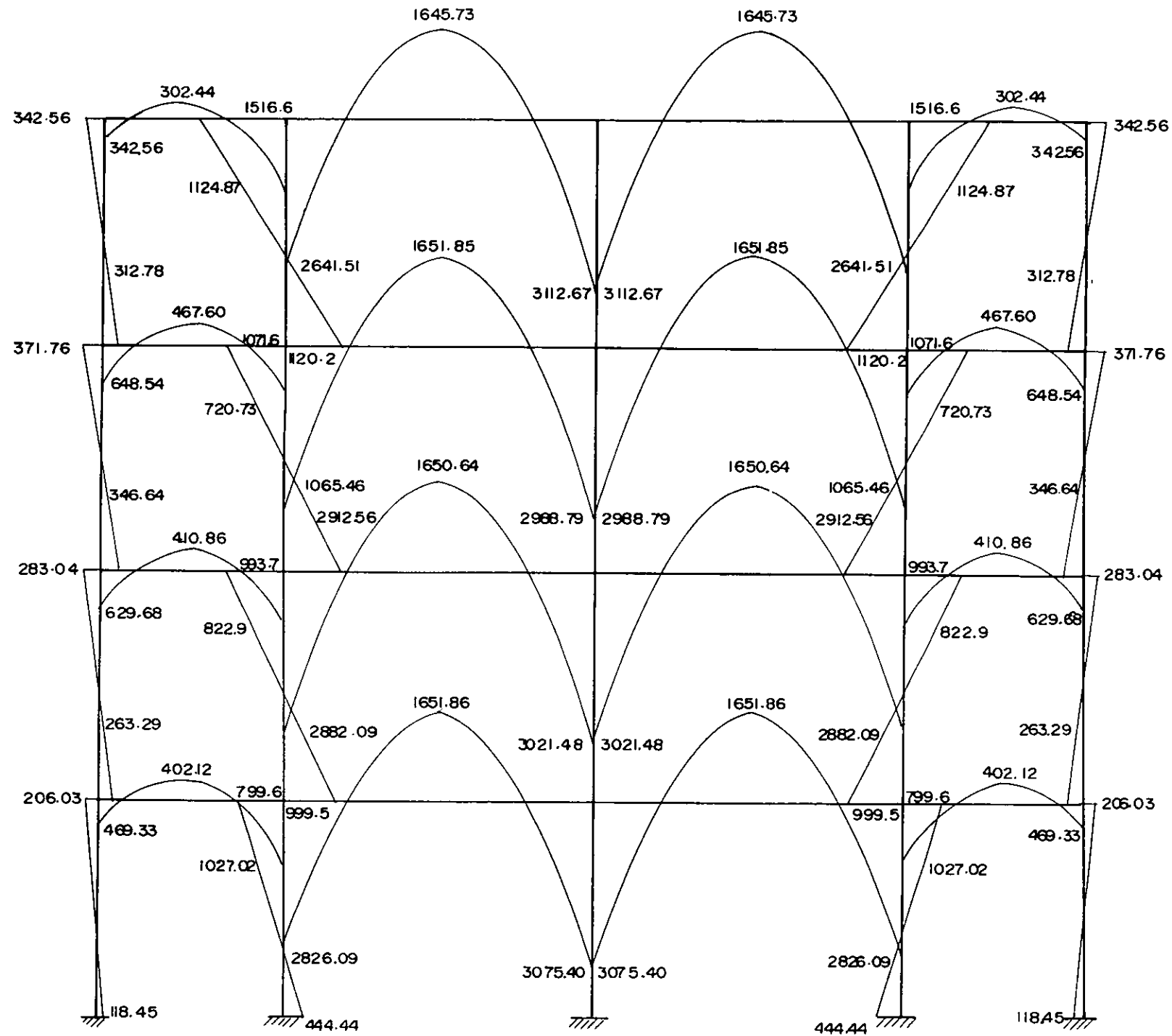
MARCOS D y E
FUERZA AXIAL



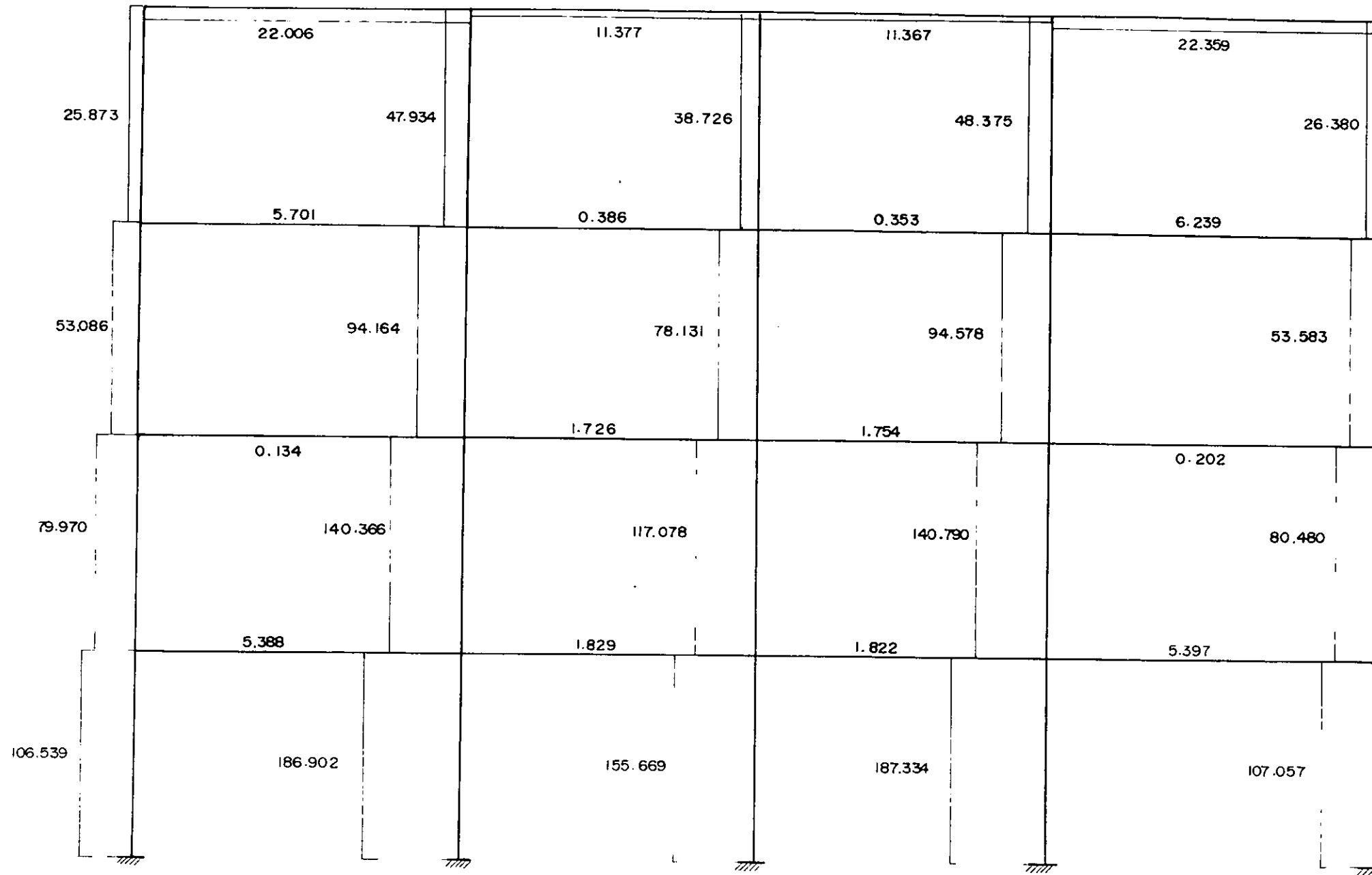
MARCOS D y E
 FUERZA CORTANTE



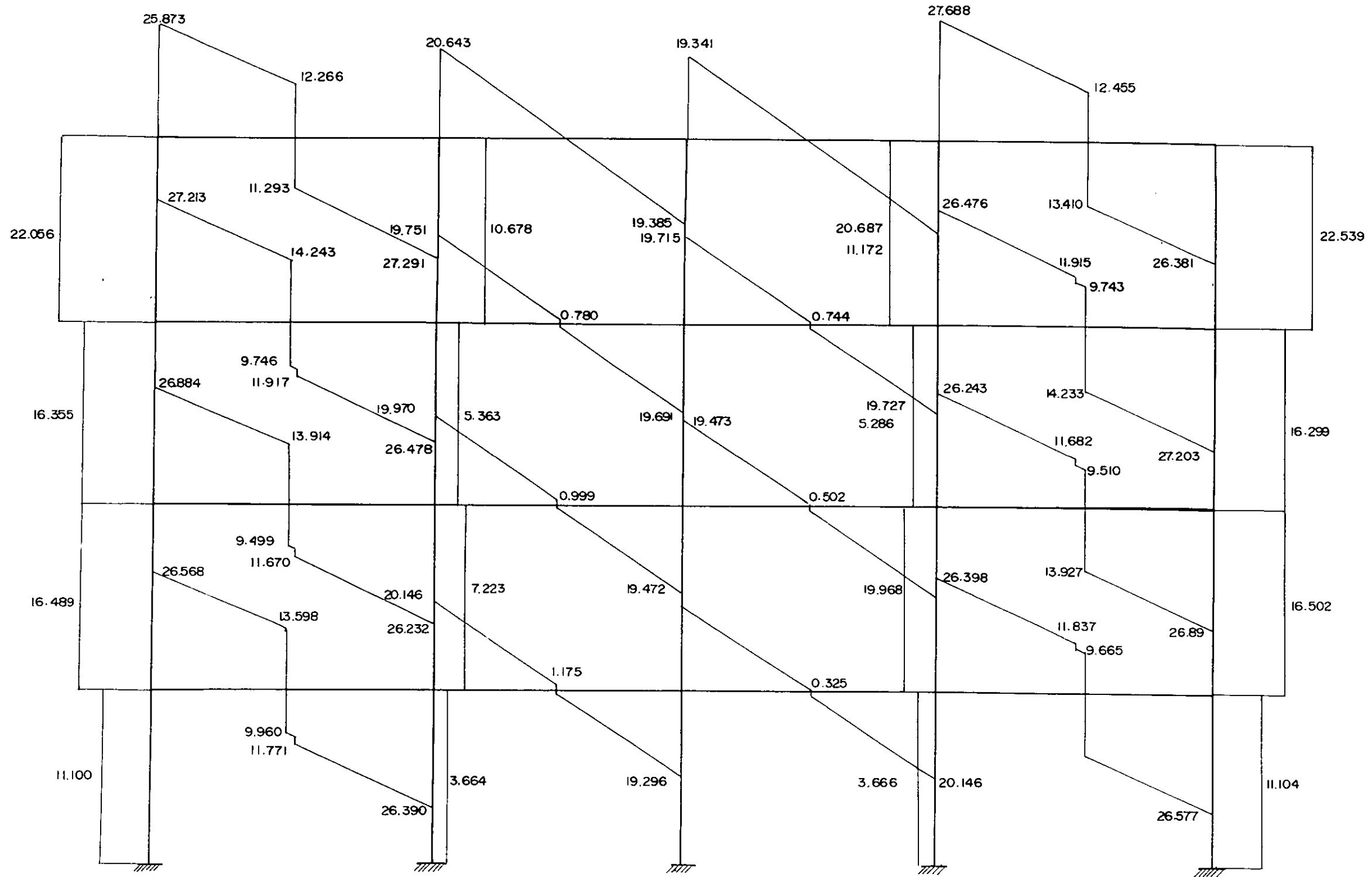
MARCOS D y E
 MOMENTO FLEXIONANTE



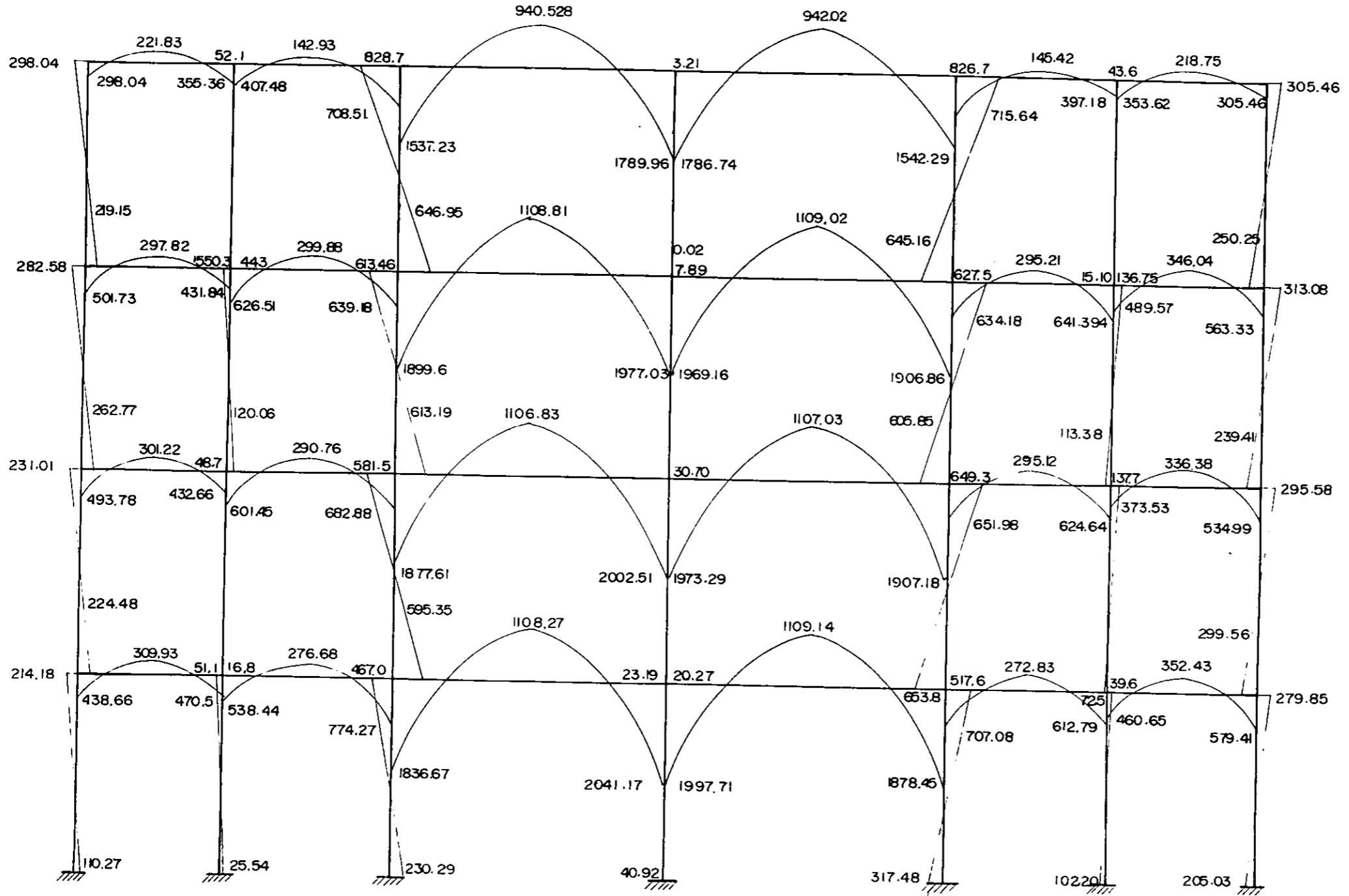
MARCO 6
FUERZA AXIAL



MARCO G
FUERZA CORTANTE



MARCO H
MOMENTO



CAPÍTULO V

ANÁLISIS SÍSMICO MODAL

En el presente capítulo se muestra el procedimiento que se siguió para la obtención de los cortantes sísmicos de diseño. Se aplicó un análisis dinámico y se comparó con el 80 % de los resultados obtenidos del método estático, se consideraron además los efectos de torsión debidos a la diferente rigidez y carga de cada marco.

5.1 Análisis sísmico modal espectral

El primer paso para realizar el análisis sísmico modal espectral es calcular las masas en cada entrepiso como se muestra a continuación.

5.1.1 Cálculo de masas en los entrepisos

5.1.1.1 Azotea

Losa maciza = $2 (4.55 \text{ m}) (22.80 \text{ m}) (0.7695 \text{ ton} / \text{m}^2) = 159.656 \text{ ton}$.

Losa encasetonada = $[(48.6 \text{ m}) (36.2 \text{ m}) - 207.48 \text{ m}^2] 0.9972 \text{ ton} / \text{m}^2 = 1547.495 \text{ ton}$.

Trabes = $7 (48.6 \text{ m}) (0.396 \text{ ton} / \text{m}) + [8 (36.2 \text{ m}) - 18.2 \text{ m}^2] 0.72 \text{ ton} / \text{m} = 330.127 \text{ ton}$.

Columnas = $[5 (8) + 2] (0.786 \text{ ton} / \text{m}) (1.55 \text{ m}) + 8 (1.55 \text{ m}) (0.6 \text{ ton} / \text{m}) = 57.437 \text{ ton}$.

Muros = $[3 (7.6 \text{ m}) + 4.55 \text{ m}] (3.1 \text{ m}) (0.404 \text{ ton} / \text{m}) + [2 (48.6 \text{ m}) + 2 (36.2 \text{ m})] (0.2628 \text{ ton} / \text{m}) + [48.6 \text{ m} + 32.6 \text{ m}] (3.1 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) = 100.38 \text{ ton}$.

$$W \text{ total} = 2195.095$$

$$m \text{ total} = 2195.095 \text{ ton} / 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 = 223.76 \text{ ton s}^2 / \text{m} = 2.2376 \text{ ton s}^2 / \text{cm}$$

5.1.1.2 nivel 3

Losa encasetonada = $[(48.6 \text{ m}) (36.2 \text{ m}) - 10.725 \text{ m}^2 - 207.48 \text{ m}^2] 0.9357 \text{ ton} / \text{m}^2 = 1442.021 \text{ ton}$.

Trabes = $330.127 \text{ ton} + (0.216 \text{ ton} / \text{m}) (5.5 \text{ m}) = 331.315 \text{ ton}$.

Columnas = $2 (87.437 \text{ ton}) = 114.874 \text{ ton}$.

Muros = $[6 (7.6 \text{ m}) + 2 (4.55 \text{ m})] (3.1 \text{ m}) (0.404 \text{ ton} / \text{m}) + 2(48.6 \text{ m} + 36.2 \text{ m}) (3.1 \text{ m}) (0.082 \text{ ton} / \text{m}^2) + (2) (48.6 \text{ m} + 36.2 \text{ m}) (0.3212 \text{ ton} / \text{m}) = 166.094 \text{ ton}$.

Rampas para vehículos = $(4.55 \text{ m}) (22.80 \text{ m}) (0.895 \text{ ton} / \text{m}^2) = 92.847 \text{ ton}$.

Escaleras = $(1.3 \text{ m}) (5.5 \text{ m}) (0.9936 \text{ ton} / \text{m}^2) = 7.104 \text{ ton}$.

$$W \text{ total} = 2154.256 \text{ ton}$$

$$m \text{ total} = 2154.256 \text{ ton} / 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 = 219.598 \text{ ton s}^2 / \text{m} = 2.19598 \text{ ton s}^2 / \text{cm}$$

5.1.1.3 Niveles 2 y 1

Losa encasetonada = 1442.021 ton

Trabes = 331.315 ton

Columnas = 114.874 ton

Muros = 166.094 ton

Rampas = $2 (4.55 \text{ m}) (22.80 \text{ m}) (0.895 \text{ ton} / \text{m}^2) = 185.694 \text{ ton}$

$$\text{Escaleras} = 2 (7.104 \text{ ton}) = 14.208 \text{ ton}$$

$$W \text{ total} = 2254.206 \text{ ton}$$

$$m \text{ total} = 2254.206 \text{ ton} / 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 = 229.786 \text{ ton s}^2 / \text{m} = 2.29786 \text{ ton s}^2 / \text{cm}$$

5.1.2 Cálculo de las rigideces de los marcos

Para tomar en cuenta la contribución de los muros a la rigidez de un marco ante cargas laterales, se utilizó el método de la columna ancha, el cual se basa en que las deformaciones laterales de un muro pueden calcularse con mucha precisión, siempre y cuando se tomen en cuenta las deformaciones debidas a flexión y a cortante. Se le denomina columna ancha para distinguirla de las columnas en que sólo se consideran las deformaciones por flexión.

Para analizar sistemas de muros confinados por marcos, se les considera como una columna ancha con sus propiedades concentradas en su eje centroidal, y se supone que las zonas de vigas que están dentro de los muros son infinitamente rígidas a flexión.

Las deformaciones por cortante en las columnas y las zonas rígidas de las vigas, modifican las matrices de rigidez de ambas quedando como se muestra a continuación:

Matriz de rigidez para columnas anchas

$$\begin{array}{c} X1 \\ Y1 \\ M1 \\ X2 \\ Y2 \\ M2 \end{array} = \begin{array}{ccccc} 12 EI / (1 + \alpha) h^3 & & & & \\ -12 EI / (1 + \alpha) h^3 & 12 EI / (1 + \alpha) h^3 & & & \\ \frac{h^3}{6 EI / (1 + \alpha) h^2} & \frac{h^3}{6 EI / (1 + \alpha) h^2} & (4 + \alpha) EI / (1 + \alpha) h & & \\ -6 EI / (1 + \alpha) h^2 & 6 EI / (1 + \alpha) h^2 & (2 - \alpha) EI / (1 - \alpha) h & (4 + \alpha) EI / (1 + \alpha) h & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & EA / h \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -EA / h \quad EA / h \end{array} \begin{array}{c} U1 \\ v1 \\ \emptyset1 \\ U2 \\ V2 \\ \emptyset2 \end{array}$$

Simétrica

Matriz de rigidez para las vigas con zonas rígidas en sus extremos

$$EI / L \begin{array}{ccc} 4 + 12 \gamma / \lambda (1 + \gamma / \lambda) & & \\ 2 + 6((\gamma + \beta)) / \lambda + 12 \gamma \beta / \lambda^2 & 4 + 12 \beta / \lambda (1 + \beta / \lambda) & \\ (-6 / \lambda) (1 + 2\gamma / \lambda) & (-6 / \lambda) (1 + 2\beta / \lambda) & 12 \lambda^2 / P \\ (6 / \lambda) (1 + 2\gamma / \lambda) & (6 / \lambda) (1 + 2\beta / \lambda) & 12 \lambda^2 / P \end{array} \begin{array}{c} \\ \\ \\ 12 \lambda^2 / P \end{array}$$

Simétrica

Donde:

$$\alpha = 12 EI / G \Omega$$

Ω = Área de cortante

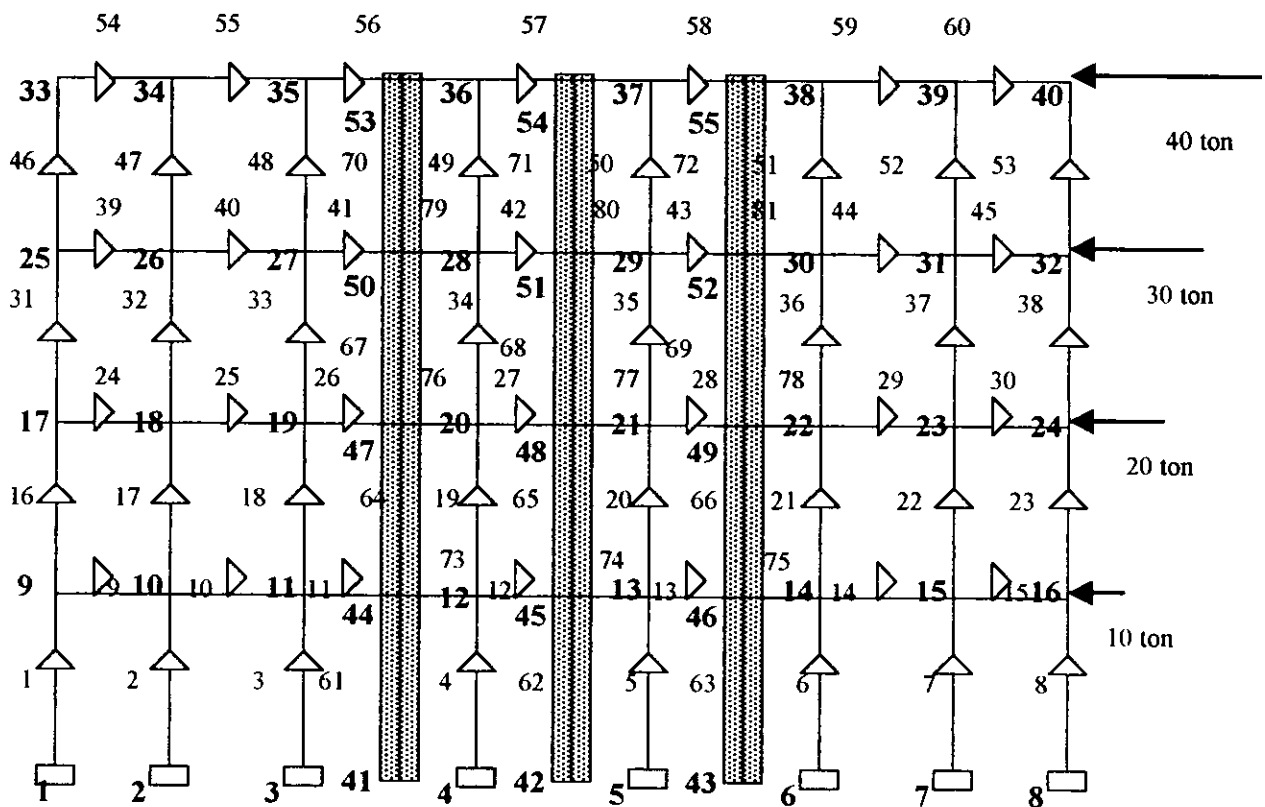
λl = Parte de la viga que no es infinitamente rígida

γl = Longitud del extremo rígido de la viga

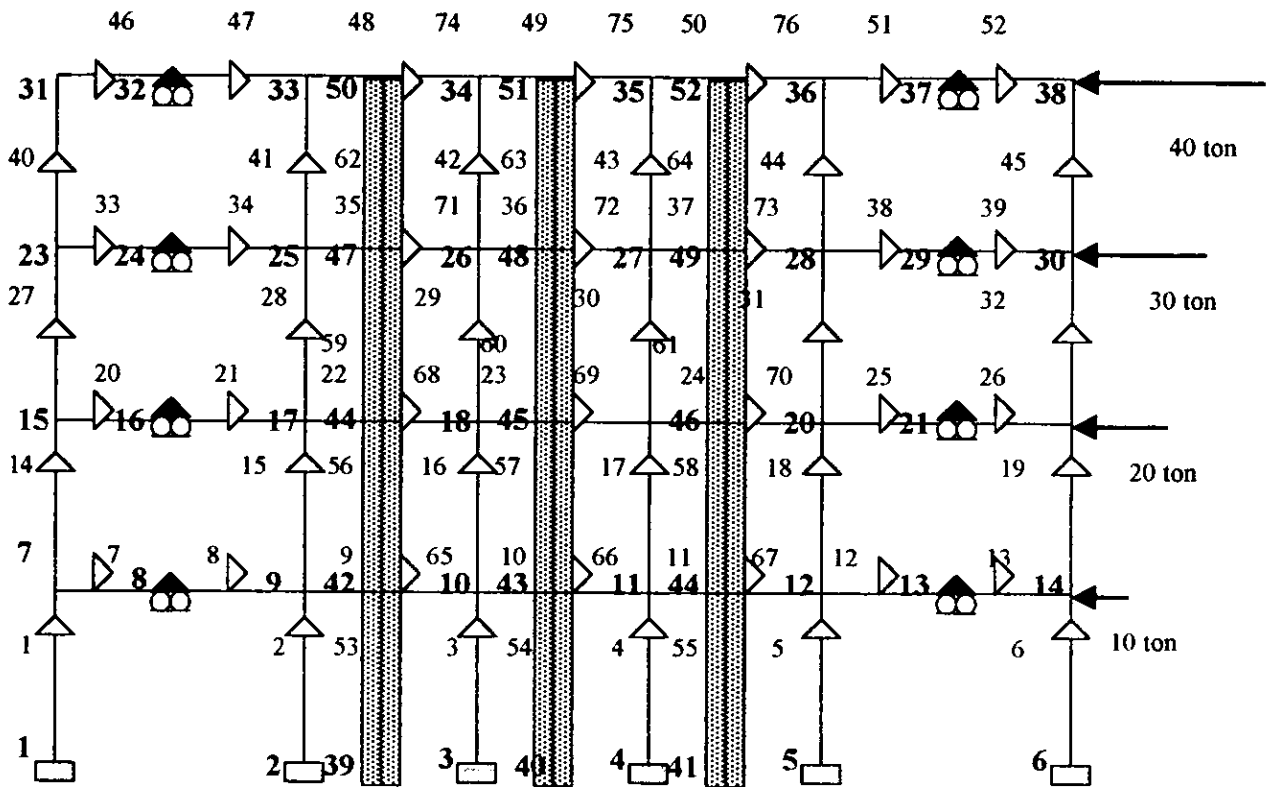
(Bazan, 1989; 58 – 60)

5.1.2.1 Diagramas de los marcos

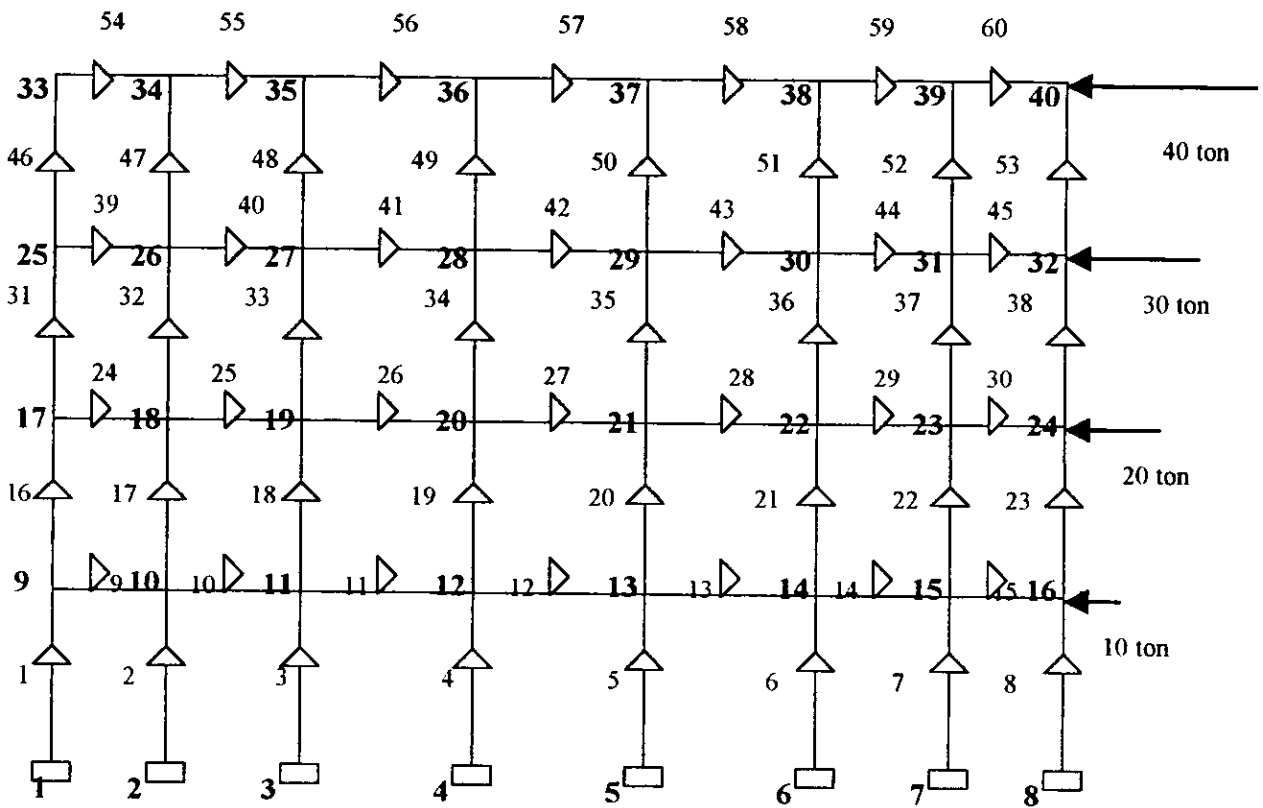
5.1.2.1.1 Marcos 1 y 7



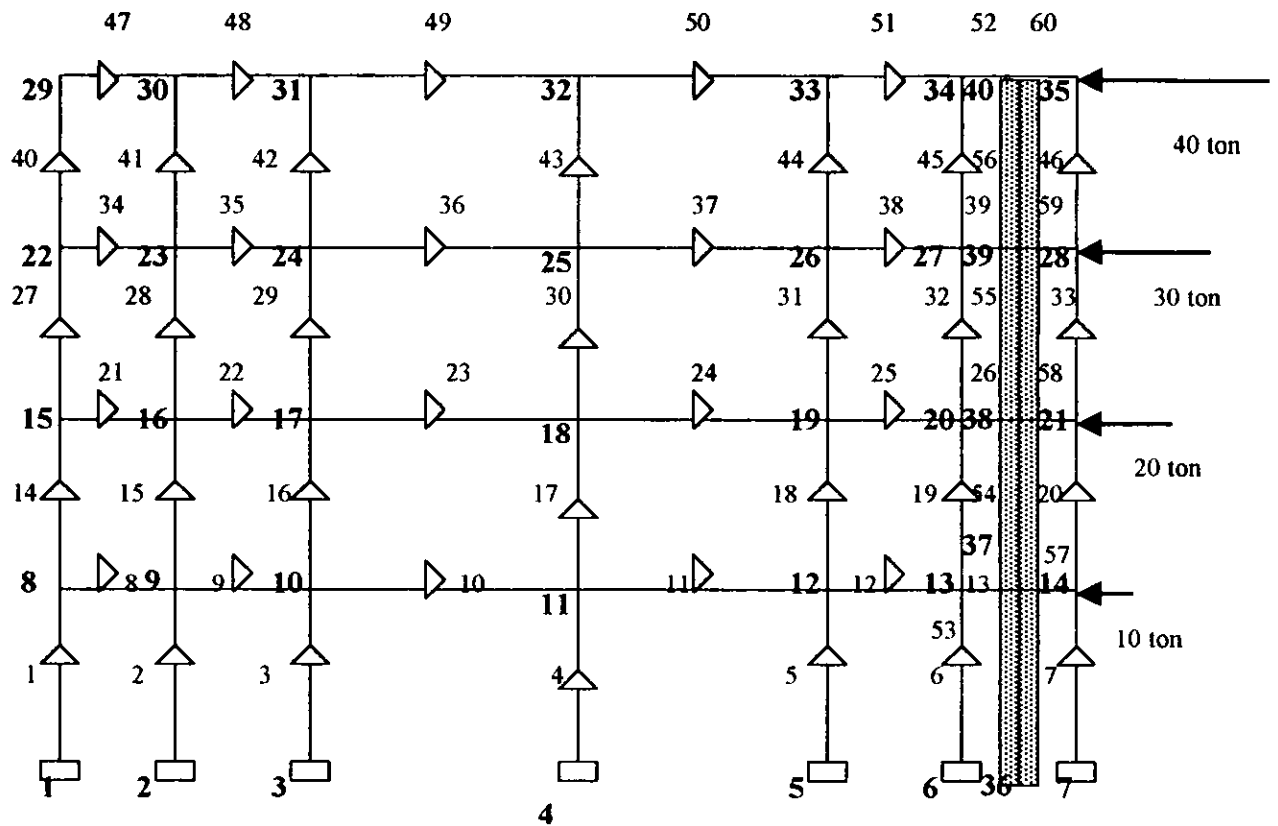
5.1.2.1.2 Marcos 2 y 6



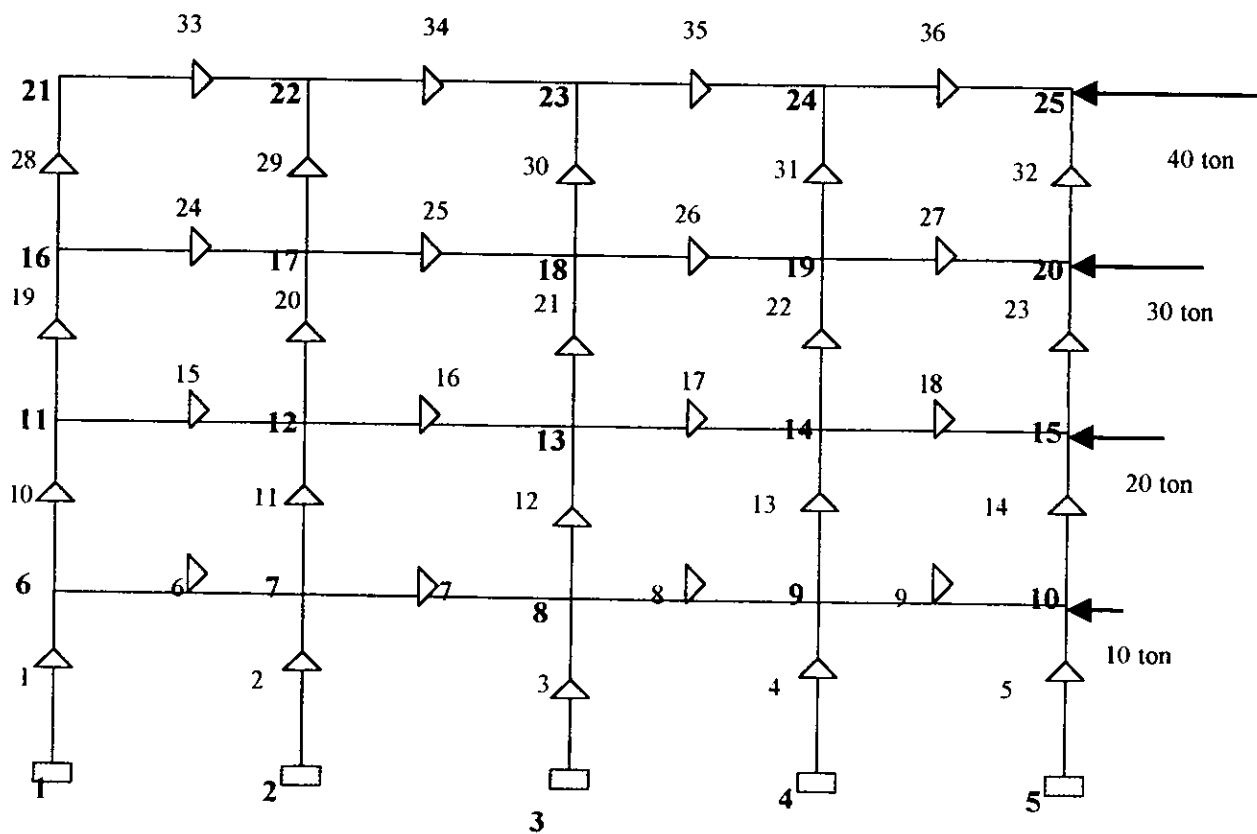
5.1.2.1.3 Marcos 3, 4 y 5



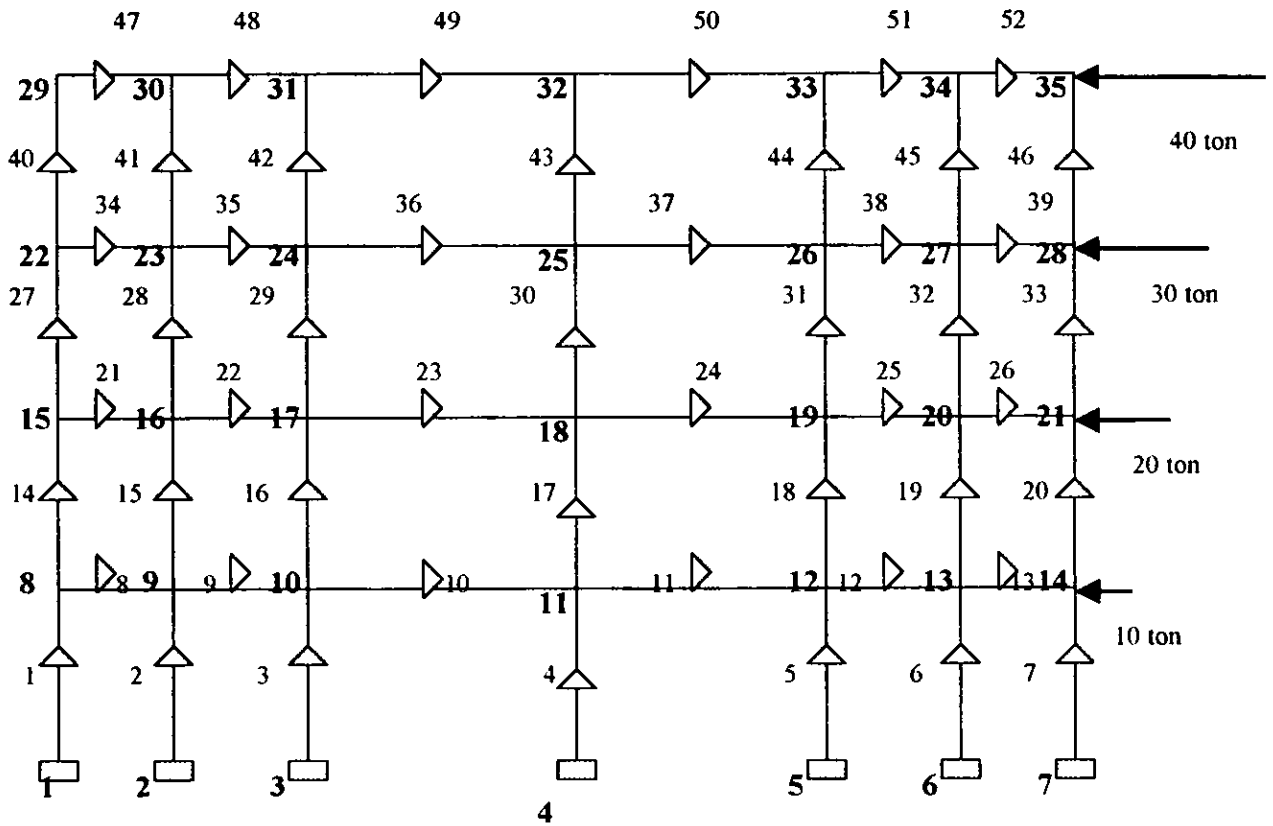
5.1.2.1.4 Marcos A y H



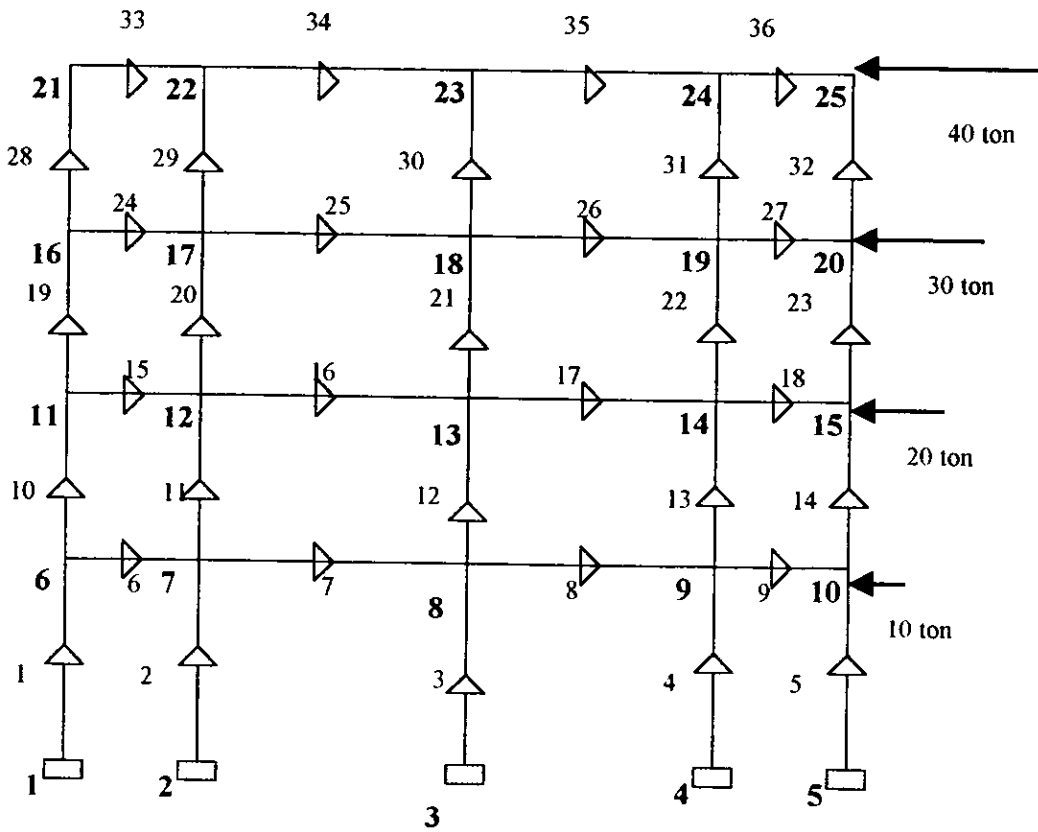
5.1.2.1.5 Marcos B y G



5.1.2.1.6 Marcos C y F



5.1.2.1.7 Marcos D y E



Cálculo de rigideces del edificio

Desplazamientos relativos (cm)

	Marcos 1 y 7	Marcos 2 y 6	Marcos 3, 4 y 5	Marcos A Y H	Marcos B y G	Marcos C y F	Marcos D y E
Nivel 4	0.0952	0.1014	0.53203	0.12481	0.35047	0.253574	0.316182
Nivel 3	0.1614	0.1658	0.9013	0.197068	0.555959	0.360184	0.5179
Nivel 2	0.2155	0.2198	1.0734	0.238797	0.660846	0.423358	0.62796
Nivel 1	0.2019	0.2111	0.848	0.171687	0.42094	0.304206	0.45693

Cortantes en los entrepisos (ton)

	Marcos 1 y 7	Marcos 2 y 6	Marcos 3, 4 y 5	Marcos A Y H	Marcos B y G	Marcos C y F	Marcos D y E
Nivel 4	40	40	40	40	40	40	40
Nivel 3	70	70	70	70	70	70	70
Nivel 2	90	90	90	90	90	90	90
Nivel 1	100	100	100	100	100	100	100

Rigideces de entrepiso (ton / cm)

	Marcos 1 y 7	Marcos 2 y 6	Marcos 3, 4 y 5	Marcos A Y H	Marcos B y G	Marcos C y F	Marcos D y E
Nivel 4	420.1681	394.4773	75.18373	320.4871	114.1325	157.7449	126.5094
Nivel 3	433.7051	422.1954	77.665594	355.2073	125.9086	194.3451	135.1612
Nivel 2	417.6334	409.4631	83.845724	376.8892	136.1891	212.5861	143.3212
Nivel 1	495.2947	473.7091	117.92453	582.4539	237.5635	328.7252	218.8519

5.2 Modos de vibración

RIGIDECES DE LOS MARCOS (en ton / cm)

	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
Marcos 1 y 7	420.1681	433.7051	417.6334	495.2947
Marcos 2 y 6	394.4773	422.1954	409.4631	473.7091
Marcos 3, 4 y 5	75.18373	77.6656	83.8457	117.9245
Ky	1854.84	1944.798	1905.73	2291.781
Marcos A y H	320.4871	355.2073	376.8892	582.4539
Marcos B y G	114.1324	125.9086	136.1891	237.5636
Marcos C y F	157.7449	194.3451	212.5861	143.3212
Marcos D y E	126.5094	135.1612	143.3212	218.8519
Kx	1437.75	1621.24	1737.97	2364.38

MASAS DE LOS ENTREPISOS

	masa
Nivel 4	2.2376
Nivel 3	2.196
Nivel 2	2.2979
Nivel 1	2.2979

5.2.1 Dirección X

MATRIZ DE MASAS

2.2979	0	0	0
0	2.2979	0	0
0	0	2.196	0
0	0	0	2.2376

MATRIZ DE RIGIDECES

4102.35	-1737.97	0	0
-1737.97	3359.21	-1621.24	0
0	-1621.24	3059.02	-1437.75
0	0	-1437.75	1437.75

Solucionando $[K] - [m] w^2 = 0$

	Frecuencia	Periodo
$w_1^2 = I_1 =$	102.687	0.6201
$w_2^2 = I_2 =$	768.247	0.2267
$w_3^2 = I_3 =$	1774.303	0.1492
$w_4^2 = I_4 =$	2637.518	0.1223

Para w_1^2

3866.39	-1737.97	0	0	$\begin{matrix} \varnothing_{11} \\ \varnothing_{12} \\ \varnothing_{13} \\ \varnothing_{14} \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$
-1737.97	3123.26	-1621.24	0	
0	-1621.24	2833.53	-1437.75	
0	0	-1437.75	1207.99	

\varnothing_{11}	\varnothing_{12}	\varnothing_{13}	\varnothing_{14}
1	2.2247	3.2136	3.8248

Para w_2^2

$$\begin{vmatrix} 2336.99 & -1737.97 & 0 & 0 \\ -1737.97 & 1593.86 & -1621.24 & 0 \\ 0 & -1621.24 & 1371.95 & -1437.75 \\ 0 & 0 & -1437.75 & -281.28 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Ø21} \\ \text{Ø22} \\ \text{Ø23} \\ \text{Ø24} \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

Ø21	Ø22	Ø23	Ø24
1	1.409	0.2615	-1.3392

Para w_3^2

$$\begin{vmatrix} 25.179 & -1737.97 & 0 & 0 \\ -1737.97 & -717.96 & -1621.24 & 0 \\ 0 & -1621.24 & -837.35 & -1437.75 \\ 0 & 0 & -1437.75 & -2532.43 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Ø31} \\ \text{Ø32} \\ \text{Ø33} \\ \text{Ø34} \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

Ø31	Ø32	Ø33	Ø34
1	0.0143	-1.0783	0.6121

Para w_4^2

$$\begin{vmatrix} -1958.67 & -1737.97 & 0 & 0 \\ -1737.97 & -2432.78 & -1621.24 & 0 \\ 0 & -1621.24 & -2732.97 & -1437.75 \\ 0 & 0 & -1437.75 & -4463.96 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Ø41} \\ \text{Ø42} \\ \text{Ø43} \\ \text{Ø44} \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

Ø41	Ø42	Ø43	Ø44
1	-1.124	0.8021	-0.2583

2.2.2 Dirección Y

MATRIZ DE MASAS

2.2979	0	0	0
0	2.2979	0	0
0	0	2.196	0
0	0	0	2.2376

MATRIZ DE RIGIDECES

4197.511	-1905.73	0	0
-1905.73	3850.528	-1944.798	0
0	-1944.798	3799.638	-1854.84

$$0 \quad 0 \quad -1854.84 \quad 1854.84$$

Solucionando $[K] - [m] w^2 = 0$

$$25.9463 \lambda^4 - 75,247.7420 \lambda^3 + 67,212,805.4353 \lambda^2 - 18,885,424,782.8 \lambda + 822,514,188,230 = 0$$

	Frecuencia	Periodo
$w1^2 = I1 =$	110.773	0.5970
$w2^2 = I2 =$	886.565	0.2110
$w3^2 = I3 =$	2041.944	0.1390
$w4^2 = I4 =$	3027.80	0.1142

Para $w1^2$

$$\begin{vmatrix} 3942.96 & -1905.73 & 0 & 0 \\ -1905.73 & 3645.98 & -1944.798 & 0 \\ 0 & -1944.798 & 3556.38 & -1854.84 \\ 0 & 0 & -1854.84 & 1854.84 \end{vmatrix} \begin{matrix} \varnothing11 \\ \varnothing12 \\ \varnothing13 \\ \varnothing14 \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

$\varnothing11$	$\varnothing12$	$\varnothing13$	$\varnothing14$
1	2.0596	2.8251	3.2591

Para $w2^2$

$$\begin{vmatrix} 2160.27 & -1905.73 & 0 & 0 \\ -1905.73 & 1863.29 & -1944.798 & 0 \\ 0 & -1944.798 & 1852.74 & -1854.84 \\ 0 & 0 & -1854.84 & -128.94 \end{vmatrix} \begin{matrix} \varnothing21 \\ \varnothing22 \\ \varnothing23 \\ \varnothing24 \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

$\varnothing21$	$\varnothing22$	$\varnothing23$	$\varnothing24$
1	1.1242	0.0727	-1.1065

Para $w3^2$

$$\begin{vmatrix} -494.673 & -1905.73 & 0 & 0 \\ -1905.73 & -791.65 & -1944.798 & 0 \\ 0 & -1944.798 & -684.47 & -1854.84 \\ 0 & 0 & -1854.84 & -2714.21 \end{vmatrix} \begin{matrix} \varnothing31 \\ \varnothing32 \\ \varnothing33 \\ \varnothing34 \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

$\varnothing31$	$\varnothing32$	$\varnothing33$	$\varnothing34$
1	-0.269	-0.8609	0.5919

Para $w4^2$

$$\begin{vmatrix} -2760.072 & -1905.73 & 0 & 0 \\ -1905.73 & -3057.05 & -1944.798 & 0 \\ 0 & -1944.798 & -2849.41 & -1854.84 \\ 0 & 0 & -1854.84 & -4920.17 \end{vmatrix} \begin{matrix} \phi_{41} \\ \phi_{42} \\ \phi_{43} \\ \phi_{44} \end{matrix} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

ϕ_{41}	ϕ_{42}	ϕ_{43}	ϕ_{44}
1	-1.4575	1.3369	-0.5065

(Bazán, 1989; 113 – 128)

5.3 Análisis sísmico modal espectral

5.3.1 Dirección X

Del espectro de pseudoaceleraciones de R.C.E.M., para Uruapan, zona B y suelo tipo II

Eligiendo $Q = 2$

$a_0 = .08$

$T_1 = 0.50$

$T_2 = 2$

$r = 2 / 3$

$c = 0.20$

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot A_i R}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot A_i R^2}$$

$$\phi R = \frac{aR \cdot g}{Q' R \cdot \omega^2 R}$$

Calculando los desplazamientos como $X_{iR} = CR \phi R A_i R$, y las fuerzas cortantes como los desplazamientos relativos multiplicados por la rigidez del entrepiso correspondiente.

Modo	a	Q'	ϕ_r	Cr
1er modo	0.2	2	0.019107387	0.333299104
2do modo	0.1569	1.6412	0.002441536	0.282434698
3er modo	0.1306	1.4218	0.001015657	0.234170348
4to modo	0.1215	1.346	0.000671531	0.132852673

Desplaz.	1er modo	2do modo	3er modo	4to modo
Nivel 1	0.006368475	0.000689575	0.000237837	8.92147E-05
Nivel 2	0.014167946	0.000971611	3.40107E-06	-0.000100277
Nivel 3	0.020465731	6.21943E-05	-0.000256459	7.15591E-05
Nivel 4	0.024358143	-0.000119476	0.00014558	-2.30442E-05

Despl. Relat.	1er modo	2do modo	3er modo	4to modo
Nivel 1	0.006368475	0.000689575	0.000237837	8.92147E-05
Nivel 2	0.007799471	0.000282036	-0.000234436	-0.000189492
Nivel 3	0.006297785	-0.000909416	-0.00025986	0.000171836
Nivel 4	0.003892412	-0.000181671	0.000402039	-9.46033E-05

F. Cortante	1er modo	2do modo	3er modo	4to modo
Nivel 1	752.875124	81.52085682	28.11684274	10.54688166
Nivel 2	677.7628239	24.508522	-20.37212754	-16.46658967
Nivel 3	510.5124245	-73.71929921	-21.06486788	13.92944766
Nivel 4	279.8152933	-13.05982998	28.90155366	-6.800783444

Calculando las respuestas totales como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los componentes se tiene:

Resp. Totales	V (ton)	Desp. Rel. (m)	x (m)
Nivel 1	757.8709627	0.006410734	0.006410734
Nivel 2	678.7114889	0.014201577	0.020612311
Nivel 3	516.425434	0.020467558	0.041079869
Nivel 4	281.6890271	0.024358882	0.065438751

5.3.2 Dirección Y

Modo	a	Q'	ϕ_r	Cr
1er modo	0.2	2	0.018526667	0.384840292
2do modo	0.1532	1.6104	0.002202141	0.322503042
3er modo	0.1283	1.4022	0.00091961	0.228412284
4to modo	0.1196	1.3304	0.00060933	0.064324342

Desplaz.	1er modo	2do modo	3er modo	4to modo
Nivel 1	0.007129808	0.000710197	0.00021005	3.91948E-05
Nivel 2	0.014684553	0.000798404	-5.65035E-05	-5.71264E-05
Nivel 3	0.020142421	1.52706E-05	-0.000180832	5.23995E-05
Nivel 4	0.023236757	-4.3369E-05	0.000124329	-1.98521E-05

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

Despl. Relat.	1er modo	2do modo	3er modo	4to modo
Nivel 1	0.007129808	0.000710197	0.00021005	3.91948E-05
Nivel 2	0.007554745	8.82065E-05	-0.000266554	-9.63211E-05
Nivel 3	0.005457868	-0.000783133	-0.000124329	0.000109526
Nivel 4	0.003094337	-5.86397E-05	0.000305161	-7.22516E-05

F. Cortante	1er modo	2do modo	3er modo	4to modo
Nivel 1	842.8792043	83.95884736	24.8319361	4.633568143
Nivel 2	656.4964267	7.665017338	-23.163132	-8.370167688
Nivel 3	442.4269009	-63.48250457	-10.07836107	8.878408401
Nivel 4	222.4437574	-4.215451169	21.9372188	-5.193980218

Resp. Totales	V (ton)	Desp. Rel. (m)	x (m)
Nivel 1	847.4270093	0.007168277	0.007168277
Nivel 2	657.0029689	0.014706461	0.021874738
Nivel 3	447.1599161	0.020143306	0.042018045
Nivel 4	223.6229287	0.023237139	0.065255183

(Bazán, 1989; 133 – 141)

5.4 Análisis sísmico estático y comparación de diseño

Aunque el análisis estático arroja los mismos resultados para dos direcciones ortogonales de un edificio, aquí se realizará de forma independiente en cada sentido para compararlo con el análisis modal y elegir los valores de diseño.

5.4.1 Dirección X

Nivel	Wi (ton)	hi (m)	Wi hi	Fi
4	2195.0856	12.4	27219.06144	353.4275
3	2154.276	9.3	20034.7668	260.1426
2	2254.2399	6.2	13976.28738	181.4759
1	2254.2399	3.1	6988.14369	90.738
Suma	8857.8414		68218.25931	

Vi	0.80 V estático	V dinámico	V diseño
353.4275	282.742	281.6890271	282.742
613.5701	490.85608	516.425434	516.4628667
795.046	636.0368	678.7114889	678.7577414
885.784	708.6272	757.8709627	757.9243696

5.4.2 Dirección Y

Nivel	Wi (ton)	hi (m)	Wi hi	Fi
4	2195.0856	12.4	27219.06144	353.4275
3	2154.276	9.3	20034.7668	260.1426
2	2254.2399	6.2	13976.28738	181.4759
1	2254.2399	3.1	6988.14369	90.738
Suma	8857.8414		68218.25931	

Vi	0.80 V estático	V dinámico	V diseño
353.4275	282.742	223.6229287	282.742
613.5701	490.85608	447.1599161	490.8561
795.046	636.0368	657.0029689	657.0029
885.784	708.6272	847.4270093	847.427

(Bazán, 1989; 83 – 85)

5.5 Efectos de torsión

5.5.1 Centro de masa

5.5.1.1 Nivel 1

46.55	74.30	111.141	138.889	100.94	78.27	49.17
170.325		281.407	253.084	281.839		170.858
99.987	170.075	237.077	294.336	237.077	169.714	99.988
86.057	166.591	238.634	295.544	238.634	166.622	86.056
86.057	166.591	238.634	295.554	238.634	166.567	86.054
99.788	169.714	237.077	294.336	237.077	170.075	99.987
170.858		281.839	235.084	281.407		170.325
49.167	78.275	100.94	138.889	111.141	74.300	46.554

5.5.1.2 Nivel 2

34.453	54.955	82.551	103.395	82.534	58.052	35.801
127.186		211.143	190.050	211.567		127.705
71.514	124.098	177.927	221.283	177.927	124.462	71.515
58.26	119.599	178.724	221.895	178.724	119.953	58.259
58.26	119.599	177.927	221.895	177.927	124.462	71.592
71.514	124.098	177.927	221.283	177.927	124.462	71.592
127.201		211.299	185.971	195.885		126.866
34.573	54.937	82.485	103.382	75.623	56.544	32.885

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

5.5.1.3 Nivel 3

21.996	35.577	53.965	67.836	53.987	38.655	22.965
83.912		141.399	126.850	141.813		84.412
42.98	77.818	117.14	148.586	119.407	71.882	30.423
30.424	71.849	119.407	148.493	119.407	71.882	30.423
30.424	71.849	119.407	148.493	119.407	71.844	30.429
42.980	77.818	117.14	148.586	117.14	78.02	43.001
83.928		141.324	126.885	141.564		81.84
22.008	35.578	53.952	67.816	54.069	35.383	18.438

5.5.1.4 Nivel 4

9.534	16.275	25.413	32.286	25.458	18.376	9.552
39.921		71.696	63.258	72.137		40.43
22.057	39.739	60.239	75.63	60.143	39.474	22.058
18.407	39.587	60.305	75.212	60.305	39.623	18.405
18.407	39.587	60.305	75.212	60.305	39.59	18.418
22.057	39.739	60.239	75.63	60.239	39.768	21.998
39.925		71.693	63.265	71.808		39.916
9.526	16.278	25.414	32.277	25.496	16.20	9.517

El centro de masa es el punto donde pasa la resultante de las cargas verticales de cada entrepiso, calculándolo para el caso que nos ocupa se obtuvieron los siguientes resultados:

Nivel	1er nivel	2do nivel	3er nivel	4to nivel
X	18.088	18.0028	18.0962	18.118
Y	24.333	24.403	24.3565	24.3309

5.5.2 Centro de torsión

Se entiende por centro de torsión el punto en el que teóricamente está concentrada la rigidez del edificio, y se puede obtener mediante el teorema de Varignon. Debido a que para este caso las rigideces de los marcos en ambos sentidos son simétricas, se obtuvieron las coordenadas que se muestran a continuación:

Nivel	1er nivel	2do nivel	3er nivel	4to nivel
X	18.1	18.1	18.1	18.1
Y	24.3	24.3	24.3	24.3

5.5.3 Centro de cortante

El centro de cortante es el punto por donde pasa la resultante de la fuerza cortante en cada entrepiso, para este edificio se calculó de la siguiente forma:

Nivel	Fix	Fiy	Xi	Yi	Fiy Xi	Fix Yi
4	225.3512	282.742	18.118	24.3309	5122.71956	5482.99751
3	291.1117	208.1141	18.0926	24.3565	3765.32517	7090.46212
2	162.295	166.1468	18.0028	24.0403	2991.10761	3901.62049
1	79.1667	190.4241	18.088	24.333	3444.39112	1926.36331

		Viy	Vix	Xci	Yci
5122.71956	5482.99751	282.742	225.3512	18.118	24.3309
8888.04472	12573.4596	490.8561	516.4629	18.1072309	24.3453298
11879.1523	16475.0801	657.0029	678.7577	18.0808218	24.2724025
15323.5435	18401.4434	847.427	757.9244	18.0824348	24.2787321

Una vez teniendo los elementos necesarios, se procede a calcular los efectos de torsión y los cortantes finales en la estructura.

Entrepiso 1

Sentido	V	es	b	e1 = es + 0.1b	e2 = es - 0.1b	Mt1 = Ve1	Mt2 = Ve2
X	757.924	0.033	48.6	4.893	-4.827	3708.524	-3658.501
Y	847.427	-0.012	36.2	3.608	-3.632	3057.517	-3077.855

Xc = 18.088 Xt = 18.100 esx = -0.012

Yc = 24.333 Yt = 24.300 esy = 0.033

$$S(K_{xj} Y_{tj}^2) + S(K_{yj} X_{tj}^2) = 1463314.839$$

Eje X	k _{jx}	Y _j	K _{xjy_j}	Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj} ²	Efecto de V _x			Efec.V _y	V _x +0.3V _y	V _y +0.3V _x
							Directo	Torsión	Total			
A	582.45	5.5	3203.5	24.3	14153.6	343933.2	161.4	35.87	197.27	29.573242	206.1406807	88.75385429
B	237.56	5.5	1306.6	18.8	4466.19	83964.443	65.829	11.319	77.148	9.3318697	79.94752612	32.4762593
C	328.73	12.9	4240.56	11.4	3747.47	42721.127	91.09	9.4973	100.59	7.8301297	102.9365379	38.00637936
D	218.85	20.5	4486.46	3.8	831.637	3160.2214	60.644	2.1076	62.752	1.7376609	63.27308594	20.56319718
E	218.85	28.1	6149.74	-3.8	-831.84	3160.2214	60.644	2.0792	62.723	1.7492194	63.24812424	20.56622697
F	328.73	35.7	11735.5	-11.4	-3747.5	42721.127	91.09	9.3692	100.46	7.8822141	102.8240572	38.02003201
G	237.56	43.1	10239	-18.8	-4466.2	83964.443	65.829	11.166	76.995	9.3939435	79.81347268	32.49253039
H	582.45	48.6	28307.3	-24.3	-14154	343933.2	161.4	35.386	196.78	29.769957	205.7158575	88.80541832
suma	2735.2		69668.6			947557.99						

Eje Y	k _{jy}	y _j	K _{yxj}	X _{tj}	K _{yxj} X _{tj}	K _{yxj} X _{tj} ²	Efecto de V _y			Efec.V _x	V _y +0.3V _x	V _x +0.3V _y
							Directo	Torsión	Total			
1	495.29	0	0	18.1	8964.83	162263.5	183.14	18.732	201.88	22.719856	208.6915542	83.28253515
2	473.71	4.55	2155.38	13.55	6418.76	86974.175	175.16	13.412	188.57	16.267257	193.4542263	72.83947216
3	117.92	9.54	1125	8.56	1009.43	8640.7526	43.605	2.1092	45.714	2.5582391	46.4813191	16.27239328
4	117.92	18.1	2134.43	0	0	0	43.605	0	43.605	0	43.60469037	13.08140711
5	117.92	26.7	3143.87	-8.56	-1009.4	8640.7526	43.605	2.1232	45.728	2.5237319	46.48499664	16.24209498
6	473.71	31.7	14992.9	-13.6	-6418.8	86974.175	175.16	13.501	188.66	16.047834	193.4776109	72.64681223
7	495.29	36.2	17929.7	-18.1	-8964.8	162263.5	183.14	18.856	202	22.413396	208.7242146	83.0134544
suma	2291.8		41481.2			515756.85						

Entrepiso 2

Sentido	V	es	b	e1 = es + 0.1b	e2 = es - 0.1b	Mt1 = Ve1	Mt2 = Ve2
X	678.758	0.103	48.6	4.963	-4.757	3368.674	-3228.85
Y	657.003	-0.0972	36.2	3.5228	-3.7172	2314.49	-2442.211

Xc = 18.0028 Xt = 18.100 esx = -0.0972

Yc = 24.403 Yt = 24.300 esy = 0.103

$$S(K_{xj} Y_{tj}^2) + S(K_{yj} X_{tj}^2) = 1037048.461$$

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

Entrepiso 2

Eje X	k _{jx}	Y _j	K _{xjy_j}	Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj} ²	Efecto de V _x			Efec. V _y	V _x +0.3V _y	V _y +0.3V _x
							Directo	Torsión	Total			
A	376.89	5.5	2072.89	24.3	9158.41	222549.3	147.19	29.75	176.94	20.439779	183.0740831	73.52242339
B	136.19	5.5	749.04	18.8	2560.36	48134.676	53.188	8.3189	61.505	5.7142129	63.21926921	24.16571452
C	212.59	12.9	2742.36	11.4	2423.48	27627.69	83.025	7.8723	90.897	5.4087379	92.51957133	32.67782288
D	143.32	20.5	2938.09	3.8	544.621	2069.5586	55.974	1.7891	57.743	1.2154871	58.10730908	18.53828596
E	143.32	28.1	4027.33	-3.8	-544.62	2069.5586	55.974	1.6957	57.669	1.2825617	58.05400064	18.58333131
F	212.59	35.7	7589.32	-11.4	-2423.5	27627.69	83.025	7.5455	90.57	5.7072099	92.28235666	32.87826804
G	136.19	43.1	5869.75	-18.8	-2560.4	48134.676	53.188	7.9717	61.16	6.0295421	62.96865712	24.37748043
H	376.89	48.8	18316.8	-24.3	-9158.4	222549.3	147.19	28.515	175.71	21.567713	182.1776419	74.2799115
suma	1738		44305.6			600762.45						

Eje Y	k _{jy}	y _j	K _{yjx_j}	X _{tj}	K _{yj} X _{tj}	K _{yj} X _{tj} ²	Efecto de V _y			Efec. V _x	V _y +0.3V _x	V _x +0.3V _y
							Directo	Torsión	Total			
1	417.63	0	0	18.1	7559.16	136820.88	143.98	16.871	160.85	24.554653	168.2166491	72.8097287
2	409.46	4.55	1863.06	13.55	5548.23	75178.449	141.16	12.383	153.55	18.02246	158.9522447	64.08611172
3	83.846	9.54	799.888	8.56	717.719	6143.6763	28.906	1.6018	30.508	2.331388	31.20714276	11.48370591
4	83.846	18.1	1517.61	0	0	0	28.906	0	28.906	0	28.90591718	8.671775154
5	83.846	26.7	2235.33	-5.56	-717.72	6143.6763	28.906	1.6902	30.596	2.2346184	31.26650502	11.41345429
6	409.46	31.7	12959.5	-13.6	-5548.2	75178.449	141.16	13.066	154.23	17.274397	159.4111361	63.54304163
7	417.63	38.2	15118.3	-18.1	-7559.2	136820.88	143.98	17.802	161.78	23.535456	168.8418644	72.06982429
suma	1905.7		34493.7			436286.01						

Entrepiso 3

Sentido	V	es	b	e1 = es + 0.1b	e2 = es - 0.1b	Mt1 = Ve1	Mt2 = Ve2
X	516.463	0.0565	48.6	4.9165	-4.8035	2539.19	-2480.83
Y	490.856	-0.0074	36.2	3.6126	-3.6274	1773.267	-1780.531

X_c = 18.0926 X_t = 18.100 es_x = -0.0074
 Y_c = 24.3565 Y_t = 24.300 es_y = 0.0565

$$S(K_{xj} Y_{tj}^2) + S(K_{yj} X_{tj}^2) = 1013489.816$$

Entrepiso 3

Eje X	k _{jx}	Y _j	K _{xjy_j}	Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj} ²	Efecto de V _x			Efec. V _y	V _x +0.3V _y	V _y +0.3V _x
							Directo	Torsión	Total			
A	355.21	5.5	1953.64	24.3	8631.54	209746.36	113.15	21.625	134.78	15.102157	139.3105466	55.53612649
B	125.91	5.5	692.497	18.8	2367.08	44501.136	40.109	5.9304	46.04	4.141561	47.26228012	17.9535045
C	194.35	12.9	2507.05	11.4	2215.53	25257.089	61.911	5.5507	67.461	3.876406	68.62415637	24.11477639
D	135.16	20.5	2770.8	3.8	513.613	1951.7277	43.057	1.2868	44.344	0.8986415	44.61328258	14.2017485
E	135.16	28.1	3798.03	-3.8	-513.61	1951.7277	43.057	1.2572	44.314	0.9023228	44.58481189	14.19655731
F	194.35	35.7	6938.12	-11.4	-2215.5	25257.089	61.911	5.4232	67.334	3.892286	68.50134435	24.09238353
G	125.91	43.1	5426.66	-18.8	-2367.1	44501.136	40.109	5.7941	45.904	4.1585271	47.15106748	17.92957992
H	355.21	48.6	17263.1	-24.3	-8631.5	209746.36	113.15	21.128	134.28	15.164024	138.8320812	55.44888577
suma	1621.2		41349.9			562912.62						

Eje Y	k _{jy}	y _j	K _{yjx_j}	X _{tj}	K _{yj} X _{tj}	K _{yj} X _{tj} ²	Efecto de V _y			Efec. V _x	V _y +0.3V _x	V _x +0.3V _y
							Directo	Torsión	Total			
1	433.71	0	0	18.1	7850.06	142086.13	109.46	13.735	123.2	19.667313	129.0997657	56.62718428
2	422.2	4.55	1920.99	13.55	5720.75	77516.131	106.56	10.009	116.57	14.332591	120.8688136	49.30330201
3	77.666	9.54	740.93	8.56	664.818	5690.8381	19.602	1.1632	20.768	1.6656141	21.26524081	7.895281062
4	77.666	18.1	1405.75	0	0	0	19.602	0	19.602	0	19.60235956	5.880707869
5	77.666	26.7	2070.56	-8.56	-664.82	5690.8381	19.602	1.168	20.77	1.6273322	21.25852136	7.858428736
6	422.2	31.7	13362.5	-13.6	-5720.7	77516.131	106.56	10.05	116.61	14.003176	120.8109929	48.98618815
7	433.71	36.2	15700.1	-18.1	-7850.1	142086.13	109.46	13.791	123.26	19.215286	129.0204235	56.19203774
suma	1944.8		35200.8			450586.19						

Entrepiso 4

Sentido	V	es	b	e1 = es + 0.1b	e2 = es - 0.1b	Mt1 = Ve1	Mt2 = Ve2
X	225.351	0.0309	48.6	4.8909	-4.8291	1102.17	-1088.243
Y	282.742	0.018	36.2	3.638	-3.602	1028.615	-1018.437

X_c = 18.118 X_t = 18.100 es_x = 0.018
 Y_c = 24.3309 Y_t = 24.300 es_y = 0.0309

$$S(K_{xj} Y_{tj}^2) + S(K_{yj} X_{tj}^2) = 934995.952$$

Entrepiso 4

Eje X	k _x	Y _j	K _{xj}	Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj}	K _{xj} Y _{tj} ²	Efecto de V _x			Efec. V _y	V _x +0.3V _y	V _y +0.3V _x
							Directo	Torsión	Total			
A	320.49	5.5	1762.68	24.3	7787.84	189244.43	50.233	19.511	69.744	13.625977	73.83200766	34.54924103
B	114.13	5.5	627.728	18.8	2145.69	40338.955	17.889	5.3757	23.265	3.7542018	24.39099489	10.73362209
C	157.74	12.9	2034.91	11.4	1798.29	20500.527	24.725	4.5054	29.23	3.1463787	30.17406516	11.91542415
D	126.51	20.5	2593.44	3.8	480.736	1828.7957	19.829	1.2044	21.033	0.8411185	21.28570273	7.151128691
E	126.51	28.1	3554.91	-3.8	-480.74	1828.7957	19.829	1.1767	21.006	0.8445642	21.25905448	7.146269797
F	157.74	35.7	5631.49	-11.4	-1798.3	20500.527	24.725	4.4018	29.127	3.159268	30.07438181	11.89724845
G	114.13	43.1	4919.11	-18.8	-2145.7	40338.955	17.889	5.2522	23.141	3.7695811	24.27205454	10.71193517
H	320.49	48.8	15575.7	-24.3	-7787.8	189244.43	50.233	19.063	69.296	13.681796	73.40031043	34.47052778
suma	1437.7		36699.9			503821.41						

Eje Y	k _y	y _j	K _{yj}	X _{tj}	K _{yj} X _{tj}	K _{yj} X _{tj} ²	Efecto de V _y			Efec. V _x	V _y +0.3V _x	V _x +0.3V _y
							Directo	Torsión	Total			
1	420.17	0	0	18.1	7605.04	137651.27	64.048	8.9648	73.013	8.3665217	75.52289355	30.27040283
2	394.48	4.55	1794.87	13.55	5345.17	72427.018	60.132	6.3009	66.433	5.8803693	68.1969486	25.81022067
3	75.184	9.54	717.252	8.56	643.572	5508.9804	11.461	0.7586	12.219	0.7080122	12.43163868	4.37378272
4	75.184	18.1	1360.82	0	0	0	11.461	0	11.461	0	11.46059387	3.43817816
5	75.184	26.7	2004.4	-8.56	-643.57	5508.9804	11.461	0.7491	12.21	0.7010063	12.41995058	4.363900873
6	394.48	31.7	12485.2	-13.6	-5345.2	72427.018	60.132	6.2212	66.353	5.8221816	68.09987353	25.72814735
7	420.17	38.2	15210.1	-18.1	-7605	137651.27	64.048	8.8515	72.9	8.283733	75.38477626	30.15362987
suma	1854.8		33572.6			431174.54						

5.6 Fuerzas sísmicas de diseño

5.6.1 Dirección X

Nivel	A	B	C	D	E	F	G	H
1	23.0666	16.7282	10.4169	5.1658	5.1941	10.5417	16.8448	23.5382
2	43.7635	15.937	23.8954	13.494	13.4692	23.7811	15.8176	43.346
3	65.4785	22.8913	38.4528	23.3276	23.3257	38.4269	22.879	65.4318
4	73.832	24.391	30.1741	21.2857	21.2591	30.0744	24.2721	73.4003

5.6.2 Dirección Y

Nivel	1	2	3	4	5	6	7
1	40.475	34.502	15.2742	14.6988	15.2185	34.0665	39.8823
2	39.1168	38.0834	9.9419	9.3035	10.008	38.6001	39.8215
3	53.5769	52.6719	8.8336	8.1417	8.8386	52.7111	53.6356
4	75.5229	68.1969	12.4316	11.4606	12.4199	68.0999	75.3848

CAPÍTULO VI

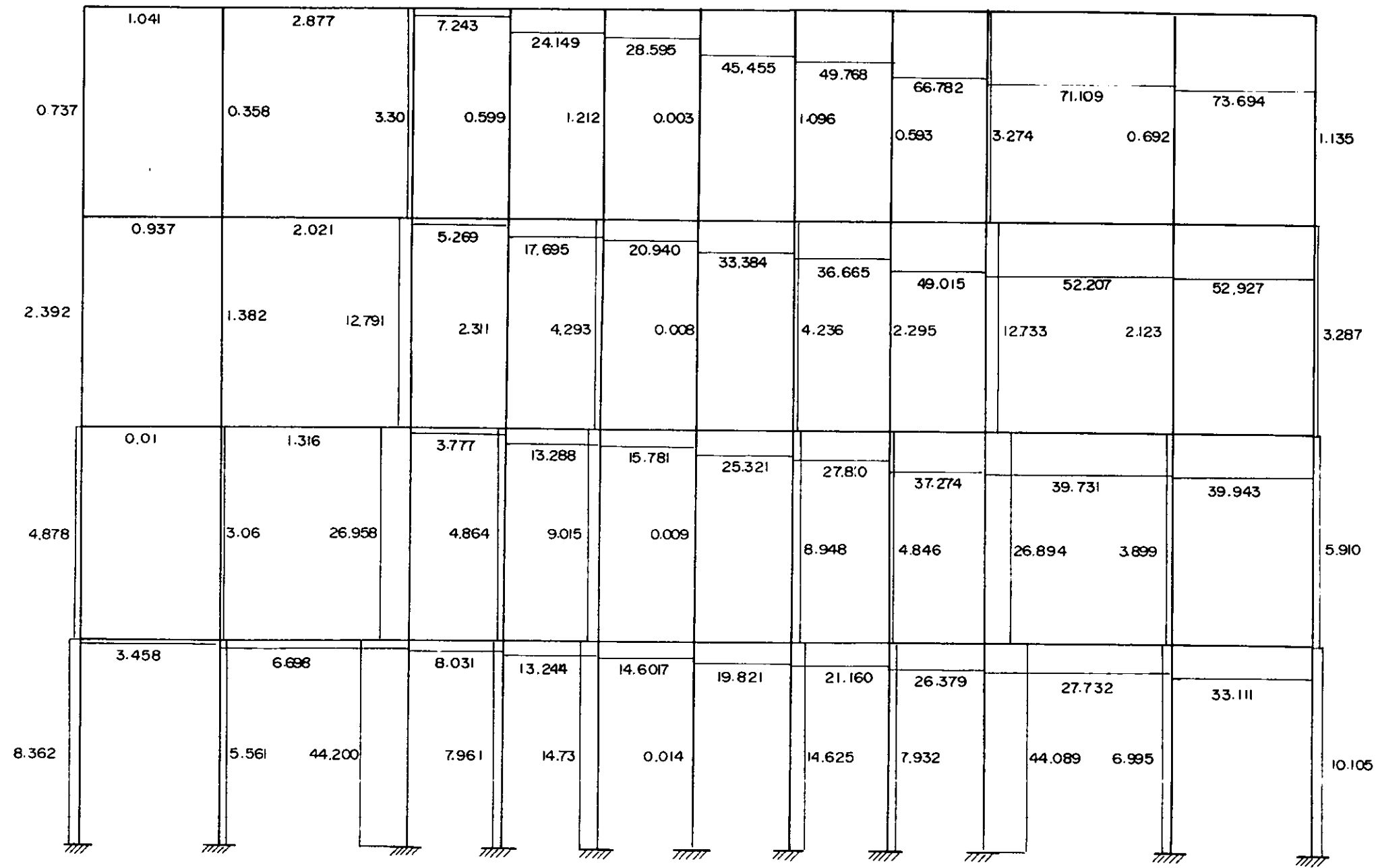
ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGAS SÍSMICAS

En este capítulo se realiza el análisis estructural de todos los marcos bajo cargas de sismo. Se incluyen los diagramas de fuerza axial, cortante y momento flexionante.

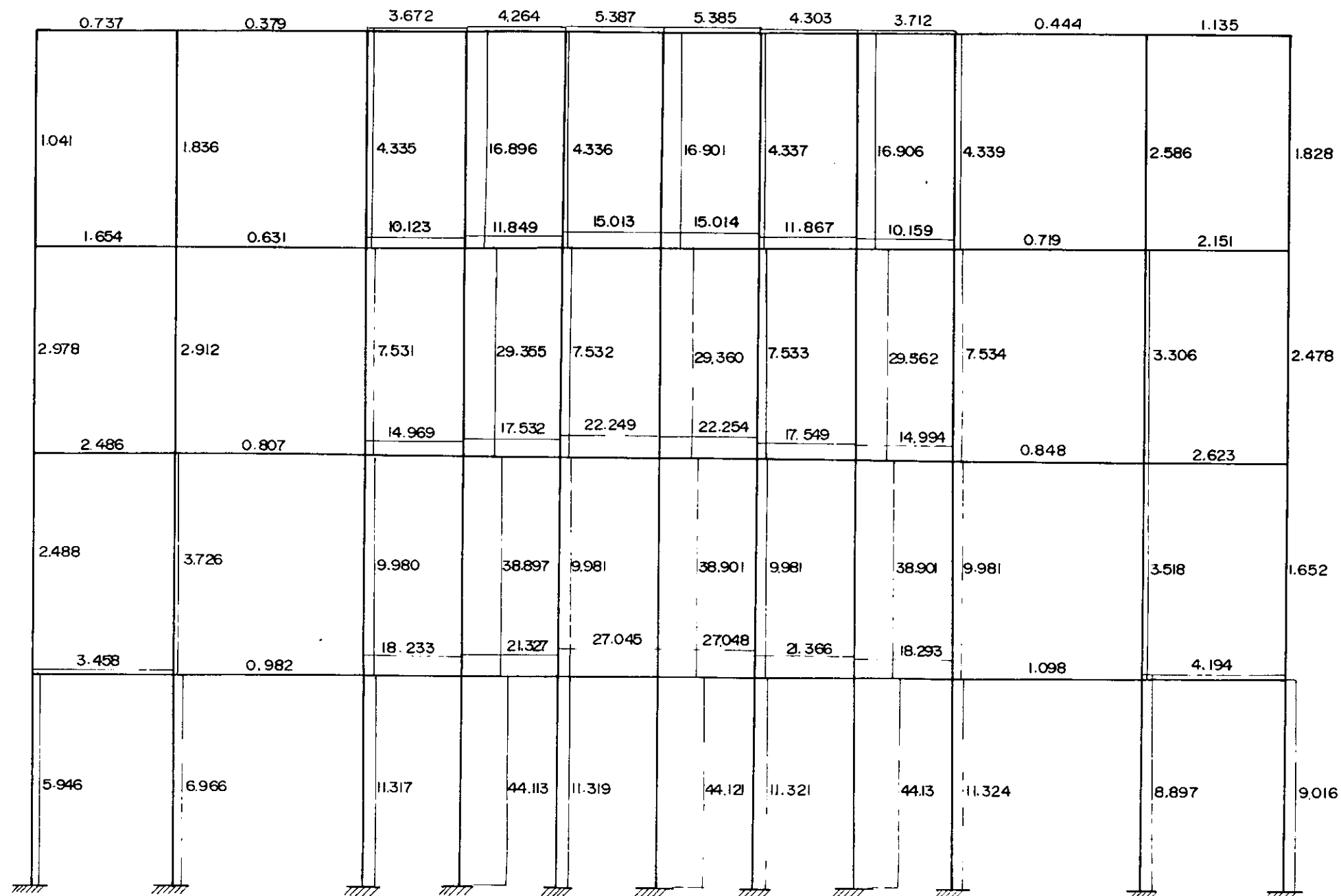
Debido a que las cargas para los marcos que tienen la misma geometría son prácticamente las mismas, se optó por resolver únicamente el más crítico y generalizar los resultados a los que le sean similares.

Para modelar los muros de cortante se hicieron las mismas consideraciones que en el capítulo anterior. Así pues, los resultados de los análisis son los que se muestran en las siguientes páginas.

MARCOS 1 y 7
FUERZA AXIAL

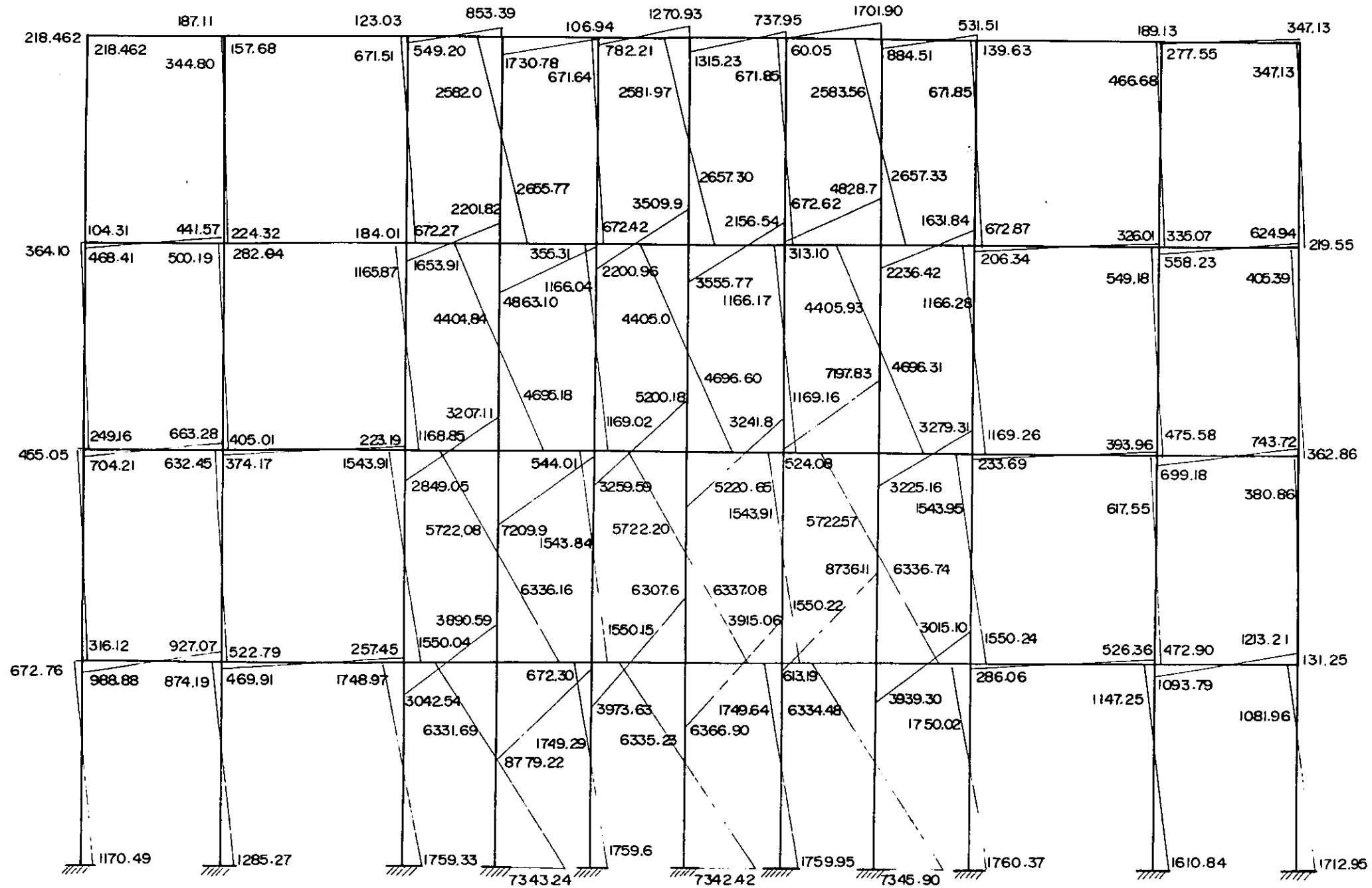


MARCOS 1 y 7
FUERZA CORTANTE



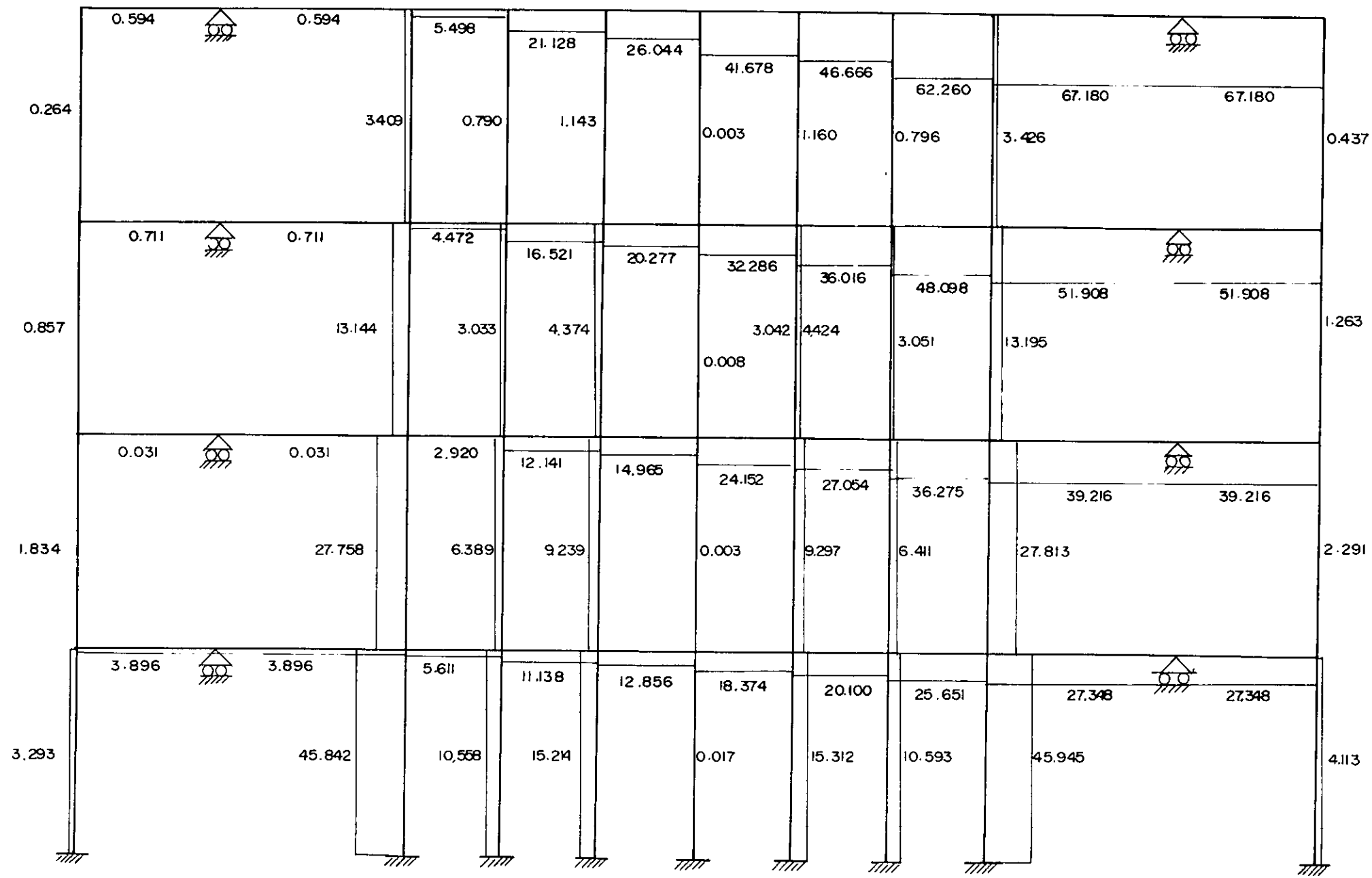
ESCALA DE CORTANTE 1:50

MARCOS 1 y 7
MOMENTO FLEXIONANTE



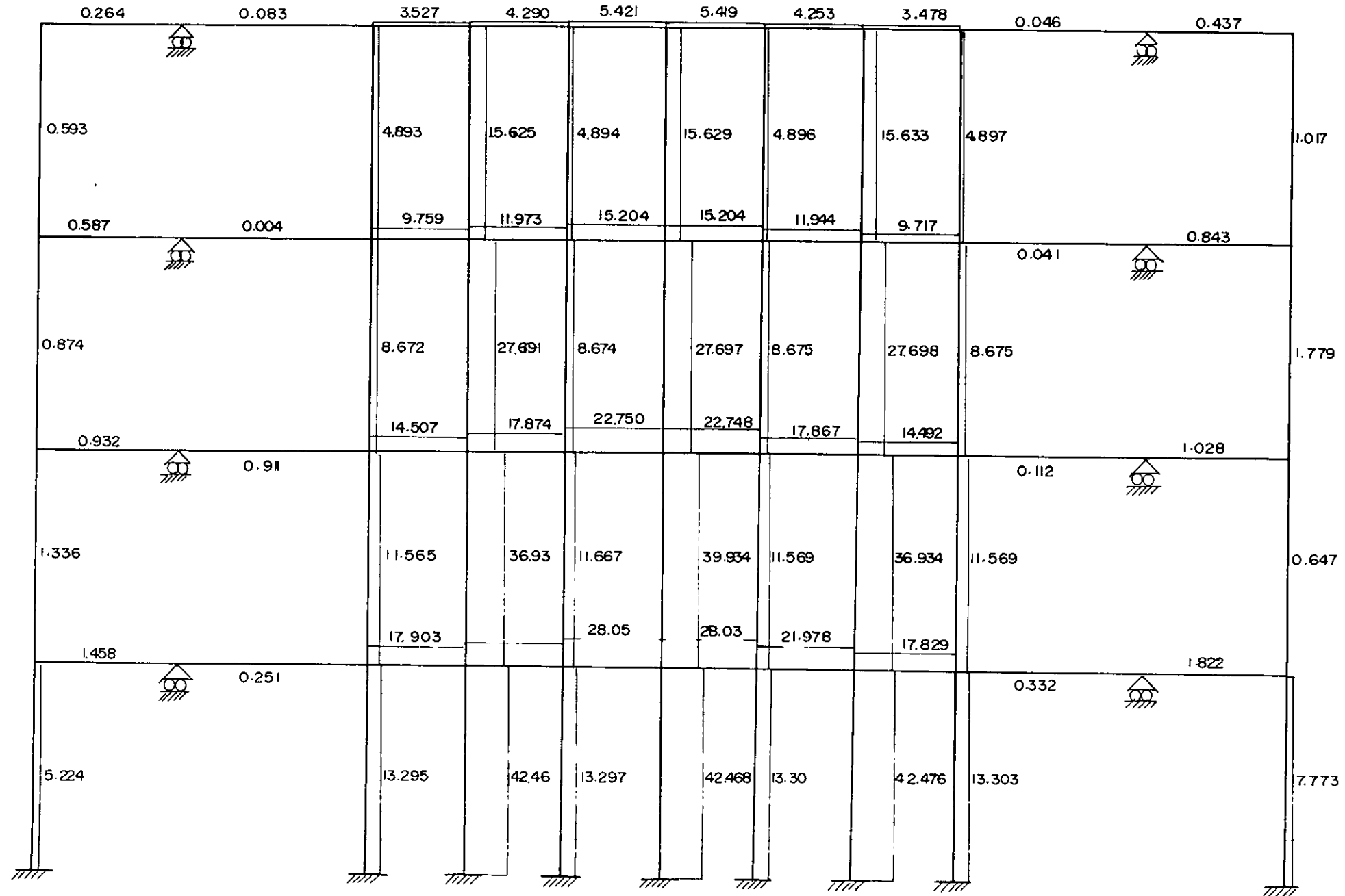
ESCALA DE MOMENTOS 1:5000

MARCO 2y6
 FUERZA AXIAL



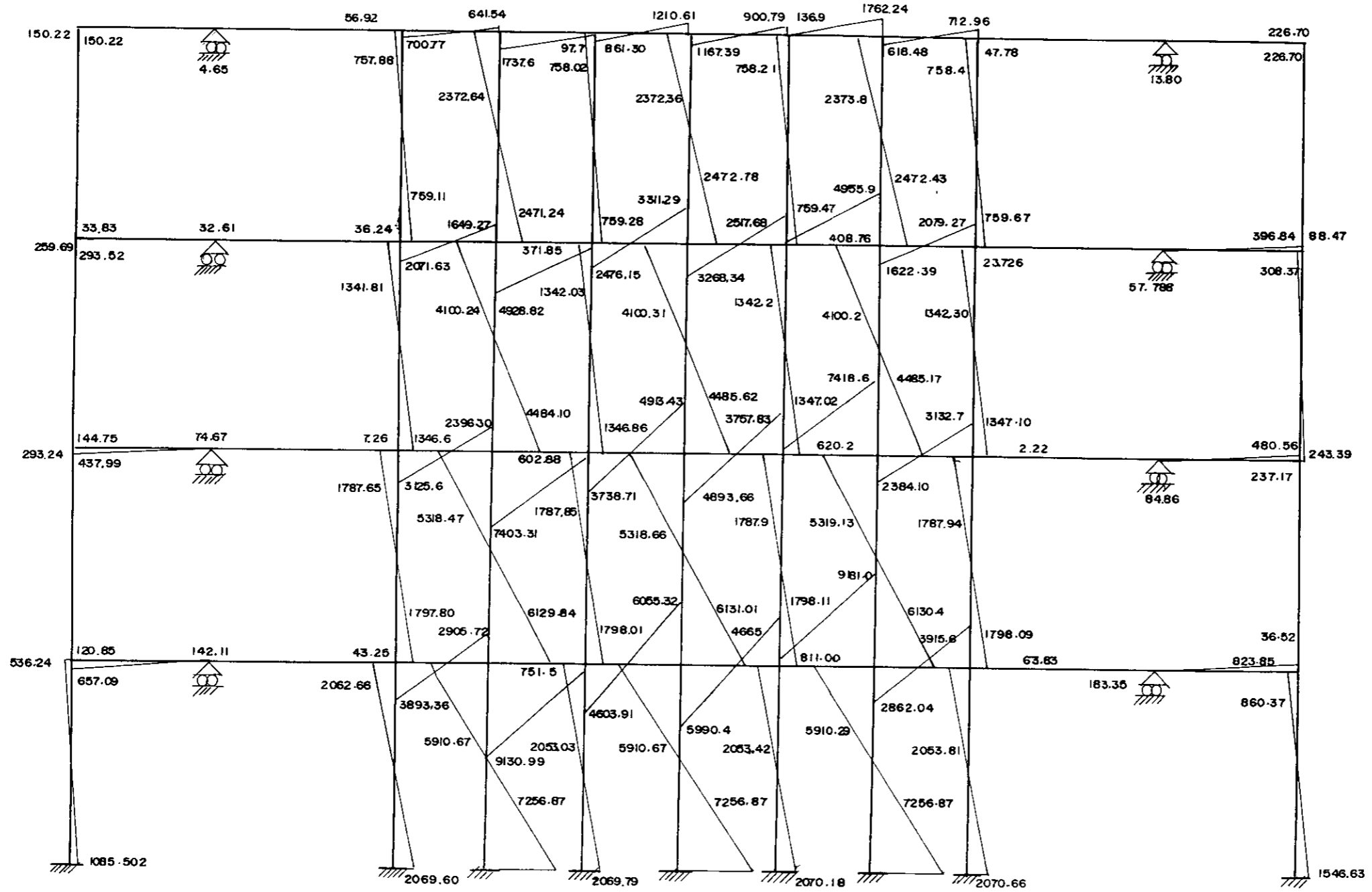
FUERZA CORTANTE

MARCOS 2 y 6

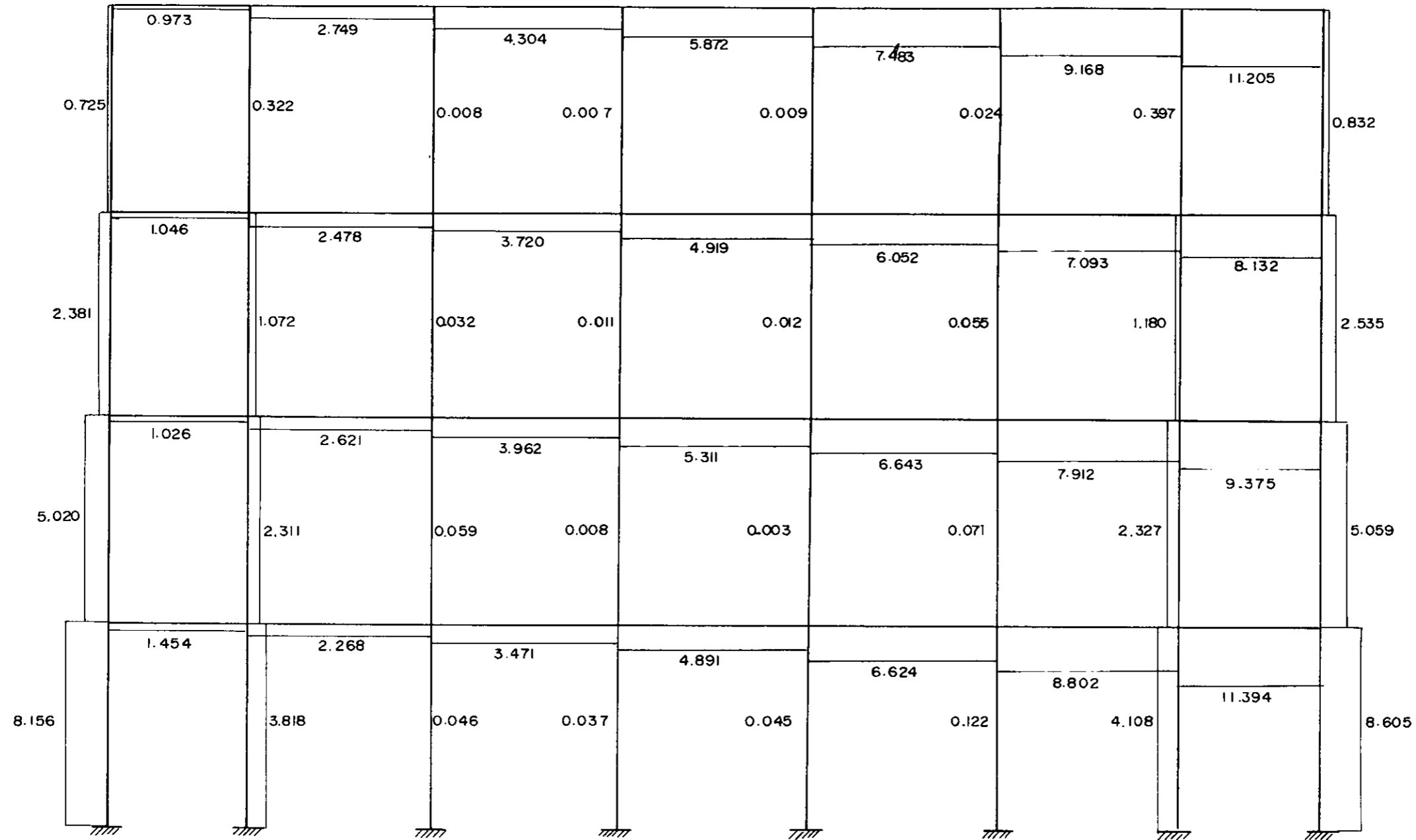


MARCOS 2 y 6

MOMENTO FLEXIONANTE

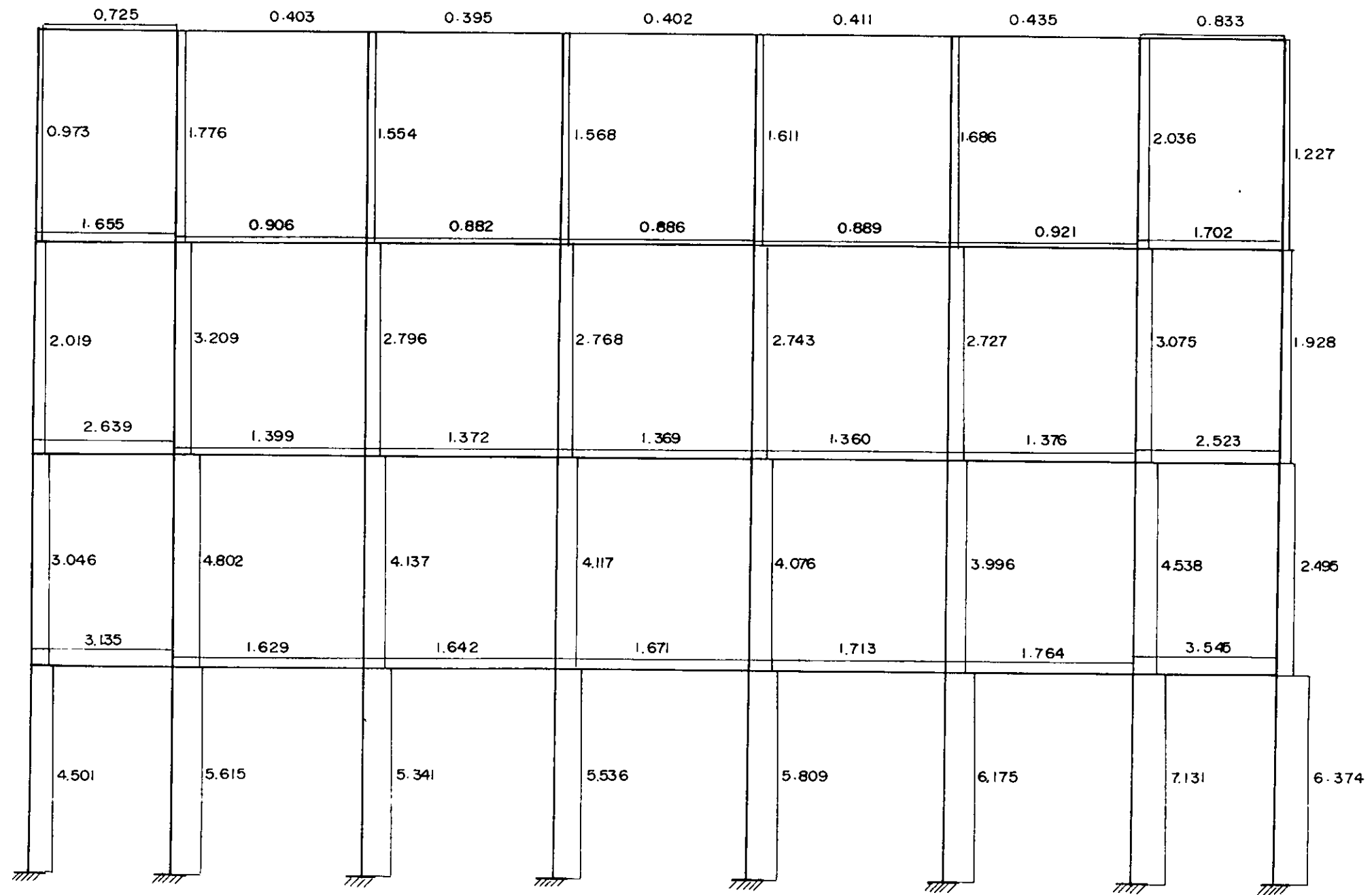


MARCOS 3 y 5
 FUERZA AXIAL

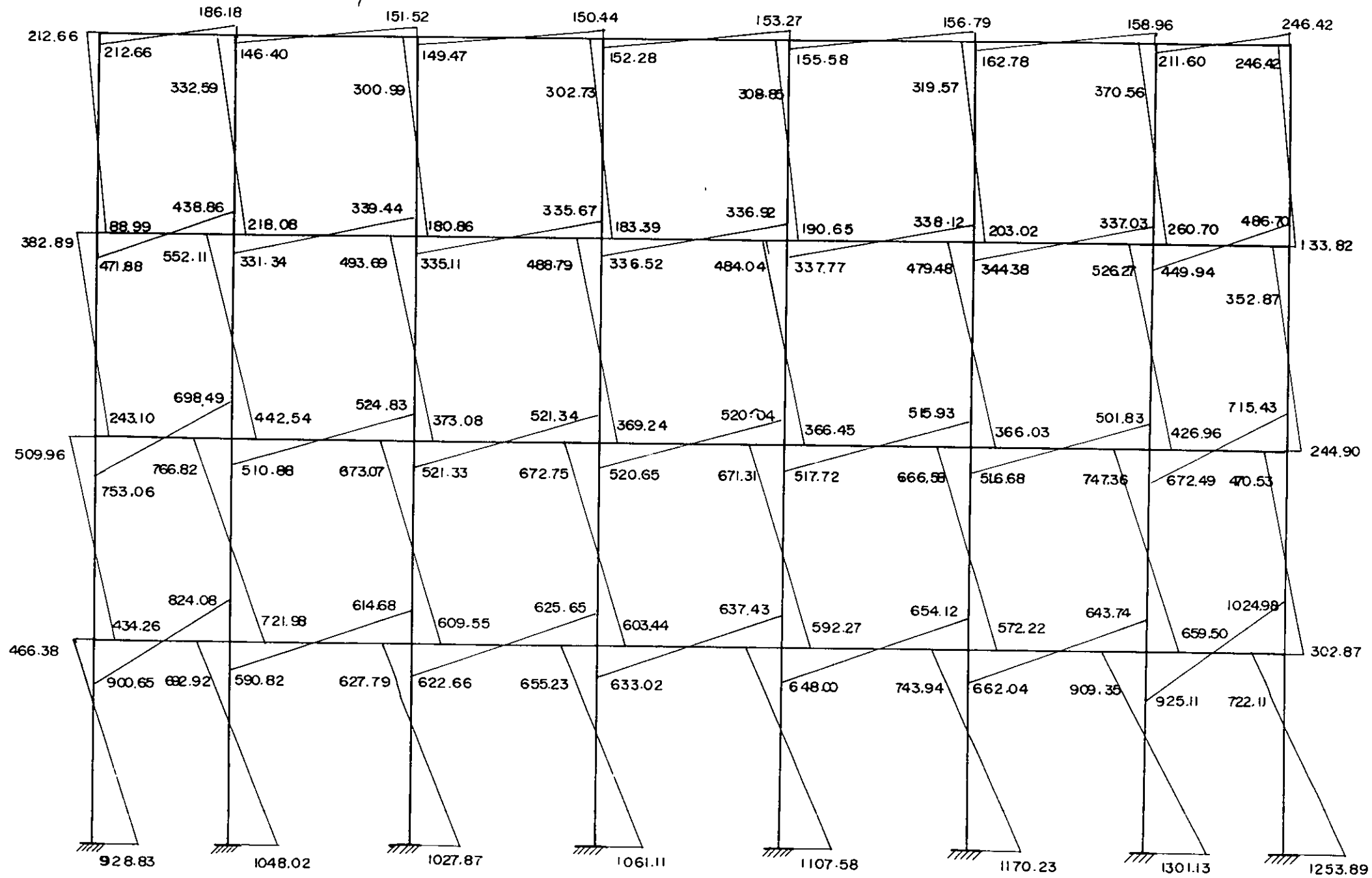


MARCOS 3 y 5

FUERZA CORTANTE

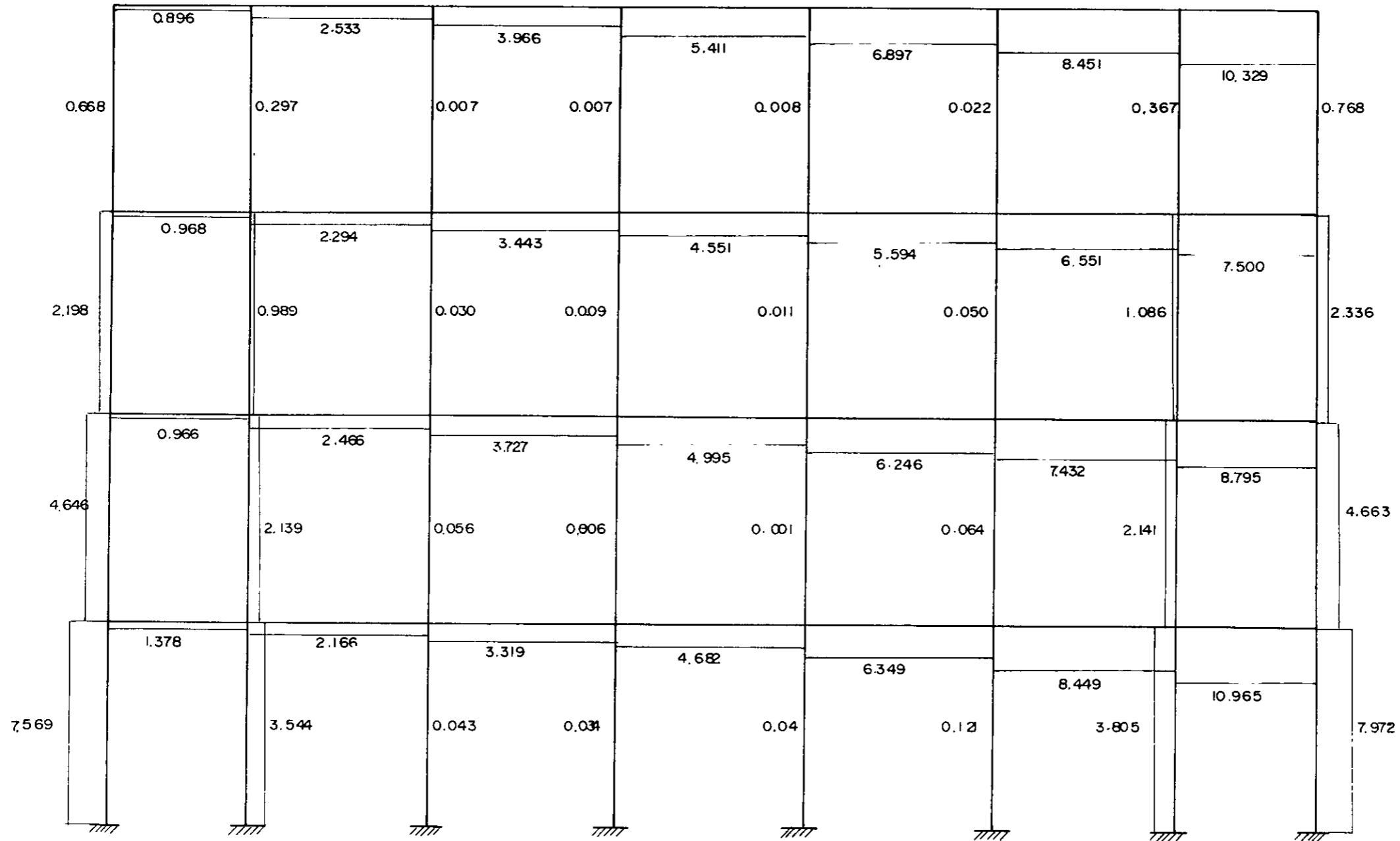


MARCOS 3 y 5
 MOMENTO FLEXIONANTE

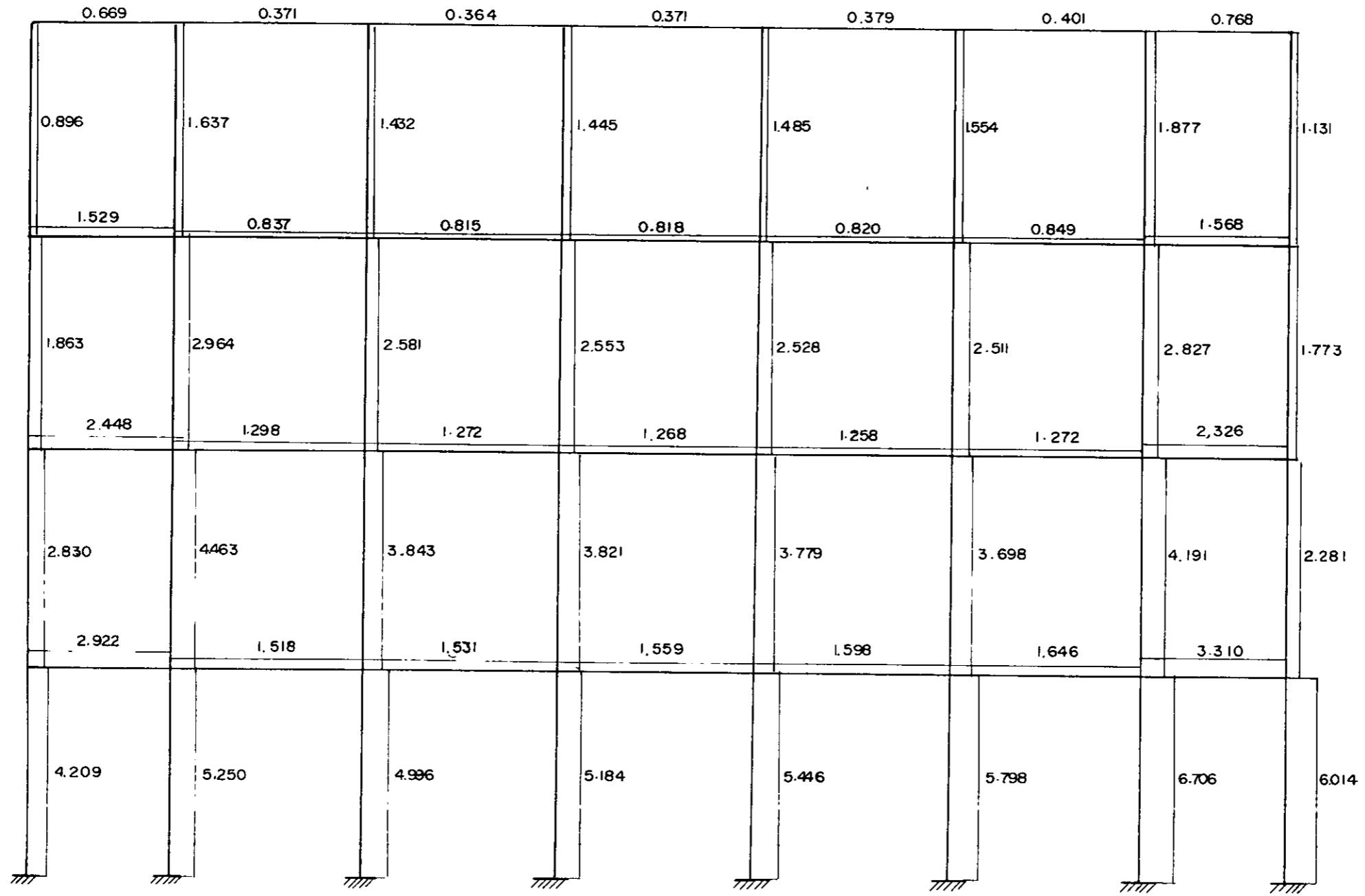


MARCO 4

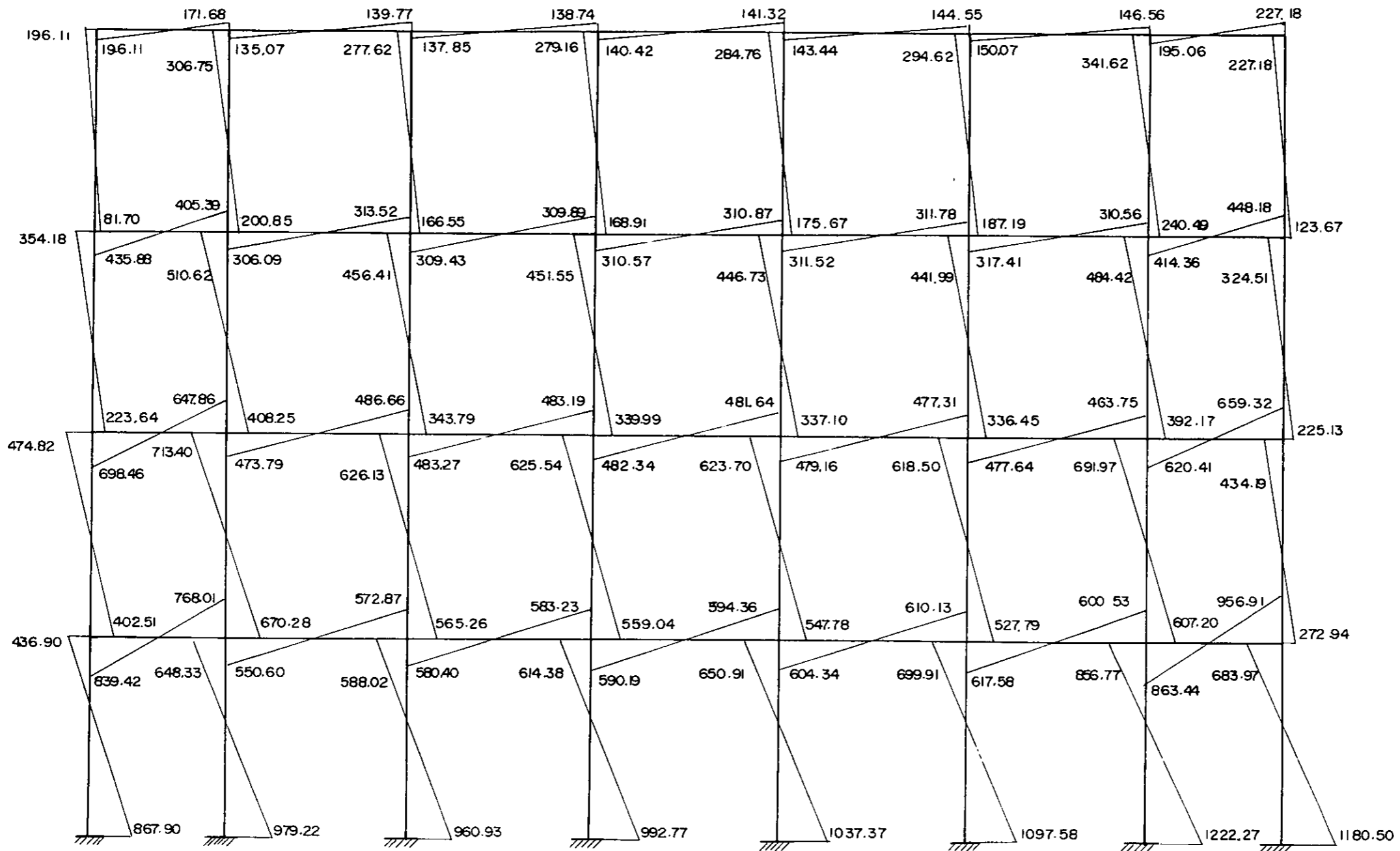
FUERZA AXIAL



MARCO 4
 FUERZA CORTANTE

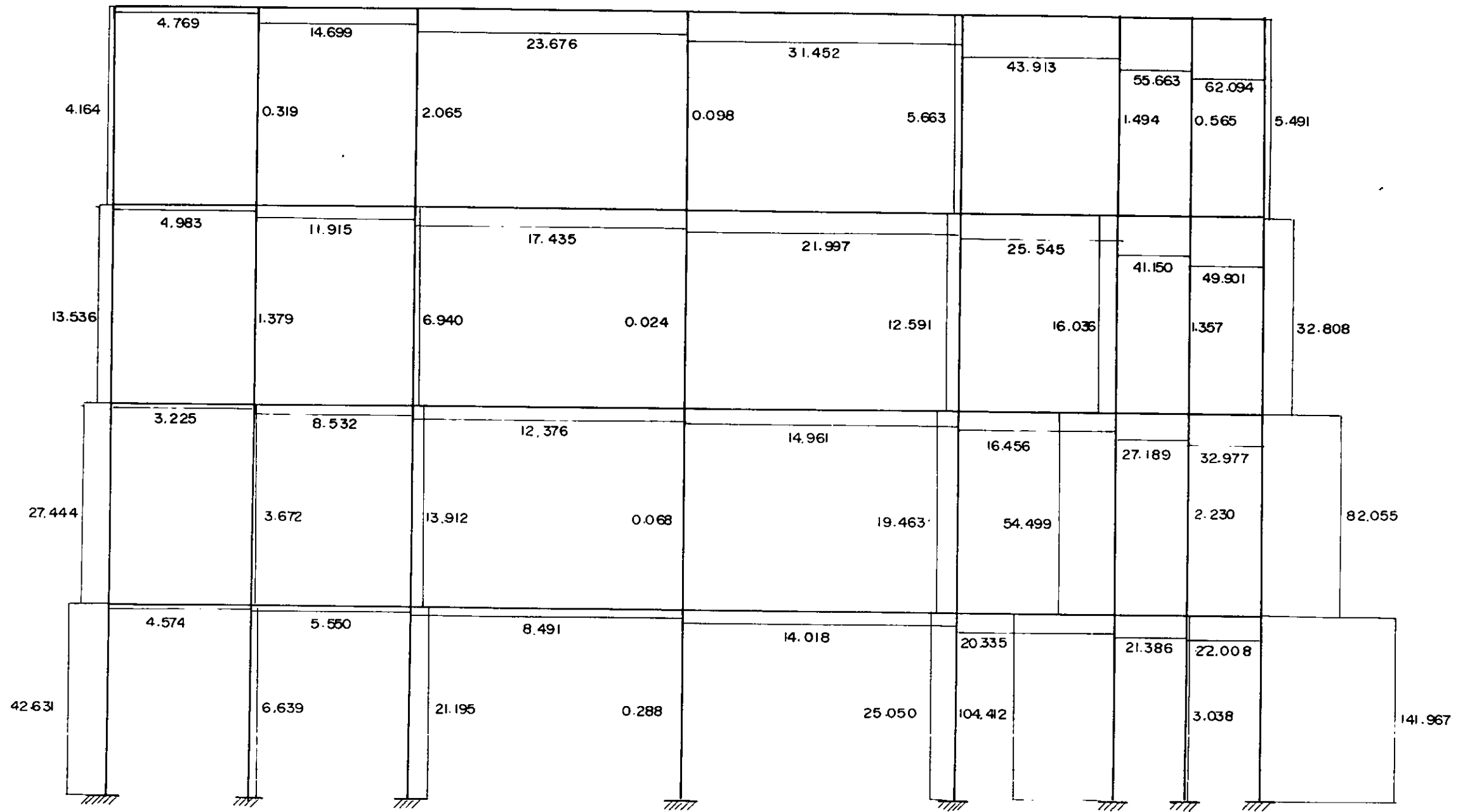


MARCO 4
MOMENTO FLEXIONANTE

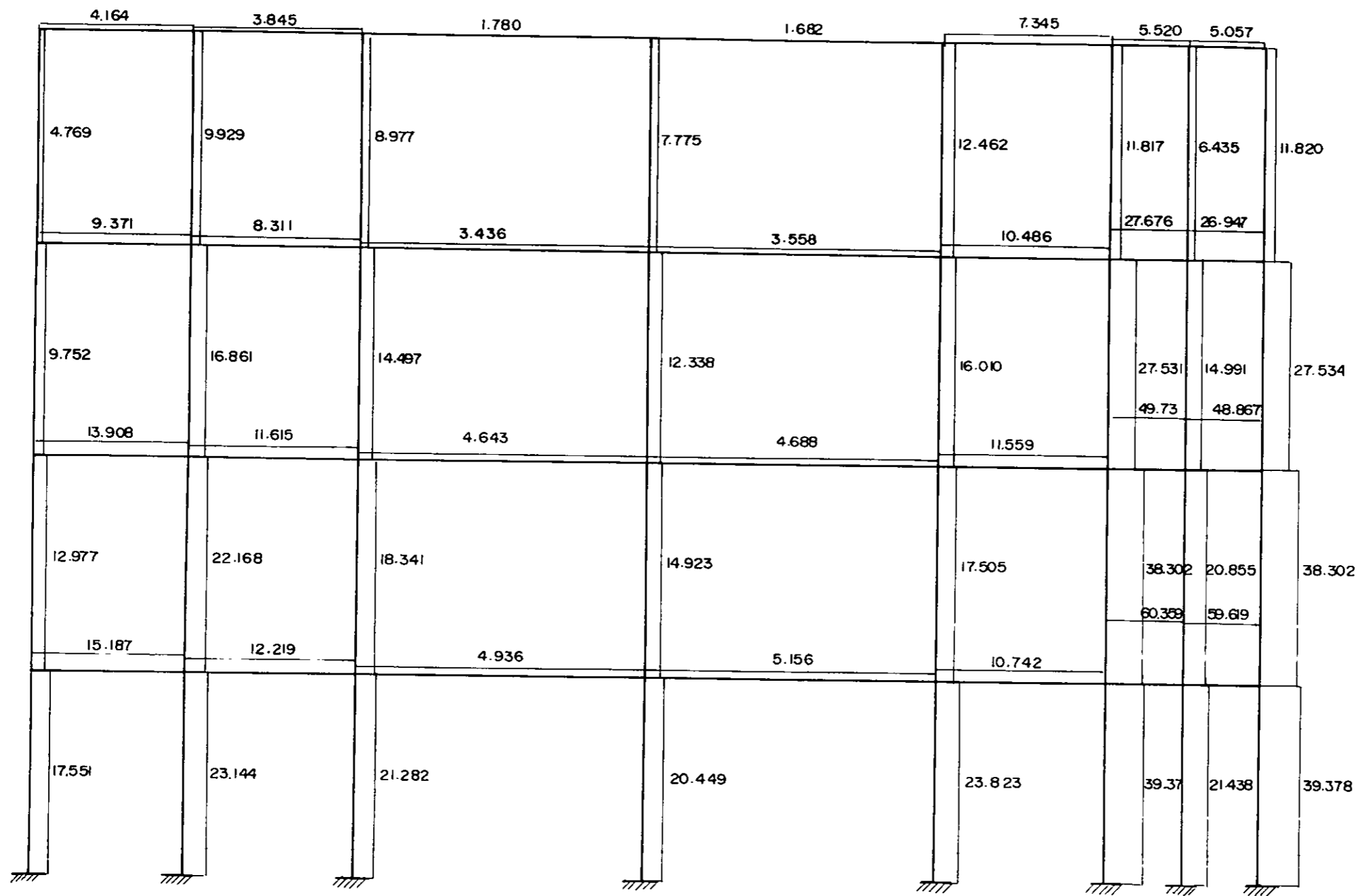


MARCOS A y H

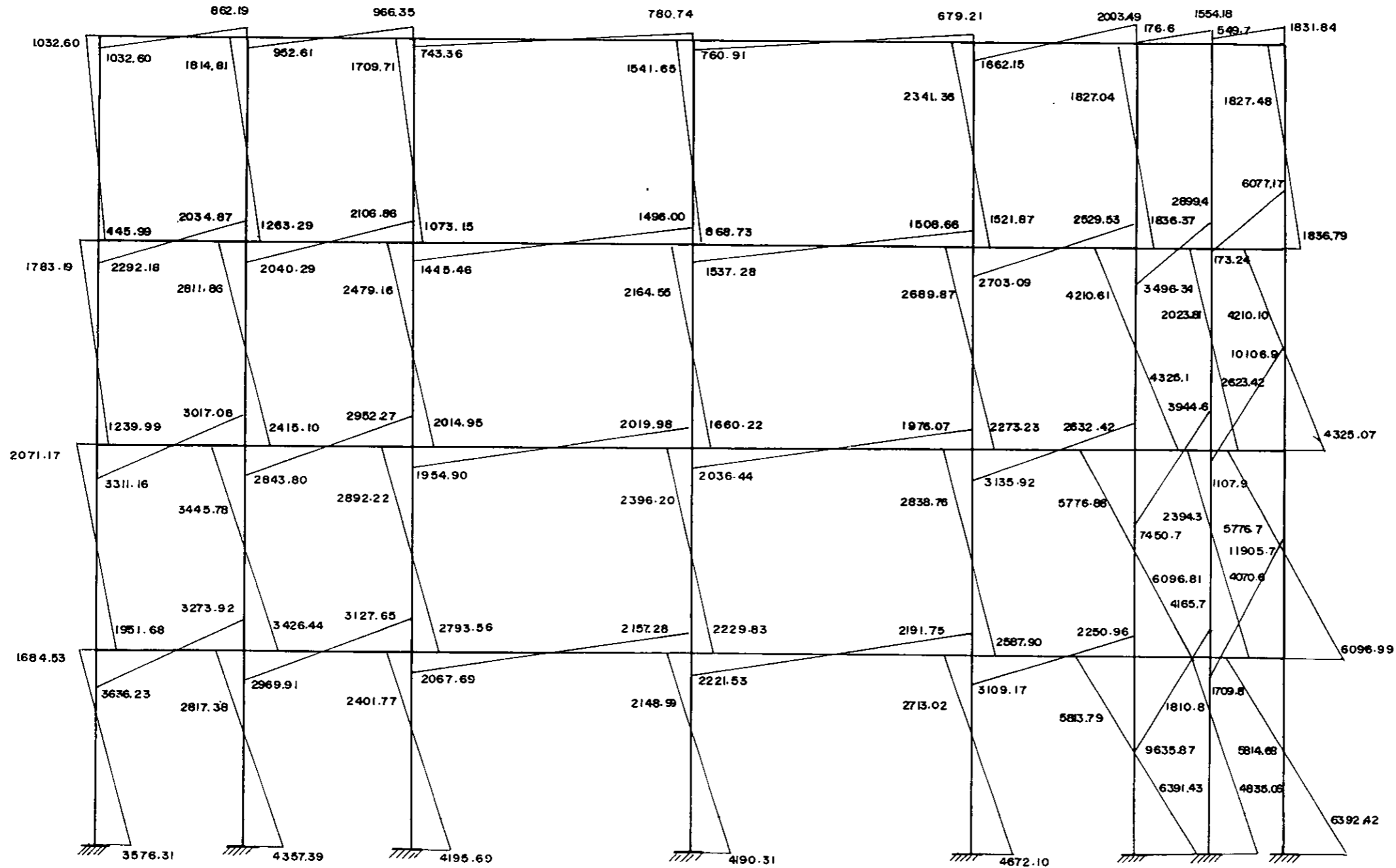
FUERZA AXIAL



MARCOS A y H
 FUERZA CORTANTE

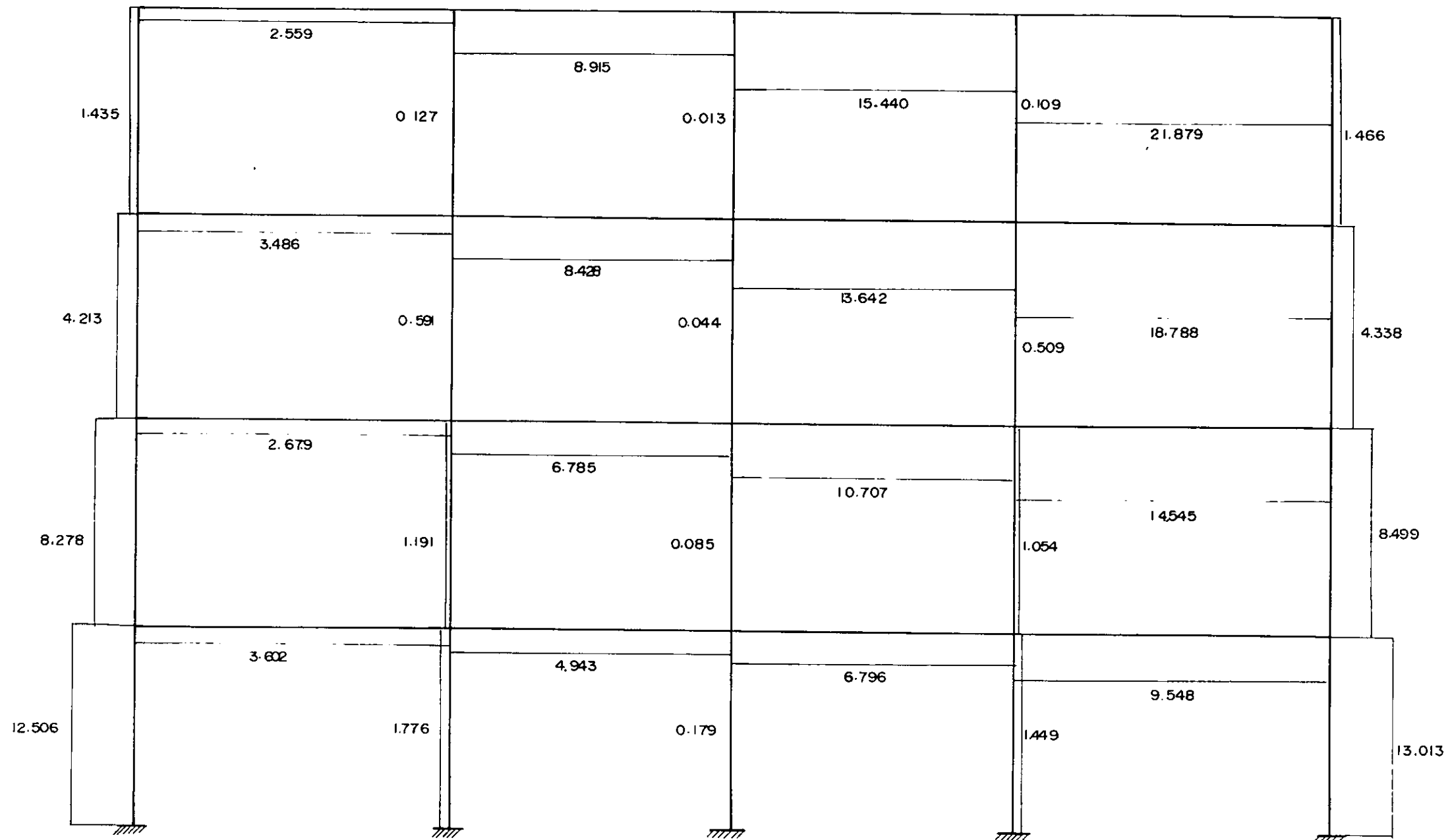


MARCOS A y H
 MOMENTO FLEXIONANTE

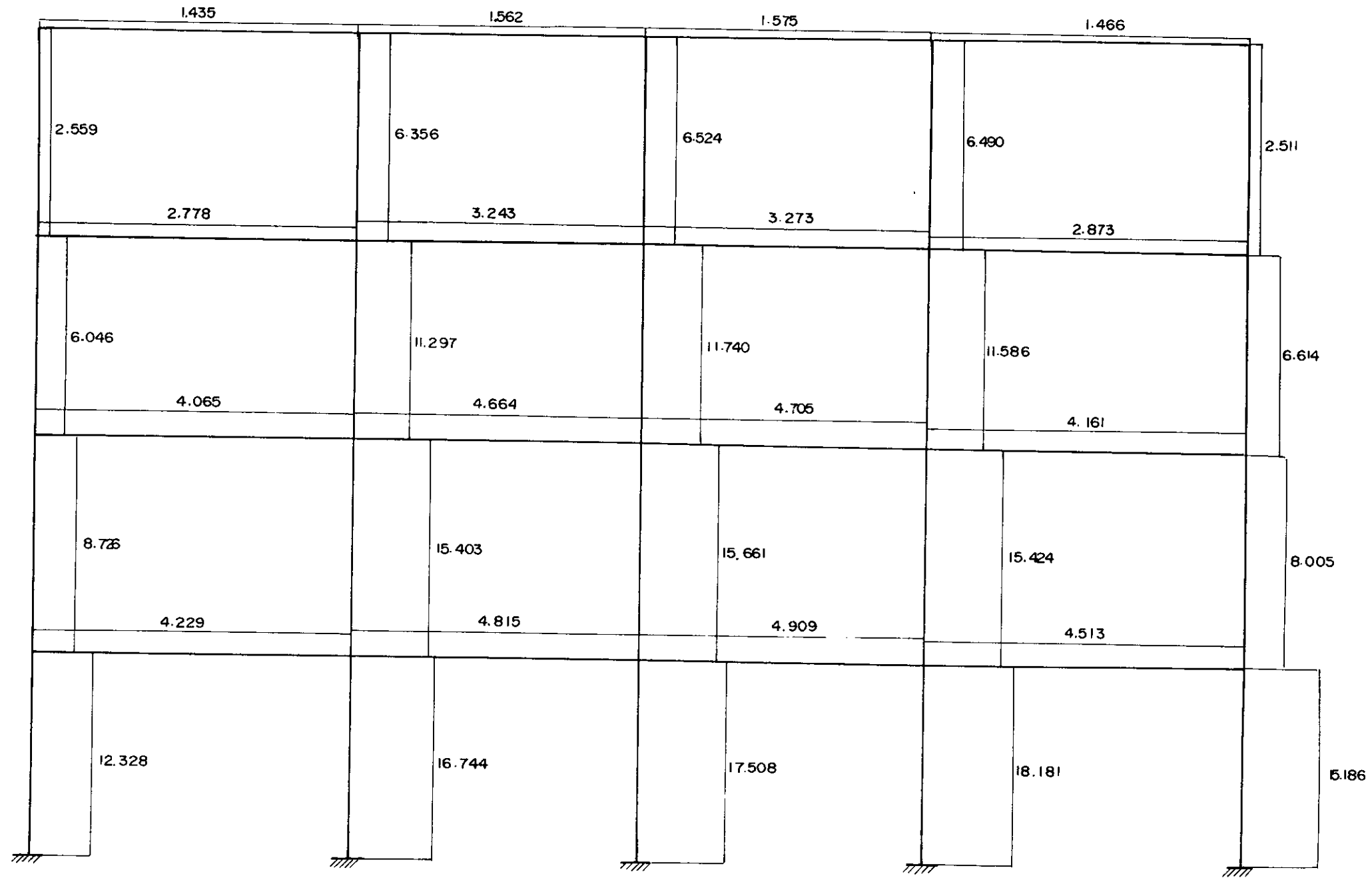


MARCOS 8 y 6

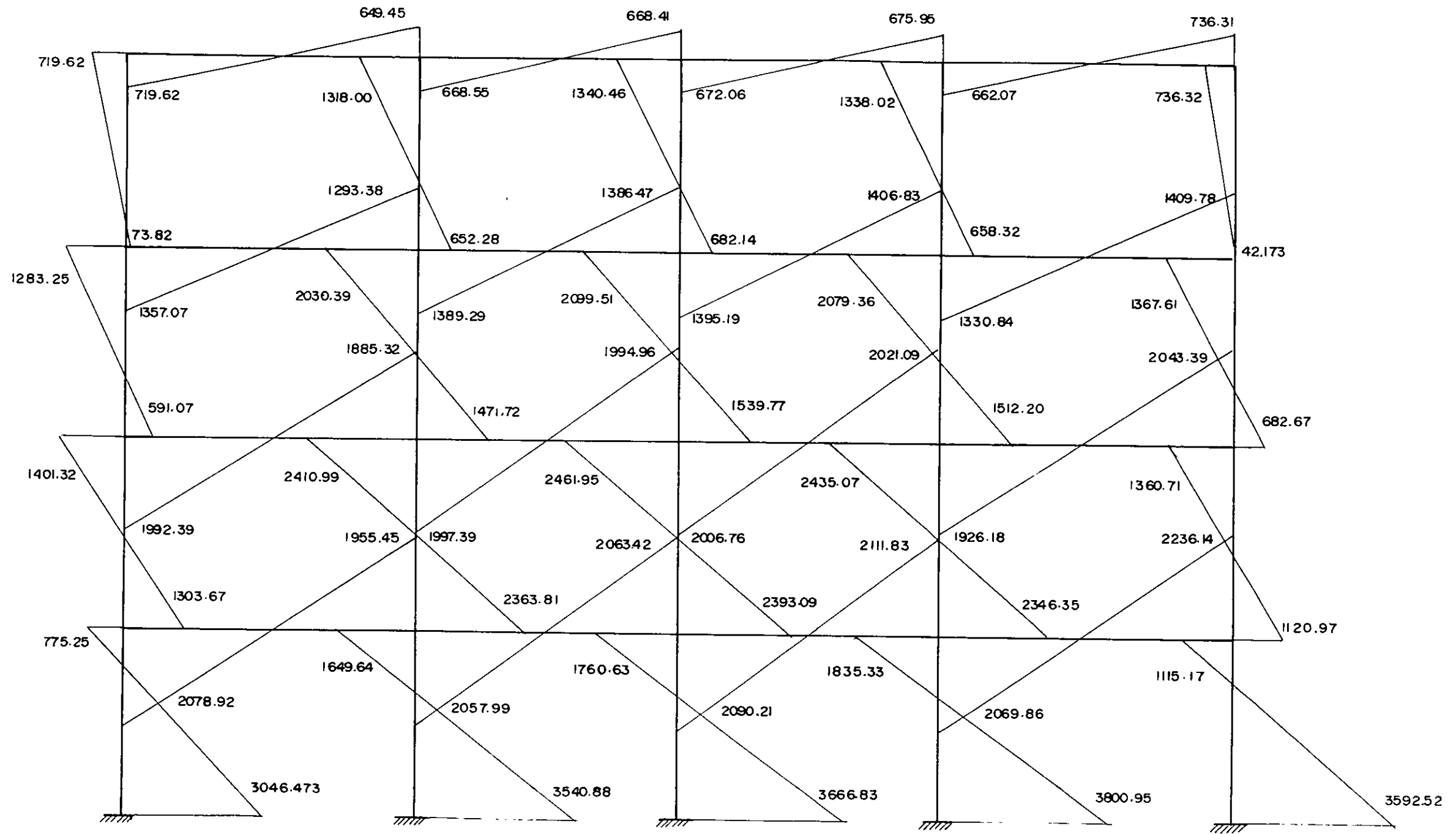
FUERZA AXIAL



MARCOS By G
 FUERZA CORTANTE

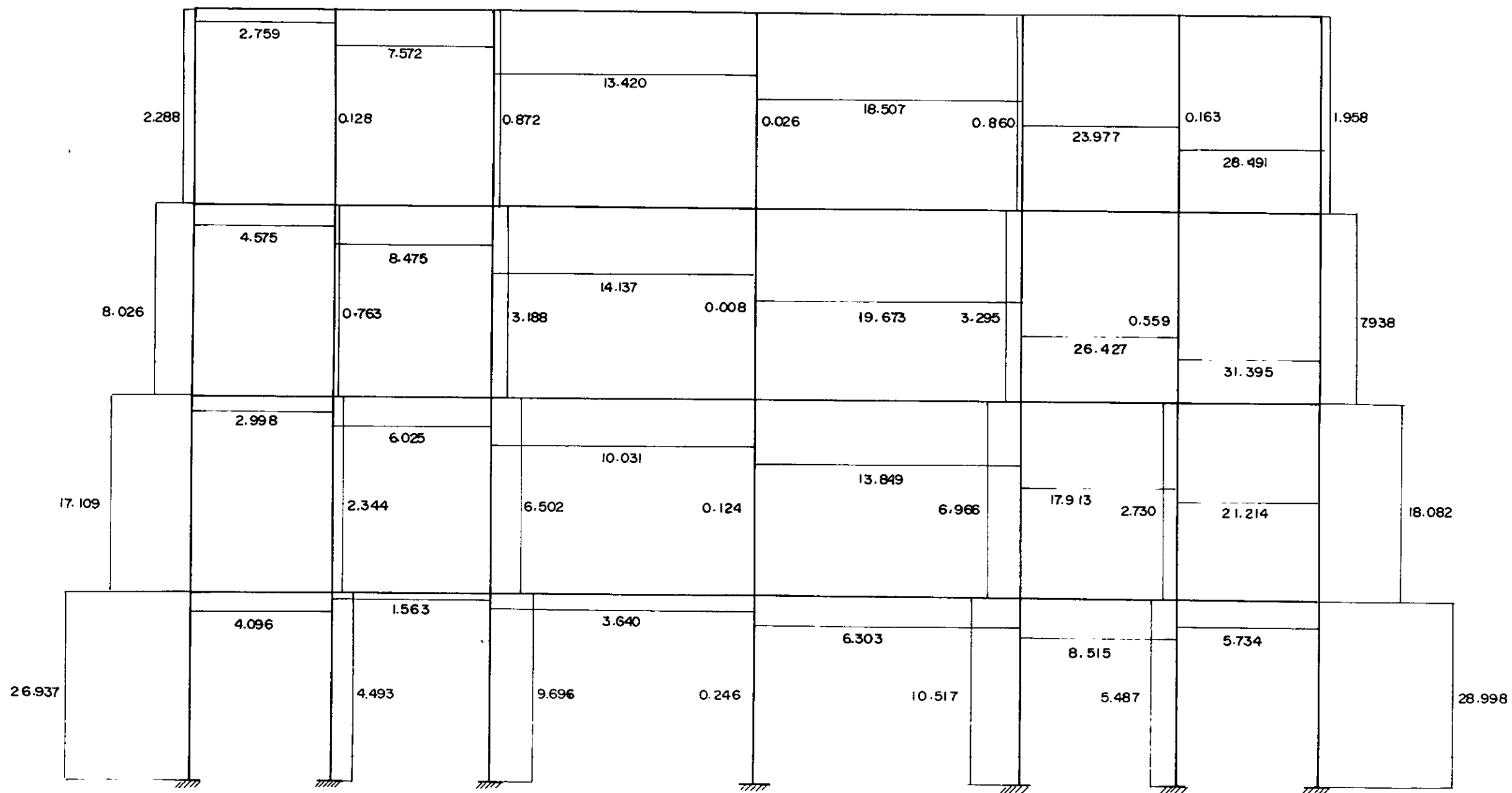


MARCOS By G
 MOMENTO FLEXIONANTE



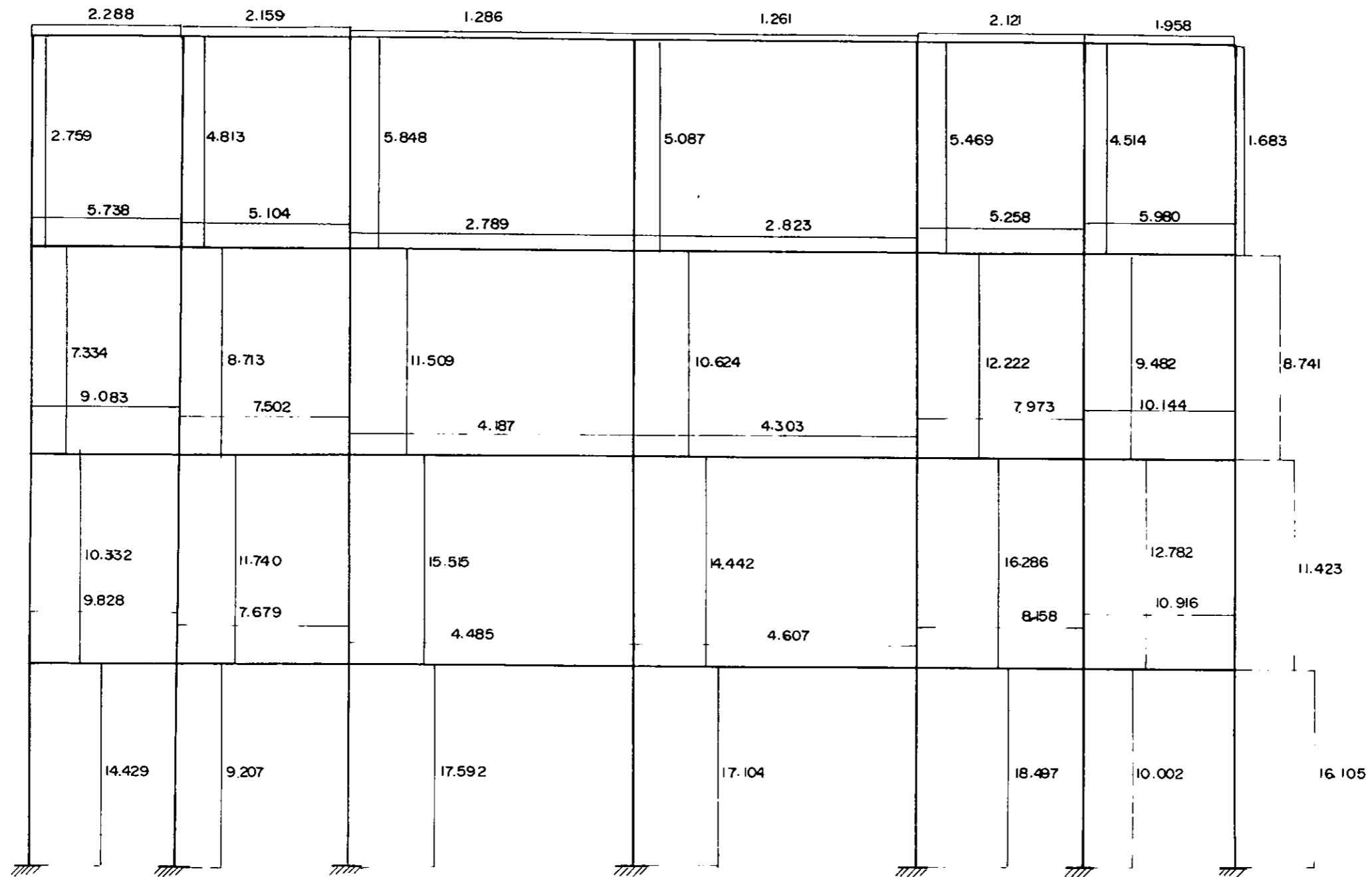
MARCOS C y F

FUERZA AXIAL

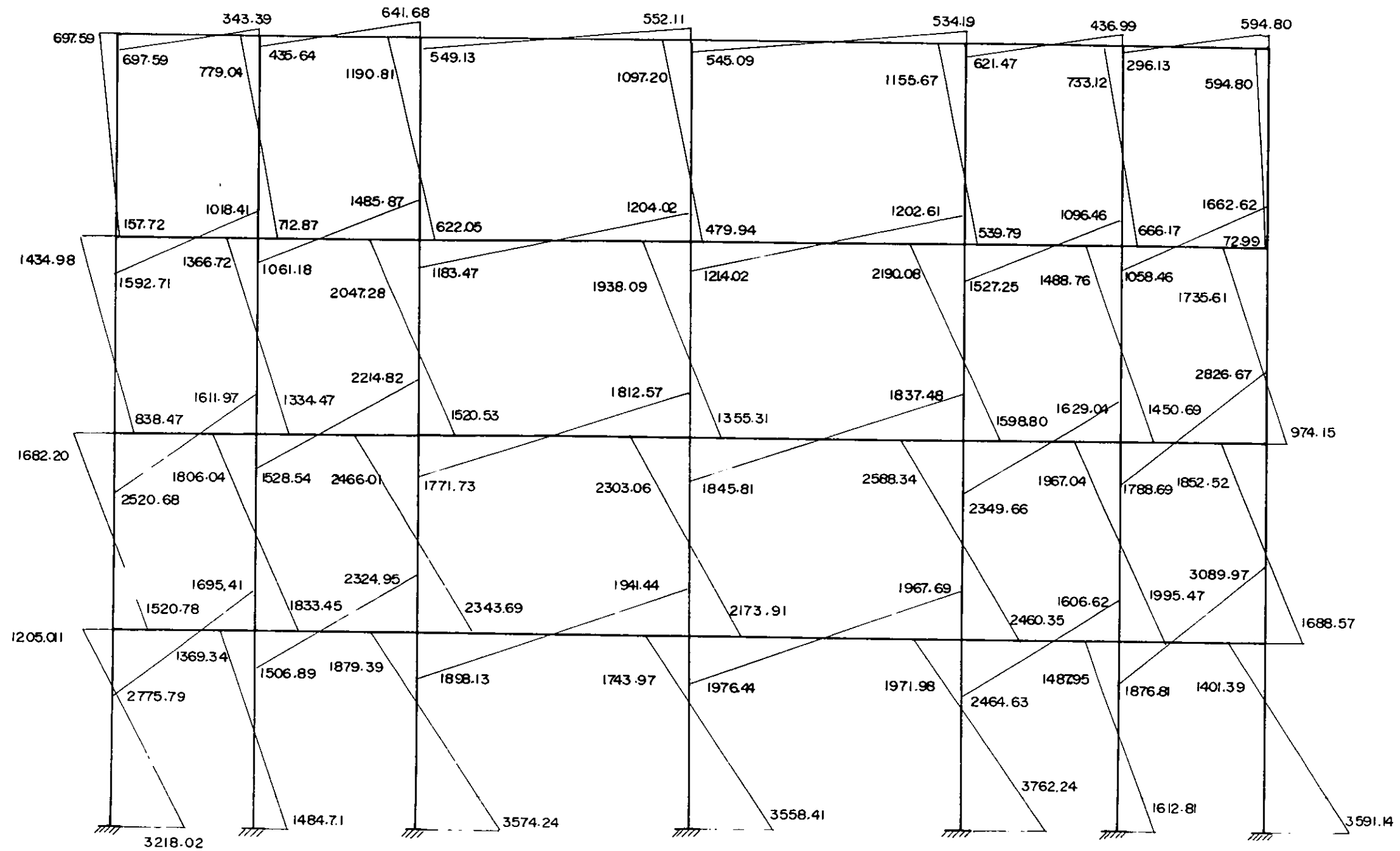


MAROS Cy F

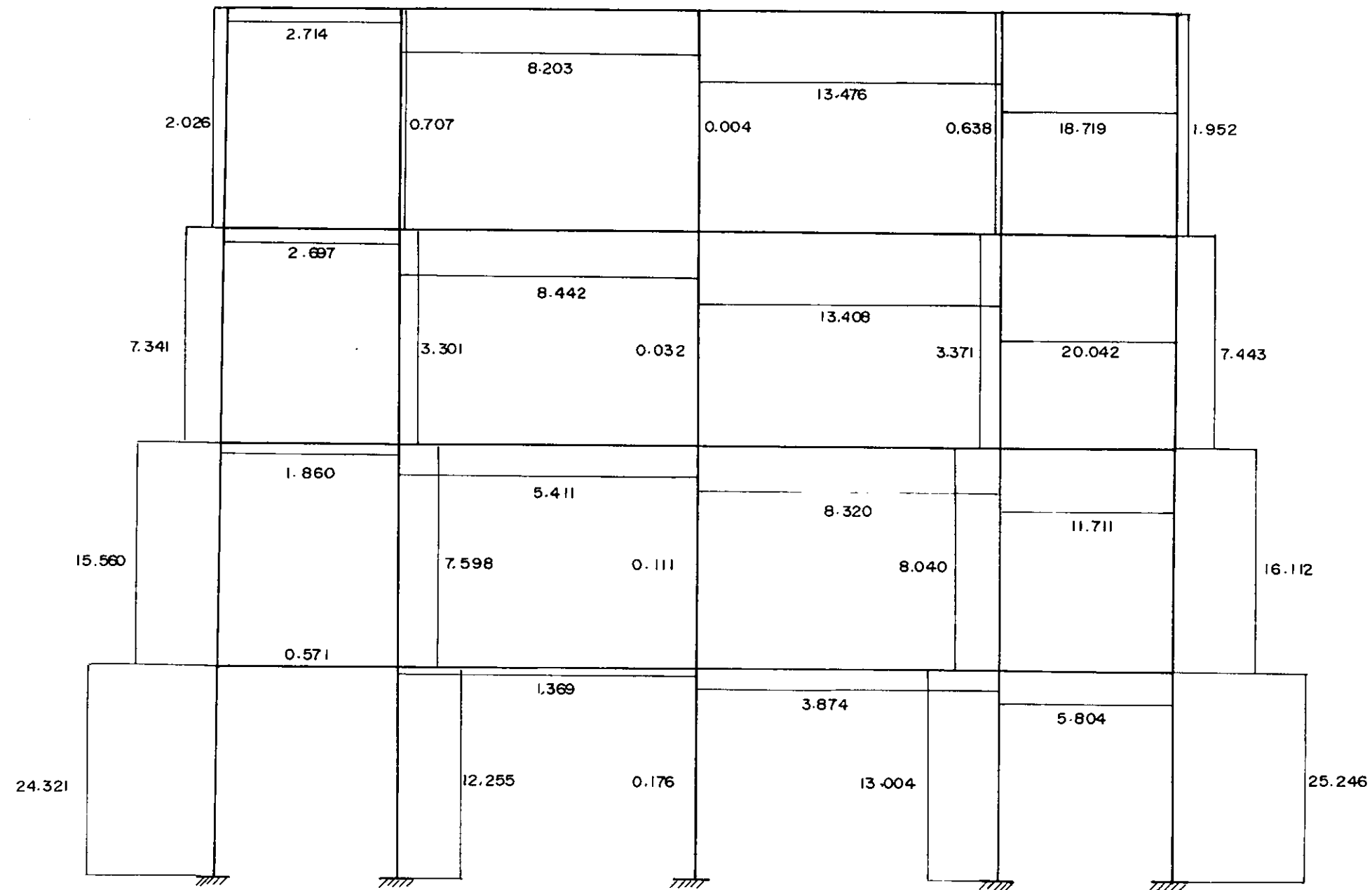
FUERZA CORTANTE



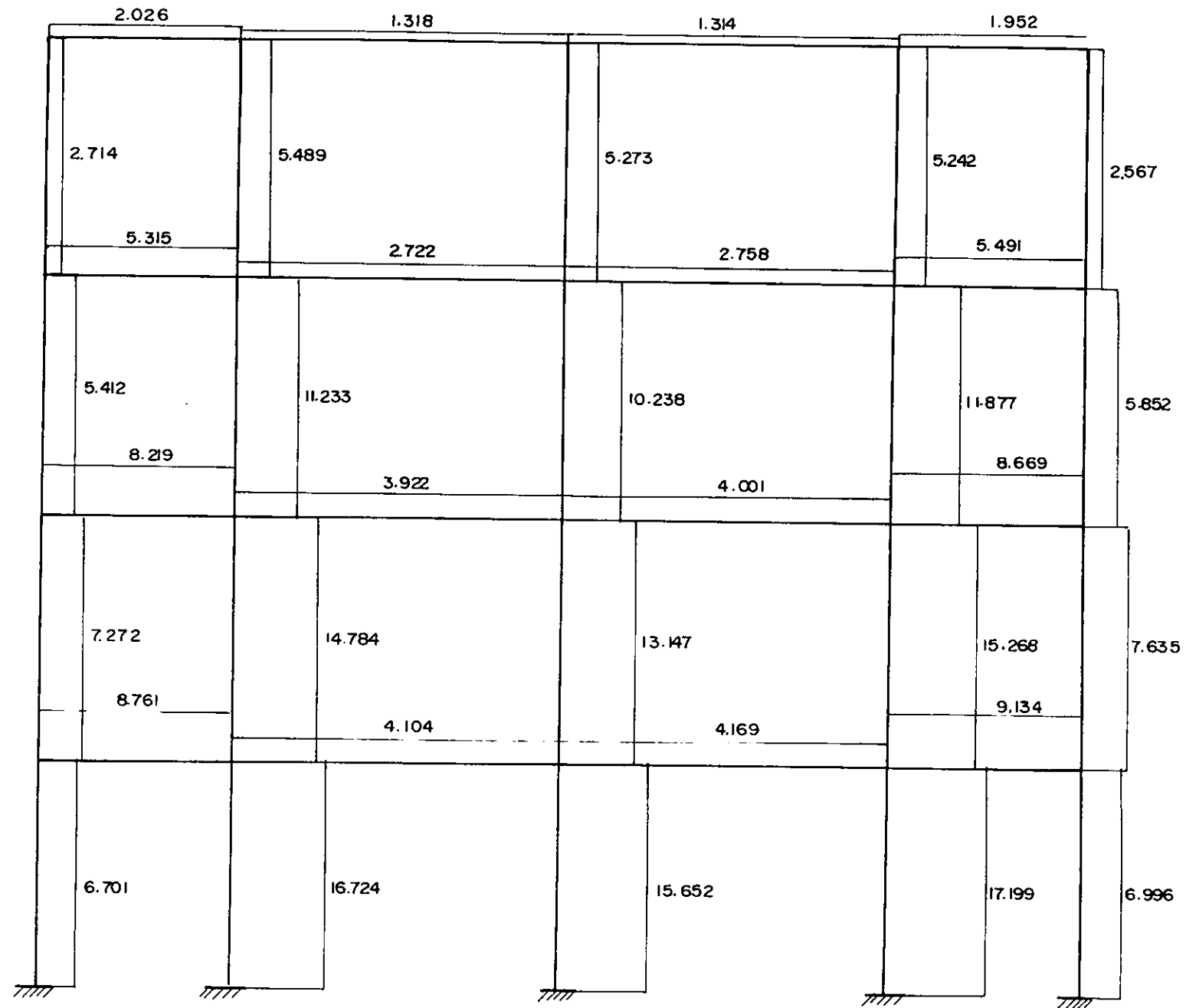
MARCOS C y F
 MOMENTO FLEXIONANTE



MARCOS D y E
 FUERZA AXIAL

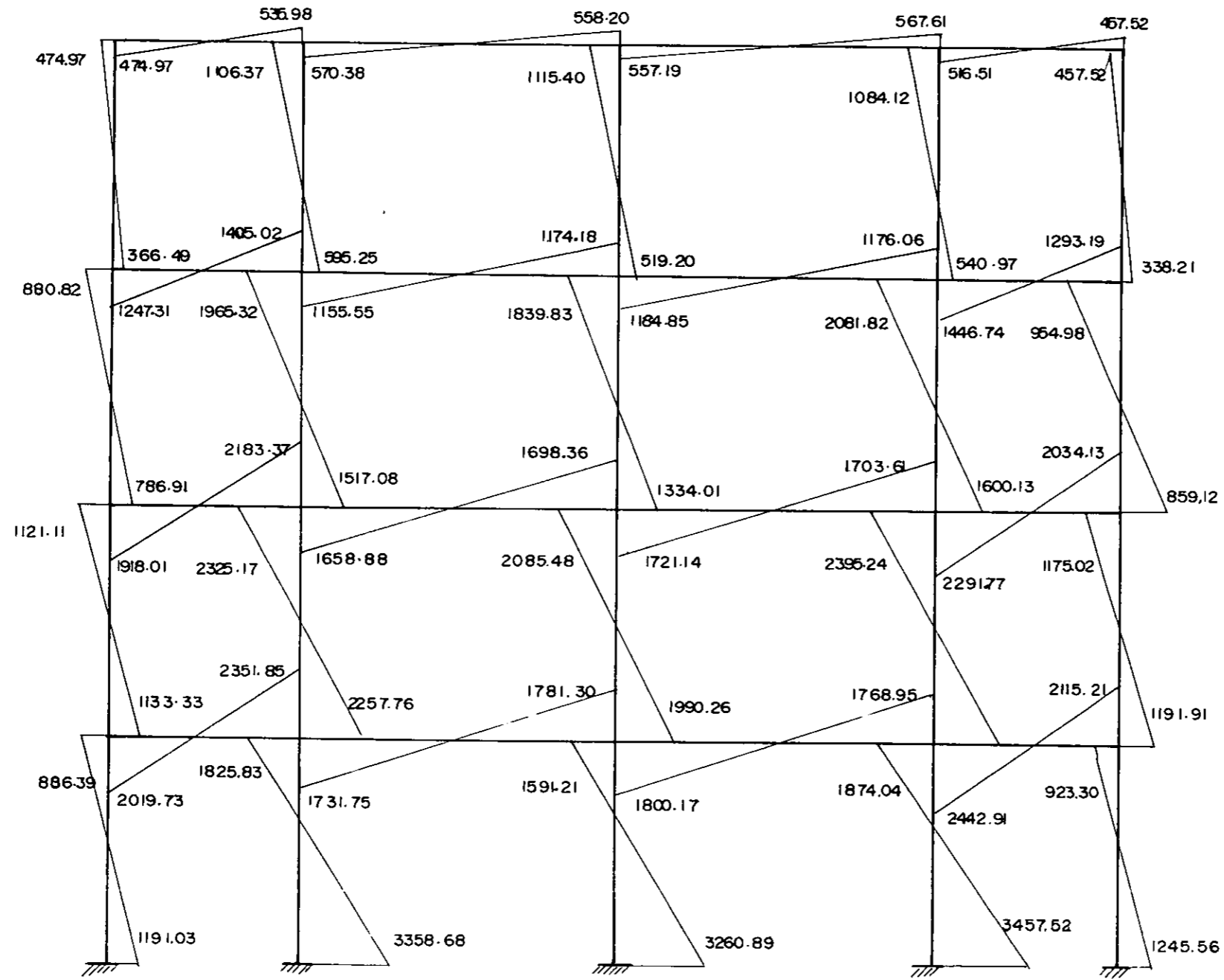


MARCOS Dy E
 FUERZA CORTANTE



MARCOS Dy E

MOMENTO FLEXIONANTE



CAPÍTULO VII

DISEÑO DE TRABES

En el desarrollo de este capítulo, se obtienen las envolventes de momento flexionante y fuerza cortante para las traves, y se realiza el diseño en concreto reforzado de las mismas. Se presentan además los diagramas de armado tanto longitudinal como transversal.

7.1 Envolventes para diseño

Las envolventes de fuerza cortante y momento flexionante utilizadas para diseñar las traves se determinaron en base a lo indicado por el R.C.D.F., es decir, con un factor de carga de 1.1 para combinaciones de carga muerta y viva más cargas accidentales (sismo) y un factor de 1.4 para carga muerta más carga viva (Arnal; 1991, 227). Cabe mencionar, que para las traves que se consideraron como infinitamente rígidas en el análisis estructural bajo la acción de sismo, se desprecian los momentos obtenidos, ya que son producto únicamente del artificio del método de la columna ancha, y en realidad, el momento lo toman los muros que son los que aportan la rigidez.

7.2 Cálculo del refuerzo longitudinal

El refuerzo longitudinal en las vigas se determinó de acuerdo con lo establecido en las N.T.C. para estructuras de concreto reforzado, las cuales indican que el momento resistente en una viga simplemente armada se calculará con la siguiente expresión:

$$M_R = F_R b d^2 f'c q (1 - 0.5 q) \quad (\text{Arnal; 1991,423})$$

Para poder determinar gráficamente el armado de las vigas, se elaboró la siguiente tabla, la cual muestra la contribución de diferentes diámetros de varilla para resistir una amplia gama de momentos flexionantes.

Trabe de 30 x 60 cm								
		2 # 3	2 # 4	2 # 5	2 # 6	2 # 7	2 # 8	2 # 10
	As (cm²)	1.43	2.53	3.96	5.70	7.76	10.13	15.85
M(ton-cm)		M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)
800	4.08	279.61	496.86	776.08	1117.65			
1000	5.15	276.89	492.04	768.54	1106.79			
1200	6.23	274.54	487.86	762.01	1097.40	1493.79		
1400	7.34	272.10	483.52	755.24	1087.64	1480.52		
1600	8.46	269.60	479.07	748.29	1077.63	1466.90	1915.92	
1800	9.61	267.04	474.53	741.20	1067.42	1452.00	1897.75	
2000	10.79	264.44	469.91	733.98	1057.02	1438.85	1879.28	2939.82
2200	11.98	261.78	465.19	726.60	1046.40	1424.38	1860.38	2910.26
2400	13.21	259.06	460.34	719.04	1035.50	1409.55	1841.01	2879.96
2600	14.47	256.26	455.38	711.28	1024.33	1394.35	1821.15	2840.89
2800	15.76	253.41	450.32	703.38	1012.95	1378.85	1800.91	2817.24
3000	17.08	250.47	445.08	695.20	1001.17	1362.82	1779.98	2784.48
3200	18.44	247.46	439.74	686.85	989.15	1346.46	1758.61	2751.06
3400	19.84	244.34	437.19	678.18	976.67	1329.47	1736.41	2716.33
3600	21.29	241.13	428.48	669.27	963.83	1312.00	1713.59	2680.64
3800	22.79	237.80	422.57	660.04	950.54	1293.90	1689.96	2643.67

Trabe de 40 x 80 cm								
		2 # 3	2 # 4	2 # 5	2 # 6	2 # 7	2 # 8	2 # 10
	As (cm ²)	1.43	2.53	3.96	5.70	7.76	10.13	15.85
M(ton-cm)		M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)	M(ton-cm)
1200	4.40	388.91	691.79	1079.45	1554.55			
1400	5.15	387.61	688.79	1075.86	1549.36			
1600	5.91	386.06	686.02	1071.54	1543.15	2100.58		
1800	6.67	385.09	684.30	1068.85	1539.27	2095.30		
2000	7.43	383.85	682.10	1065.41	1534.32	2088.60		
2200	8.20	382.53	679.76	1061.76	1529.06	2081.40	2718.51	
2400	8.98	381.24	677.46	1058.17	1523.89	2074.37	2709.32	
2600	9.76	379.94	675.16	1054.57	1518.71	2067.31	2700.10	
2800	10.55	378.63	672.82	1050.92	1513.46	2060.16	2690.77	4209.66
3000	11.34	377.31	670.48	1047.26	1508.19	2052.99	2681.40	4194.62
3200	12.14	375.98	668.12	1043.58	1502.88	2045.76	2671.96	4197.85
3400	12.94	374.64	665.74	1039.86	1497.52	2038.47	2662.43	4164.94
3600	13.75	373.29	663.34	1036.11	1492.12	2031.12	2652.84	4149.94
3800	14.57	371.93	660.92	1032.34	1486.69	2023.72	2643.17	4134.82
4000	15.39	370.56	658.49	1028.53	1481.21	2016.27	2633.44	4119.59
4200	16.22	369.18	656.03	1024.69	1475.68	2008.74	2623.61	4104.21
4400	17.06	367.79	653.56	1020.83	1470.11	2001.16	2613.71	4088.72
4600	17.90	366.38	651.06	1016.93	1464.50	1993.52	2603.73	4073.11
4800	18.75	364.97	648.54	1013.00	1458.84	1985.82	2593.67	4057.37
5000	19.61	363.54	646.00	1009.03	1453.13	1978.03	2583.50	4041.47
5200	20.48	362.10	643.45	1005.03	1447.37	1970.20	2573.27	4025.47
5400	21.35	360.64	640.86	1001.00	1441.56	1962.29	2562.94	4009.30
5600	22.23	359.17	638.25	996.92	1435.69	1954.30	2552.51	3992.98
8000	33.51	340.39	604.88	944.80	1360.60	1852.12	2419.04	3784.20

7.2.1 Acero mínimo por flexión y por cambios volumétricos

El acero mínimo por flexión se calculó como:

$$A_{smin} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d$$

(Arnal; 1991,422), verificando en todos los casos que fuera mayor al acero mínimo por cambios volumétricos

$$A_{s temp} = 0.002 b h$$

Tamaño	d en cm (supuesto)	As mín flex. (cm ²)	As mín temp. (cm ²)
30 x 60 cm	55.00	4.35	3.60
40 x 80 cm	75.00	7.90	6.40

7.2.2 Refuerzo máximo

El acero máximo por flexión se tomó igual al 75 % del acero en falla balanceada, calculado como (Arnal; 1991, 422):

$$A_{smax} = 0.75 \cdot \frac{f'c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000} \cdot b \cdot d$$

Tamaño	d en cm (supuesto)	As máx
30 x 60 cm	53.50	22.93
40 x 80 cm	73.50	42.00

7.2.3 Longitudes de desarrollo y de traslape

Para el cálculo de la longitud de desarrollo es necesario determinar el valor de la longitud básica que marcan las NTC-87, el cual se obtiene con la siguiente fórmula (Arnal; 1991, 440-441):

$$L_{db} = 0.06 \cdot \frac{a_s \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \geq 0.006 \cdot d_b \cdot f_y$$

Una vez que se tiene L_{db} , se multiplica por los factores que correspondan de los mostrados en la tabla 3.1 de las NTC-87 (Ibid, 441). Para nuestro caso resultaron las longitudes que se muestran en la siguiente tabla:

Diámetro de varilla	L_{db}	Acero de compresión	Acero de tensión
No. 3	24.00	30.00	30.00
No. 4	32.00	37.30	32.00
No. 5	40.01	46.70	40.01
No. 6	48.01	67.20	48.01
No. 7	61.83	86.60	61.83
No. 8	80.76	113.07	80.76
No. 10	126.19	176.60	126.19

En cuanto a la longitud de traslape de las varillas, ésta no será menor de 1.33 veces la longitud de desarrollo o $(0.01 f_y - 6) d_b$ cuando se trate de barras a tensión, ni que la

longitud de desarrollo o $(0.01 f_y - 10) db$ para el caso de acero en compresión (Arnal; 1991, 444-445). En base a las consideraciones anteriores, la longitudes de traslape son las que se muestran a continuación:

Diámetro de varilla	db (cm ²)	Acero de compresión	Acero de tensión
No. 3	0.71	30.00	39.90
No. 4	1.27	45.60	42.56
No. 5	1.98	71.26	63.34
No. 6	2.85	102.61	91.21
No. 7	3.88	139.66	124.14
No. 8	5.07	182.41	162.15
No. 10	7.92	185.02	253.35

7.3 Cálculo del refuerzo transversal

El refuerzo transversal se calculó de acuerdo con lo estipulado por las NTC-87 en el inciso 2.1.5 (Arnal; 1991, 427-431)

Para determinar la fuerza cortante que toma el concreto se utilizó la expresión 2.17 de las normas, ya que todos los casos que se presentan en el edificio caen en el rango de aplicación de la misma. La fórmula es la siguiente (para la viga de 40 x 80 cm se redujo en un 30 % de acuerdo con el inciso 2.1.5 - a de las NTC - 87):

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 30 p)(f^*c)^{1/2}$$

La contribución del refuerzo transversal se determinó con la siguiente ecuación:

$$s = \frac{Fr \cdot Av \cdot fy \cdot (\text{sen } \theta + \text{cos } \theta)}{Vv - Vcr} \leq \frac{Fr \cdot Av \cdot fy}{3.5 \cdot b}$$

En la siguiente tabla se muestra la aportación a la resistencia por cortante de estribos del No. 3 a diferentes separaciones, así como la letra con la que se representan en los diagramas de armado...

Separación (cm)	Resistencia (ton)	
	trabe de 30 x 60 cm	trabe de 40 x 80 cm
G - 10.00	25.38	35.19
C - 15.00	16.92	23.46
F - 20.00	12.69	17.60
E - 25.00	10.15	14.08
D - 30.00	-----	11.73
B - 35.00	-----	10.05

La letra A se refiere a los lugares donde teóricamente no se requiere armado por cortante, sin embargo, se recomienda seguir con el armado mínimo que será de estribos # 3 a cada 25 cm en las traves de 30 x 60 cm y a cada 35 cm en las de 40 x 80 cm

La separación máxima de estribos también se calculó de acuerdo con lo indicado en las NTC-87 y resultó de 35 cm para las vigas de 40 x 80 cm y de 25 cm para las de 30 x 60 cm usando varilla de 3/8".

7.4 Armado en caras laterales por temperatura

Las normas técnicas complementarias para diseño en concreto recomiendan que para vigas con peralte mayor a 75 cm se coloque un refuerzo complementario en las paredes de las mismas (Arnal; 1991, 447), el cual se puede calcular como:

$$A_s = 0.002 b h$$

Para el caso que nos ocupa, el requisito anterior solo será aplicable a las vigas de 40 x 80 cm., por lo que:

$$A_s = 0.002 (40) (80) = 6.4 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varilla # 4 ($A_s = 1.27 \text{ cm}^2$):

$$s = (100) (1.27) / (6.4) = 19.84 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Por lo que deberán colocarse varillas # 4 a cada 20 cm en caras laterales.

7.5 Armado de trabe secundaria

7.5.1 Refuerzo longitudinal

El momento flexionante y la fuerza cortante en las traves secundarias se calculan como los de una viga simplemente apoyada.

$$w = 1.4 (1.2745 \text{ ton / m}) = 1.7843 \text{ ton / m}$$

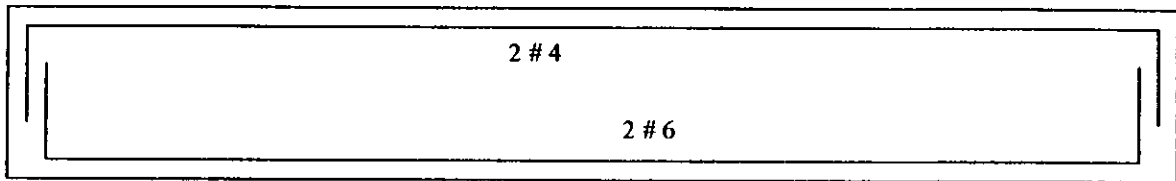
$$M = \frac{w \cdot l^2}{8} = 6.7969 \cdot \text{ton} \cdot \text{m} = 67688.438 \cdot \text{ton} \cdot \text{m}$$

De la expresión para flexión de las NTC para concreto reforzado se obtiene $q = 0.1671$

Como $p = q f'c / f_y$, tenemos: $p = 0.0068$ y $A_s = 4.869 \text{ cm}^2$ (2 varillas # 6).

En la zona de compresión se colocará el área de acero mínima por temperatura.

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 b h = 1.8 \text{ cm}^2 \text{ (2 varillas # 4)}$$



7.5.2 Refuerzo transversal

El cortante último se calculará como la carga total entre dos, resultando:

$$V_u = (1.7843) (5.5) / 2 = 4.907 \text{ ton}$$

El cortante que resiste el concreto está dado por la ecuación 2.17 de las N. T. C. Para concreto reforzado (Arnal; 1991, 427)

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 30 p)(f'c)^{1/2} = 3.29 \text{ ton}$$

La diferencia entre el cortante actuante y el resistente será resistida por estribos # 2 a cada 20 cm.

7.6 Diseño de las escaleras

Las escaleras se calcularán como una viga ancha simplemente apoyada

7.6.1 Diseño por flexión

$$w = (0.9936 \text{ ton} / \text{m}^2) (1.4) (1.3 \text{ m}) = 1.8084 \text{ ton} / \text{m}$$

Considerando una longitud de 5.235 m

$$M = 619,478.669 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Calculando el área de acero obtenemos: $A_s = 14.049 \text{ cm}^2$ (20 varillas # 3)

7.6.2 Revisión por cortante

Calculando V_u y V_{cr} con las expresiones que se han utilizado anteriormente:

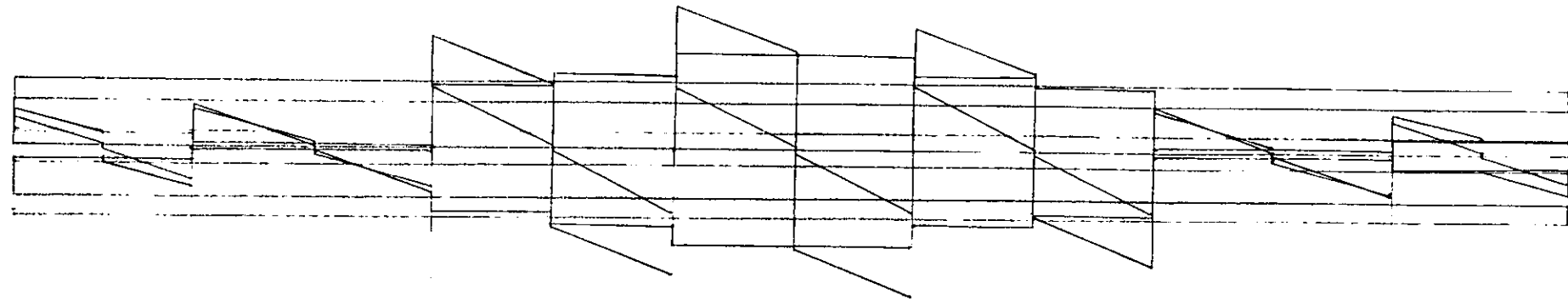
$$V_u = w l / 2 = 4.7335 \text{ ton.}$$

$V_{cr} = 8.592 \text{ ton} > V_u$, por lo tanto no es necesario aumentar el espesor de la rampa.

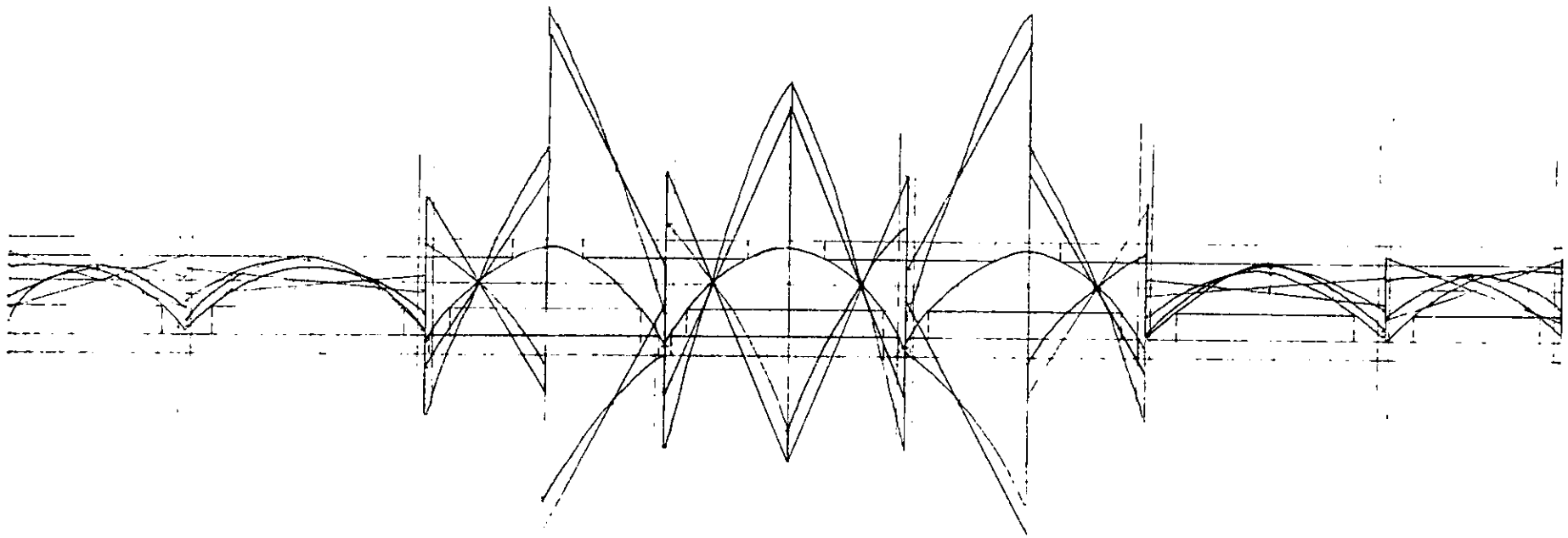
7.7 Diagramas de armado

A continuación se muestran las envolventes de diseño y el armado final de las traves.

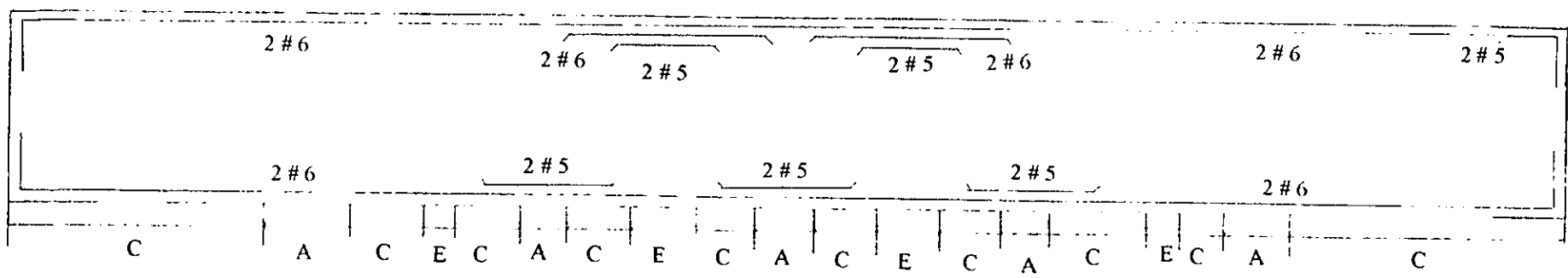
Marcos 1 y 7
Trabe 1er nivel



e # 3 @ 15 cm
e # 3 @ 25 cm
VCR
VCR
e # 3 @ 25 cm
e # 3 @ 15 cm
V(ton) Escala 1cm : 20 ton

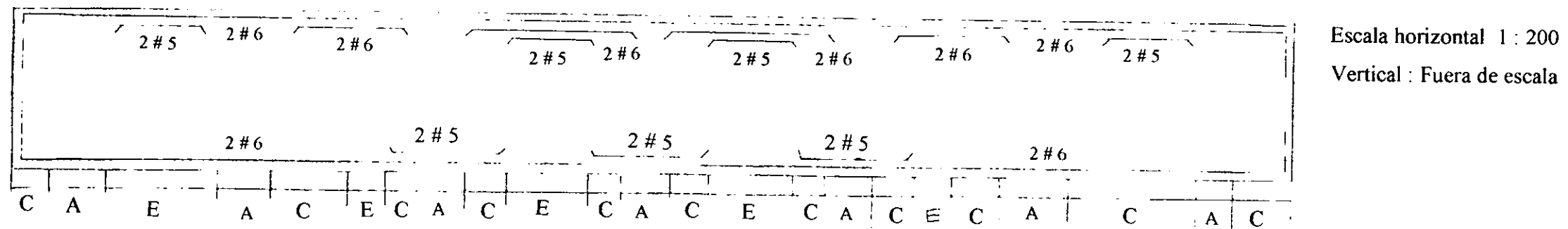
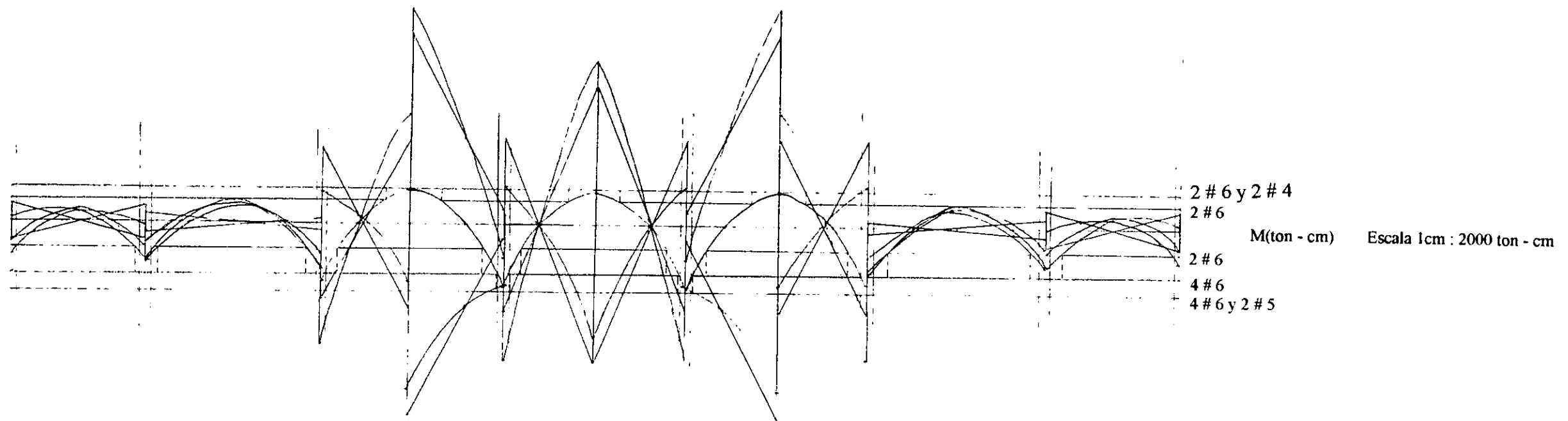
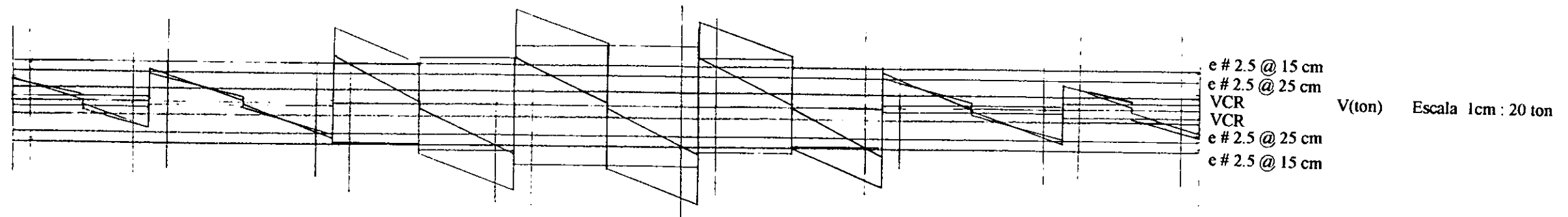


2 # 6 y 2 # 5
2 # 6
M(ton - cm) Escala 1cm : 2500 ton - cm
2 # 6
4 # 6
4 # 6 y 2 # 5



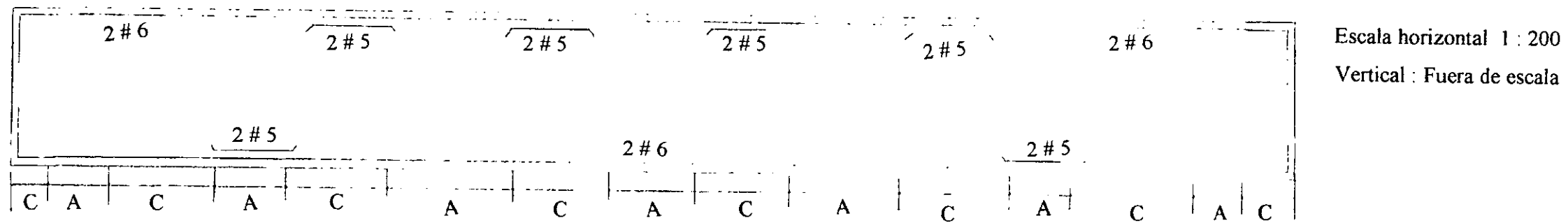
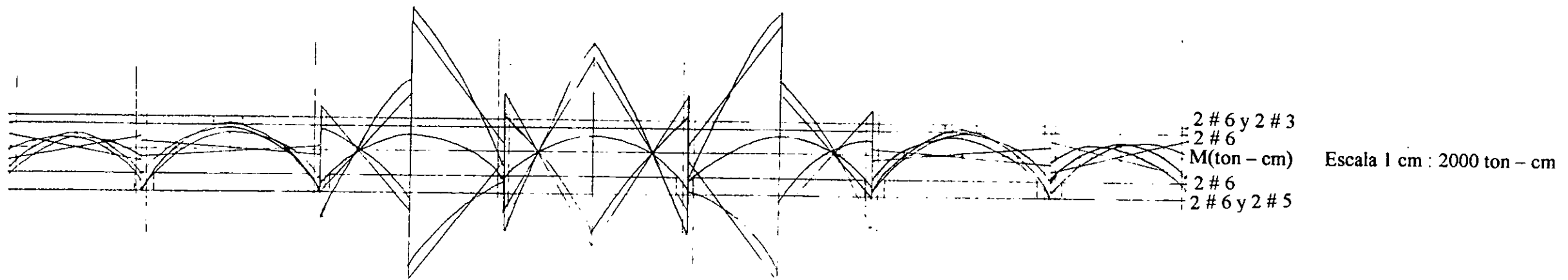
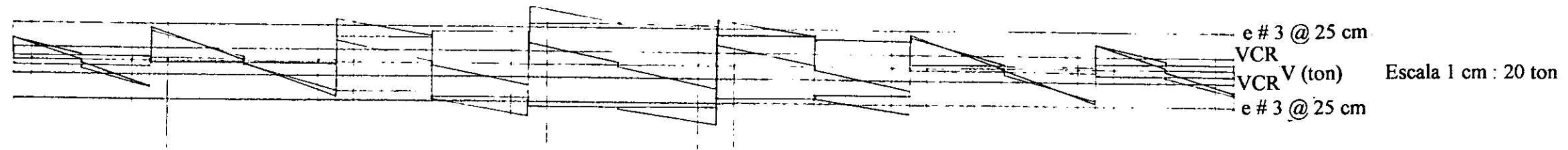
Escala horizontal 1 : 200
Vertical : Fuera de escala

Marcos 1 y 7
Trabe 2do nivel



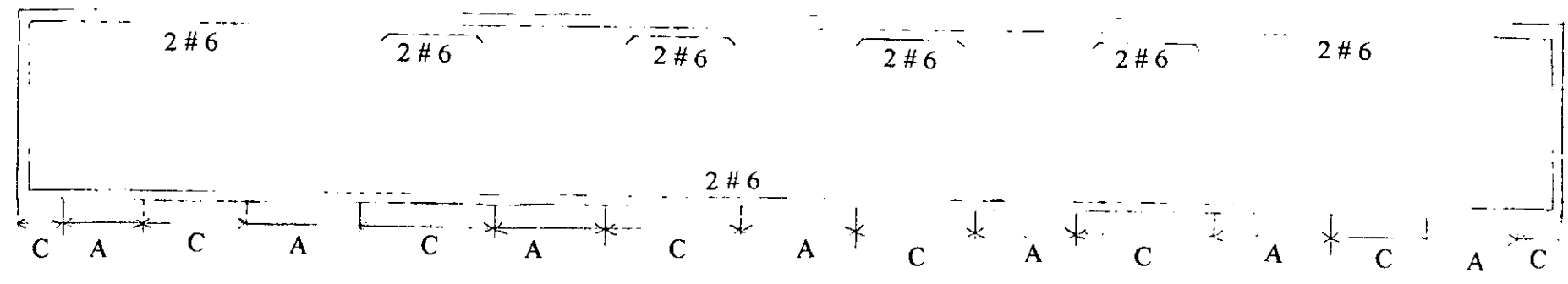
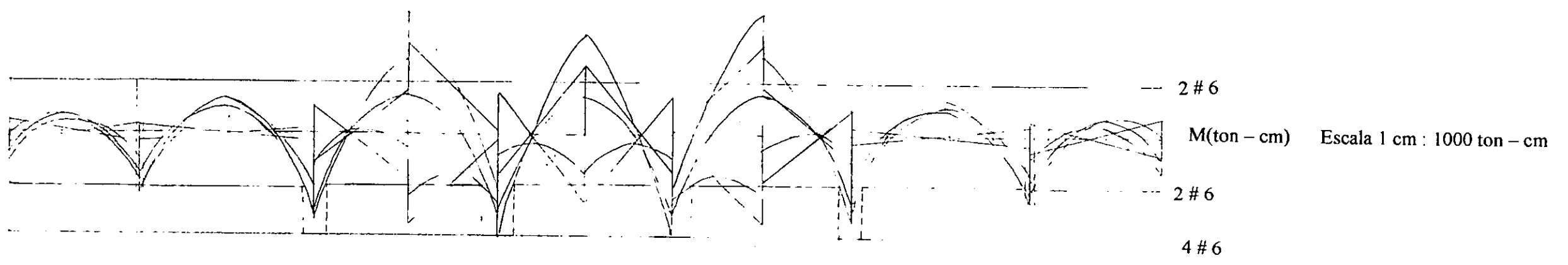
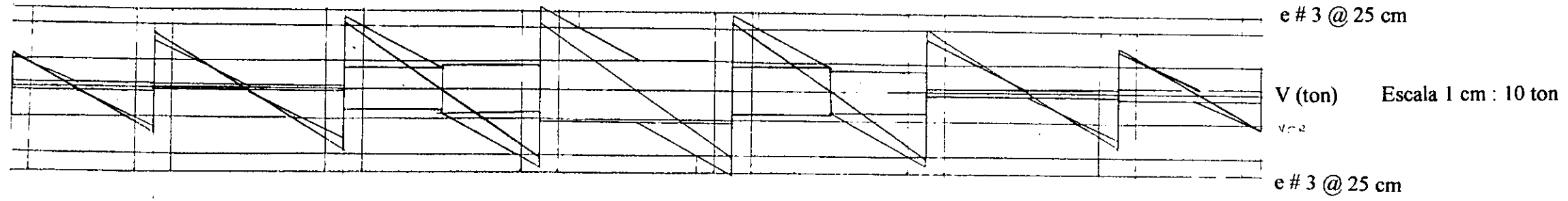
Marcos 1 y 7

Trabe 3er nivel



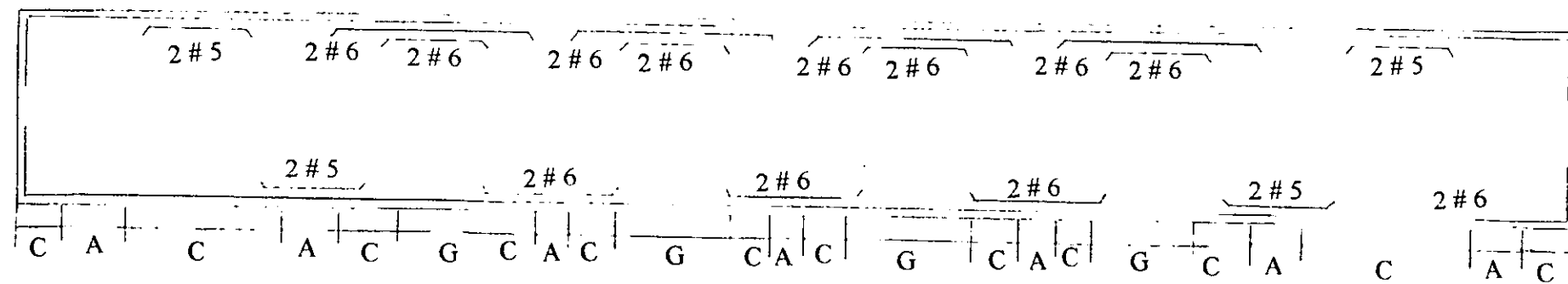
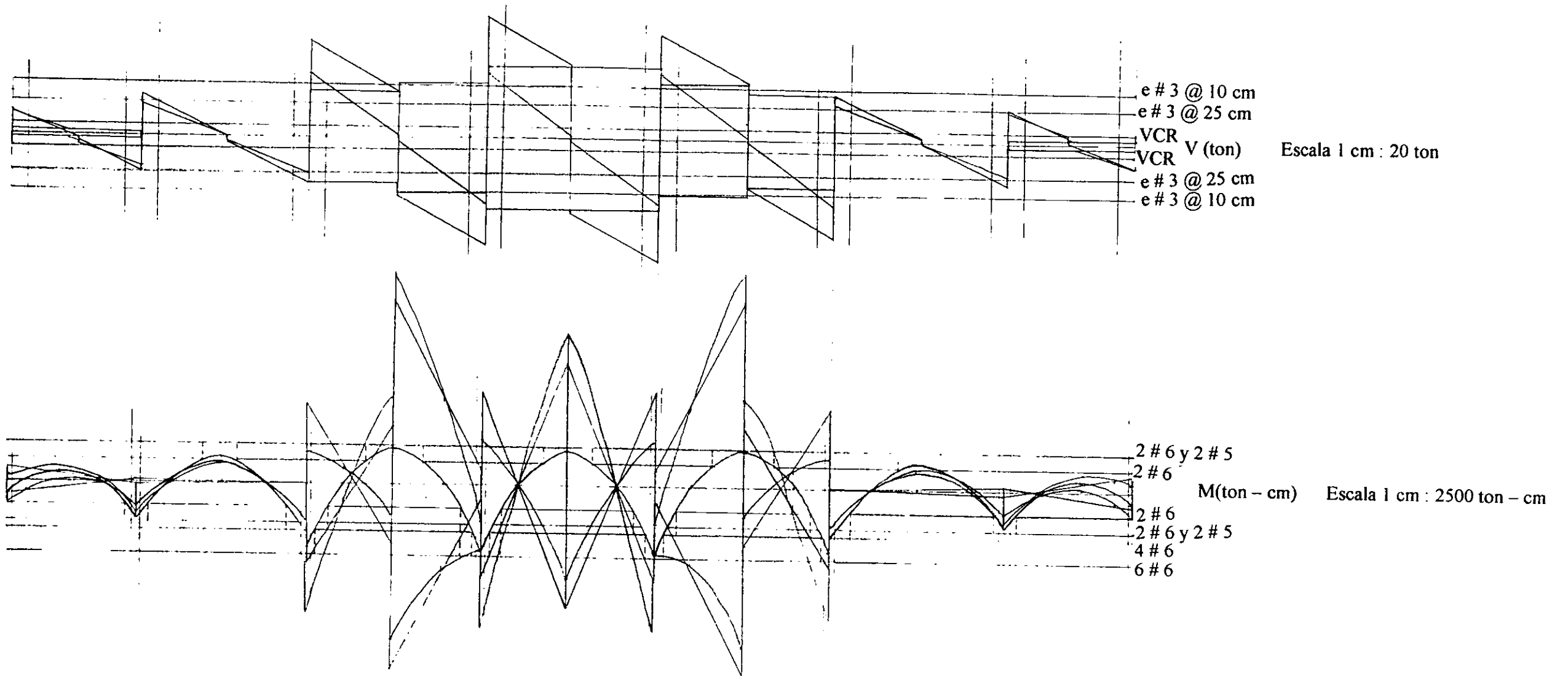
Marcos 1 y 7

Trabe 4to nivel



Escala horizontal 1 : 200
Vertical : Fuera de escala

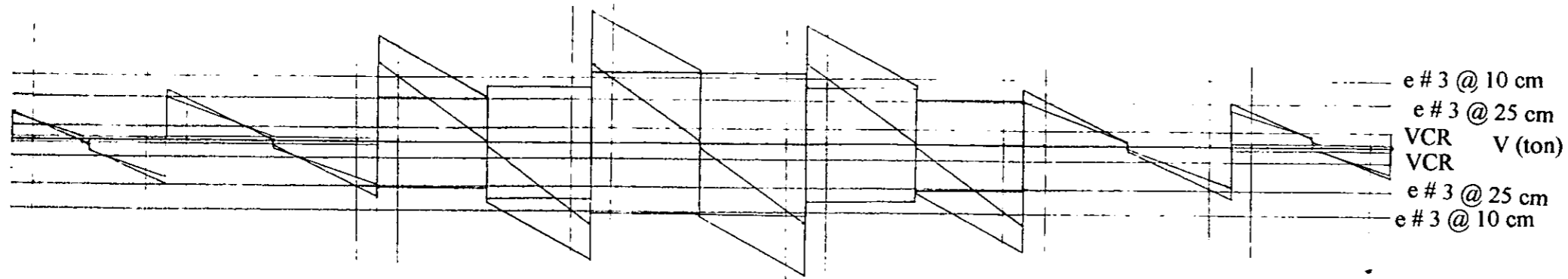
Marcos 2 y 6
Trabe 1er nivel



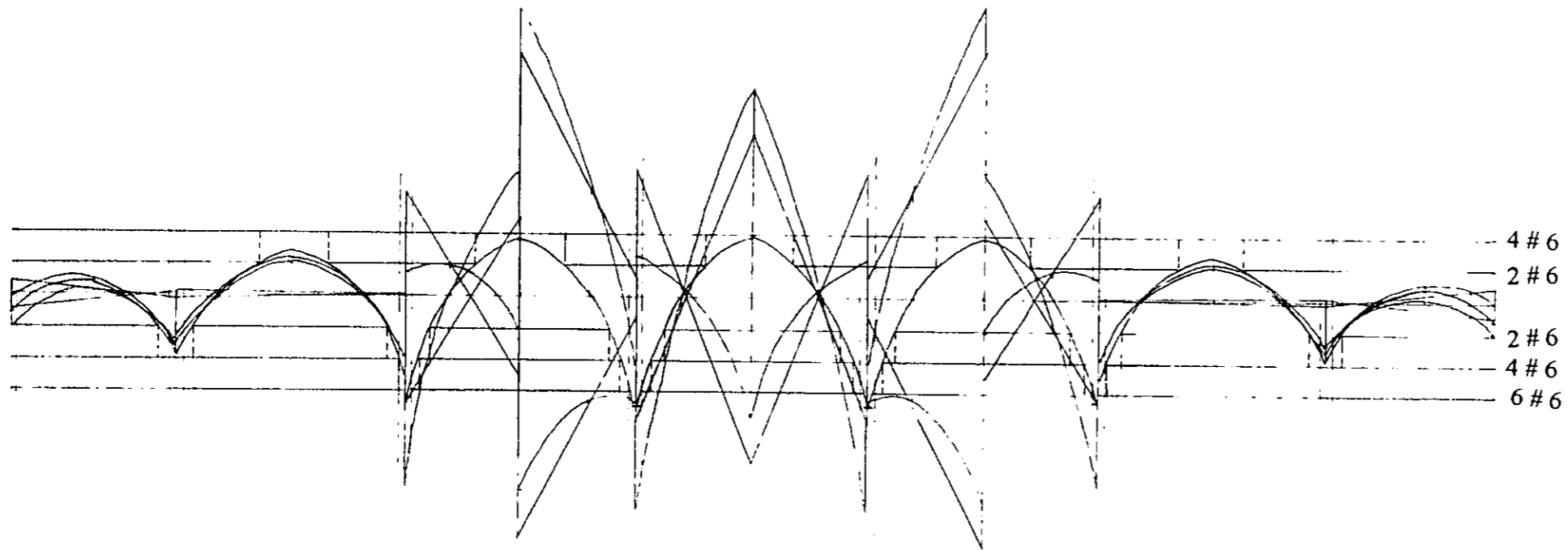
Escala horizontal 1 : 200
 Vertical Fuera de escala

Marcos 2 y 6

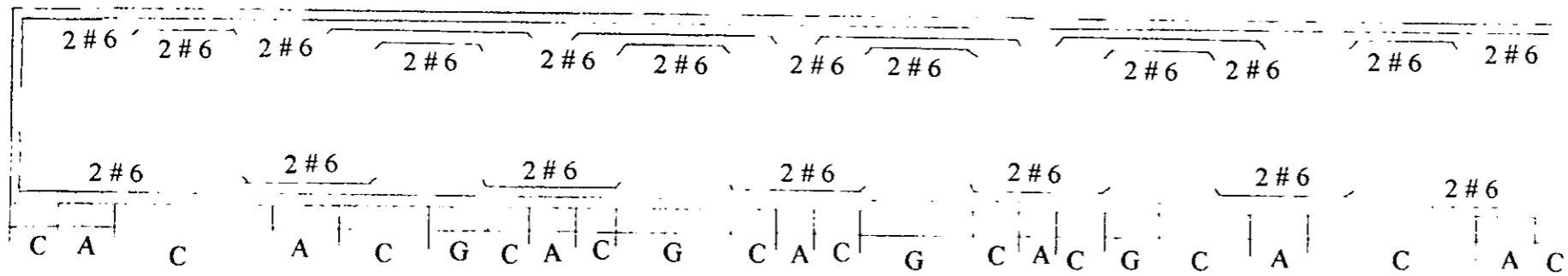
Trabe 2do nivel



Escala 1 cm : 20 ton



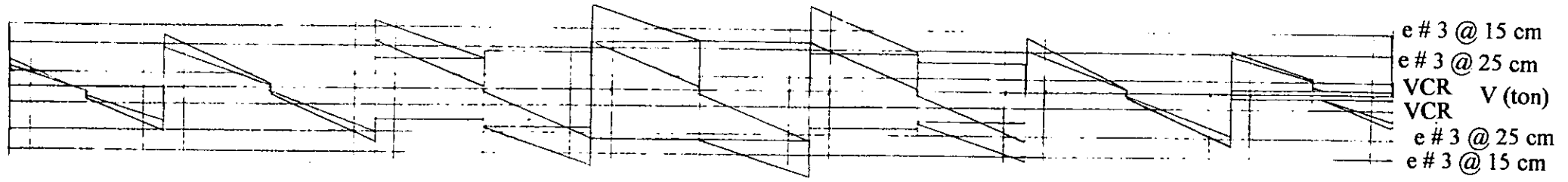
Escala 1 cm : 2000 ton - cm



Escala horizontal 1 : 200

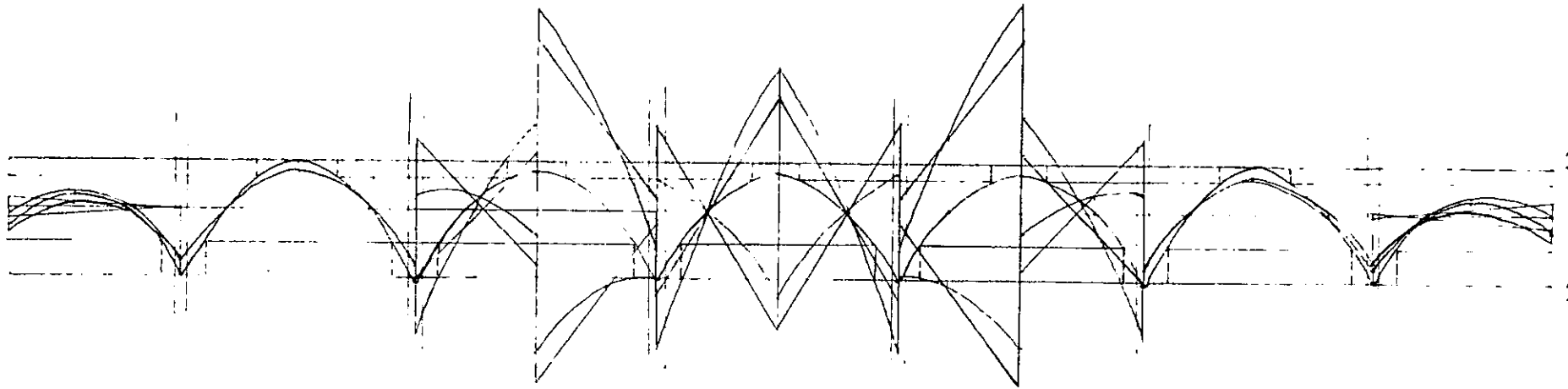
Vertical : Fuera de escala

Marcos 2 y 6
Trabe 3er nivel



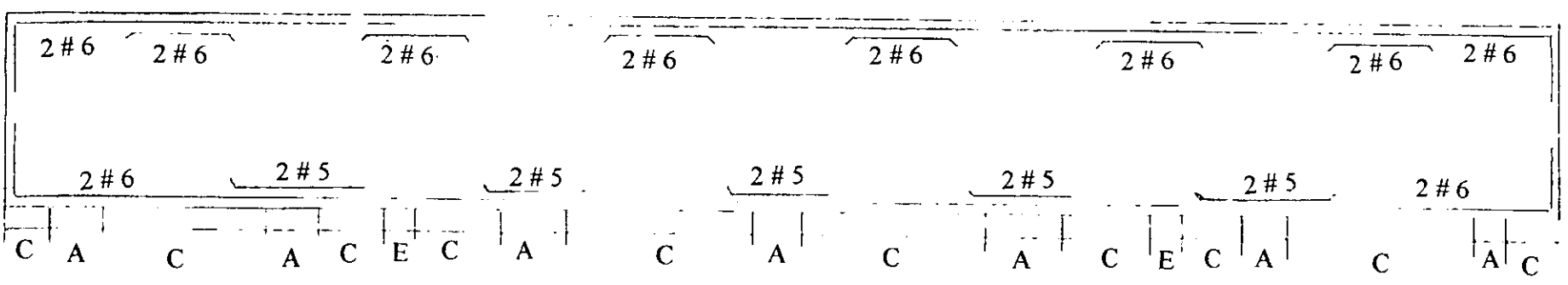
e # 3 @ 15 cm
 e # 3 @ 25 cm
 VCR V (ton)
 VCR
 e # 3 @ 25 cm
 e # 3 @ 15 cm

Escala 1 cm : 20 ton



2 # 6 y 2 # 4
 2 # 6
 2 # 6
 2 # 6

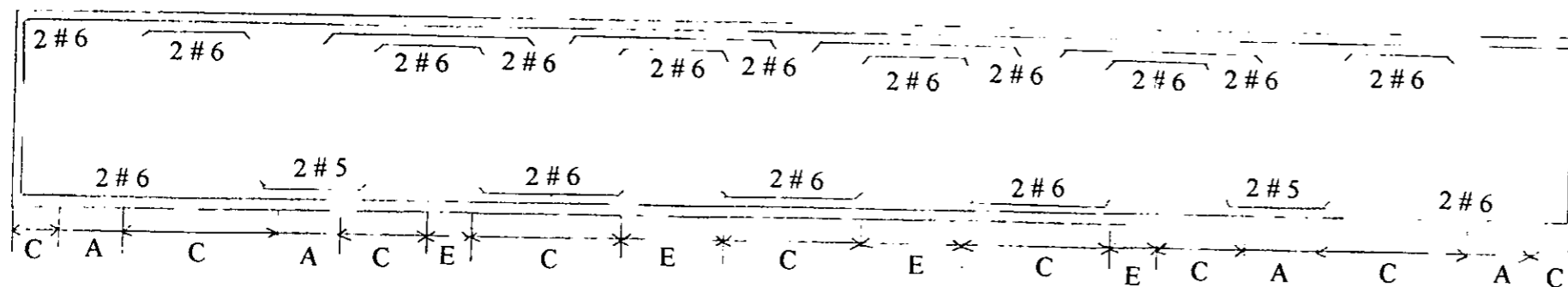
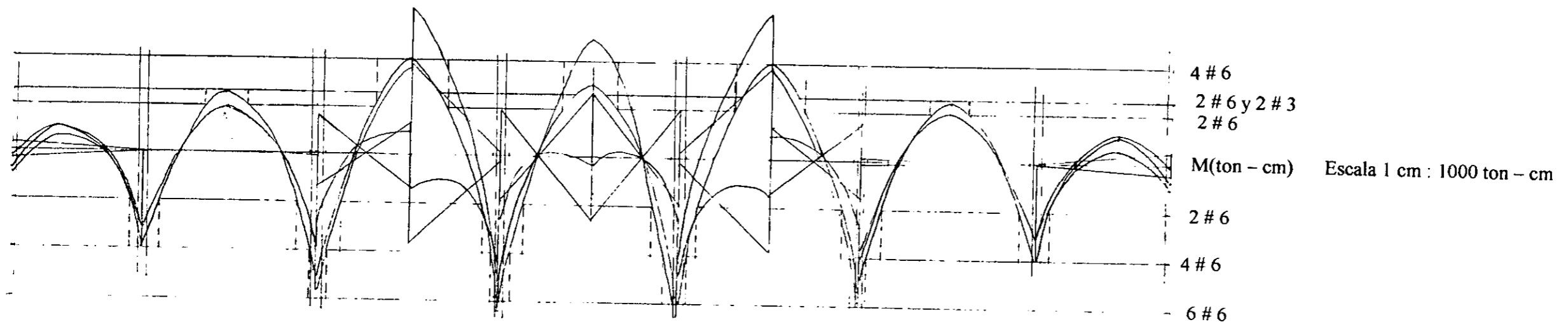
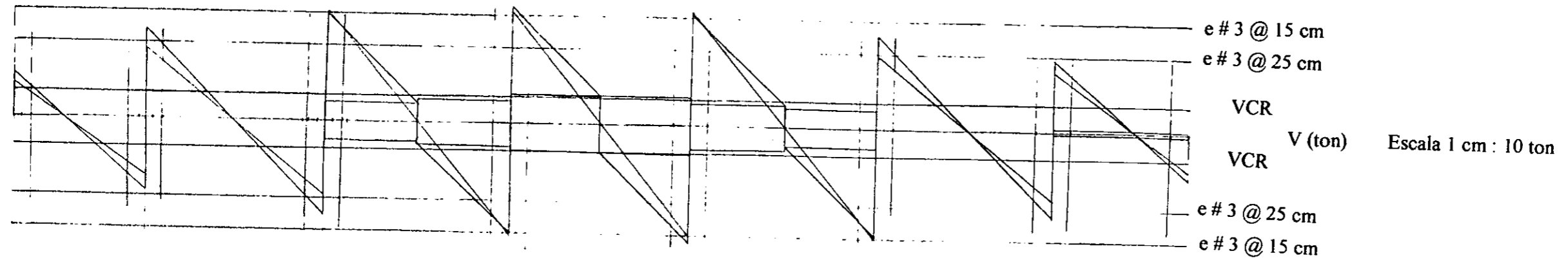
M(ton - cm) Escala 1 cm : 2000 ton - cm



Escala horizontal 1 : 200
 Vertical : Fuera de escala

Marcos 2 y 6

Trabe 4to nivel

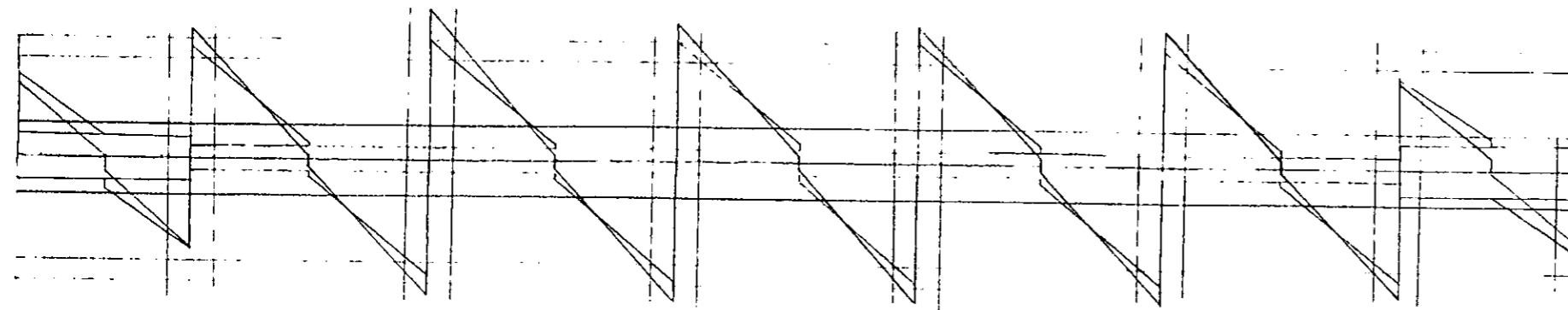


Escala horizontal 1 : 200

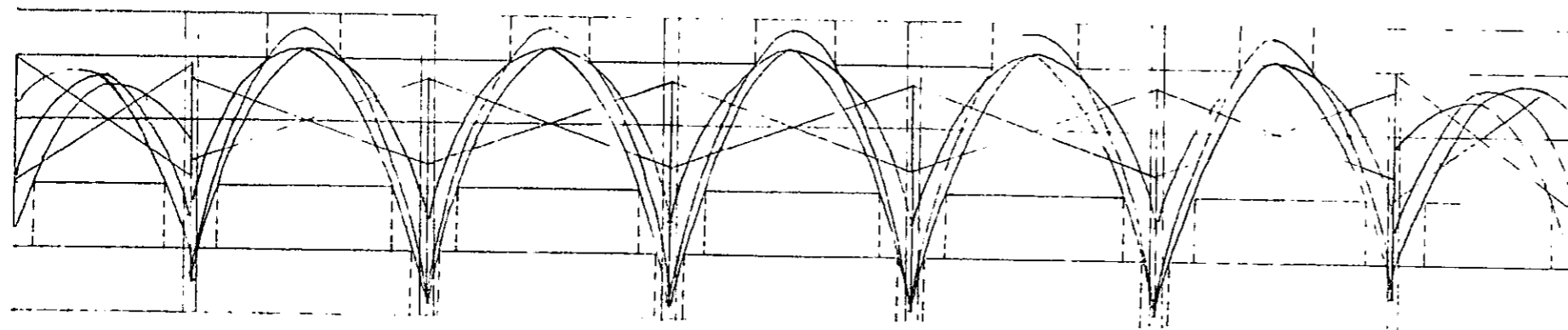
Vertical : Fuera de escala

Marcos 3,4 y 5

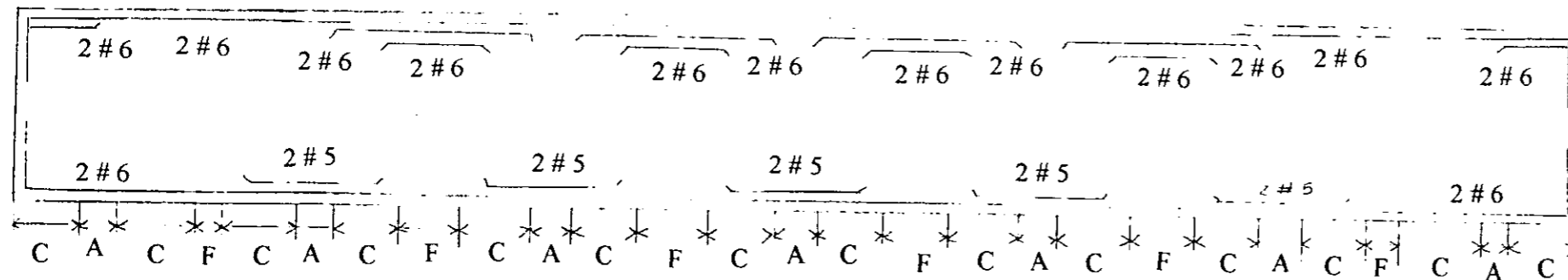
Trabe 1er nivel



e # 3 @ 20 cm
 e # 3 @ 25 cm
 VCR
 V (ton) Escala 1 cm : 10 ton
 VCR
 e # 3 @ 25 cm
 e # 3 @ 20 cm



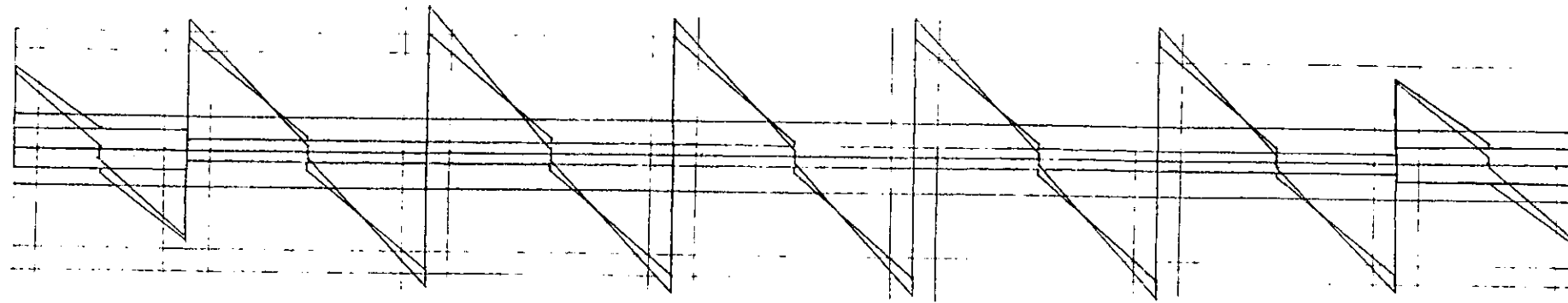
2 # 6 y 2 # 5
 2 # 6
 M(ton - cm) Escala 1 cm : 1000 ton - cm
 2 # 6
 4 # 6
 6 # 6



Escala horizontal 1 : 200
 Vertical : Fuera de escala

Marcos 3,4 y 5

Trabe 2do nivel



e# 3 @ 20 cm

e# 3 @ 25 cm

VCR

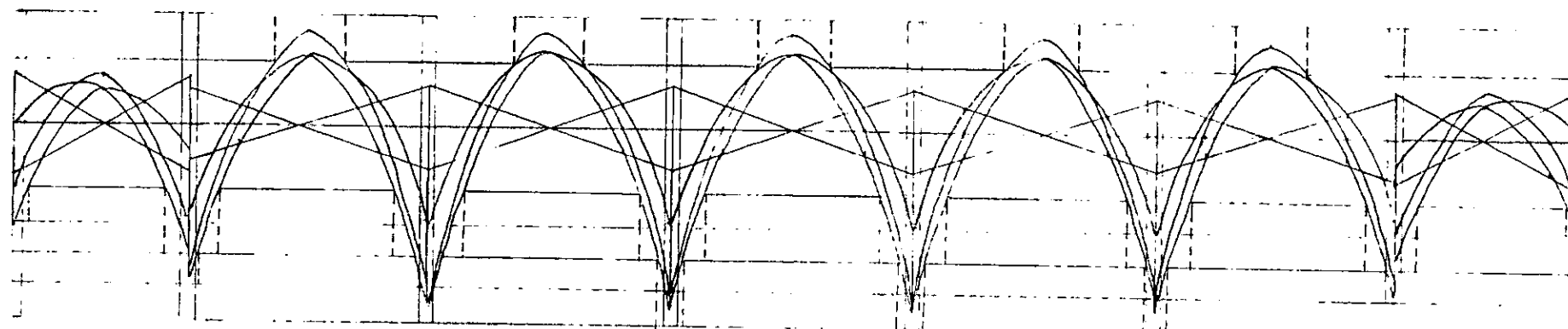
V (ton)

Escala 1 cm : 10 ton

VCR

e# 3 @ 25 cm

e# 3 @ 20 cm



2 # 6 y 2 # 5

2 # 6

M(ton - cm)

Escala 1 cm : 1000 ton - cm

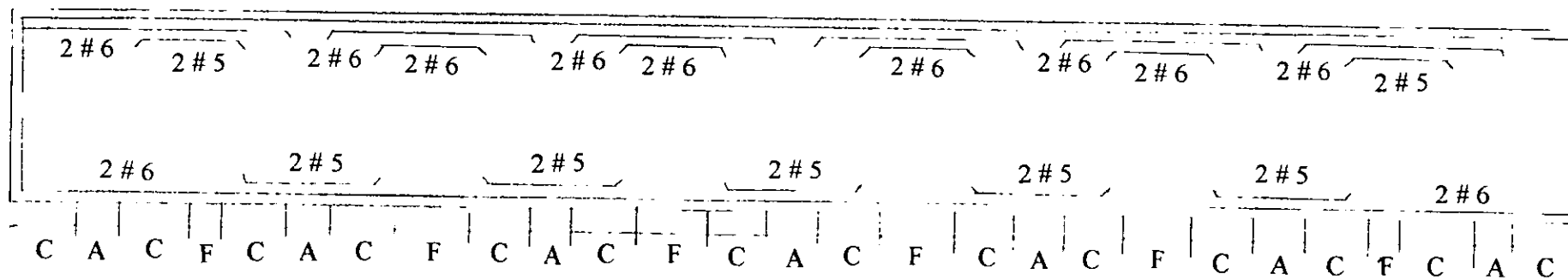
2 # 6

2 # 6 y 2 # 4

4 # 6

4 # 6 y 2 # 4

6 # 6

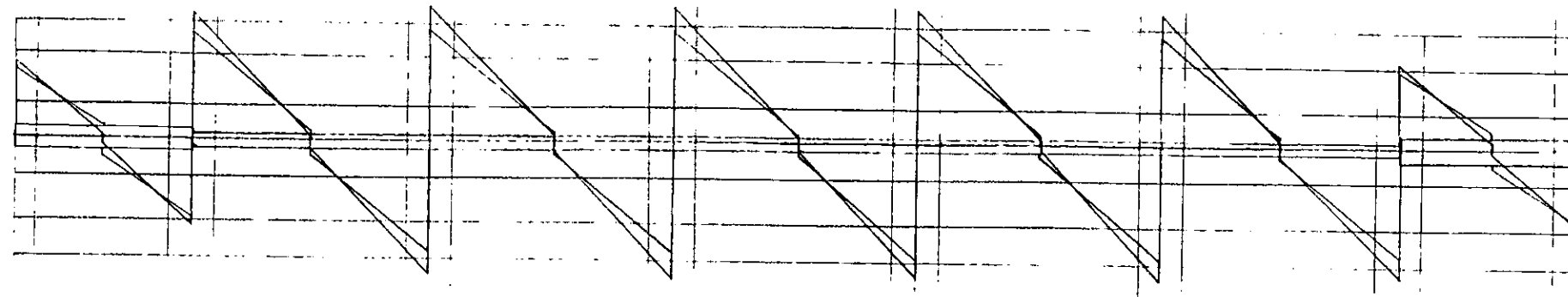


Escala horizontal 1 : 200

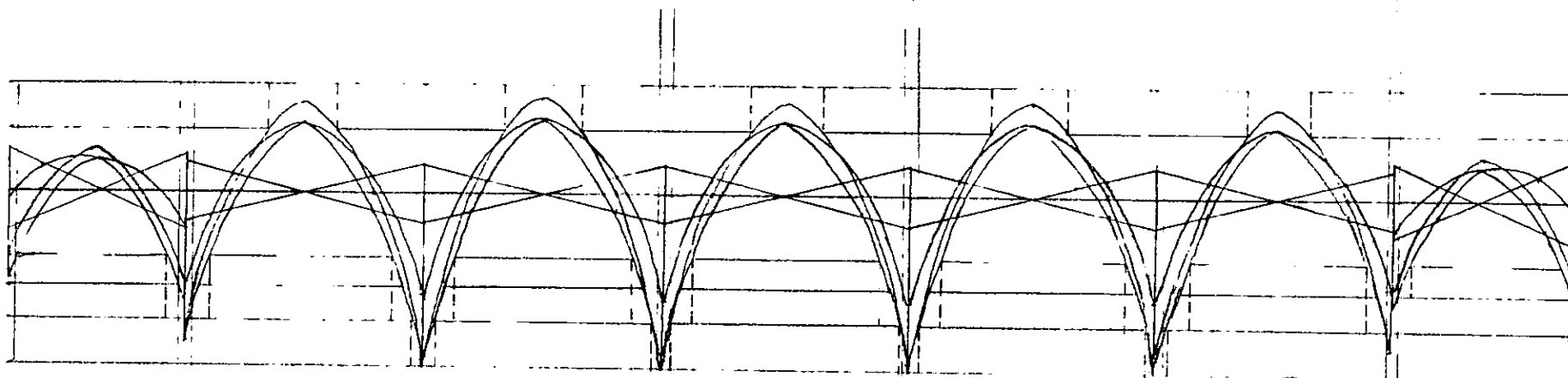
Vertical : Fuera de escala

Marcos 3,4 y 5

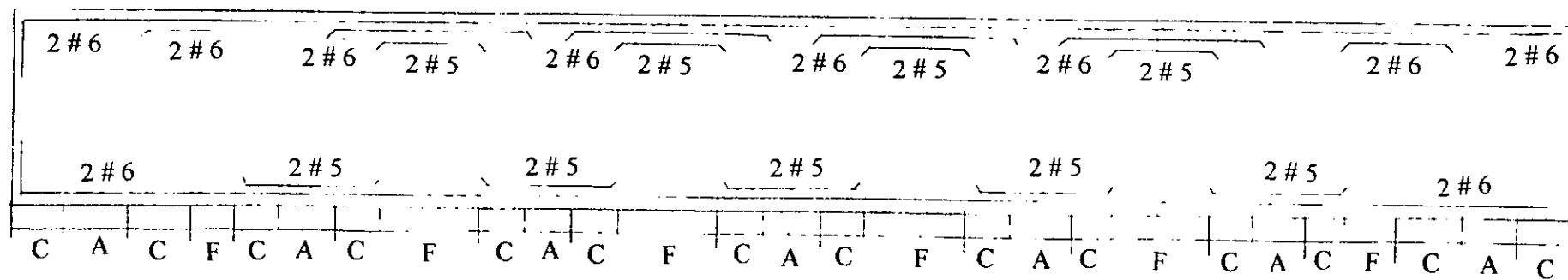
Trabe 3er nivel



e # 3 @ 20 cm
 e # 3 @ 25 cm
 VCR
 V (ton) Escala 1 cm : 10 ton
 VCR
 e # 3 @ 25 cm
 e # 3 @ 20 cm



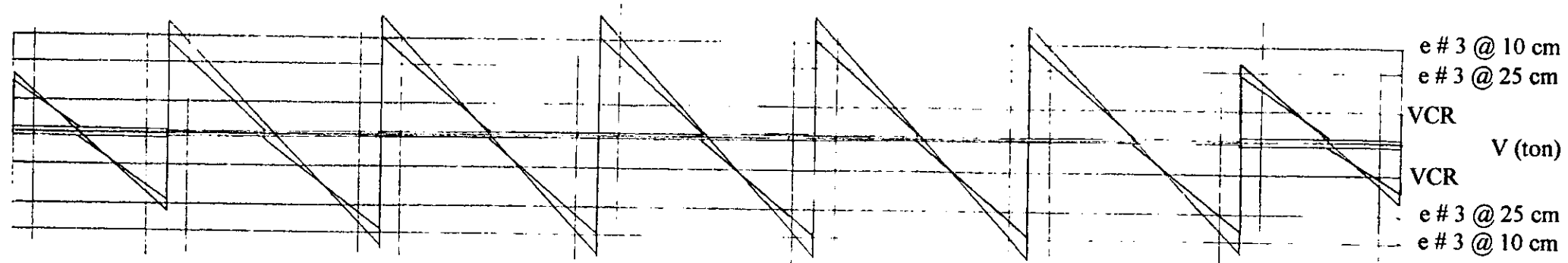
2 # 6 y 2 # 5
 2 # 6
 M(ton - cm) Escala 1 cm : 1000 ton - cm
 2 # 6
 2 # 6 y 2 # 4
 4 # 6
 4 # 6 y 2 # 5



Escala horizontal 1 : 200
 Vertical : Fuera de escala

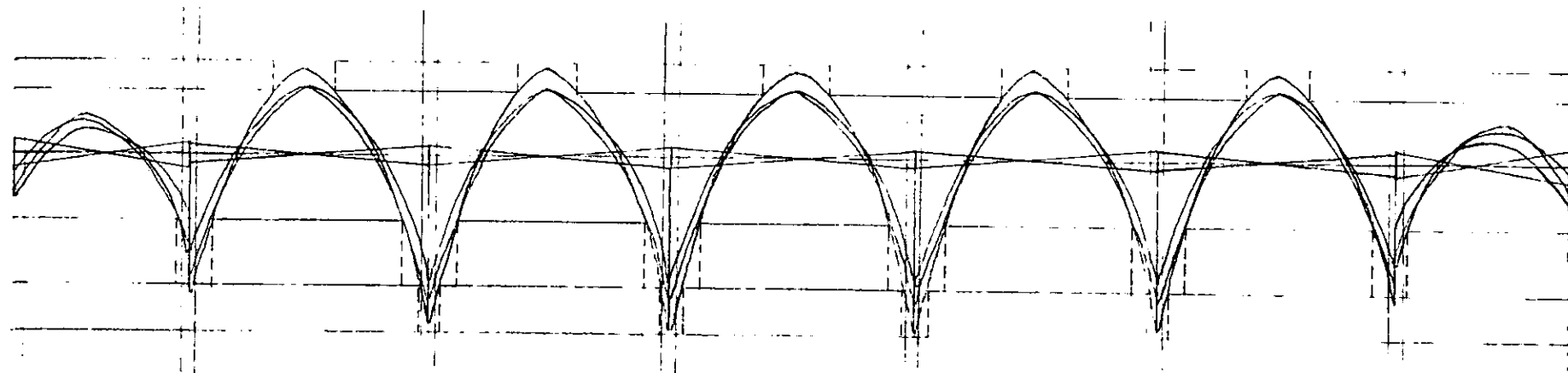
Marcos 3,4 y 5

Trabe 4to nivel



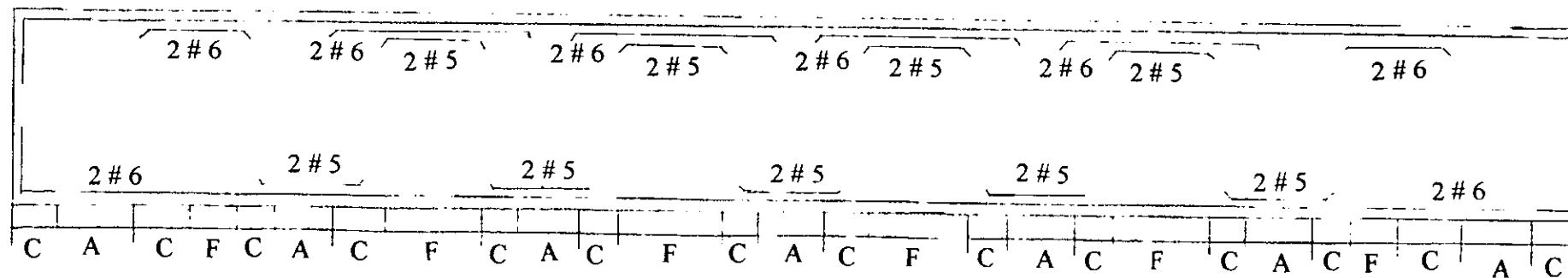
e # 3 @ 10 cm
 e # 3 @ 25 cm
 VCR
 V (ton)
 VCR
 e # 3 @ 25 cm
 e # 3 @ 10 cm

Escala 1 cm : 10 ton



2 # 6 y 2 # 4
 2 # 6
 M (ton - cm)
 2 # 6
 4 # 6
 4 # 6 y 2 # 5

Escala 1 cm : 1000 ton - cm

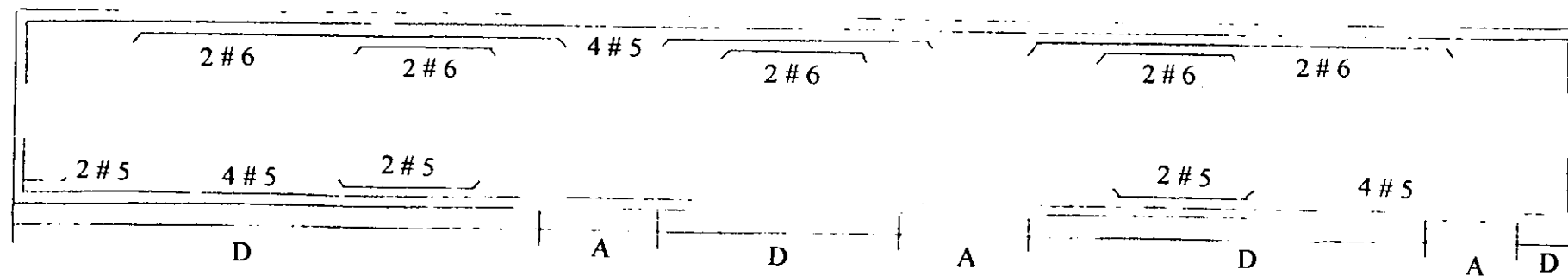
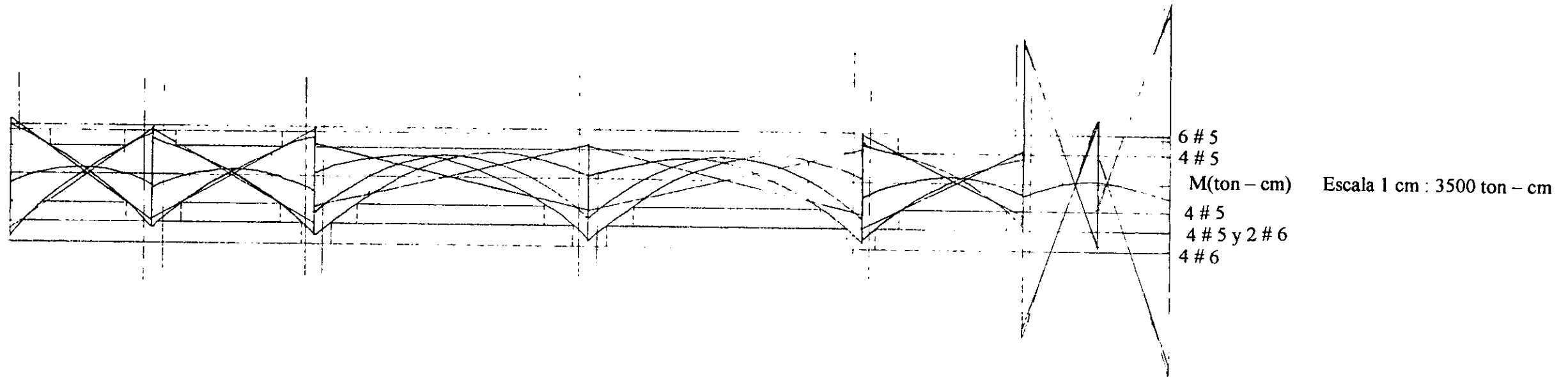
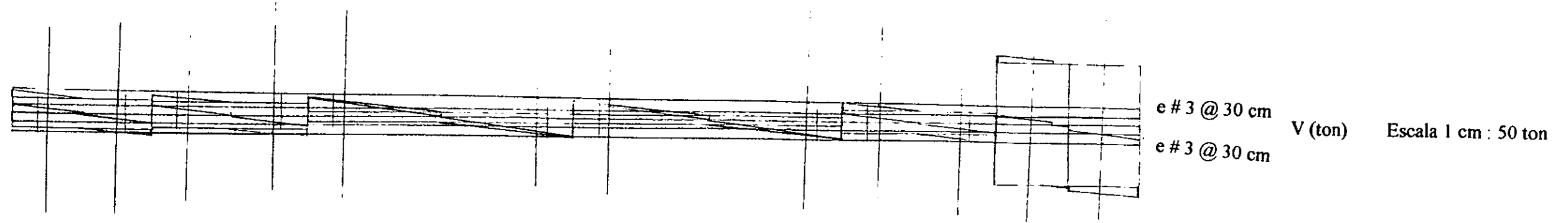


Escala horizontal 1 : 200

Vertical : Fuera de escala

Marcos A y H

Trabe 1er nivel

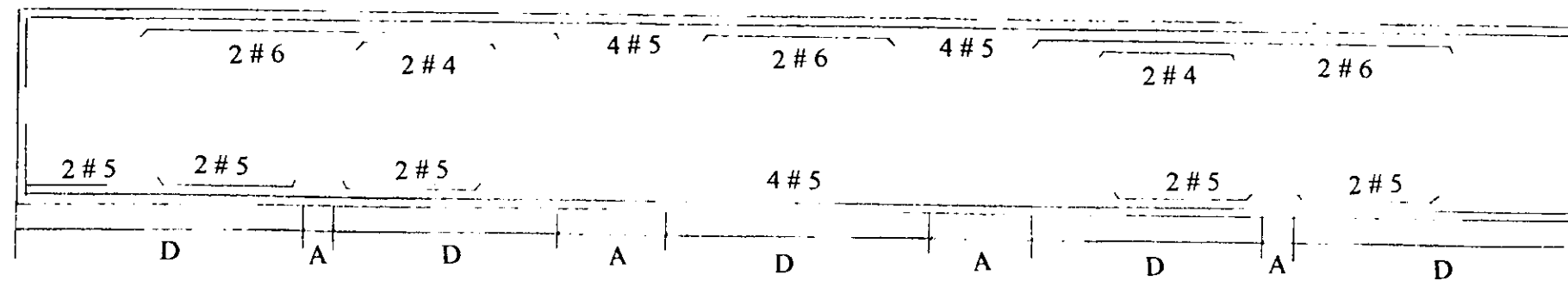
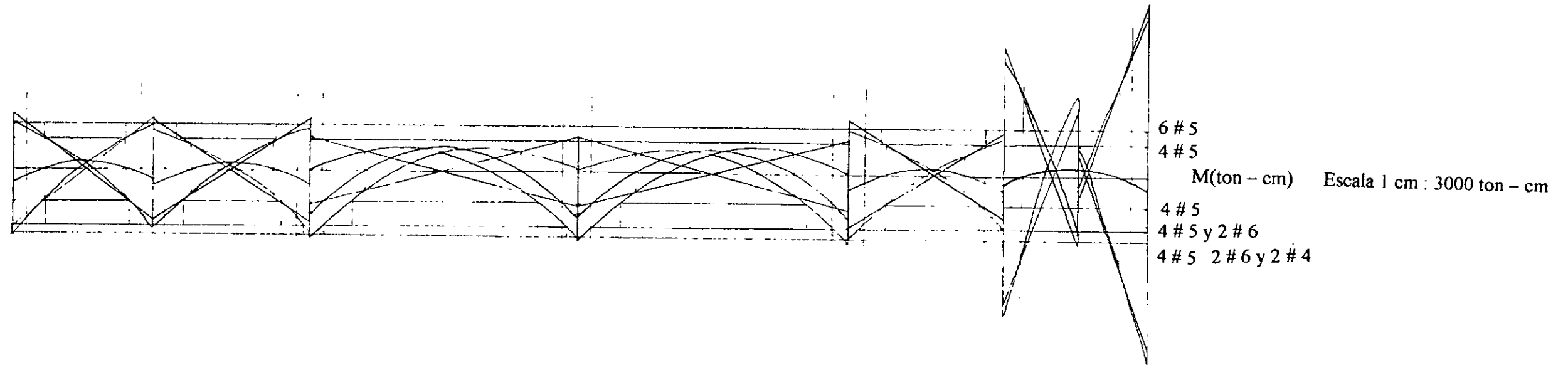
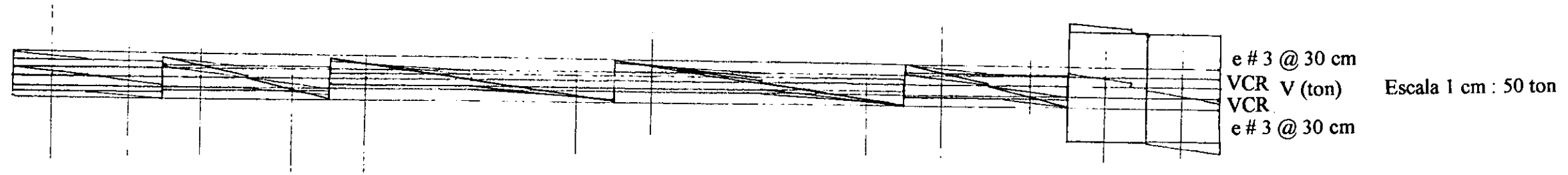


Escala horizontal 1 : 150

Vertical : Fuera de escala

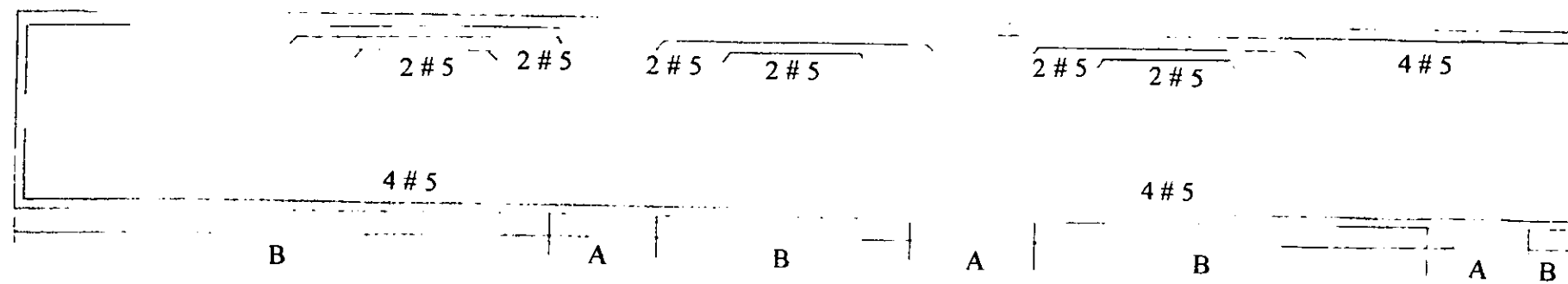
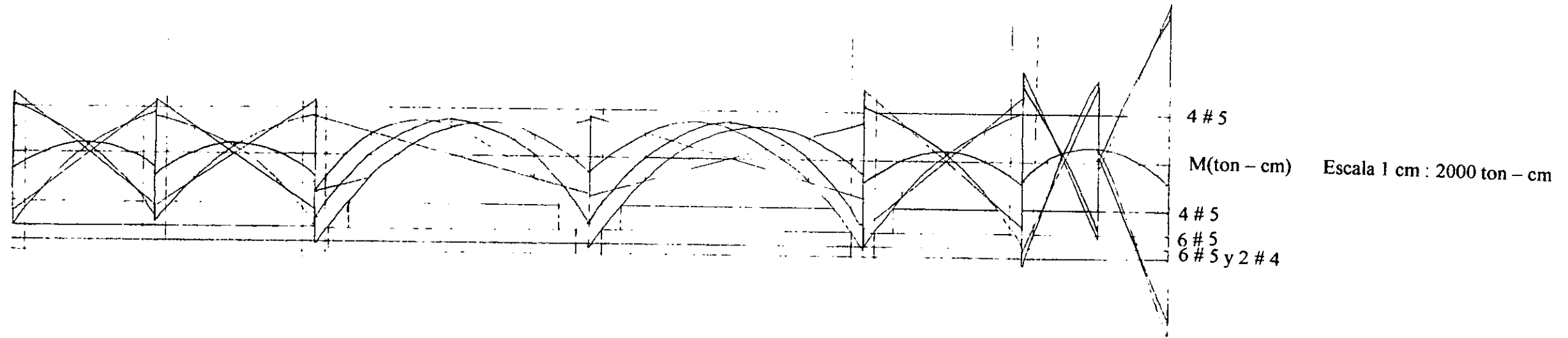
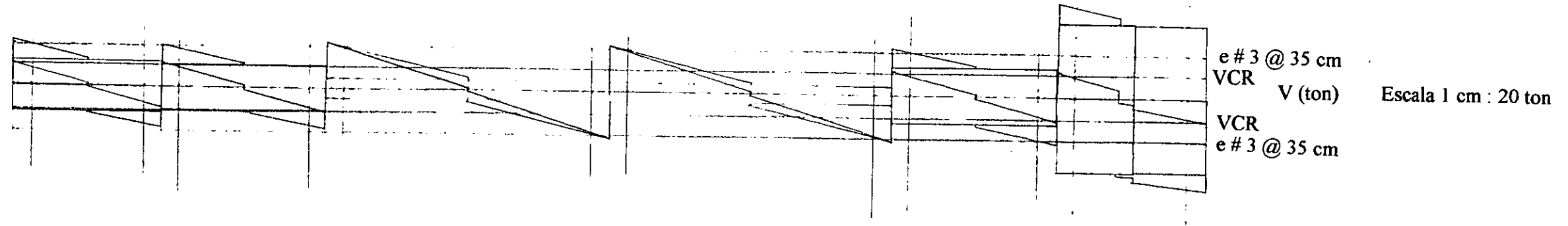
Marcos A y H

Trabe 2do nivel



Escala horizontal 1 : 150
 Vertical : Fuera de escala

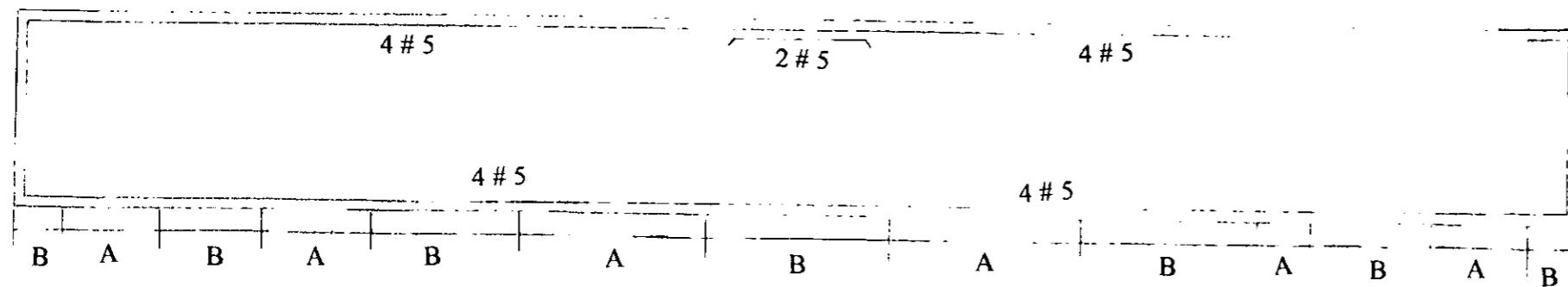
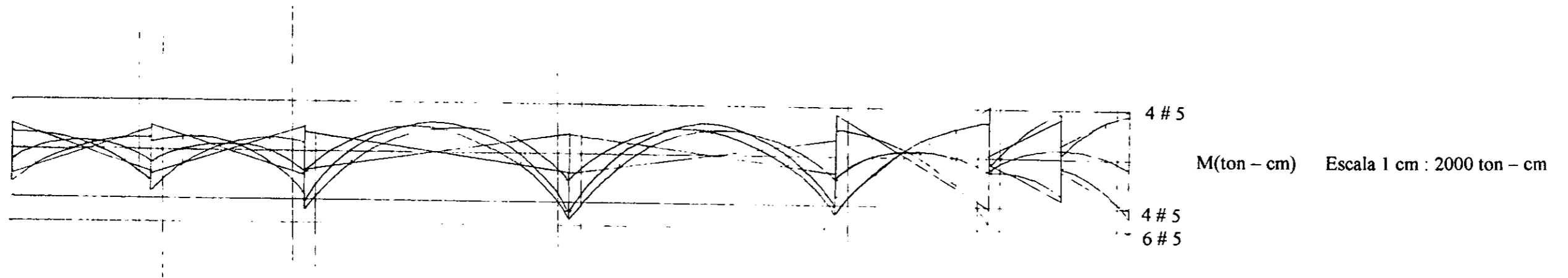
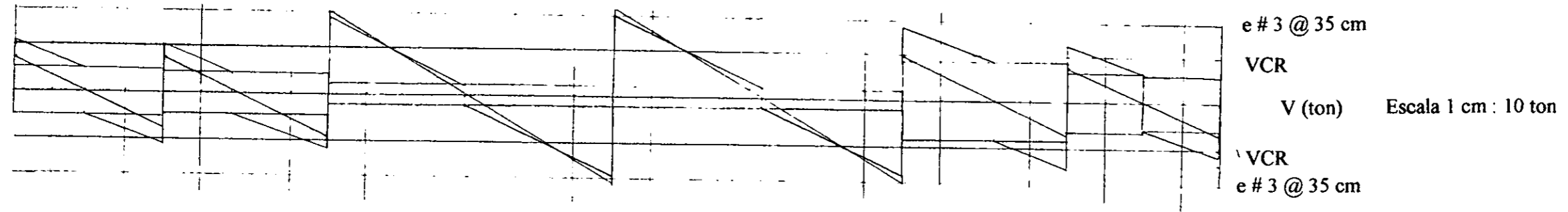
Marcos A y H
Trabe 3er nivel



Escala horizontal 1 : 150
Vertical : Fuera de escala

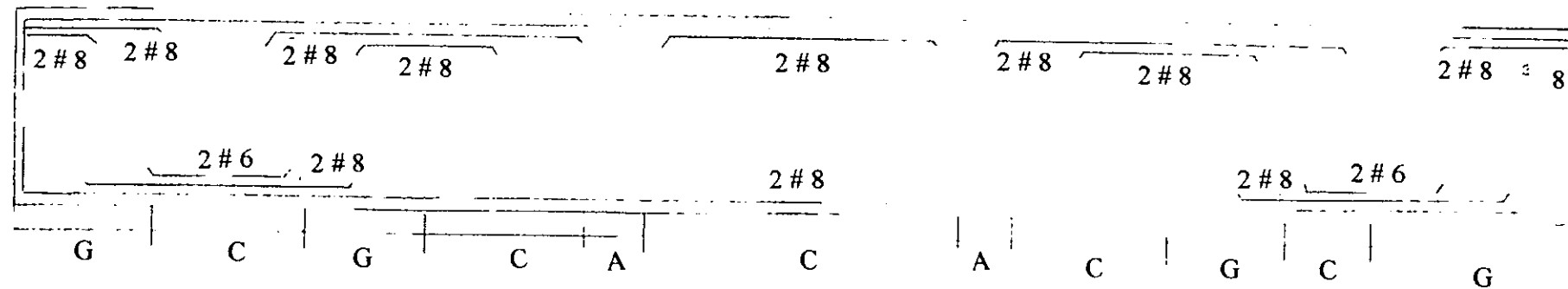
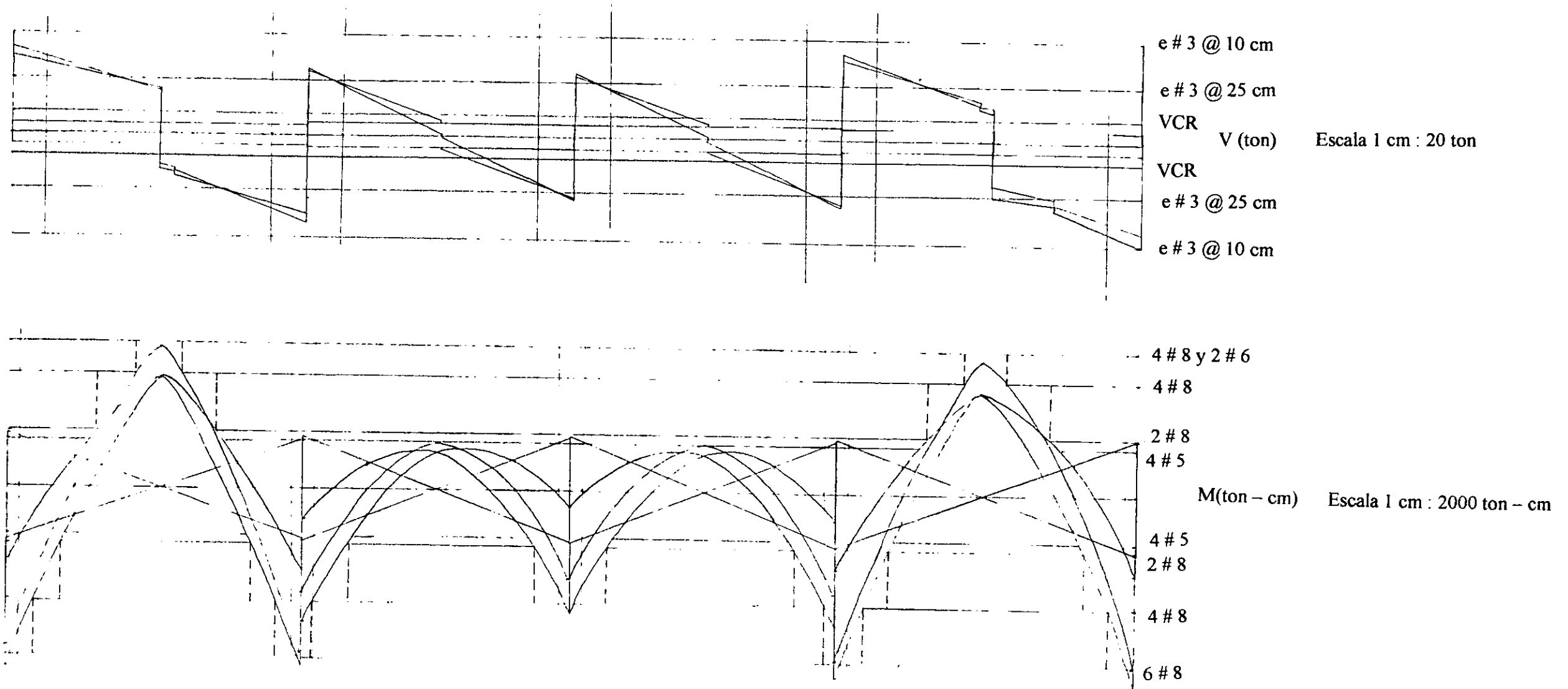
Marcos A y H

Trabe 4to nivel



Escala horizontal 1 : 150
Vertical : Fuera de escala

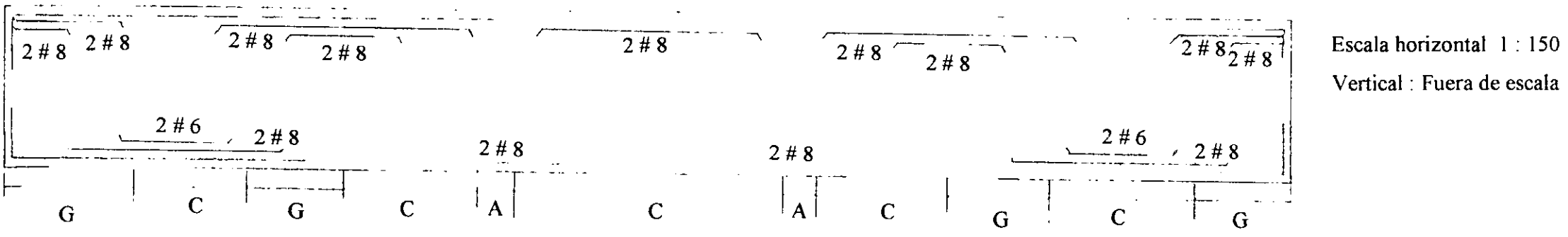
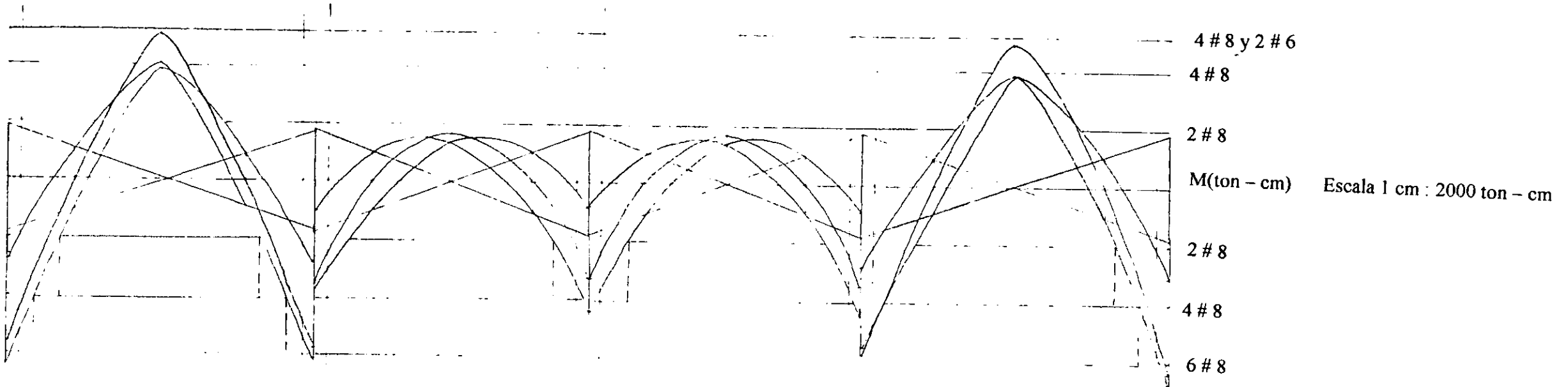
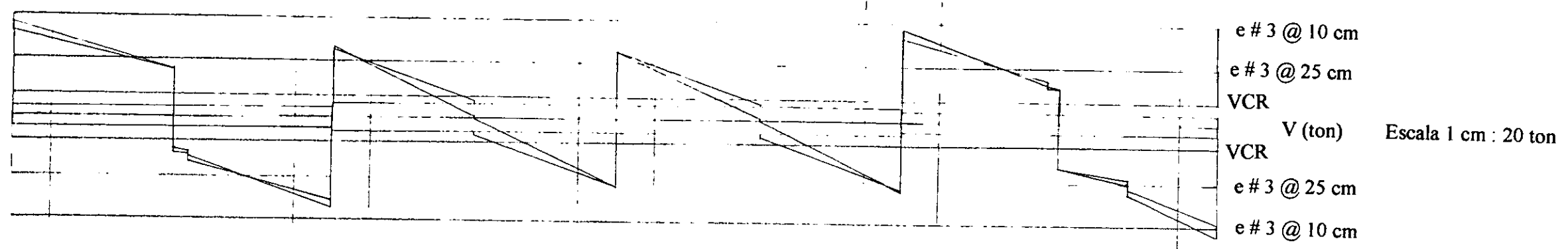
Marcos B y G
Trabe 1er nivel



Escala horizontal 1 : 150
 Vertical : Fuera de escala

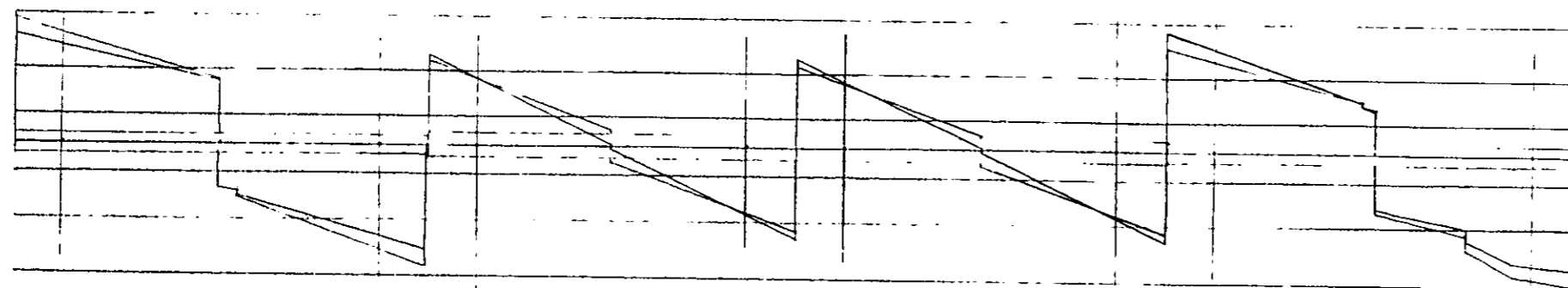
Marcos B y G

Trabe 2do nivel

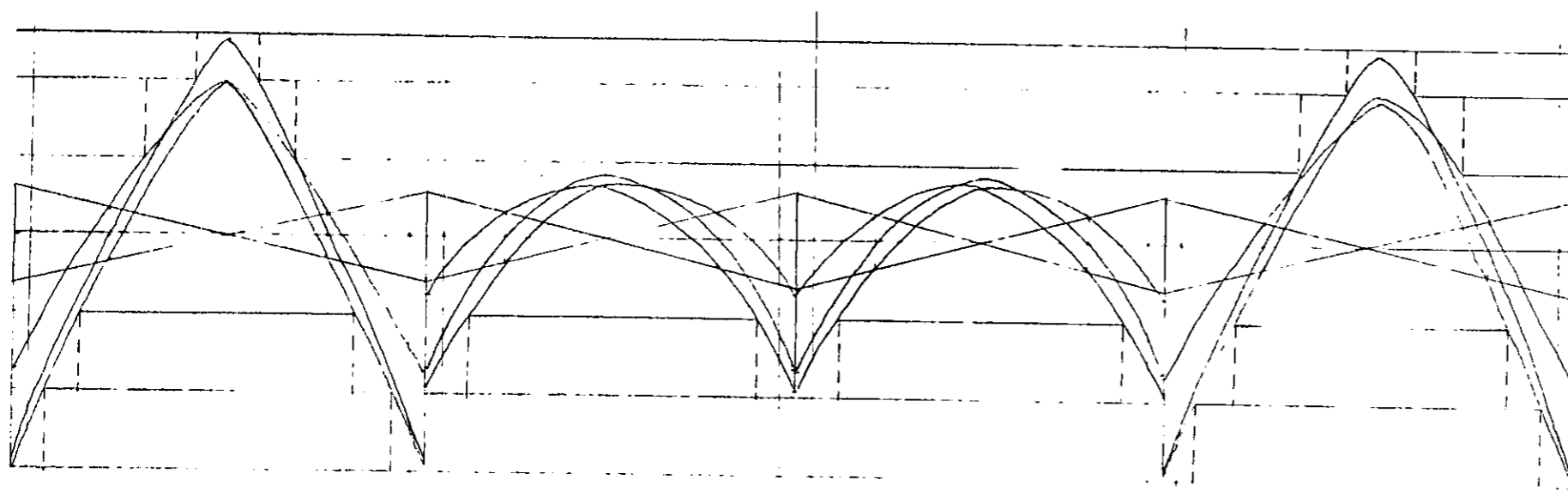


Marcos B y G

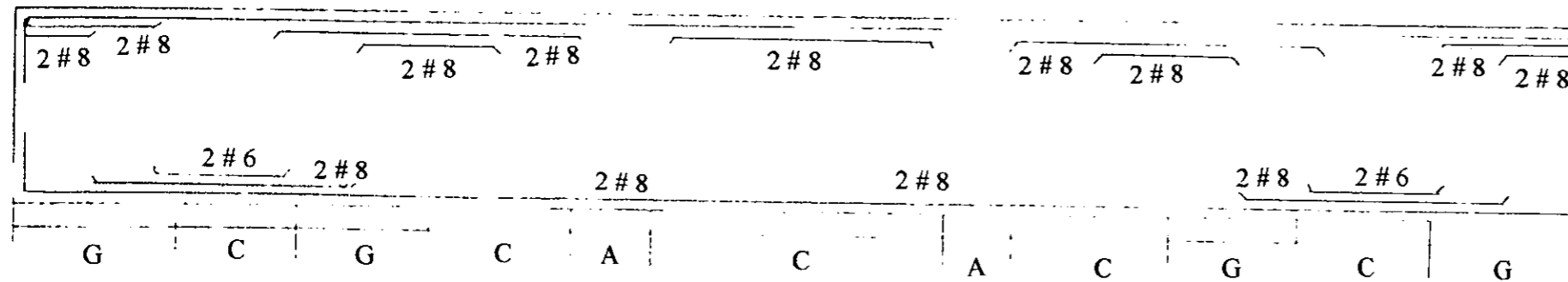
Trabe 3er nivel



e # 3 @ 10 cm
 e # 3 @ 25 cm
 VCR
 V (ton) Escala 1 cm : 20 ton
 VCR
 e # 3 @ 25 cm
 e # 3 @ 10 cm



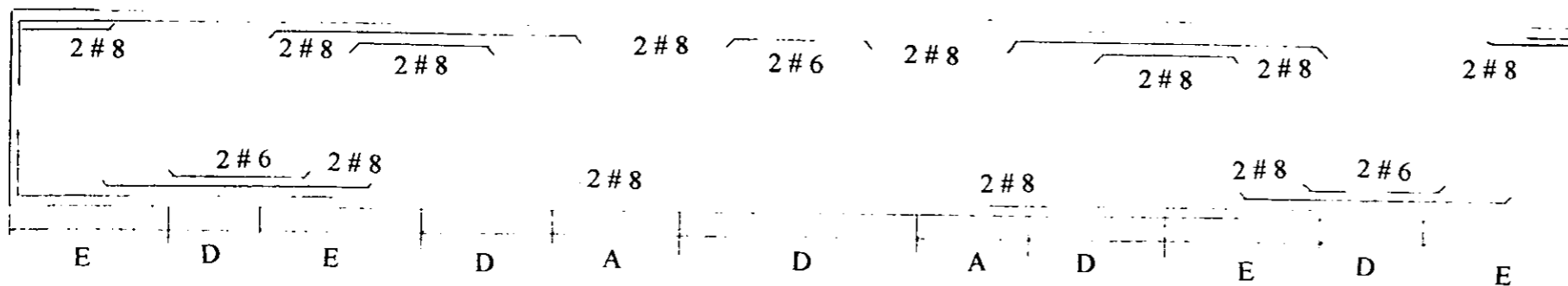
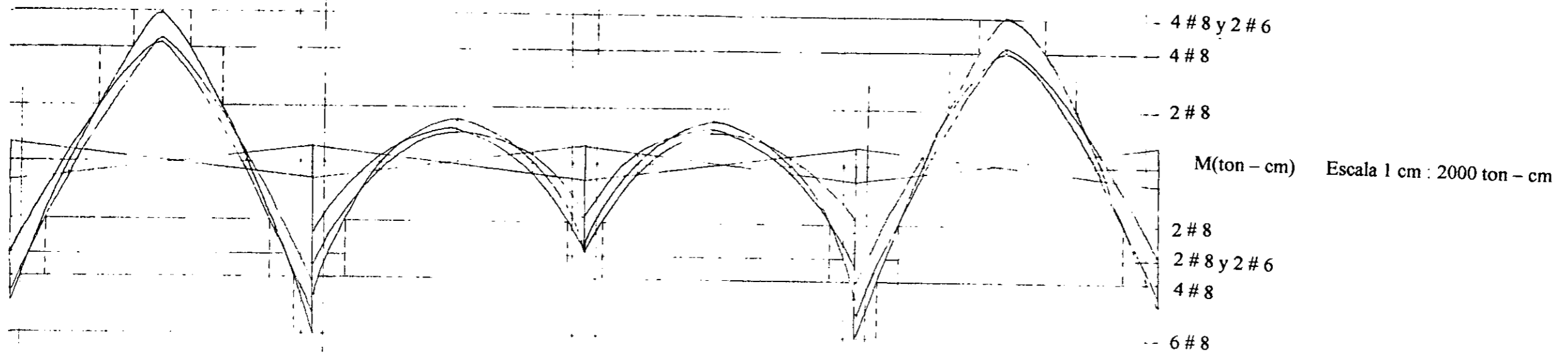
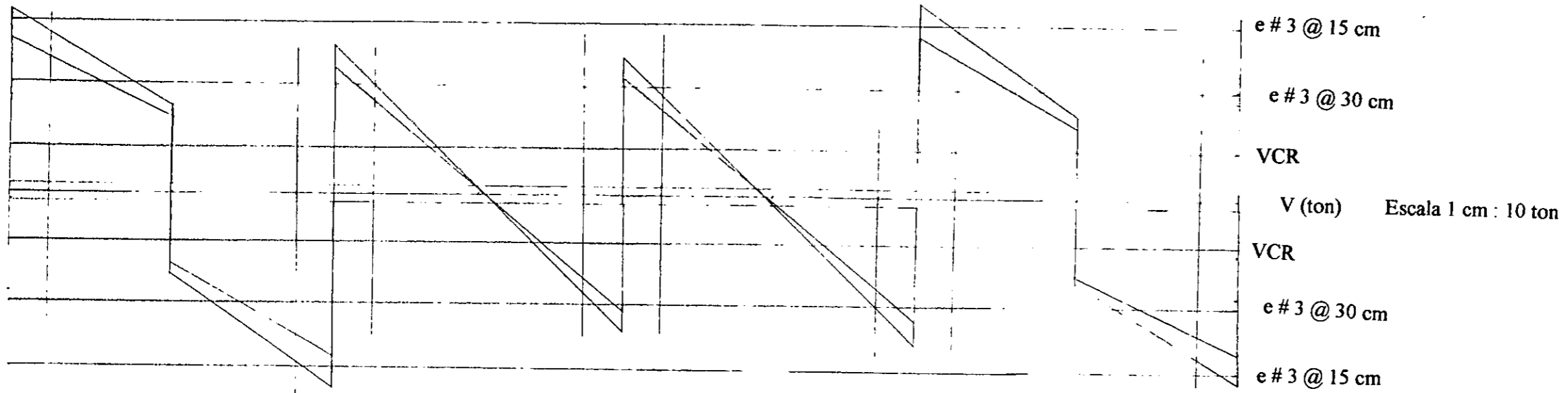
4 # 8 y 2 # 6
 4 # 8
 2 # 8
 M(ton - cm) Escala 1 cm : 2000 ton - cm
 2 # 8
 4 # 8
 6 # 8



Escala horizontal 1 : 150
 Vertical : Fuera de escala

Marcos B y G

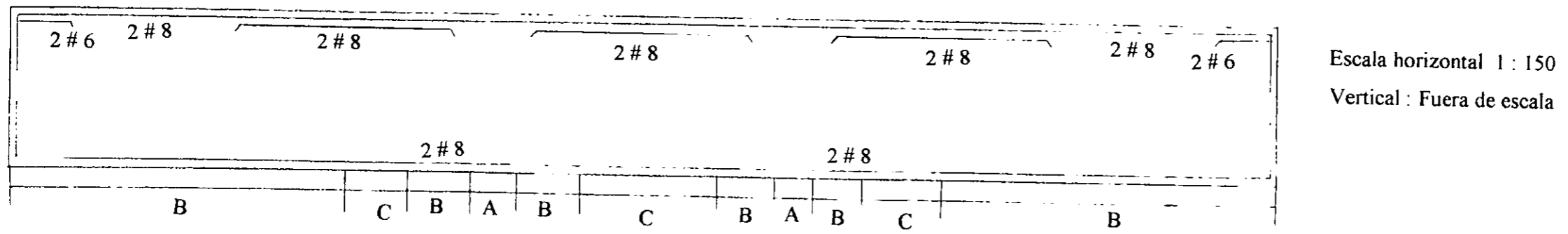
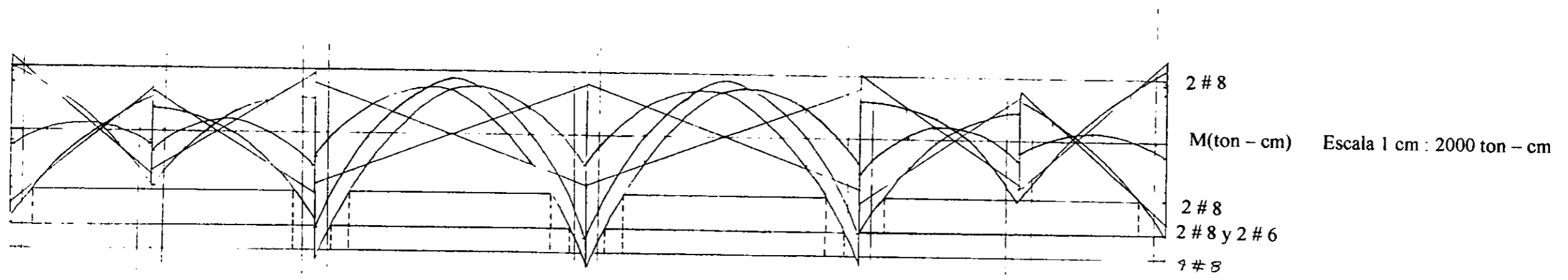
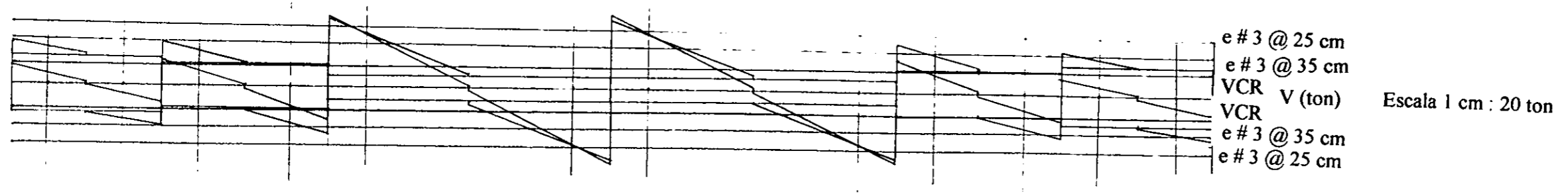
Trabe 4to nivel



Escala horizontal 1 : 150
Vertical : Fuera de escala

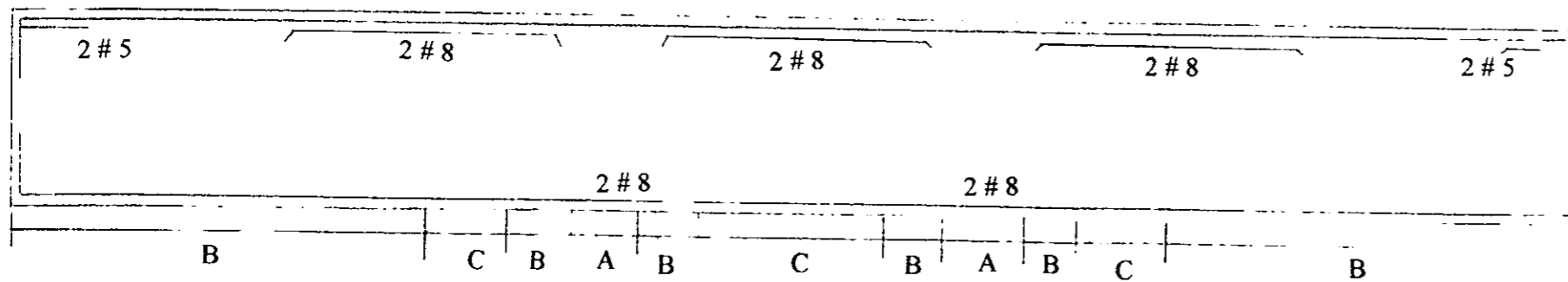
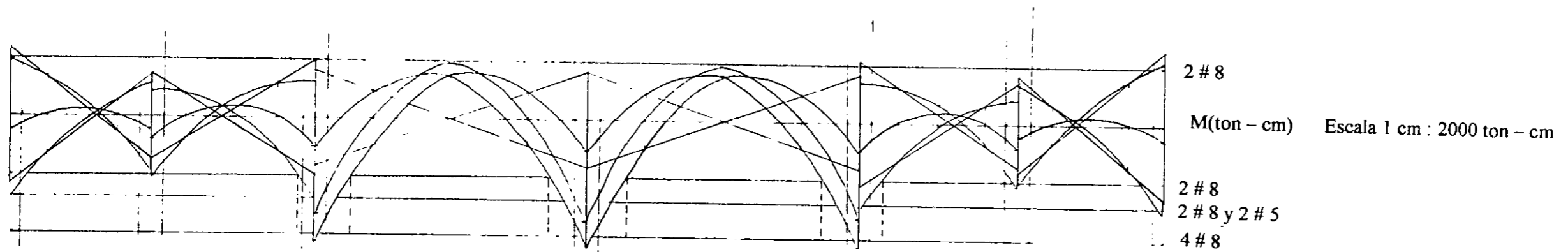
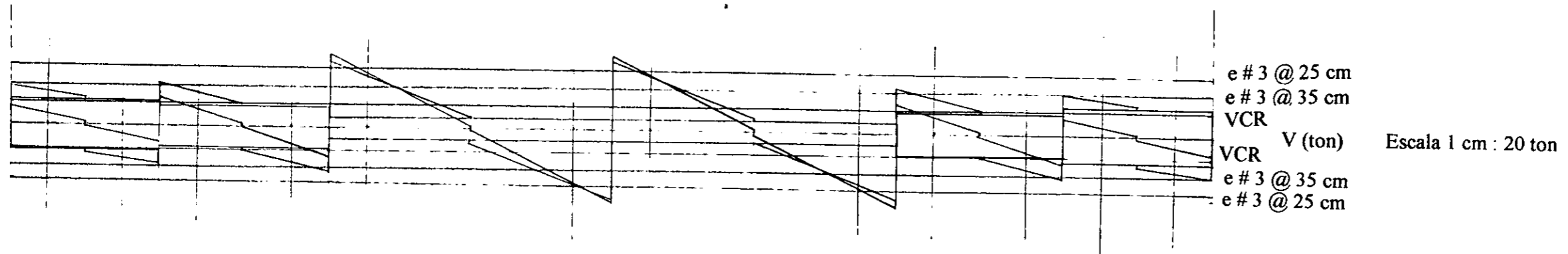
Marcos C y F

Trabe 1er nivel



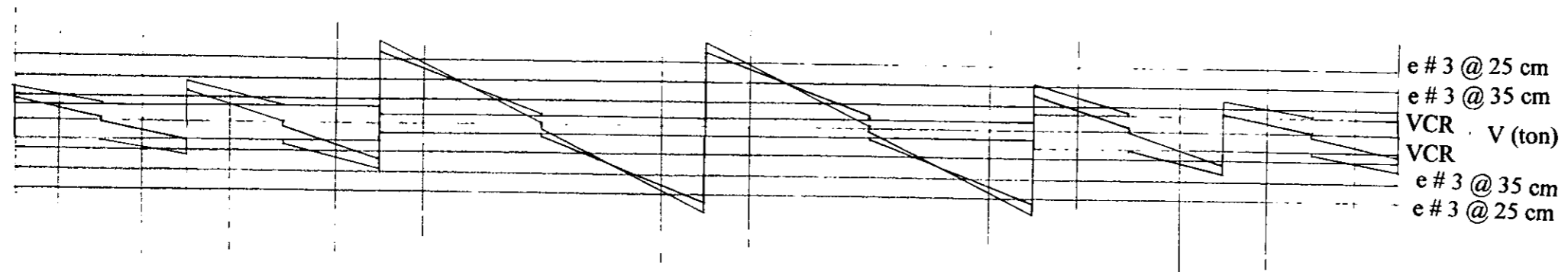
Escala horizontal 1 : 150
Vertical : Fuera de escala

Marcos C y F
Trabe 2do nivel

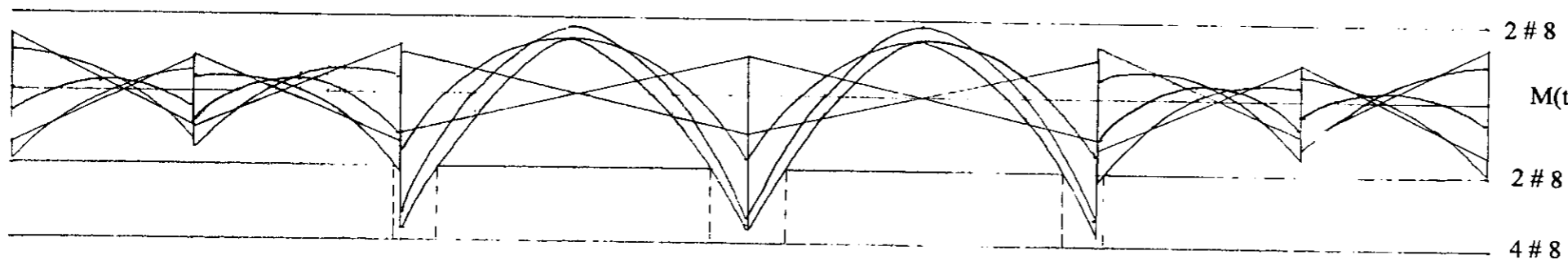


Escala horizontal 1 : 150
 Vertical : Fuera de escala

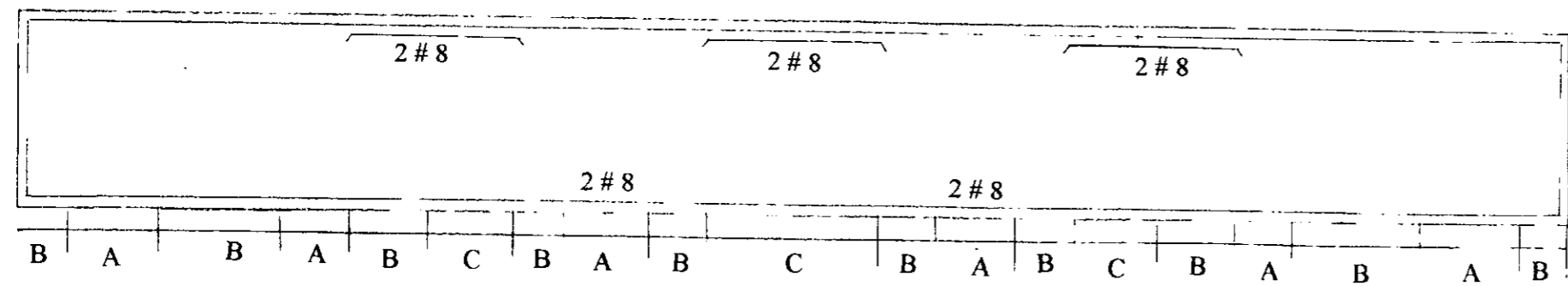
Marcos C y F
Trabe 3er nivel



Escala 1 cm : 20 ton



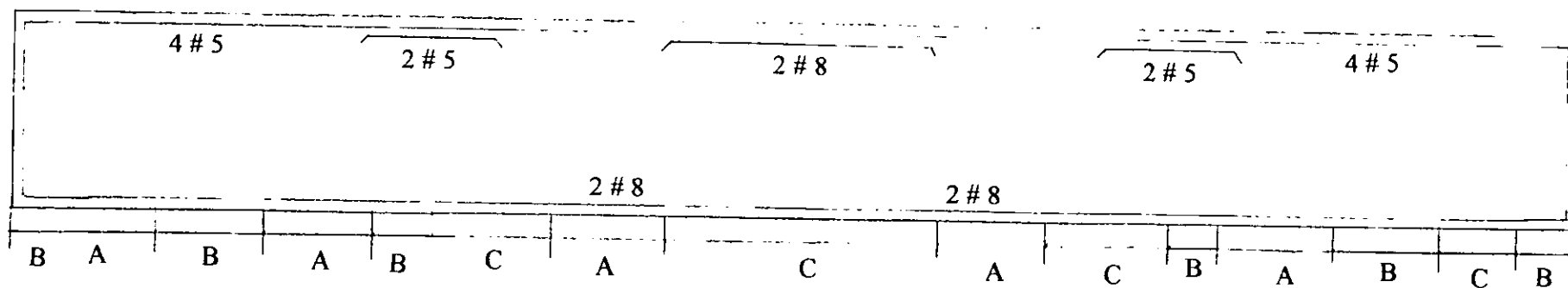
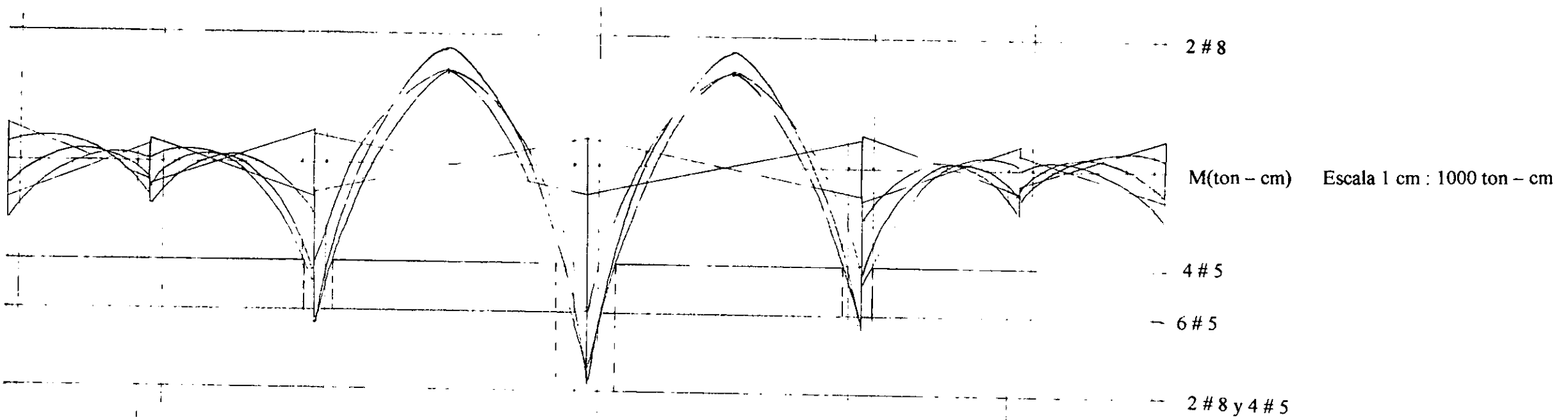
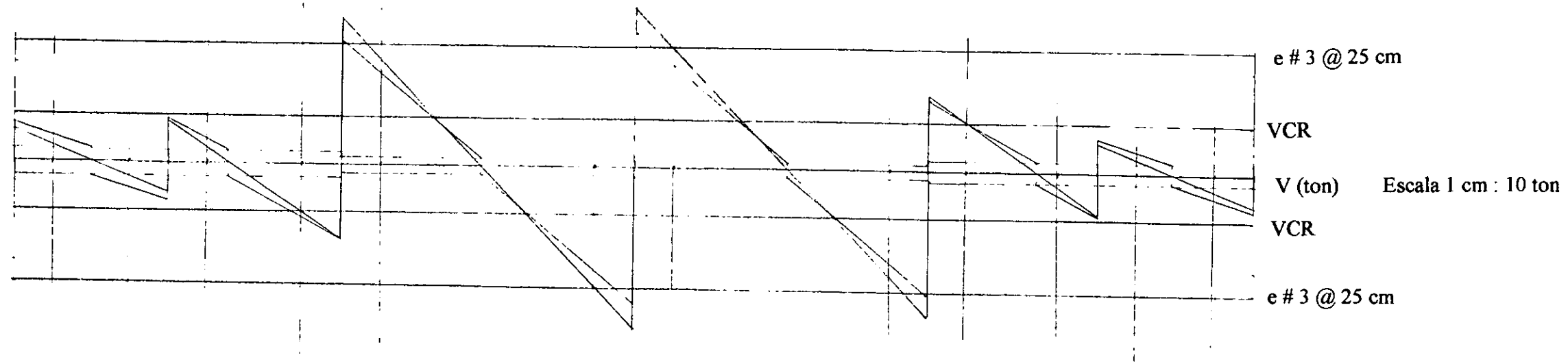
Escala 1 cm : 2000 ton - cm



Escala horizontal 1 : 150
 Vertical : Fuera de escala

Marcos C y F

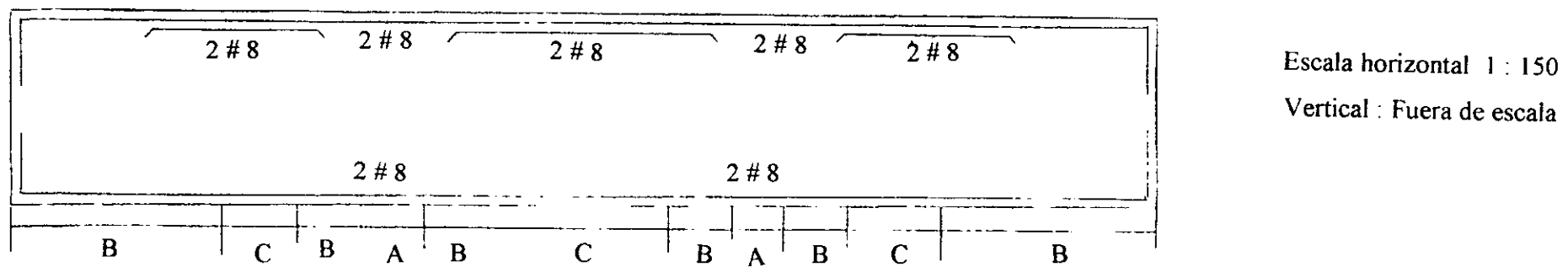
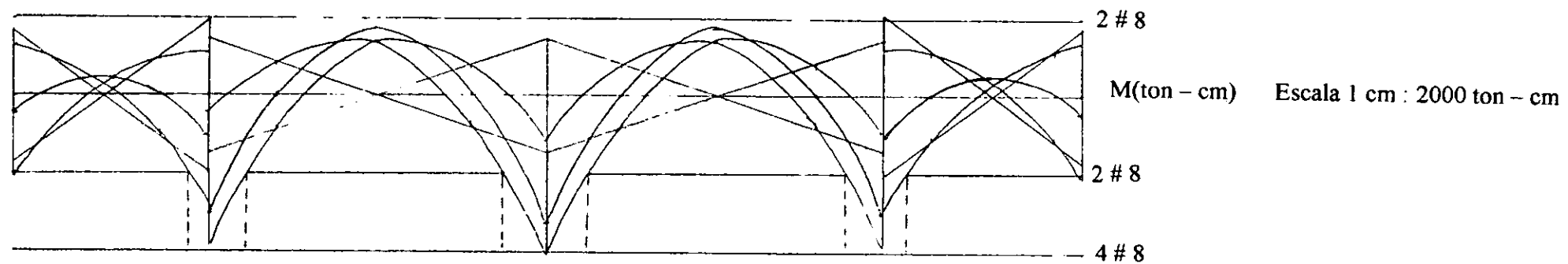
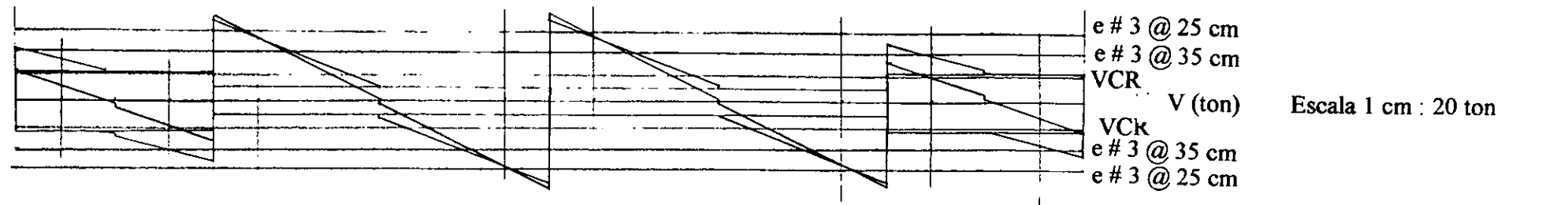
Trabe 4to nivel



Escala horizontal 1 : 150
Vertical : Fuera de escala

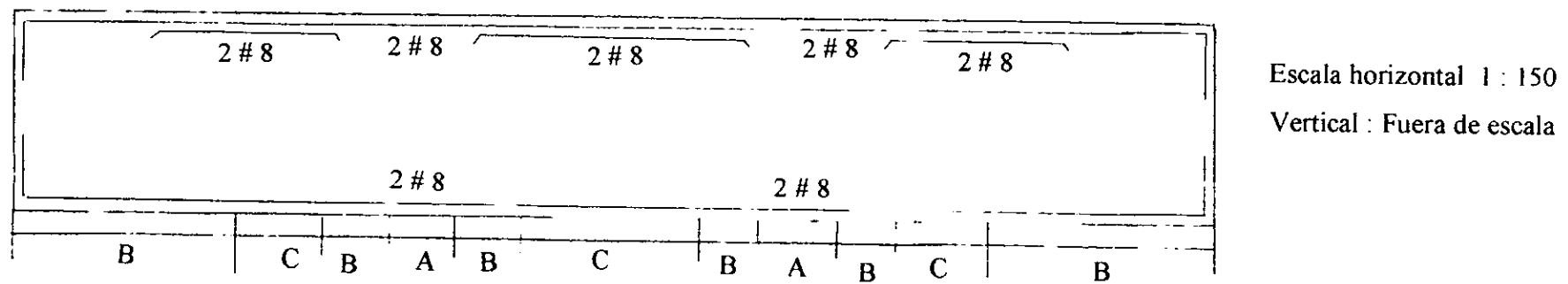
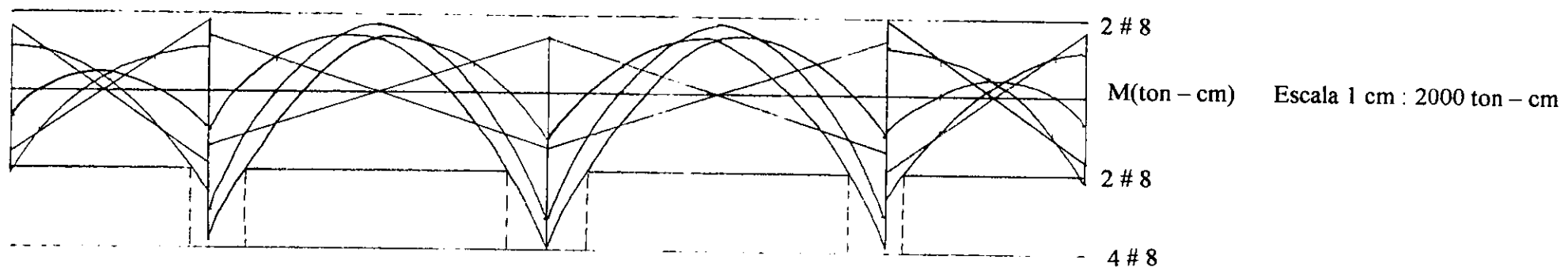
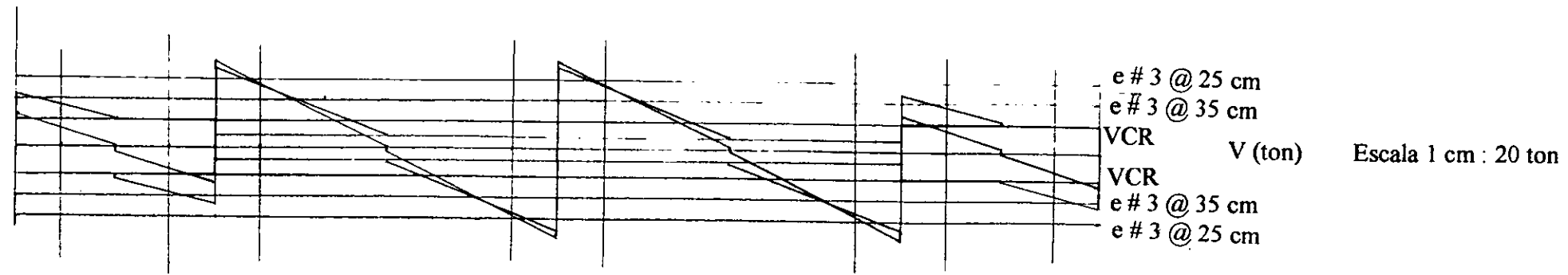
Marcos D y E

Trabe 1er nivel

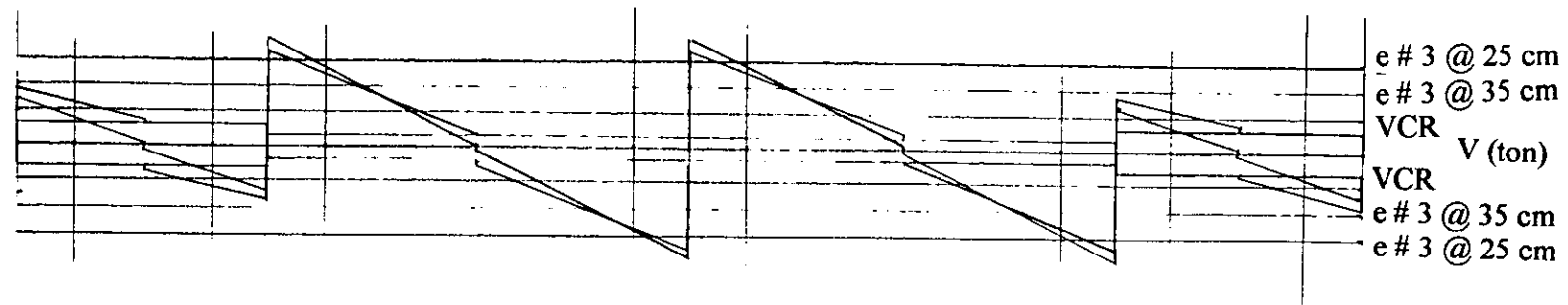


Marcos D y E

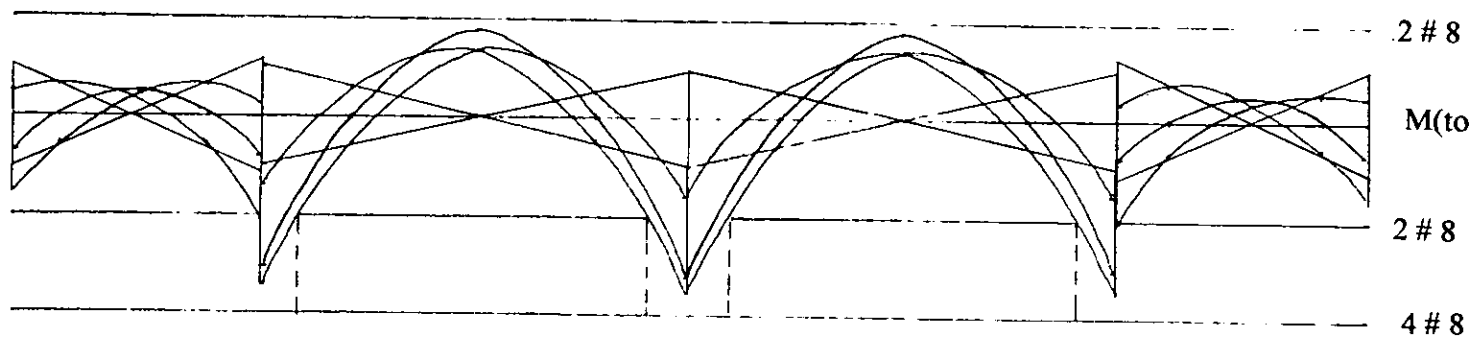
Trabe 2do nivel



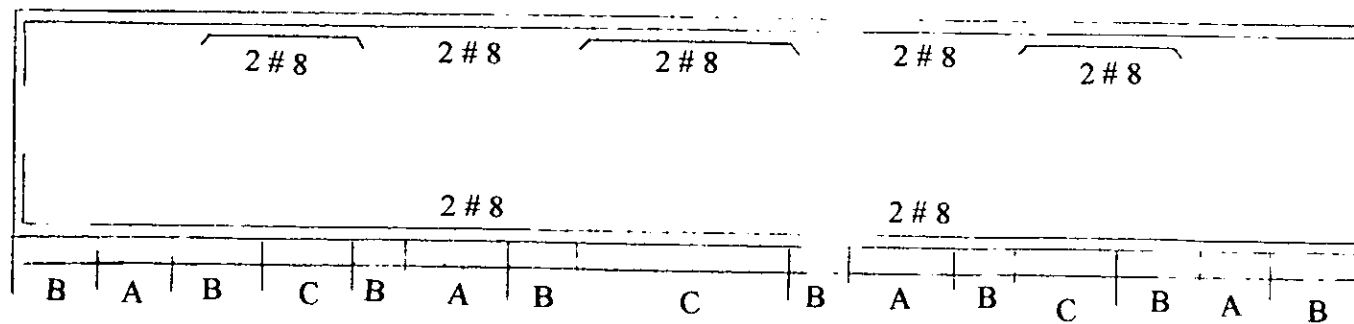
Marcos D y E
Trabe 3er nivel



Escala 1 cm : 20 ton



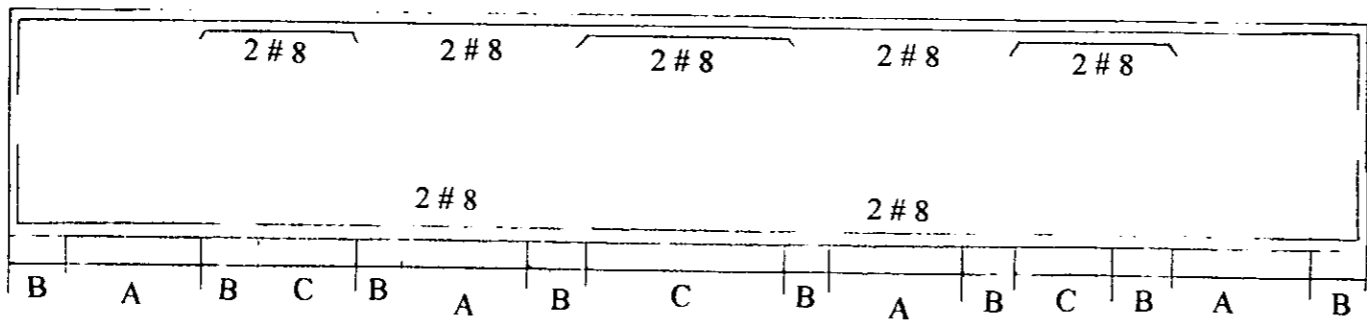
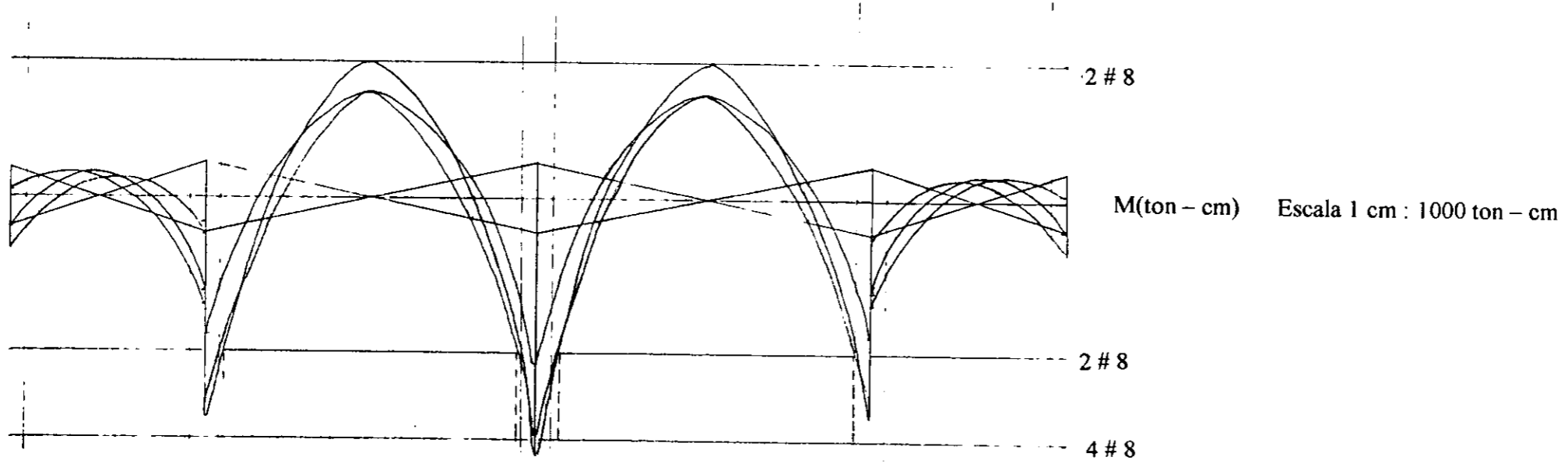
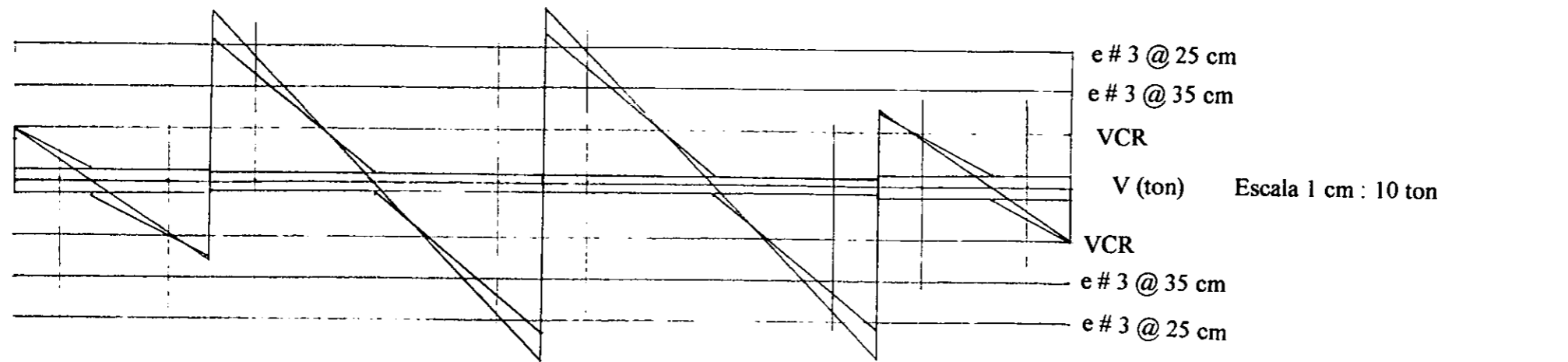
Escala 1 cm : 2000 ton - cm



Escala horizontal 1 : 150

Vertical : Fuera de escala

Marcos D y E
 Trabe 4to nivel



Escala horizontal 1 : 150
 Vertical : Fuera de escala

CAPÍTULO VIII

DISEÑO DE COLUMNAS

8.1 Cálculo de los factores de amplificación

Los factores de amplificación se calcularon de acuerdo con lo indicado en el inciso 1.3.2 de las NTC-87 referente a los efectos de esbeltez (Arnal; 1991, 414-417). El cálculo detallado se presenta en las siguientes tablas:

Nivel	H(cm)	K	Pu(ton)	I(cm ⁴)	E(ton/cm ²)	A(cm ²)	h(cm)	H/1500	r(cm)	H/r	34-12(M1/M2)	CM	PC	FAB
1	250	1.40	33.22	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	30.31	40.83	---	---	1.000
2	250	1.90	24.54	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	41.14	45.75	---	---	1.000
3	250	1.90	15.65	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	41.14	45.98	---	---	1.000
4	250	1.65	6.78	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	35.72	43.92	---	---	1.000
1	250	1.25	89.31	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	27.06	41.00	---	---	1.000
2	250	1.50	66.11	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	32.48	45.64	---	---	1.000
3	250	1.50	43.16	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	32.48	44.88	---	---	1.000
4	250	1.40	19.67	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	30.31	45.04	---	---	1.000
1	250	1.25	112.87	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	27.06	40.73	---	---	1.000
2	250	1.60	79.83	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	34.64	44.78	---	---	1.000
3	250	1.60	46.82	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	34.64	24.22	0.926	1228.8	1.000
4	250	1.45	24.67	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	31.39	34.84	---	---	1.000
1	250	0.55	120.48	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	11.91	---	---	---	1.000
2	250	0.63	81.56	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	13.64	---	---	---	1.000
3	250	0.63	42.59	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	13.64	---	---	---	1.000
4	250	0.60	25.77	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	12.99	---	---	---	1.000
1	250	1.55	38.07	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	33.56	40.69	---	---	1.000
2	250	2.70	28.20	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	58.46	44.95	0.965	322.2	1.057
3	250	2.70	18.42	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	58.46	45.12	0.971	324.1	1.030
4	250	2.25	8.93	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	48.71	42.62	0.887	436.1	1.000
1	250	1.30	172.35	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	22.52	40.56	---	---	1.000
2	250	1.70	125.20	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	29.44	45.01	---	---	1.000
3	250	1.70	78.22	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	29.44	35.00	---	---	1.000
4	250	1.50	42.13	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	25.98	32.82	---	---	1.000
1	250	0.67	191.30	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	11.60	---	---	---	1.000
2	250	0.90	135.65	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	15.59	---	---	---	1.000
3	250	0.90	79.97	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	15.59	---	---	---	1.000
4	250	0.88	46.42	520833.3	158.11	2500	310	0.17	14.434	15.24	---	---	---	1.000
1	250	1.30	45.16	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	28.15	40.88	---	---	1.000
2	250	1.70	33.78	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	36.81	45.79	---	---	1.000
3	250	1.70	22.09	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	36.81	45.75	---	---	1.000
4	250	1.60	10.33	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	34.64	43.10	---	---	1.000
1	250	1.20	132.31	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	25.98	40.79	---	---	1.000
2	250	1.40	99.09	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	30.31	45.87	---	---	1.000
3	250	1.40	66.14	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	30.31	45.75	---	---	1.000
4	250	1.35	33.26	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	29.23	43.60	---	---	1.000
1	250	1.25	165.82	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	27.06	43.31	---	---	1.000
2	250	1.50	124.43	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	32.48	43.73	---	---	1.000
3	250	1.50	83.10	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	32.48	43.50	---	---	1.000
4	250	1.40	41.78	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	30.31	43.07	---	---	1.000
1	250	1.25	168.13	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	27.06	43.45	---	---	1.000
2	250	1.50	126.18	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	32.48	33.16	---	---	1.000
3	250	1.50	84.22	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	32.48	39.56	0.785	1830.6	1.000
4	250	1.40	42.24	426666.7	158.11	3200	310	0.17	11.547	30.31	45.63	0.988	---	1.000
1	230	1.80	32.36	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.93	---	---	---	1.000
2	230	1.75	23.86	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	---	---	---	1.000
3	230	1.75	15.16	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	---	---	---	1.000
4	230	1.60	6.56	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	---	---	---	1.000
1	230	1.20	65.89	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	11.95	---	---	---	1.000
2	230	1.40	48.72	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	---	---	---	1.000
3	230	1.40	31.38	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	---	---	---	1.000
4	230	1.30	13.86	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.95	---	---	---	1.000
1	230	1.35	110.23	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.45	---	---	---	1.000
2	230	1.50	81.70	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	14.94	---	---	---	1.000
3	230	1.50	53.45	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	14.94	---	---	---	1.000
4	230	1.40	25.25	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	---	---	---	1.000
1	230	1.35	149.27	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.45	---	---	---	1.000
2	230	1.70	110.97	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	16.93	---	---	---	1.000

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

3	230	1.70	72.87	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	16.93	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.55	34.89	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.44	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.35	110.28	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.45	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.50	81.75	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	14.94	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.50	53.61	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	14.94	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.40	25.37	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.20	71.91	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	11.95	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.40	55.03	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.40	33.12	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.30	13.75	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.95	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.35	71.91	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.45	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.75	55.03	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.75	33.12	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.60	13.75	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.60	149.21	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	45.28	0.976	426.6	1.323
2	230	2.60	111.98	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	25.89	45.46	0.982	430.4	1.187
3	230	2.60	74.34	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	25.89	-----	-----	-----	1.000
4	230	2.15	36.23	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	21.41	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.35	261.80	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.45	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.75	196.73	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.75	131.72	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.60	67.10	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.30	212.32	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.95	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.75	158.15	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.75	109.43	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.60	54.23	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.30	27.11	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.95	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.75	20.29	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.75	13.36	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.60	6.16	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.15	65.75	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	18.33	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.25	48.53	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	19.92	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.25	30.73	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	19.92	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.20	13.50	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	19.12	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.35	166.10	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	21.51	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.50	124.66	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	23.90	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.50	83.70	520833.3	158.11	2500	310	0.15	14.434	23.90	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.40	42.55	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.30	237.76	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.95	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.75	178.96	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.75	120.59	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.60	61.86	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.20	41.93	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	11.95	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.25	31.79	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.45	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.25	20.62	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.45	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.20	9.00	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	11.95	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.35	165.97	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.45	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.50	124.03	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	14.94	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.50	82.94	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	14.94	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.40	42.19	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	13.94	-----	-----	-----	1.000
1	230	1.30	236.57	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	12.95	-----	-----	-----	1.000
2	230	1.75	177.83	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
3	230	1.75	119.05	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	17.43	-----	-----	-----	1.000
4	230	1.60	60.68	1706666.7	158.11	3200	310	0.15	23.094	15.93	-----	-----	-----	1.000

Columna	Nivel	dx	dx/h	Wu (ton)	V(ton)	.08 V / W	k (ton / cm)	Map	Mbp	Mas	Mbs	Fas
1 Y 7-A	1	0.69	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	133.95	235.51	1712.95	1081.96	1.00
1 Y 7-H	2	1.41	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	260.70	255.21	316.12	455.05	1.00
	3	1.93	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	283.33	283.81	362.86	405.39	1.00
	4	2.22	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	258.49	312.57	219.55	347.13	1.00
1 Y 7-B	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	99.82	171.08	1610.84	1147.25	1.00
1 Y 7-G	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	172.64	167.48	472.90	699.18	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	216.52	238.87	475.58	549.18	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	213.83	232.46	335.07	466.68	1.00
1 Y 7-C	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	96.05	171.17	1759.33	1748.97	1.00
1 Y 7-F	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	215.55	239.99	1550.24	1543.95	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	106.82	87.02	1169.26	1166.28	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	164.36	11.53	672.87	671.85	1.00
1 Y 7-D	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	2.00	2.27	1759.95	1749.64	1.00
1 Y 7-E	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	26.92	31.22	1550.22	1543.91	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	3.29	19.82	1169.16	1166.17	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	8.82	14.27	672.62	671.85	1.00
2 Y 6-A	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	121.69	218.23	1546.63	860.37	1.00
2 Y 6-H	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	225.09	205.58	120.85	293.24	1.00

Capítulo VIII Diseño de columnas

	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	231.56	214.56	243.39	308.37	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	194.49	270.64	88.47	226.70	1.00
2 Y 6-C	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	140.39	256.89	2070.66	2053.81	1.00
2 Y 6-F	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	329.82	359.39	1798.09	1787.94	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	239.66	19.99	1347.10	1342.30	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	21.25	216.63	759.67	758.21	1.00
2 Y 6-D	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	2.45	2.02	2070.18	2053.42	1.00
2 Y 6-E	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	32.16	36.92	1789.11	1787.95	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	1.45	25.81	1347.02	1342.20	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	1.583	30.50	759.47	758.21	1.00
3,4 Y 5-A	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	170.94	297.97	1253.89	722.11	1.00
3,4 Y 5-H	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	344.60	338.56	434.26	509.96	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	363.70	371.36	243.10	382.89	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	339.71	447.75	133.82	246.42	1.00
3,4 Y 5-B	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	164.01	289.74	1301.13	909.35	1.00
3,4 Y 5-G	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	347.16	343.42	721.98	766.82	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	363.73	371.36	442.54	552.11	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	343.13	438.94	260.70	370.56	1.00
3,4 Y 5-C	1	0.64	0.0022	9743.64	847.43	0.0069578	2291.781	31.43	40.51	1170.23	743.94	1.00
3,4 Y 5-F	2	1.42	0.0045	7263.97	657.00	0.0072357	1905.73	17.44	21.50	609.55	673.07	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	490.86	0.0082078	1944.798	40.24	50.81	373.08	493.69	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1854.84	9.29	7.02	203.02	319.57	1.00
3,4 Y 5-D	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	5.92	4.66	1107.58	693.18	1.00
3,4 Y 5-E	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	6.51	0.48	603.44	672.75	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	5.05	2.34	369.24	488.79	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	17.2	16.67	190.65	308.85	1.00
A-1	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	154.49	235.95	3576.31	1684.53	1.00
H-1	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	242.93	257.23	1951.88	2071.17	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	262.04	292.76	1239.99	1783.19	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	213.84	296.27	445.99	1032.60	1.00
A-2	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	76.69	85.72	4357.39	2817.38	1.00
H-2	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	51.03	88.03	3426.44	3445.78	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	125.66	164.32	2415.10	2811.86	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	39.27	49.72	1263.29	1814.81	1.00
A-3	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	279.80	739.51	4195.69	2401.77	1.00
H-3	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	624.19	617.55	2793.56	2892.22	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	614.28	625.12	2014.95	2479.16	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	641.37	826.19	1073.15	1709.71	1.00
A-4	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	8.32	4.33	4190.31	2148.99	1.00
H-4	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	3.85	7.06	2229.83	2396.20	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	4.64	0.34	1660.22	2164.55	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	8.13	8.91	868.73	1541.65	1.00
A-5	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	261.46	754.15	4672.10	2713.02	1.00
H-5	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	613.83	604.00	2587.90	2838.76	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	624.32	621.84	2273.23	2689.87	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	645.05	825.22	1521.87	2341.36	1.00
A-6	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	34.85	27.24	6391.43	5813.79	1.00
H-6	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	72.62	80.80	6096.81	5776.88	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	10.73	61.35	4325.10	4210.61	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	10.92	38.24	1836.37	1827.04	1.00
A-7	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	196.82	336.83	6392.42	5814.69	1.00
H-7	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	396.43	431.03	6096.99	5776.88	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	420.21	362.20	4325.07	4210.10	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	227.03	303.16	1836.79	1827.48	1.00
B-1 Y 7	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	1287.81	2414.31	3592.59	1115.17	1.00
G-1 Y 7	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	2840.63	2669.33	1120.97	1360.71	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	2764.12	2638.74	682.67	1367.61	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	2736.50	4185.66	42.17	736.32	1.00
B-3 Y 5	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	410.76	779.57	3800.95	1835.33	1.00
G-3 Y 5	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	1239.31	1148.70	2346.35	2435.07	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	949.79	828.55	1512.20	2079.36	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	1419.97	1924.84	685.32	1338.02	1.00
B-4	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	48.94	16.18	3666.83	1760.63	1.00
G-4	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	52.41	48.81	2393.09	2461.95	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	34.10	47.98	1539.77	2099.51	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	4.28	19.05	682.14	1340.46	1.00
C-1 Y 7	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	158.70	226.54	3591.14	1401.39	1.00
F-1 Y 7	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	194.90	231.33	1688.57	1852.52	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	224.68	244.41	974.15	1735.61	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	250.87	353.78	72.99	594.80	1.00
C-2 Y 6	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	60.57	94.02	1612.81	1487.95	1.00
F-2 Y 6	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	112.98	139.40	1995.47	1967.04	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	155.45	165.69	1450.69	1488.76	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	137.33	122.27	666.17	733.12	1.00
C-3 Y 5	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	440.81	800.40	3762.24	1971.98	1.00
F-3 Y 5	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	1007.60	980.43	2460.35	2588.34	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	1057.80	1228.96	1598.80	2190.08	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	613.68	808.33	539.79	1155.67	1.00

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

C-4 F-4	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	0.00	0.00	3558.41	1743.97	1.00
	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	0.00	0.00	2173.91	2303.06	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	0.00	0.00	1355.31	1938.09	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	0.00	0.00	479.94	1097.20	1.00
D-2 Y 6 E-2 Y 6	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	118.45	206.03	1191.03	886.39	1.00
	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	263.29	283.04	1133.33	1121.11	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	346.64	371.76	796.91	880.82	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	312.78	342.56	366.49	474.97	1.00
D-3 Y 5 E-3 Y 5	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	444.44	799.60	3358.68	1825.83	1.00
	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	995.50	993.73	2257.76	2325.17	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	1065.46	1071.60	1517.06	1965.32	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	1120.20	1516.60	595.25	1106.37	1.00
D-4 E-4	1	0.64	0.0022	9743.64	757.92	0.0062229	2364.38	0.00	0.00	3260.89	1591.21	1.00
	2	1.42	0.0045	7263.97	678.71	0.0074748	1737.97	0.00	0.00	1990.26	2085.48	1.00
	3	2.05	0.0062	4784.31	516.46	0.0086359	1621.24	0.00	0.00	1334.01	1839.83	1.00
	4	2.44	0.0072	2414.60	282.74	0.0093677	1437.75	0.00	0.00	519.20	1115.40	1.00

8.2 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga se hicieron como se indica en los artículos 187 y 193 del título sexto (seguridad estructural) del RCDF-87 (Arnal;1991,271-277) los cuales dicen que se deberá tomar para diseño la más crítica de las siguientes combinaciones:

1.4 (Carga muerta + carga viva)

1.1 (Carga muerta + carga viva + sismo en X + 0.30 sismo en Y)

1.1 (Carga muerta + carga viva + sismo en X - 0.30 sismo en Y)

1.1 (Carga muerta + carga viva - sismo en X + 0.30 sismo en Y)

1.1 (Carga muerta + carga viva - sismo en X - 0.30 sismo en Y)

1.1 (Carga muerta + carga viva + sismo en Y + 0.30 sismo en X)

1.1 (Carga muerta + carga viva + sismo en Y - 0.30 sismo en X)

1.1 (Carga muerta + carga viva - sismo en Y + 0.30 sismo en X)

1.1 (Carga muerta + carga viva - sismo en Y - 0.30 sismo en X)

A continuación se presenta una tabla con todas las cargas y con la combinación crítica para cada columna.

Columna	Nivel	DIRECCION Y				DIRECCION X			
		M1	M2	P	V	M1	M2	P	V
1-A 1-H	1	133.95	235.51	23.73	1.19	154.49	235.96	23.11	1.26
	2	260.70	255.21	17.53	1.66	242.93	257.23	17.04	1.61
	3	283.33	283.81	11.18	1.83	262.04	292.76	10.83	1.79
	4	258.49	312.57	4.84	1.84	213.84	296.27	4.69	1.65
1-B 1-G	1	99.82	171.08	63.79	0.87	1287.81	2414.31	106.58	11.27
	2	172.64	167.48	47.22	1.09	3758.15	3531.52	79.99	16.67
	3	216.52	238.67	30.83	1.47	3281.01	3132.18	53.10	16.49
	4	213.83	232.46	14.05	1.44	2736.50	4185.66	25.88	22.08
1-C 1-F	1	96.05	171.17	80.62	0.86	158.70	226.54	19.36	1.24
	2	215.55	239.99	57.02	1.47	194.90	231.33	14.49	1.38
	3	106.82	87.02	33.44	0.00	224.68	244.41	9.54	1.51
	4	164.36	11.53	17.62	0.57	250.87	353.78	4.40	1.95
1-D 1-E	1	2.00	2.27	86.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	26.92	31.22	58.26	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.29	19.62	30.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	8.82	14.27	18.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-A 2-H	1	121.69	218.23	27.19	1.10	76.69	85.72	47.06	0.52
	2	225.09	205.58	20.14	1.39	51.03	88.03	34.80	0.45
	3	231.56	214.56	13.16	1.44	125.66	164.32	22.42	0.94
	4	194.49	270.64	6.38	1.50	39.27	49.72	9.90	0.29
2-C 2-F	1	140.39	256.89	123.11	1.28	60.57	94.02	46.96	0.50
	2	348.62	379.87	89.43	2.22	112.98	139.40	34.66	0.81

Capítulo VIII Diseño de columnas

	3	246.85	20.59	55.87	0.84	155.45	168.69	21.95	1.04
	4	121.25	216.63	30.09	0.63	137.33	122.27	9.65	0.84
2-D	1	2.45	2.02	136.64	0.00	118.45	206.03	29.95	1.05
2-E	2	32.16	36.92	96.89	0.22	263.29	283.04	22.70	1.76
	3	1.45	25.81	57.12	0.09	346.64	371.76	14.73	2.32
	4	1.58	30.50	33.16	0.09	312.78	342.56	6.43	2.11
3-A	1	170.94	297.97	32.26	1.51	279.80	739.51	78.73	2.50
3-H	2	344.60	338.56	24.13	2.20	624.19	617.55	58.36	4.01
	3	363.70	391.36	15.78	2.38	614.28	625.12	38.18	4.00
	4	339.71	447.75	7.38	2.54	641.37	826.19	18.04	4.74
3-B	1	164.01	289.74	94.51	1.46	410.76	779.57	187.00	3.43
3-G	2	347.16	343.42	70.78	2.23	1239.31	1148.70	140.52	6.92
	3	363.73	371.36	47.24	2.31	949.79	828.55	94.09	5.12
	4	343.13	438.94	23.76	2.52	1419.97	1924.84	47.93	10.61
3-C	1	31.43	40.51	118.44	0.23	440.81	800.40	118.64	4.00
3-F	2	17.44	21.50	88.88	0.13	1007.60	980.43	89.04	6.41
	3	40.24	50.81	59.36	0.29	1057.80	1228.96	59.78	7.38
	4	9.29	7.02	29.84	0.05	613.68	808.33	30.40	4.59
3-D	1	5.92	4.66	120.09	0.03	444.44	799.60	118.55	4.01
3-E	2	6.51	0.46	90.13	0.04	995.50	993.73	88.60	6.43
	3	5.05	2.34	60.16	0.06	1065.46	1071.60	59.25	6.89
	4	17.20	16.67	30.17	0.11	1120.20	1516.60	30.14	8.51
4-A	1	170.94	297.97	32.26	1.51	8.32	4.33	108.62	0.04
4-H	2	344.60	338.56	24.13	2.20	3.85	7.06	79.26	0.05
	3	363.70	391.36	15.78	2.38	4.64	0.34	52.05	0.02
	4	339.71	497.95	7.38	2.54	8.13	8.91	24.92	0.06
4-B	1	164.01	289.74	94.51	1.46	48.84	16.18	151.65	0.21
4-G	2	347.16	343.42	70.78	2.23	52.41	46.81	112.98	0.32
	3	363.73	371.36	47.24	2.37	34.10	47.98	78.17	0.27
	4	343.13	438.94	23.76	2.52	4.28	19.05	38.73	0.08
4-C	1	31.43	40.51	118.44	0.23	0.00	0.00	169.83	0.00
4-F	2	17.44	21.50	88.88	0.13	0.00	0.00	127.83	0.00
	3	40.24	50.81	59.36	0.29	0.00	0.00	86.14	0.00
	4	9.24	7.02	29.84	0.05	0.00	0.00	44.18	0.00
4-D	1	5.92	4.66	120.09	0.03	0.00	0.00	168.98	0.00
4-E	2	6.51	0.46	90.13	0.04	0.00	0.00	126.88	0.00
	3	5.05	2.34	60.16	0.06	0.00	0.00	85.04	0.00
	4	17.20	16.67	30.17	0.11	0.00	0.00	43.34	0.00
5-A	1	170.94	297.97	32.26	1.51	279.80	739.51	78.77	2.41
5-H	2	344.60	338.56	24.13	2.20	624.19	617.55	58.39	3.93
	3	363.70	391.36	15.78	2.38	614.28	625.12	38.29	4.02
	4	339.71	447.75	7.38	2.54	641.37	826.19	18.12	4.74
5-B	1	164.01	289.74	94.51	1.46	410.76	779.60	121.72	3.90
5-G	2	347.16	343.42	70.78	2.23	1239.31	993.73	125.11	7.70
	3	363.73	371.36	47.24	2.37	949.79	1071.60	94.33	5.74
	4	343.13	438.94	23.76	2.52	1419.97	1516.60	48.05	10.79
5-C	1	31.43	40.51	118.44	0.23	440.81	800.40	118.64	4.04
5-F	2	17.44	21.50	88.88	0.13	1007.60	980.43	89.04	6.41
	3	40.24	50.81	59.36	0.29	1057.80	1228.96	59.78	7.38
	4	9.24	7.02	29.84	0.05	613.68	808.33	30.40	4.59
5-D	1	5.92	4.66	120.09	0.03	444.44	799.60	118.55	4.01
5-E	2	6.51	0.46	90.13	0.04	995.50	993.73	88.60	6.43
	3	5.05	2.34	60.16	0.06	1065.46	1071.60	59.25	6.89
	4	17.20	16.67	30.17	0.11	1120.20	1516.60	30.14	8.51
6-A	1	121.69	218.23	27.19	1.10	76.69	85.72	51.36	0.20
6-H	2	225.09	205.58	20.14	1.39	51.03	88.03	39.31	0.50
	3	231.56	214.56	13.16	1.44	125.66	164.32	23.66	0.16
	4	194.49	270.84	6.38	1.50	39.27	49.72	9.82	0.16
6-C	1	140.39	256.89	123.11	1.28	60.57	94.02	46.96	0.50
6-F	2	329.66	359.39	89.43	2.22	112.98	139.40	34.66	0.81
	3	239.66	19.99	55.87	0.84	155.45	168.69	21.95	1.04
	4	21.25	216.63	30.09	0.63	137.33	122.27	9.65	0.84
6-D	1	2.45	2.02	136.64	0.00	118.45	206.03	29.95	1.05
6-E	2	32.16	36.92	96.89	0.22	263.29	283.04	22.70	1.76
	3	1.45	25.81	57.12	0.09	346.64	371.76	14.73	2.32
	4	1.58	30.50	33.16	0.09	312.78	342.56	6.43	2.11
7-A	1	133.95	235.51	23.73	1.19	154.49	235.95	32.59	1.72
7-H	2	260.70	255.21	17.53	1.66	242.93	257.23	22.19	2.67
	3	283.33	283.81	11.18	1.83	262.04	292.76	10.96	2.52
	4	258.49	312.57	4.84	1.84	213.84	296.27	4.71	1.71
7-B	1	99.82	171.08	63.79	0.87	1287.81	2414.31	118.00	11.94
7-G	2	172.64	167.48	47.22	1.09	3758.15	3531.52	86.62	17.97
	3	216.52	238.87	30.83	1.47	3281.01	3132.18	54.47	17.37
	4	213.83	232.46	14.05	1.44	2736.50	4185.66	25.79	23.37
7-C	1	98.05	171.17	80.62	0.86	158.70	226.54	19.38	1.24
7-F	2	215.55	239.99	57.02	1.46	194.90	231.33	14.49	1.38
	3	106.82	87.02	33.44	0.00	224.68	244.41	9.54	1.51
	4	164.36	11.53	17.62	0.57	250.87	353.78	4.40	1.95

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

7-D	1	2.00	2.27	86.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7-E	2	26.92	31.22	58.26	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.29	19.62	30.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	8.82	14.27	18.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SISMO													
		DIRECCION Y				DIRECCION X				ELEMENTOS FINALES			
Columna	Nivel	M1	M2	P	V	M1	M2	P	V	My	Mx	P	V
1-A	1	1712.95	1061.96	10.11	9.02	3576.31	1684.53	42.63	17.55	609.48	4103.88	111.48	21.44
1-H	2	1318.12	455.05	5.91	2.49	1951.88	2071.17	27.44	12.98	520.36	2414.07	78.31	18.83
	3	362.36	405.39	3.29	2.48	1239.99	1783.19	13.54	9.75	227.44	2283.54	45.43	13.57
	4	219.55	347.13	1.14	1.83	445.99	1032.60	4.16	4.77	217.70	1461.76	17.73	8.00
1-B	1	1610.84	1197.25	7.00	8.90	3592.59	1115.17	13.01	15.19	564.52	5368.44	204.03	29.39
1-G	2	472.90	699.18	3.90	3.52	1120.97	1360.71	8.50	8.73	286.00	5381.45	178.09	23.38
	3	475.58	549.18	2.12	3.31	682.67	1367.61	4.34	6.61	260.06	4949.77	117.51	23.18
	4	335.07	466.63	0.69	2.59	42.17	736.32	1.47	2.56	97.63	5414.18	55.90	30.97
1-C	1	1759.33	1748.97	44.09	11.32	3591.14	1401.39	29.00	16.11	612.28	4124.82	167.05	19.77
1-F	2	1550.24	1543.95	26.89	9.98	1688.57	1852.52	18.08	11.42	588.67	2292.24	123.39	13.82
	3	1169.26	1166.28	12.73	7.53	974.15	1735.61	8.03	8.74	413.59	2178.02	67.11	11.57
	4	672.87	671.85	3.27	4.34	72.99	594.80	2.29	2.76	751.72	313.03	32.43	7.09
1-D	1	1759.95	1749.64	14.63	11.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1938.15	0.00	121.38	12.45
1-E	2	1550.22	1543.91	8.95	9.98	0.00	0.00	0.00	0.00	1734.85	0.00	83.10	11.19
	3	1169.16	1166.17	4.24	7.53	0.00	0.00	0.00	0.00	1304.37	0.00	44.92	8.29
	4	672.87	671.85	1.10	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00	754.73	0.00	21.46	4.77
2-A	1	1546.83	860.37	4.11	7.77	4357.39	2817.38	6.64	23.14	550.55	4877.49	100.06	26.92
2-H	2	120.85	293.24	2.29	1.34	3426.44	3445.78	3.67	22.17	167.57	3687.19	73.37	25.99
	3	243.39	308.37	1.26	1.78	2415.10	2811.86	1.38	18.86	172.57	3273.80	46.31	20.44
	4	38.47	226.70	0.44	1.02	1263.29	1614.81	0.32	9.93	164.12	2050.98	20.70	12.61
2-C	1	2070.66	2053.81	45.95	13.30	1612.81	1487.95	5.49	10.00	2432.16	552.22	249.94	16.51
2-F	2	1798.09	1787.94	27.81	11.57	1995.47	1967.04	2.73	12.98	2361.38	695.79	156.51	16.03
	3	1347.10	1342.30	13.20	8.68	1450.69	1488.76	0.76	9.48	1753.35	530.03	106.86	11.51
	4	759.67	758.44	13.43	4.90	666.17	733.12	0.16	4.81	1072.58	282.28	62.11	6.77
2-D	1	2070.18	2053.81	15.31	13.30	1191.03	886.39	25.25	7.00	2279.89	432.13	218.93	15.96
2-E	2	1789.11	1787.95	9.30	11.57	1133.33	1121.11	16.11	7.64	2003.40	460.88	155.97	14.93
	3	1347.10	1342.20	4.42	8.68	796.91	880.82	7.44	5.85	1504.81	413.35	92.64	12.29
	4	759.67	758.21	1.16	4.90	366.49	474.97	1.95	2.71	867.58	269.78	49.05	7.78
3-A	1	1253.89	722.11	8.61	6.37	4195.69	2401.77	21.20	21.28	470.19	4923.04	148.25	26.72
3-H	2	434.26	509.96	5.06	3.05	2793.56	2692.22	13.91	18.34	280.01	3660.75	107.71	25.23
	3	243.10	382.89	2.54	2.02	2014.95	2479.16	6.94	14.50	255.50	3414.71	67.82	21.08
	4	133.82	246.42	0.83	1.23	1073.15	1709.71	2.07	8.98	229.08	2789.49	30.50	15.79
3-B	1	1301.13	909.35	4.11	7.13	3800.95	1835.73	1.78	18.18	483.50	4632.88	312.97	24.24
3-G	2	721.98	766.82	2.33	4.80	2346.35	2435.07	1.19	15.42	366.38	3941.56	234.51	25.03
	3	442.54	552.11	1.18	3.21	1512.20	2079.36	0.59	11.59	304.75	3198.70	156.50	18.99
	4	260.70	370.56	0.40	2.04	658.32	1338.02	0.13	6.44	267.14	3598.15	100.37	15.27
3-C	1	1170.23	743.94	0.12	6.18	3762.24	1971.98	10.52	18.50	396.55	4623.36	272.40	24.86
3-F	2	609.55	673.07	0.07	4.14	2460.35	2588.34	6.97	16.29	764.03	3925.64	203.40	25.02
	3	373.08	493.69	0.06	2.80	1598.80	2190.08	3.30	12.22	179.69	3760.94	134.70	21.60
	4	203.02	319.57	0.02	1.69	539.79	1155.67	0.87	5.85	107.77	2154.90	67.23	11.50
3-D	1	1107.58	693.16	0.05	5.81	3358.68	1825.83	13.00	17.20	367.46	4574.11	276.82	23.43
3-E	2	603.44	672.75	0.01	4.12	2257.76	2325.17	8.04	15.27	222.16	3650.79	205.44	23.99
	3	369.24	488.79	0.01	2.77	1517.08	1965.32	3.37	11.88	162.07	3340.81	135.06	20.68
	4	190.65	308.85	0.01	1.61	595.25	1106.37	0.64	5.49	107.42	1556.74	67.04	15.42
4-A	1	1253.89	722.11	8.61	6.37	4190.31	2148.49	0.29	20.45	470.19	4618.50	155.93	24.26
4-H	2	434.26	509.96	5.06	3.05	2229.83	2396.20	0.07	14.92	280.01	2643.60	115.48	18.87
	3	243.10	382.89	2.54	2.02	1660.22	2164.55	0.02	12.34	255.50	2381.38	75.48	16.21
	4	133.82	246.42	0.83	1.23	868.73	1541.85	0.10	7.78	229.08	1705.62	35.91	11.36
4-B	1	1301.13	909.35	4.11	7.13	3666.83	1760.63	0.18	17.51	483.50	4087.35	272.33	21.03
4-G	2	721.98	766.82	2.33	4.80	2393.09	2461.95	0.09	15.66	366.38	2759.64	203.00	19.78
	3	442.54	552.11	1.18	3.21	1539.77	2099.51	0.04	11.74	304.75	2362.24	138.38	15.58
	4	260.70	370.56	0.40	2.04	682.14	1340.46	0.01	6.52	267.14	1495.46	68.69	9.98
4-C	1	1170.23	743.94	0.12	6.18	3558.41	1743.97	0.25	17.10	396.55	3914.25	318.38	19.18
4-F	2	609.55	673.07	0.07	4.14	2173.91	2303.06	0.12	14.44	229.21	2533.37	239.37	16.08
	3	373.08	493.69	0.06	2.80	1355.31	1938.09	0.01	10.62	179.69	2131.90	160.69	12.05
	4	203.02	319.57	0.02	1.69	479.94	1097.20	0.03	5.09	107.77	1206.92	81.81	5.68
4-D	1	1107.58	693.16	0.05	5.81	3260.89	1591.21	0.18	15.65	375.87	3586.98	318.81	17.36
4-E	2	603.44	672.75	0.01	4.12	1990.26	2085.48	0.11	13.15	222.16	2294.03	238.84	14.57
	3	369.24	488.79	0.01	2.80	1334.01	1839.83	0.03	10.24	162.07	2023.81	159.76	11.37
	4	190.65	308.85	0.01	1.61	519.20	1115.40	0.00	5.27	107.42	1226.94	80.87	5.94
5-A	1	1253.89	722.11	8.61	6.37	4672.10	2713.02	25.05	23.82	470.19	5447.09	152.53	29.42
5-H	2	434.26	509.96	5.06	3.05	2587.90	2636.76	19.46	17.51	280.01	3794.74	113.85	24.24
	3	243.10	382.89	2.54	2.02	2273.23	2689.87	12.59	16.01	255.50	3646.49	74.17	22.76
	4	133.82	246.42	0.83	1.23	1521.87	2341.36	5.66	12.46	229.08	3484.31	34.55	19.63
5-B	1	1301.13	909.35	4.11	7.13	3800.95	1835.33	1.78	18.18	483.50	4632.88	296.16	24.72
5-G	2	721.98	766.82	2.33	4.80	2346.35	2435.07	1.19	15.42	366.38	3942.15	217.56	25.82

	3	442.54	552.11	1.18	3.21	1512.20	2079.36	0.59	11.59	307.74	3198.70	156.77	19.62
	4	260.70	370.56	0.40	2.04	658.32	1338.02	0.13	6.44	267.14	3589.15	100.53	15.51
5-C	1	1170.23	743.94	0.12	6.18	3762.24	1971.98	10.52	18.50	396.55	4623.36	272.40	24.86
5-F	2	609.55	673.07	0.07	4.14	2460.35	2588.34	6.97	16.29	229.21	3925.65	203.40	25.02
	3	373.08	493.69	0.06	2.80	1598.80	2190.08	3.30	12.22	179.68	3760.94	134.70	21.60
	4	203.02	319.57	0.02	1.69	539.79	1155.67	0.87	5.85	250.31	2160.40	67.23	11.50
5-D	1	1107.58	693.16	0.05	5.81	3358.68	1825.83	13.00	17.20	367.48	4183.43	276.82	23.43
5-E	2	603.44	672.75	0.01	4.12	2257.76	2325.17	8.04	15.27	222.16	3650.79	205.44	23.92
	3	369.24	488.79	0.01	2.77	1517.08	1965.32	3.37	11.88	162.07	3340.61	135.06	20.68
	4	190.65	308.85	0.01	1.61	595.25	1106.37	0.64	5.49	107.42	2885.27	67.04	15.42
6-A	1	1546.63	860.37	4.11	7.77	6391.43	5813.79	104.41	39.37	550.55	7114.93	202.62	44.81
6-H	2	120.85	293.24	2.29	1.34	6096.31	5776.88	54.50	38.30	164.61	6762.07	126.10	43.76
	3	243.39	308.37	1.26	1.78	4325.10	4210.61	16.04	27.53	172.57	4895.84	58.56	31.88
	4	38.47	226.70	0.44	1.02	1836.37	1827.04	1.50	11.82	164.12	2063.20	19.61	14.66
6-C	1	2070.66	2053.81	45.95	13.30	1612.81	1487.95	5.49	10.00	2310.70	563.25	239.43	16.51
6-F	2	1798.09	1798.09	27.81	11.57	1995.47	1967.04	2.73	12.78	2340.70	695.79	167.96	16.01
	3	1347.10	1347.10	13.20	8.68	1450.69	1488.76	0.76	9.48	1745.44	546.96	100.37	11.51
	4	759.67	759.67	13.43	4.90	666.17	733.12	0.16	4.81	1072.58	282.28	58.53	6.77
6-D	1	2070.18	2070.18	15.31	13.30	3260.89	1591.21	25.25	7.00	683.97	3717.27	216.08	10.01
6-E	2	1789.11	1789.11	9.30	11.57	1990.26	2085.48	16.11	7.64	1970.72	781.61	152.35	11.18
	3	1347.10	1347.10	4.42	8.68	1334.01	1839.83	7.44	5.85	445.02	2322.75	88.68	9.60
	4	759.47	759.47	1.16	4.90	519.20	1115.40	1.95	2.71	251.15	1603.76	46.08	5.72
7-A	1	1712.95	1081.96	10.11	9.02	6392.42	5814.69	141.97	39.38	609.48	7201.60	221.45	47.72
7-H	2	1316.12	455.05	5.91	2.49	6096.99	5776.70	82.06	38.30	520.35	6973.91	135.90	45.60
	3	362.86	405.39	3.29	2.48	4325.07	4210.10	32.81	27.53	227.44	5045.82	61.53	33.73
	4	219.55	347.13	1.14	1.83	1836.79	1827.48	5.49	11.82	217.70	2256.69	16.92	15.78
7-B	1	1810.84	1197.25	7.00	8.90	3592.59	1115.17	13.01	15.19	564.52	5368.44	216.59	30.13
7-G	2	472.90	699.18	3.90	3.52	1120.97	1360.71	8.50	8.73	286.00	5381.45	187.38	25.21
	3	475.58	549.18	2.12	3.31	682.67	1367.61	4.34	6.81	260.06	4949.77	119.43	24.41
	4	335.07	466.63	0.69	2.59	42.17	736.32	1.47	2.51	230.70	5414.18	55.77	32.78
7-C	1	1759.33	1748.97	44.09	11.32	3591.14	401.39	29.00	16.11	633.65	4124.82	156.43	19.77
7-F	2	1550.24	1543.95	26.89	9.98	1688.57	1852.52	18.08	11.42	588.70	2292.24	114.21	13.82
	3	1169.26	1166.28	12.73	7.53	974.15	1735.61	8.03	8.74	421.11	2178.02	60.31	11.60
	4	672.87	671.85	3.27	4.34	72.99	594.30	2.29	2.76	920.95	200.09	28.58	7.09
7-D	1	1759.95	1749.64	14.63	11.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1938.15	0.00	110.57
7-E	2	1550.22	1543.91	8.95	9.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1734.85	0.00	73.93
	3	1169.16	1166.17	4.24	5.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1304.37	0.00	38.12
	4	672.87	671.85	1.10	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	740.16	0.00	21.46

Una vez calculados los elementos mecánicos de diseño para cada columna, se hacen grupos con las que tengan elementos mecánicos similares y se diseña sólo la columna más crítica de cada grupo. Los grupos quedaron como se indica a continuación:

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11
1-A-4	2-A-4	1-D-3	1-D-2	5-A-3	1-C-2	3-A-2	1-A-1	4-D-3	1-C-1	3-C-2
1-C-4	4-A-4	4-B-4	4-C-4	5-B-4	1-D-1	3-C-3	1-B-3	3-B-3	3-A-1	3-D-2
1-D-4	7-A-4	1-A-3	4-D-4	3-B-4	4-A-3	3-D-3	7-B-3	5-B-3	4-A-1	4-B-2
7-C-4	6-A-4	1-C-3	7-D-2	2-A-1	4-B-3	5-A-2	6-A-2		5-A-1	5-C-2
7-D-4		3-C-4	1-A-2		7-C-2	5-C-3	7-A-2		7-C-1	5-D-2
		3-D-4			7-D-1	5-D-3				
		5-C-4								
		7-C-3								

Grupo 12	Grupo 13	Grupo 14	Grupo 15	Grupo 16	Grupo 17	Grupo 18	Grupo 19	Grupo 20	Grupo 21	Grupo 22
1-B-1	4-C-3	3-B-2	3-C-1	4-C-1	1-B-4	2-A-2	2-C-4	6-D-3	6-C-2	6-C-1
1-B-2	4-D-2	5-B-2	3-D-1	4-D-1	6-A-3	2-A-3	2-D-4	6-C-3	6-D-2	2-C-1
7-B-2		7-B-1	4-B-1	3-B-1	7-A-3	3-A-3	6-D-4	2-D-3	2-D-2	2-D-1
6-A-1			5-C-1	5-B-1	7-B-4	5-D-4		2-C-3	2-C-2	6-D-1
			5-D-1							

8.3 Diseño a flexocompresión

Para el diseño de las columnas a flexocompresión biaxial se usó la fórmula de Bresler, la cual se transcribe enseguida.

$$Pr = \frac{1}{\frac{1}{Prx} + \frac{1}{Pry} + \frac{1}{Pro}}$$

Donde: Prx = resistencia a la flexocompresión en X.

$$Prx = Kx FR b h f'c$$

Pry = resistencia a la flexocompresión en Y.

$$Pry = Ky FR b h f'c$$

Pro = resistencia a la compresión simple.

$$Pro = FR (f'c Ac + As fy)$$

(Ibid; 530)

A continuación se anexa una tabla con el cálculo detallado de las áreas de acero necesarias para cada grupo de columnas, las cuales se obtuvieron utilizando diagramas de interacción (Gonzalez; 1995, 734 – 745).

Grupo	PR	b	h	ex	ey	p	f'c	fy	As	q	Pro	ex/h	ey/h	Kx	Ky	Prx	Pry	Pr
1	17.731	40	80	82.44	12.28	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	1.031	0.307	0.15	0.6	57.12	228.48	50.60
2	30.504	40	80	91.447	7.51	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	1.143	0.188	0.13	0.82	49.50	312.26	46.99
3	44.92	40	80	4	29.037	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.05	0.726	1.2	0.25	456.96	95.20	94.61
4	78.309	40	80	30.327	6.645	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.379	0.166	0.46	0.88	175.17	335.10	152.20
5	100.06	40	80	48.745	5.502	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.609	0.138	0.31	0.92	118.05	350.34	108.66
6	123.39	40	80	18.578	4.771	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.232	0.119	0.72	0.96	274.18	365.57	234.74
7	113.85	40	80	33.375	2.459	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.417	0.061	0.45	1.08	171.36	411.26	162.75
8	135.9	40	80	51.315	3.829	0.02	0.17	4.2	64	0.4941	561.344	0.641	0.096	0.41	1.19	156.13	453.15	146.41
9	156.5	40	80	20.439	2	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.255	0.05	0.7	1.1	266.56	418.88	249.00
10	152.53	40	80	35.711	3.083	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.446	0.077	0.43	1.05	163.74	399.84	154.20
11	203.4	40	80	19.3	3.756	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.241	0.094	0.7	1.03	266.56	392.22	239.33
12	202.62	40	80	35.115	2.712	0.02	0.17	4.2	64	0.4941	561.344	0.439	0.068	0.56	1.3	213.25	495.04	202.92
13	238.84	40	80	9.605	0.93	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.12	0.023	0.98	1.2	373.18	456.96	364.27
14	221.45	40	80	32.52	2.752	0.026	0.17	4.2	83.2	0.8424	615.507	0.407	0.069	0.65	1.3	247.52	495.04	225.46
15	272.4	40	80	16.973	2	0.012	0.17	4.2	38.4	0.2965	489.126	0.212	0.05	0.77	1.17	293.22	445.54	276.97
16	312.97	40	80	14.803	2	0.014	0.17	4.2	44.8	0.3459	507.181	0.185	0.05	0.89	1.2	338.91	456.96	315.73
17	55.898	40	80	96.86	2	0.012	0.17	4.2	38.4	0.2965	489.126	1.211	0.05	0.15	1.15	57.12	437.92	56.35
18	73.368	40	80	52.982	2.284	0.01	0.17	4.2	32	0.2471	471.072	0.662	0.057	0.27	1.08	102.82	411.26	99.65
19	46.08	50	50	34.8	5.45	0.01	0.17	4.2	25	0.2471	368.025	0.696	0.109	0.26	1	77.35	297.50	73.68
20	106.86	50	50	4.96	16.41	0.01	0.17	4.2	25	0.2471	368.025	0.099	0.328	1	0.53	297.50	157.68	143.14
21	156.51	50	50	4.45	15.09	0.01	0.17	4.2	25	0.2471	368.025	0.069	0.302	1.12	0.6	333.20	178.50	169.89
22	216.08	50	50	17.2	3.165	0.028	0.17	4.2	70	0.6918	494.97	0.344	0.063	0.78	1.46	232.05	434.35	217.80

8.4 Diseño por cortante

La fuerza cortante que resiste el concreto se calculó con las mismas fórmulas que se utilizan para vigas, multiplicadas por el factor (Arnal; 1991, 430 – 431):

$$1 + .007 \left(\frac{Pu}{Ag} \right)$$

Para el diseño por cortante se propusieron estribos de 3/8", cuyo espaciamento resultó del cálculo que se muestra enseguida en forma de tabla. Cabe mencionar que la separación de estribos calculada debe compararse a la menor dimensión de la columna entre dos, a 850 entre la raíz cuadrada de f*c veces el diámetro de la barra más pequeña en el refuerzo longitudinal y a 48 veces el diámetro de la barra que forma el estribo, rigiendo siempre la separación que resulte menor.

V(ton)	Vcr(ton)	s(calc)	b/2(cm)	850 db / fy^(1/2)	48*de (cm)	s(cm)
7.997	18.81	—	20	33.314	45.72	20.00
15.793	19.32	—	20	33.314	45.72	20.00
8.286	19.90	—	20	33.314	45.72	20.00
16.829	21.23	—	20	33.314	45.72	20.00
28.923	22.10	38.48	20	33.314	45.72	20.00
13.822	23.04	—	20	33.314	45.72	20.00
24.236	22.66	38.48	20	33.314	45.72	20.00
45.6	23.59	15.67	20	33.314	45.72	15.67
18.994	24.36	—	20	33.314	45.72	20.00
29.417	24.20	38.48	20	33.314	45.72	20.00
25.022	26.24	—	20	33.314	45.72	20.00
44.61	26.29	18.82	20	33.314	45.72	18.82
14.566	27.66	—	20	33.314	45.72	20.00
45.721	27.10	18.52	20	33.314	45.72	18.52
24.86	29.02	—	20	33.314	45.72	20.00
26.723	30.67	—	20	33.314	45.72	20.00
30.973	20.34	32.43	20	33.314	45.72	20.00
25.994	21.04	38.48	20	33.314	45.72	20.00
7.783	15.99	—	25	33.314	45.72	25.00
12.286	18.42	—	25	33.314	45.72	25.00
16.032	20.40	—	25	33.314	45.72	25.00
16.514	22.94	—	25	33.314	45.72	25.00

Es importante indicar que en las columnas de 40 x 80 cm la separación de estribos será igual a la mitad de la indicada en la tabla, en una longitud de 80 cm a partir de las uniones viga columna, y para las de 50 x 50 cm se tomarán sólo 60 cm (Gonzalez; 1995, 511).

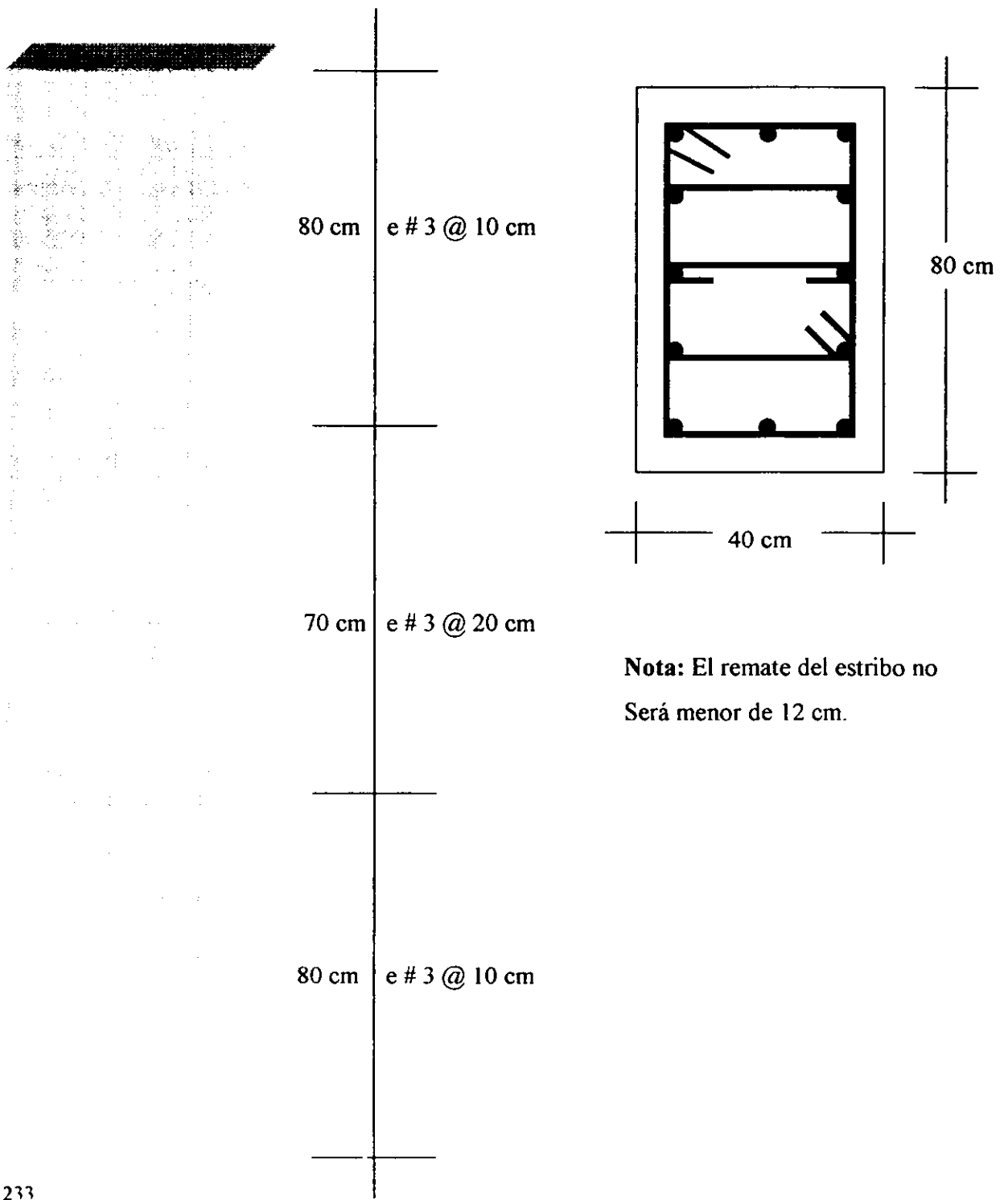
8.5 Armado de las columnas

De las tablas anteriormente mostradas se puede concluir que de los 22 grupos de columnas que se tenían, resultan únicamente 7 armados diferentes, que son los que se listan a continuación:

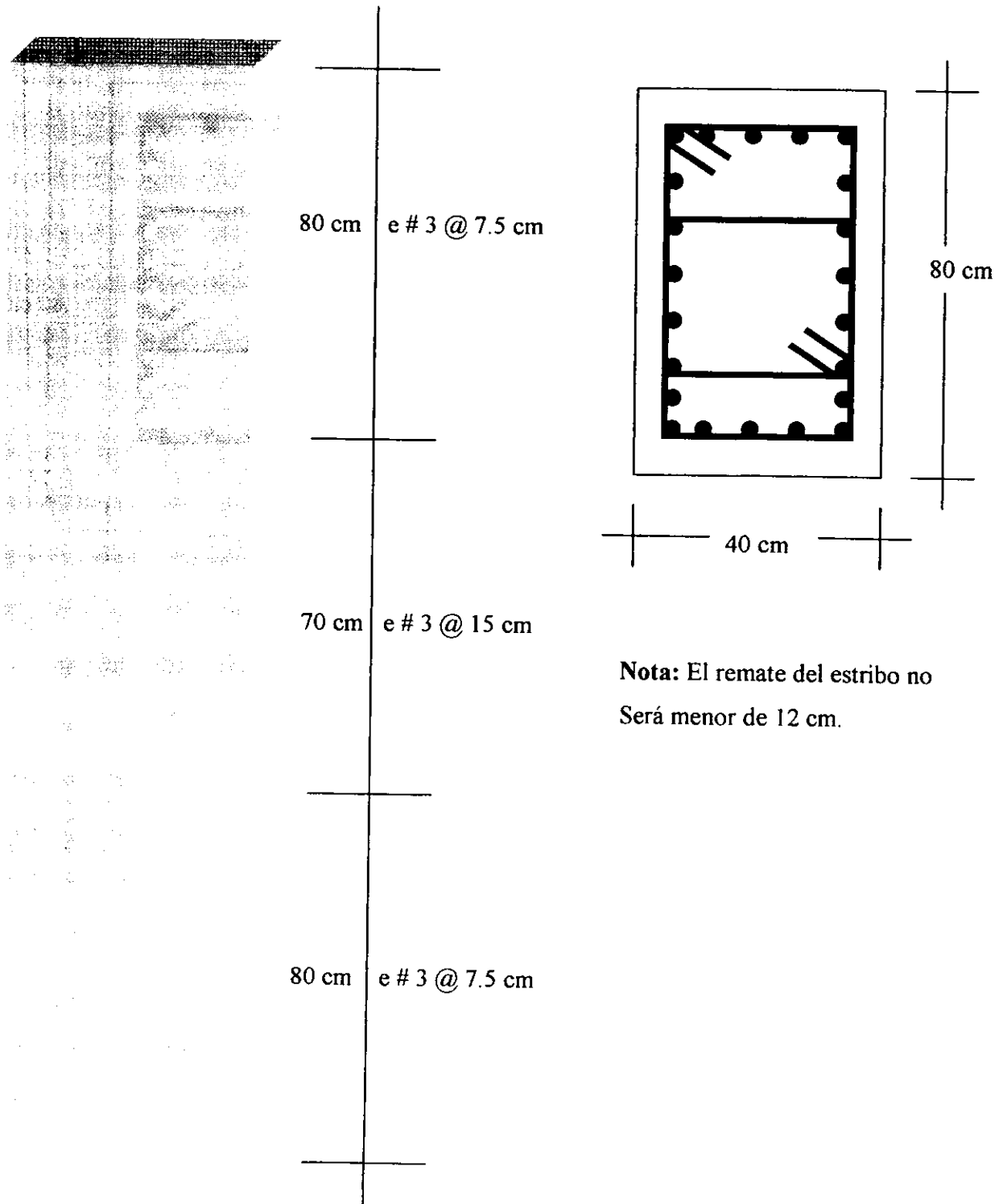
Columna	As(cm²)	s(cm) para e # 3	Armado	Grupos que incluye
1	32	20	12 # 6	1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,13,18
2	64	15	22 # 6	8,12
3	83.2	18	30 # 6	14
4	38.4	20	14 # 6	15,17
5	44.8	20	10 # 6	16
6	25	25	10 # 6	19,20,21
7	70	25	24 # 6	22

Una vez que se tienen los armados de todas las columnas, es importante representarlos gráficamente para que queden más claros.

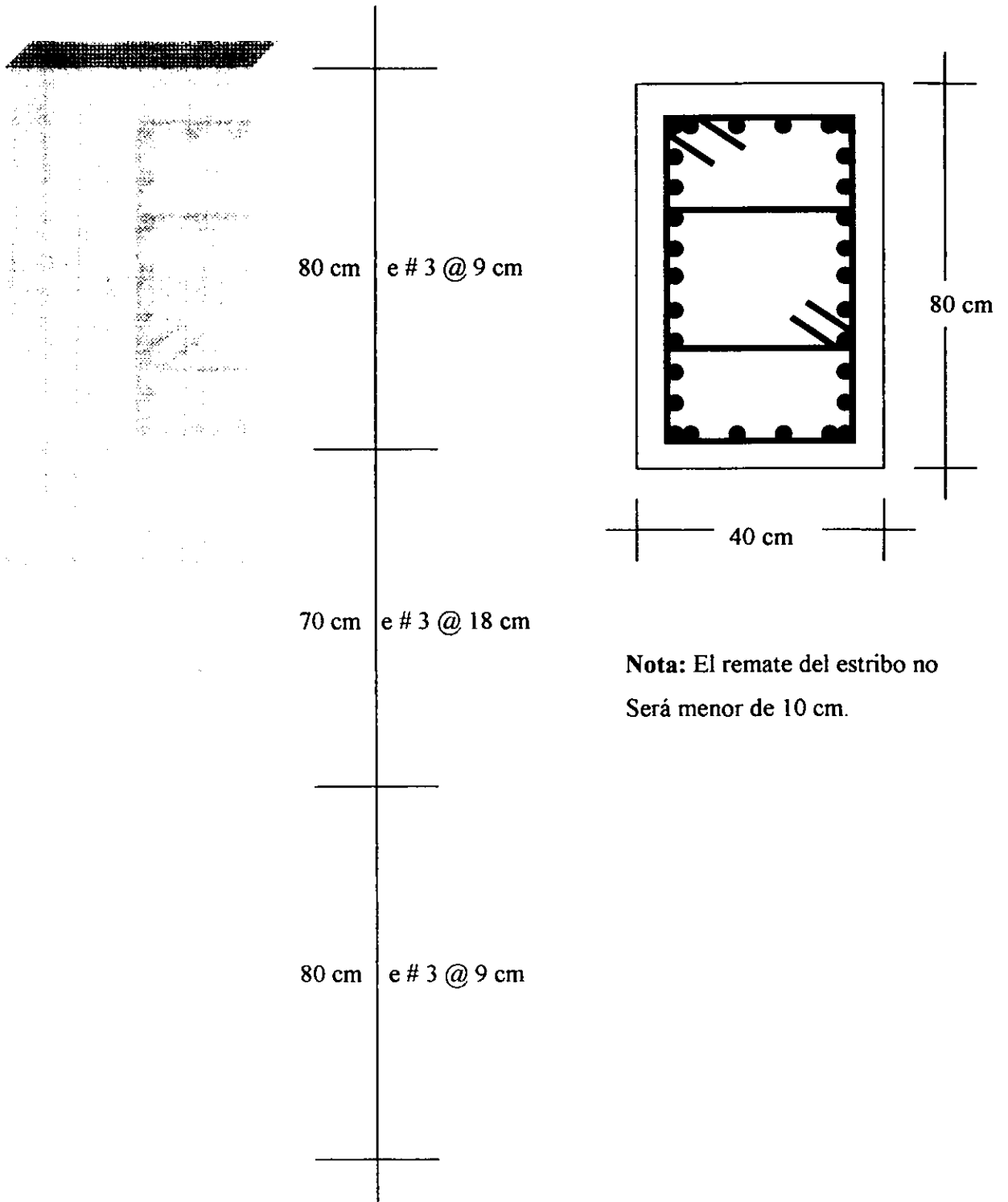
8.5.1 Columna 1



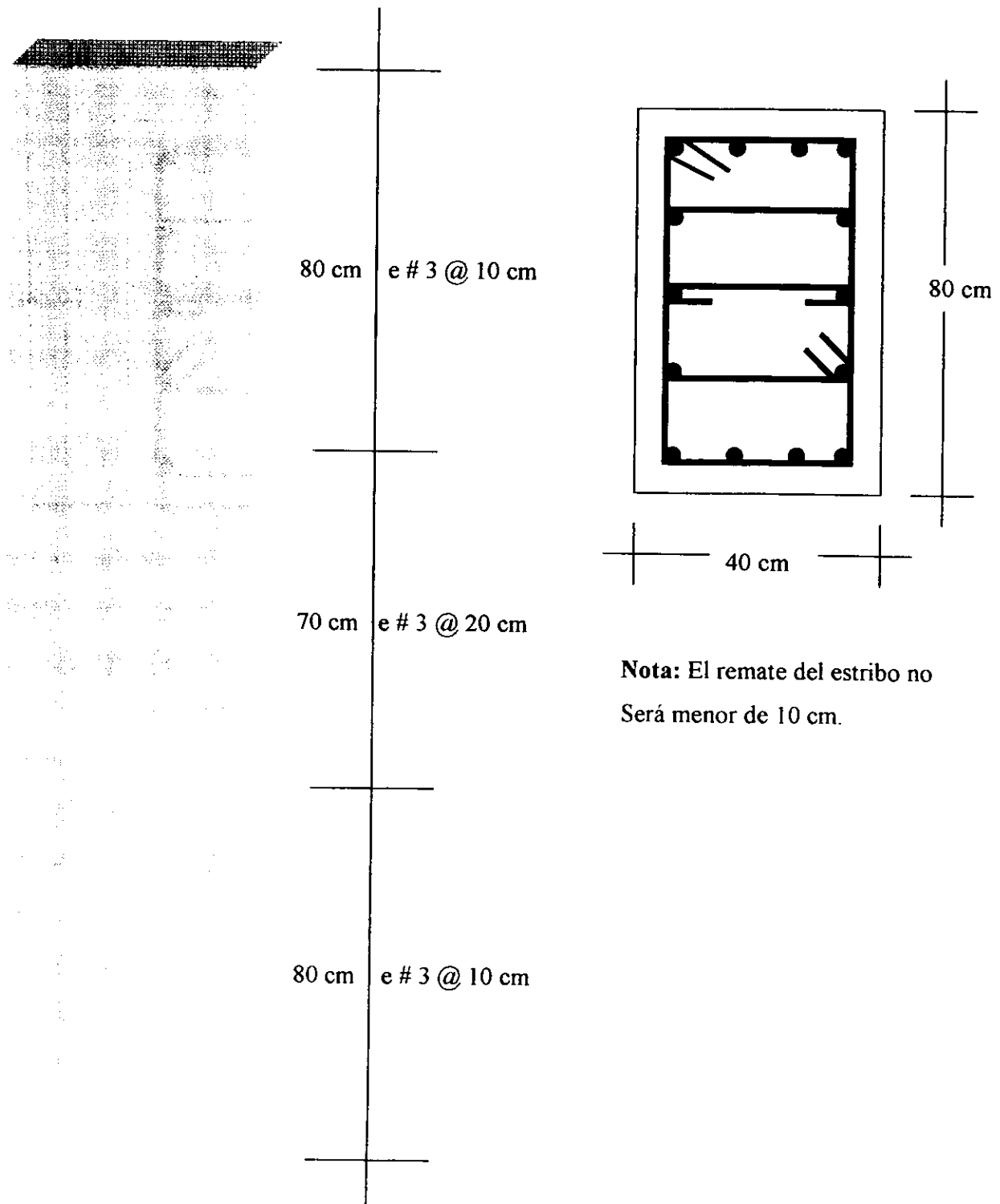
8.5.2 Columna 2



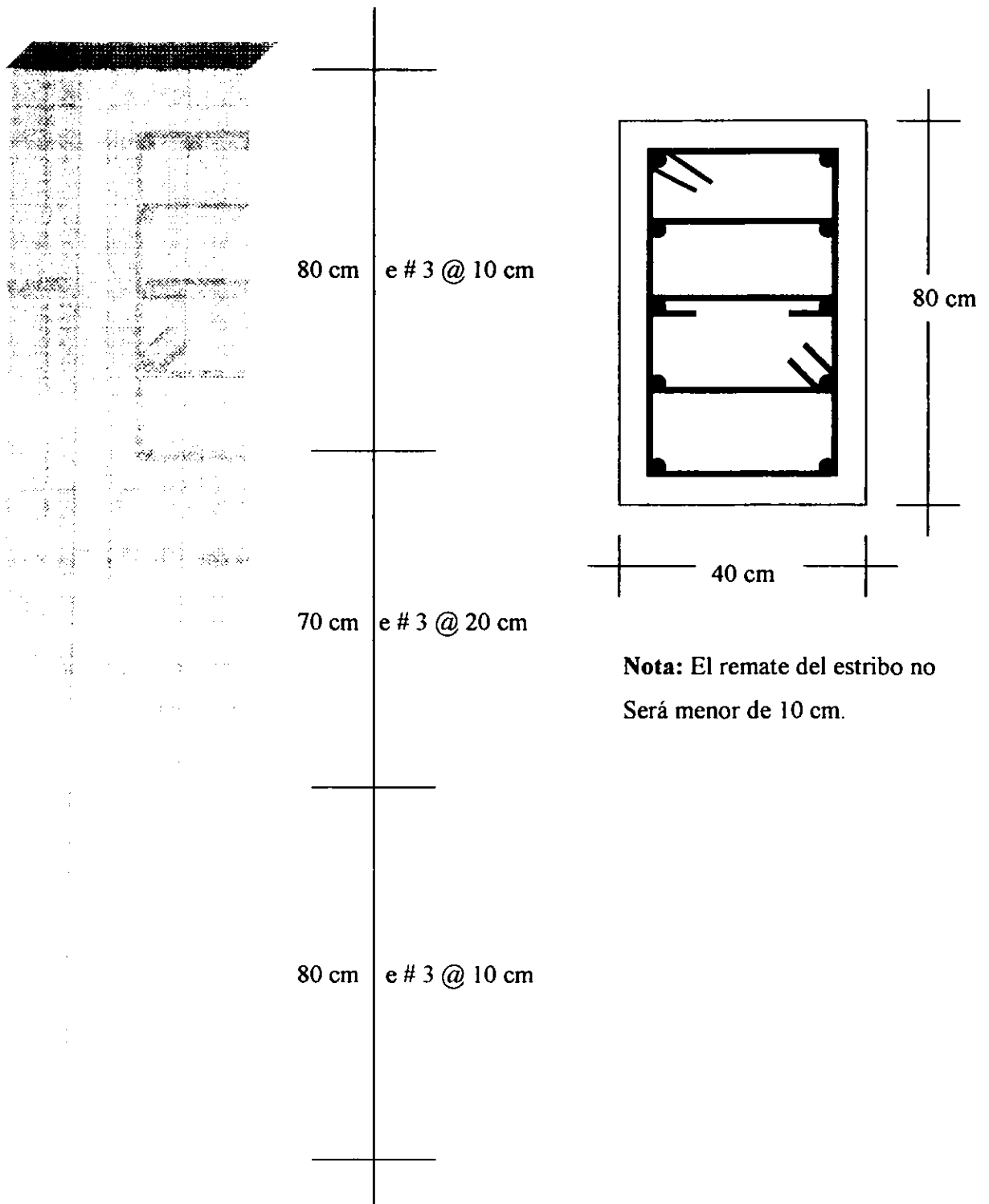
8.5.3 Columna 3



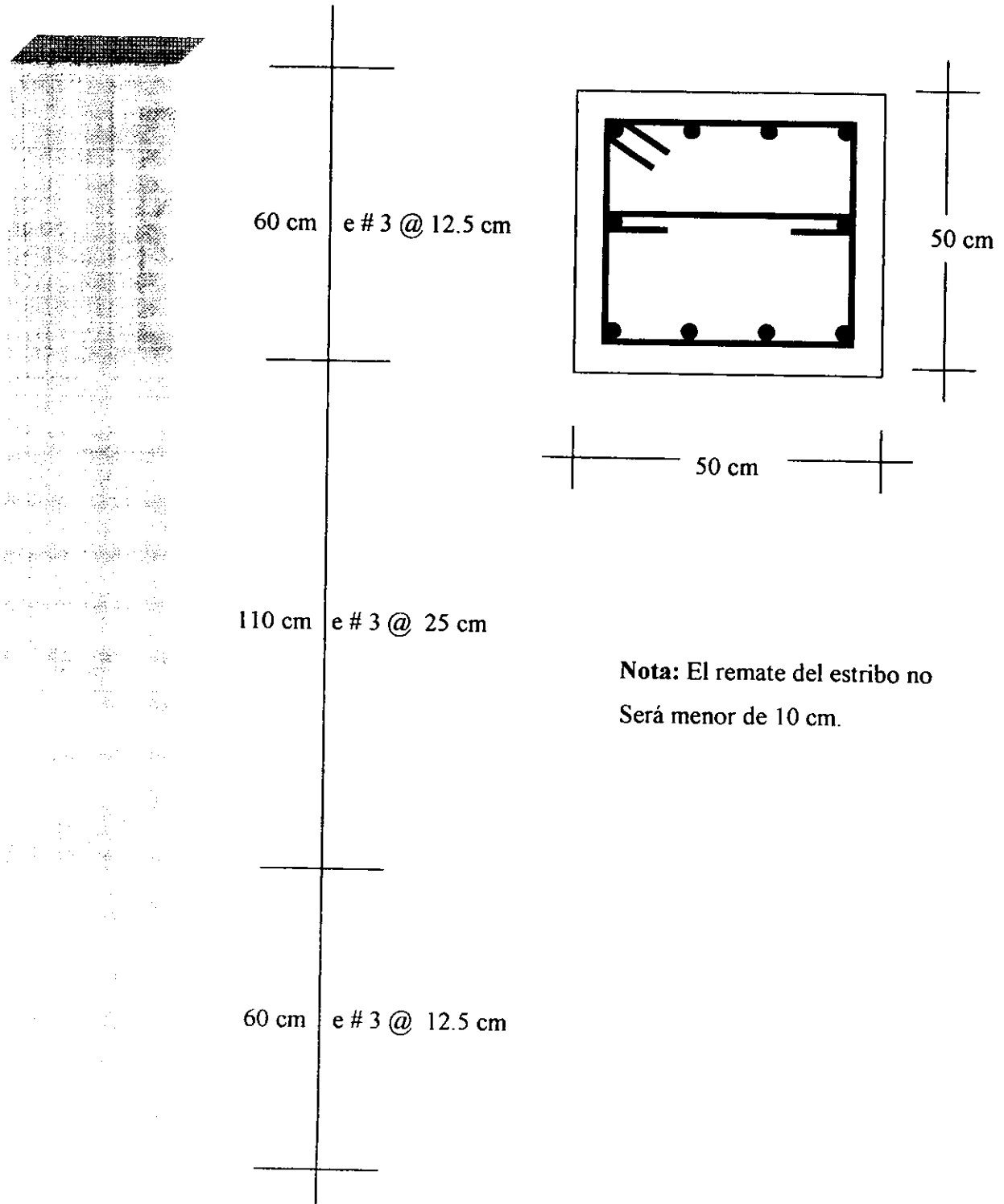
8.5.4 Columna 4



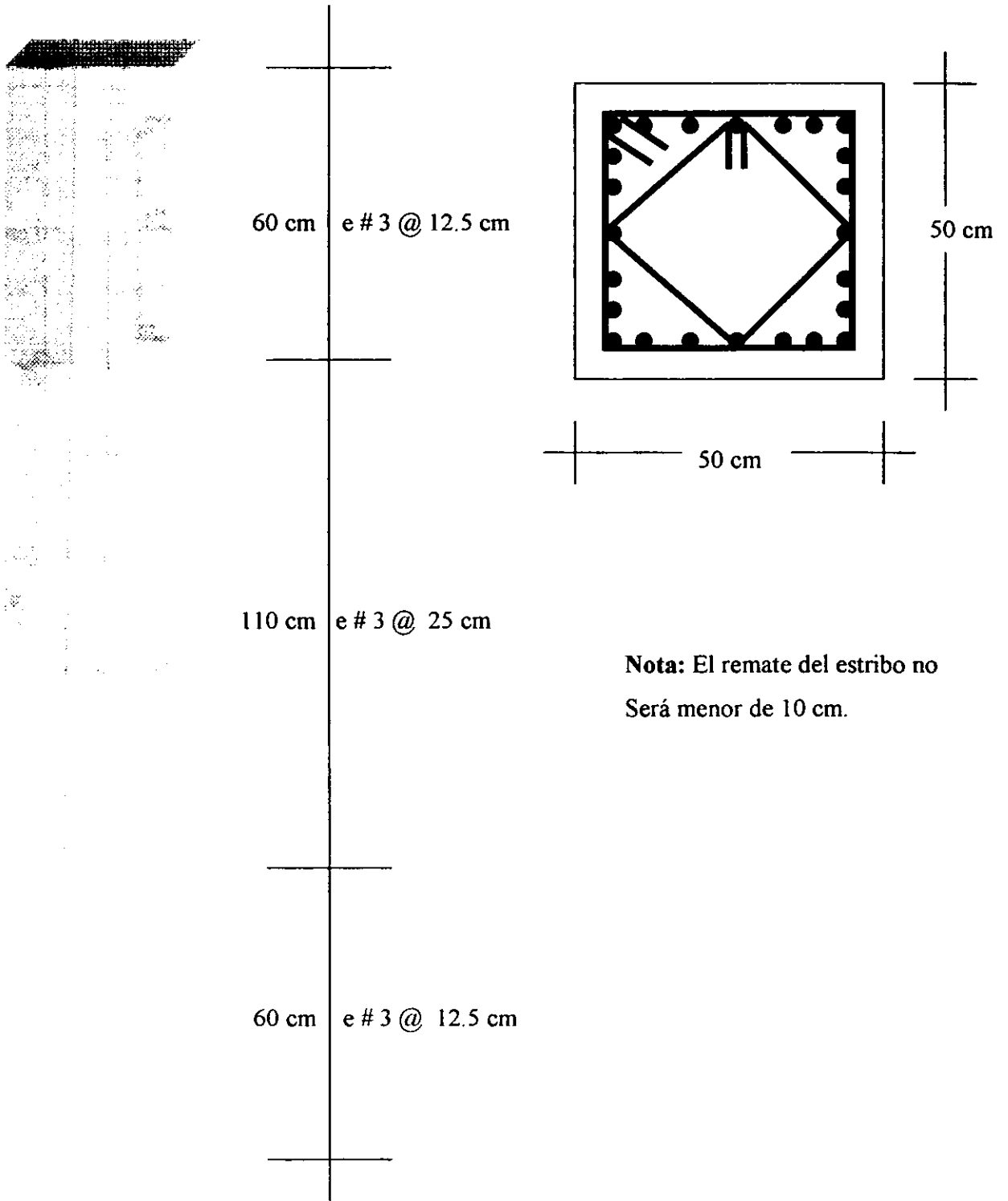
8.5.5 Columna 5



8.5.6 Columna 6



8.5.7 Columna 7



CAPÍTULO IX

DISEÑO DE LOSAS

En el presente capítulo se lleva a cabo el diseño de las losas, tanto reticulares como macizas, para lo cual, se utilizó el método del RCDF – 87. Las losas de las rampas y las losas macizas en la azotea se consideraron actuando en una sola dirección, mientras que los demás tableros trabajan en dos direcciones. La forma como se numeraron los tableros se muestra al final.

9.1 Losas reticulares

9.1.1 Determinación de los momentos en los tableros

Los momentos en los tableros se calculan multiplicando los coeficientes de la tabla 4.1 de las Normas técnicas complementarias para diseño en concreto (Arnal; 1991, 455) por la carga por metro cuadrado en la losa, por el lado corto al cuadrado y por 10^{-4} .

Como los momentos que se obtienen no coinciden para los lados adyacentes de dos tableros, el RCDF – 87 permite que se redistribuyan dos terceras partes del momento de desequilibrio (para losas coladas monolíticamente con los apoyos), suponiendo que la rigidez de un tablero es proporcional al peralte de la losa al cubo entre el lado corto de la misma (González; 1995, 562).

Enseguida se muestran dos tablas que contienen el cálculo de los momentos para cada tablero. Cabe señalar que los momentos que se presentan como M1 son los momentos redistribuidos en la cara superior o izquierda según corresponda, mientras que los momentos M2 se refieren a los de la cara inferior o derecha.

LOSA ENCASETONADA EN AZOTEA										
TABLERO	BORDES	CLARO	a1	a2	a1/a2	COEF.	w	M (ton /m) /m	M1	M2
I	Neg. en bordes int.	corto	455	550	0.8273	406.04	1.3961	1.1736	—	1.28436
		largo	455	550	0.8273	384.82	1.3961	1.1122	—	1.11944
	Neg. en bordes disc.	corto	455	550	0.8273	241.63	1.3961	0.6964	—	—
		largo	455	550	0.8273	217.68	1.3961	0.6292	—	—
	Positivo	corto	455	550	0.8273	205.20	1.3961	0.5931	—	—
		largo	455	550	0.8273	139.46	1.3961	0.4031	—	—
II	Neg. en bordes int.	corto	499	550	0.9073	357.00	1.3961	1.2410	—	1.34498
		largo	499	550	0.9073	326.00	1.3961	1.1333	1.1263	1.45712
	Neg. en bordes disc.	corto	499	550	0.9073	206.00	1.3961	0.7161	—	—
		largo	499	550	0.9073	167.00	1.3961	0.5805	—	—
	Positivo	corto	499	550	0.9073	129.00	1.3961	0.4484	—	—
		largo	499	550	0.9073	129.00	1.3961	0.4484	—	—
III	Neg. en bordes int.	corto	455	740	0.6149	521.15	1.3961	1.5063	1.39524	—
		largo	455	740	0.6149	451.10	1.3961	1.3038	—	1.30508
	Neg. en bordes disc.	corto	455	740	0.6149	314.40	1.3961	0.9087	—	—
		largo	455	740	0.6149	246.20	1.3961	0.7116	—	—
	Positivo	corto	455	740	0.6149	298.95	1.3961	0.8640	—	—
		largo	455	740	0.6149	145.40	1.3961	0.4202	—	—
IV	Neg. en bordes int.	corto	499	740	0.6743	446.82	1.3961	1.5533	1.47434	1.59082
		largo	499	740	0.6743	376.20	1.3961	1.3078	1.30634	1.85822
	Positivo	corto	499	740	0.6743	238.40	1.3961	0.8288	—	—
		largo	499	740	0.6743	131.04	1.3961	0.4555	—	—
V	Neg. en bordes int.	corto	550	856	0.6425	487.77	1.3961	2.0600	1.76596	2.05982
		largo	550	856	0.6425	428.67	1.3961	1.8104	—	2.28382
	Neg. en bordes disc.	corto	550	856	0.6425	304.66	1.3961	1.2866	—	—
		largo	550	856	0.6425	304.66	1.3961	1.2866	—	—

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

VI	Positivo	corto	550	856	0.6425	266.08	1.3961	1.1237	—	—
		largo	550	856	0.6425	140.28	1.3961	0.5924	—	—
	Neg. en bordes int.	corto	499	760	0.6566	479.23	1.3961	1.6659	1.62834	1.66586
		largo	499	760	0.6566	424.33	1.3961	1.4751	—	1.96072
VII	Neg. en bordes disc.	corto	499	760	0.6566	299.34	1.3961	1.0406	—	—
		largo	499	760	0.6566	259.92	1.3961	0.9036	—	—
	Positivo	corto	499	760	0.6566	139.72	1.3961	0.4857	—	—
		largo	499	760	0.6566	350.28	1.3961	2.6779	2.3107	2.67778
VIII	Neg. en bordes int.	corto	740	856	0.8645	329.72	1.3961	2.5207	2.05268	2.54968
		largo	740	856	0.8645	170.24	1.3961	1.3015	—	—
	Positivo	corto	740	856	0.8645	127.36	1.3961	0.9737	—	—
		largo	740	856	0.8645	338.76	1.3961	2.7317	2.45168	2.73154
IX	Neg. en bordes int.	corto	760	856	0.8879	323.24	1.3961	2.6066	2.57824	2.60652
		largo	760	856	0.8879	162.08	1.3961	1.3070	—	—
	Positivo	corto	760	856	0.8879	127.01	1.3961	1.0242	—	—
		largo	760	856	0.8879	721.33	1.3961	0.3829	1.13176	—
X	Neg. en bordes int.	corto	195	550	0.3545	500.38	1.3961	0.2656	0.67046	—
		largo	195	550	0.3545	445.81	1.3961	0.2367	—	—
	Neg. en bordes disc.	corto	195	550	0.3545	454.93	1.3961	0.2415	—	—
		largo	195	550	0.3545	158.02	1.3961	0.0839	—	—

LOSA ENCASETONADA EN ENTREPISOS 3, 2 Y 1										
TABLERO	BORDES	CLARO	a1	a2	a1/a2	COEF.	w	M (ton / m) /m	M1	M2
I	Neg. en bordes int.	corto	455	550	0.8273	406.04	1.31	1.1012	—	1.13078
		largo	455	550	0.8273	384.82	1.31	1.0436	—	0.9856
	Neg. en bordes disc.	corto	455	550	0.8273	241.63	1.31	0.6553	—	—
		largo	455	550	0.8273	217.68	1.31	0.5904	—	—
II	Positivo	corto	455	550	0.8273	205.20	1.31	0.5565	—	—
		largo	455	550	0.8273	139.46	1.31	0.3782	—	—
	Neg. en bordes int.	corto	499	550	0.9073	357.00	1.31	1.1645	—	1.2621
		largo	499	550	0.9073	326.00	1.31	1.0634	1.05714	1.36724
III	Neg. en bordes disc.	corto	499	550	0.9073	206.00	1.31	0.6720	—	—
		largo	499	550	0.9073	167.00	1.31	0.5447	—	—
	Positivo	corto	499	550	0.9073	129.00	1.31	0.4208	—	—
		largo	499	550	0.9073	521.15	1.31	1.4134	1.30928	—
IV	Neg. en bordes int.	corto	455	740	0.6149	451.10	1.31	1.2234	—	1.22458
		largo	455	740	0.6149	314.40	1.31	0.8527	—	—
	Neg. en bordes disc.	corto	455	740	0.6149	246.20	1.31	0.6677	—	—
		largo	455	740	0.6149	298.95	1.31	0.8108	—	—
V	Positivo	corto	455	740	0.6149	145.40	1.31	0.3943	—	—
		largo	455	740	0.6149	446.82	1.31	1.4575	1.38334	1.49268
	Neg. en bordes int.	corto	499	740	0.6743	376.20	1.31	1.2271	1.22584	1.7437
		largo	499	740	0.6743	238.40	1.31	0.7776	—	—
VI	Positivo	corto	499	740	0.6743	131.04	1.31	0.4274	—	—
		largo	499	740	0.6743	487.77	1.31	1.9329	1.65704	1.93284
	Neg. en bordes int.	corto	550	856	0.6425	428.67	1.31	1.6987	—	—
		largo	550	856	0.6425	304.66	1.31	1.2073	—	—
VII	Neg. en bordes disc.	corto	550	856	0.6425	266.08	1.31	1.0544	—	—
		largo	550	856	0.6425	140.28	1.31	0.5559	—	—
	Positivo	corto	499	760	0.6566	479.23	1.31	1.5632	1.52782	1.56324
		largo	499	760	0.6566	424.33	1.31	1.3841	—	1.8585
VIII	Neg. en bordes int.	corto	499	760	0.6566	299.34	1.31	0.9764	—	—
		largo	499	760	0.6566	259.92	1.31	0.8478	—	—
	Positivo	corto	499	760	0.6566	139.72	1.31	0.4558	—	—
		largo	499	760	0.6566	350.28	1.31	2.5128	2.16818	2.51272
IX	Neg. en bordes int.	corto	740	856	0.8645	329.72	1.31	2.3653	1.92612	2.39246
		largo	740	856	0.8645	170.24	1.31	1.2212	—	—
	Positivo	corto	740	856	0.8645	127.36	1.31	0.9136	—	—
		largo	740	856	0.8645	338.76	1.31	2.5632	2.30048	2.56326
X	Neg. en bordes int.	corto	760	856	0.8879	323.24	1.31	2.4458	2.41934	2.4458
		largo	760	856	0.8879	162.08	1.31	1.2264	—	—
	Positivo	corto	760	856	0.8879	127.01	1.31	0.9610	—	—
		largo	760	856	0.8879	721.33	1.31	0.3593	1.0619	—
Neg. en bordes disc.	corto	195	550	0.3545	721.33	1.31	0.2493	0.62916	—	
	largo	195	550	0.3545	500.38	1.31	—	—	—	

Neg. en bordes disc. Positivo	corto	195	550	0.3545	445.81	1.31	0.2221	—	—
	corto	195	550	0.3545	454.93	1.31	0.2266	—	—
	largo	195	550	0.3545	158.02	1.31	0.0787	—	—

9.1.2 Diseño de las nervaduras a flexión

Si para el diseño tomamos el tablero que tiene los mayores momentos, se puede ver que rige el área mínima de acero, por lo que, con mayor razón regirá para los demás tableros.

	M (ton - m)/m	M(kg - cm)	d (cm)	b(cm)	q	p	As (cm²)	As extr.	As mín.	As máx
borde inferior	2.6065	143357.5	37	13	0.0541	0.00219	1.05328	0.6320	1.2670	9.162
borde superior	2.5782	141801	37	13	0.535	0.0142	6.8302	4.0981	1.2670	9.162
borde derecho	2.7315	150232.5	37	13	0.0568	0.0023	1.10584	0.6635	1.2670	9.162
borde izquierdo	2.4517	134843.5	37	13	0.0508	0.00206	0.98903	0.5934	1.2670	9.162
Positivo corto	1.307	71885	37	13	0.0268	0.00108	0.52177	0.3131	1.2670	9.162
Positivo largo	1.0242	56331	37	13	0.0209	0.00085	0.4069	0.2441	1.2670	9.162

Debido a lo anterior, en todos los casos, se colocarán dos varillas # 3 (As = 1.425 cm²) corridas a lo largo de toda la nervadura para momento positivo y dos más, también corridas a todo lo largo, para momento negativo. El área de acero se determinó con las fórmulas de vigas a flexión.

9.1.3 Revisión de las nervaduras por cortante

Para la revisión por cortante de las nervaduras tomaremos una vez más la condición más crítica, es decir la del tablero VIII.

$$V_u = \frac{\left(\frac{al}{2} - d\right) \cdot w}{1 + \left(\frac{al}{a2}\right)^6} = \frac{\left(\frac{7.60}{2} - 0.37\right) \cdot 1.396}{1 + \left(\frac{7.60}{8.56}\right)^6} = 3.214 \text{ ton}$$

(Arnal; 1991, 454)

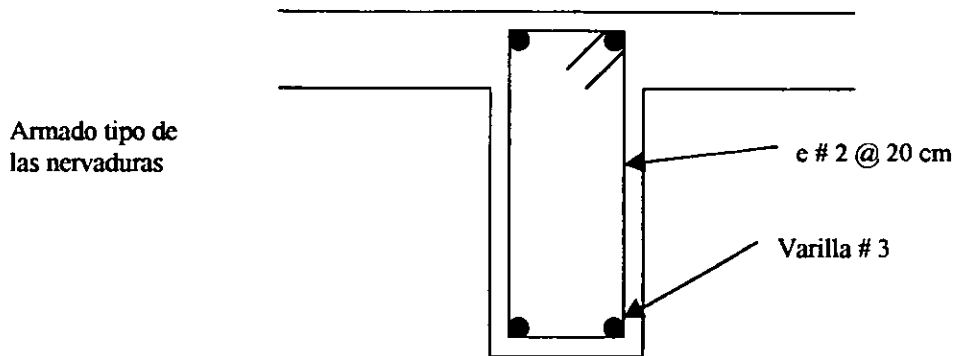
Como la fuerza cortante que resulta de la fórmula anterior es para un ancho unitario, es necesario multiplicarla por el ancho tributario de cada nervadura (0.55 m / 1 m).

$$V \text{ diseño} = (0.55) (3.214 \text{ ton}) = 1.7677 \text{ ton}$$

Para calcular la fuerza cortante que resiste el concreto se utilizará la siguiente expresión (Ibid, 456):

$$V_{cr} = 0.5 \cdot Fr \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f^* c} = 2720.95 \text{ kg} = 2.7 \text{ ton} > 1.77 \text{ ton}$$

Como el cortante de diseño es menor al cortante que resiste el concreto, se debe colocar el refuerzo mínimo por cortante, consistente en estribos # 2 espaciados a cada 20 cm (Arnal; 1991, 430) a todo lo largo de la nervadura (aunque el reglamento solo lo marca hasta un cuarto del claro, pero por ductilidad y por facilidad para armar se decidió colocarlos en toda la longitud).



9.2 Losas en una sola dirección

Los momentos para las losas que se consideran actuando en una sola dirección se calcularon con el método de coeficientes del RCDF (González; 1995, 535) y el diseño se hizo considerando la losa como una viga de ancho unitario.

9.2.1 Diseño por flexión

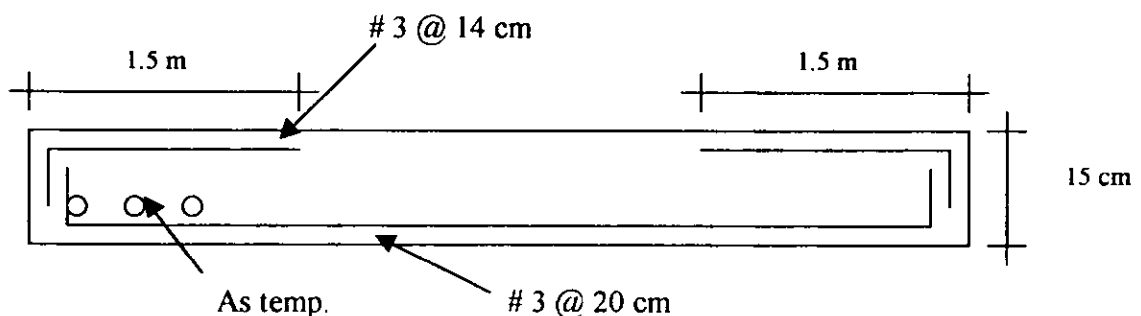
De la tabla de coeficientes del RCDF, resulta que para una relación $a_1 / a_2 = 0.2$ se obtienen los momentos que se muestran en las tablas siguientes junto con el cálculo de las áreas de acero y de la separación necesaria entre varillas del # 3.

En el sentido en el que no se considera la flexión deberá colocarse un acero mínimo por temperatura (Arnal; 1991, 453).

- Losa de azotea

	M (ton - m)/m	M(kg - cm)	d (cm)	b(cm)	q	p	As (cm ²)	As min.	As máx	s(cm) # 3
Momento positivo	1.819	181900	13.5	100	0.0675	0.0027	3.6884	3.5576	19.2857	19.3189
Momento negativo	2.4381	243810	13.5	100	0.0916	0.0037	5.0053	3.5576	19.2857	14.2361

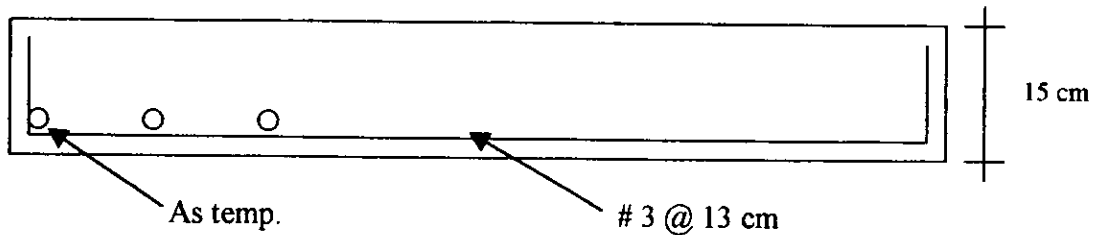
$$As_{temp} = .002 b h = 3 \text{ cm}^2 \quad \text{varilla \# 3 @ 20 cm}$$



- Rampas para vehículos

	M (ton - m)/m	M(kg - cm)	d (cm)	b(cm)	q	p	As (cm ²)	As mín.	As máx.	s(cm) # 3
Momento positivo	3.2425	324250	17	100	0.0762	0.0031	5.2459	4.4779	24.2859	13.5831

$$As_{temp} = .002 b h = 3.8 \text{ cm}^2 \quad \text{varilla \# 3 @ 18 cm}$$



9.2.2 Revisión por cortante

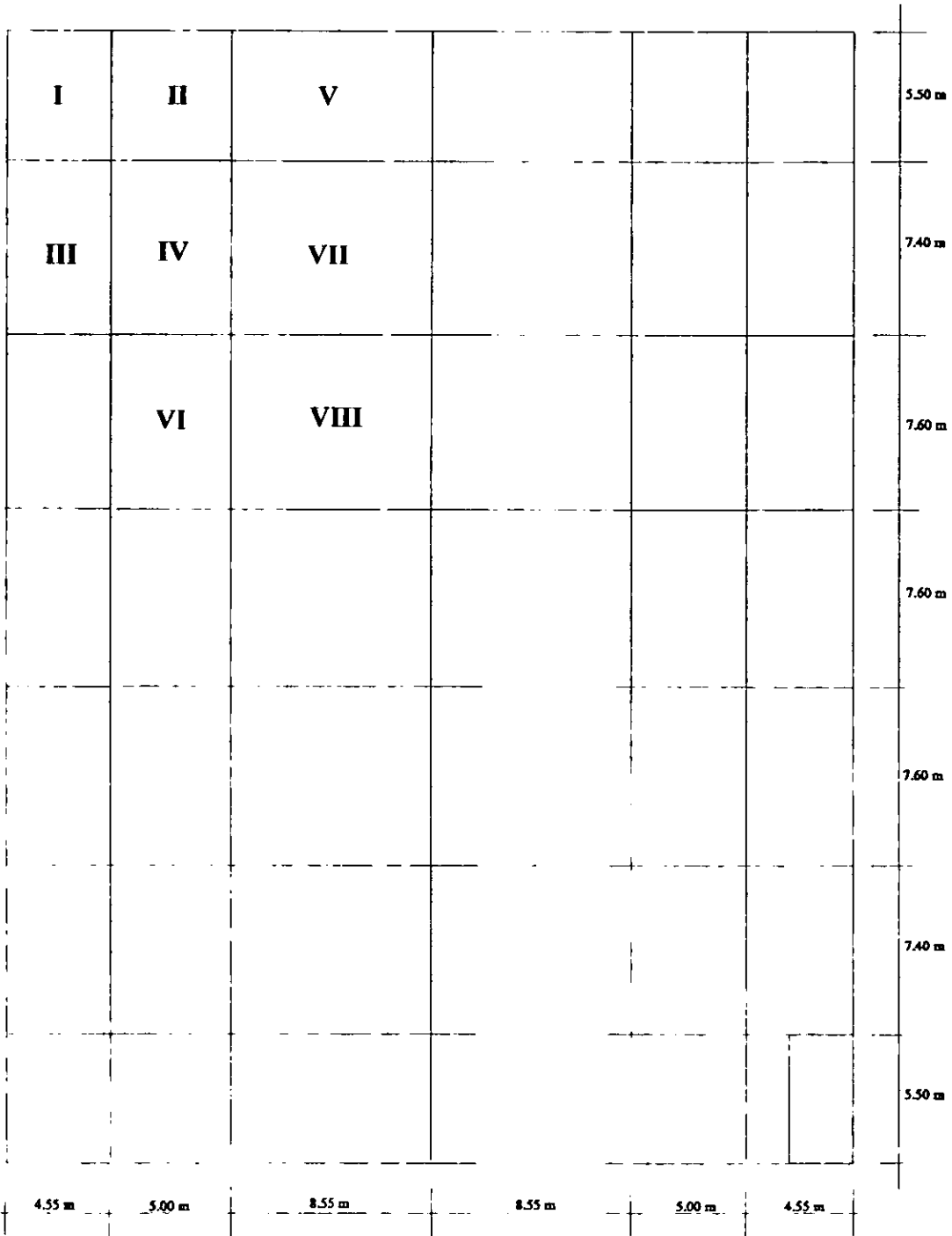
La revisión por cortante se hace con la siguiente fórmula:

$$V_u = \frac{\left(\frac{al}{2} - d\right) \cdot w \left(\frac{4.55}{2} - 0.135\right) \cdot 0.7965}{1 + \left(\frac{al}{a2}\right)^6} = \frac{\left(\frac{4.55}{2} - 0.135\right) \cdot 0.7965}{1 + \left(\frac{4.55}{22.80}\right)^6} = 1.7044 \text{ ton}$$

$$V_{cr} = 0.5 \cdot Fr \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f^*c} = 7636.75 \text{ kg} = 7.63 \text{ ton} \gg 1.73 \text{ ton}$$

Como se puede ver, la fuerza cortante que resiste el concreto es mucho mayor que la de diseño, por lo que ya no es necesario revisar para la rampa.

9.3 Tableros de la losa



CAPÍTULO X

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

En el desarrollo de este capítulo se verá la forma en que se propuso y se diseñó la cimentación. Se explicarán también las hipótesis básicas que se consideraron para el cálculo.

10.1 Capacidad de carga

Se presume que el suelo tendrá una capacidad de carga aproximada de 8.5 ton / m² para acciones gravitacionales y de 12.75 ton / m² cuando en el análisis se tome en cuenta el efecto del sismo.

10.2 Tipo de cimentación

Para elegir el tipo de cimentación adecuado se dividió el peso total de la estructura (incluyendo un 30 % estimado debido al peso del suelo y la propia cimentación), entre la capacidad de carga para acciones gravitacionales.

$$\text{Área} = \frac{1.3 \cdot 8857.84 \cdot \text{ton}}{8.5 \cdot \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}} = 1354.73 \cdot \text{m}^2$$

$$\text{Área disponible} = (37 \text{ m}) (49 \text{ m}) = 1813 \text{ m}^2$$

Como el cociente que resulta de dividir el área requerida es igual al 75 % del área disponible, se propone una losa de cimentación rigidizada con contratraves.

10.2.1 Predimensionamiento

Se propone una losa maciza de 35 cm de espesor traves de 50 cm de ancho por 150 cm de altura.

10.3 Diseño de la losa

El diseño de la losa está basado en las siguientes hipótesis (Rojas; 1992, 127):

- Se supone el suelo como un medio elástico.
- Se considera a la cimentación como un cuerpo rígido.
- Se desprecian los efectos de torsión.

Como primer paso, se calcula la presión en el suelo debida a las cargas gravitacionales.

Peso de la cimentación (por metro cuadrado):

$$\text{Peso de la losa} = (0.35 \text{ m}) (2.4 \text{ ton} / \text{m}^3) = 0.84 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Peso del suelo} = (1.65 \text{ m}) (1.6 \text{ ton} / \text{m}^3) = 2.64 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Descarga de las columnas} = 8857.84 \text{ ton} / (49 \text{ m}) (37 \text{ m}) = 4.8857 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\text{Total} = f1 = 8.366 \text{ ton} / \text{m}^2$$

Una vez que se tiene el esfuerzo debido a las fuerzas verticales, se determina el que producen los momentos, para lo cual se necesitan las coordenadas del centro de gravedad de las áreas y del centro de masa (calculadas anteriormente en el análisis sísmico).

$$\text{Centro de gravedad} \quad X = 18.5 \text{ m} \quad Y = 24.5 \text{ m}$$

$$\text{Centro de masa} \quad X = 18.48 \text{ m} \quad Y = 24.533 \text{ m}$$

Ya obtenidos los centros de gravedad y de masa, se calculan las excentricidades y los momentos de inercia.

$$e_x = 0.02 \text{ m}$$

$$e_y = 0.033 \text{ m}$$

$$I_{xx} = 362\,751.0833 \text{ m}^4$$

$$I_{yy} = 362\,751.0833 \text{ m}^4$$

Teniendo las excentricidades, se multiplican por las cargas para conocer los momentos alrededor de los ejes X y Y.

$$M_x = (8\,857.84 \text{ ton}) (0.033 \text{ m}) = 502.649 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_y = (8\,857.84 \text{ ton}) (0.02 \text{ m}) = 301.8912 \text{ ton} - \text{m}$$

El siguiente paso es, mediante la fórmula de la escuadría, determinar los esfuerzos debidos a flexión, a los cuales llamaremos (Rojas; 1992, 131):

$$f_2 \text{ (en dirección X)} = 0.034 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$f_3 \text{ (en dirección Y)} = 0.027 \text{ ton} / \text{m}^2$$

Después de haber calculado los esfuerzos debidos a cargas gravitacionales, es necesario tomar en cuenta el sismo, para lo cual obtendremos el momento de volteo que se produce al actuar éste.

$$M_y \text{ volteo} = 282.742 \text{ ton (12.4 m)} + 233.721 \text{ ton (9.3 m)} + 162.295 \text{ ton (6.2 m)}$$

$$+ 79.166 \text{ ton (3.1 m)} = 6\,931.25 \text{ ton - m.}$$

$$M_x \text{ volteo} = 282.742 \text{ ton (12.4 m)} + 208.114 \text{ ton (9.3 m)} + 166.147 \text{ ton (6.2 m)}$$

$$+ 190.424 \text{ ton (3.1 m)} = 6\,931.25 \text{ ton - m.}$$

Antes de especificar cuales son los esfuerzos que origina este momento, es necesario verificar la estabilidad de la estructura, calculando otro par que se opone al volteo, el cual es producto de el peso total de la estructura multiplicado por la distancia más corta a uno de sus bordes y no debe ser menor que 1.5 veces el primero (EL caso más crítico es alrededor del eje Y).

$$M \text{ resistente} = (15\,094.56 \text{ ton}) (18.48 \text{ m}) = 278\,947.47 \text{ ton - m} \gg 6\,931.25 \text{ ton - m}$$

Habiendo verificado qu no haya volteamiento del edificio, se procede a calcular los esfuerzos producidos por el sismo, de forma análoga a la utilizada para cargas gravitacionales.

$$f_4 \text{ (en dirección X)} = 0.477 \text{ ton / m}^2$$

$$f_5 \text{ (en dirección Y)} = 0.620 \text{ ton / m}^2$$

Ya que se tienen todos los esfuerzos, se realiza una tabla en la que se muestran los casos más críticos de presión bajo cada columna.

COLUMNAS	f1	f2	f3	f4	f5	f Car. Perm.	f (CP + S)
A-1, H-1, A-7, H-7	8.366	0.034	0.027	0.477	0.620	8.427	9.524
B-1, G-1, B-7, G-7	8.366	0.026	0.027	0.361	0.620	8.419	9.400
C-1, F-1, C-7, F-7	8.366	0.015	0.027	0.211	0.620	8.408	9.239
E-1, D-1, E-7, D-7	8.366	0.004	0.027	0.057	0.620	8.397	9.074
A-2, H-2, A-6, H-6	8.366	0.034	0.020	0.477	0.454	8.420	9.351
B-2, G-2, B-6, G-6	8.366	0.026	0.020	0.361	0.454	8.412	9.227
C-2, F-2, C-6, F-6	8.366	0.015	0.020	0.211	0.454	8.401	9.066
E-2, D-2, E-6, D-6	8.366	0.004	0.020	0.057	0.454	8.390	8.901
A-3, H-3, A-5, H-5	8.366	0.034	0.013	0.477	0.287	8.413	9.177
B-3, G-3, B-5, G-5	8.366	0.026	0.013	0.361	0.287	8.405	9.053
C-3, F-3, C-5, F-5	8.366	0.015	0.013	0.211	0.287	8.394	8.892
E-3, D-3, E-5, D-5	8.366	0.004	0.013	0.057	0.287	8.383	8.727
A-4, H-4	8.366	0.034	0.000	0.477	0.000	8.400	8.877
B-4, G-4	8.366	0.026	0.000	0.361	0.000	8.392	8.753
C-4, F-4	8.366	0.015	0.000	0.211	0.000	8.381	8.592
E-4, D-4	8.366	0.004	0.000	0.057	0.000	8.370	8.427

De la tabla anterior se puede ver que en ningún caso el esfuerzo en el suelo sobrepasa la capacidad de carga admisible. Además, como las presiones debidas a cargas gravitacionales, que son las que rigen para diseño, prácticamente no varían con la posición de las columnas, se pueden considerar constantes. Para fijar el refuerzo por flexión, se utilizará la correspondiente al tablero I, la cual se calcula como el promedio de los esfuerzos en las cuatro columnas que lo delimitan, menos el debido al peso propio de la cimentación, y al peso del suelo, afectado por el factor de carga correspondiente.

$$\text{Presión de diseño} = 1.4 (8.4195 \text{ ton} / \text{m}^2 - 0.84 \text{ ton} / \text{m}^2 - 2.64 \text{ ton} / \text{m}^2) = 6.915 \text{ ton} / \text{m}^2$$

Para el diseño de la losa, se elaboró la siguiente tabla, basada en el método de los coeficientes de las NTC - 87.

LOSA DE CIMENTACIÓN										
TABLERO	BORDES	CLARO	a1	a2	a1/a2	COEF.	w	M (ton - m) /m	M1	M2
I	Neg. en bordes int.	corto	455	550	0.827	406.04	6.915	5.8128	-----	6.373
		largo	455	550	0.827	384.82	6.915	5.5090	-----	5.545
	Neg. en bordes disc.	corto	455	550	0.827	241.63	6.915	3.4591	-----	-----
		largo	455	550	0.827	217.68	6.915	3.1163	-----	-----
	Positivo	corto	455	550	0.827	205.20	6.915	2.9376	-----	-----
		largo	455	550	0.827	139.46	6.915	1.9965	-----	-----
II	Neg. en bordes int.	corto	499	550	0.907	480.53	6.915	8.2739	-----	6.662
		largo	499	550	0.907	388.03	6.915	6.6812	5.579	7.218
	Positivo	corto	499	550	0.907	262.05	6.915	4.5122	-----	-----
		largo	499	550	0.907	133.41	6.915	2.2970	-----	-----
III	Neg. en bordes int.	corto	455	740	0.615	521.15	6.915	7.4607	6.911	-----
		largo	455	740	0.615	451.10	6.915	6.4578	-----	6.4647
	Neg. en bordes disc.	corto	455	740	0.615	314.40	6.915	4.5009	-----	-----
		largo	455	740	0.615	246.20	6.915	3.5245	-----	-----
	Positivo	corto	455	740	0.615	298.95	6.915	4.2797	-----	-----
		largo	455	740	0.615	145.40	6.915	2.0815	-----	-----
IV	Neg. en bordes int.	corto	499	740	0.674	446.82	6.915	7.6935	7.302	7.88
		largo	499	740	0.674	376.20	6.915	6.4776	6.471	9.204
	Positivo	corto	499	740	0.674	238.40	6.915	4.1049	-----	-----
		largo	499	740	0.674	131.04	6.915	2.2563	-----	-----
V	Neg. en bordes int.	corto	550	856	0.643	487.77	6.915	10.2031	8.748	10.203
		largo	550	856	0.643	428.67	6.915	8.9669	-----	11.312
	Neg. en bordes disc.	corto	550	856	0.643	304.66	6.915	6.3728	-----	-----
		largo	550	856	0.643	140.28	6.915	2.9344	-----	-----
VI	Neg. en bordes int.	corto	499	760	0.657	445.83	6.915	7.6765	7.501	7.674
		largo	499	760	0.657	375.86	6.915	6.4717	-----	8.6923
	Positivo	corto	499	760	0.657	237.73	6.915	4.0933	-----	-----
		largo	499	760	0.657	130.47	6.915	2.2465	-----	-----
VII	Neg. en bordes int.	corto	740	856	0.864	350.28	6.915	13.2639	11.446	13.264
		largo	740	856	0.864	329.72	6.915	12.4854	10.167	12.629
	Positivo	corto	740	856	0.864	170.24	6.915	6.4464	-----	-----
		largo	740	856	0.864	127.36	6.915	4.8227	-----	-----
VIII	Neg. en bordes int.	corto	760	856	0.888	338.76	6.915	13.5304	12.144	13.529
		largo	760	856	0.888	323.24	6.915	12.9105	12.77	12.911

IX	Positivo	corto	760	856	0.888	162.08	6.915	6.4736	—	—
		largo	760	856	0.888	127.01	6.915	5.0730	—	—
	Neg. en bordes int.	corto	195	550	0.355	721.33	6.915	1.8967	5.606	—
		largo	195	550	0.355	500.38	6.915	1.3157	3.3212	—
	Neg. en bordes disc.	corto	195	550	0.355	445.81	6.915	1.1722	—	—
		largo	195	550	0.355	454.93	6.915	1.1962	—	—
	Positivo	corto	195	550	0.355	158.02	6.915	0.4155	—	—
		largo	195	550	0.355	158.02	6.915	0.4155	—	—

Primero, se determina el área de acero mínima por flexión con la misma expresión que se a usado en capítulos anteriores, suponiendo $d = 30 \text{ cm}$.

$$A_s \text{ mínima} = 7.906 \text{ cm}^2$$

Si consideramos varilla # 4 a cada 15 cm para el refuerzo mínimo, tendremos un área de acero real de 8.445 cm^2 .

Luego, de las expresiones 2.7 y 2.8 de las NTC – 87 se obtiene (Arnal; 1991, 423):

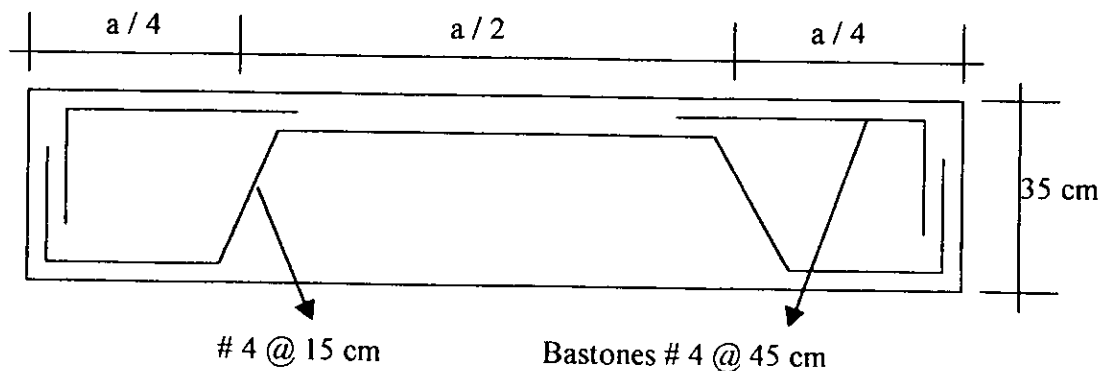
$$q = \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot d \cdot f'_c} = 0.0695$$

Sustituyendo q en la fórmula 2.5 de las NTC – 87 (Arnal; 1994, 423) tenemos:

$$M = 0.9 (100) (30)^2 (170) (0.0695) [1 - (0.5)(0.0695)] = 923 \ 758.73 \text{ kg} - \text{cm} = 9.24 \text{ ton} - \text{m}$$

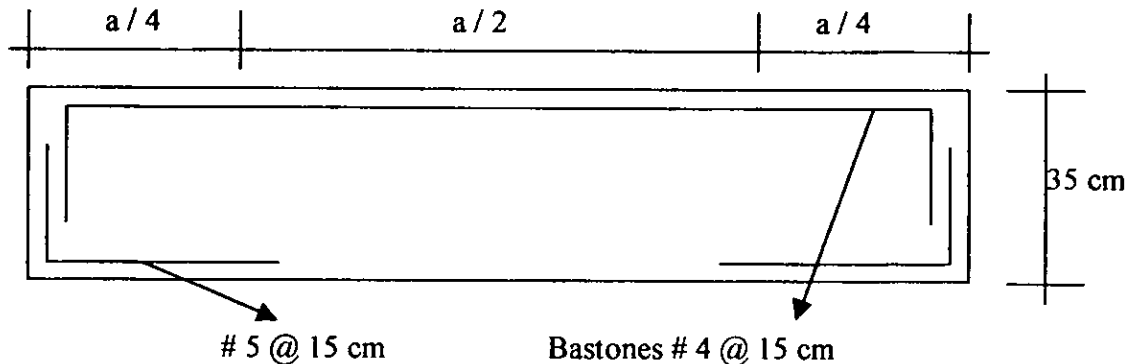
De lo anterior resulta, que todos los tableros que tengan momentos menores a 9.24 ton-m, llevarán el armado mínimo. Los tableros que cumplen esta condición son; el I, el II, el III, el IV, el VI y el IX.

Para los tableros anteriormente listados, el acero quedará, en ambos sentidos, como se muestra a continuación.



Para los demás tableros, se observa que para momento positivo el armado sigue siendo el mínimo, mientras que para momento negativo, se diseñará con el mayor que es de 13.529 ton – cm.

De la expresión para flexión obtenemos $q = 0.1036$, y por lo tanto, $A_s = 12.5822 \text{ cm}^2$, por lo que se usará varilla # 5 @ 15 cm. El armado en ambos sentidos quedaría de la siguiente manera:



Es importante revisar la losa por cortante, de acuerdo con lo estipulado por el inciso 4.3.3 – f de las NTC – 87. Para nuestro caso:

$$V_{cr} = 16.97 \text{ ton} > V_u = 16.245 \text{ ton}$$

10.4 Diseño de las trabes de cimentación

Para su análisis, las trabes de cimentación se considerarán como vigas sobre medios elásticos, suponiendo que las reacciones del terreno en un punto cualquiera, son proporcionales a los desplazamientos (Rojas; 1992, 196). La solución que se usará, inicialmente sugerida por Winkler, propone una equivalencia entre el medio elástico y una cama de resortes independientes, a cuya constante de proporcionalidad, llamada módulo de reacción (Meli; 1985, 511), se le determina basándose en los resultados de la prueba de placa (Rojas, Apuntes).

Las principales hipótesis que hace el método, son las siguientes:

- Al actuar las cargas sobre la viga, se produce una distribución continua de presiones del medio sobre ésta.
- De acuerdo con la suposición fundamental, la intensidad “ q ” en cualquier punto, es proporcional al desplazamiento de la viga.
- Se supone que el medio no es capaz de soportar fuerzas o esfuerzos de tensión.

Para considerar los resortes en un análisis por el método de rigideces, es necesario sumar la rigidez de cada resorte (igual al módulo de reacción por el área tributaria del resorte) al elemento que le corresponde en la diagonal principal de la matriz ensamblada. Para nuestro caso se utilizará un módulo de reacción igual a 2, el cual se obtuvo de diferentes tablas presentadas por Bowles, Meli y Rojas, considerando una resistencia a la compresión simple de entre 0.7 y 0.8 Kg / cm².

El diseño de las vigas se realizó con las expresiones para flexión y cortante que ya se han venido utilizando, y se resume en la siguiente tabla.

DIRECCIÓN X																			
	M(+)	CP	M(+)	CP+S	M(-)	CP	M(-)	CP+S	V	CP	V	CP+S	As (+)	As (-)	As mín	VCR	ARM (+)	ARM (-)	s (e # 4)
EXTREMOS (L / 4)																			
1	140		3630		2640		3960		28		45.1		6.945	7.585	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	18.12
2	1120		2860		1960		3520		19.6	19.8	5.457	6.732	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	48
3	8100		10450		0		2530		78.4	71.5	20.49	4.822	18.45	15.47	18.45	15.47	8 # 6	6 # 6	26.04
4	13440		12540		0		1980		98	82.5	26.65	3.767	18.45	15.47	18.45	15.47	10 # 6	6 # 6	14.44
CENTRO (L / 2)																			
1 - 2	0		1320		2590		2860		15.4	22	2.467	5.457	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	48
2 - 3	0		1210		2590		2585		42	39.6	2.296	4.937	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	44.92
3 - 4	0		0		3360		2860		50.4	44	0	6.422	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	34.11

DIRECCIÓN Y																			
	M(+)	CP	M(+)	CP+S	M(-)	CP	M(-)	CP+S	V	CP	V	CP+S	As (+)	As (-)	As mín	VCR	ARM (+)	ARM (-)	s (e # 4)
EXTREMOS (L / 4)																			
A	0		1210		3360		3080		30.8	32.45	2.296	6.422	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	48
C	10780		12430		2800		2970		84	84.15	24.55	5.669	18.45	15.47	18.45	15.47	9 # 6	6 # 6	17.35
D	9600		8910		2240		2860		91	89.1	19.17	5.457	18.45	15.47	18.45	15.47	7 # 6	6 # 6	16.42
CENTRO (L / 2)																			
A - C	0		0		3360		3190		22.4	18.7	0	6.422	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	48
C - D	0		0		5460		8580		47.6	56.1	0	16.71	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	29.33
D - E	0		770		5040		7370		67.2	68.2	1.459	14.29	18.45	15.47	18.45	15.47	6 # 6	6 # 6	22.6

Las diferentes separaciones de estribos están representadas con las siguientes letras:

A = @ 15 cm, B = @ 20 cm, C = @ 25 cm, D = @ 30 cm, E = @ 45 cm

En todos los casos se trata de estribos de media pulgada de diámetro.

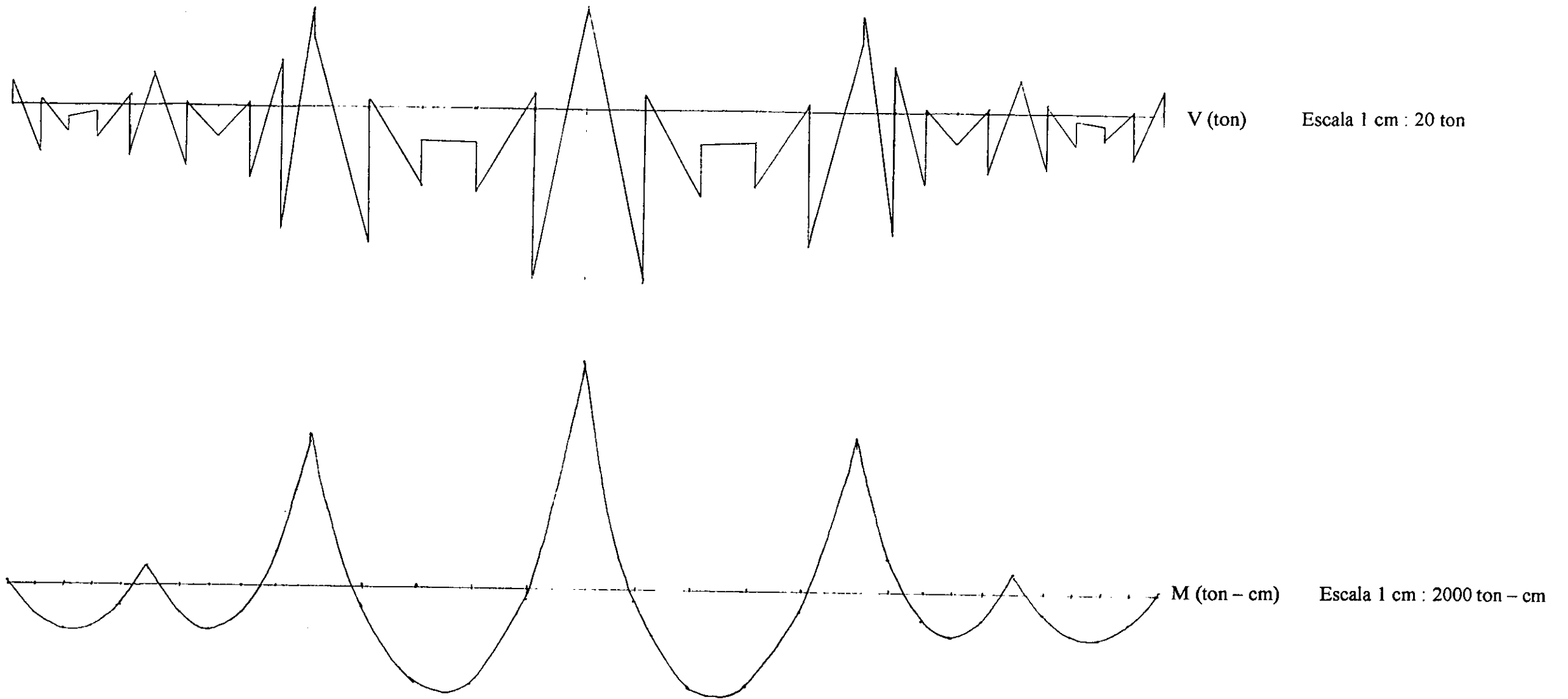
Como la viga tiene un peralte mayor a 75 cm, deberá suministrarse un refuerzo adicional por temperatura en las caras laterales = 0.002 b h = 15 cm². Si consideramos varilla # 6, tendremos:

$$s = 100 (2.85) / 15 = 19 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

A continuación se persentan los diagramas de fuerza cortante y momento flexionante, así como los armados de las contratraves.

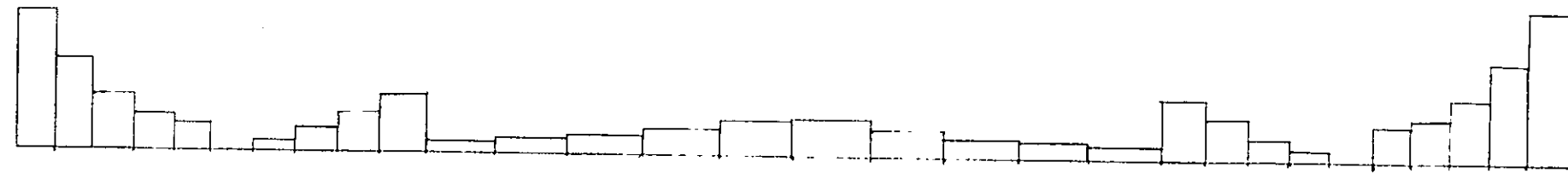
Trabe de cimentación Dirección X

Cargas gravitacionales



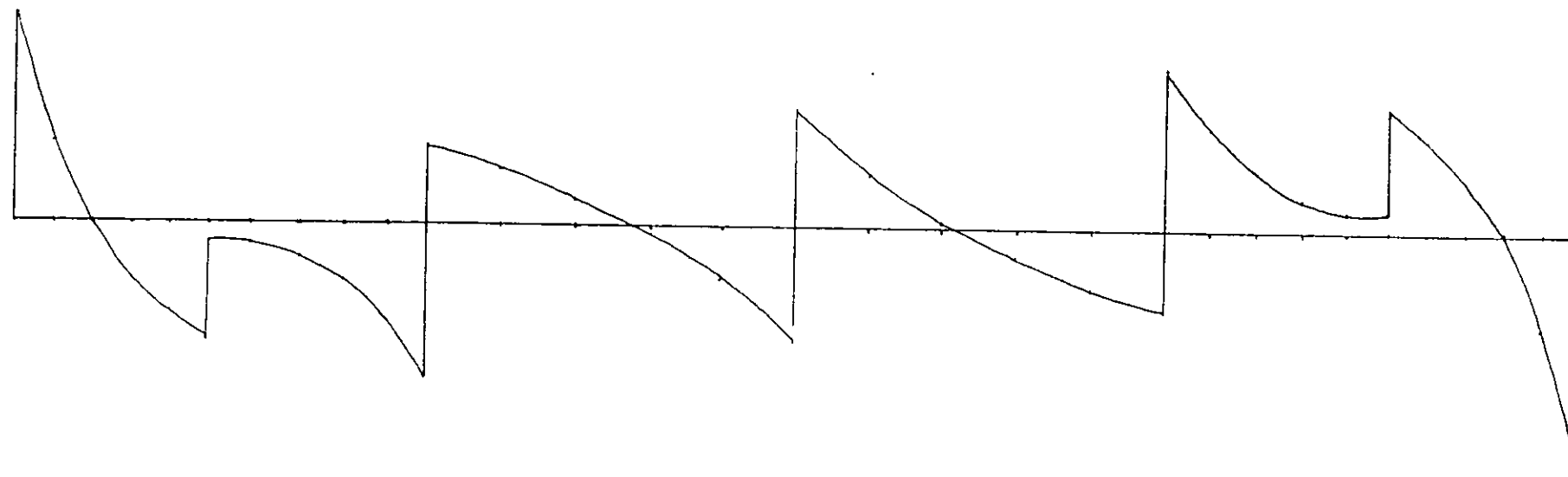
Trabe de cimentación Dirección X

Sismo



V (ton)

Escala 1 cm : 10 ton

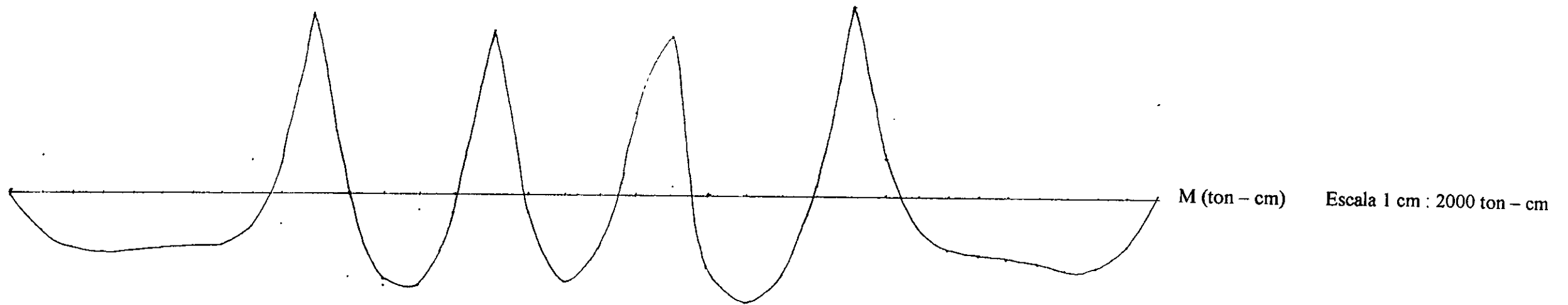
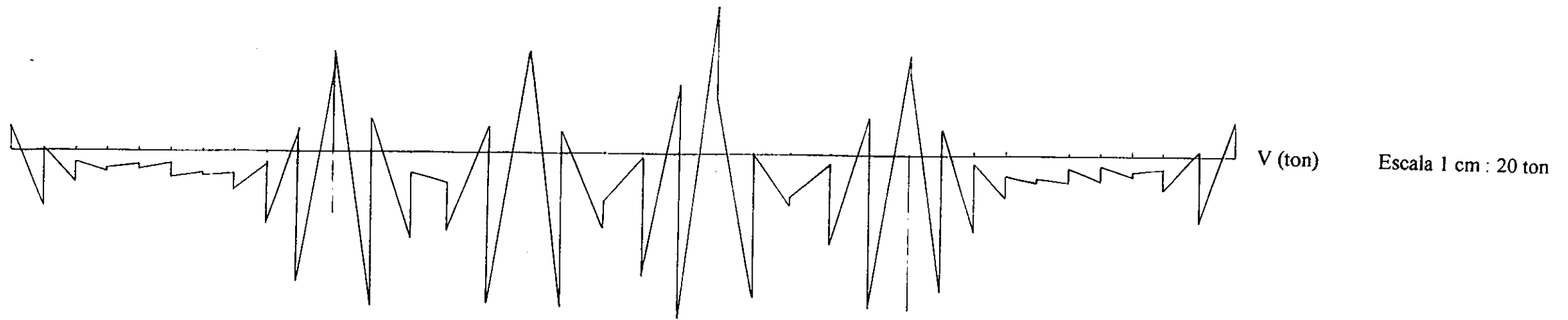


M (ton - cm)

Escala 1 cm : 1000 ton - cm

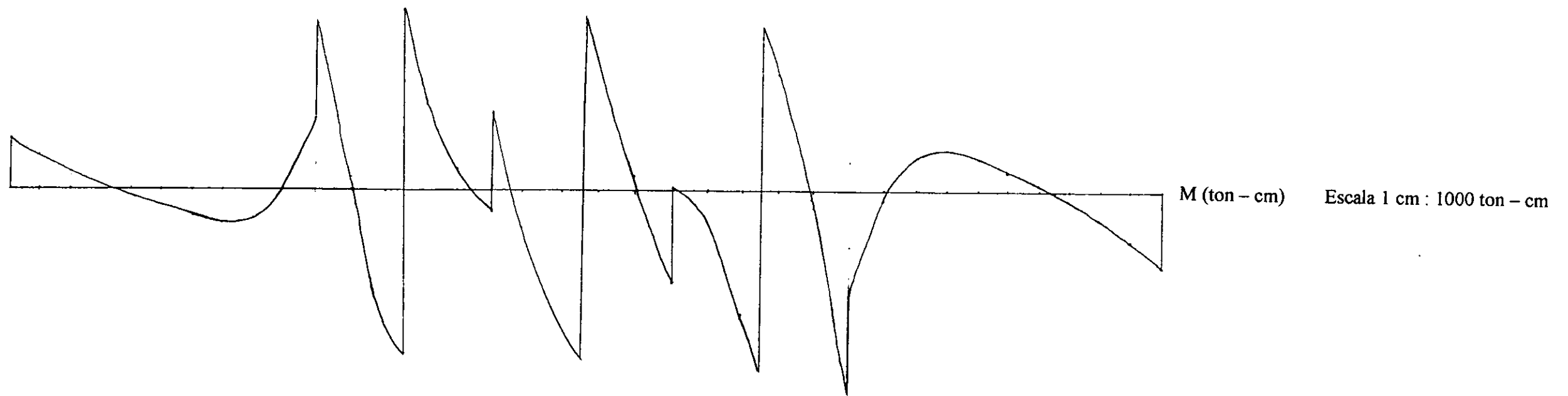
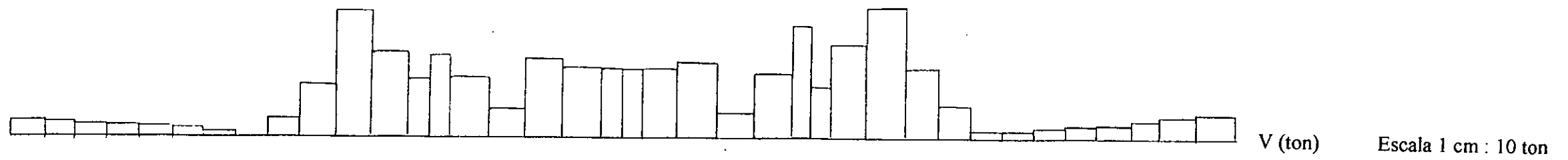
Trabe de cimentación Dirección Y

Cargas gravitacionales



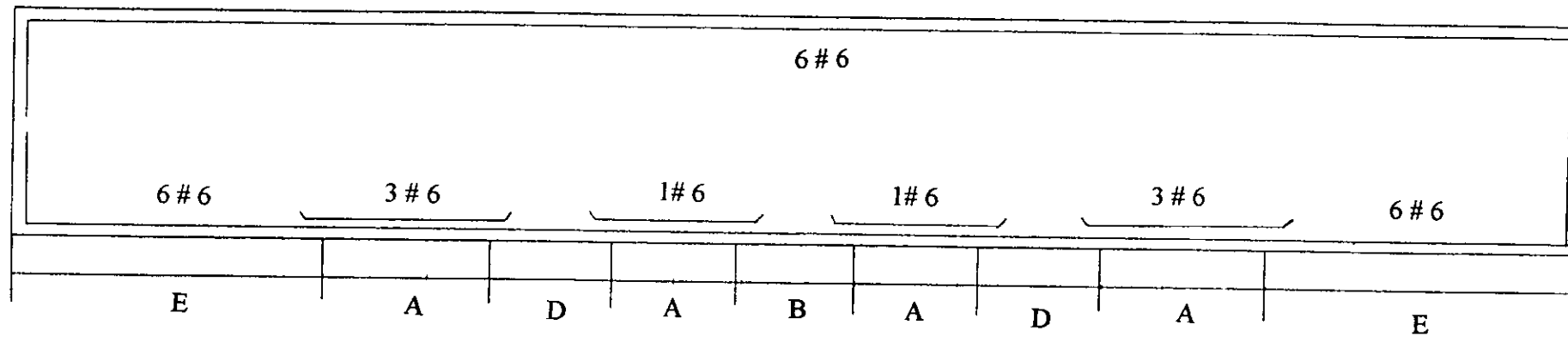
Trabe de cimentación Dirección Y

Sismo



Armado de trabe de cimentación

Dirección Y

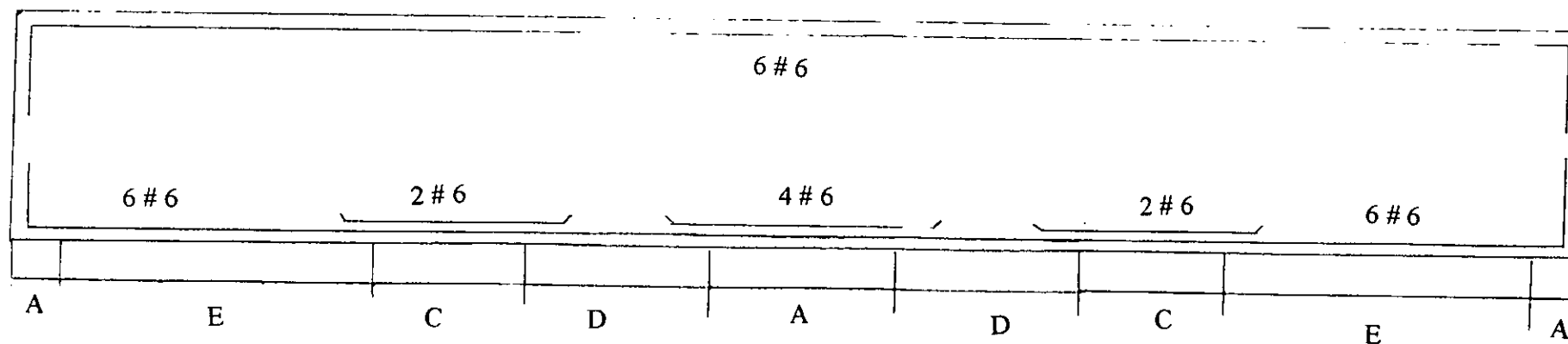


Escala horizontal 1 : 200

Vertical : fuera de escala

Armado de trabe de cimentación

Dirección X



Escala horizontal 1 : 150

Vertical : fuera de escala

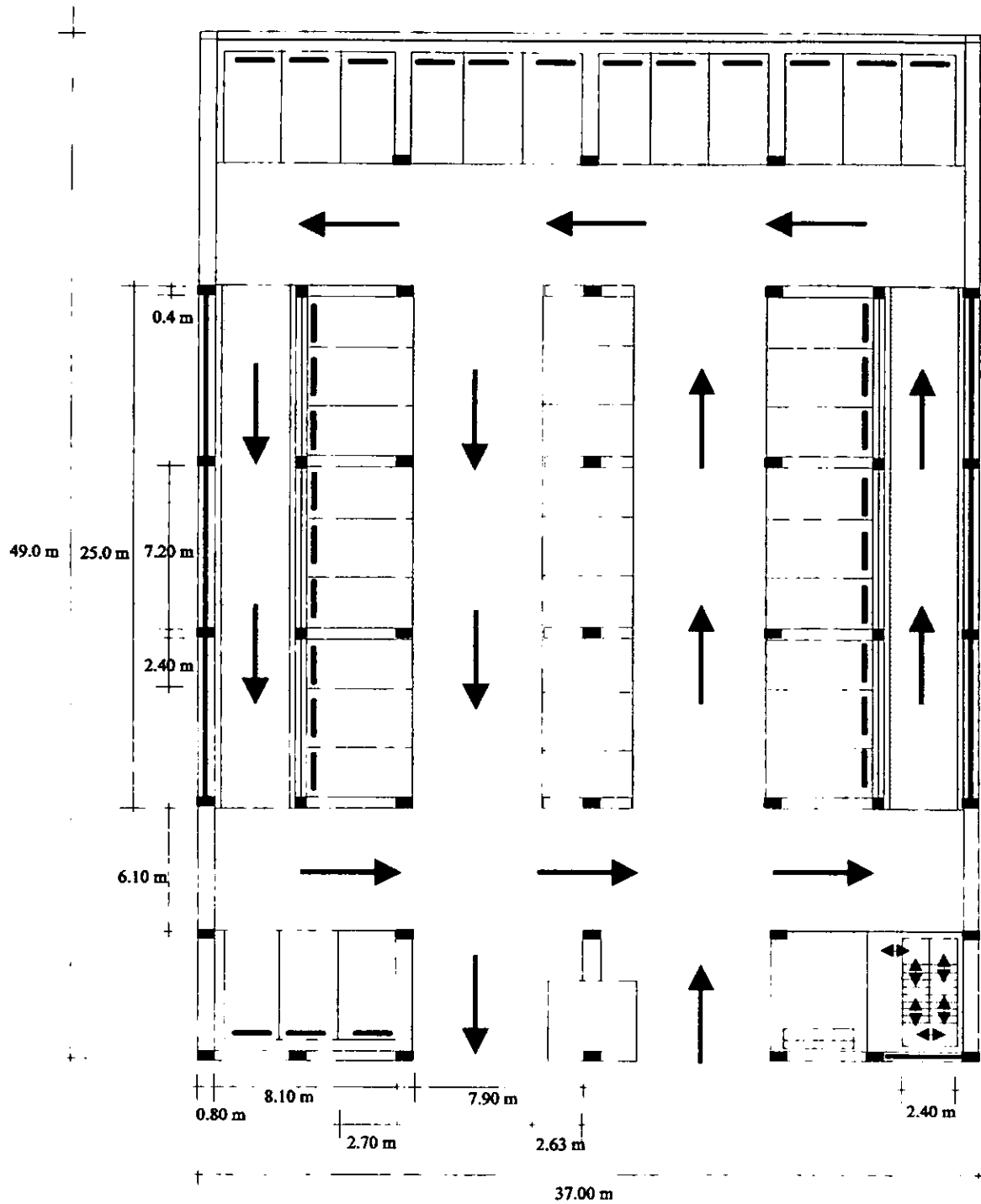
CAPÍTULO XI

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

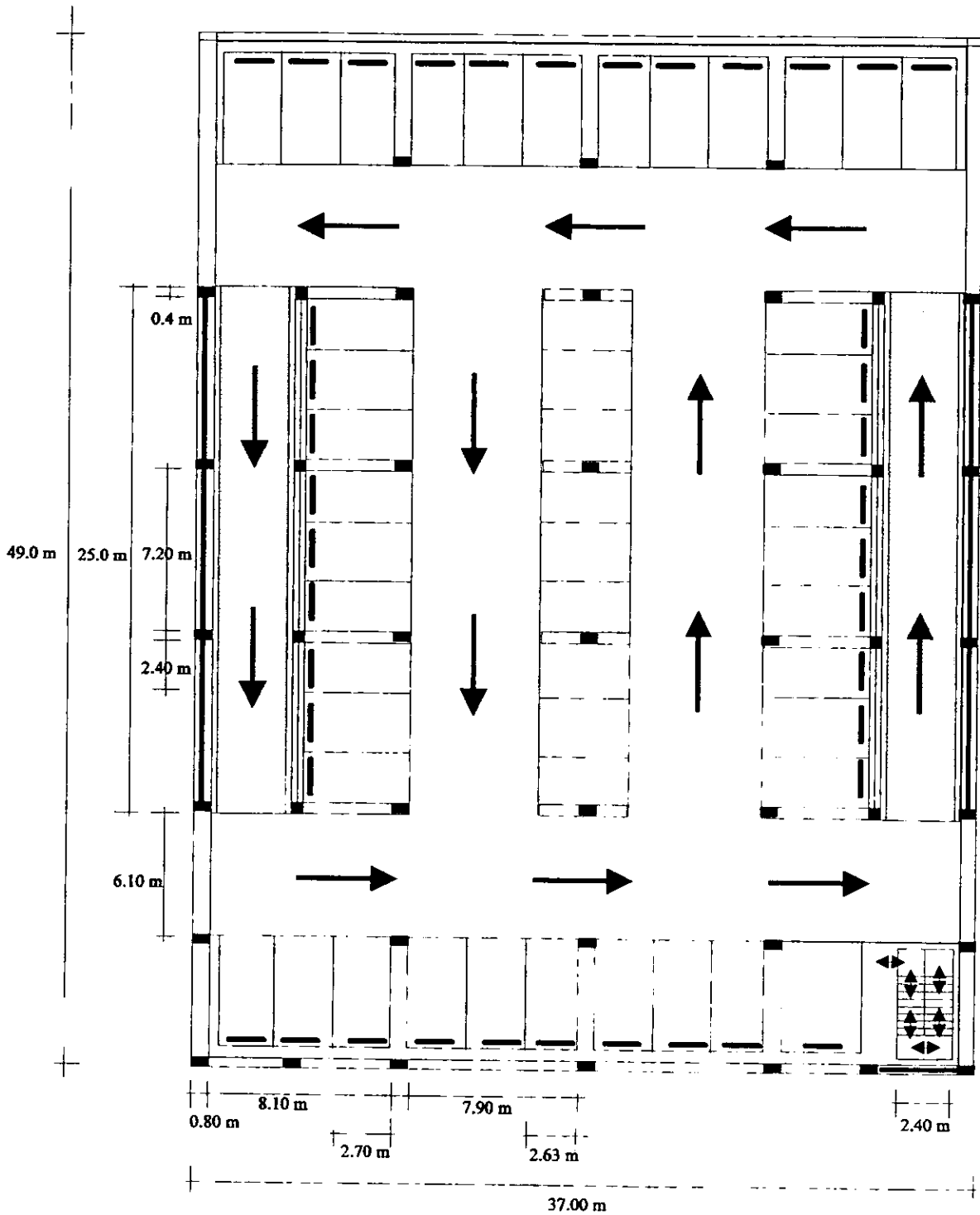
En este capítulo se presentan los planos arquitectónicos del edificio; a continuación se hace un listado de los mismos.

- Planta del primer nivel
- Planta del segundo nivel
- Corte transversal
- Perspectiva de las fachadas
- Plano de localización

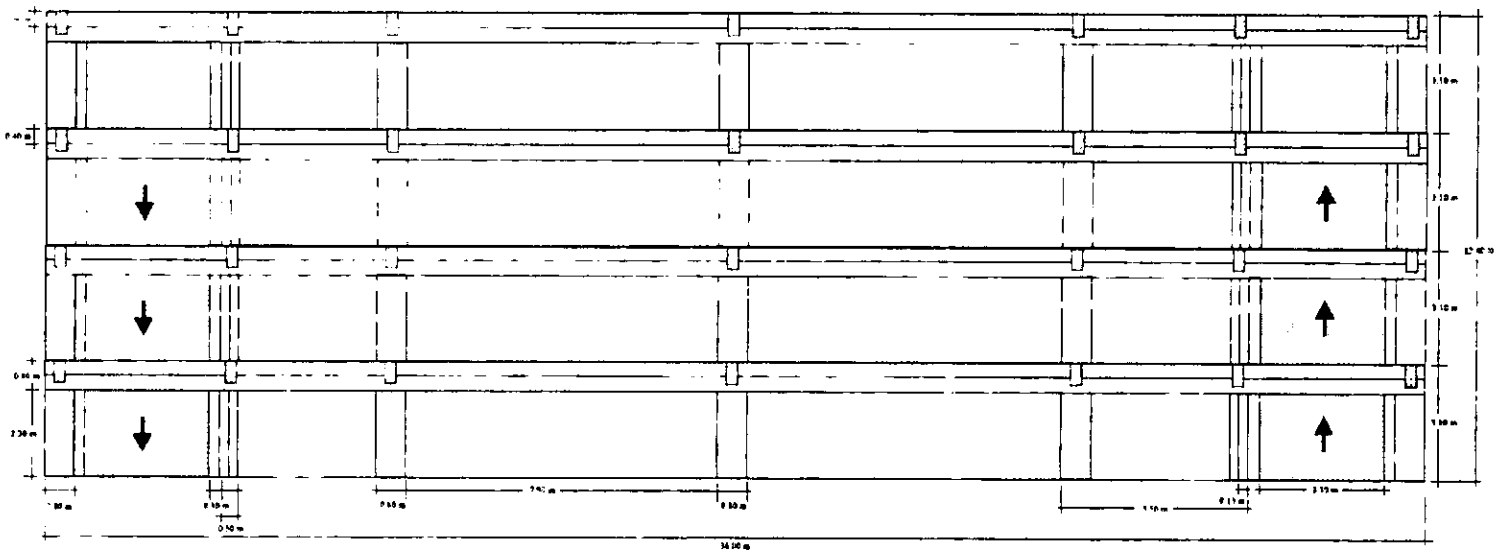
11.1 Planta del 1er nivel



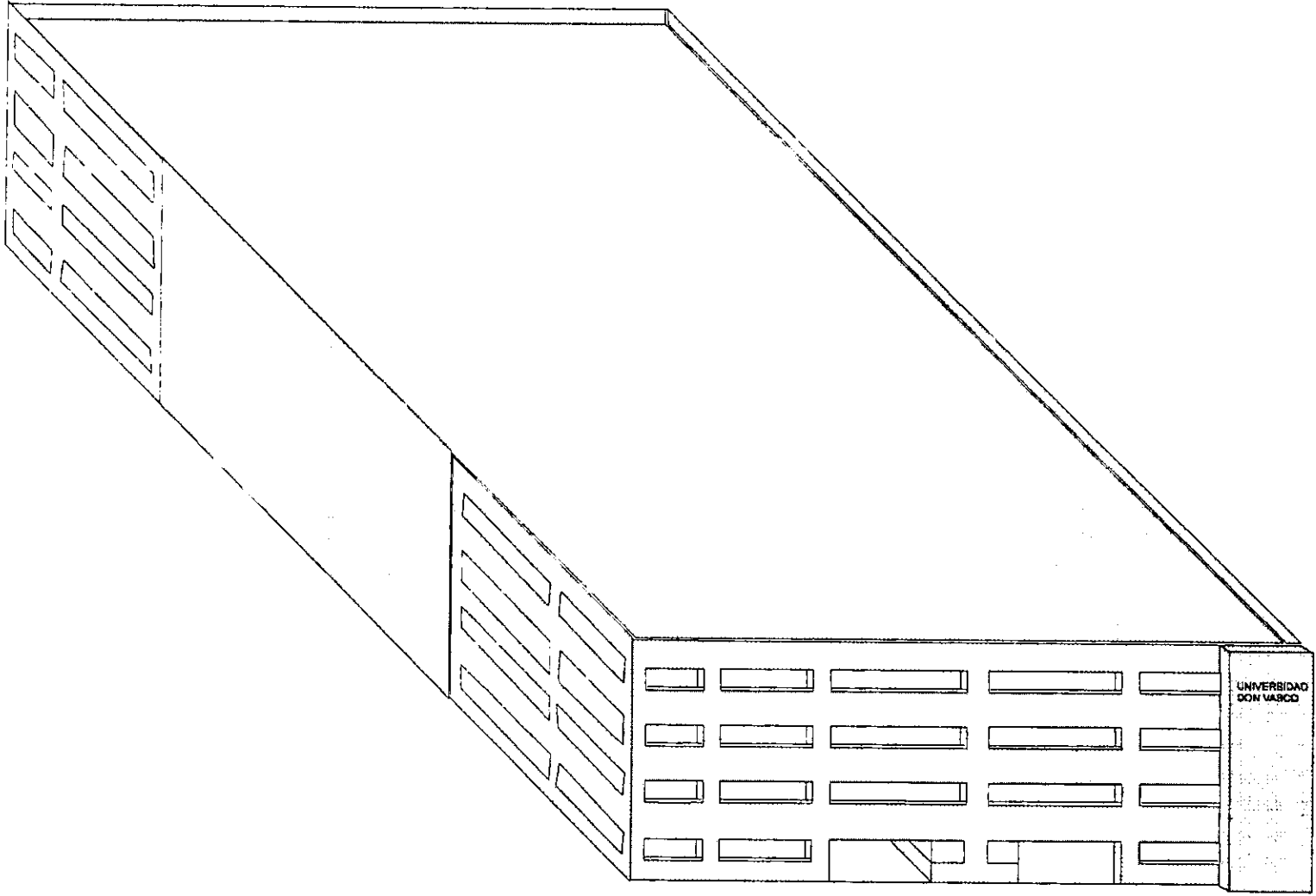
11.2- Planta del los niveles 2, 3 y 4



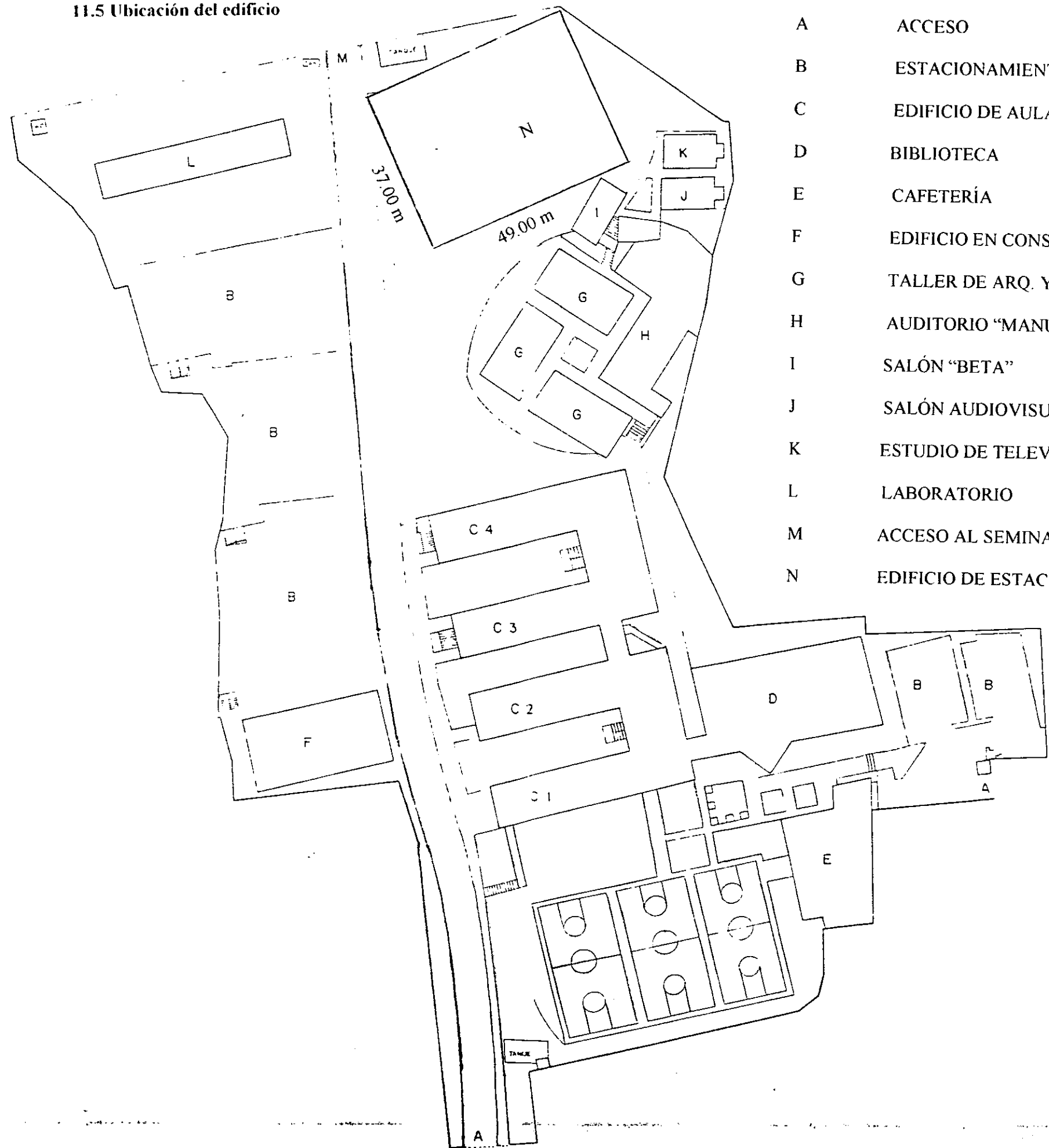
11.3 Corte transversal



11.4 Perspectiva de fachadas



11.5 Ubicación del edificio



- A ACCESO
- B ESTACIONAMIENTO
- C EDIFICIO DE AULAS
- D BIBLIOTECA
- E CAFETERÍA
- F EDIFICIO EN CONSTRUCCION
- G TALLER DE ARQ. Y D. G.
- H AUDITORIO "MANUEL ROMERO"
- I SALÓN "BETA"
- J SALÓN AUDIOVISUAL
- K ESTUDIO DE TELEVISION
- L LABORATORIO
- M ACCESO AL SEMINARIO
- N EDIFICIO DE ESTACIONAMIENTO

APENDICE A

PROGRAMA RIGMP VERSIÓN 2.0

A.1 Instalación

Para instalar el programa RIGMP versión 2.0 se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Introduzca el disco de instalación en la unidad correspondiente de su computadora.
2. Ponga su computadora en modo MS – DOS, acceda a la unidad “a” y teclee la palabra instal, enseguida presione la tecla “ENTER”.
3. Si realizó los pasos 1 y 2, el programa ha quedado instalado; es importante que en su computadora no exista un directorio con el nombre RIGMP, ya que el comando de instalación creará uno.

A.2 Guía de usuario

El programa RIGMP versión 2.0, elaborado en lenguaje FORTRAN obtiene los elementos mecánicos de cada barra que compone un marco plano, así como los desplazamientos en los nudos, por medio del método de las rigideces.

Para su funcionamiento, el programa requiere que las características de la estructura que se va a analizar se indiquen a través de archivos de datos guardados con la extensión “.DAT”. Estos archivos se pueden crear desde cualquier editor de texto.

Es necesario que, antes de ejecutar el programa, existan cuatro archivos de datos almacenados en el directorio RIGMP; estos archivos corresponden a los tipos de sección, las características de las barras, las cargas y las coordenadas y restricciones de los nudos. Durante el procesamiento de los datos se hace uso de un archivo temporal para guardar las submatrices de rigidez de cada barra, denominado SUBMAT.DAT , por lo que ningún archivo de datos debe llevar este nombre.

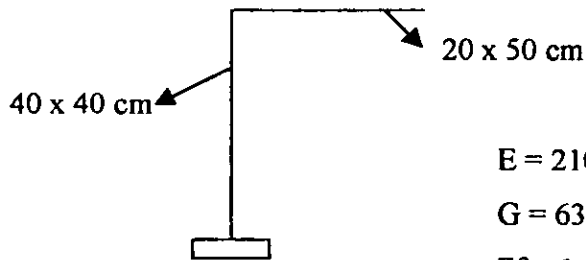
Se requiere además que cada uno de los archivos tenga un formato especial, el cual se describirá a continuación.

A.2.1 Archivo de tipos de sección

En el archivo de tipos de sección se deben encontrar los siguientes datos:

- a) Número identificador del tipo de sección (Conociendo la cantidad de secciones diferentes que se utilizarán es necesario asignarle un número a cada una de ellas).
- b) Área de la sección.
- c) Momento de inercia de la sección.
- d) Módulo de elasticidad del material.
- e) Factor de forma (igual a cero si no se quieren considerar las deflexiones por cortante).
- f) Módulo de cortante (igual a cero si no se quieren considerar deflexiones por cortante).

Ejemplo: Supóngase:



$$E = 2100 \text{ ton / cm}^2$$

$$G = 630 \text{ ton / cm}^2$$

$$Ff = 1.2 \text{ (para secciones rectangulares)}$$

El archivo quedaría:

a) Considerando deflexiones por cortante:

1,1600,213333.33,2100,1.2,630

2,1000,208333.33,2100,1.2,630

b) Sin considerar deflexiones por cortante:

1,1600,213333.33,2100

2,1000,208333.33,2100

A.2.2 Archivo de características de las barras

El archivo de características de las barras debe quedar como se muestra enseguida:

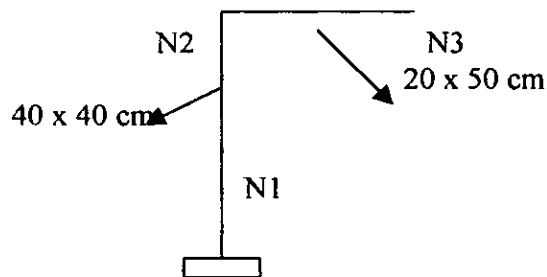
a) Número de barra (Deben introducirse de menor a mayor).

b) Tipo de sección (Corresponde con el inciso "a" del archivo de los tipos de sección).

c) Nudo inicial

d) Nudo final

Ejemplo:



El archivo quedaría de la siguiente forma:

1,1,1,2
2,2,2,3

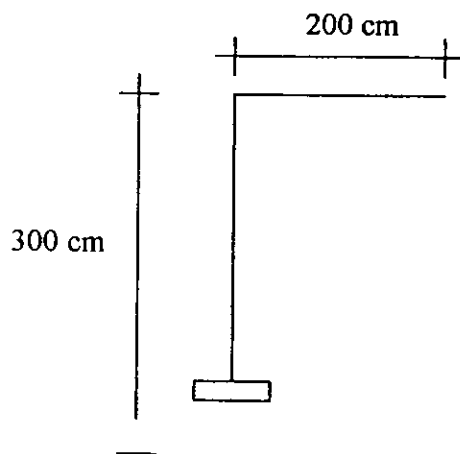
A.2.3 Archivo de coordenadas y restricciones de los nudos

Para el archivo de coordenadas y restricciones de los nudos, los datos deben ordenarse como se indica a continuación:

- a) Número de nudo (Deben introducirse de menor a mayor).
- b) Coordenada en X.
- c) Coordenada en Y.
- d) Restricción de desplazamientos en X.
- e) Restricción de desplazamientos en Y.
- f) Restricción de giro.

Para los incisos d), e) y f), se utiliza un código que define si el desplazamiento está restringido o no en el nudo indicado, el cual será igual a uno si hay restricción e igual a cero si no lo está.

Ejemplo:



El archivo debe quedar como se muestra:

1,0,0,1,1,1
2,0,300,0,0,0
3,200,300,0,0,0

A.2.4 Archivo de cargas

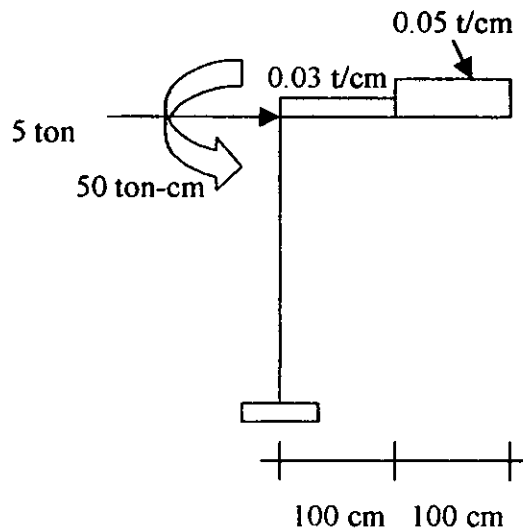
En el archivo de las cargas se escribirán los siguientes datos:

- Para cargas concentradas
 - a) Número total de cargas.
 - b) Número de barra.

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

- c) Código (para cargas concentradas el código es uno "1").
 - d) P (Carga).
 - e) Distancia del nudo inicial al punto de aplicación de la carga.
 - f) 0 "cero" (se debe escribir solo por requerimientos del programa).
- Para cargas distribuidas
- a) Número total de cargas.
 - b) Número de barra.
 - c) Código (para cargas distribuidas el código es igual a dos "2").
 - d) w (carga distribuida).
 - e) Distancia del nudo inicial al principio de aplicación de la carga).
 - f) Distancia del fin de aplicación de la carga al nudo final).
- Para cargas aplicadas en los nudos
- a) Número total de cargas.
 - b) Número de nudo.
 - c) Código (para cargas en los nudos el código es igual a tres "3").
 - d) Carga en X.
 - e) Carga en Y.
 - f) Momento flexionante.

Ejemplo:



El archivo sería:

4
2,1,10,100,0
2,2,0.03,0,100
2,2,0.05,100,0
2,3,5,0,50

A.2.5 Operación

Una vez creados los archivos de datos, se podrá activar el programa desde el directorio RIGMP, llamándolo como RIG.bat o simplemente RIG; al ejecutarlo, pedirá los nombres de los archivos de datos, los cuales se escribirán con la extensión antes señalada. En seguida, el programa preguntará el número de barras, el número de nudos, el número de secciones diferentes y por último, el nombre del archivo de resultados; en seguida, preguntará si se quiere calcular un marco o una trabe de cimentación, de elegirse la segunda opción, preguntará también el módulo de reacción del suelo.

Al término de la rutina aparecerá en la pantalla la frase “press any key to continue”, la cual indica que el cálculo está terminado; al presionar cualquier tecla terminará la corrida y se podrán revisar los resultados en el archivo correspondiente.

La ventaja de usar archivos para la entrada de datos es que para hacer una modificación, no es necesario ingresar una vez más todos los datos, sino únicamente corregir lo que sea necesario.

A.3 Listado del programa

En seguida se presenta el listado completo del programa RIGMP:

```

C  PROGRAMA DE ANALISIS ESTRUCTURAL DE MARCOS PLANOS
C  POR EL METODO DE LAS RIGIDECES
C
C  PABLO ANAYA GARCIA
C  RIGOBERTO CERVANTES ZAMORA
C
C  -----
C  DECLARACION DE VARIABLES
C
C  TY=matriz de rigideces extendida con el vector de fuerzas externas
C  S=matriz de tipos de sección
C  CB=matriz de características de las barras
C  CN=matriz de las coordenadas de los nudos
C  CG=matriz de cargas
C  SK=submatriz de rigidez
C  DB=matriz de desplazamientos de cada barra
C  EM=matriz de elementos mecánicos de cada barra
C
C  ND=número de nudos
C  BA=número de barras
C  TS=número de tipos de sección
C  NI=nudo inicial
C  NF=nudo final
C  X1,Y1=coordenadas de NI
C  X2,Y2=coordenadas de NF
C  NCG=Número de cargas
C  Z=longitud de barra
C  A=distancia del nudo inicial a la carga
C  C=longitud de aplicación de la carga distribuida
C  P=carga concentrada
C  W=carga distribuida
C  VME1=momento de empotramiento en NI
C  VME2=momento de empotramiento en NF
C  R1=cortante de empotramiento en NI
C  R2=cortante de empotramiento en NF
C  NR=número de renglón
C  NC=número de columna
    
```

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

C J=tipo de sección
 C AR=área de la sección
 C VMI=momento de inercia de la sección
 C VME=módulo de elasticidad
 C ANG=ángulo que forma la barra con la horizontal (en radianes)
 C EN1=coordenada de ensamble del nudo 1
 C EN2=coordenada de ensamble del nudo 2
 C TM=orden de la matriz de ensamble
 C D1=coordenada del desplazamiento en el nudo 1
 C D2=coordenada del desplazamiento en el nudo 2
 C
 C ARCHSEC=archivo para los tipos de sección
 C ARCHCTBA=archivo para las características de las barras
 C ARCHCORD=archivo de las características de los nudos
 C ARCHCARG=archivo para las cargas
 C ARCHRES=archivo de resultados

C BLOQUE 1- ENTRADA DE DATOS

```

REAL TY[ALLOCATABLE](,:)
DIMENSION S(20,5)
REAL CB[ALLOCATABLE](,:)
REAL CN[ALLOCATABLE](,:)
DIMENSION STY(6,6)
REAL CG[ALLOCATABLE](,:)
REAL TC[ALLOCATABLE](,:)
DIMENSION DB(6,1)
DIMENSION EM(6,1)
CHARACTER*12 ARCHSEC
CHARACTER*12 ARCHCTBA
CHARACTER*12 ARCHCORD
CHARACTER*12 ARCHCARG
CHARACTER*12 ARCHRES
CHARACTER*60 NOMBRE
CHARACTER*60 CCARGA
WRITE(*,*)
+
WRITE(*,*)PROGRAMA DEL METODO DE LAS RIGIDECES PARA MARCOS PLANOS
+ RIGMP VERSION 2.0'
WRITE(*,*)
WRITE(*,*)NOMBRE DEL PROYECTO?
READ(*,90)NOMBRE
90 FORMAT(A60)
WRITE(*,*)CONDICION DE CARGA?
READ(*,91)CCARGA
91 FORMAT(A60)
WRITE(*,*)INDIQUE EL NOMBRE DEL ARCHIVO PARA LOS TIPOS DE SECCION
+ES'
READ(*,1)ARCHSEC
1 FORMAT(A12)
WRITE(*,*)INDIQUE EL NOMBRE DEL ARCHIVO PARA LAS CARACTERISTICAS
+DE LAS BARRAS'
READ(*,1)ARCHCTBA
WRITE(*,*)INDIQUE EL NOMBRE DEL ARCHIVO PARA CARACTERISTICAS DE
+LOS NUDOS'
READ(*,1)ARCHCORD
WRITE(*,*)INDIQUE EL NOMBRE DEL ARCHIVO PARA LAS CARGAS'
READ(*,1)ARCHCARG
WRITE(*,*)INDIQUE EL NUMERO DE NUDOS'
READ(*,*)ND
WRITE(*,*)INDIQUE EL NUMERO DE BARRAS'
READ(*,*)BA
  
```

```

WRITE(*,*)INDIQUE CUANTOS TIPOS DE SECCIONES HAY'
READ(*,*)TS
WRITE(*,*)INDIQUE EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE RESULTADOS'
READ(*,1)ARCHRES
write(*,*)'
WRITE(*,*)1.- CALCULAR UN MARCO'
WRITE(*,*)2.- CALCULAR UNA TRABE DE CIMENTACION'
write(*,*)YELIJA UNA OPCION'
READ(*,*)OPC
2002 IF (OPC.EQ.1)GOTO 2000
IF (OPC.EQ.2)GOTO 2001
GOTO 2002
2001 WRITE(*,*)INDIQUE EL MODULO DE REACCION DEL SUELO'
READ(*,*)DR
WRITE(*,*)INDIQUE EL ANCHO DE LA ZAPATA'
READ(*,*)BZ
2000 WRITE(*,*)'
WRITE(*,*)      ESPERE MIENTRAS SE CALCULA EL MARCO....!'
N=3*ND
ALLOCATE (TY(N,N+1),CB(BA,5),CN(ND,5),TC(ND,1))
C  +LECTURA DE LOS TIPOS DE SECCIONES
OPEN(7,FILE=ARCHSEC)
DO 2 I=1,TS
READ(7,*)SBAS,S(I,1),S(I,2),S(I,3),S(I,4),S(I,5)
2 CONTINUE
CLOSE(7,STATUS='KEEP')
C  +LECTURA DE LAS CARACTERISTICAS DE CADA BARRA
OPEN(8,FILE=ARCHCTBA)
DO 5 I=1,BA
READ(8,*)CBBAS,CB(I,1),CB(I,2),CB(I,3)
5 CONTINUE
C  +LECTURA DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS NUDOS
OPEN(9,FILE=ARCHCORD)
DO 7 I=1,ND
READ(9,*)CNBAS,CN(I,1),CN(I,2),CN(I,3),CN(I,4),CN(I,5)
7 CONTINUE
C  +CALCULO DE LA LONGITUD Y DIRECCION DE CADA BARRA
DO 10 I=1,BA
NI=CB(I,2)
X1=CN(NI,1)
Y1=CN(NI,2)
NF=CB(I,3)
X2=CN(NF,1)
Y2=CN(NF,2)
CB(I,4)=SQRT((X2-X1)**2+(Y2-Y1)**2)
IF(X1.EQ.X2)GOTO 11
M=(Y2-Y1)/(X2-X1)
CB(I,5)=ATAN(M)
GOTO 10
11 IF(Y1.LT.Y2)GOTO 12
CB(I,5)=4.71238898038
GOTO 10
12 CB(I,5)=1.5707963268
10 CONTINUE
CLOSE(8,STATUS='KEEP')
CLOSE(9,STATUS='KEEP')
C-----
C  TERMINA EL BLOQUE DE ENTRADA DE DATOS E INICIA EL BLOQUE DE CALCULO
C  DEL VECTOR DE FUERZAS EXTERNAS
C  BLOQUE 2- VECTOR DE FUERZAS EXTERNAS
C-----
OPEN(6,FILE=ARCHCARG)

```

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

```

READ(6,*)NCG
ALLOCATE (CG(NCG,5))
DO 13 N=1,NCG
READ(6,*)CG(N,1),CG(N,2),CG(N,3),CG(N,4),CG(N,5)
IF(CG(N,2).EQ.1)GOTO 15
IF(CG(N,2).EQ.2)GOTO 16
IF(CG(N,2).EQ.3)GOTO 17
WRITE(*,*)'ERROR EN ARCHIVO DE DATOS'
GOTO 1000
15 J=CG(N,1)
NI=CB(J,2)
NF=CB(J,3)
Z=CB(J,4)
P=CG(N,3)
A=CG(N,4)
B=Z-A
VME1=(P*A*B**2)/Z**2
R1=(P*B**2/Z**3)*((3*A)+B)
VME2=(P*A**2*B)/Z**2
R2=(P*A**2/Z**3)*((3*B)+A)
GOTO 18
16 J=CG(N,1)
NI=CB(J,2)
NF=CB(J,3)
Z=CB(J,4)
W=CG(N,3)
A=CG(N,4)
C=CG(N,5)
B=Z-A-C
D=A+B
E=B+C
VME1=(W/(12*Z**2))*(E**3*(4*Z-3*E)-C**3*(4*Z-3*C))
VME2=(W/(12*Z**2))*(D**3*(4*Z-3*D)-A**3*(4*Z-3*A))
R1=(W*B/2)+((VME1-VME2)/Z)
R2=(W*B/2)+((VME2-VME1)/Z)
GOTO 18
17 J=CG(N,1)
NR=3*J-2
NC=3*ND+1
TY(NR,NC)=TY(NR,NC)+CG(N,3)
TY(NR+1,NC)=TY(NR+1,NC)+CG(N,4)
TY(NR+2,NC)=TY(NR+2,NC)+CG(N,5)
GOTO 13
18 NC=3*ND+1
NR1=3*NI-2
NR2=3*NF-2
TY(NR1,NC)=TY(NR1,NC)+0
TY(NR1+1,NC)=TY(NR1+1,NC)-R1
TY(NR1+2,NC)=TY(NR1+2,NC)-VME1
TY(NR2,NC)=TY(NR2,NC)+0
TY(NR2+1,NC)=TY(NR2+1,NC)-R2
TY(NR2+2,NC)=TY(NR2+2,NC)+VME2
13 CONTINUE
CLOSE(6,STATUS='KEEP')
C-----
C TERMINA EL VECTOR DE FUERZAS EXTERNAS
C BLOQUES 3 Y 4- CALCULO DE LAS SUBMATRICES DE RIGIDEZ Y SU ENSAMBLE
C-----
DO 19 I=1,BA
J=CB(I,1)
AR=S(J,1)
VMI=S(J,2)

```

```

VME=S(J,3)
Z=CB(I,4)
ANG=CB(I,5)
IF(S(J,4).EQ.0)GOTO 98
FI=(12*S(J,4)*VME*VMI)/(S(J,5)*AR*Z**2)
GOTO 99
98 FI=0
99 STY(1,1)=(VME*AR/Z)*(COS(ANG))**2+(12*VME*VMI/((1+FI)*Z**3))*(SIN(
+ANG))**2
STY(2,1)=((VME*AR/Z)-(12*VME*VMI/((1+FI)*Z**3)))*SIN(ANG)*COS(ANG)
STY(1,2)=STY(2,1)
STY(2,2)=(VME*AR/Z)*(SIN(ANG))**2+(12*VME*VMI/((1+FI)*Z**3))*(COS(
+ANG))**2
STY(3,1)=(-6*VME*VMI/((1+FI)*Z**2))*SIN(ANG)
STY(1,3)=STY(3,1)
STY(3,2)=(6*VME*VMI/((1+FI)*Z**2))*COS(ANG)
STY(2,3)=STY(3,2)
STY(3,3)=((4+FI)*VME*VMI/((1+FI)*Z)
STY(4,1)=-STY(1,1)
STY(1,4)=STY(4,1)
STY(4,2)=-STY(2,1)
STY(2,4)=STY(4,2)
STY(5,1)=STY(4,2)
STY(1,5)=STY(4,2)
STY(4,3)=-STY(3,1)
STY(3,4)=STY(4,3)
STY(1,6)=-STY(4,3)
STY(6,1)=STY(1,6)
STY(2,5)=-STY(2,2)
STY(5,2)=STY(2,5)
STY(3,5)=-STY(3,2)
STY(5,3)=STY(3,5)
STY(2,6)=STY(3,2)
STY(6,2)=STY(2,6)
STY(3,6)=((2-FI)*VME*VMI/((1+FI)*Z)
STY(6,3)=STY(3,6)
STY(4,4)=STY(1,1)
STY(4,5)=STY(2,1)
STY(5,4)=STY(4,5)
STY(5,5)=STY(2,2)
STY(4,6)=-STY(3,1)
STY(6,4)=STY(4,6)
STY(5,6)=-STY(3,2)
STY(6,5)=STY(5,6)
STY(6,6)=STY(3,3)
OPEN(11,FILE='SUBMAT.DAT')
DO 100 M=1,6
DO 101 N=1,6
WRITE(11,*)STY(M,N)
101 CONTINUE
100 CONTINUE
NI=CB(I,2)
NF=CB(I,3)
EN1=3*NI-2
EN2=3*NF-2
DO 20 N=0,2
DO 21 M=0,2
TY(EN1+N,EN1+M)=TY(EN1+N,EN1+M)+STY(N+1,M+1)
21 CONTINUE
20 CONTINUE
DO 22 N=0,2
DO 23 M=0,2

```


Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

```

TY(EN1+N,EN2+M)=TY(EN1+N,EN2+M)+STY(N+1,M+4)
23 CONTINUE
22 CONTINUE
DO 24 N=0,2
DO 25 M=0,2
TY(EN2+N,EN1+M)=TY(EN2+N,EN1+M)+STY(N+4,M+1)
25 CONTINUE
24 CONTINUE
DO 26 N=0,2
DO 27 M=0,2
TY(EN2+N,EN2+M)=TY(EN2+N,EN2+M)+STY(N+4,M+4)
27 CONTINUE
26 CONTINUE
19 CONTINUE
CLOSE(11,STATUS='KEEP')
C +Para el caso de traves de cimentación se suman las rigideces de los resortes
DO 2003 I=1,ND
IF((LEQ.1).OR.(LEQ.ND)) GOTO 2004
CL=(CB(I-1,4)+CB(I,4))/2
GOTO 2005
2004 IF(I.EQ.ND) GOTO 2006
CL=CB(I,4)/2
GOTO 2005
2006 CL=CB(I-1,4)/2
2005 ENC=3*I-1
RIGR=DR*BZ*CL
TY(ENC,ENC)=TY(ENC,ENC)+RIGR
2003 CONTINUE
C +Termina el ensamble y comienzan a eliminarse los desplazamientos restringidos
TM=3*ND
DO 28 I=1,ND
IF(CN(I,3).NE.1)GOTO 29
EN1=3*I-2
TY(EN1,TM+1)=0
DO 32 J=1,TM
TY(EN1,J)=0
TY(J,EN1)=0
32 CONTINUE
29 IF(CN(I,4).NE.1)GOTO 30
EN1=3*I-1
TY(EN1,TM+1)=0
DO 34 J=1,TM
TY(EN1,J)=0
TY(J,EN1)=0
34 CONTINUE
30 IF(CN(I,5).NE.1)GOTO 28
EN1=3*I
TY(EN1,TM+1)=0
DO 36 J=1,TM
TY(EN1,J)=0
TY(J,EN1)=0
36 CONTINUE
28 CONTINUE
C-----
C TERMINA EL ENSAMBLE DE LA MATRIZ
C BLOQUE 5- SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES (METODO DE GAUSS-JORDAN)
C-----
N=3*ND
DO 38 I=1,N
DO 39 J=1,N+1
IF(TY(I,1).EQ.0)GOTO 38
IF(J.NE.1)GOTO 40

```

```

GOTO 39
40 TY(L,J)=TY(L,J)/TY(L,I)
39 CONTINUE
  TY(L,I)=1
  DO 41 L=I+1,N
  DO 42 M=I+1,N+1
  TY(L,M)=-TY(L,I)*TY(I,M)+TY(L,M)
42 CONTINUE
  TY(L,I)=-TY(L,I)*TY(I,I)+TY(L,I)
41 CONTINUE
38 CONTINUE
  DO 43 J=N-1,1,-1
  DO 44 I=1,N-J
  TY(J,N+1)=TY(J,N+1)-TY(J,I)*TY(I,N+1)
44 CONTINUE
43 CONTINUE
  OPEN(10,FILE=ARCHRES)
  WRITE(10,*)PROGRAMA DEL METODO DE RIGIDECES PARA MARCOS PLANOS RI
+GMP VERSION 2.0'
  WRITE(10,*)PABLO ANAYA GARCIA - RIGOBERTO CERVANTES ZAMORA'
  WRITE(10,*)
  WRITE(10,92)NOMBRE
92 FORMAT(A60)
  WRITE(10,93)CCARGA
93 FORMAT(A60)
  WRITE(10,*)
  WRITE(10,*)
  WRITE(10,*)DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS'
  WRITE(10,*)
  WRITE(10,*)  NUDO  DESPLAZAMIENTO EN X  DESPLAZAMIENTO
+EN Y  GIRO'
  WRITE(10,*)
  DO 60 N=1,NC-1,3
  IW=(2/3)+(N/3)+1
  WRITE(10,*)',IW,' ',TY(N,NC),' ',TY(N+1,NC),' '
+,TY(N+2,NC)
60 CONTINUE

```

```

C-----
C  TERMINA LA SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES
C  BLOQUE 5- OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS
C-----

```

```

WRITE(10,*)
WRITE(10,*)
WRITE(10,*)          AXIAL    CORTANTE    MOME
+NTO'
DO 45 I=1,BA
OPEN(11,FILE='SUBMAT.DAT')
DO 102 M=1,6
DO 103 N=1,6
READ(11,*)STY(M,N)
103 CONTINUE
102 CONTINUE
  NI=CB(1,2)
  NF=CB(1,3)
  D1=3*NI-2
  D2=3*NF-2
  DB(1,1)=TY(D1,NC)
  DB(2,1)=TY(D1+1,NC)
  DB(3,1)=TY(D1+2,NC)
  DB(4,1)=TY(D2,NC)
  DB(5,1)=TY(D2+1,NC)
  DB(6,1)=TY(D2+2,NC)

```

Análisis y diseño estructural de un edificio de estacionamiento para la U.D.V.

```

C  +Multiplicación de matrices
    DO 46 M=1,6
    DO 47 N=1,6
    EM(M,1)=EM(M,1)+STY(M,N)*DB(N,1)
47 CONTINUE
46 CONTINUE
    DO 49 N=1,NCG
    IF(CG(N,1).NE.1)GOTO 49
    IF(CG(N,2).EQ.1)GOTO 50
    IF(CG(N,2).EQ.2)GOTO 51
    GOTO 49
50 Z=CB(L,4)
    P=CG(N,3)
    A=CG(N,4)
    B=Z-A
    VME1=(P*A*B**2)/Z**2
    R1=(P*B**2/Z**3)*((3*A)+B)
    VME2=(P*A**2*B)/Z**2
    R2=(P*A**2/Z**3)*((3*B)+A)
    GOTO 52
51 Z=CB(L,4)
    W=CG(N,3)
    A=CG(N,4)
    C=CG(N,5)
    B=Z-A-C
    D=A+B
    E=B+C
    VME1=(W/(12*Z**2))*(E**3*(4*Z-3*E)-C**3*(4*Z-3*C))
    VME2=(W/(12*Z**2))*(D**3*(4*Z-3*D)-A**3*(4*Z-3*A))
    R1=W*B/2+(VME1-VME2)/Z
    R2=W*B/2+(VME2-VME1)/Z
52 EM(2,1)=EM(2,1)+R1
    EM(3,1)=EM(3,1)+VME1
    EM(5,1)=EM(5,1)+R2
    EM(6,1)=EM(6,1)-VME2
49 CONTINUE
C-----
C  TERMINA BLOQUE DE OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS
C  BLOQUE 6- SALIDA DE RESULTADOS
C-----
    WRITE(10,*)
    WRITE(10,48)I
48 FORMAT('BARRA',I6)
    AXIAL=EM(1,1)*COS(CB(L,5))+EM(2,1)*SIN(CB(L,5))
    CORT=EM(1,1)*SIN(CB(L,5))+EM(2,1)*COS(CB(L,5))
    WRITE(10,*)NI,AXIAL,CORT,EM(3,1)
    AXIAL=EM(4,1)*COS(CB(L,5))+EM(5,1)*SIN(CB(L,5))
    CORT=EM(4,1)*SIN(CB(L,5))+EM(5,1)*COS(CB(L,5))
    WRITE(10,*)NF,AXIAL,CORT,EM(6,1)
    DO 54 K=1,6
    EM(K,1)=0
54 CONTINUE
45 CONTINUE
    CLOSE(10,STATUS='KEEP')
    CLOSE(11,STATUS='DELETE')
    WRITE(*,*)
    WRITE(*,*)  TERMINA EL CALCULO DE LA ESTRUCTURA'
1000 END

```

APÉNDICE B

MUROS DIAFRAGMA

B.1 Revisión por flexocompresión

La resistencia a flexocompresión de muros sin refuerzo se calcula suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería. Se considera que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual f^*m (Arnal; 1991, 655).

Se revisará únicamente para el caso más desfavorable que es el de los muros de planta baja en los marcos 1 y 7.

$$P = 14\ 625\ \text{kg} (1.1) = 16\ 087.5\ \text{kg}$$

$$M = (8\ 779\ 220\ \text{ton} - \text{cm}) (1.1) = 9\ 657\ 142.00\ \text{kg} - \text{cm}$$

$$I (b = 24\ \text{cm}, h = 760\ \text{cm}) = 877\ 952\ 000.00\ \text{cm}^4$$

$$A = (24\ \text{cm}) (760\ \text{cm}) = 18\ 240\ \text{cm}^2$$

De la fórmula de la esquadria tenemos:

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M \cdot c}{I} = 5.062 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Comparando el esfuerzo actuante con el esfuerzo resistente, se observa que el primero es mucho menor que el segundo, ya que el f^*m se considera igual a $15\ \text{kg} / \text{cm}^2$ para tabique de barro recocido (Arnal; 1991, 646).

B.2 Revisión por cortante

Para tomar en cuenta la contribución de los aplanados a la resistencia por cortante, se aumentará 12 cm a la dimensión transversal del muro. La simplificación anterior se basa en la suposición de que el módulo de elasticidad del mortero es al menos 3 veces más grande que el de la mampostería.

La fuerza cortante que resiste el concreto se obtiene de la siguiente fórmula:

$$V_r = 0.7 (0.85 v^* A_t) = 0.7 (0.85) (3.5) (32) (760) = 50.646.4\ \text{ton}$$

v^* se toma igual a $3.5\ \text{kg} / \text{cm}^2$ para mampostería pegada con mortero tipo I. (Arnal; 1991, 646).

El cortante último se obtiene de multiplicar el valor obtenido del análisis por el factor de carga (1.1 para este caso).

$$V_u = 44.13 \text{ ton} (1.1) = 48.543 \text{ ton.}$$

Como se puede ver, el valor del cortante último es menor al resistente, por lo que se aceptará la sección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mendenhall, Reinmuth.

ESTADÍSTICA PARA ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA.

1993, México D. F.

Grupo Editorial Iberoamérica, tercera edición.

Plazola

ARQUITECTURA HABITACIONAL II

Editorial Limusa, quinta edición.

Roberto Meli Piralla.

DISEÑO ESTRUCTURAL.

1985, México D.F.

Editorial Limusa, primera edición.

Jack McCormac, Rudolf E. Elling.

ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS, métodos clásico y matricial.

1996, México D. F.

Editorial Alfaomega, primera edición.

José Luis Camba C., Francisco Chacón C., Francisco Pérez A.

APUNTES DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL I.

1994, México D. F.

U. N. A. M., primera edición.

Enrique Bazán Zurita, Roberto Meli Piralla.

DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS.

1998, México D. F.

Editorial Limusa, primera edición

Luis Arnal Simón, Carlos Betancourt Suárez.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL
ILUSTRADO Y COMENTADO.

1991, México D. F.

Editorial Trillas, primera edición.

González Cuevas, Robles.

ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO.

1995, México D.F.

Editorial Limusa, tercera edición.

Gaceta oficial del distrito federal.

**NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.**

1996, México D. F.

Carlos Magdaleno, Rafael Rojas.

CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

1992, México D. F.

Primera edición.

Joseph E. Bowles.

FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN.

1977, Tokyo.

Mc Graw – Hill, segunda edición.

Rafael Rojas Rojas.

APUNTES DE CIMENTACIONES.

Morelia Mich.

William Schick, Charles j. Merz, Jr.

FORTRAN PARA INGENIERÍA

1974, Edo. de México

Mc Graw – Hill, primera edición.

Rafael Cal y Mayor.

ESTACIONAMIENTOS.

Primera edición.