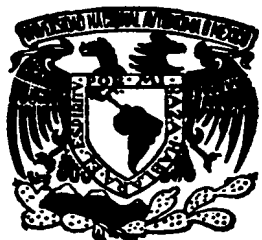


31
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

E. N. E. P. ARAGÓN

**E
N
E
P
A
R
A
G
O
N**



UNAM

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE OCHO NIVELES
ESTRUCTURADO CON MUROS DE MAMPOSTERÍA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

JESUS VERDUZCO DUARTE

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México

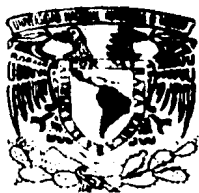


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON
DIRECCION

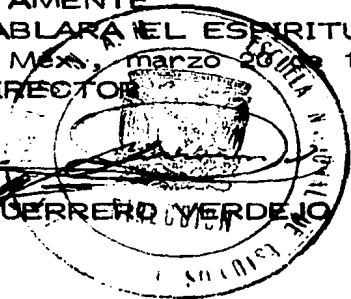
JESUS VERDUZCO DUARTE
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 2 de marzo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JUAN ANTONIO GOMEZ VELAZQUEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " DISEÑO DE UN EDIFICIO DE OCHO NIVELES ESTRUCTURADO CON MUROS DE MAMPOSTERIA ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Mex., marzo 28 de 1987.
EL DIRECTOR

Lic. SERGIO GUERRERO VERDEJO



[Handwritten signature]

c.c.p. Coordinación de Ingeniería (21).
Unidad Académica.
Departamento de Servicios Escolares.
Asesor de Tesis.

SGV'AMCP'lla.

- I N D I C E -

| | PAG. |
|------------------------------|------|
| Introducción. | |
| Objetivo. | 2 |
| Especificación de materiales | 2 |
| Análisis Sísmico | 7 |
| Cargas Verticales | 11 |

CAPITULO I

| | |
|-------------------------------------|----|
| Análisis y diseño de cimentación | 12 |
| Capacidad de carga | 17 |
| Análisis de hundimientos | 18 |
| Empujes sobre muros de contención | 20 |
| Estabilidad de muros | 21 |
| Capacidad de carga | 21 |
| Deslizamiento | 22 |
| Volteamiento | 23 |
| Procedimiento constructivo de pilas | 24 |
| Columnas | 33 |

CAPITULO II

| | |
|------------------------------------|----|
| Revisión por cargas verticales | 36 |
| Carga vertical resistente | 37 |
| Análisis y diseño de escalera tipo | 46 |

CAPITULO III

| | |
|---|----|
| Revisión por sismo | 50 |
| Cortante por torsión | 51 |
| Fuerza cortante total de diseño en los muros | 52 |
| Fuerza cortante resistente de los muros | 52 |

| | PAG. |
|--|------|
| REVISION POR VIENTO | 80 |
| Velocidad de diseño | 80 |
| Velocidades regionales | 81 |
| Velocidad básica | 82 |
| Momento de volteo resistente | 92 |
| | |
| <u>CAPITULO IV</u> | |
| Revisión por flexocompresión | 93 |
| Revisión del refuerzo por momento de volteo | 95 |
| | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| Conclusiones | 97 |
| Recomendaciones | 97 |
| | |
| Tabla de varillas | 111 |
| | |
| BIBLIOGRAFIAS | 112 |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales "ARAGON"

INTRODUCCION.-

De acuerdo al crecimiento turístico de la zona del Caribe, se proyecta la construcción del Hotel Royal Caribbean Beach Club, ubicado en la sección dos, de la zona turística de - Can Cun, Quintana Roo., lo forman nueve edificios de los - cuales ocho estarán destinados a habitaciones y el noveno se usará como casa de máquinas.

Los edificios estarán ubicados frente a la playa, formando éstos una herradura y constando uno de ellos de tres niveles, localizándose éste edificio al frente. Los otros siete se ubicarán en la parte posterior y serán de ocho niveles cada uno.

El edificio de casa de máquinas será de dos niveles y quedará fuera del núcleo de edificios de habitaciones.

El Hotel constará con áreas recreativas como alberca, canchas de tenis, etc.

El presente trabajo se refiere sólo al análisis y diseño del edificio " G " que consta de ocho niveles y cuya estructuración fué con muros de carga confinados con dallas y castillos, utilizando como sistema de entrepiso vigueta y bovedilla.

La cimentación se resolvió por medio de pilas ligadas entre sí con contratraves en las dos direcciones.

OBJETIVO:

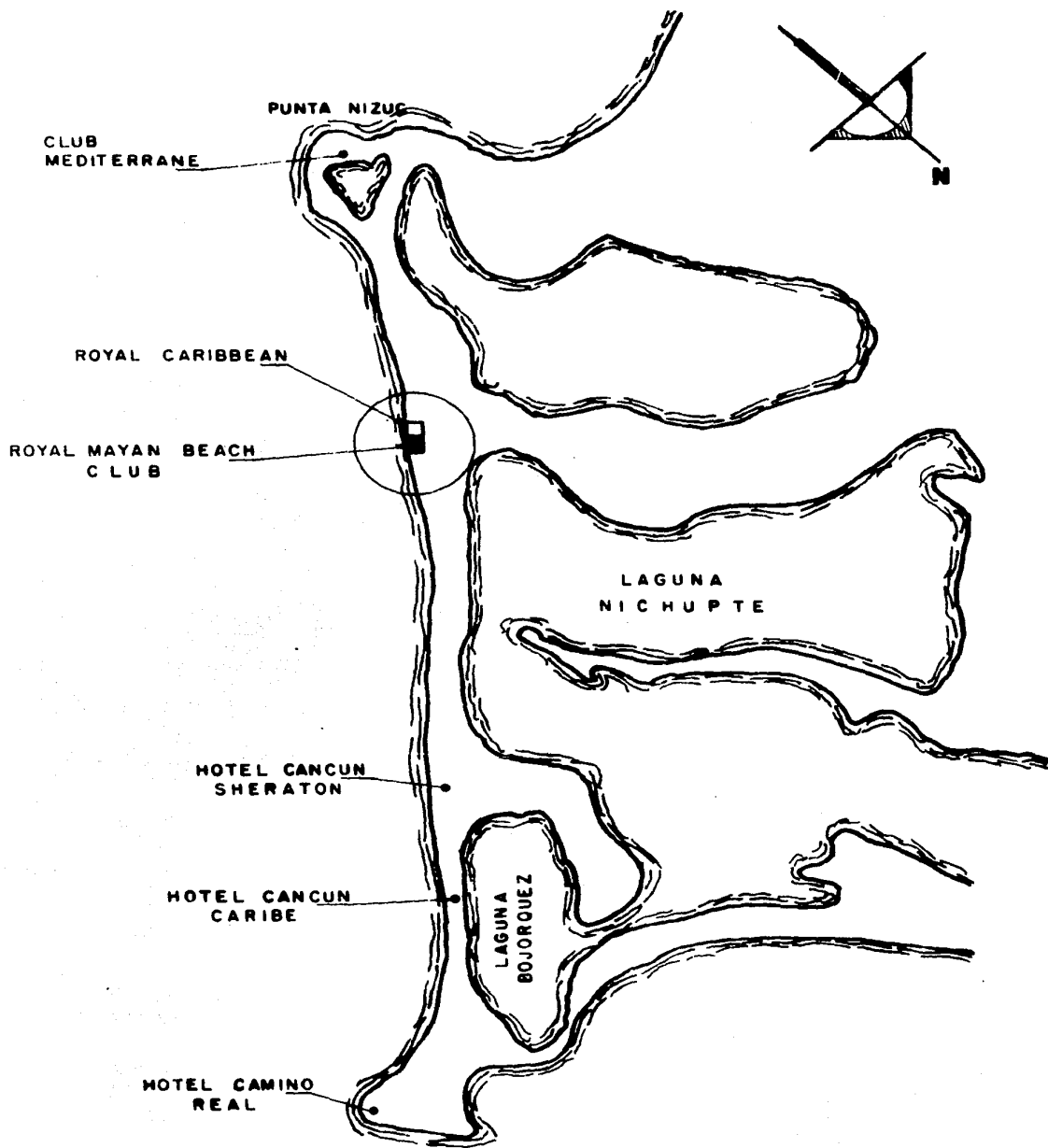
El objetivo del presente trabajo es de llevar a cabo un -- análisis y diseño de una manera específica.

ESPECIFICACION DE MATERIALES:

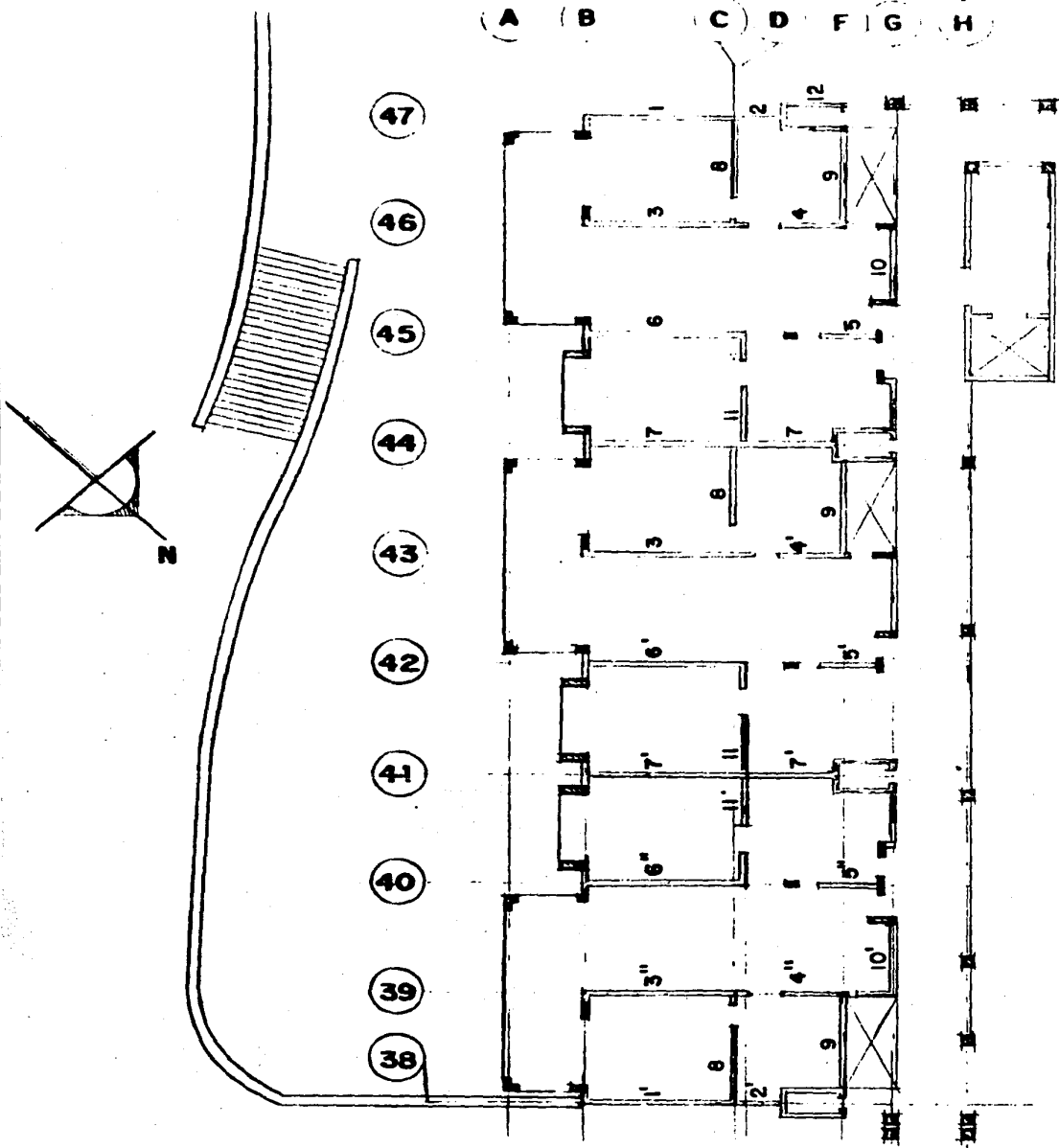
- a) Concreto normal de peso volumétrico $p.v = 2.2 \text{ Tn/m}^3$ y $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$.
- b) Acero de refuerzo con límite de fluencia $f_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$ sin ser mayor de 5000 Kg/cm^2 con las fuerzas de fluencia máximas y mínimas que se indican en la tabla de varillas, excepto el #2 que será grado estructural con $f_y = 2320 \text{ Kg/cm}^2$.
- c) Los muros serán de block hueco de concreto tipo intermedio de $20 \times 20 \times 40 \text{ cm}$.
- d) Las piezas de concreto deberán tener una resistencia mínima a compresión de 50 Kg/cm^2 .
- e) Mortero de cemento-arena con una resistencia mínima a la compresión $f'_b = 100 \text{ Kg/cm}^2$.

La relación volumétrica entre la arena y la suma de cámen tantes se encontrará entre 2.25 y 3.

Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resul tado un mortero fácilmente trabajable.

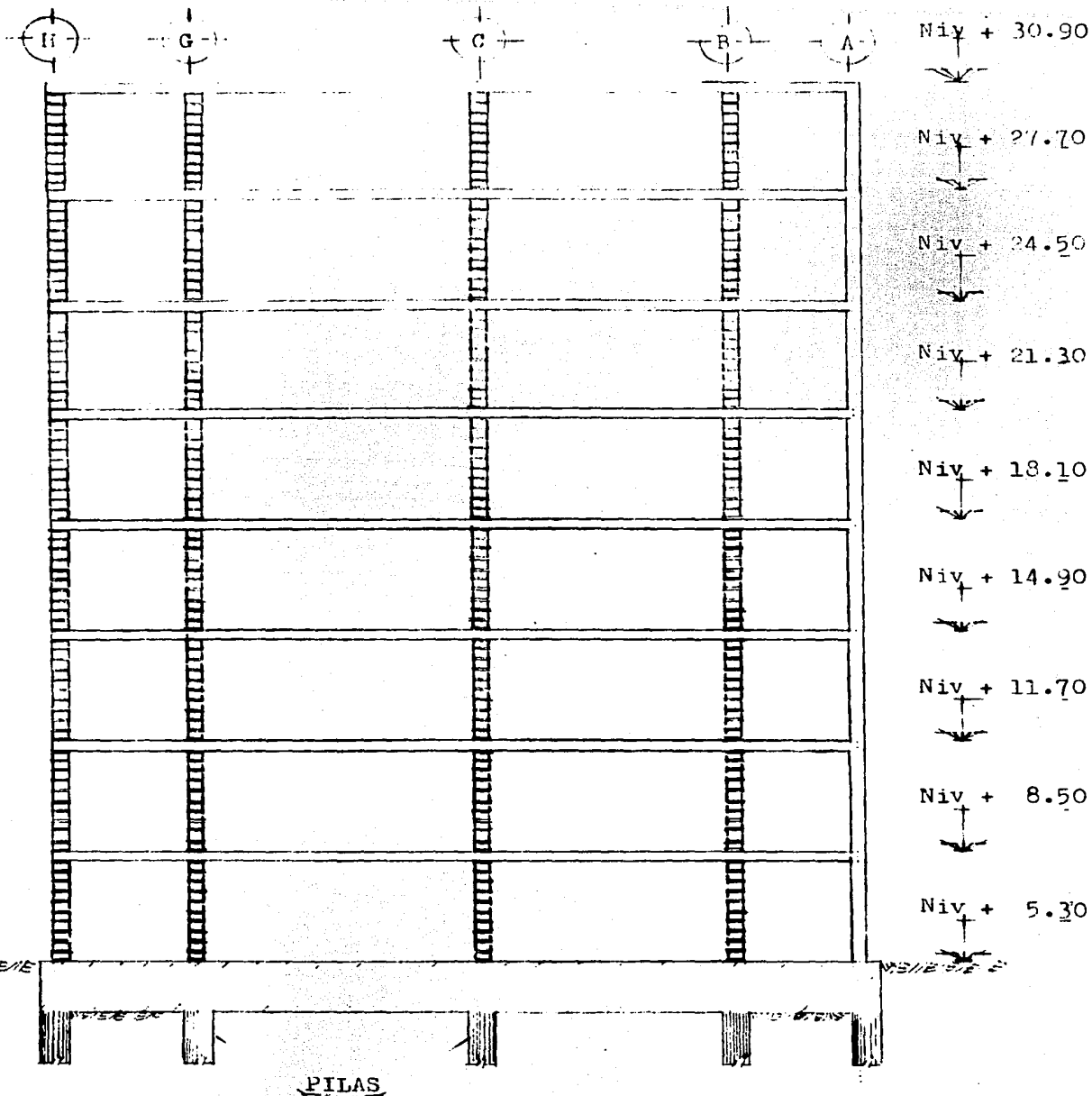


CROQUIS DE LOCALIZACION



PLANTA VILLAS — "G"

PLANTA TIPO



CORTE ESQUEMATICO DE NIVELES

CARGAS CONSIDERADAS:

a) CARGAS MUERTAS:

| | |
|---|------------------------|
| Concreto normal, por especificaciones | 2200 Kg/m ³ |
| Block hueco Cemento-Arena, por especific. | 210 Kg/m ² |
| Firme e=3 cmts 0.03x2000 Kg/m ³ | 60 Kg/m ² |
| Granito de terrazo, por especific. | 40 Kg/m ² |
| Aplanado sobre muros arena-cemento e = 2.5 cmts 0.025x2000 Kg/m ³ | 50 Kg/m ² |
| Aplanado yeso e=2.5 cmts 0.025x1500 Kg/m ³ | 40 Kg/m ² |
| Herrería y Cancelería, por especific. | 50 Kg/m ² |
| Vigueta y Bovedilla e=15 cmts, especific. | 280 Kg/m ² |
| Vigueta y Bovedilla e=20 cmts, especific. | 315 Kg/m ² |
| Falso Plafond. | 40 Kg/m ² |

b) CARGAS VIVAS:

| | CIMENTACION (Kg/m ²) | SISMO (Kg/m ²) | DISEÑO (Kg/m ²) |
|--------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Habitaciones | 200 | 180 | 250 |
| Pasillos | 200 | 150 | 250 |
| Escaleras | 250 | 150 | 320 |

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos se empleó una cimentación a base de pilas, las cuales se ligaron entre sí en las dos direcciones por medio de contratraveses.

Las pilas se diseñaron de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos y las normas de diseño del Reglamento de Construcciones del D.F., vigente a la fecha.

El análisis de contratraveses tanto por carga estática como por carga dinámica se hizo empleando el método de Hardy - Cross, considerando las pilas como apoyos y a las columnas como cargas.

ANÁLISIS SISMICO:

Según su uso, las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

Grupo A

Construcciones cuyo funcionamiento sea especialmente importante a raíz de un sismo o que en caso de fallar causaría pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas en comparación con el costo necesario para aumentar su seguridad. Tal es el caso de subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, hospitales, escuelas, estadios, templos, salas de espectáculos, monumentos, museos y locales que alojen equipo especialmente costoso en relación con la estructura.

Grupo B

Construcciones cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia, tales como plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, bancos, centros de reunión, edificios de habitación, hoteles, edificios de oficinas, bardas cuya altura exceda de 2.5 mts, y todas aquellas estructuras cuya falla por movimientos sísmicos pueda poner en peligro otras construcciones de este grupo o del grupo A.

Grupo C

Construcciones cuya falla por sismo implicaría un costo pequeño y no causaría normalmente daños a construcciones de los primeros grupos. Se incluyen en el presente grupo bardas con altura no mayor de 2.5 mts, y bodegas provisionales para la construcción de obras pequeñas. Estas construcciones no requieren diseño sísmico.

De acuerdo con la ubicación, tipo de suelo y uso de los edificios, los cuales están clasificados en el grupo B, se utilizó un coeficiente sísmico de 0.08 y un factor de reducción por ductilidad de 1.5 según lo señala el manual de diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, 1981, vigente a la fecha.

Se determinó el centro de cargas y el centro de rigidez, - tomando momentos estáticos en las dos direcciones con respecto a un eje arbitrario.

Se ubicó en planta el centro de cargas y el centro de rigidez, determinándose la excentricidad en los dos sentidos -- (ex, ey), la cual nos producirá un momento torsionante en la estructura en cada dirección, que se tomará alternativamente, es decir uno u otro, dependiendo de la dirección que se analiza y que nos inducirá fuerzas cortantes adicionales a la fuerza cortante directa.

Los momentos torsionantes indicados son modificados por el Reglamento de construcciones del D.F., de la siguiente manera:

$$M_T = V (1.5e \pm 0.10 L) \text{ para la dirección } x \text{ ó } y$$

DONDE:

V = Fuerza cortante.

e = Excentricidad en x ó y

L = Mayor dimensión de la planta, medida perpendicularmente a la dirección del sismo.

Se procedió a distribuir el cortante directo y el de torsión de acuerdo a la rigidez de cada muro para lo que se utilizaron las expresiones 1 y 2 respectivamente.

$$1) V_i = (K_i / \sum K_i) (V) \text{ Cortante directo}$$

$$2) V_{ti} = (K_{idi} / \sum K_{idi}^2) (M_T) \text{ Cortante por torsión}$$

Por otra parte la rigidez K_i de cada muro se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$K_i = 1 / \left[H \left(H^2 / 3EI + 1/AG \right) \right]$$

DONDE:

$E = 600 f_m^+$ para cargas de corta duración.

$H =$ Altura del entrepiso.

$I =$ Inercia del muro.

$G =$ Módulo del cortante ($0.3E$)

$A =$ Area neta transversal del muro.

Una vez que se obtuvieron los cortantes totales sísmicos en cada nivel se procedió a hacer la revisión y diseño de los muros utilizando el método detallado.

Para encontrar la fuerza cortante resistente de los muros se utilizó la siguiente fórmula:

$$VR = FR (0.5 v^+ At + 0.3P) \leq 1.5 FR v^+ At$$

$$FR = 0.6$$

$At =$ Area neta transversal del muro.

$P =$ Carga vertical que actúa en el muro.

$v^+ =$ Esfuerzo cortante nominal (3.5 Kg/cm^2)

Para encontrar la resistencia a flexocompresión en el plano del muro debido a los efectos producidos por el momento de volteo, se utilizaron las fórmulas simplificadas que al respecto marca el reglamento de construcciones del Distrito Federal y las cuales se numeran a continuación:

$$M_0 = FR A_s f_y d'$$

$$MR = M_0 + 0.30 P_u d \quad \text{si } P_u < PR / 3$$

$$MR = (1.5 M_0 + 0.15 PR d)(1 - P_u / PR) \quad \text{si } P_u > PR / 3$$

P_u = Carga axial de diseño total sobre el muro.

PR = Resistencia a compresión axial.

FR = Factor de reducción $FR = 0.6$

d' = Distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro.

d = Peralte efectivo del refuerzo de tensión.

RESISTENCIA DE MUROS A CARGAS VERTICALES:

Se utilizó en este caso también el método detallado indicado en el reglamento de Construcciones haciendo uso de las fórmulas que a continuación se expresan:

$$PR = FR F_e f_m^+ A_t$$

$$FR = 0.6$$

PR = Carga vertical total resistente.

A_t = Area transversal neta del muro.

F_e = Factor de reducción por excentricidad y esbeltez.

f_m^+ = Resistencia nominal a compresión de la mampostería incrementándose este valor en 4 Kg/cm^2 - ya que los muros cumplen con los requisitos de muros confinados con dadas y castillos que marca el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (diseño y construcción de estructuras de mampostería, julio de 1977, Instituto de Ingeniería).

CAPITULO I

ANALISIS Y DISEÑO DE CIMENTACION

CIMENTACION

Con objeto de determinar el tipo de cimentación más adecuada, se efectuó un estudio de mecánica de suelos consistente en exploración del subsuelo, pruebas de laboratorio y análisis de alternativas de cimentación.

Para conocer las características estratigráficas y físicas del subsuelo se realizaron doce sondeos, diez a 10 mts., y dos a 15 mts. de profundidad, de tipo exploratorio.

Los sondeos se realizaron utilizando la herramienta de penetración estándar, con la cual se obtuvieron muestras representativas alteradas y se midió simultáneamente el índice de resistencia a la penetración de los materiales -- atravesados.

Las muestras representativas alteradas fueron sometidas a pruebas de clasificación visual y al tacto, en húmedo y - en seco y se les determinó el contenido natural de agua. Además se seleccionaron especímenes representativos donde se efectuaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico.
- Densidad de sólidos

Considerando las columnas estratigráficas de los sondeos realizados, así como la localización y cota de los brocales de los sondeos se dibujaron los perfiles estratigráficos. En ellos se aprecia que el suelo, hasta la profun

didad explorada, está constituido por arenas pertenecientes al cordón litoral que en ésta zona tiene un ancho de varias decenas de metros. Las arenas en general presentan porcentajes de finos (material que pasa la malla No.200) variables entre el 3 y 30%.

La compacidad de las arenas aumenta sensiblemente con la profundidad.

El nivel freático se detectó a profundidades variables -- dependiendo de la cota del brocal del sondeo y coincide -- senciblemente con el nivel del mar y la laguna de Nichupte.

II. ANALISIS DE CIMENTACIONES.

Considerando las características estratigráficas y físicas del subsuelo y las correspondientes al proyecto estructural, se juzga que el tipo de cimentación más apropiado será a base de pilas de sección constante coladas in-situ en perforaciones además con lodo bentonítico y apoyadas dentro de los materiales compactos.

Las pilas tendrán un empotramiento mínimo de 2.0 mts, dentro del manto de arena en estado muy compacto.

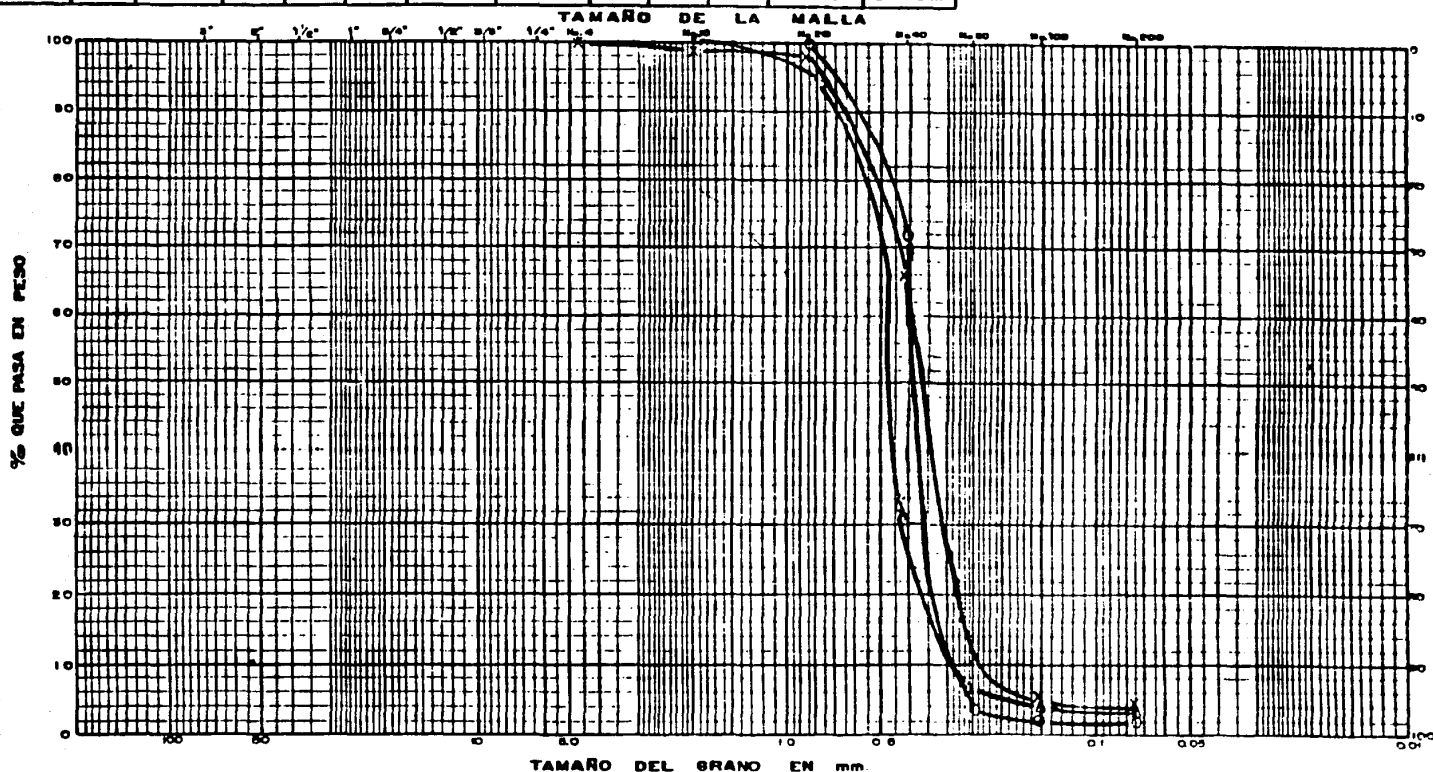
Para el muro de contención que estará ubicado en primer -- término frente al mar, se recomienda emplear una cimentación de pilas desplantadas a 8.0 mts. de profundidad.

El criterio anterior obedece a la necesidad de proteger a la cimentación de la socavación o erosión que podrá presentarse en caso de un maremoto.

| PROFUNDIDAD | MUESTRA | SIMBOLO | D ₁₀ | D ₃₀ | D ₅₀ | C _u = D ₆₀ | C _g = (D ₃₀) ² | GRAVA | ARENA | FINOS | CONTENIDO DE | GRUPO |
|-------------|---------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|----------------|---------|
| m | Nº | | mm | mm | mm | D ₁₀ | D ₁₀ ² /D ₃₀ | % | % | % | ARGILA NATURAL | S U C S |
| 1.20-1.80 | 3 | ⊖ | | | | | | 0 | 95 | 5 | 7.20 | SM |
| 3.00-3.70 | 6 | ○ | | | | | | 0 | 98 | 2 | 6.40 | SP |
| 4.80-4.95 | 9 | △ | | | | | | 0 | 96 | 4 | 17.30 | SP-SM |

LOCALIZACION: CUNCUN, QUINTANA ROO

TIPO DE SONDEO: SE-7



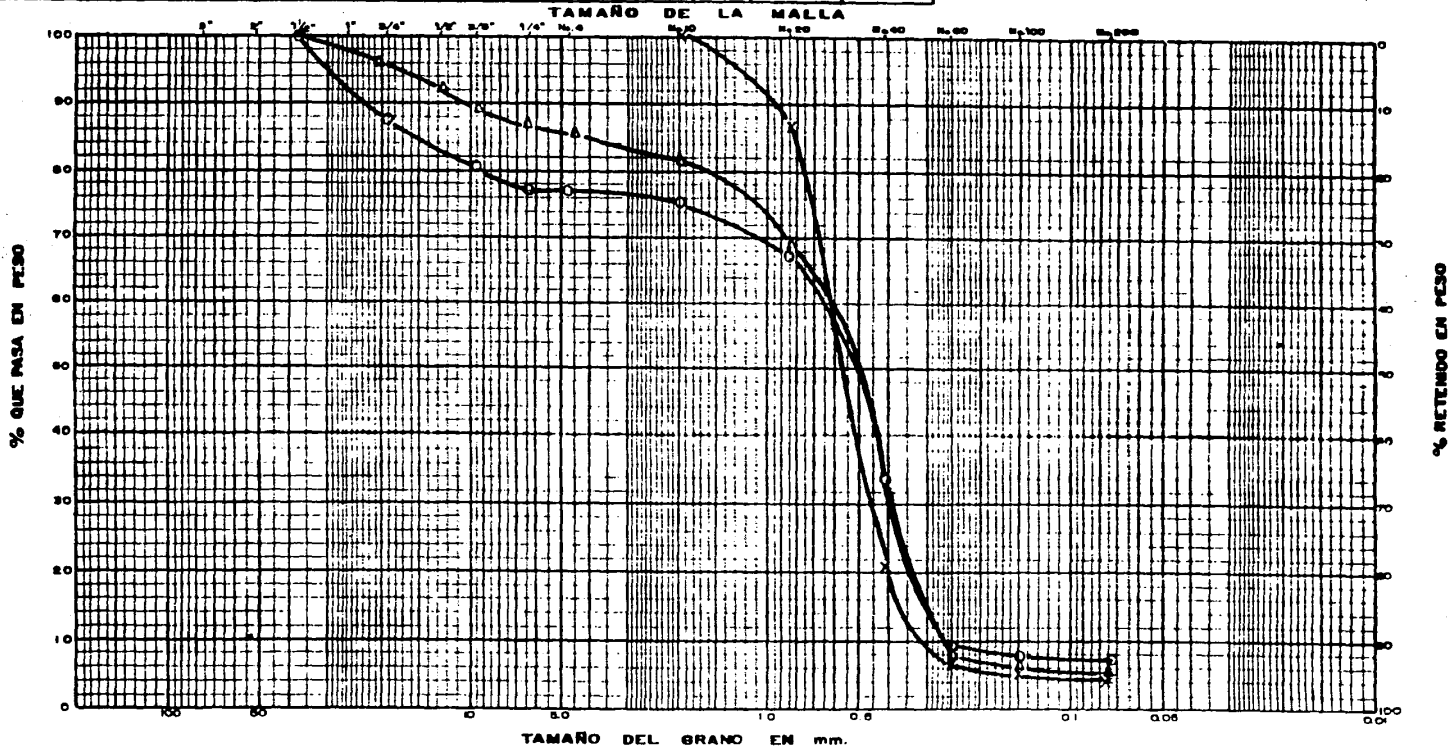
| BOLEOS | GRAVA | | ARENA | | | FINOS | |
|--------|--------|------|--------|---------|------|-------|---------|
| | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIANA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| | | | | | | | |

ANALISIS GRANULOMETRICO POR MALLAS

| PROFUNDIDAD m | MUESTRA No | SIMBOLO | D ₁₀ | D ₃₀ | D ₆₀ | C _a + D ₆₀ | | C _a + (D ₃₀ / D ₁₀ + D ₆₀) | | GRAVA | ARENA | FINOS | CONTENIDO DE AGUA NATURAL | GRUPO S U C S |
|------------------|---------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|---|---|-------|-------|-------|---------------------------|------------------|
| | | | mm | mm | mm | D ₁₀ | D ₆₀ | % | % | % | % | % | | |
| 6.60-6.70 | 12 | ⊗ | | | | | | | | 0 | 95 | 5 | 17.30 | SM |
| 8.40-8.50 | 15 | ○ | | | | | | | | 23 | 70 | 7 | 16.78 | SM |
| 10.20-10.50 | 18 | △ | | | | | | | | 12 | 83 | 5 | 16.47 | SM |

LOCALIZACION: CANCUN QUINTANA ROO

TIPO DE SONDEO: SE-7



| BOLEOS | GRAVA | | ARENA | | | FINOS | |
|--------|--------|------|--------|---------|------|----------|---------|
| | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIANA | FINA | LIMO 1/2 | ARCILLA |
| | | | | | | | |

II-1 CAPACIDAD DE CARGA

Se determinó la capacidad de carga de los depósitos de apoyo de las pilas considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son de tipo friccio- nante, mediante el criterio de Meyerhof' que aplica la -- siguiente expresión:

$$Q_p = \left[\bar{p}_u (N_q'' - 1) FR + p_v \right] A_p$$

Donde:

- Q_p = Capacidad de carga permisible de las pilas
 \bar{p}_u = Presión vertical efectiva al nivel de desplan- te de la pila.
 FR = Factor de resistencia, igual a 0.35 para con- diciones estáticas y 0.5 para condiciones di- námicas.
 p_v = Presión vertical total al nivel de desplante de la pila.
 A_p = Área de la base de la pila.
 N_q'' = Factor de capacidad de carga, que es función del ángulo de fricción interna, ϕ , del mate- rial de apoyo y de la longitud de la pila -- empotrada en los materiales resistentes, de- terminando mediante la siguiente expresión:

$$N_q'' = N_q + (N_q' - N_q) D''/D'$$

* Meyerhof, G.G. "Some Recent Research on the Bearin Ca- pacity of Foundations" Canadian Geotechnical Journal Vol. 1 No. a, 1963

Siendo:

N_q = Factor de capacidad de carga en caso de que la pila quede apoyada sin empotramiento en los materiales resistentes.

D'' = Empotramiento de diseño, de la pila dentro de los materiales resistentes.

N_q' = Factor de capacidad de carga para el caso que la pila tenga un empotramiento mínimo D' dentro de los materiales resistentes, - obtenido mediante la relación:

$$D' = 4 \sqrt{N \phi} B$$

Donde:

$$\sqrt{N \phi} = \tan (45^\circ + \phi / 2)$$

B = Diámetro de la base de la pila.

En los cálculos realizados se consideró que los materiales de apoyo presentan un ángulo de fricción interna de 37° -- (obtenido de su correlación con el índice de resistencia a la penetración estándar).

II.2 ANALISIS DE HUNDIMIENTOS

Los hundimientos probables que sufrirán las pilas por deformación elástica de los materiales de apoyo se estimaron con la siguiente expresión:

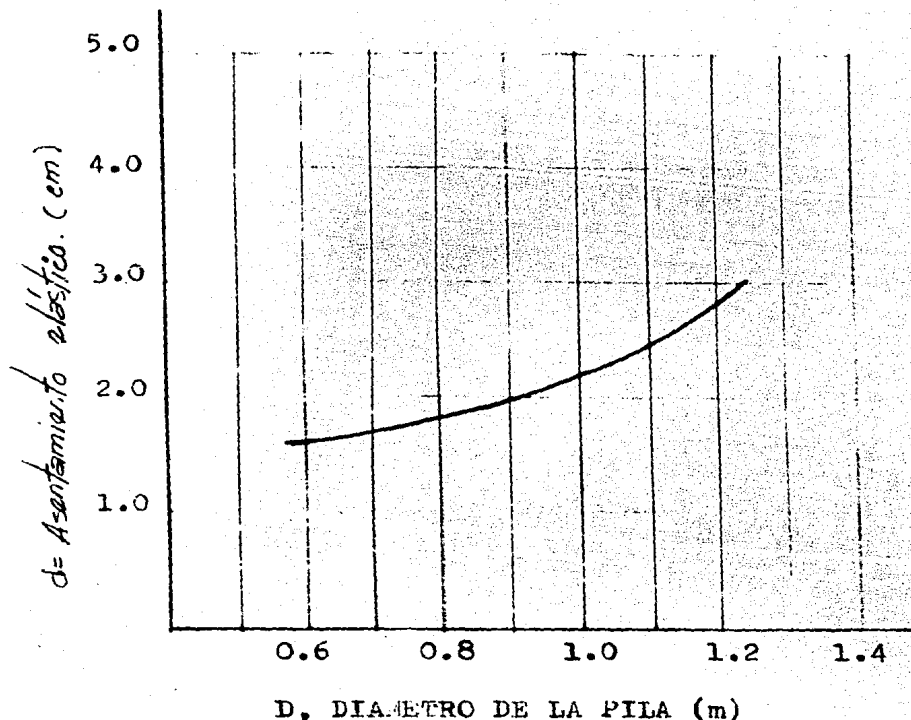
$$d = Q_a \left[L / (E_c A_f) + (m c_s f_p / E_s \sqrt{A_b}) (1 - M^2) \right]$$

* V reunión de mecánica de suelos, Tomo I pp IV-44, 1970, SMMS.

Donde:

- d = Asentamiento de la cabeza de la pila.
- Qa = Carga real aplicada sobre la cabeza de la pila.
- L = Longitud de la pila.
- m = Factor de forma, igual a 0.95 para áreas de cimentación circular.
- cs = Factor de rigidez, igual a 1.0 para cimentaciones flexibles.
- fp = Factor de profundidad igual a 0.5 para D/B 5
- Es = Módulo de elasticidad del material de apoyo (12900 Tn/m²)
- Ab = Area de la base de la pila.
- M = Relación de Poisson, igual a 0.3

Considerando un módulo de elasticidad del manto de apoyo de 12,900 Tn/m² y una relación de Poisson de 0.30 (obtenido de su correlación con las propiedades índice de los materiales de apoyo), se obtuvieron los asentamientos -- elásticos para las pilas, graficados éstos en la siguiente figura, los cuales están en función del diámetro de la base de la pila.



II.3 EMPUJES SOBRE MUROS DE CONTENCIÓN

Se calcularon los empujes que actuarán sobre muros de contención considerando los casos de muros rígidos y muros deformables. Los muros rígidos son aquellos en los que el desplazamiento lateral está restringido y los muros deformables son los que permiten el desplazamiento en la corona. Los primeros corresponden a muros de cimentación donde las losas o firmes actúan como diafragmas y los segundos son cualquier muro no sujeto en la parte superior. En el primer caso para el cálculo del empuje se empleó un coeficiente de presión de tierras en reposo de 0.5 y un peso volumétrico de 1.6 Tn/m^2 .

Es importante aclarar que en los muros, no se ha considerado el efecto de la presión hidrostática, por lo que se deberá dotar a los muros de un sistema de drenaje eficiente (filtros y tubos a través de los muros) que evite la acumulación de agua en la espalda de ellos.

II.3-1 ESTABILIDAD DE LOS MUROS.

El análisis de estabilidad de los muros, consistió en analizar la capacidad de carga del suelo subyacente, deslizamiento y volteamiento.

II.3-1.a CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga del terreno bajo el muro, se determinó aplicando el criterio de Terzaghi¹ con la siguiente expresión:

$$q_c = \gamma' D_f N_q + 1/2 B N_{\gamma} \gamma'$$

DONDE:

q_c = Capacidad de carga, en Tn/m².

γ' = Peso volumétrico en Tn/m³.

D_f = Profundidad de desplante en mts.

B = Ancho de la base del muro, en mts.

N_q N_{γ} = Factores de capacidad de carga, que dependen del valor del ángulo de fricción interna ϕ del material de apoyo.

¹ Terzaghi; K. "Theoretical, Soil Mechanics", John Willey and Sons., 1956.

Considerando peso volumétrico de 1.8 Tn/m³, profundidad de desplante de 2 mts, ángulo de fricción interna de 37° y anchos de 5.5 y 3 mts. para los muros, se obtuvo una capacidad de carga última de 137 y 79 Tn/m² respectivamente.

La presión originada por la componente vertical de la resultante de las fuerzas actuantes fué valuada por la siguiente expresión:

$$P_t = Q_u/B (1 + 6e/B)$$

Donde:

P_t = Presión originada por la componente vertical de la resultante de las fuerzas actuantes sobre el muro, en Tn/m².

Q_u = Suma de las fuerzas actuantes en el muro en Tn

e = Excentricidad de la componente Q_u respecto al punto central de la base del muro, en mts.

B = Ancho de la base del muro en mts.

Considerando el ancho de 5.5 y 3.0 mts., se obtuvo una presión de 26.41 y 20.2 Tn/m². El factor de seguridad que se obtiene contra la falla por capacidad de carga resulta de 5.2 y 3.9 respectivamente, los cuales son aceptables.

II.3-2 DESLIZAMIENTO

El análisis de deslizamiento se determinó aplicando la siguiente expresión:

$$F_s = F_{fr} / R_H$$

Donde:

- F_s = Factor de seguridad contra deslizamiento.
 RH = Componente horizontal del empuje activo sobre el muro.
 F_{fr} = Fuerza de fricción:
 $F_{fr} = R_v \tan \phi' + E_p$
 R_v = Componente vertical de la resultante de las fuerzas actuantes sobre el muro, igual a --
108.12 y 32.88 Tn.
 ϕ' = $2/3$ del ángulo de fricción interna del suelo, igual a 37° .
 B = Ancho de la base del muro, igual a 5.5 y 3.0mts.
 E_p = Empuje pasivo, igual a 1.8 y 1.35 Tn.

Para los muros se obtuvieron factores de seguridad de 1.55 y 2.0 respectivamente, los cuales son admisibles.

II.3-3 VOLTEAMIENTO

Se revisó que los muros fueran estables contra el volteo por rotación alrededor del pie de su pared exterior (talón del muro), para lo cual se determinó el factor de seguridad contra el volteo aplicando la siguiente expresión:

$$F_s \text{ Volteo} = M_r / M_a$$

Donde:

- M_r = Momento que resisten el volteo alrededor del talón.
 M_a = Momento que tiende a hacer girar el muro - alrededor de su talón.

Se obtuvieron factores de seguridad de 1.67 y 1.69 para los muros analizados y que resultan admisibles.

II.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE PILAS

Se hará la perforación para alojar la pila con diámetro - igual el indicado en el plano estructural.

La longitud de la pila será de 8.0 mts. y la cota de desplante será -2.65 mts.

Para evitar derrumbes de las paredes de las perforaciones se estabilizará con lodo bentonítico con densidad igual a 1.05.

La perforación no deberá permanecer abierta por un lapso mayor de cuatro horas. En caso contrario deberá verificarse que no se tengan azolves en el fondo de la perforación y en caso de existir deberán extraerse.

Se introducirá el armado de la pila con sus separadores - correspondientes, evitando golpear las paredes de la perforación que puedan provocar derrumbes.

Se colará la pila empleando trompas de colado, manteniendo la punta del tubo de colado 0.50 mts. debajo del nivel del concreto.

Deberá evitarse tener juntas frías en la pila.

El colado deberá llevarse 0.50mts. por arriba del nivel - inferior de las contratrabes, con objeto de tener concreto de buena calidad en las uniones con dichos elementos.

CARGAS UNITARIAS

| | |
|--|-----------------------|
| Losa, vigueta y bovedilla H=20 cm. | 313 Kg/m ² |
| Por Reglamento | 40 Kg/m ² |
| Capa de compresión e=5 cms. | 100 Kg/m ² |
| Firme 3 cm 0.03x2000 Kg/m ³ | 60 Kg/m ² |
| Granito de terrazo, por especific. | 40 Kg/m ² |
| Falso plafond. | 40 Kg/m ² |

$$CM = 600 \text{ Kg/m}^2$$

| | | |
|--------------|---|---|
| Carga muerta | = | 600 Kg/m ² |
| Carga viva | = | 250 Kg/m ² (diseño carga vertical) |
| Carga viva | = | 180 Kg/m ² (diseño por sismo) |
| Carga viva | = | 200 Kg/m ² (diseño cimentación) |

MUROS:

| | |
|--|-----------------------|
| Block hueco de cemento tipo intermedio | 210 Kg/m ² |
| Aplanado 2 cm dos lados | 50 Kg/m ² |
| | <hr/> |
| | 260 Kg/m ² |

PILAS

Las pilas se diferencian de los pilotes por su diámetro y porque suelen ser preexcavadas a mano o con maquinaria especial.

La pila se analizó como si fuera columna corta.

Carga estática:

$$F = 310 \text{ Tn} + \text{PoPo}^+ (3.1416 \times 0.9^2 \times 8 \times 2.4 / 4 = 12 \text{ Tn}) = 322 \text{ Tn.}$$

$$P_u = 322 \times 1.4 = 450 \text{ Tn.}$$

$$M_{acc} = 450 \times 0.05 \times 0.90 = 20.25 \text{ Tn.m.}$$

$$d = 85/90 = 0.90$$

$$R = 20.25 \times 10^5 / 0.50 \times 90^3 \times 170 = 0.032$$

$$K = 450,000 / 0.50 \times 90^2 \times 170 = 0.65$$

$$q = 0.10$$

$$P = 0.10 \times 170 / 4200 = 0.004$$

Por especificaciones P será del 5 al 7 el millar.

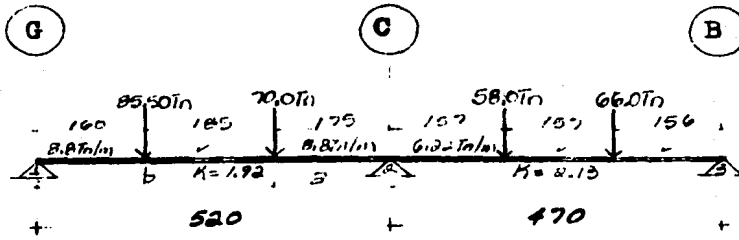
Por lo tanto rige $P = 0.007$.

$$A_s = 0.007 \times 3.1416 \times 90^2 / 4 = 45 \text{ cm}^2 = 10\# 8 \text{ y } E\# 4 \text{ a/c } 20$$

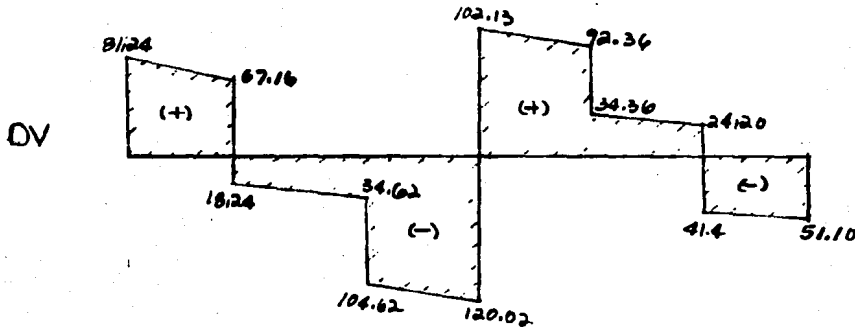
+ PoPo = Peso propio

Factor de carga F.C = 1.4

CONTRATRABE EJE 46



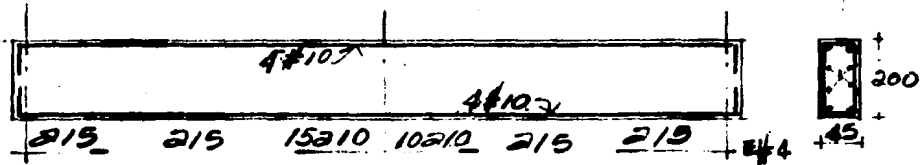
| | | | | |
|--------|--------|---------|--------|-----------|
| Fd | 0.00 | 0.475 | 0.525 | 0.00 |
| MEP | 0.00 | -14.40 | 110.70 | 0.00 Trim |
| 0 | 0.00 | +14.58 | +10.12 | 0.06 |
| MF | 0.00 | -126.82 | 126.82 | 0.00 Trim |
| Visost | 105.63 | -95.63 | 75.15 | -78.08 Tn |
| Vhip | -24.39 | -24.39 | +26.98 | +26.98 Tn |
| VTOT | 81.24 | -120.02 | 102.13 | -51.10 Tn |



$M_{\text{G}} = 118.72 \text{ Tn}\cdot\text{m}$

$M_{\text{C}} = 72.15 \text{ Tn}\cdot\text{m}$

#4216



$$M_{21} = wL^2/8 + \left[P_{ab} (b+L) \right] / aL^2$$

$$= 8.8 \times 5.2^2 / 8 + \left[70 \times 1.75 \times 3.45 (3.45 + 5.2) \right] / 1.75 \times 5.2^2 +$$

$$\left[85.5 \times 3.6 \times 1.6 (1.6 + 5.2) \right] / 3.6 \times 5.2^2$$

$$M_{21} = 141.40 \text{ Tn.m}$$

$$M_{23} = (6.22 \times 4.7^2) / 8 + \left[58 \times 1.57 \times 3.13 (3.13 + 4.7) \right] / 1.57 \times 4.7^2 +$$

$$\left[66 \times 3.14 \times 1.56 (1.56 \times 4.7) \right] / 3.14 \times 4.7^2$$

$$M_{23} = 110.70 \text{ Tn.m.}$$

$$\text{Visostático 21} = (85.5 \times 1.6 + 70 \times 3.45 + 8.8 \times 5.2 \times 2.6) / 5.2 = 95.63 \text{ Tn.}$$

$$\text{Visostático 23} = (66 \times 1.56 + 58 \times 3.13 + 6.22 \times 4.7 \times 2.35) / 4.7 = 75.15 \text{ Tn.}$$

$$\text{Whiperestático} = 126.82 / 5.20 = -24.39 \text{ Tn.}$$

$$\text{Whiperestático} = 126.82 / 4.7 = 26.98 \text{ Tn.}$$

$$MR/bd^2 = 1.4 \times 126.82 \times 10^5 / (45 \times 195^2) = 10.5$$

De la figura () de momento resistente.

$$P = 0.003$$

$$\text{Si } P = A_s / b d$$

$$A_s = P b d = 0.003 \times 45 \times 195 = 26.3 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \# 10$$

$$MR/bd^2 = 1.4 \times 118.72 \times 10^5 / 45 \times 195^2 = 10$$

$$A_s = 26.3 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \# 10$$

Separación de los estribos:

$$\text{Sep} = (FR A_v f_y d) / (V_u - V_c R)$$

$$\text{Si } P < 0.01 \Rightarrow V_c R = FR b d (0.2 + 30P) \sqrt{f_c}$$

$$V_c R = 0.8 \times 45 \times 195 (0.2 + 30 \times 0.003) \sqrt{200} = 28,800 \text{ Kg.}$$

$$\text{Sep} = (0.8 \times 2.54 \times 4200 \times 195) / (120000 - 28,800)$$

$$\text{Sep} = \# 4 \text{ a/c } 18 \text{ cm.}$$

Si el claro entre el peralte total es menor o igual que 2.5 se considera como una viga diafragma.

Por lo tanto:

$$470/200 = 2.35 < 2.5$$

Por lo cual se diseñará como una viga diafragma.

Si la cuantía A_s/bd es menor o igual que 0.008 la resistencia a flexión de vigas diafragma se puede estimar.

$$MR = F_r A_s f_y Z$$

Donde Z se valúa con el criterio siguiente:

$$1.0 < (L/h) \leq 2.5$$

$$Z = (0.3 + 0.2 L/h) h$$

$$Z = (0.3 + 0.2 \times 470/200) 200 = 154$$

$$\text{Si } MR = F_r A_s f_y Z$$

$$A_s = MR / F_r F_y Z$$

$$A_s = 126.82 \times 10^5 / 0.9 \times 4200 \times 154 = 22 \text{ cm} \Rightarrow 5\#8 \text{ ó } 4\#10$$

Disposición del refuerzo por flexión:

El refuerzo para momento negativo, debe repartirse en dos franjas paralelas al eje de la viga de acuerdo con lo siguiente:

Una fracción del área total igual a $0.5(L/h - 1)$ $A_s = 0.5(470/200 - 1) 22 \text{ cm}^2 = 14.85 \text{ cm}^2$, debe repartirse uniformemente en una franja de ancho igual a :

$0.2 h = 0.2(200) = 40 \text{ cm}$. El resto se repartirá --

uniformemente en una franja adyacente a la anterior de ancho igual a $0.6 h$.

$$0.5 (3-L/h) A_s = 0.5(3-470/200) 22 \text{ cm}^2 = 7.15 \text{ cm}^2 =$$

Refuerzo por cambios volumétricos:

$$a_s = (450x_l)/f_y (x_l + 100)$$

DONDE:

$$a_s = \text{cm}^2/\text{cm}$$

x_l = Dimensión mínima del miembro perpendicular al refuerzo.

$$a_s = 450 (45 \text{ cm}) / [4200 (45+100)] = 0.033 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Utilizando varillas #4 (área = 1.27 cm²)

$$\text{Separación} = 1.27 \text{ cm}^2 / 0.033 \text{ cm}^2/\text{cm} = \#4 \text{ a } 38 \text{ cm.}$$

Si la fuerza cortante de diseño V_u es mayor que $V_c R$ la diferencia se tomará con refuerzo.

La contribución del refuerzo vertical (estribos) se supondrá igual a :

$$0.083 F_r f_{yv} d A_v (1+L/d)/s$$

DONDE:

A_v = es el área del refuerzo vertical (cm²)

S = Es la separación (cm)

f_{yv} = Esfuerzo de fluencia (kg/cm²)

$$0.083 \times 0.8 \times 4200 \times 195 \times 2.54 (1+470/200) / 10 = 46.30 \text{ Tn.}$$

La contribución del refuerzo horizontal se supone igual a:

$$0.083 FR f_yh d Avh (11-L/d) / Sh$$

DONDE:

Avh = Area del refuerzo horizontal (cm²)

Sh = Separación (cm)

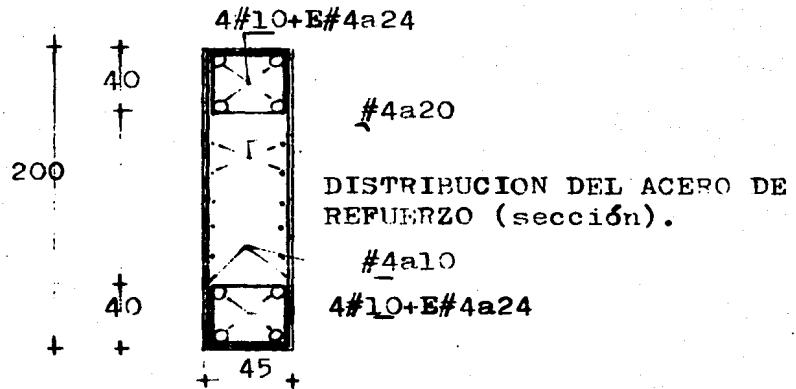
f_yh = Esfuerzo de fluencia.

$$0.083 \times 0.8 \times 4200 \times 195 \times 1.27 (11 - 470/200) / 20 = 60 \text{ Tn.}$$

$$VcR = 28.8 \text{ Tn.}$$

$$28.8 \text{ Tn} + 46.30 \text{ Tn} + 60 \text{ Tn} = 135.10 \text{ Tn} > 120 \text{ Tn.}$$

•• Es aceptable la contribución del acero de refuerzo a cortante.



Rigidez:

$$K = 3EI/L = I/L$$

Como la sección es constante puedo considerar como rigidez el inverso del claro, multiplicando por mil.

Por ejemplo:

$$(1/520)1000 = 1.92 \quad ; \quad (1/470)1000 = 2.13$$

Factor de distribución:

$$1.92 / (1.92 + 2.13) = 0.475$$

$$2.13 / (1.92 + 2.13) = 0.525$$

COLUMNAS

Para el caso de las columnas del eje H, donde no existen muros que restrinjan el desplazamiento lateral, se revisó para la condición más desfavorable de flexocompresión biaxial, que resulta de las acciones permanentes y su combinación con las acciones accidentales.

Cabe mencionar que las columnas se diseñaron plásticamente, utilizando las gráficas publicadas por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, en --- Septiembre de 1980. También se utilizaron los factores de reducción y carga indicados en las normas de emergencia, editadas en el Diario Oficial el 18 de Octubre de 1985.

Para el análisis de las columnas se consideraron las siguientes combinaciones:

$$Macx = 0.05 \times P \text{ est.} \times B/100$$

$$Macy = 0.05 \times P \text{ est.} \times t/100$$

ESTATICA

$$Pu = P \text{ est.} \times 1.4$$

$$Mux = (Mx \text{ est} + Macx) \times 1.4$$

$$Muy = (My \text{ est} + Macy) \times 1.4$$

ESTATICA + SISMO DIRECCION x

$$Pu = (P \text{ est} + P \text{ sis } x + 0.30 \times P \text{ sis } y) \times 1.1$$

$$Mux = (Mx \text{ est} + Macx + Mx \text{ sis } x) \times 1.1$$

$$Muy = (My \text{ est} + Macy + 0.30 My \text{ sis } y) \times 1.1$$

ESTATICA - SISMO DIRECCION x

$$P_u = (P_{est} - P_{sis\ x} - 0.30 \times P_{sis\ y}) \quad 1.1$$

$$M_{ux} = (M_{x\ est} - M_{acx} - M_{x\ sis\ x}) \quad 1.1$$

$$M_{uy} = (M_{y\ est} - M_{acy} + 0.30 \times M_{y\ sis\ y}) \quad 1.1$$

ESTATICA + SISMO DIRECCION y

$$P_u = (P_{est} + P_{sis\ y} + 0.30 \times P_{sis\ x}) \quad 1.1$$

$$M_{ux} = (M_{x\ est} + M_{acx} + 0.30 \times M_{x\ sis\ x}) \quad 1.1$$

$$M_{uy} = (M_{y\ est} + M_{acy} + M_{y\ sis\ y}) \quad 1.1$$

ESTATICA - SISMO DIRECCION y

$$P_u = (P_{est} - P_{sis\ y} - 0.30 \times P_{sis\ x}) \quad 1.1$$

$$M_{ux} = (M_{x\ est} - M_{acx} + 0.30 \times M_{x\ sis\ x}) \quad 1.1$$

$$M_{uy} = (M_{y\ est} - M_{acy} - M_{y\ sis\ y}) \quad 1.1$$

DONDE:

B y t = Son las dimensiones de la columna.

M_{acx} = Momento accidental en x.

M_{acy} = Momento accidental en y.

P_{est} = Carga axial.

M_{ux} = Momento de diseño dirección x.

M_{uy} = Momento de diseño dirección y.

$P_{sis\ x}$ = Carga dinámica en dirección x.

$P_{sis\ y}$ = Carga dinámica en dirección y.

$M_{x\ est}$ = Momento estático en la dirección x.

$M_{y\ est}$ = Momento estático en la dirección y.

CAPITULO II

T A B L A 1

REVISION POR CARGAS VERTICALES. MUROS DE PLANTA BAJA

| MURO | AREA TRI BUTARIA (m ²) | LONGITUD DEL MURO (m) | Fu (Tn) | Fa | FE | FR (Tn) |
|------|--|-----------------------------|------------|------|------|------------|
| 1 | 9.90 | 4.70 | 134.60 | 1.56 | 0.80 | 108.30 |
| 2 | 4.00 | 1.85 | 53.90 | 1.73 | 0.83 | 44.20 |
| 3 | 24.00 | 5.30 | 274.00 | 1.93 | 0.81 | 123.40 |
| 4 | 10.92 | 2.30 | 123.70 | 1.95 | 0.81 | 53.46 |
| 5 | 12.60 | 2.00 | 137.10 | 2.00 | 0.80 | 46.00 |
| 6 | 23.53 | 5.00 | 266.90 | 1.94 | 0.80 | 116.30 |
| 7 | 34.44 | 8.30 | 399.20 | 1.91 | 0.81 | 193.80 |
| 8 | — | 3.10 | 26.60 | 1.33 | 0.86 | 77.50 |
| 9 | — | 3.70 | 31.80 | 1.33 | 0.87 | 92.52 |
| 10 | 7.71 | 3.00 | 99.10 | 1.77 | 0.82 | 71.20 |
| 11 | — | 3.10 | 26.60 | 1.33 | 0.86 | 77.50 |

REVISION DE LOS MUROS POR CARGA VERTICAL

Carga vertical actuante de diseño en muros de planta baja

$$P_u = F_c \left[(W_M + W_V) \text{ Atrib.} + W_m \times L \right] \quad 8 \text{ niveles}$$

DONDE:

W_M = Carga muerta.

W_V = Carga viva.

Atrib = Area tributaria.

W_m = Peso propio de muros.

L = Longitud de los muros.

F_c = Factor de carga.

$$P_u = 1.4 \left[(600 + 250) \text{ Atrib} + 767 \times L \right] \quad 8$$

$$P_u = 1.4 \left[850 \text{ Atrib} + 767 \times L \right] \quad 8$$

$$P_u = 11.20 \left[850 \text{ Atrib} + 767 \times L \right]$$

$$P_u = (9520 \text{ Atrib} + 8590.4 \times L)$$

Por ejemplo: para muro 1

$$\text{Atrib} = 9.90 \text{ m}^2$$

$$\text{Long} = 4.70 \text{ m}$$

$$P_u = 9520 \times 9.9 + 8590.4 \times 4.7 = 134.60 \text{ Tn.}$$

CARGA VERTICAL RESISTENTE DE LOS MUROS

$$PR = FR FE F_m^+ At$$

Donde:

FR = Factor de reducción = 0.6 para muros confinados.

PR = Carga vertical total resistente de diseño.

At = Area de la sección transversal del muro

F_m^+ = Resistencia nominal de diseño en compresión de la mampostería.

FE = Factor de reducción por excentricidad y esbeltez.

t = Espesor del muro

ec = Excentricidad calculada

ea = Excentricidad accidental

Fa = Factor de incremento de la excentricidad por efecto de esbeltez.

K = Coeficiente se tomará como 1/50 para piezas cuyas dimensiones no difieren en más de un 30% de los nominales y 1/30 cuando no se cumpla lo anterior

Pl = Carga crítica de pandeo

I = Momento de inercia de la sección bruta

H' = Altura efectiva del muro.

$$\begin{aligned}
F_m^+ &= 20 \text{ Kg/cm}^2 + 4 \text{ Kg/cm}^2 = 24 \text{ Kg/cm}^2 \\
FE &= 1 - 2e'/t \\
e' &= Fa (ec+ea) \\
ea &= K (t+H/10) = (1/50)(20+295/10) = 0.99 \text{ cm.} \\
ec &= 0 \text{ para muros interiores.} \\
ec &= ec_1 Pi/Pu \text{ para muros exteriores.} \\
ec_1 &= t/2 - b/3 = t/6 = 20/6 = 3.33 \text{ cm.} \\
Pi &= 1.4 (W_M + W_V) \text{ Atrib.} \\
Fa &= cm/(1-Pu/Pc) \\
cm &= 1 \text{ para muros interiores.} \\
cm &= 0.6 + 0.4 ec_1/ec_2 \text{ para muros exteriores.} \\
Pc &= \pi^2 EI/H'^2 \\
H' &= 0.75 H = 0.75 \times 295 = 221.25 \text{ cm.} \\
EI &= EI (0.25+Pu/PRO) \\
E &= 250 F_m^+ = 250 \times 24 = 6000 \text{ Kg/cm}^2 \\
I &= (Lt^3)/12 = L \times 20^3/12 = 666.67 \text{ L} \\
PRO &= F_m^+ t L_m
\end{aligned}$$

CALCULO PARA EL MURO 1 (EXTERIOR)

$$\begin{aligned}
cm &= 0.6 + 0.4 ec_1/ec_2 \geq 0.4 \\
ec_1 \text{ y } ec_2 &\text{ La menor y mayor de las excentricidades} \\
&\text{ calculadas.} \\
ec &= ec_1 Pi/Pu
\end{aligned}$$

$$P_i = 1.4 (W_M + W_V) \text{ Atrib.}$$

$$P_i = 1.4 (850) 9.90 = 11.78 \text{ Tn.}$$

$$e_c = (3.33) 11.78/134.60 = 0.29 \text{ cm.}$$

$$c_m = 0.6 + 0.4 \times 0.99/(0.99 + 0.29) = 0.91$$

$$I = 666.67 \times 470 = 313,335 \text{ cm}^4$$

$$EI = 6000 \times 313,335 (0.25 + 134,600/20 \times 24 \times 470) = 1.6 \times 10^9 \text{ Kg cm}^2$$

$$P_c = \pi^2 EI/H^2$$

$$P_c = (3.14^2 \times 1.6 \times 10^9)/221.25^2 = 323,000 \text{ Kg.}$$

$$F_a = c_m/(1 - P_u/P_c) = (0.91)/(1 - 134,600/323,000) = 1.56$$

$$e' = F_a (e_c + e_a)$$

$$e' = 1.56 (0.29 + 0.99) = 2.0$$

$$FE = 1 - 2e'/t = 1 - 2 \times 2/20 = 0.80$$

$$PR = FR FE f^+ m At$$

$$= 0.6 \times 0.80 \times 24 \times 20 \times 470 = 108.3 \text{ Tn} < 134.60 \text{ Tn.}$$

CALCULO PARA EL MURO 2 (INTERIOR)

$$c_m = 1.0$$

$$I = 666.67 \times 185 = 123,334$$

$$EI = 6000 \times 123,334 (0.25 + 53,900/20 \times 24 \times 185) = 634,170 \text{ Kg cm}^2$$

$$P_c = (3.14^2 \times 634,170)/221.25^2 = 127.90 \text{ Tn.}$$

$$F_a = 1/(1 - 53.90/127.90) = 1.73$$

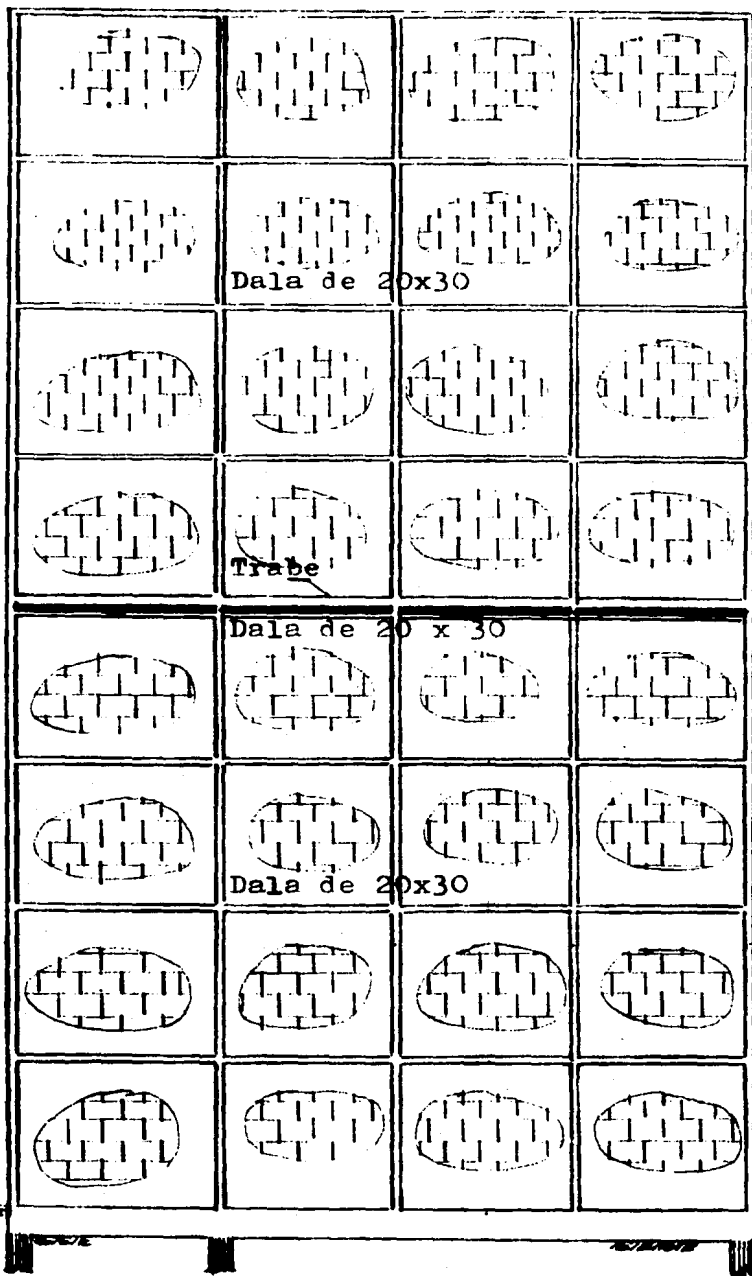
$$e' = 1.73 (0 + 0.99) = 1.71$$

$$FE = 1 - 2 \times 1.71/20 = 0.83$$

$$PR = 0.83 \times 0.6 \times 24 \times 20 \times 185 = 44.20 \text{ Tn.} < 53.90 \text{ Tn.}$$

De la tabla 1 se puede apreciar que para la mayoría de los muros PR < Pu, una forma de incrementar la carga vertical - resistente de los muros de mampostería (PR) es reforzándolos interiormente con malla o barras corrugadas de acero, horizontales y verticales, colocadas en los huecos de las - piezas, en ductos o en las juntas, de esta manera, si se -- cumple con los requisitos de muros reforzados interiormente indicados en el Reglamento de Construcciones (no.403) para el Distrito Federal, podemos incrementar la resistencia a cargas verticales en un cincuenta por ciento.

La otra forma que se propone es diseñar una trabe en el nivel +18.10 que sea capaz de resistir la carga vertical de los muros superiores y transmitirla a los castillos armados como columnas. Ver elevación de un muro tipo en la página siguiente.



Niv. + 18.10



Junta de construcción
 $e=3$ cm. que deberá ser
 retacada una vez que
 se hayan construido -
 todos los niveles su-
 periores.

ELEVACION DE MURO TIPO

REVISION POR CARGA VERTICAL DEL MURO 1 EN P.B.

$$\text{Atrib.} = 9.90 \text{ m}^2$$

$$\text{Long.} = 4.70 \text{ mts.}$$

$$P_u = 1.4 \left[850 \text{ Atrib} + 767 \times L \right] \times 4 \text{ niv.}$$

$$P_u = 1.4 \left[850 \times 9.90 + 767 \times 4.7 \right] \times 4$$

$$P_u = 67.31 \text{ Tn.}$$

$$P_R = F_R F_E f_m^+ A_t$$

$$P_i = 1.4 \times 890 \times 9.90 = 11.78 \text{ Tn.}$$

$$e_c = 3.33 \times 11.78 / 67.31 \text{ Tn} = 0.58 \text{ cm.}$$

$$c_m = 0.6 + 0.4 \times 0.99 / (0.99 + 0.58) = 0.85$$

$$I = 313,335 \text{ cm}^4$$

$$EI = 6000 \times 313,335 (0.25 + 67310 / 24 \times 20 \times 470) = 1.03 \times 10^9 \text{ Kg cm}^2$$

$$P_c = 3.14^2 \times 1.03 \times 10^9 / 221.25^2 = 207,850 \text{ Kg.}$$

$$F_a = 0.85 / (1 - 67310 / 207,850) = 1.26$$

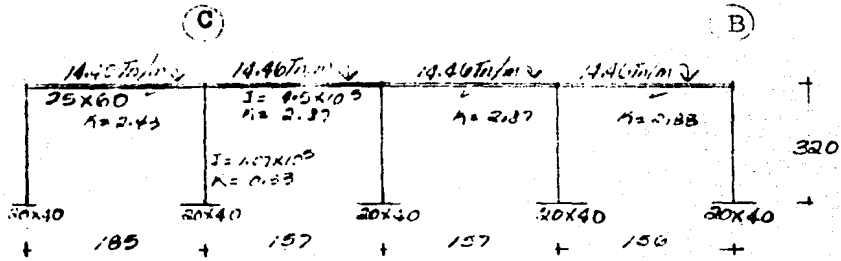
$$e' = 1.26 (0.58 + 0.99) = 1.97$$

$$F_E = 1 - 2 \times 1.97 / 20 = 0.80$$

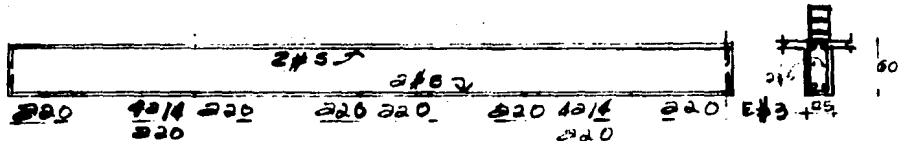
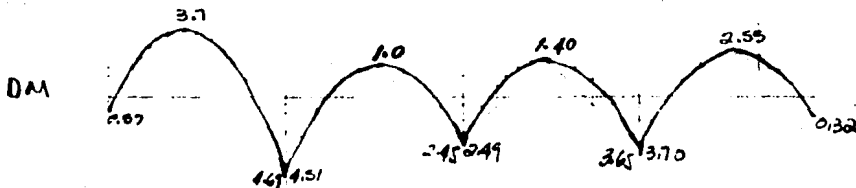
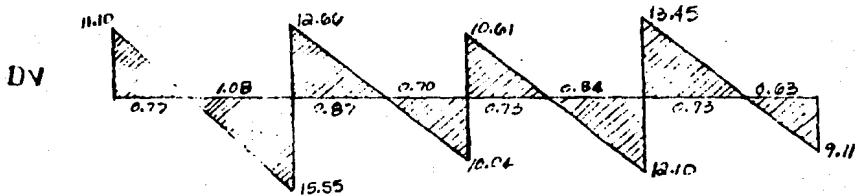
$$P_R = 0.6 \times 0.80 \times 24 \times 20 \times 470 = 108.30 \text{ Tn.}$$

$P_R > P_u$.°. La estructuración del edificio con una trabe en el + 18.10 es una solución para la resistencia por carga vertical de los muros.

TRABE EJE 47, NIVEL +18.10



| | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------------|
| F.d | 0.88 | 0.93 | 0.51 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.90 | |
| MEP | +4.11 | -4.11 | +3.0 | -3.0 | +3.0 | -3.0 | +2.95 | -2.95 | $T_{1.07}$ |
| D | -3.62 | +0.48 | +0.67 | - | - | +0.02 | +0.02 | +2.66 | |
| T | +0.24 | -1.81 | - | +0.29 | +0.01 | - | +1.63 | +0.01 | |
| D | -0.21 | +0.78 | +0.92 | -0.14 | -0.14 | -0.63 | -0.63 | -0.01 | |
| T | +0.35 | -0.11 | -0.07 | +0.46 | -0.32 | -0.07 | - | -0.32 | |
| D | -0.34 | +2.08 | +0.09 | -0.06 | -0.06 | +0.03 | +0.03 | +0.29 | |
| MF | +0.57 | -4.69 | +4.51 | -2.45 | +3.49 | +3.65 | +3.70 | -0.32 | $T_{1.07}$ |
| V _{max} | 13.32 | -13.32 | 11.36 | -11.35 | 11.35 | -11.35 | 11.28 | -11.28 | $T_{1.07}$ |
| V _{min} | -2.23 | -2.23 | 1.31 | +1.31 | -0.74 | -0.74 | +2.17 | +2.17 | $T_{1.07}$ |
| V _{total} | 11.10 | -15.55 | 12.66 | -10.04 | 10.61 | -12.10 | 13.45 | -9.11 | $T_{1.07}$ |



$$\text{Inercia de la Trabe} = 25 \times 60^3 / 12 = 4.5 \times 10^5 \text{ cm}^4$$

$$\text{Inercia de la Columna} = 20 \times 40^3 / 12 = 1.07 \times 10^5 \text{ cm}^4$$

$$\text{Rigidez: } 4EI/L = I/L$$

$$K_t = 4.5 \times 10^5 / 185 \times 1000 = 2.43$$

$$K_t = 4.5 \times 10^5 / 157 \times 1000 = 2.87$$

$$K_c = 1.07 \times 10^5 / 320 \times 1000 = 0.33$$

Factor de Distribución:

$$2.43 / (2.43 + 0.33) = 0.88$$

$$2.43 / (2.43 + 0.33 + 2.87) = 0.43$$

$$2.87 / (2.43 + 0.33 + 2.87) = 0.51$$

MEP (Momento de Empotramiento)

$$wL^2/12 = 14.40 \times 1.85^2 / 12 = 4.11 \text{ Tn.m}$$

$$wL^2/12 = 14.46 \times 1.57^2 / 12 = 3.0 \text{ Tn.m}$$

$$wL^2/12 = 14.46 \times 1.56^2 / 12 = 2.95 \text{ Tn.m}$$

Factor de Transporte igual a 0.50

Visost. (Cortante Isostático) :

$$14.40 \times 1.85 / 2 = 13.32 \text{ Tn.}$$

Vhiper. (Cortante Hiperestático) :

$$(-4.69 \text{ Tn.m} + 0.57) / 1.85 = -2.23 \text{ Tn.}$$

Momento Positivo : (M+)

Localización del punto de inflexión:

$$11.10 \times 1.85 / (11.10 + 15.55) = 0.77 \text{ mts.}$$

$$15.55 \times 1.85 / (11.10 + 15.55) = 1.08 \text{ mts.}$$

$$M_0 = 11.10 \times 0.77 / 2 = 4.27 \text{ Tn.m} - 0.57 = 3.70 \text{ Tn.m.}$$

Comprobación:

$$M_0 = 15.55 \times 1.08 / 2 (-4.69 \text{ Tn.m}) = 3.70 \text{ Tn.m.}$$

$$M_{\ominus} = (12.66 \times 0.87 / 2) - 4.51 \text{ Tn.m} = 1.0 \text{ Tn.m.}$$

$$M_{\ominus} = (10.04 \times 0.70 / 2) - 2.45 \text{ Tn.m} = 1.0 \text{ Tn.m.}$$

Una forma de comprobar el momento positivo es:

$$V^2 / 2w - M(-)$$

DONDE:

V = Cortante en Tn.

w = Carga uniforme en Tn/m.

M(-) = Momento negativo en Tn.m.

Por ejemplo:

$$(11.10^2 / 2 \times 14.40) - 0.57 = 3.70 \text{ Tn.m.} \quad \text{O.K.}$$

$$(12.66^2 / 2 \times 14.46) - 4.51 = 1.0 \text{ Tn.m.} \quad \text{O.K.}$$

ACERO NEGATIVO:

$$4.69 \times 10^5 / 25 \times 55^2 = 6.20 \text{ de la fig.}$$

P = 0.0026 que es el acero mínimo por flexión.

$$A_{s-} = 0.0026 \times 25 \times 55 = 3.60 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \# 5$$

ACERO POSITIVO:

$$3.70 \times 10^5 / 25 \times 55^2 = 5.0 \text{ de la fig.}$$

Acero mínimo por flexión = $0.7 \sqrt{f_c} / f_y = 0.7 \sqrt{250} / 4200 = 0.0026$

$$A_{s+} \Rightarrow 2 \# 5$$

Separación de estribos

$$S = PR A_v f_y d / (V_u - V_{cR})$$

DONDE:

A_v = Area de acero transversal.

S = separación.

V_u = Fuerza cortante de diseño

V_{cR} = Fuerza cortante que toma el concreto.

$$V_{cR} = 0.5 PR b d \sqrt{f_c} = 0.5 \times 0.8 \times 25 \times 55 \times \sqrt{0.80 \times 250} = 7.78 \text{ Tn.}$$

$$S = 0.8 \times 1.42 \times 2100 \times 55 / (15550 - 7780) = E \# 3a/c 16 \text{ cm.}$$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESCALERA TIPO

Análisis de cargas:

| | |
|--|-----------------------|
| Losa espesor 12cm = $0.12 \times 2400 \text{kg/m}^3 =$ | 288 Kg/m ² |
| Reglamento de Construcción. | 20 " |
| Relleno de pedacería para formar escalones e=10cm = $0.10 \times 1800 \text{Kg/m}^3$ | 180 " |
| Carga viva. | 350 " |
| | <hr/> |
| | 840 Kg/m ² |

Estimación del Peralte Mínimo, Considerando un diseño plástico.

$$\text{Area} = 3.6 \times 1.0 = 3.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga Uniforme} = (3.6 \text{m}^2 \times 0.84 \text{Tn/m}^2) / 3.6 = 0.84 \text{ Tn/m}$$

$$\text{Carga Uniforme} = 0.84 \text{ Tn/m}^2 \times 1.0 \text{m} = 0.84 \text{ Tn/m}$$

Considerandola simplemente apoyada en sus extremos.

$$\text{Momento} = w l^2 / 8 = (0.84 \text{ Tn/m} \times 3.6^2) / 8 = 1.36 \text{ Tn.m.}$$

$$M_u = 1.36 \text{ Tn.m} \times F_c \quad \text{si } F_c = \text{Factor de carga} = 1.4$$

$$M_u = 1.36 \text{ Tn.m} \times 1.4 = 1.90 \text{ Tn.m.}$$

Si $M_u / b d^2 =$ al 75% del porcentaje balanceado (ver gráfica del momento resistente, fig. 3) si la resistencia del concreto $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$. $M_u / b d^2 = 44.8$

Donde:

M_u = Momento último de diseño

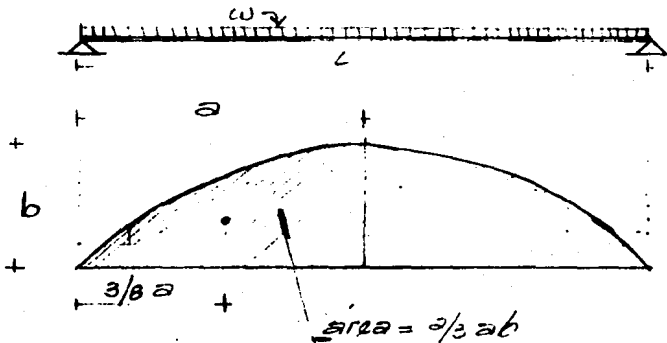
b = Ancho unitario de un metro.

d = Peralte

$$M_u / b d^2 = 44.8 ; \quad d = \sqrt{M_u / b \times 44.8} = \sqrt{1.9 \times 10^5 / (100 \times 44.8)} \approx 7 \text{ cmts.}$$

$$d = 7 + 3 \text{ cmts de recubrimiento} = 10 \text{ cmts.}$$

REVISION POR FLECHA



$$a = L/2 \quad ; \quad b = wL^2/8$$

$$A = ab^2/3 = L/2 (wL^2/8)^2/3 = wL^3/24$$

$$= (wL^3/24)L/2 - (wL^2/8)(L/2)(3/8)(L/2)(2/3)$$

$$= wL^4/48 - 3wL^4/384 = (8wL^4/384) - (3wL^4/384)$$

$$= 5wL^4/384 EI$$

$$w = 0.84 \text{ Tn/m}$$

$$L = 3.6 \text{ m}$$

$$E = 10000 \sqrt{f_c} = 158,100 \text{ Kg/cm}^2 = 1,581,000 \text{ Tn/m}^2$$

$$I = 100 \times 10^3 / 12 = 8333 \text{ cm}^4 = 0.000083 \text{ m}^4 = 8.3 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

Deflexión máxima instantánea. Δ_c

$$\Delta_c = 5wL^4/384 EI = (5 \times 0.84 \times 3.6^4) / 384 \times 1581,000 \times 8.3 \times 10^{-5}$$

$$\Delta_c = 0.0139 \text{ mts} = 1.39 \text{ cmts.}$$

$$\text{Deflexión permisible} = \text{claro}/500 + 0.5 = 360/500 + 0.5$$

1.22 < 1.39, por lo tanto la sección no pasa.

Si $d = 15$ cmts. (peralte efectivo = 12 cm)

$$I = 100 \times 15^3 / 12 = 28125 \text{ cm}^4 = 2.8 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$\Delta i = (5 \times 0.84 \times 3.6^4) / (384 \times 1581140 \times 0.0002813) = 0.0041 \text{ mts.}$$

$$\Delta i = 0.41 \text{ cmts.}$$

$$M = 1.36 \times 10^5 \times 1.4 / 100 \times 12^2 = 14 = \text{de las gráficas del momento resistente } q = 0.004 = A_s = 0.004 \times 100 \times 12 = 4.8 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = 0.71 / 4.8 = \#3 \text{ a } 12 \text{ cm.}$$

Deflexión diferida Δd

$$\Delta d = \Delta i (2 - 1.2 A_s / A_s)$$

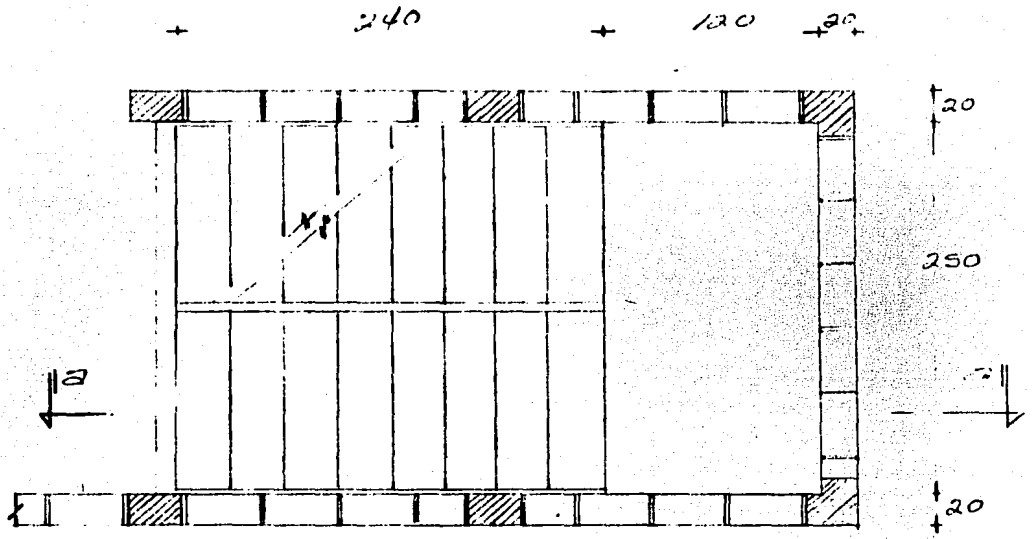
$$\Delta d = 0.41 (2 - 1.2 \times 0.0 / 4.8) = 0.8 \text{ cmts.}$$

Deflexión total = $0.41 + 0.8 = 1.21$ cmts. Menor que la flecha permisible, por lo tanto es aceptable el peralte de 15 cmts.

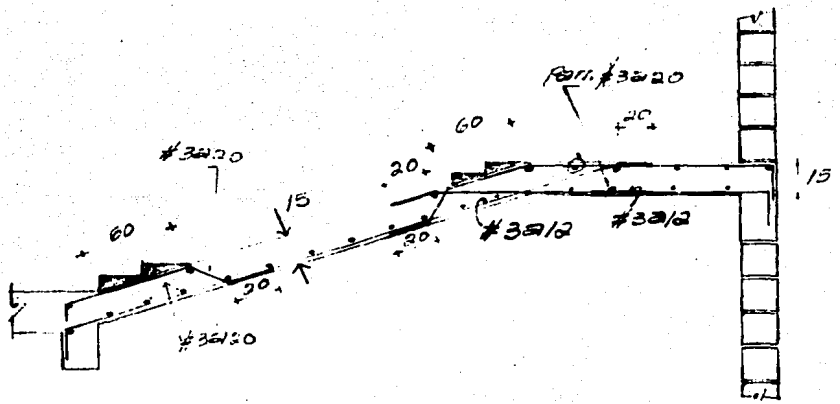
DONDE:

A_s = Area de acero en compresión.

A_s = Area de acero en tensión.



PLANTA ESCALERA TIPO



CORTE a — a

CAPITULO III

REVISION POR SISMO DE LOS MUROS DE CARGA.

a) Fuerza cortante sísmica en la base del edificio

$$V = c / Q \quad W_s$$

Donde:

c = Coeficiente sísmico igual a 0.08

Q = Coeficiente de ductilidad igual a 1.5

W_s = Peso total del edificio considerando una carga viva de 180 Kg/m^2 para análisis por sismo

$$A = 433 \text{ m}^2 \quad ; \quad L_m = 155 \text{ mts.}$$

$$W_s = [(W_M + W_{V_s}) \text{ Atrib} + W_m h_l] \quad 8 \text{ niveles}$$

$$W_s = [(600 + 180) 433 + 260 \times 2.95 \times 155] \quad 8 \text{ niveles}$$

$$W_s = 3650 \text{ Tn.}$$

$$V = 0.08 \times 3650 / 1.5 = 195 \text{ Tn} \quad \text{Tanto en dirección "X"} \\ \text{como en "Y"}$$

b) Fuerza cortante sísmica en cada muro de planta baja

$$V_i = V_{Di} + V_{Ti}$$

Donde:

V_{Di} = Cortante directo

V_{Ti} = Cortante por torsión

$$V_{Di} = (K_i / \sum K_i) V.$$

$$K_i = 1 / [H (H^2 / 3 EI + 1 / AG)]$$

$$H = 2.95 \text{ Mts.}$$

$$E = 600 f_m^+ = 14,500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = 0.3E = 4320 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = tL$$

$$I = tL^3/12 = 1.667 \text{ L}^3$$

Para el muro 1

$$L = 470 \text{ cm.}$$

$$A = 20 \times 470 = 9400 \text{ cm}^2$$

$$I = 1.667 (470)^3 = 1.73 \times 10^8 \text{ cm}^4$$

$$K_1 = 1/295 \left[295^2/3 \times 14500 \times 1.73 \times 10^8 + 1/(9400 \times 4320) \right]$$

$$K_1 = 94,000 \text{ Kg/cm} = 9400 \text{ Tn/m.}$$

$$V_{D1} = (9400/162,481) 195 = 11.28 \text{ Tn.}$$

Cortante por Torsión (V_{Ti}) en Muros de P.B.

$$V_{Ti} = M_T (Kidi / Kidi^2)$$

$$M_T = V (1.5e \pm 0.10 L)$$

DONDE:

V = Fuerza cortante.

e = excentricidad en la dirección x ó y.

L = La mayor dimensión de la planta considerada del edificio medida perpendicularmente a la dirección del sismo.

CENTRO DE CARGAS:

$$\bar{x} = 19.01 \text{ mts.}$$

$$\bar{y} = 5.64 \text{ mts.}$$

Excentricidad en x:

$$e_x = 19.94 - 19.01 = 0.93 \text{ mts}$$

CENTRO DE RIGIDECES:

$$\bar{x} = 19.94 \text{ mts.}$$

$$\bar{y} = 6.03 \text{ mts.}$$

Excentricidad en y:

$$e_y = 6.03 - 5.68 = 0.35 \text{ mts.}$$

$$\text{Si } V = 195 \text{ Tn.}$$

$$M_{Tx} = 195(1.5 \times 0.93 + 0.10 \times 13.50) = 535.30 \text{ Tn.m.}$$

$$M_{Ty} = 195(1.5 \times 0.35 + 0.10 \times 37.80) = 839.47 \text{ Tn.m.}$$

Para el muro 1

$$K_{di} = 176,626$$

$$K_{di}^2 = 21,121,770$$

$$V_{ti} = 839.47 \times 176,666 / 21,121,770 = 7.02 \text{ Tn.}$$

Fuerza Cortante Total de Diseño en los Muros de P.B.

$$V_u = 1.1 (V_D + V_T)$$

Por ejemplo: para el muro 3

$$V_{u3} = 1.1 (13.80 + 6.66) = 22.50 \text{ Tn.}$$

Fuerza Cortante Resistente de los Muros de P.B.

$$V_R = FR (0.5 v^+ A_t + 0.3 P) \leq 1.5 FR v^+ A_t.$$

$$v^+ = 3.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$FR = 0.6$$

$$P = [(W_M + W_{Va}) \text{ Atrib.} + W_{\text{muro}} \times L] \text{ 4 niveles}$$

$$W_M = 600 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{Va} = 180 \text{ Kg/m}^2$$

$$A_t = \text{Area transversal del muro.}$$

$$P = [(600 + 180) \text{ Atrib.} + 260 \times 2.95 L] \text{ 4}$$

$$P = (3120 \text{ Atrib.} + 3068 L)$$

$$V_R = 0.6 (0.5 \times 3.5 A_t + 0.3 P) \leq 1.5 \times 0.6 \times 3.5 \times A_t$$

$$V_R = (1.05 A_t + 0.18 P) \leq 3.15 A_t$$

Por ejemplo para el muro 3

$$L = 530 \text{ cmts} ; A = 24 \text{ m}^2$$

$$P = (3120 \times 24 + 3068 \times 5.3) = 91,140 \text{ Kg.}$$

$$V_R = (1.05 \times 20 \times 530 + 0.18 \times 91,140) = 27.5 \text{ Tn} \rangle V_u$$

DIRECCION Y - Y

| <u>MURO</u> | <u>dm</u> | <u>Ki</u> | <u>VD</u> | <u>Kidi</u> | <u>Kidi²</u> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|
| 1 | 18.79 | 9400 | 11.28 | 176,626 | 3,320,000 |
| 1° | -19.01 | 9400 | 11.28 | 178,700 | 3,397,000 |
| 2 | 18.79 | 1360 | 1.63 | 25,560 | 480,200 |
| 2° | -19.01 | 1360 | 1.63 | 25,860 | 491,500 |
| 3 | 14.59 | 11500 | 13.80 | 167,800 | 2,448,000 |
| 3° | 2.00 | 11500 | 13.80 | 23,000 | 46,000 |
| 3'' | -14.81 | 11500 | 13.80 | 170,320 | 2,522,340 |
| 4 | 14.59 | 2280 | 2.73 | 33,270 | 485,340 |
| 4° | 2.00 | 2280 | 2.73 | 4,560 | 9,120 |
| 4'' | -14.81 | 2280 | 2.73 | 33,770 | 500,100 |
| 5 | 10.39 | 1651 | 1.98 | 17,160 | 178,230 |
| 5° | - 2.21 | 1651 | 1.98 | 3,650 | 8,100 |
| 5'' | -10.61 | 1651 | 1.98 | 17,560 | 185,860 |
| 6 | 10.39 | 10500 | 12.60 | 109,100 | 1,133,500 |
| 6° | - 2.21 | 10500 | 12.60 | 23,205 | 51,280 |
| 6'' | -10.61 | 10500 | 12.60 | 111,405 | 1,182,000 |
| 7 | 6.20 | 21200 | 25.40 | 131,440 | 814,930 |
| 7° | - 6.41 | 21200 | 25.40 | 135,900 | 871,100 |
| 12 | 19.29 | 1560 | 1.87 | 30,100 | 580,500 |
| 12° | 18.29 | 1560 | 1.87 | 28,530 | 521,900 |
| 12° | 6.69 | 1560 | 1.87 | 10,450 | 70,000 |
| 12'' | 5.69 | 1560 | 1.87 | 8,880 | 50,500 |
| 12'''' | - 5.91 | 1560 | 1.87 | 9,220 | 54,500 |
| 12 | - 6.91 | 1560 | 1.87 | 10,780 | 74,500 |
| 12 | -18.51 | 1560 | 1.87 | 28,880 | 534,500 |
| 12 | -19.51 | 1560 | 1.87 | 30,440 | 594,000 |
| 13 (9) | - | 136 | 0.16 | - | - |
| 14 | 9.30 | 3532 | 4.23 | 32,850 | 305,483 |
| 15 | 17.70 | 3532 | 4.23 | 62,516 | 1,106,540 |

162,481

| <u>MURO</u> | | <u>V_T</u> | <u>V_u</u> (<u>T_n</u>) | <u>P</u> (<u>T_n</u>) | <u>V_R</u> (<u>T_n</u>) |
|------------------|---|----------------------|--|--------------------------------------|--|
| 1 | | 7.02 | 20.13 | 42.55 | 18.53 |
| 1° | - | 7.10 | 4.60 | 42.55 | 18.53 |
| 2 | | 1.01 | 2.90 | 17.10 | 7.00 |
| 2° | | 1.03 | 0.70 | 17.10 | 7.00 |
| 3 | | 0.60 | 22.50 | 88.10 | 27.00 |
| 3° | - | 0.91 | 14.18 | 88.10 | 27.00 |
| 3'' | - | 6.77 | 7.73 | 88.10 | 27.00 |
| 4 | | 1.32 | 4.45 | 40.00 | 12.03 |
| 4° | - | 0.18 | 2.80 | 40.00 | 12.03 |
| 4'' | - | 1.34 | 1.53 | 40.00 | 12.03 |
| 5 | | 0.68 | 2.93 | 44.30 | 12.18 |
| 5° | - | 0.14 | 2.02 | 44.30 | 12.18 |
| 5'' | - | 0.58 | 1.54 | 44.30 | 12.18 |
| 6 | | 4.33 | 18.62 | 85.81 | 26.00 |
| 6° | - | 0.92 | 12.85 | 85.81 | 26.00 |
| 6'' | - | 4.42 | 9.00 | 85.81 | 26.00 |
| 7 | | 5.22 | 33.68 | 128.04 | 40.50 |
| 7° | - | 5.40 | 22.00 | 128.04 | 40.50 |
| 12 | | 1.20 | 3.38 | 10.81 | 6.15 |
| 12° | | 1.13 | 3.30 | 10.81 | 6.15 |
| 12° | | 0.41 | 2.50 | 10.81 | 6.15 |
| 12'' | | 0.35 | 2.45 | 10.81 | 6.15 |
| 12''' | - | 0.36 | 1.66 | 10.81 | 6.15 |
| 12 ^{IV} | - | 0.42 | 1.60 | 10.81 | 6.15 |
| 12 ^V | - | 1.14 | 0.80 | 10.81 | 6.15 |
| 12 ^{VI} | - | 1.21 | 0.73 | 10.81 | 6.15 |
| 14 | - | 1.30 | 3.22 | 23.60 | 9.71 |
| 15 | - | 2.48 | 2.00 | 17.34 | 8.60 |

| DIRECCION | X-X | | | | | |
|-----------|-----|------|---------------|-------|---------|-------------------|
| MURO | | dm | Ki | VD | Kidi | Kidi ² |
| 8 | + | 1.86 | 4700 | 7.35 | 8,750 | 16,260 |
| 8' | + | 1.86 | 4700 | 7.35 | 8,750 | 16,260 |
| 8'' | + | 1.86 | 4700 | 7.35 | 8,750 | 16,260 |
| 9 | - | 1.80 | 7110 | 11.12 | 12,800 | 23,100 |
| 9' | - | 1.80 | 7110 | 11.12 | 12,800 | 23,100 |
| 9'' | - | 1.80 | 7110 | 11.12 | 12,800 | 23,100 |
| 10 (6) | - | 3.34 | 4100 | 6.40 | 13,700 | 45,740 |
| 11 (3) | + | 1.56 | 6100 | 9.53 | 9,520 | 14,850 |
| 14 (7) | + | 3.47 | 785 | 1.22 | 2,720 | 9,500 |
| 15 (2) | - | 2.20 | 340 | 0.53 | 750 | 1,700 |
| 15'(2) | - | 3.80 | 340 | 0.53 | 1,300 | 4,900 |
| 16 | - | 5.64 | 19760 | 30.80 | 111,446 | 628,558 |
| 17 | - | 8.24 | 19760 | 30.80 | 162,822 | 1,341,657 |
| | | | <u>124705</u> | | | <u>21,121,770</u> |

NOTA:

() Número de muros.

| MURO | VT | Vu (Tn) | P (Tn) | VR (Tn) |
|------|--------|------------|-----------|------------|
| 8 | + 0.22 | 8.32 | 23.40 | 10.72 |
| 8' | + 0.22 | 8.32 | 23.40 | 10.72 |
| 8'' | + 0.22 | 8.32 | 23.40 | 10.72 |
| 9 | - 0.32 | 11.88 | 59.10 | 18.41 |
| 9' | - 0.32 | 11.88 | 59.10 | 18.41 |
| 9'' | - 0.32 | 11.88 | 59.10 | 18.41 |
| 10 | - 0.35 | 6.65 | 31.50 | 11.97 |
| 11 | + 0.24 | 10.74 | 23.40 | 10.72 |
| 14 | 0.06 | 1.40 | 9.00 | 3.10 |
| 15 | - 0.02 | 0.56 | 18.20 | 7.48 |
| 15' | - 0.02 | 0.56 | 10.00 | 7.48 |
| 16 | - 2.81 | 30.79 | 84.40 | 33.04 |
| 17 | - 4.12 | 29.32 | 81.90 | 32.60 |

NOTA:

En caso de presentarse un sismo, los muros de carga son lo suficientemente rígidos para tomar las fuerzas cortantes que les corresponden. Ya que se puede apreciar en las tablas anteriores que el cortante resistente (VR) es mayor que el cortante actuante (Vu).

MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADOS POR MARCOS DE CONCRETO⁺⁺

Se ha reconocido que inicialmente la mampostería y el marco trabajan monolíticamente como una sola unidad en la cual son importantes las deformaciones por flexión y por cortante.

En la mampostería aparecen fuerzas de compresión diagonal que pueden producir fallas por compresión en las esquinas en contacto con el marco. En la dirección de la otra diagonal aparecen esfuerzos de tensión en mampostería que pueden ocasionar agrietamiento diagonal del muro.

Para el cálculo de la rigidez lateral y de los elementos mecánicos en la mampostería y en el marco, una posible idealización es simular cada tablero de mampostería como una diagonal equivalente en compresión. Se propone que la diagonal equivalente tenga el mismo espesor, t , y módulo de elasticidad, E , que el tablero de la mampostería y que su ancho sea:

$$W_o = (0.35 + 0.022\lambda) h$$

DONDE:

$$\lambda = E_c A_c / G_m A_m$$

h = Altura del tablero entre ejes.

λ = Parámetro adimensional basado en las rigideces del tablero de mampostería y el marco.

⁺⁺ Ver Manual de Diseño Sísmico de Edificios, Roberto Meli, Instituto de Ingeniería, UNAM, Septiembre de 1983.

Por ejemplo para el muro eje 47 o muro 1

Propiedades Geométricas:

$$A_c = 20 \times 40 = 800 \text{ cm}^2$$

$$A_m = 157 \times 20 = 3140 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 10,000 \sqrt{250} = 158,100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_m = 600 f_m^+ = 600 \times 24 \text{ Kg/cm}^2 = 14,400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G_m = 0.3E = 0.3 \times 14,400 = 4,320 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\lambda = E_c A_c / G_m A_m = 158,100 \times 800 / 4,320 \times 3,140 = 9.3$$

$$W_o = (0.35 + 0.022 \times 9.3) 3.2 = 1.77 \text{ mts.}$$

Si $E_c/E_m = 158,100/14,400 \doteq 11$ (transformación de la mampostería a concreto)

$$\therefore W_o = 177 \text{ cm}/11 = 16 \text{ cm.}$$

OBTENCION DE LAS FUERZAS HORIZONTALES EN CADA NIVEL.

$$V = (c/Q) W_s.$$

$$\text{Si } c = 0.08$$

$$Q = 1.5$$

$$A = 433 \text{ m}^2$$

$$l_m = 155 \text{ mts. lineales.}$$

$$W_s = \text{Peso del nivel.}$$

$$W_s = \left[(W_m + W_{vs}) \text{ Atrib.} + W_m h L \right] \# \text{ niveles.}$$

$$W_s = \left[(600 + 180) 433 + 260 \times 2.95 \times 155 \right] \# \text{ niveles.}$$

$$W_s = (456,625) \# \text{ niveles.}$$

$Ws1 = 3,650 \text{ Tn.}$
 $Ws2 = 3,196 \text{ Tn.}$
 $Ws3 = 2,740 \text{ Tn.}$
 $Ws4 = 2,283 \text{ Tn.}$
 $Ws5 = 1,828 \text{ Tn.}$
 $Ws6 = 1,370 \text{ Tn.}$
 $Ws7 = 913 \text{ Tn.}$
 $Ws8 = 456 \text{ Tn.}$

Cortante sísmica en los diferentes niveles :

$Vniv1 = 0.08 \times 3,650 / 1.5 = 195 \text{ Tn.}$
 $Vniv2 = 0.08 \times 3,196 / 1.5 = 170 \text{ Tn.}$
 $Vniv3 = 0.08 \times 2,740 / 1.5 = 146 \text{ Tn.}$
 $Vniv4 = 0.08 \times 2,283 / 1.5 = 122 \text{ Tn.}$
 $Vniv5 = 0.08 \times 1,826 / 1.5 = 97 \text{ Tn.}$
 $Vniv6 = 0.08 \times 1,370 / 1.5 = 73 \text{ Tn.}$
 $Vniv7 = 0.08 \times 913 / 1.5 = 48 \text{ Tn.}$
 $Vniv8 = 0.08 \times 456 / 1.5 = 24 \text{ Tn.}$

Para el muro 1

$Ki = 94,000 \text{ Kg/cm} = 9,400 \text{ Tn/m}$
 $Ki = 162,481$

Cortante Directo.

$V_D = (K_i / \sum K_i) V$

$$\begin{aligned}
VD1 &= (9,400/162,481) 195 = 11.28 \text{ Tn.} \\
VD2 &= (9,400/162,481) 170 = 9.83 \text{ Tn.} \\
VD3 &= (9,400/162,481) 146 = 8.45 \text{ Tn.} \\
VD4 &= (9,400/162,481) 122 = 7.06 \text{ Tn.} \\
VD5 &= (9,400/162,481) 97 = 5.61 \text{ Tn.} \\
VD6 &= (9,400/162,481) 73 = 4.22 \text{ Tn.} \\
VD7 &= (9,400/162,481) 48 = 2.78 \text{ Tn.} \\
VD8 &= (9,400/162,481) 24 = 1.39 \text{ Tn.}
\end{aligned}$$

Cortante por Torsión

$$Vt = Mt (Kidi / \sum Kidi^2)$$

$$Kidi^2 = 21,121,770$$

$$Kidi = 176,626$$

$$Mty = Vyex = V (1.5 \times 0.35 + 0.10 \times 37.8) = 4.3 \text{ V}$$

$$Mty = V (4.30)$$

$$Mt1 = 195 \times 4.30 = 838.50 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt2 = 170 \times 4.30 = 731.00 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt3 = 146 \times 4.30 = 628.00 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt4 = 122 \times 4.30 = 524.60 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt5 = 97 \times 4.30 = 417.10 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt6 = 73 \times 4.30 = 313.90 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt7 = 48 \times 4.30 = 206.40 \text{ Tn.m.}$$

$$Mt8 = 24 \times 4.30 = 103.20 \text{ Tn.m.}$$

$$Vt = Mt (176,626/21,121,770) = 0.008362 \text{ Mt.}$$

$$Vt1 = 838.50 \times 0.00836 = 7.01 \text{ Tn.}$$

$$Vt2 = 731.00 \times 0.00836 = 6.11 \text{ Tn.}$$

$$Vt3 = 628.00 \times 0.00836 = 5.25 \text{ Tn.}$$

$$Vt4 = 524.00 \times 0.00836 = 4.38 \text{ Tn.}$$

$$Vt5 = 417.00 \times 0.00836 = 3.49 \text{ Tn.}$$

$$Vt6 = 313.90 \times 0.00836 = 2.62 \text{ Tn.}$$

$$Vt7 = 206.40 \times 0.00836 = 1.72 \text{ Tn.}$$

$$Vt8 = 103.20 \times 0.00836 = 0.86 \text{ Tn.}$$

Fuerza Cortante Sísmica en cada Nivel.

$$Vi = VDi + Vti$$

$$V1 = (11.28 + 7.01) 1.1 = 20.12 \text{ Tn.}$$

$$V2 = (9.83 + 6.11) 1.1 = 17.53 \text{ Tn.}$$

$$V3 = (8.45 + 5.25) 1.1 = 15.07 \text{ Tn.}$$

$$V4 = (7.06 + 4.38) 1.1 = 12.60 \text{ Tn.}$$

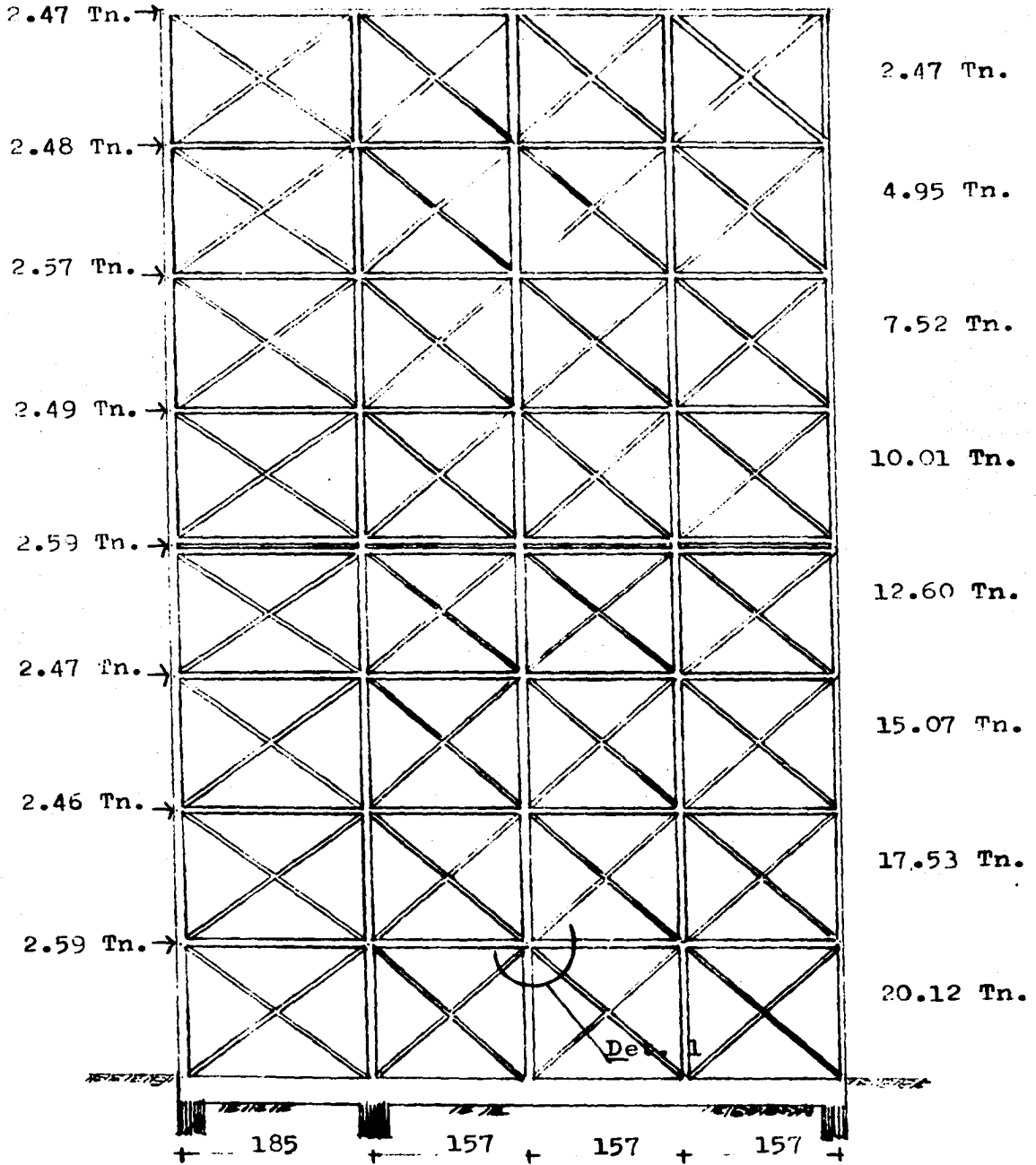
$$V5 = (5.61 + 3.49) 1.1 = 10.01 \text{ Tn.}$$

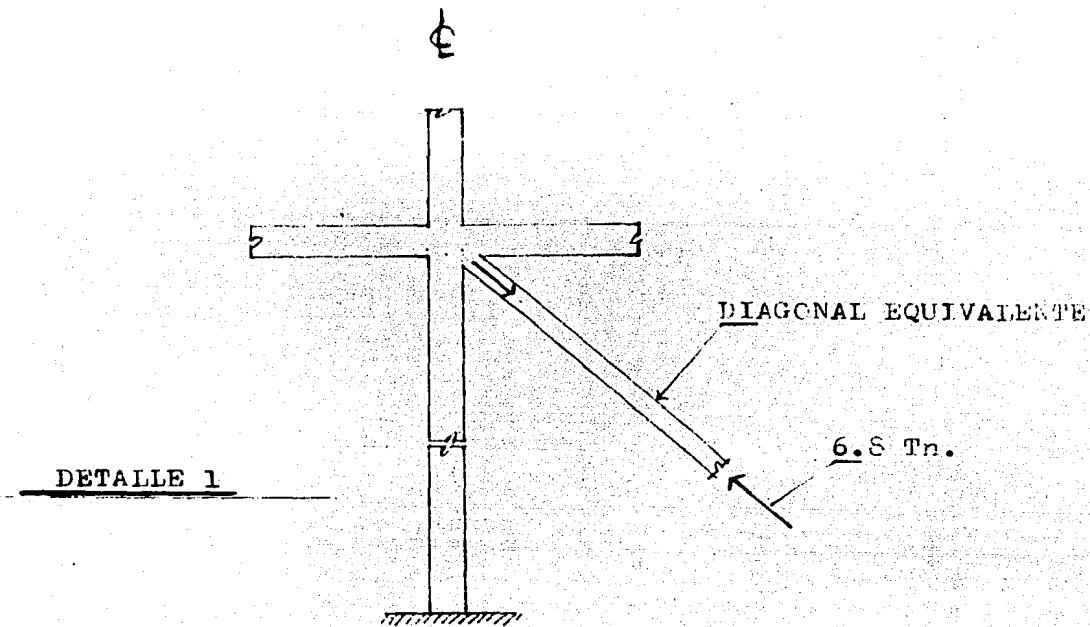
$$V6 = (4.22 + 2.62) 1.1 = 7.52 \text{ Tn.}$$

$$V7 = (2.78 + 1.72) 1.1 = 4.95 \text{ Tn.}$$

$$V8 = (1.39 + 0.86) 1.1 = 2.47 \text{ Tn.}$$

MURO 1 O MARCO EJE 47





Resistencia de la diagonal equivalente en compresión:

$$PR = FR FE f_m^+ A_t$$

$$f_m^+ = 24 \text{ Kg/m}^2$$

$$FR = 0.6$$

$$FE = 0.7$$

$$A_t = 20 \times 177 \text{ cm.}$$

$$PR = 0.6 \times 0.7 \times 24 \times 20 \times 177 = 35,680 \text{ Kg.}$$

$PR = 36.68 \text{ Tn.} > 6.8 \text{ Tn.}$, por lo tanto la fuerza de compresión diagonal actuante es menor que la fuerza resistente.

NOTA: Los elementos mecánicos se obtuvieron por medio de un programa de análisis matricial.

***** NUMERACION DE NUDOS *****

| | | eje | | | | |
|-------|--|-----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| nivel | | | | | | |
| 8 | | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| 7 | | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 6 | | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 5 | | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 4 | | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 3 | | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 2 | | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

***** NUMERACION DE TRABES *****

| | | crujia | | | |
|-------|--|--------|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| nivel | | | | | |
| 8 | | 8 | 16 | 24 | 32 |
| 7 | | 7 | 15 | 23 | 31 |
| 6 | | 6 | 14 | 22 | 30 |
| 5 | | 5 | 13 | 21 | 29 |
| 4 | | 4 | 12 | 20 | 28 |
| 3 | | 3 | 11 | 19 | 27 |
| 2 | | 2 | 10 | 18 | 26 |
| 1 | | 1 | 9 | 17 | 25 |

***** NUMERACION DE COLUMNAS *****

| | | eje | | | | |
|-------|--|-----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| nivel | | | | | | |
| 8 | | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 |
| 7 | | 39 | 47 | 55 | 63 | 71 |
| 6 | | 38 | 46 | 54 | 62 | 70 |
| 5 | | 37 | 45 | 53 | 61 | 69 |
| 4 | | 36 | 44 | 52 | 60 | 68 |
| 3 | | 35 | 43 | 51 | 59 | 67 |
| 2 | | 34 | 42 | 50 | 58 | 66 |
| 1 | | 33 | 41 | 49 | 57 | 65 |

***** NUMERACION DE INCLINADOS / *****

| | | crujia | | | |
|-------|--|--------|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| nivel | | | | | |
| 8 | | 88 | 104 | 120 | 136 |
| 7 | | 86 | 102 | 118 | 134 |
| 6 | | 84 | 100 | 116 | 132 |
| 5 | | 82 | 98 | 114 | 130 |
| 4 | | 80 | 96 | 112 | 128 |
| 3 | | 78 | 94 | 110 | 126 |
| 2 | | 76 | 92 | 108 | 124 |
| 1 | | 74 | 90 | 106 | 122 |

***** NUMERACION DE INCLINADOS \ *****

crujia

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|----|-----|-----|-----|
| nivel | | | | |
| 8 | 87 | 103 | 119 | 135 |
| 7 | 85 | 101 | 117 | 133 |
| 6 | 83 | 99 | 115 | 131 |
| 5 | 81 | 97 | 113 | 129 |
| 4 | 79 | 95 | 111 | 127 |
| 3 | 77 | 93 | 109 | 125 |
| 2 | 75 | 91 | 107 | 123 |
| 1 | 73 | 89 | 105 | 121 |

***** PROPIEDADES EN TRABES *****

| | crujia | | | |
|-------|--------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| nivel | | | | |
| 8 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 |

***** PROPIEDADES EN COLUMNAS *****

| | eje | | | | |
|-------|-----|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| nivel | | | | | |
| 8 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

***** PROPIEDADES EN INCLINADOS /*****

| | eje | | | |
|-------|-----|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| nivel | | | | |
| 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 4 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 2 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 1 | 6 | 6 | 6 | 6 |

***** PROPIEDADES EN INCLINADOS *****

| | eje | | | |
|-------|-----|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| nivel | | | | |
| 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

5
4
3
2
1

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 |

Se consideran acortamiento y alargamiento en trabes

MARCO EJE 47 o MURO 1

| | |
|-------------------------------|-----|
| # DE PUNTOS-----> | 45 |
| # DE PROPIEDADES-----> | 6 |
| # DE ELEMENTOS-----> | 136 |
| # DE NIVELES SUPERIORES-----> | 8 |
| # DE CONDICIONES-----> | 1 |
| # DE COMBINACIONES-----> | 1 |

| NODOS | COORDENADA | | ALFA TRA | ALF COL |
|-------|------------|----------|----------|---------|
| | X | Y | | |
| 1 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2 | 185.000 | .000 | .000 | .000 |
| 3 | 342.000 | .000 | .000 | .000 |
| 4 | 499.000 | .000 | .000 | .000 |
| 5 | 656.000 | .000 | .000 | .000 |
| 6 | .000 | 320.000 | .000 | .000 |
| 7 | 185.000 | 320.000 | .000 | .000 |
| 8 | 342.000 | 320.000 | .000 | .000 |
| 9 | 499.000 | 320.000 | .000 | .000 |
| 10 | 656.000 | 320.000 | .000 | .000 |
| 11 | .000 | 640.000 | .000 | .000 |
| 12 | 185.000 | 640.000 | .000 | .000 |
| 13 | 342.000 | 640.000 | .000 | .000 |
| 14 | 499.000 | 640.000 | .000 | .000 |
| 15 | 656.000 | 640.000 | .000 | .000 |
| 16 | .000 | 960.000 | .000 | .000 |
| 17 | 185.000 | 960.000 | .000 | .000 |
| 18 | 342.000 | 960.000 | .000 | .000 |
| 19 | 499.000 | 960.000 | .000 | .000 |
| 20 | 656.000 | 960.000 | .000 | .000 |
| 21 | .000 | 1280.000 | .000 | .000 |
| 22 | 185.000 | 1280.000 | .000 | .000 |
| 23 | 342.000 | 1280.000 | .000 | .000 |
| 24 | 499.000 | 1280.000 | .000 | .000 |
| 25 | 656.000 | 1280.000 | .000 | .000 |
| 26 | .000 | 1600.000 | .000 | .000 |
| 27 | 185.000 | 1600.000 | .000 | .000 |
| 28 | 342.000 | 1600.000 | .000 | .000 |
| 29 | 499.000 | 1600.000 | .000 | .000 |
| 30 | 656.000 | 1600.000 | .000 | .000 |
| 31 | .000 | 1920.000 | .000 | .000 |
| 32 | 185.000 | 1920.000 | .000 | .000 |
| 33 | 342.000 | 1920.000 | .000 | .000 |
| 34 | 499.000 | 1920.000 | .000 | .000 |
| 35 | 656.000 | 1920.000 | .000 | .000 |
| 36 | .000 | 2240.000 | .000 | .000 |
| 37 | 185.000 | 2240.000 | .000 | .000 |
| 38 | 342.000 | 2240.000 | .000 | .000 |
| 39 | 499.000 | 2240.000 | .000 | .000 |
| 40 | 656.000 | 2240.000 | .000 | .000 |
| 41 | .000 | 2560.000 | .000 | .000 |
| 42 | 185.000 | 2560.000 | .000 | .000 |
| 43 | 342.000 | 2560.000 | .000 | .000 |
| 44 | 499.000 | 2560.000 | .000 | .000 |
| 45 | 656.000 | 2560.000 | .000 | .000 |

| NUDO | INDICADOR | | | 1=FIJO | 0=LIBRE |
|------|-----------|---|---|--------|---------|
| | X | Y | G | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3 | 1 | 1 | 1 | | |
| 4 | 1 | 1 | 1 | | |
| 5 | 1 | 1 | 1 | | |

*** CARGAS DISTRIBUIDAS ***(+ EN EL SENTIDO "Y" DE LA BARRA)

CONDICION 1

| ELEMENTO | WI | WF | LONGITUD |
|----------|----|----|----------|
|----------|----|----|----------|

---- NO HAY CARGAS----

*** CARGAS CONCENTRADAS ***(+ EN EL SENTIDO "Y" DE LA BARRA)

CONDICION 1

| ELEMENTO | P | DISTANCIA AL NUDO ORIGEN |
|----------|---|--------------------------|
|----------|---|--------------------------|

---- NO HAY CARGAS----

***** FACTORES DE COMBINACION *****

CONDICION

1

COMBINACION 1 1.00

VARIACION DEL CONCRETO EN TRABES ($E=10*FC^{.5}$) $Gc=E/2.36$ $Gs=E/2.6$

| fc1 | h1 | fc2 | h2 | fc3 |
|-------|--------|-------|--------|-------|
| 250.0 | 1000.0 | 250.0 | 2000.0 | 250.0 |

VARIACION DEL CONCRETO EN COLUMNAS ($E=10*FC^{.5}$) $Gc=E/2.36$ $Gs=E/2.6$

| fc1 | h1 | fc2 | h2 | fc3 |
|-------|--------|-------|--------|-------|
| 250.0 | 1000.0 | 250.0 | 2000.0 | 250.0 |

***** PROPIEDADES *****

| #PRO | AREA | INERCIA | FACTOR DE FORMA |
|------|-----------|-----------|-----------------|
| 1 | .8000E+03 | .1067E+06 | .1200E+01 |

| | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| 2 | .5000E+03 | .4500E+05 | .1200E+01 |
| 3 | .4000E+03 | .1333E+05 | .1200E+01 |
| 4 | .6000E+03 | .4500E+05 | .1200E+01 |
| 5 | .1900E+04 | .4950E+06 | .1200E+01 |
| 6 | .3200E+03 | .1067E+05 | .1200E+01 |

***** CONECTIVIDADES *****

| ELEMENTO | PROPIEDAD | ORIGEN | DESTINO | PROP 2 | ALFA L | KF | FT |
|----------|-----------|--------|---------|--------|--------|----|----|
| 1 | 4 | 6 | 7 | | | | |
| 2 | 4 | 11 | 12 | | | | |
| 3 | 4 | 16 | 17 | | | | |
| 4 | 5 | 21 | 22 | | | | |
| 5 | 4 | 26 | 27 | | | | |
| 6 | 4 | 31 | 32 | | | | |
| 7 | 4 | 36 | 37 | | | | |
| 8 | 4 | 41 | 42 | | | | |
| 9 | 4 | 7 | 8 | | | | |
| 10 | 4 | 12 | 13 | | | | |
| 11 | 4 | 17 | 18 | | | | |
| 12 | 5 | 22 | 23 | | | | |
| 13 | 4 | 27 | 28 | | | | |
| 14 | 4 | 32 | 33 | | | | |
| 15 | 4 | 37 | 38 | | | | |
| 16 | 4 | 42 | 43 | | | | |
| 17 | 4 | 8 | 9 | | | | |
| 18 | 4 | 13 | 14 | | | | |
| 19 | 4 | 18 | 19 | | | | |
| 20 | 5 | 23 | 24 | | | | |
| 21 | 4 | 28 | 29 | | | | |
| 22 | 4 | 33 | 34 | | | | |
| 23 | 4 | 38 | 39 | | | | |
| 24 | 4 | 43 | 44 | | | | |
| 25 | 4 | 9 | 10 | | | | |
| 26 | 4 | 14 | 15 | | | | |
| 27 | 4 | 19 | 20 | | | | |
| 28 | 5 | 24 | 25 | | | | |
| 29 | 4 | 29 | 30 | | | | |
| 30 | 4 | 34 | 35 | | | | |
| 31 | 4 | 39 | 40 | | | | |
| 32 | 4 | 44 | 45 | | | | |
| 33 | 1 | 1 | 6 | | | | |
| 34 | 1 | 6 | 11 | | | | |
| 35 | 1 | 11 | 16 | | | | |
| 36 | 1 | 16 | 21 | | | | |
| 37 | 2 | 21 | 26 | | | | |
| 38 | 2 | 26 | 31 | | | | |
| 39 | 3 | 31 | 36 | | | | |
| 40 | 3 | 36 | 41 | | | | |
| 41 | 1 | 2 | 7 | | | | |
| 42 | 1 | 7 | 12 | | | | |
| 43 | 1 | 12 | 17 | | | | |
| 44 | 1 | 17 | 22 | | | | |
| 45 | 2 | 22 | 27 | | | | |
| 46 | 2 | 27 | 32 | | | | |
| 47 | 3 | 32 | 37 | | | | |
| 48 | 3 | 37 | 42 | | | | |
| 49 | 1 | 3 | 8 | | | | |
| 50 | 1 | 8 | 13 | | | | |
| 51 | 1 | 13 | 18 | | | | |

| | | | |
|-----|---|----|----|
| 52 | | 18 | 23 |
| 53 | | 23 | 28 |
| 54 | | 28 | 33 |
| 55 | | 33 | 38 |
| 56 | | 38 | 43 |
| 57 | 1 | 4 | 9 |
| 58 | 1 | 9 | 14 |
| 59 | 1 | 14 | 19 |
| 60 | 1 | 19 | 24 |
| 61 | 2 | 24 | 29 |
| 62 | 2 | 29 | 34 |
| 63 | 3 | 34 | 39 |
| 64 | 3 | 39 | 44 |
| 65 | 1 | 5 | 10 |
| 66 | 1 | 10 | 15 |
| 67 | 1 | 15 | 20 |
| 68 | 1 | 20 | 25 |
| 69 | 2 | 25 | 30 |
| 70 | 2 | 30 | 35 |
| 71 | 2 | 35 | 40 |
| 72 | 3 | 40 | 45 |
| 73 | 6 | 6 | 2 |
| 74 | 6 | 1 | 7 |
| 75 | 6 | 11 | 7 |
| 76 | 6 | 6 | 12 |
| 77 | 6 | 16 | 12 |
| 78 | 6 | 11 | 17 |
| 79 | 6 | 21 | 17 |
| 80 | 6 | 16 | 22 |
| 81 | 6 | 26 | 22 |
| 82 | 6 | 21 | 27 |
| 83 | 6 | 31 | 27 |
| 84 | 6 | 26 | 32 |
| 85 | 6 | 36 | 32 |
| 86 | 6 | 31 | 37 |
| 87 | 6 | 41 | 37 |
| 88 | 6 | 36 | 42 |
| 89 | 6 | 7 | 3 |
| 90 | 6 | 2 | 8 |
| 91 | 6 | 12 | 8 |
| 92 | 6 | 7 | 13 |
| 93 | 6 | 17 | 13 |
| 94 | 6 | 12 | 18 |
| 95 | 6 | 22 | 18 |
| 96 | 6 | 17 | 23 |
| 97 | 6 | 27 | 23 |
| 98 | 6 | 22 | 28 |
| 99 | 6 | 32 | 28 |
| 100 | 6 | 27 | 33 |
| 101 | 6 | 37 | 33 |
| 102 | 6 | 32 | 38 |
| 103 | 6 | 42 | 38 |
| 104 | 6 | 37 | 43 |
| 105 | 6 | 8 | 4 |
| 106 | 6 | 3 | 9 |
| 107 | 6 | 13 | 9 |
| 108 | 6 | 8 | 14 |
| 109 | 6 | 18 | 14 |
| 110 | 6 | 13 | 19 |
| 111 | 6 | 23 | 19 |
| 112 | 6 | 18 | 24 |
| 113 | 6 | 28 | 24 |
| 114 | 6 | 23 | 29 |
| 115 | 6 | 33 | 29 |
| 116 | 6 | 28 | 34 |
| 117 | 6 | 38 | 34 |

| | | | |
|-----|---|----|----|
| 118 | | 33 | 39 |
| 119 | | 43 | 39 |
| 120 | | 38 | 44 |
| 121 | 6 | 9 | 5 |
| 122 | 6 | 4 | 10 |
| 123 | 6 | 14 | 10 |
| 124 | 6 | 9 | 15 |
| 125 | 6 | 19 | 15 |
| 126 | 6 | 14 | 20 |
| 127 | 6 | 24 | 20 |
| 128 | 6 | 19 | 25 |
| 129 | 6 | 29 | 25 |
| 130 | 6 | 24 | 30 |
| 131 | 6 | 34 | 30 |
| 132 | 6 | 29 | 35 |
| 133 | 6 | 39 | 35 |
| 134 | 6 | 34 | 40 |
| 135 | 6 | 44 | 40 |
| 136 | 6 | 39 | 45 |

***** CARGAS NODALES *****

CONDICION 1

| NUDO | FX | FY | MF |
|--------------------|--------|-------|-------|
| 10 | 2.4700 | .0000 | .0000 |
| 15 | 2.4800 | .0000 | .0000 |
| 20 | 2.5700 | .0000 | .0000 |
| 25 | 2.4900 | .0000 | .0000 |
| 30 | 2.5900 | .0000 | .0000 |
| 35 | 2.4700 | .0000 | .0000 |
| 40 | 2.4600 | .0000 | .0000 |
| 45 | 2.5900 | .0000 | .0000 |
| memoria utilizada= | 3369 | | |

***** FIN *****

NUMERO DE ECUACIONES->120

| NUDO | X (cm) | Y (cm) | DESPLAZAMIENTOS EN GIRO | FI DEL NUDDO |
|---------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------|
| COMBINACION 1 | | | | |
| 1 | .0000000 | .0000000 | .0000000 | .0203655 |
| 2 | .0000000 | .0000000 | .0000000 | .0343854 |
| 3 | .0000000 | .0000000 | .0000000 | .0304315 |
| 4 | .0000000 | .0000000 | .0000000 | .0304315 |
| 5 | .0000000 | .0000000 | .0000000 | .0162425 |
| 6 | .1159286 | .0695540 | -.0004336 | .3629980 |
| 7 | .1083136 | .0244602 | -.0003496 | .7332679 |
| 8 | .1081880 | -.0005444 | -.0003288 | .7815968 |
| 9 | .1121187 | -.0260146 | -.0003537 | .7815968 |
| 10 | .1218750 | -.0654126 | -.0004400 | .4171681 |
| 11 | .2772904 | .1214017 | -.0005171 | .3629980 |
| 12 | .2712653 | .0472206 | -.0004735 | .7332679 |
| 13 | .2711319 | -.0013968 | -.0004513 | .7815968 |
| 14 | .2755489 | -.0504032 | -.0004733 | .7815968 |
| 15 | .2843264 | -.1138349 | -.0005163 | .4171681 |
| 16 | .4705470 | .1587913 | -.0006183 | .3629980 |
| 17 | .4662261 | .0650423 | -.0005784 | .7332679 |
| 18 | .4663287 | -.0021208 | -.0005619 | .7815968 |
| 19 | .4701991 | -.0695283 | -.0005734 | .7815968 |
| 20 | .4775991 | -.1489447 | -.0006079 | .4171681 |
| 21 | .6816483 | .1841535 | -.0006020 | 5.2011790 |
| 22 | .6806914 | .0779923 | -.0005531 | 10.3538000 |
| 23 | .6809389 | -.0024665 | -.0005201 | 11.0949200 |
| 24 | .6822445 | -.0831534 | -.0005552 | 11.0949200 |
| 25 | .6843758 | -.1732107 | -.0005983 | 6.0599220 |
| 26 | .9067581 | .2045848 | -.0006923 | .7941298 |
| 27 | .9048103 | .0876794 | -.0006512 | 1.4914600 |
| 28 | .9055520 | -.0027549 | -.0006338 | 1.5791020 |
| 29 | .9087147 | -.0933761 | -.0006537 | 1.5791020 |
| 30 | .9142271 | -.1930900 | -.0006972 | .9051461 |
| 31 | 1.1364650 | .2158561 | -.0006935 | 1.1425490 |
| 32 | 1.1355520 | .0938388 | -.0006652 | 2.0305340 |
| 33 | 1.1365890 | -.0032298 | -.0006497 | 2.1396530 |
| 34 | 1.1396640 | -.1004671 | -.0006660 | 2.1396530 |
| 35 | 1.1443300 | -.2041277 | -.0006920 | 1.2936910 |
| 36 | 1.3651920 | .2223198 | -.0006905 | 2.0356990 |
| 37 | 1.3650850 | .0976480 | -.0006705 | 3.1798660 |
| 38 | 1.3663890 | -.0037904 | -.0006577 | 3.3171970 |
| 39 | 1.3692320 | -.1052324 | -.0006708 | 3.3171970 |
| 40 | 1.3732690 | -.2109777 | -.0006897 | 2.2667010 |
| 41 | 1.5879170 | .2237412 | -.0006841 | 3.9571880 |
| 42 | 1.5882420 | .0986859 | -.0006694 | 6.2106170 |
| 43 | 1.5896490 | -.0043371 | -.0006586 | 6.5052380 |
| 44 | 1.5925160 | -.1073264 | -.0006684 | 6.5052380 |
| 45 | 1.5964550 | -.2130964 | -.0006833 | 4.4451480 |

| COMBINACION | ELEMENTO | NORMAL (Tn) | CORTANTE (Tn) | MOMENTO (Tn-cm) |
|-------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | 1 ORIGEN DESTINO | .390495E+01 -.390495E+01 | -.343287E+00 .343287E+00 | -.349850E+02 -.285231E+02 |
| 1 | 2 ORIGEN DESTINO | .308969E+01 -.308969E+01 | -.219023E+00 .219023E+00 | -.219347E+02 -.185846E+02 |
| 1 | 3 ORIGEN DESTINO | .221574E+01 -.221574E+01 | -.212686E+00 .212686E+00 | -.212080E+02 -.181389E+02 |
| 1 | 4 ORIGEN DESTINO | .155389E+01 -.155389E+01 | -.800790E-01 .800790E-01 | -.281020E+02 .132872E+02 |
| 1 | 5 ORIGEN DESTINO | .998804E+00 -.998804E+00 | -.925518E-01 .925518E-01 | -.101429E+02 -.697918E+01 |
| 1 | 6 ORIGEN DESTINO | .468407E+00 -.468407E+00 | -.460103E-01 .460103E-01 | -.534386E+01 -.316804E+01 |
| 1 | 7 ORIGEN DESTINO | .548857E-01 -.548857E-01 | -.152923E-01 .152923E-01 | -.218579E+01 -.643317E+00 |
| 1 | 8 ORIGEN DESTINO | -.166329E+00 .166329E+00 | -.181217E-02 .181217E-02 | -.735955E+00 .400679E+00 |
| 1 | 9 ORIGEN DESTINO | .759555E-01 -.759555E-01 | -.564857E+00 .564857E+00 | -.452843E+02 -.433984E+02 |
| 1 | 10 ORIGEN DESTINO | .806041E-01 -.806041E-01 | -.479608E+00 .479608E+00 | -.386548E+02 -.366437E+02 |
| 1 | 11 ORIGEN DESTINO | -.619741E-01 .619741E-01 | -.446980E+00 .446980E+00 | -.358340E+02 -.343419E+02 |
| 1 | 12 ORIGEN DESTINO | -.473694E+00 .473694E+00 | -.675843E+00 .675843E+00 | -.694793E+02 -.366284E+02 |
| 1 | 13 ORIGEN DESTINO | -.448211E+00 .448211E+00 | -.208787E+00 .208787E+00 | -.171779E+02 -.156016E+02 |
| 1 | 14 ORIGEN DESTINO | -.626387E+00 .626387E+00 | -.123034E+00 .123034E+00 | -.103618E+02 -.895450E+01 |
| 1 | 15 ORIGEN DESTINO | -.788376E+00 .788376E+00 | -.564611E-01 .564611E-01 | -.500981E+01 -.385459E+01 |
| 1 | 16 ORIGEN DESTINO | -.850225E+00 .850225E+00 | -.244419E-01 .244419E-01 | -.240665E+01 -.143074E+01 |
| 1 | 17 ORIGEN DESTINO | -.237518E+01 .237518E+01 | -.561999E+00 .561999E+00 | -.429877E+02 -.452462E+02 |
| 1 | 18 ORIGEN DESTINO | -.266901E+01 .266901E+01 | -.471396E+00 .471396E+00 | -.360115E+02 -.379976E+02 |
| 1 | 19 ORIGEN DESTINO | -.233871E+01 .233871E+01 | -.434180E+00 .434180E+00 | -.335656E+02 -.346007E+02 |
| 1 | 20 ORIGEN DESTINO | -.249826E+01 .249826E+01 | -.664851E+00 .664851E+00 | -.347083E+02 -.696735E+02 |
| 1 | 21 ORIGEN DESTINO | -.191110E+01 .191110E+01 | -.208934E+00 .208934E+00 | -.155010E+02 -.173017E+02 |

| | | | | | |
|---|----|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 12 | ORIGEN | -.185836E+01 | -.120822E+00 | -.874732E+01 |
| | | DESTINO | .185836E+01 | .120822E+00 | -.102218E+02 |
| 1 | 23 | ORIGEN | -.171747E+01 | -.569282E-01 | -.387562E+01 |
| | | DESTINO | .171747E+01 | .569282E-01 | -.506213E+01 |
| 1 | 24 | ORIGEN | -.173262E+01 | -.236636E-01 | -.141155E+01 |
| | | DESTINO | .173262E+01 | .236636E-01 | -.230364E+01 |
| 1 | 25 | ORIGEN | -.589534E+01 | -.457988E+00 | -.320436E+02 |
| | | DESTINO | .589534E+01 | .457988E+00 | -.398605E+02 |
| 1 | 26 | ORIGEN | -.530386E+01 | -.284945E+00 | -.204165E+02 |
| | | DESTINO | .530386E+01 | .284945E+00 | -.243199E+02 |
| 1 | 27 | ORIGEN | -.447146E+01 | -.266200E+00 | -.193313E+02 |
| | | DESTINO | .447146E+01 | .266200E+00 | -.224621E+02 |
| 1 | 28 | ORIGEN | -.407813E+01 | -.880955E-01 | .145963E+02 |
| | | DESTINO | .407813E+01 | .880955E-01 | -.284276E+02 |
| 1 | 29 | ORIGEN | -.333085E+01 | -.126538E+00 | -.796324E+01 |
| | | DESTINO | .333085E+01 | .126538E+00 | -.119032E+02 |
| 1 | 30 | ORIGEN | -.281961E+01 | -.587560E-01 | -.343333E+01 |
| | | DESTINO | .281961E+01 | .587560E-01 | -.579138E+01 |
| 1 | 31 | ORIGEN | -.243969E+01 | -.210779E-01 | -.798683E+00 |
| | | DESTINO | .243969E+01 | .210779E-01 | -.251059E+01 |
| 1 | 32 | ORIGEN | -.238013E+01 | -.687017E-02 | .135079E+00 |
| | | DESTINO | .238013E+01 | .687017E-02 | -.121369E+01 |
| 1 | 33 | ORIGEN | -.274936E+02 | .275333E+00 | .669064E+02 |
| | | DESTINO | .274936E+02 | -.275333E+00 | .212001E+02 |
| 1 | 34 | ORIGEN | -.204946E+02 | .547125E-01 | .131539E+02 |
| | | DESTINO | .204946E+02 | -.547125E-01 | .435416E+01 |
| 1 | 35 | ORIGEN | -.147795E+02 | .685717E-01 | .163060E+02 |
| | | DESTINO | .147795E+02 | -.685717E-01 | .563692E+01 |
| 1 | 36 | ORIGEN | -.100253E+02 | .937843E-01 | .141448E+02 |
| | | DESTINO | .100253E+02 | -.937843E-01 | .158661E+02 |
| 1 | 37 | ORIGEN | -.605712E+01 | .458083E-01 | .933873E+01 |
| | | DESTINO | .605712E+01 | -.458083E-01 | .531994E+01 |
| 1 | 38 | ORIGEN | -.334154E+01 | .202617E-01 | .326775E+01 |
| | | DESTINO | .334154E+01 | -.202617E-01 | .321595E+01 |
| 1 | 39 | ORIGEN | -.127750E+01 | .556035E-02 | .869913E+00 |
| | | DESTINO | .127750E+01 | -.556035E-02 | .909416E+00 |
| 1 | 40 | ORIGEN | -.280925E+00 | .212288E-02 | .297687E+00 |
| | | DESTINO | .280925E+00 | -.212288E-02 | .381634E+00 |
| 1 | 41 | ORIGEN | -.966874E+01 | .309793E+00 | .679924E+02 |
| | | DESTINO | .966874E+01 | -.309793E+00 | .311413E+02 |
| 1 | 42 | ORIGEN | -.899684E+01 | .184831E+00 | .361049E+02 |
| | | DESTINO | .899684E+01 | -.184831E+00 | .230410E+02 |
| 1 | 43 | ORIGEN | -.704466E+01 | .157627E+00 | .307473E+02 |
| | | DESTINO | .704466E+01 | -.157627E+00 | .196931E+02 |

| | | | | | |
|---|----|---------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 44 | ORIGEN | -.511892E+01 | .197731E+00 | .303011E+02 |
| | | DESTINO | .511892E+01 | -.197731E+00 | .329728E+02 |
| 1 | 45 | ORIGEN | -.287188E+01 | .799178E-01 | .149694E+02 |
| | | DESTINO | .287188E+01 | -.799178E-01 | .106043E+02 |
| 1 | 46 | ORIGEN | -.182604E+01 | .511284E-01 | .849200E+01 |
| | | DESTINO | .182604E+01 | -.511284E-01 | .786909E+01 |
| 1 | 47 | ORIGEN | -.752845E+00 | .120819E-01 | .196759E+01 |
| | | DESTINO | .752845E+00 | -.120819E-01 | .189860E+01 |
| 1 | 48 | ORIGEN | -.205140E+00 | .670768E-02 | .106601E+01 |
| | | DESTINO | .205140E+00 | -.670768E-02 | .108045E+01 |
| 1 | 49 | ORIGEN | .215181E+00 | .328739E+00 | .699273E+02 |
| | | DESTINO | -.215181E+00 | -.328739E+00 | .352694E+02 |
| 1 | 50 | ORIGEN | .336937E+00 | .225473E+00 | .425349E+02 |
| | | DESTINO | -.336937E+00 | -.225473E+00 | .296166E+02 |
| 1 | 51 | ORIGEN | .286197E+00 | .195599E+00 | .371247E+02 |
| | | DESTINO | -.286197E+00 | -.195599E+00 | .254669E+02 |
| 1 | 52 | ORIGEN | .136658E+00 | .245348E+00 | .370509E+02 |
| | | DESTINO | -.136658E+00 | -.245348E+00 | .414604E+02 |
| 1 | 53 | ORIGEN | .854928E-01 | .101651E+00 | .187927E+02 |
| | | DESTINO | -.854928E-01 | -.101651E+00 | .137358E+02 |
| 1 | 54 | ORIGEN | .140786E+00 | .652685E-01 | .107959E+02 |
| | | DESTINO | -.140786E+00 | -.652685E-01 | .100900E+02 |
| 1 | 55 | ORIGEN | .110798E+00 | .157407E-01 | .257134E+01 |
| | | DESTINO | -.110798E+00 | -.157407E-01 | .246571E+01 |
| 1 | 56 | ORIGEN | .108056E+00 | .965830E-02 | .155116E+01 |
| | | DESTINO | -.108056E+00 | -.965830E-02 | .153953E+01 |
| 1 | 57 | ORIGEN | .102832E+02 | .328408E+00 | .711875E+02 |
| | | DESTINO | -.102832E+02 | -.328408E+00 | .339031E+02 |
| 1 | 58 | ORIGEN | .964043E+01 | .184033E+00 | .357460E+02 |
| | | DESTINO | -.964043E+01 | -.184033E+00 | .231446E+02 |
| 1 | 59 | ORIGEN | .755986E+01 | .160822E+00 | .310075E+02 |
| | | DESTINO | -.755986E+01 | -.160822E+00 | .204556E+02 |
| 1 | 60 | ORIGEN | .538579E+01 | .186183E+00 | .288310E+02 |
| | | DESTINO | -.538579E+01 | -.186183E+00 | .307476E+02 |
| 1 | 61 | ORIGEN | .303068E+01 | .840259E-01 | .156346E+02 |
| | | DESTINO | -.303068E+01 | -.840259E-01 | .112537E+02 |
| 1 | 62 | ORIGEN | .210222E+01 | .503484E-01 | .832863E+01 |
| | | DESTINO | -.210222E+01 | -.503484E-01 | .778281E+01 |
| 1 | 63 | ORIGEN | .941825E+00 | .119759E-01 | .194802E+01 |
| | | DESTINO | -.941825E+00 | -.119759E-01 | .188425E+01 |
| 1 | 64 | ORIGEN | .413860E+00 | .687568E-02 | .108453E+01 |
| | | DESTINO | -.413860E+00 | -.687568E-02 | .111569E+01 |
| 1 | 65 | ORIGEN | .258566E+02 | .304498E+00 | .719073E+02 |
| | | DESTINO | -.258566E+02 | -.304498E+00 | .255322E+02 |

| | | | | | |
|---|----|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 66 | ORIGEN | .191406E+02 | .558747E-01 | .129651E+02 |
| | | DESTINO | -.191406E+02 | -.558747E-01 | .491485E+01 |
| 1 | 67 | ORIGEN | .138783E+02 | .792325E-01 | .175038E+02 |
| | | DESTINO | -.138783E+02 | -.792325E-01 | .785051E+01 |
| 1 | 68 | ORIGEN | .959199E+01 | .814970E-01 | .125351E+02 |
| | | DESTINO | -.959199E+01 | -.814970E-01 | .135439E+02 |
| 1 | 69 | ORIGEN | .589347E+01 | .573862E-01 | .113793E+02 |
| | | DESTINO | -.589347E+01 | -.573862E-01 | .698433E+01 |
| 1 | 70 | ORIGEN | .327230E+01 | .199321E-01 | .307400E+01 |
| | | DESTINO | -.327230E+01 | -.199321E-01 | .330432E+01 |
| 1 | 71 | ORIGEN | .135384E+01 | .600981E-02 | .946482E+00 |
| | | DESTINO | -.135384E+01 | -.600981E-02 | .976635E+00 |
| 1 | 72 | ORIGEN | .418739E+00 | .267483E-02 | .385988E+00 |
| | | DESTINO | -.418739E+00 | -.267483E-02 | .469950E+00 |
| 1 | 73 | ORIGEN | -.300146E+00 | .218759E-01 | .206450E+01 |
| | | DESTINO | .300146E+00 | -.218759E-01 | .602145E+01 |
| 1 | 74 | ORIGEN | -.103194E+02 | .672408E-02 | .283787E+01 |
| | | DESTINO | .103194E+02 | -.672408E-02 | -.352460E+00 |
| 1 | 75 | ORIGEN | .886618E-01 | .137651E-01 | .177976E+01 |
| | | DESTINO | -.886618E-01 | -.137651E-01 | .330820E+01 |
| 1 | 76 | ORIGEN | -.799567E+01 | -.874204E-02 | -.143347E+01 |
| | | DESTINO | .799567E+01 | .874204E-02 | -.179784E+01 |
| 1 | 77 | ORIGEN | .431247E+00 | .105642E-01 | .129187E+01 |
| | | DESTINO | -.431247E+00 | -.105642E-01 | .261298E+01 |
| 1 | 78 | ORIGEN | -.626530E+01 | -.424746E-02 | -.505218E+00 |
| | | DESTINO | .626530E+01 | .424746E-02 | -.106477E+01 |
| 1 | 79 | ORIGEN | .643454E+00 | .111143E-01 | .194653E+01 |
| | | DESTINO | -.643454E+00 | -.111143E-01 | .216163E+01 |
| 1 | 80 | ORIGEN | -.482209E+01 | .233899E-02 | .134575E+00 |
| | | DESTINO | .482209E+01 | -.233899E-02 | .729979E+00 |
| 1 | 81 | ORIGEN | .486150E+00 | .114887E-01 | .148773E+01 |
| | | DESTINO | -.486150E+00 | -.114887E-01 | .275882E+01 |
| 1 | 82 | ORIGEN | -.385635E+01 | .392571E-02 | .950210E+00 |
| | | DESTINO | .385635E+01 | -.392571E-02 | .500839E+00 |
| 1 | 83 | ORIGEN | .681278E+00 | .643076E-02 | .995515E+00 |
| | | DESTINO | -.681278E+00 | -.643076E-02 | .138148E+01 |
| 1 | 84 | ORIGEN | -.255091E+01 | .103528E-02 | .675868E-01 |
| | | DESTINO | .255091E+01 | -.103528E-02 | .315087E+00 |
| 1 | 85 | ORIGEN | .507141E+00 | .498898E-02 | .806650E+00 |
| | | DESTINO | -.507141E+00 | -.498898E-02 | .103742E+01 |
| 1 | 86 | ORIGEN | -.165461E+01 | .198943E-02 | .262498E+00 |
| | | DESTINO | .165461E+01 | -.198943E-02 | .472848E+00 |
| 1 | 87 | ORIGEN | .323738E+00 | .225511E-02 | .354350E+00 |
| | | DESTINO | -.323738E+00 | -.225511E-02 | .479203E+00 |

| | | | | |
|---|------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 88 ORIGEN | -.630069E+00 | .145311E-02 | .172058E+00 |
| | DESTINO | .630069E+00 | -.145311E-02 | .365043E+00 |
| 1 | 89 ORIGEN | .165507E+01 | .202474E-01 | .195429E+01 |
| | DESTINO | -.365507E+01 | -.202474E-01 | .526267E+01 |
| 1 | 90 ORIGEN | -.669500E+01 | .171737E-01 | .461643E+01 |
| | DESTINO | .669500E+01 | -.171737E-01 | .150496E+01 |
| 1 | 91 ORIGEN | .410922E+01 | -.108322E-01 | .124563E+01 |
| | DESTINO | -.410922E+01 | -.108322E-01 | .261537E+01 |
| 1 | 92 ORIGEN | -.688493E+01 | .656368E-02 | .165121E+01 |
| | DESTINO | .688493E+01 | -.656368E-02 | .688344E+00 |
| 1 | 93 ORIGEN | .373126E+01 | .925425E-02 | .104810E+01 |
| | DESTINO | -.373126E+01 | -.925425E-02 | .225048E+01 |
| 1 | 94 ORIGEN | -.590823E+01 | .545402E-02 | .139032E+01 |
| | DESTINO | .590823E+01 | -.545402E-02 | .553700E+00 |
| 1 | 95 ORIGEN | .319341E+01 | .128548E-01 | .233301E+01 |
| | DESTINO | -.319341E+01 | -.128548E-01 | .224895E+01 |
| 1 | 96 ORIGEN | -.482156E+01 | .118363E-01 | .183364E+01 |
| | DESTINO | .482156E+01 | -.118363E-01 | .238529E+01 |
| 1 | 97 ORIGEN | .250938E+01 | .141471E-01 | .190092E+01 |
| | DESTINO | -.250938E+01 | -.141471E-01 | .314164E+01 |
| 1 | 98 ORIGEN | -.376898E+01 | .114784E-01 | .242784E+01 |
| | DESTINO | .376898E+01 | -.114784E-01 | .166352E+01 |
| 1 | 99 ORIGEN | .207087E+01 | .775907E-02 | .123425E+01 |
| | DESTINO | -.207087E+01 | -.775907E-02 | .153139E+01 |
| 1 | 100 ORIGEN | -.290649E+01 | .720999E-02 | .127778E+01 |
| | DESTINO | .290649E+01 | -.720999E-02 | .129214E+01 |
| 1 | 101 ORIGEN | .143089E+01 | .633043E-02 | .102996E+01 |
| | DESTINO | -.143089E+01 | -.633043E-02 | .122644E+01 |
| 1 | 102 ORIGEN | -.199127E+01 | .640814E-02 | .110652E+01 |
| | DESTINO | .199127E+01 | -.640814E-02 | .117759E+01 |
| 1 | 103 ORIGEN | .811769E+00 | .345383E-02 | .560408E+00 |
| | DESTINO | -.811769E+00 | -.345383E-02 | .670655E+00 |
| 1 | 104 ORIGEN | -.104392E+01 | .428016E-02 | .706684E+00 |
| | DESTINO | .104392E+01 | -.428016E-02 | .818935E+00 |
| 1 | 105 ORIGEN | .683374E+01 | .169613E-01 | .146710E+01 |
| | DESTINO | -.683374E+01 | -.169613E-01 | .457857E+01 |
| 1 | 106 ORIGEN | -.369489E+01 | .217393E-01 | .554801E+01 |
| | DESTINO | .369489E+01 | -.217393E-01 | .220073E+01 |
| 1 | 107 ORIGEN | .680493E+01 | .448420E-02 | .337191E+00 |
| | DESTINO | -.680493E+01 | -.448420E-02 | .126115E+01 |
| 1 | 108 ORIGEN | -.411022E+01 | .129660E-01 | .299436E+01 |
| | DESTINO | .411022E+01 | -.129660E-01 | .162724E+01 |
| 1 | 109 ORIGEN | .577535E+01 | .356569E-02 | .215855E+00 |
| | DESTINO | -.577535E+01 | -.356569E-02 | .105510E+01 |

| | | | | | |
|---|-----|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 110 | ORIGEN | -.376399E+01 | .115625E-01 | .263799E+01 |
| | | DESTINO | .376399E+01 | -.115625E-01 | .148332E+01 |
| 1 | 111 | ORIGEN | .463013E+01 | .105672E-01 | .213525E+01 |
| | | DESTINO | -.463013E+01 | -.105672E-01 | .163131E+01 |
| 1 | 112 | ORIGEN | -.317335E+01 | .134845E-01 | .237119E+01 |
| | | DESTINO | .317335E+01 | -.134845E-01 | .243519E+01 |
| 1 | 113 | ORIGEN | .371632E+01 | .106253E-01 | .152151E+01 |
| | | DESTINO | -.371632E+01 | -.106253E-01 | .226577E+01 |
| 1 | 114 | ORIGEN | -.265617E+01 | .156533E-01 | .342180E+01 |
| | | DESTINO | .265617E+01 | -.156533E-01 | .215766E+01 |
| 1 | 115 | ORIGEN | .275958E+01 | .531304E-02 | .965784E+00 |
| | | DESTINO | -.275958E+01 | -.531304E-02 | .927994E+00 |
| 1 | 116 | ORIGEN | -.218544E+01 | .955416E-02 | .185481E+01 |
| | | DESTINO | .218544E+01 | -.955416E-02 | .155066E+01 |
| 1 | 117 | ORIGEN | .185554E+01 | .452857E-02 | .846113E+00 |
| | | DESTINO | -.185554E+01 | -.452857E-02 | .768039E+00 |
| 1 | 118 | ORIGEN | -.154682E+01 | .817183E-02 | .155626E+01 |
| | | DESTINO | .154682E+01 | -.817183E-02 | .135651E+01 |
| 1 | 119 | ORIGEN | .923506E+00 | .239113E-02 | .483905E+00 |
| | | DESTINO | -.923506E+00 | -.239113E-02 | .368382E+00 |
| 1 | 120 | ORIGEN | -.943974E+00 | .543343E-02 | .101908E+01 |
| | | DESTINO | .943974E+00 | -.543343E-02 | .917589E+00 |
| 1 | 121 | ORIGEN | .103254E+02 | .115878E-01 | .391541E+00 |
| | | DESTINO | -.103254E+02 | -.115878E-01 | .373882E+01 |
| 1 | 122 | ORIGEN | .715901E+00 | .264978E-01 | .680414E+01 |
| | | DESTINO | -.715901E+00 | -.264978E-01 | .264072E+01 |
| 1 | 123 | ORIGEN | .769557E+01 | -.805207E-02 | -.159263E+01 |
| | | DESTINO | -.769557E+01 | .805207E-02 | -.127745E+01 |
| 1 | 124 | ORIGEN | .424487E+00 | .169333E-01 | .378728E+01 |
| | | DESTINO | -.424487E+00 | -.169333E-01 | .224841E+01 |
| 1 | 125 | ORIGEN | .597520E+01 | -.346282E-02 | -.887031E+00 |
| | | DESTINO | -.597520E+01 | .346282E-02 | -.347259E+00 |
| 1 | 126 | ORIGEN | -.751011E-01 | .142254E-01 | .317233E+01 |
| | | DESTINO | .751011E-01 | -.142254E-01 | .189814E+01 |
| 1 | 127 | ORIGEN | .441099E+01 | .240031E-02 | .677252E+00 |
| | | DESTINO | -.441099E+01 | -.240031E-02 | .178311E+00 |
| 1 | 128 | ORIGEN | -.178159E+00 | .129039E-01 | .241786E+01 |
| | | DESTINO | .178159E+00 | -.129039E-01 | .218157E+01 |
| 1 | 129 | ORIGEN | .385266E+01 | .595047E-02 | .798536E+00 |
| | | DESTINO | -.385266E+01 | -.595047E-02 | .132243E+01 |
| 1 | 130 | ORIGEN | -.494437E+00 | .148384E-01 | .331631E+01 |
| | | DESTINO | .494437E+00 | -.148384E-01 | .197269E+01 |
| 1 | 131 | ORIGEN | .229162E+01 | .111279E-03 | .167436E+00 |
| | | DESTINO | -.229162E+01 | -.111279E-03 | -.127775E+00 |

| | | | | | |
|---|-----|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 132 | ORIGEN | -.617733E+00 | .907407E-02 | .179835E+01 |
| | | DESTINO | .617733E+00 | -.907407E-02 | .143600E+01 |
| 1 | 133 | ORIGEN | .145877E+01 | .114886E-02 | .304938E+00 |
| | | DESTINO | -.145877E+01 | -.114886E-02 | .104546E+00 |
| 1 | 134 | ORIGEN | -.522737E+00 | .743912E-02 | .143807E+01 |
| | | DESTINO | .522737E+00 | -.743912E-02 | .121353E+01 |
| 1 | 135 | ORIGEN | .499132E+00 | .195428E-03 | .135392E+00 |
| | | DESTINO | -.499132E+00 | -.195428E-03 | -.657277E-01 |
| 1 | 136 | ORIGEN | -.461003E+00 | .450573E-02 | .862222E+00 |
| | | DESTINO | .461003E+00 | -.450573E-02 | .743786E+00 |

REVISION POR VIENTO

Para fines de diseño por viento, las estructuras se clasifican de acuerdo a su destino y a las características de su respuesta ante la acción del viento.

De acuerdo a su destino, nuestro edificio pertenece al grupo B.

Y por su respuesta ante viento, pertenece al tipo 1 ya que abarca estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento.

VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño es función de :

- a) Localización geográfica.
- b) Topografía en la vecindad de la estructura.
- c) Características de la estructura.

Se adoptan las siguientes definiciones de velocidades de viento:

V_R = Velocidad regional. Es la velocidad máxima probable en una zona o región determinada para un cierto período de recurrencia. (ver mapa de regionalización Eólica de la República Mexicana.

V_B = Velocidad básica. Es la velocidad que, a una altura de 10 Mts sobre el terreno, se presenta en el lugar de desplante de la estructura.

V_Z = Velocidad del viento a una altura "Z" sobre el terreno.

V_D = Velocidad de diseño a partir de la cual se evalúan los efectos del viento en la estructura.

VELOCIDADES REGIONALES

| ZONA EOLICA | Velocidad Regional (KM/h) | |
|----------------|---|--|
| | Estructuras grupo B ($T_R = 50$ años) | Estructuras grupo A ($T_R = 200$ años) |
| 1 | 90 | 105 |
| 2 | 125 | 150 |
| 3 | 115 | 125 |
| 4 | 160 | 185 |
| 5 | 80 | 90 |
| 6 | 150 | 170 |
| 7 | 80 | 95 |

CRITERIO PARA ELEGIR LA VELOCIDAD REGIONAL, V_R

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Estructuras del Grupo | V_R con período de recurrencia de: |
| A | 200 Años |
| B | 50 Años |
| C | No requiere diseño por viento |

VELOCIDAD BASICA

La velocidad básica del viento, V_B se obtiene a partir de la velocidad regional, de acuerdo con la siguiente expresión :

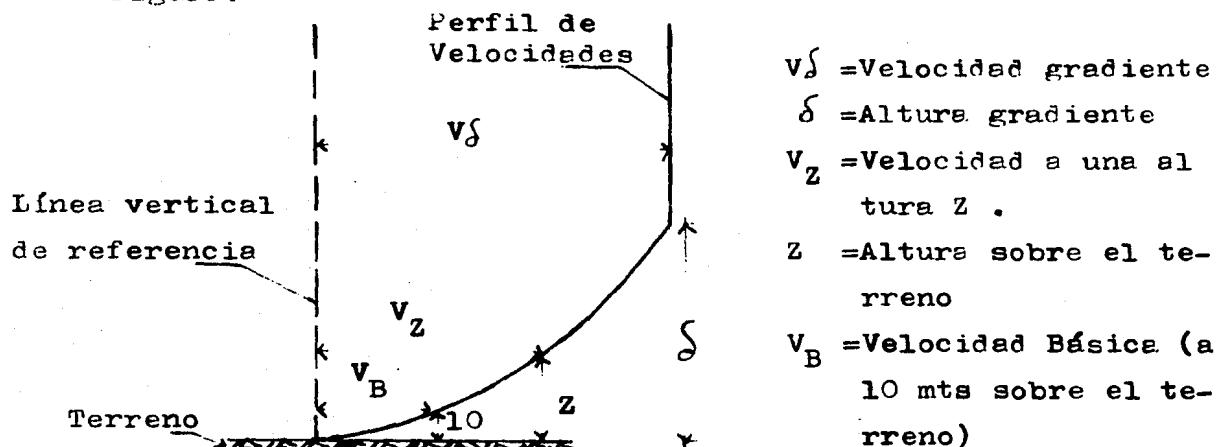
$$V_B = K V_R$$

Donde K es un factor que depende de la Topografía del sitio y se tomará conforme a la siguiente tabla.

| TOPOGRAFIA | FACTOR K |
|---|----------|
| a) Muy accidentada, como en el centro de ciudades importantes | 0.70 |
| b) Zonas arboladas, lomeríos barrios residenciales o industriales | 0.80 |
| c) Campo abierto, terreno plano | 1.0 |
| d) Promontorios | 1.20 |

VARIACION DE LA VELOCIDAD CON LA ALTURA

La velocidad del viento varía con la altura sobre el terreno según se muestra esquemáticamente en la siguiente figura.



La velocidad del viento a la altura Z, V_Z , está dada por las siguientes expresiones:

$$V_Z = V_B \left(\frac{Z}{10} \right)^{\alpha} \quad \text{Para } 10 < Z < \delta$$

$$V_Z = V_B \quad \text{Para } Z \leq 10 \text{ m}$$

$$V_Z = V_{\delta} \quad \text{Para } Z \geq \delta$$

Las unidades de Z y δ son metros, y Km/h las de las velocidades. V_{δ} se obtiene al hacer $Z = \delta$

Los valores de α y δ son función de la topografía del lugar y se tomarán de la tabla siguiente:

| TIPO DE TERRENO | α | ALTURA GRADIENTE δ (metros) |
|--------------------------------|----------|---------------------------------------|
| a) Litoral | 0.14 | 200 |
| b) Campo abierto (interior) | 0.14 | 275 |
| c) Terrenos suburbanos | 0.22 | 400 |
| d) Centros de grandes ciudades | 0.33 | 460 |

FACTOR RAFAGA

El Factor ráfaga será de 1.3 para estructuras sencibles a ráfagas cortas (estructuras tipo 2 y 3) y de 1.0 para estructuras tipo 1.

CALCULO DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

Grupo B

Tipo 1

Zona 4

$$V_R = 160 \text{ Km/hora}$$

$$V_B = K V_R$$

$$V_B = 1.2 (160) = 192 \text{ Km/hora}$$

$$V_Z = V_B \left(\frac{z}{10} \right)^{\alpha}$$

$$= 192 \left(\frac{25.6}{10} \right)^{0.14}$$

$$V_Z = 220 \text{ Km/hora}$$

$$V_D = F_R V_Z$$

$$= (1.0) 220 \text{ Km/hora}$$

$$V_D = 220 \text{ Km/hora}$$

Los efectos del viento se tomarán equivalentes a los de una fuerza distribuida sobre el área expuesta, considerando como área expuesta el total de la superficie perpendicular a la dirección del viento.

$$P = 0.0048 G C V_D^2$$

Donde:

C = Coeficiente de empuje (adimensional)

P = Presión o succión debida al viento, en Kg/m²

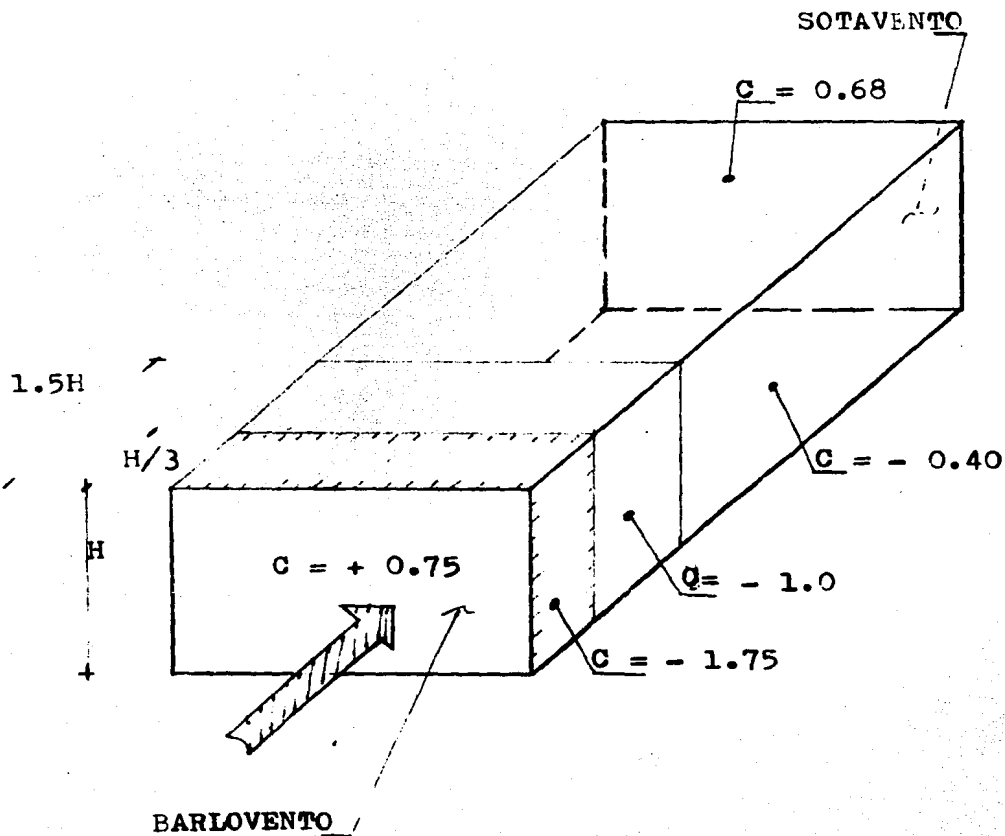
V_D = Velocidad de diseño, en Km/hr.

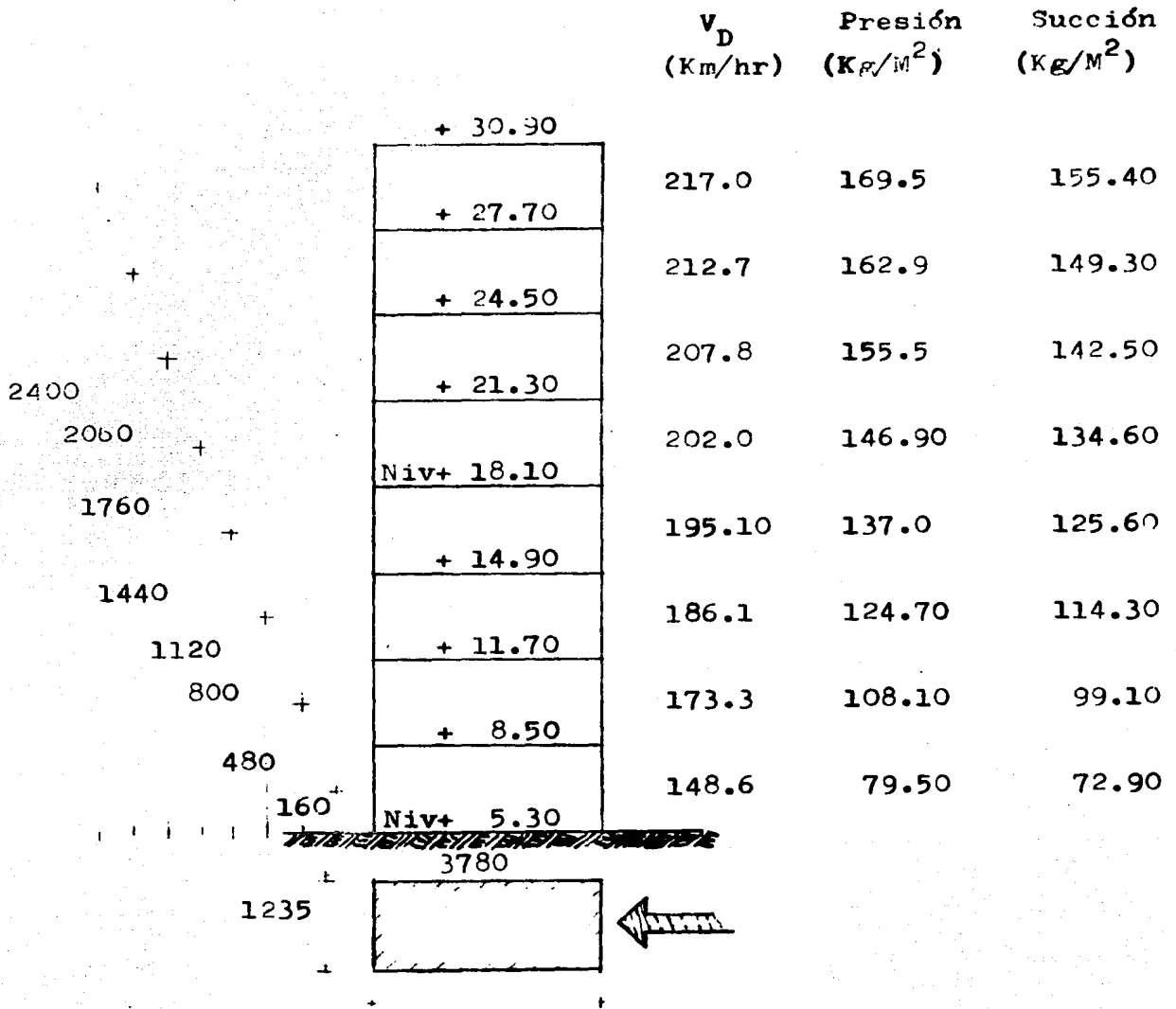
G = $\frac{8 + h}{8 + 2h}$, factor de reducción de la atmósfera, a la altura h (en Km) sobre el nivel del mar.

Cuando C es positivo, se trata de empuje sobre el área expuesta, y si es negativo se trata de una succión.

En edificios de planta y elevación rectangular, cuando el viento actúa normalmente a la superficie expuesta, se tomará C = +0.75 del lado del barlovento y -0.68 del lado del sotavento. En los muros paralelos a la acción del viento, así como en el techo, si éste es horizontal, se distinguirán tres zonas: en la primera, que se extiende desde la arista de barlovento hasta una distancia igual a H/3, C = -1.75. En la segunda, que abarca hasta 1.5 H desde la misma arista, C = -1.00; y en el resto,

$C = -0.40$. La misma especificación rige en cubiertas con generatrices y aristas paralelas a la acción del viento (techos inclinados y cilíndricos). En este caso H es la altura de la construcción medida del lado de barlovento y sin incluir la cubierta.





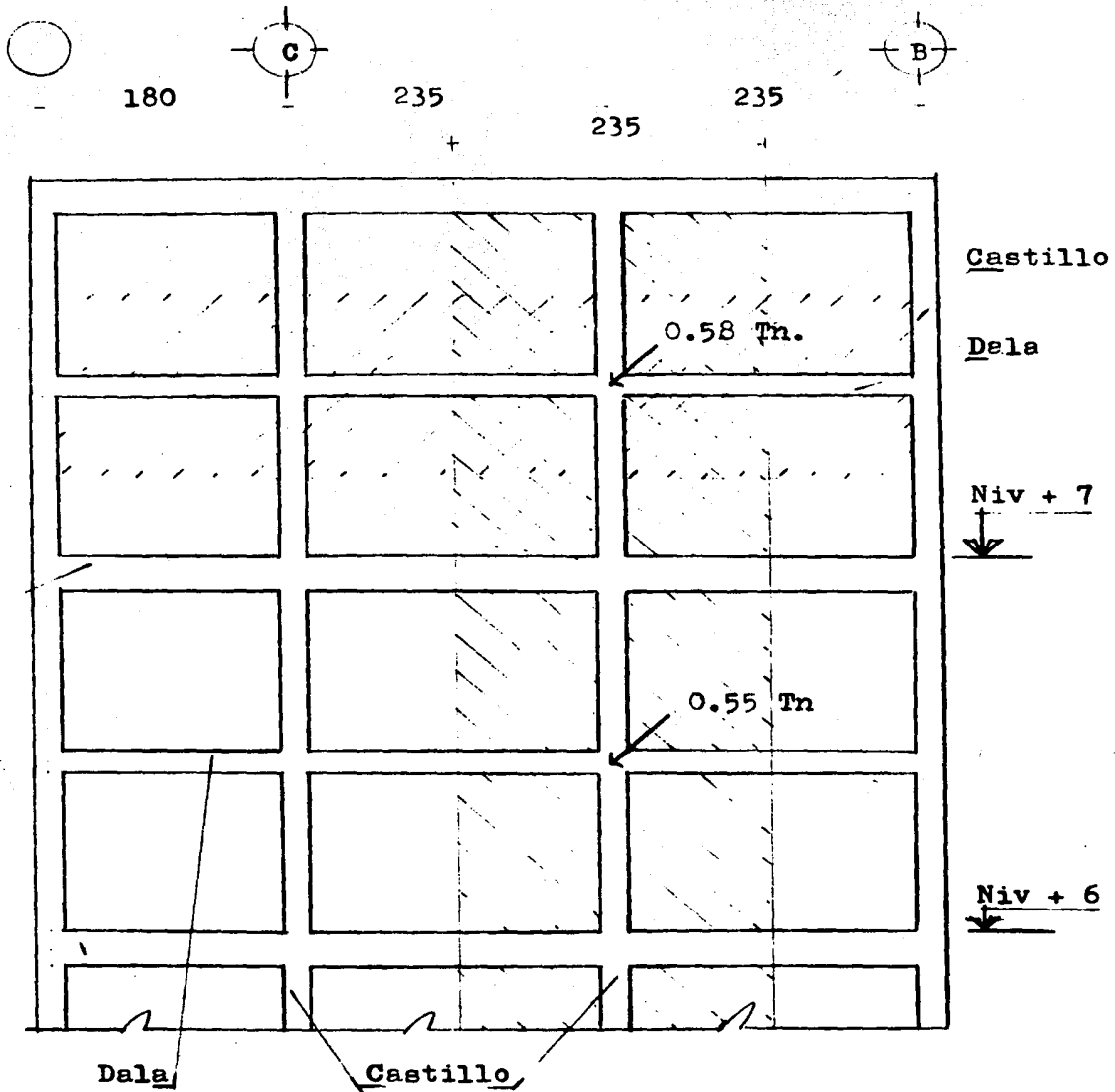
$$G = (8+H) / (8+2H) = (8+0.0053) / (8+2 \times 0.0053) \doteq 1.0$$

$$P = 0.0048 \times 1.0 \times 0.75 \times V_D^2 = 0.0036 V_D^2 \Rightarrow \text{Barlovento.}$$

$$P = 0.0048 \times 1.0 \times -0.68 \times V_D^2 = 0.0033 V_D^2 \Rightarrow \text{Sotavento.}$$

REVISION DE DALAS Y CASTILLOS

En muro eje 47 entre ejes B y C

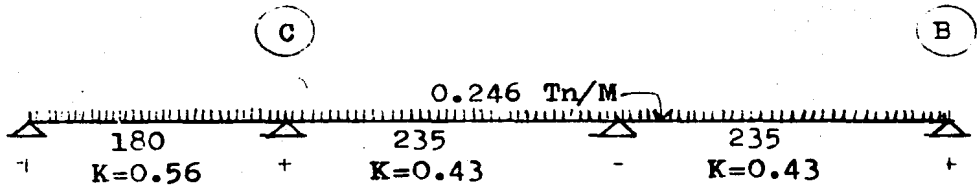


REVISION DE LA DALA

$P = 169.5 \text{ Kg/M}^2$

$b = 1.45 \text{ Mts.}$

$w = 169.5 \times 1.45 = 0.246 \text{ Tn/M}$



| | | | | | | | |
|-----------|------|--------|--------|-------|-------|------|------|
| F.d. | 0.0 | 0.57 | 0.43 | 0.50 | 0.50 | 0.0 | |
| MEP. | 0.0 | -0.10 | 0.11 | -0.11 | 0.17 | -0.0 | Tn.M |
| D. | | -0.006 | -0.004 | -0.03 | -0.03 | | |
| MF | | -0.106 | 0.106 | -0.14 | +0.14 | | |
| + V total | 0.22 | -0.22 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | Tn. |
| | | 0.51 | | 0.58 | | | |

+ Es mínimo el cortante por hiperestaticidad por lo tanto no se considera.

$wL^2 / 12 = 0.246 \times 2.35^2 / 12 = 0.11 \text{ Tn.M}$

$wL^2 / 8 = 0.246 \times 2.35^2 / 8 = 0.17 \text{ Tn.M}$

$wL^2 / 8 = 0.246 \times 1.8^2 / 8 = 0.10 \text{ Tn.M}$

Para verificar si el área de acero de la dala es suficiente:

Sección : 20 X 20

Refuerzo de la dala 4# 2.5 + B# 2 a 20

$$A_s = M / (f_s j d) \quad ; \quad d = M / (f_s j A_s) \quad ; \quad 2\# 2.5 = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$d = (0.14 \times 10^5 \text{ Kg. cm}) / (2000 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.87 \times 0.98) = 8 \text{ cm}$$

$$8 \text{ cmts} < 20 \text{ cm} \quad \therefore \quad \text{O.K.}$$

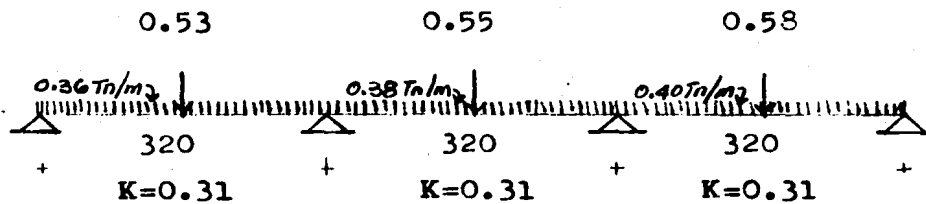
REVISION DEL CASTILLO

$$b = 2.35 \text{ mts.}$$

$$w_1 = 169.5 \times 2.35 = 0.40 \text{ Tn/M}$$

$$w_2 = 162.9 \times 2.35 = 0.38 \text{ Tn/M}$$

$$w_3 = 155.5 \times 2.35 = 0.36 \text{ Tn/M}$$



| | | | | | | | |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| F.d. | 0.0 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.0 | |
| MEP | 0.0 | -0.78 | +0.54 | -0.54 | +0.86 | 0.0 | Tn.M |
| D | | +0.12 | +0.12 | -0.16 | -0.16 | 0.0 | |
| MF | | -0.66 | 0.66 | -0.70 | +0.70 | | |
| V | | | | | | | |
| TOTAL | 0.84 | -0.84 | 0.88 | -0.88 | 0.93 | -0.93 | Tn. |

$$wL^2 / 8+PL/16 = (0.40 \times 3.2^2) / 8 + (3 \times 0.58 \times 3.2) / 16 = 0.86 \text{ Tn.M}$$

$$wL^2 / 12+PL/8 = (0.38 \times 3.2^2) / 12 + (0.55 \times 3.2) / 8 = 0.54 \text{ Tn.M}$$

$$wL^2 / 8+PL/16 = (0.36 \times 3.2^2) / 8 + (3 \times 0.53 \times 3.2) / 16 = 0.78 \text{ Tn.M}$$

REVISION DEL AREA DE ACERO DEL CASTILLO

Sección 20 X 20

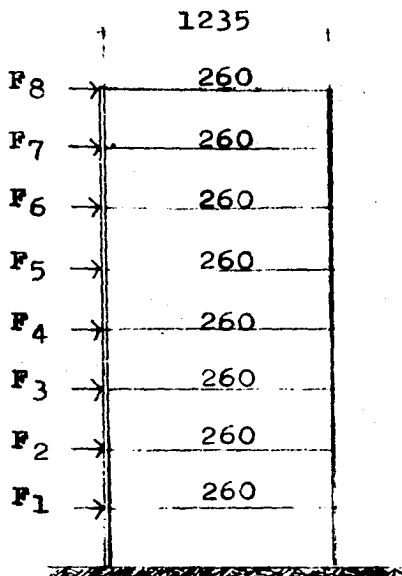
Refuerzo 4# 4 + E# 2.5 a 15 cmts.

$$2 \# 4 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$d = M / (f_s j d)$$

$$d = (0.70 \times 10^5 \text{ Kg.cm}) / (2000 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.87 \times 2.54 \text{ cm}^2) = 16 \text{ cm} < 20. \text{ OK.}$$

REVISION POR VOLTEO



$$A = 37.80 \text{ M} \times 1.60 = 60.48 \text{ M}^2$$

$$A_2 = 37.80 \times 3.20 = 120.96 \text{ M}^2$$

$$F_1 = 79.50 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 9.62 \text{ Tn}$$

$$F_2 = 108.10 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 13.10 \text{ Tn}$$

$$F_3 = 124.70 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 15.10 \text{ Tn}$$

$$F_4 = 134.0 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 16.20 \text{ Tn}$$

$$F_5 = 146.9 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 17.77 \text{ Tn}$$

$$F_6 = 155.5 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 18.80 \text{ Tn}$$

$$F_7 = 162.9 \text{ Kg/M}^2 \times 120.96 \text{ M}^2 = 19.70 \text{ Tn}$$

$$F_8 = 169.5 \text{ Kg/M}^2 \times 60.48 \text{ M}^2 = 10.25 \text{ Tn}$$

$$\hline 120.54$$

$$\bar{y} = (9.62 \times 3.2 + 13.10 \times 6.4 + 15.1 \times 9.6 + 16.2 \times 12.8 + 17.77 \times 16 + 18.8 \times 19.2 + 19.7 \times 22.4 + 10.2 \times 25.6) / 120.54$$

$$\bar{y} = 1814.62 \text{ Tn.M} / 120.54 \text{ Tn} = 15.05 \text{ M (punto de aplicación)}$$

Momento de volteo + 1814.62 Tn.M.

MOENTO DE VOLTEO RESISTENTE POR EFECTO DEL VIENTO

$$W_{va} = 0$$

$$W_m = 600 \text{ Kg/m}^2$$

$$L_m = 148.30 \text{ mts.}$$

$$A = 433 \text{ m}^2$$

Peso propio de la estructura (P)

$$P = (W_m + W_{va}) \text{ área} + W \text{ muro} \times L \quad 8 \text{ niveles.}$$

$$P = (600 + 0) 433 + 260 \times 2.95 \times 148.3 \quad 8 \text{ niveles} = 2988 \text{ Tn.}$$

$$\text{Momento resistente} = 2988 \times 12.35 / 2 = 18,450 \text{ Tn.m.}$$

$$18,450 \text{ Tn.m.} \gg 1,814.62 \text{ Tn.m.}$$

NOTA: Cabe aclarar que la revisión por viento se elaboró de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles -- C.1.4. Diseño por Viento de la Comisión Federal -- de Electricidad, 1981. Vigente a la fecha.

LAS CONSECUENCIAS DEBIDAS A LA ACCION DE UN SISMO
 PREDOMINARIAN SOBRE LA ACCION DEL VIENTO

CAPITULO IV

REVISION POR FLEXOCOMPRESION DE LOS MUROS DE CARGA.

Momento de volteo en muros de planta baja.

$$M = (V \sum hi^2 / \sum hi) (0.8 + 0.2z/H)$$

$$Mv = FC (V \sum hi^2 / \sum hi) 0.8$$

$$\text{si } V = C \times w/Q = 0.08 \times 3650 / 1.5 = 195 \text{ Tn.}$$

$$\sum hi^2 = (8^2 + 7^2 + 6^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2) 3.2^2 = 2089$$

$$\sum hi = (8 + 7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) 3.2 = 115.20$$

$$Mv = 1.1 (195 \times 2089 / 115.20) 0.8 = 3110 \text{ Tn.m.}$$

NOTA:

Los momentos de volteo se han calculado suponiendo que cada muro es un voladizo independiente y se introduce en él momentos flexionantes iguales al producto de las fuerzas en cada nivel por el brazo correspondiente.

Según el Artículo 240 VI del Reglamento del Distrito Federal, el momento de volteo calculado en la forma anterior puede - reducirse multiplicándolo por $0.8 + 0.2z$. Siendo z la relación entre la altura a a la que se calcula el factor reductivo, h , y la altura total, H .

Por ejemplo para el muro 1

$$K_i = 9400$$

$$\sum K_i = 162,481$$

$$M_{vy} = (K_i / \sum K_i) M_v \Rightarrow \text{Dirección y-y}$$

$$M_{vy} = (K_i / 162,481) 3110 = (K_i) 0.019$$

$$M_{v1} = 9400 \times 0.019 = 180.00 \text{ Tn.m.}$$

$$M_{vx} = (K_i / 124,705) 3110 = (K_i) 0.025 \Rightarrow \text{Dirección x-x}$$

$$M_{v8} = 4700 \times 0.025 = 117.2 \text{ Tn.m.}$$

$$P_u = FC [(W_m + W_{va}) \text{ Atrib} + W_{\text{muro}} \times L] \text{ 4 niveles.}$$

$$P_u = 1.1 [(600 + 180) \text{ Atrib} + 260 \times 2.95 \times L] \text{ 4 niveles.}$$

$$P_u = 3432 \text{ Atrib} + 3,375 L$$

$$P_{11} = 3432 \times 9.9 + 3375 \times 4.7 = 50.00 \text{ Tn.}$$

Considerando que en cada extremo de los muros de carga, el acero de refuerzo vertical consiste de 8 varillas del número 5 distribuidas en una sección de 20x40 cm. se procede a obtener el momento resistente con las fórmulas simplificadas.

Cálculo con las fórmulas simplificadas:

$$MR = M_o + 0.3 P_{ud} \quad \text{si } \leq P_u \leq PR/3 \quad (1)$$

$$MR = (1.5 M_o + 0.15 PRd)(1 - P_u/PR) \quad \text{si } P_u > PR/3 \quad (2)$$

$$M_o = FR A_s f_y d'$$

$$PR = FR (F_e f_m A_t + 2 A_s f_y)$$

DONDE:

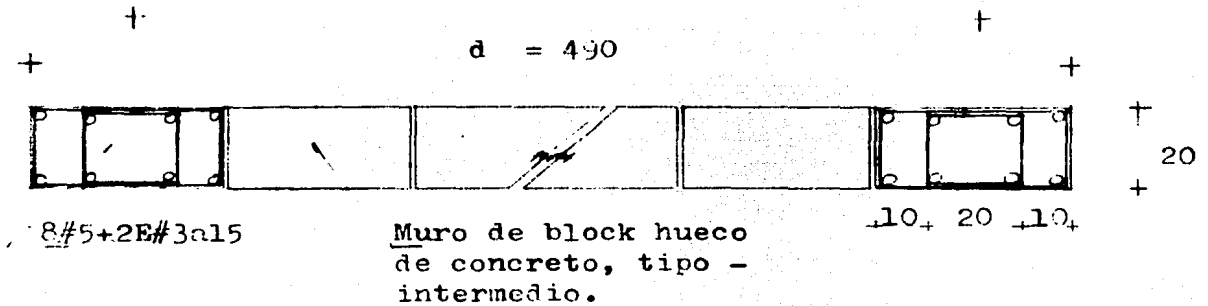
$$A_s = \text{Area de acero de los castillos} = 15.84 \text{ cm}^2$$

$$f_y = \text{Esfuerzo de fluencia del acero igual a } 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

MURO 1

$$d' = 450$$

$$d = 490$$



$$PR = 0.6(0.8 \times 24 \times 20 \times 490 + 2 \times 15.84 \times 4200) = 192.73 \text{ Tn.}$$

$$Mo = FR As fy d'$$

$$= 0.6 \times 15.84 \times 4200 \times 450 = 179.63 \text{ Tn.m.}$$

$$Pu = 50.00 \text{ Tn.}$$

$$PR/3 = 192.72/3 = 64.20 > 50 \quad \therefore \text{usamos la ecuación 1}$$

$$MR = Mo + 0.3 Pu d$$

$$MR = 179.63 + 0.3 \times 50 \times 4.9 = 253.12 \text{ Tn.m.}$$

$$MR > Mu$$

REVISION DE LOS MUROS DE CARGA POR MOMENTO DE VOLTEO.

| MURO | Mu (Ton.m) | Pu Ton | Mo (Tn.m) | PR (Tn) | MR (Tn.m) |
|------|---------------|-----------|--------------|------------|--------------|
| 1 | 180.00 | 50.00 | 179.63 | 192.73 | 253.12 |
| 2 | 26.00 | 20.20 | 65.90 | 128.84 | 78.32 |
| 3 | 220.10 | 100.30 | 203.60 | 208.14 | 247.20 |
| 4 | 43.60 | 45.51 | 87.81 | 138.15 | 191.40 |
| 5 | 31.60 | 50.00 | 79.83 | 130.52 | 100.50 |
| 6 | 200.10 | 98.00 | 191.60 | 200.00 | 226.13 |
| 7 | 405.70 | 146.21 | 465.40 | 313.20 | 585.15 |
| 8 | 117.20 | 20.80 | 120.75 | 161.60 | 141.34 |
| 9 | 177.30 | 29.65 | 139.70 | 177.55 | 174.40 |
| 10 | 102.20 | 36.60 | 117.75 | 155.40 | 152.90 |
| 11 | 152.10 | 21.00 | 175.24 | 196.65 | 196.03 |
| 17 | 492.80 | 84.00 | 327.30 | 280.30 | 546.54 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.-

Como resultado del análisis y diseño efectuado, se espera que los elementos estructurales tengan un comportamiento satisfactorio ante cualquiera de las sollicitaciones que se presenten durante la vida útil del edificio.

RECOMENDACIONES.-

Cimentación

Se desplantará la cimentación sobre una plantilla de concreto con resistencia $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$. de 5 cm. de espesor. La plantilla se compactará a satisfacción del director de la obra.

Rellenos

Los rellenos se harán con producto de la excavación si es un material adecuado para este fin a juicio de la dirección de obra; de lo contrario se usará material inorgánico con peso seco, no menor de 1600 Kg/m^3 .

Los rellenos se compactarán en capas de 15 a 20 cm. de espesor, con el contenido óptimo de humedad y la energía suficiente para lograr como mínimo un 90% de la prueba Proctor estándar.

Armados y Colados

Los armados y colados de las pilas y contratrabes se iniciarán, previa conformidad de la dirección de obra, apeándose a las especificaciones correspondientes.

Intersecciones

En las intersecciones de contratrabes y columnas se deberá garantizar el paso del concreto, recurriendo en --

caso necesario a anclajes metálicos que eliminen dobleces del acero de refuerzo.

ACERO DE REFUERZO

Grados del Refuerzo

Los grados del refuerzo se especifican en los planos estructurales y notas generales; fy se refiere al límite de fluencia o límite elástico aparente; todo el acero para el que se especifica fy igual a 4200 Kg/cm² satisficará las normas de la Dirección General de Normas para acero de grado estructural.

Corrugaciones

Todo el refuerzo cuyo diámetro especificado exceda el de barras No. 2 satisficará los requisitos de la Dirección General de Normas (o los equivalentes ASTM a 30556) en cuanto corrugado, o bien tendrá corrugaciones que desarrollen por lo menos la misma adherencia.

Control

El laminador del refuerzo presentará pruebas de la calidad de su producto. En caso de duda el Director le podrá exigir el ensaye de un espécimen por cada grado de acero en cada partida de 10 ton. o fracción, con el fin de verificar el diámetro de las varillas, su límite de fluencia o límite elástico aparente, alargamiento a la rotura y características del doblado. Los ensayes se

...

efectuarán en un laboratorio aprobado por la dirección de la Obra, los resultados de ensayos se entregarán al Director y al contratista en un lapso no mayor de 24 - horas sin que haya necesidad de solicitarlo.

Dobleces

Los dobleces se harán en frío alrededor de un perno con diámetro no menor que 8 veces el de la varilla.

Limpieza

Es necesario limpiar el refuerzo de toda partícula adherida sea esta basura, polvo, desperdicio de cimbra o mortero, así como escamas de oxidación sueltas, rebabas y aceite. Para ello será necesario limpiarlo con cepillo de alambre. No se permitirá la iniciación de un colado sin que antes el Director haya dado su visto bueno respecto a la limpieza del acero.

Colocación del refuerzo

En elementos estructurales para los que los planos no marquen la disposición transversal del acero, las barras longitudinales se colocarán en paquetes hasta de tres varillas cada uno, alojando los paquetes próximos a las esquinas de la sección respetando 2.5 cm. libres entre paquetes, en dirección vertical, y 5 cm. en dirección horizontal.

Además tanto en estribos y refuerzo longitudinal, se respetarán los siguientes recubrimientos libres como mínimo:

...

1 cm. o el diámetro del refuerzo principal.

Anclajes y traslapes

Todo el acero longitudinal corrido que en los planos estructurales se representa sin gancho deberá anclarse de acuerdo con las notas de dichos planos. Los traslapes y anclajes se indican en cada caso de acuerdo con la calidad del concreto y la posición de la varilla.

Soldadura de refuerzo

Sólo se permitirá soldadura en varillas No. 8 o superior, se tomarán precauciones para evitar sobrecalentamiento de la varilla. Sólo se permitirá soldadura a tope mediante elementos auxiliares que conserven simetría respecto al eje de la varilla y cuya resistencia no sea menor que la de ésta. Tratándose de soldadura a tope se biselará previamente la punta de la varilla a 60° y limpiará de todo elemento graso. Si se emplean los elementos auxiliares mencionados, la longitud total del cordón de soldadura a cada lado de la junta no será menor en diámetro que tres veces el límite elástico aparente o límite de fluencia del refuerzo expresado en Ton/cm².

La resistencia de las conexiones soldadas no será menor que la resistencia nominal a la rotura de las varillas de que se trata.

Separadores y silletas

Se suministrará y colocará todos los dispositivos (grapas, separadores, silletas metálicas, taquetes de mortero) que se necesiten para asegurar que después del colado

el acero de refuerzo cumple con las tolerancias que fijan estas especificaciones. En especial, deberá fijar de una manera absoluta las varillas del lecho superior de todos los planos estructurales.

MUROS DE MAMPOSTERIA

Tipo de piezas

Se emplearán piezas que cumplan con los requisitos generales de calidad especificados por la Dirección General de Normas.

Las piezas huecas deberán tener en su sección transversal más desfavorable un área neta por lo menos del 45% del área bruta y el espesor de las paredes exteriores - no será menor de 1.5 cms.

Las piezas deberán cumplir con la geometría y resistencia especificada en los planos estructurales.

El mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras - verticales y las horizontales siendo el espesor de 1.0 - cms. mínimo y máximo de 1.5, las piezas deberán ser colocadas en forma cuatrapeada.

Los huecos donde se aloje refuerzo vertical se podrán - colar en tramos de 1.5 a 3.0 mts. máximo, siempre que se compruebe por medio de aberturas en las piezas que el co lado llegue hasta el extremo inferior del elemento.

El agregado que se use será de 1.0 cms. máximo y el concreto deberá tener la fluidez que garantice el colado

sin dejar oquedades.

Se deberán tomar precauciones durante la construcción del muro para garantizar su estabilidad debido a posibles empujes así como viento o sismo.

CONCRETO

Se emplearán agua limpia, potable, excenta de ácido, - bases, aceites y materia orgánica.

Los agregados estarán axcentos de estas mismas impurezas. El cemento será portland.

Resistencias

Las resistencias del concreto en los diversos elementos de la estructura se especifican en los planos estructurales. En ellos, cuando se emplea cemento defraguado - normal sin aditivos, $f'c$ se refiere a la resistencia en compresión directa a los 28 días de cilindros estándar de 15x30 cm. Cuando se emplee cemento portland tipo - III o con acelerantes deben alcanzarse estas resistencias a los 14 días.

Las variaciones permisibles en $f'c$ se especifican en el párrafo sobre tolerancias en resistencia.

Peso volumétrico

Donde se especifica concreto de peso normal su peso volumétrico estará comprendido entre 2.1 y 2.4 Ton/m³ en estado húmedo.

Control

La resistencia del concreto en compresión axial se determinará mediante ensayos en cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura fabricados, curados y probados de acuerdo con los requisitos que fija la Dirección General de Normas y en un Laboratorio aprobado por la Dirección de la Obra. Los cilindros deben elaborarse con muestras de concreto que se tome en la posición final del mismo o lo más cerca de ella que sea posible. Tratándose de concreto elaborado con cemento tipo I, el ensayo se efectuará a los 28 días de edad y cuando se trate de concreto elaborado con cemento tipo III o que contenga acelerantes, a los 14 días. Se permitirán ensayos a otras edades siempre que se empleen correlaciones fidedignas a juicio de la Dirección de la Obra, para cuantificar las resistencias probables a las edades especificadas.

Cuando el concreto sea mezclado con revolvedora en la obra se tomarán un mínimo de 4 muestras (16 cilindros) por cada día de colado pero no menos de 2 muestras (8 cilindros) - por cada 20 m³ de concreto mezclado en revolvedora.

Cuando el concreto sea premezclado en planta se tomará una muestra (4 cilindros) por cada camión que se elija y se revisará al azar el 50% de los camiones que lleguen a la obra.

El concreto utilizado en la estructura será proporcionado de tal manera que por lo menos 8 de cada 10 ensayos (siendo cada ensayo el promedio de resistencia de 2 dos ---

cilindros compañeros probados a la edad de la resistencia de proyecto) tengan resistencias iguales ó mayores que dicha resistencia de proyecto f'c.

Limpieza previa al colado

No podrá efectuarse un colado donde existan partículas sueltas de polvo o materiales de desperdicio, o la presencia de agua libre o cualquier elemento ajeno al concreto.

Transporte y colocación

El concreto se manejará y colocará en los moldes con métodos que eviten la segregación ó pérdida de los ingredientes, y con la máxima rapidez posible.

El vaciado de concreto dentro de los moldes se hará tan cerca como sea posible de su posición final, evitando traspalearlo o transportarlo dentro del molde o base de vibraciones.

No se permitirá dejarlo caer libremente desde alturas mayores de 1.20 m.

Cuando el concreto se transporte por canales, éstos deberán estar diseñados de manera que permitan un escurrimiento casi continuo del concreto. Serán de metal o con recubrimiento metálico. Se aconseja colocar los canalones con pendientes de 1:3 . No deberá producirse segregación en los casos en que por la longitud o pendiente del canalón se comenzará a presentar tal fenómeno, podrá recurrirse al empleo de inclusores de aire para

...

eliminarla; la proporción de inductor de aire se fijará de común acuerdo con la Dirección de la Obra.

Los canalones deben lavarse y limpiarse de manera efectiva inmediatamente después de usarse.

El colado debe hacerse en forma continua, sin interrupciones. En ninguna circunstancia se permitirá el colado del concreto que haya comenzado a fraguar ni la adición de agua a una mezcla ya hecha, ni se permitirá el traspaleo.

Colado de elementos verticales o fuertemente inclinados.

Además de respetar las especificaciones generales referentes a colado, en columnas, castillos, y muros el colado debe iniciarse inmediatamente después de depositar, - en el fondo del elemento por colar, una capa de 4 cm. de espesor de mortero de cemento y arena con proporcionamiento volumétrico 1.4 o más rico en cemento, de igual resistencia que la especificada para el concreto del miembro en cuestión y con revenimiento de 6 a 8 cm.

Vibrado

Todo el concreto de las estructuras será vibrado a excepción de la plantilla de cimentación. Se empleará vibrador de chicote con cabeza de dimensiones adecuadas para que pueda penetrar hasta el fondo de todo elemento. Las varillas del lecho superior de trabes, contratrabes y vigas de concreto deberán estar en contacto con la cabeza

del vibrador durante un mínimo de 15 seg. a cada 50 cm. de longitud de dichas varillas; este paso tendrá lugar inmediatamente después de haber introducido lentamente el vibrador hasta el fondo del miembro, permanecido en el fondo durante 5 seg. y haberlo extraído lentamente a los mismos intervalos de 50 cm. No se permitirá el exceso de vibrado que produzca segregación en el concreto. La cabeza del vibrador se introducirá verticalmente, sin remover con ello el concreto; no se permitirá aplicarlo horizontalmente.

Para muros delgados, columnas de gran altura o posiciones inaccesibles de los moldes donde no llegue el vibrador, podrá vibrarse exteriormente aplicando la cabeza del vibrador normal al plano del molde, a la vez que se hace un "varillado" por el interior. Se aconseja para estos elementos usar vibrador con cabeza de 3.8 cm. de diámetro. Al vibrar concreto de peso normal se emplearán vibradores de 3,600 rpm cuando menos.

En todo momento se conservará en la obra, por cada frente de colado, un vibrador de chicote de repuesto en buenas condiciones de operación.

Juntas de colado

En columnas coladas en sitio de juntas serán horizontales localizadas en su extremo superior, a 1 cm arriba del lecho bajo de la losa planta o trabe de menor peralte del nivel que soporte.

Antes de reiniciar un colado toda junta deberá ofrecer una superficie rugosa, la cual se limpiará con soplete de

aire o de arena y cepillo de alambre y se saturará pero no se lecheará.

La forma de juntas especiales, su ubicación y refuerzos adicionales que en ellos se requiera se marcan en los - planos.

El Director podrá permitir juntas en lugares que no especifican los planos.

Aspecto

Sin excepción el concreto debe presentar un aspecto homogéneo. Se desechará todo el concreto cacarizo y aquel - en que haya quedado visible el refuerzo o que presente coqueadas u otros defectos objetables de colado.

Resanes

Todo defecto del concreto que no afecte la estabilidad - del edificio ni aún localmente y cuyo resane no sea objetable arquitectónicamente, ambas limitaciones a juicio del Director, será resanado según el siguiente procedimiento:

- a) Se quitará todo el volúmen defectuoso de concreto
- b) Se terminarán a escuadra las caras del hueco así formado.
- c) Se martelinará dicha superficie hasta eliminar toda - partícula de polvo, agregados y cemento suelto.
- d) Se mantendrá saturada continuamente la superficie por resanar durante un mínimo de 6 horas mediante la aplicación de riegos frecuentes.
- e) Se colocará el refuerzo adicional que dicte la Dirección de la Obra.

f) Se resanará con mortero o concreto provisto de aditivo expansor en proporción tal que estrictamente contrarreste la contracción del material.

Este aditivo y su proporción requerirán la aprobación de la Dirección de la Obra. La resistencia del mortero o concreto de resane no será menor que 1.24 veces la resistencia de proyecto del elemento que se resana, ni menor que la resistencia media de dicho elemento - deducida de las pruebas de control. El revenimiento del material de resane estará entre 5 y 8 cm.

Curado

Todas las superficies de concreto que no estén protegidas con moldes deberán mantenerse constantemente húmedas durante un mínimo de 7 días consecutivos si su cemento es de fraguado normal, o 3 días si es de fraguado rápido o posee acelerantes. Con tal fin el contratista empleará el procedimiento que juzgue conveniente, incluso la utilización de membranas impermeables, riegos frecuentes, - inundación con agua y capa de arena, recubrimiento con lonas saturadas o exposición o corrientes de vapor de agua a temperatura no mayores de 71°C. Estos lapsos se aumentarán adecuadamente si la temperatura ambiente desciende a menos de 5 °C.

El curado deberá iniciarse inmediatamente después de que se haya producido el fraguado inicial, aproximadamente tres horas después del colado para los concretos que no tengan aditivos retardadores del fraguado.

TOLERANCIAS

Tolerancias en colocación y dimensiones

En posición del eje de columnas, 1.0 cm.

En posición de trabes con respecto a columnas, 0.5 cm.

En dimensiones de la sección o peraltes de los miembros, más 1.0 cm menos 0.3 cm.

En colocación del refuerzo en losas y zapatas, 0.2 cm - verticalmente y 3.0 cm horizontalmente, respetando el número de varillas por metro. En muros y cascarones 0.2 cm perpendicularmente a los paños de éstos y 3.0 en otras dimensiones, también respetando el número de varillas por metro.

En colocación del refuerzo con los demás elementos, 0.5 cm.

En longitudes de bastones, corte de varillas, traslapes y dimensiones de ganchos, menos 1.05 cm.

En localización del doblez de columpios, 2.0 cm.

En desplome de columnas o de su refuerzo, 0.6 cm.

En niveles de losas, 0.5 cm.

En espesores de firmes, 0.5 cm.

En dimensiones exteriores de tabique o bloque, 0.5 cm.

En espesores de rellenos, 1.0 cm.

En área transversal de acero de refuerzo, menos 4%.

Tolerancia en resistencia

Para el acero, el 80% de las muestras ensayadas de cada partida debe resistir no menos que los esfuerzos especificados, y ninguna muestra debe fallar con menos del 90% de dichos esfuerzos. La misma especificación rige en -- cuanto a los límites de fluencia y elástico aparente, referidos estos al área nominal de la sección transversal del refuerzo.

Para los demás materiales, dos de cada tres muestras - consecutivas, ensayarán por lo menos la resistencia especificada y ninguna menos que el 80% de este valor.

Tolerancias en peso volumétrico

Ninguna muestra diferirá en peso volumétrico más del - 10% respecto al especificado.

Incumplimiento de las tolerancias

Cualquier elemento estructural o de albañilería que no - cumpla con las especificaciones relativas será demolido y reconstruido con las precauciones que fije el Director de Obra.

T A B L A D E V A R I L L A S

| CALIBRE | DIAMETRO | $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$ | | FUERZAS DE FLUENCIA | |
|---------|----------|---------------------------|------|---------------------|--------|
| | | "La" | "Lg" | Máxima | Mínima |
| # | ϕ | cm | cm | Kg | Kg |
| 2 | 1/4" | — | — | — | — |
| 2.5 | 5/16" | 25 | 15 | 2450 | 1960 |
| 3 | 3/8" | 30 | 15 | 3550 | 2840 |
| 4 | 1/2" | 35 | 20 | 6350 | 5080 |
| 5 | 5/8" | 45 | 25 | 10000 | 8000 |
| 6 | 3/4" | 65 | 35 | 14200 | 11400 |
| 8 | 1" | 100 | 55 | 25300 | 20280 |
| 10 | 1 1/4" | 150 | 100 | 39600 | 31700 |
| 12 | 1 1/2" | 225 | 150 | 57000 | 45600 |

"La" = Longitud de anclaje recto o traslape

"Lg" = Longitud de anclaje en escuadra

Fuerzas de Fluencia:

Varilla # 2.5 ; $A = 0.49 \text{ cm}^2$; $\phi = 5/16"$

$F \text{ máx} = 5000 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.49 \text{ cm}^2 = 2450 \text{ Kg.}$

$F \text{ Mín} = 4000 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.49 \text{ cm}^2 = 1960 \text{ Kg.}$

Varilla # 4 ; $A = 1.27 \text{ cm}^2$; $\phi = 1/2"$

$F \text{ máx} = 5000 \text{ Kg/cm}^2 \times 1.27 \text{ cm}^2 = 6350 \text{ Kg.}$

$F \text{ mín} = 4000 \text{ Kg/cm}^2 \times 1.27 \text{ cm}^2 = 5080 \text{ Kg.}$

B I B L I O G R A F I A S

- + Apuntes de Diseño Estructural
Facultad de Ingeniería, UNAM, 1982
- + Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto
Instituto de Ingeniería, UNAM, Julio de 1972.
- + Manual de Diseño por Viento
Instituto de Ingeniería, UNAM, Julio de 1977.
- + Manual de Diseño por Sismo
Instituto de Ingeniería, UNAM, Julio de 1977.
- + Normas de Emergencia
Publicadas en el Diario Oficial el 18 de Octubre de 1985.
- + Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería
Instituto de Ingeniería, UNAM, Julio de 1977.
- + Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento
Comisión Federal de Electricidad, 1981.
- + Gráfica para Diseñar Columnas de Concreto Reforzado
Instituto de Ingeniería, UNAM, Septiembre de 1980.
- + Cálculo de Estructuras por el método de Cross C Prenzlow
Edit. Gustavo Gili, 1981.
- + Requisitos de Seguridad y Servicios para las Estructuras
Instituto de Ingeniería, UNAM, Julio de 1977.
- + Comportamiento Sísmico de Muros de Mampostería
Segunda Edición, Mayo 1979 Roberto Meli.
Instituto de Ingeniería, UNAM.
- + Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo
Comisión Federal de Electricidad, 1981.

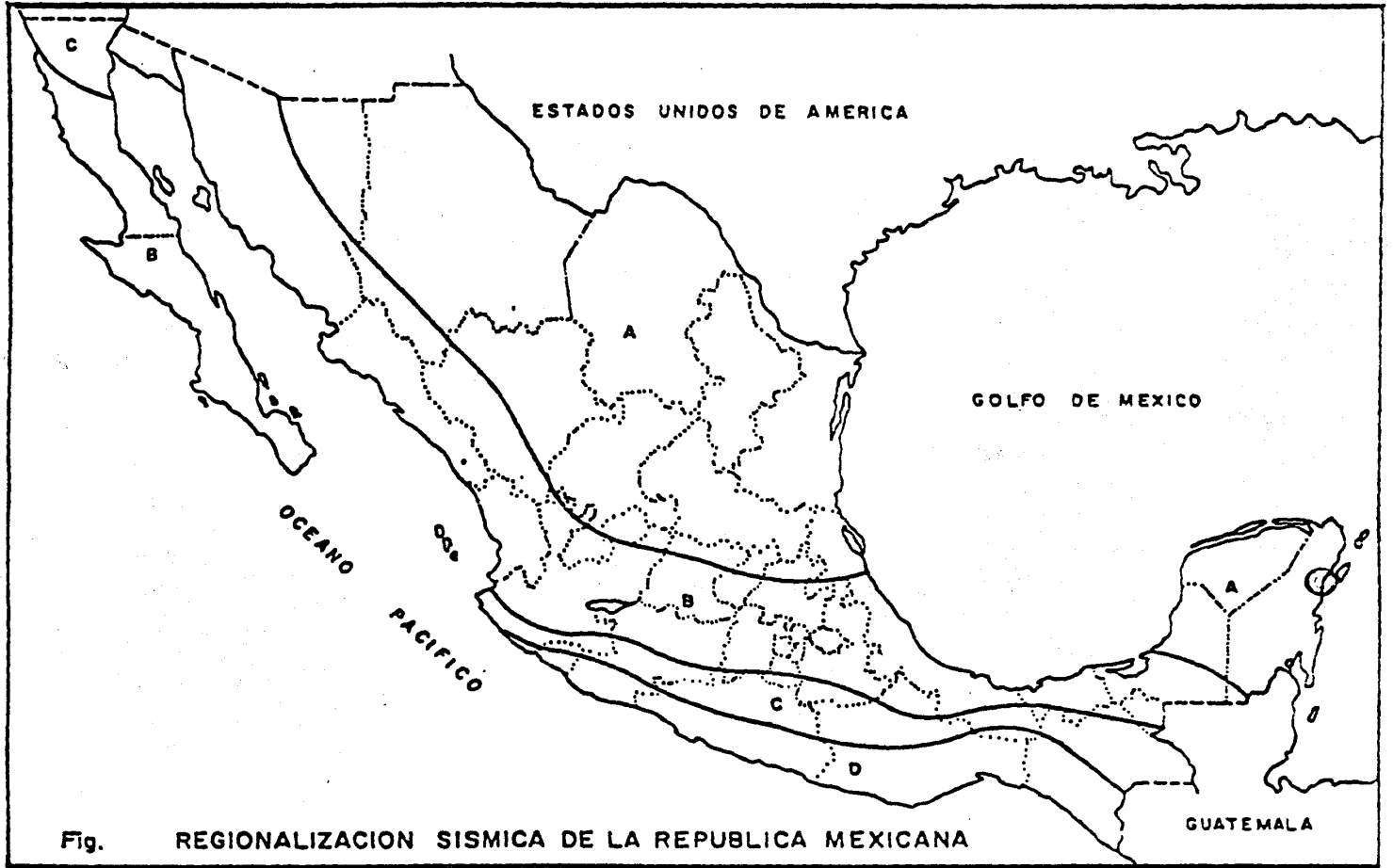


Fig. REGIONALIZACION SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA

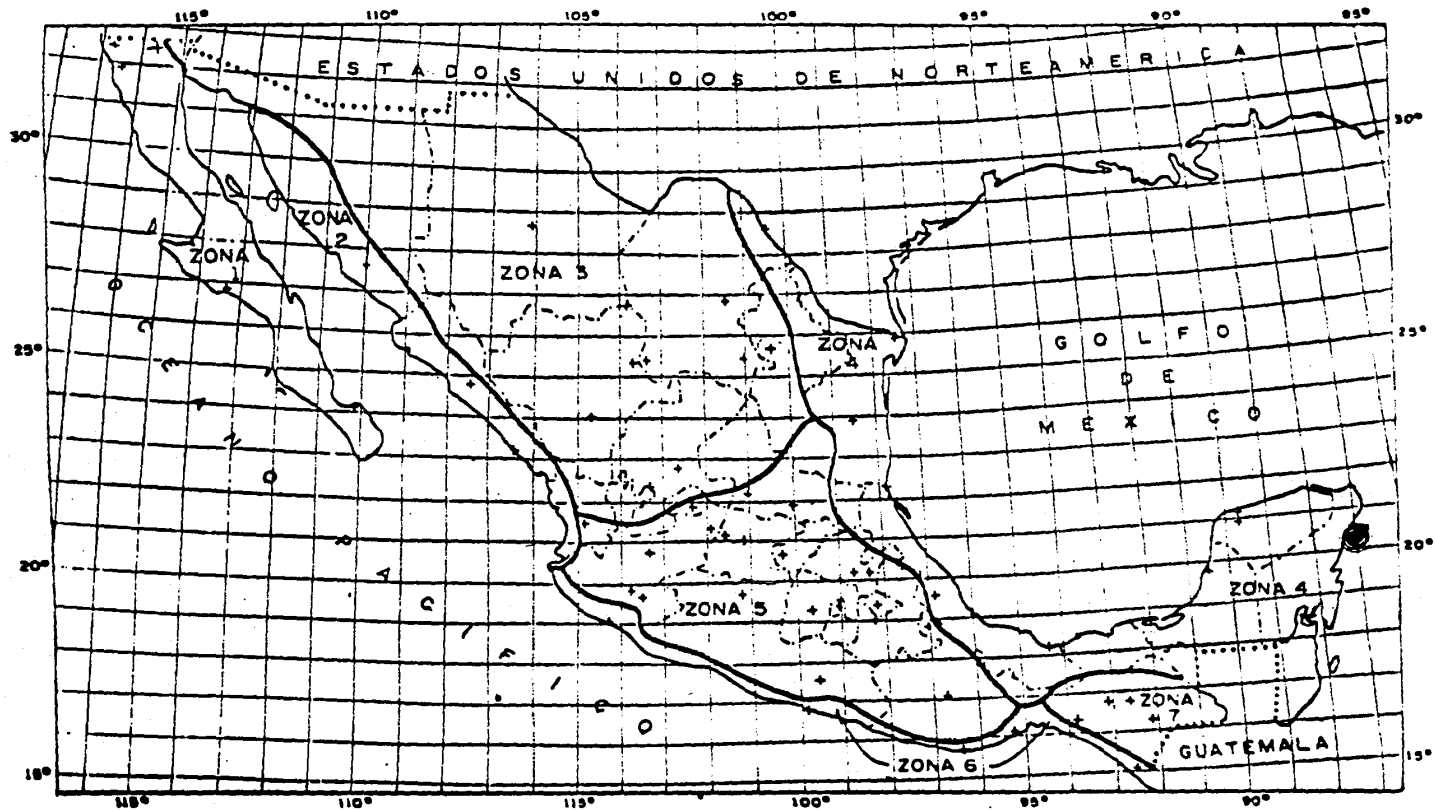


Fig. Regionalización Eólica de la República Mexicana

MOMENTOS RESISTENTES DE SECCIONES RECTANGULARES

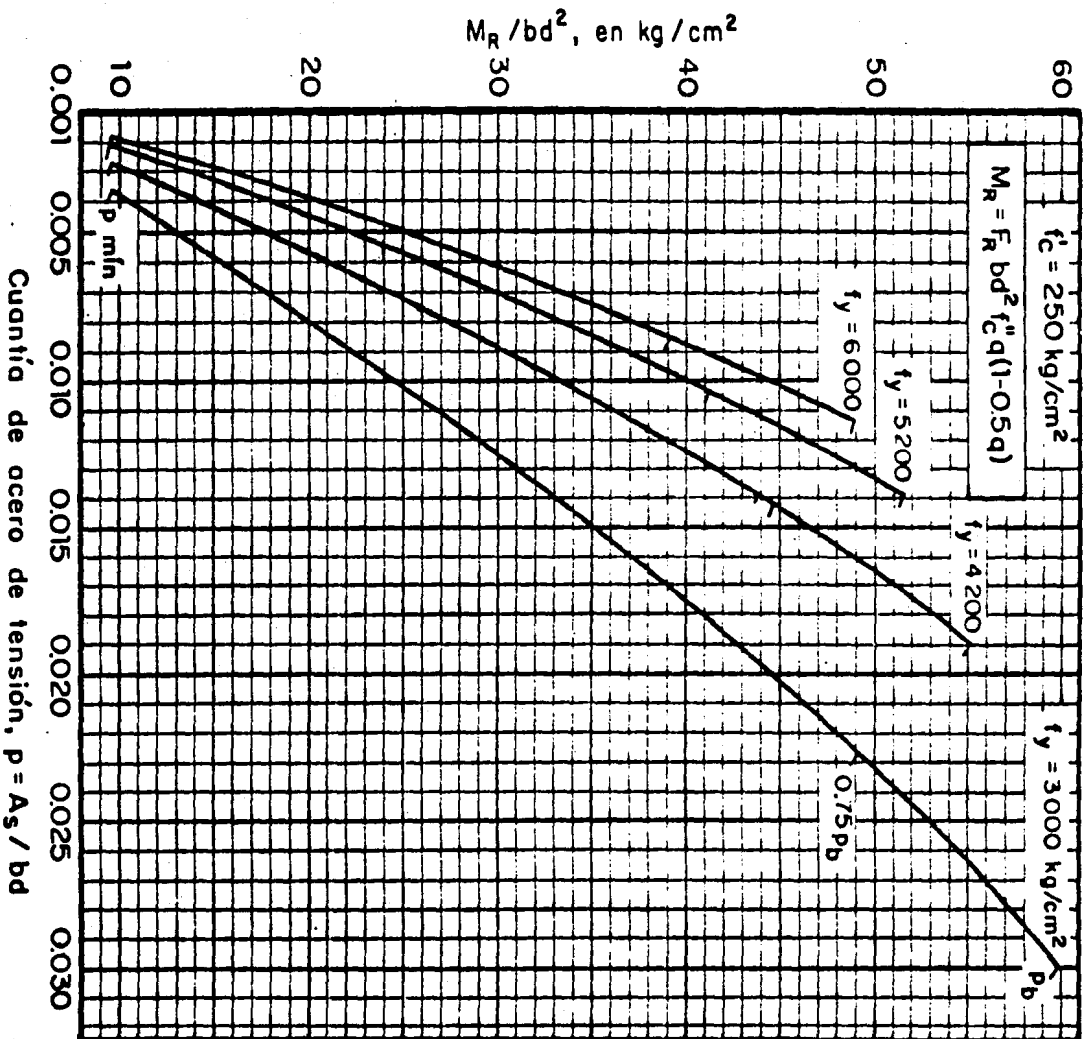
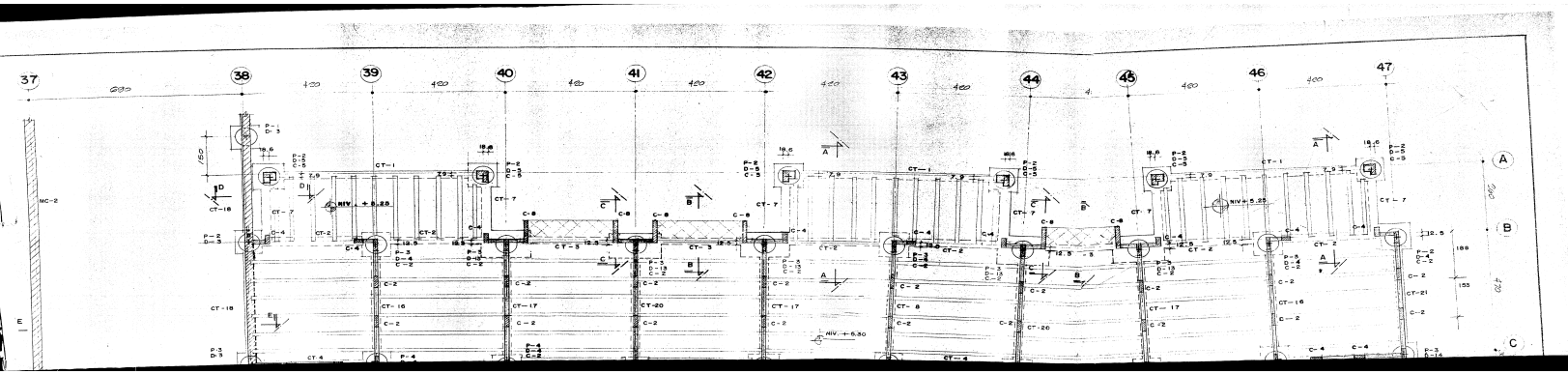
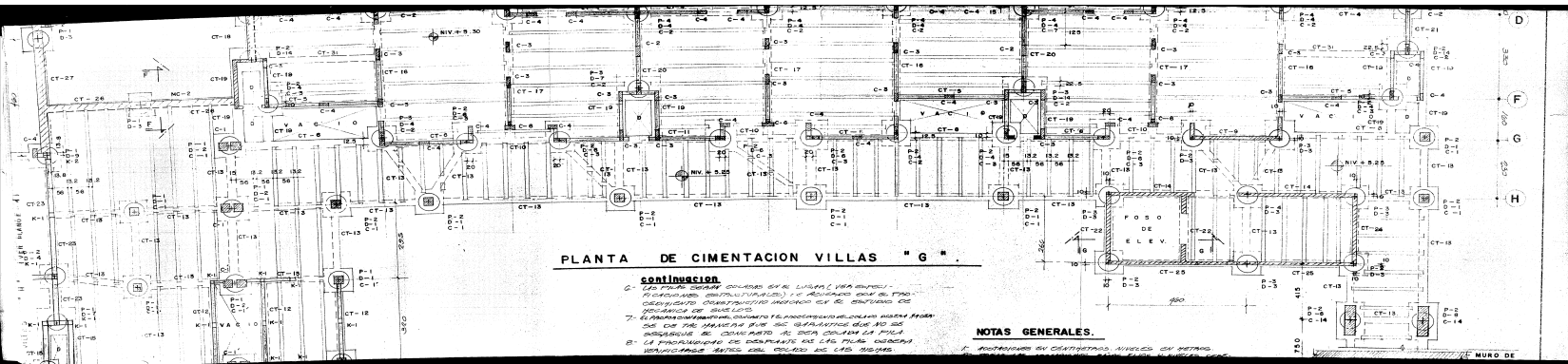


Fig 3





PLANTA DE CIMENTACION VILLAS " G "

continuacion

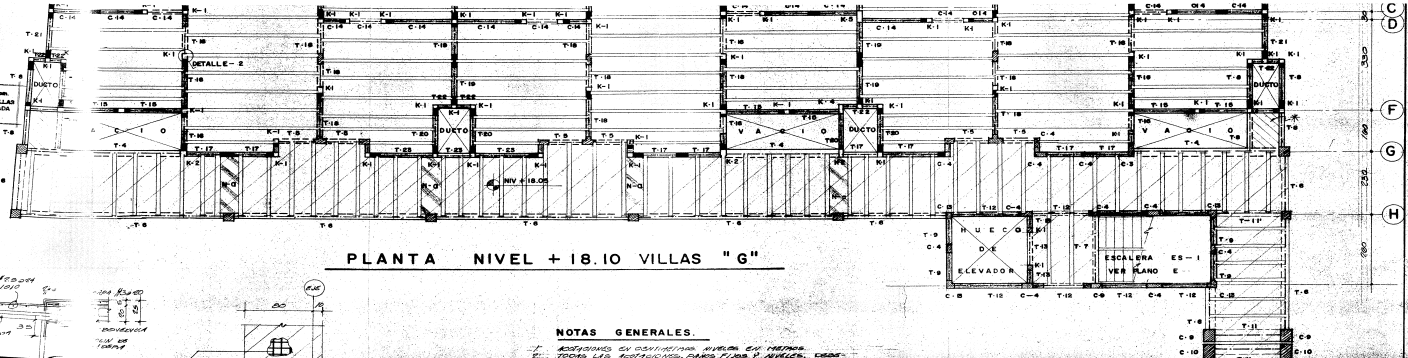
- 1. LA PLANTA DE CIMENTACION DEBERA SER LEIDA EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 2. LAS COLUMNAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 3. LAS VIGAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 4. LAS COLUMNAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 5. LAS VIGAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 6. LAS COLUMNAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 7. LAS VIGAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 8. LAS COLUMNAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.

NOTAS GENERALES.

- 1. LAS COLUMNAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.
- 2. LAS VIGAS DEBERAN SER LEIDAS EN UNIDAD CON LA PLANTA DE VIGAS Y COLUMNAS.

MURO DE

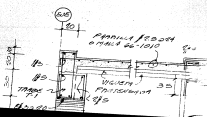
LOSA MACISA 18.10 cm.
ARMADA CON 2 PARRILLAS
8/8 cm. UN EN CADA
LECHO.



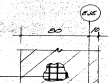
PLANTA NIVEL + 18.10 VILLAS "G"

NOTAS GENERALES.

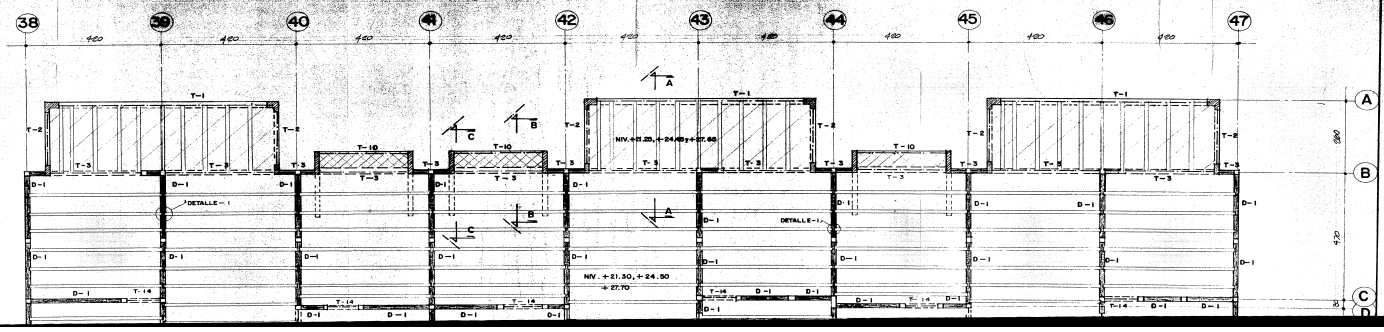
1. ADOPCIÓN DE COORDENADAS NIVEL EN METROS.
2. TODOS LOS ANOTACIONES, PLANOS, PLANOS Y AVISOS, CERRA.

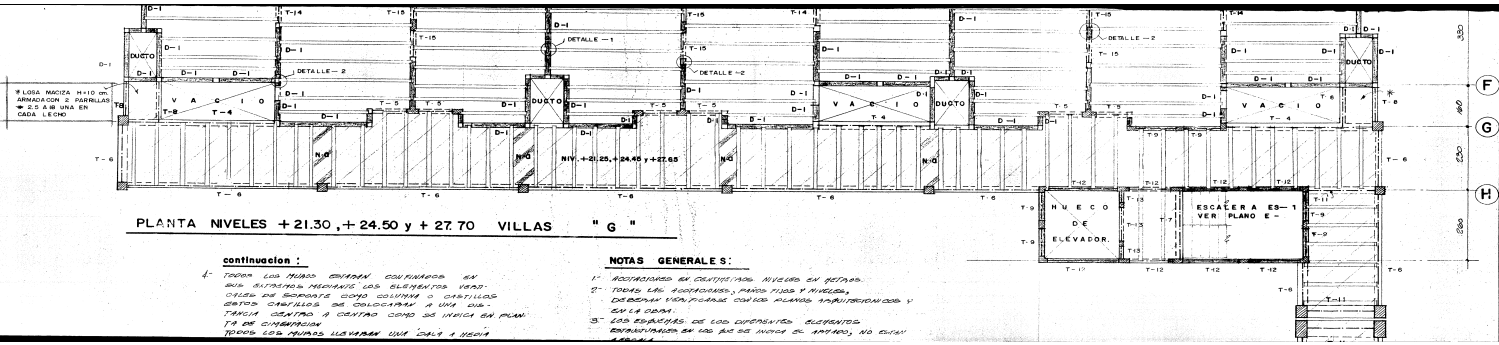


UNA PARRILLA
EN CADA
LECHO



C
D
E
F
G
H





PLANTA NIVELES +21.30, +24.50 y +27.70 VILLAS " G "

continuacion :

1- TORNAR LOS MUROS EXTERNOS CON CIMENTOS EN
 2- EN SU INTERIOR PARA LOS ELEVADORES VER PLANO
 3- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 4- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 5- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 6- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 7- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 8- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 9- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 10- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 11- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 12- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 13- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 14- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 15- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 16- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 17- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 18- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 19- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y
 20- EN LOS BARRILLOS DE CEMENTO CON CEMENTO Y

NOTAS GENERALES :

- 1- ACCIONADO EN CUALQUIERA NIVEL EN GEDAS.
- 2- TORNAR LOS BARRILLOS, PARA TORNAR Y NIVELAS,
 DEBERAN SER PUNTO DE CONTACTO PARA TORNAR Y NIVELAS Y
 EN LA CUBA.
- 3- LOS BARRILLOS DE LOS BARRILLOS DEBERAN
 SER PUNTO DE CONTACTO EN LOS BARRILLOS EN CUALQUIER NIVEL
 EN LA CUBA.

