

282  
eje.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A :

**FERNANDO CESAR MERCADO GUZMAN**

ASESOR: ING. FERNANDO MONROY MIRANDA

MEXICO, D. F.

1984

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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

Señor  
**FERNANDO CESAR MERCADO GUZMAN**  
Presente.

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-035/93

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. FERNANDO MONROY MIRANDA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

### "DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE"

#### INTRODUCCION

- I . COMPORTAMIENTO DE MURO DE CORTANTE
- II . METODOS DE ANALISIS
- III . DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL
- IV . MODELADO DE ESTRUCTURAS POR COMPUTADORA
- V . CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 30 de julio de 1993.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

h. JMCS/RCR\*nll

**INTRODUCCION**

**GENERALIDADES**

**OBJETIVOS Y ALCANCES**

**CAPITULO I**

**COMPORTAMIENTO DE MURO DE CORTANTE**

**I.1 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN EL  
CONCRETO REFORZADO.**

**I.1.1 CONCRETO**

**I.1.2 ACERO**

**I.2 RESISTENCIA A CORTANTE**

**I.3 COMPORTAMIENTO**

**I.4 DONDE SE USAN**

**I.5 CRITERIOS DE ESTRUCTURACION**

**I.5.1 POCO PESO**

**I.5.2 SENCILLEZ, SIMETRIA Y REGULARIDAD**

**I.5.3 UNIFORMIDAD EN LA RESISTENCIA, RIGIDEZ Y  
DUCTILIDAD**

## **TEMARIO DE TESIS**

---

### **I.6 DIFERENTES TIPOS DE MUROS DE CORTANTE**

**I.6.1 MUROS DE CORTANTE ROBUSTOS.**

**I.6.2 MUROS DE CORTANTE DE POCA ALTURA**

**I.6.3 MUROS DE CORTANTE EN VOLADIZO.**

**I.6.4 MUROS DE CORTANTE ACOPLADOS**

### **I.7 MODOS DE FALLA DE LOS MUROS DE CORTANTE**

**I.7.1 FALLA DEBIDO AL MOMENTO DE VOLTEO**

**I.7.2 FALLA DE CORTANTE**

**I.7.3 FALLA DE CORTANTE DESLIZANTE**

### **I.8 ANALISIS DE ESFUERZO Y DEFORMACION**

### **I.9 ESFUERZOS PRINCIPALES Y ESFUERZOS CORTANTES MAXIMOS**

### **I.10 OBTENCION DE ESFUERZOS DE DISEÑO PARA ANALISIS DE PLACAS**

## **CAPITULO II**

### **METODOS DE ANALISIS**

**II.1 SISTEMAS CON MUROS**

**II.2 MUROS BAJOS**

**II.3 MUROS ESBELTOS**

**II.4 METODO DE KHAN Y SBAROUNIS**

**II.5 METODO DE MC LEOD**

**II.6 METODO DEL ELEMENTO FINITO**

**II.7 METODO DE LA COLUMNA ANCHA**

**II.8 INTERACCION DE MUROS EN VOLADIZO**

**CAPITULO III**

**DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE DE ACUERDO AL  
REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL**

**III.1 CRITERIOS QUE SE SEGUIRAN EN EL DISEÑO**

**III.2 NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL D.F.**

**III.2.1 FACTORES DE RESISTENCIA**

**III.2.2 ESTADO LIMITE DE SERVICIO**

**III.2.3 FLEXION**

**III.2.4 REFUERZO MINIMO**

**III.2.5 REFUERZO MAXIMO**

**III.2.6 REFUERZO MINIMO POR CAMBIOS VOLUMETRICOS**

**III.2.7 MUROS SUJETOS A FUERZAS LATERALES EN SU**

**PLANO**

**III.2.8 DIMENSIONES**

**III.2.9 FLEXION Y FLEXOCOMPRESION**

**III.2.10 DISTRIBUCION**

## **TEMARIO DE TESIS**

---

**III.2.11 ELEMENTOS EXTREMOS EN MURO DE CORTANTE.**

**III.2.12 FUERZA CORTANTE**

**III.2.13 REFUERZO MINIMO**

**III.2.14 ABERTURAS**

**III.2.15 CON GRANDES FUERZAS AXIALES**

**III.2.16 EFECTOS DE ESBELTEZ**

**III.2.17 MOMENTOS DE DISEÑO**

### **CAPITULO IV**

#### **MODELADO DE ESTRUCTURAS POR COMPUTADORA**

**IV.1 INTRODUCCION**

**IV.2 MODELADO**

**IV.3 SAP80 Y SAP90**

**IV.4 MODELADO EN SAP80**

**IV.5 MODELADO DE MUROS EN SAP80**

**IV.6 APLICACION DE RESULTADOS DE SAP80**

**IV.6.1 APLICACION DEL SOFTWARE**

**IV.6.2 SOFTWARE DE SISTEMAS**

**IV.6.3 SOFTWARE DE INGENIERIA Y CIENTIFICO**

**IV.7 COMPONENTES DEL SOFTWARE**

**IV.8 EL PROGRAMA**

## **TEMARIO DE TESIS**

---

**IV.8.1 ENTRADA DE DATOS**

**IV.8.2 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS**

**IV.8.3 INTERPRETACION DE RESULTADOS**

### **IV.9 EJEMPLOS**

**IV.9.1 PRIMER EJEMPLO**

**IV.9.1.1 DISEÑO DE LOS MUROS DE CONCRETO**

**IV.9.1.2 DISEÑO DEL MURO MEDIANTE EL R.C.D.F.**

**IV.9.2 SEGUNDO EJEMPLO**

**IV.9.2.1 DISEÑO DEL MURO MEDIANTE EL R.C.D.F.**

**IV.9.3 RESULTADOS**

### **V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

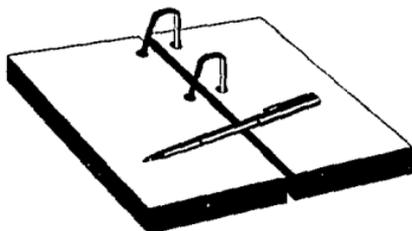
**ANEXO A LISTADO DEL PROGRAMA**

**ANEXO B EJEMPLOS DE SAP**

**ANEXO C RESULTADOS DE DISEÑO DE MUROS**

**ANEXO D GUIA DE USO DEL PROGRAMA**

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**



***INTRODUCCION***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

## **INTRODUCCION**

### **GENERALIDADES.-**

En la tesis se pretende desarrollar el tema del diseño de muros de cortante, desde distintas consideraciones que se hacen tanto para el análisis como para el diseño y experimentar el desarrollo y el uso de un programa para computadora que diseñe los muros de cortante. Para ello primero debemos de enterarnos cómo funcionan los muros de concreto de este tipo.

El muro común es una placa vertical en que predominan generalmente las cargas verticales que están distribuidas de manera uniforme en toda la longitud del muro por medio de un sistema de piso. Por ello es usualmente aceptable aislar una longitud unitaria de muro y diseñarla como columna (Lo que desarrollaremos como método de la columna ancha). Por su espesor, bastan pequeños momentos flexionantes o ligeras excentricidades en la carga vertical para reducir notablemente la resistencia. Por la misma razón los efectos de esbeltez (el pandeo que se considera cuando la carga axial excede de un límite) suelen ser importantes, de manera que la carga axial resistente de los muros corresponde a esfuerzos de compresión inferiores a los que se aceptan en columnas. Los métodos de diseño suelen ser empíricos.

El muro de rigidez o de cortante, aunque su función principal es la de resistir esfuerzos cortantes, esfuerzos normales debidos a carga axial y a flexión, cargas laterales en su plano y la de rigidizar tanto el piso como el edificio. Cuando la relación de altura a longitud del muro no es muy baja, predominan los efectos a flexión en lo que respecta a las deflexiones y modo de falla.

## **INTRODUCCION**

---

Los muros de cortante como elemento estructural, se emplean como elemento rigidizante en sistemas estructurales, siendo básicamente piezas, cuya característica principal es la de tomar una gran cantidad de cortante, por lo que este elemento mecánico es veces empleado como el crítico para el diseño de los muros.

El análisis de los sistemas estructurales a base de muros y losas, es diferente al sistema estructurado en base a elementos lineales; principalmente por lo que los primeros no pueden subdividirse en sistemas planos que puedan analizarse individualmente.

La continuidad existente entre muros y losas determina de manera fundamental las fuerzas internas en los muros. Por ejemplo en estructuras monolíticas existe una transmisión de esfuerzos casi perfecta. Es por ello que en muros de mampostería la transmisión de esfuerzos es sólo parcial. En el caso de nuestro estudio en que trabajamos con muros de concreto reforzado, que tomen el cortante las consideraciones serán diferentes.

Debido a su gran rigidez los muros de cortante, absorben gran cantidad de las fuerzas sísmicas y se inducen en ellos momentos flexionantes de gran magnitud que requieren una cuantía de refuerzo muy superior a la mínima. Tanto por economía como por una mejora de la ductilidad, es recomendable que se engruese el muro de tal forma que sea posible colocar la cantidad de refuerzo tal que no exceda la cuantía máxima de refuerzo, la cual está en función del área de sección.

El muro de cortante es también llamado muro estructural, el cual no sólo resiste fuerzas de cortante o sísmicas, sino que también trabaja resistiendo fuerzas gravitacionales; sin embargo tiene por característica que su modo dominante de falla y por consiguiente de diseño, es el cortante; siendo menos dúctiles que los otros.

El buen comportamiento de los muros de cortante de concreto reforzado bien diseñados, protegen contra el daño a elementos no estructurales en edificios

## **INTRODUCCION**

---

sismoresistentes . Para ello algunos reglamentos piden que estos sean diseñados con mayor resistencia que los marcos de cortante.

### **OBJETIVOS Y ALCANCES.-**

En el tema de tesis hemos tenido la intención de desarrollar el tema de los muros de cortante, haciendo una comparación de diversos métodos que existen para el análisis y el diseño, de tal manera que el muro diseñado, pueda satisfacer los requerimientos de diseño y de seguridad.

Durante el desarrollo me ilustré con alguna bibliografía existente en las bibliotecas, y Reglamentos .

Para familiarizarnos con el tema de los muros de cortante se pretende de explicar las diferentes características de comportamiento de los muros en los diferentes estados en que se emplean, este desarrollo forma parte del capítulo **"COMPORTAMIENTO DE MURO DE CORTANTE"**

Una vez que hemos obtenido la información de la manera en que el muro de cortante actúa, desarrollamos la manera de forma de analizar, y cuales son las diversas consideraciones que se toman para el análisis de muros de cortante; los cuales hemos obtenido de distinta bibliografía que trata el tema desde el punto de vista de sollicitación de los muros bajo cargas laterales; este desarrollo forma parte del capítulo **"METODOS DE ANALISIS"**.

El proceso de diseño de muros, es diferente entre libro y libro consultado, siendo particular del lugar en donde fué escrito, por lo que para el diseño de los muros nos basamos casi totalmente en las normas técnicas del Reglamento de construcciones del Distrito federal. De este documento obtenemos la mayoría de las ecuaciones y consideraciones de diseño, el cual desarrollamos y explicamos en el capítulo **"DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL."**

## **INTRODUCCION**

---

Una inquietud particular desde el comienzo del desarrollo de este tema de tesis, es usar la computadora como herramienta para el diseño de los Muros de cortante. Inquietud que nos llevó a desarrollar un pequeño programa en lenguaje QBASIC, el cual tiene por objetivo, el diseño de muros de cortante a partir de datos generados de la corrida del programa de análisis estructural SAP80, el cual genera un archivo donde se pueden ver los resultados del diseño. , mencionamos en el último tema la manera de modelar el muro de cortante en SAP80.

Después de haber obtenido los resultados de diseño se hará una comparación de los mismos, entre los diferentes métodos empleados, de los cuales se obtendrán las conclusiones y las recomendaciones que puedan ayudar en la consideración de análisis y diseño de los muros de cortante como piezas estructurales y como elementos del sistema estructural al cual pertenecen.

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**

***CAPITULO I***  
***COMPORTAMIENTO  
DE MUROS DE  
CORTANTE***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

**CAPITULO I  
COMPORTAMIENTO  
DE MURO DE  
CORTANTE**

Para comprender completamente los diversos métodos de análisis y diseño, es imprescindible conocer qué es el muro de cortante, y cual es la forma de trabajo de este en diversas condiciones, además de los diversos conceptos teóricos que influyen en el trabajo de este tipo de estructuras.

**I.1 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN EL CONCRETO REFORZADO.**

El comportamiento de los muros de cortante, depende en mucho del comportamiento de sus componentes, es por ello que consideré de importancia, recordar las principales características de estos elementos. Por ello en este subtema, trataremos de lo que es el Acero y el Concreto.

**I.1.1 CONCRETO**

La mejor manera de estudiar adecuadamente el comportamiento del material, es sin duda mediante el análisis de la gráfica de esfuerzo contra deformación uniaxial (en un solo sentido). Esta es simple y bien conocida, de la cual podemos deducir que el comportamiento del concreto, es frágil tanto en la zona de compresión, como en la zona de tensión. Siendo que esta última mucho más pequeña, en cuanto a lo que la magnitud, se refiere. Por ello se considera que la

---

## COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE

resistencia a tensión es nula . Se sabe también que se presenta un microagrietamiento en compresión, en un esfuerzo igual  $0.4 f_c$  , lo cual genera desviaciones en la unidad de la curva; las deformaciones unitarias de falla son aproximadamente del orden de 0.003

Entre otras características del concreto, podemos citar, que la velocidad de carga aumenta la rigidez y la resistencia, pero disminuye las deformaciones de falla y hace que el comportamiento sea más frágil . Las repeticiones de esfuerzos altos en compresión deterioran rápidamente la rigidez del concreto no confinado. Por ello mediante el confinamiento transversal especialmente con zuncho, aumenta en mucho la ductilidad del elemento de concreto, siendo el confinamiento con zuncho más eficiente que el de estribos.

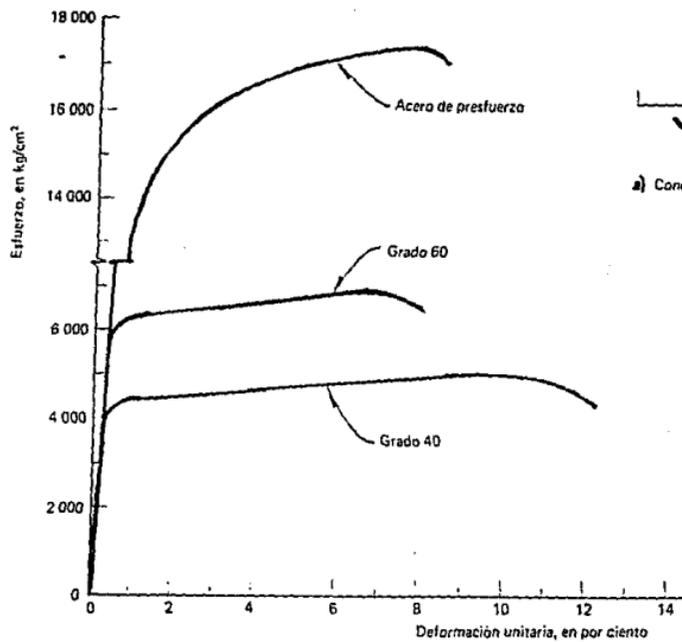
### **I.1.2 ACERO**

De la misma manera que en el caso del concreto, una de las maneras más simples de comprender el comportamiento mecánico del acero de refuerzo, es mediante el análisis de la curva de esfuerzo-deformación. Esta última depende mucho tanto de la composición química como del tratamiento físico que recibe el acero en el proceso de fabricación. En las figuras se muestran las curvas de algunos de los diferentes aceros que existen en el mercado.

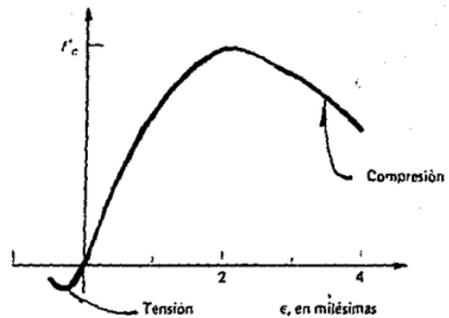
Podemos observar que el módulo de elasticidad es constante en los diferentes tipos de acero y es aproximadamente igual a  $E_s=2000000 \text{ kg/cm}^2$ . El esfuerzo de fluencia ( $f_y$ ), varía de acuerdo con el contenido de carbono; y puede incrementarse con el tratamiento físico que se le da, como el estirado o torcido efectuados en frío. La meseta de fluencia , en que los esfuerzos son casi constantes para deformaciones crecientes, se pierde a medida que se aumenta la resistencia y se trabaja en frío. La relación ( $f_u/f_y$ ) donde  $f_u$  es el esfuerzo resistente último y la deformación última,  $u$ , disminuyen al aumentar  $f_y$ .

Se puede ver también que el factor de ductilidad, (deformación

---



b) Aceros



a) Concreto

MUROS DE CORTANTE

última/deformación de fluencia), es siempre alta, a menudo excede de 10, aún en casos de aceros menos dúctiles. La velocidad de carga, casi no influye en la curva, en la resistencia ni en la ductilidad; y la curva es prácticamente la misma tanto en tensión como en compresión, si se impide el pandeo del elemento de acero.

### **I.2 RESISTENCIA A CORTANTE.-**

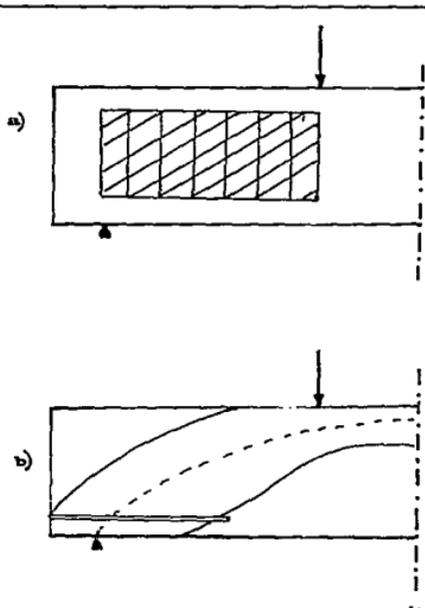
La resistencia a cortante de los miembros de concreto reforzado está generada por dos mecanismos; el denominado mecanismo de armadura y el de arco

El mecanismo de armadura para resistir tanto flexión como cortante; en este la compresión de concreto y el refuerzo de tensión forman las cuerdas superior e inferior de la armadura análoga, en tanto que los miembros verticales a tensión como los puntales de concreto actúan como miembros diagonales a compresión. La resistencia a compresión de un puntal diagonal de concreto se pone en equilibrio con la fuerza de tensión lograda mediante la adherencia en la cuerda inferior del miembro, en tanto que solo los estribos soportan la fuerza cortante. La resistencia a cortante es así más pequeña en valor y está limitada por la resistencia de los estribos, la resistencia a la adherencia y la resistencia a la compresión de los puntales diagonales de concreto.

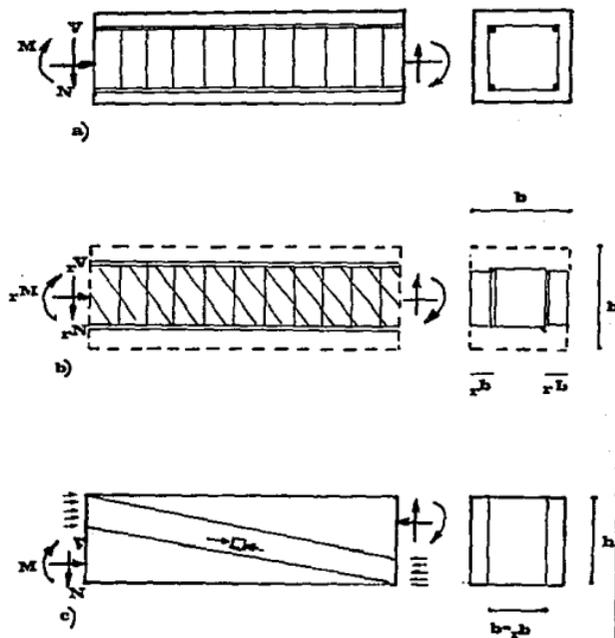
El mecanismo de arco, se hace caso omiso a la adherencia, y se considera que la línea de acción del empuje horizontal varía a lo largo del miembro. El cortante se resiste mediante la acción de arco en el concreto.

El mecanismo de falla de un miembro de concreto reforzado sujeto a carga axial, cortante y momento flexionante, es muy difícil de conceptualizar. Sin embargo un cálculo teórico bastante aceptable, es que la resistencia de un miembro sujeto a cargas combinadas está dada por la combinación de la resistencia de los mecanismos de arco y de armadura. El ancho de la sección de concreto de cada mecanismo se selecciona de tal manera que tenga una resistencia última máxima del miembro.

---



- a) Mecanismo de armadura  
 b) mecanismo de arco



mecanismo de resistencia un miembro  
 de concreto reforzado

- a) miembro  
 b) mecanismo de armadura  
 c) mecanismo de arco

MUROS DE CORTANTE

## COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE

---

La resistencia a cortante de un miembro que posee simultáneamente refuerzo diagonal y paralelo, se calcula como la resistencia de un miembro que tiene refuerzo paralelo y un miembro que posee refuerzo diagonal; pudiéndose constatar que la resistencia obtenida en forma teórica concuerda con los resultados experimentales.

Para el dimensionamiento de la sección transversal se emplea generalmente fórmulas empíricas de resistencia en lugar de un enfoque teórico.

El reglamento del ACI dice que la resistencia última está dada por la suma de las resistencias del concreto y la del refuerzo a cortante.

$$V_t = V_c + V_s$$

esta ecuación se transforma en:

$$V_u = v_u b_w d + \frac{A_v f_y d}{s}$$

para un miembro con refuerzo diagonal y paralelo según el ACI tenemos:

$$V_u = v_u b_w d + \frac{A_v f_y d}{s} + 2A_s d f_y \sin \theta$$

### **I.3 COMPORTAMIENTO**

Los muros de cortante, como ya mencionamos antes, se caracterizan porque tienen una sección delgada; por lo que pueden presentarse problemas de inestabilidad en la cara de compresión, puesto que estos elementos en un edificio,

---

## COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE

actúan como diafragmas horizontales, proporcionando soporte lateral al muro; la longitud crítica para efectos de pandeo, pueden tomarse igual a la altura de un entrepiso.

El muro de cortante está sujeto a la acción de momentos flexionantes y fuerzas cortante, las cuales se originan principalmente por las cargas laterales. Actuando también las cargas axiales de compresión, debido a las fuerzas gravitacionales.

Es necesario que el muro esté adecuadamente empotrado en la cimentación, en su base y que exista en cada piso una continuidad y esté conectado a los demás elementos estructurales, para transmitirles las cargas laterales.

Debido a que los muros de concreto se usan generalmente para tomar las cargas horizontales o de cortante, que actúan sobre el edificio; es necesario saber cual es el comportamiento de este en caso de sismos.

La respuesta sísmica de un muro de cortante debe de estar gobernada por la flexión, debe de hacerse consideraciones de la base como articulación plástica, de la misma manera que se hace en miembros estructurales comunes. Otra característica es que los muros de cortante llevan una gran cantidad de acero en compresión. Por ello la ductilidad que se tiene en la sección crítica es normalmente amplia, sin embargo el factor de ductilidad es debido a la distribución de acero.

En secciones rectangulares es preferible distribuir el acero transversal de tal manera que el porcentaje de refuerzo sea el mínimo permisible en el alma de 0.25% ( ó 0.0025), y todo el acero restante se concentre en los extremos de la sección del muro, esta distribución incrementa la resistencia disponible en la ductilidad de la curva. Los patines aumentan también la ductilidad de la curva. Los estribos transversales deben colocarse en los extremos de la sección del muro a una separación no mayor de seis diámetros de las varillas longitudinales, en la posible zona de articulación plástica.

---

## **COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE**

---

Las secciones de muros de cortante son a menudo delgadas y, consecuentemente puede generar una inestabilidad del muro. Se recomienda que el espesor  $b$  en edificios rectangulares de gran altura sea al menos  $lu/10$ , donde  $lu$  es la altura soportada del muro entre los entrepisos u otros soportes efectivos, siempre que la deformación unitaria calculada en compresión en la sección transversal, no exceda de 0.00115, a menos que esta fibra quede a una distancia menor a  $2b$  o  $0.2lw$  horizontalmente desde el borde en compresión.

Generalmente la resistencia a cortante de los muros de cortante en edificios de varios pisos se debe determinar de manera igual a las vigas. En la zona donde puede formarse la posible articulación plástica, las grietas anchas de flexión, se combinan con las de tensión diagonal al cortante, y después de unas cuantas inversiones de signo de carga, la contribución de los mecanismos resistentes a cortante, siempre que no sea el refuerzo horizontal en el alma, disminuirá. Por lo tanto el refuerzo en la posible zona de articulación plástica deberá proporcionarse para la totalidad de la fuerza cortante horizontal. La altura del refuerzo en la zona plástica del alma no debe ser menor de  $1.5lw$ .

En muros de cortante en voladizo, la fuerza lateral estática especificada no proporciona una protección satisfactoria contra el cortante durante una excitación severa, cuando se desarrolla la máxima resistencia a flexión en la base del muro. Existen dos posibles sitios donde puede fallar por cortante deslizante en los muros de cortante en voladizo. Uno es la junta horizontal de construcción que es sensible a la calidad de la preparación de la superficie, el otro es la zona de articulación plástica, que usualmente se encuentra encima del nivel de cimentación. El fenómeno de deslizamiento a lo largo de las grietas anchas de flexión que cruzan todo el peralte, especialmente cuando la compresión axial producida por las cargas gravitacionales en el muro es pequeña, es similar a la que se encuentra en las zonas de articulaciones plásticas en las vigas, las cuales

---

$$A_{vf} = (v_u - 0.85 \frac{N}{A_g}) \frac{A_g}{f_y} > 0.0025 A_g$$

$v_u$  esfuerzo cortante horizontal nominal calculado

$N$  carga axial de compresión mínima sobre el muro

$A_g$  área del concreto en la sección del muro

La respuesta inelástica de los mecanismos asociados con el cortante deslizante indica una pérdida drástica de la rigidez y de la resistencia ante la acción de cargas cíclicas. Por ello el deslizamiento por cortante debe de considerarse como un mecanismo disipador de energía

### 1.4 DONDE SE USAN

Los muros de cortante se usan en sistemas estructurales, los cuales deben de cumplir determinados requisitos para tener un comportamiento eficiente y seguro. Estos se emplean en los sistemas estructurales como elementos rigidizantes, los cuales aumentan la rigidez del sistema, pudiendo trabajar como un elemento que tiene una gran capacidad de absorción de cortante, es por ello que resulta un elemento muy útil en estructuras diseñadas para resistir sismos. El muro de cortante cuando se combina empotrado en un marco estructural, tomará gran cantidad de cortante en caso de que esta combinación este en los primeros pisos; en caso de que esté en niveles superiores, el muro tenderá a apoyarse en el marco en lugar de resistir el cortante total del entrepiso.

### 1.5 CRITERIOS DE ESTRUCTURACION

La importancia que tiene la estructuración adecuada de un edificio influye mucho en el comportamiento que vaya a tener este cuando vaya a entrara en servicio y puede facilitar de manera enorme, el trabajo que el ingeniero emplee en el análisis y el diseño del mismo, sin por ello ser menos eficaz. Es así que un edificio bien concebido estructuralmente y bien detallado, por lo general tiene un

---

## **COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE**

---

comportamiento adecuado en caso de verse influido por fuerzas accidentales . Es por ello que a continuación vemos algunos de los criterios que nos pueden ayudar en la estructuración de los muros.

La respuesta ante cargas laterales (sismos), dependen en mucho de la masa como de la rigidez de los sistemas estructurales, así como de la característica de absorción de energía del edificio, también se pueden aplicar estos criterios a los muros de cortante.

### **1.5.1 POCO PESO**

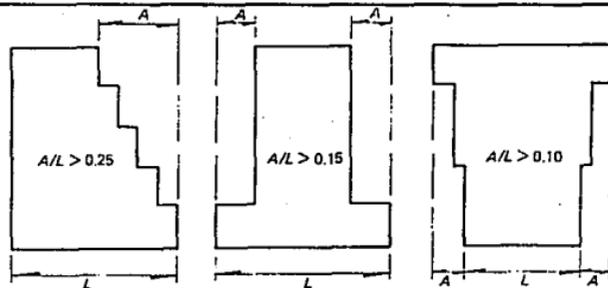
Las fuerzas laterales de inercia que se generan cuando, se somete un edificio ante sismos, son directamente proporcionales al peso de los elementos estructurales, por lo que se debe procurar que los muros de concreto sean lo más ligeros posibles, es decir que tengan el espesor necesario para tomar la fuerza de cortante y la de flexión.

### **1.5.2 SENCILLEZ, SIMETRÍA Y REGULARIDAD**

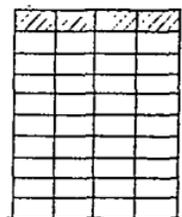
La sencillez de la estructura debe ser buscada desde la estructuración, si se quiere facilidad en el entendimiento del comportamiento sísmico del elemento, así como su diseño. Además de facilitar en mucho el trabajo posterior, la sencillez, junto con la regularidad tanto de las secciones de los elementos, como de la de las plantas, ayudan a que la estructura sea simétrica, tanto en cuanto a su disposición como en cuanto a su rigidez. Cuando la estructura es simétrica con respecto a la rigidez, se evita el comportamiento indeseable de los elementos como ser torsión. La irregularidad, genera distribución irregular de las fuerzas de inercia generadas por sismos.

Las características, antes señaladas para la planta, también son útiles para la elevación, por lo que es bueno que no existan cambios bruscos en las dimensiones de los diferentes pisos; ni en la distribución de masas, rigideces y resistencias; buscando que no existan concentraciones de esfuerzos en ciertos pisos

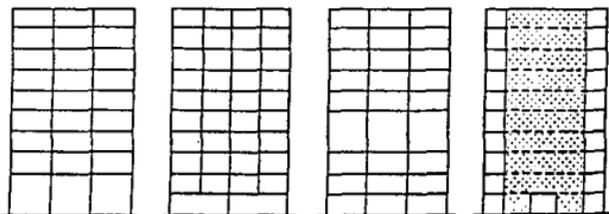
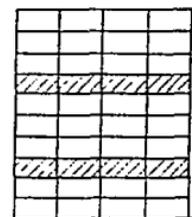
---



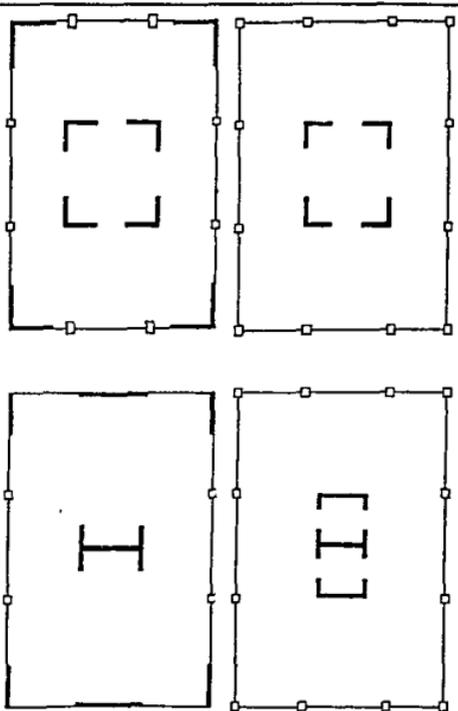
a) Cambios bruscos en geometría.



b) Concentraciones de masas en algunos niveles.



c) Cambios bruscos en rigideces y resistencias



b) Mejor

a) Buena

**MUROS DE CORTANTE**  
 Características generales deseables

### **I.5.3 UNIFORMIDAD EN LA RESISTENCIA, RIGIDEZ Y DUCTILIDAD**

Es deseable que haya una continuidad en los elementos estructurales, de los diferentes pisos, como ser columnas y muros de cortante, así como una regularidad en las secciones de los mismos elementos, con el propósito como dijimos anteriormente, un comportamiento no tan impredecible.

### **I.6 DIFERENTES TIPOS DE MUROS DE CORTANTE**

#### **I.6.1 MUROS DE CORTANTE ROBUSTOS.**

Cuando se aplica el cortante a un muro sin marco o rodeado por un marco débil, la relación carga deformación es como se muestra en la figura b). La capacidad del muro que tiene un refuerzo inadecuado o ningún refuerzo se reduce después de que este comienza a agrietarse y la curva se presenta hacia abajo hasta el punto A. Por otro lado si el sostenido de refuerzo es adecuado, la curva se desarrolla hacia arriba hasta el punto B.

#### **I.6.2 MUROS DE CORTANTE DE Poca ALTURA**

En edificios que tienen poca altura, los muros de cortante pueden ser menor que su altura. Estos muros no pueden diseñarse con las técnicas acostumbradas de concreto reforzado. Un diseño aproximado que garantice cierta ductilidad es suficiente, ya que el efecto sísmico casi nunca es crítica. En estos tipos de muro de poca altura, la capacidad para tomar cortante está dominada por la capacidad de la cimentación de tomar los momentos de volteo. En estos casos se forma una estructura oscilante, y es irrelevante la ductilidad.

#### **I.6.3 MUROS DE CORTANTE EN VOLADIZO.**

Los muros de cortante en voladizo, en edificios de gran altura, a pesar de su gran tamaño se pueden tratar como miembros estructurales ordinarios. Un muro de

---

cortante colado en obra, debe tender a actuar como una unidad integral, independientemente del refuerzo que tenga en su sección transversal; es necesario inducir en el diseñador el comportamiento real de todo el conjunto de muro.

Los muros de cortante en voladizo, tienen un comportamiento en forma similar al de una viga columna aislada de concreto reforzado y muestra varias formas de falla.

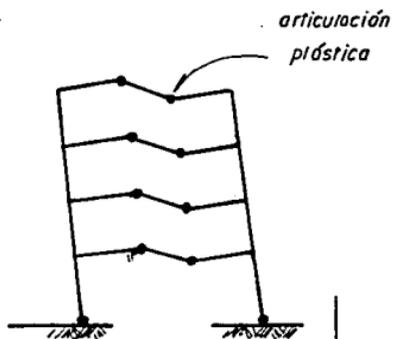
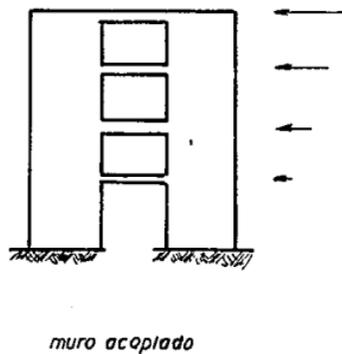
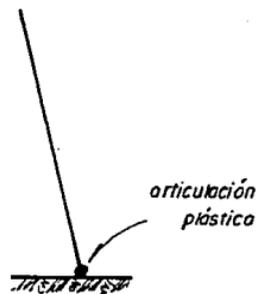
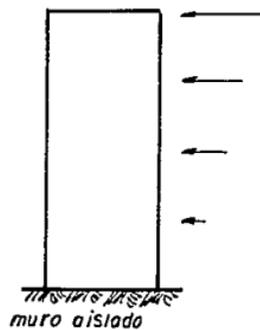
### **1.6.4 MUROS DE CORTANTE ACOPLADOS**

Se emplea también un sistema de muros acoplados mediante vigas a marcos o a otro muro.

En el caso particular de dos muros de cortante acoplados por una hilera de vigas. Es estos casos las cargas laterales generan en las vigas que se usan como acoplamiento momentos y fuerzas de cortante altos. Por lo tanto es necesario detallar las vigas de tal manera que tengan capacidad de rotación suficiente para que la energía introducida por el sismo se disipe mediante un mecanismo como el de la figura. Hay que tener especial cuidado cuando la relación peralte/ancho, sea menor que 2 pues es inefectivo reforzar por cortante mediante estribos; siendo es estos casos de gran utilidad el refuerzo diagonal dentro de las vigas, ya que permiten desarrollar grandes ductilidades, con ciclos de histéresis estables, si se evita el pandeo de las varillas diagonales en compresión.

En este caso particular, es interesante señalar que el mecanismo de falla puede ser por cortante deslizante. En caso de que se haga dúctil el mecanismo de falla y con ciclos histeréticos estables, se puede convertir en un mecanismo disipador de energía de una estructura sismo-resistente. Un equivalente a dicho sistema se ilustra en la figura en la que el momento total es:

$$M_0 = M_1 + M_2 + T * l$$



MUROS DE CORTANTE

donde  $T$  es la acumulación de fuerzas cortantes en el sistema de acoplamiento entre los dos muros. En este caso es posible diseñar la estructura mediante una selección hábil de las rigideces y de resistencia, de tal manera que se desarrolle la resistencia de las vigas de acoplamiento, antes que la del principio de fluencia de la base de los muros. Este sistema ofrece la ventaja sobre los muros de cortante comunes, la cual consiste en la posibilidad de tener más de una manera de disipar la energía; teniendo control sobre el daño estructural. Mediante estudios se ha determinado que la fluencia se confina en los acoplamientos, siendo los daños más fáciles de reparar que los de las bases de los muros.

### **I.7 MODOS DE FALLA DE LOS MUROS DE CORTANTE**

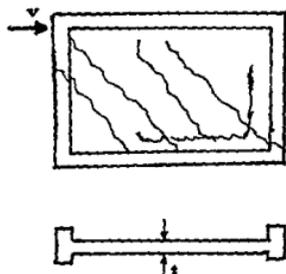
#### **I.7.1 Falla debido al momento de volteo**

En estos muros normalmente la carga axial es menor de la necesaria para generar una falla balanceada, por lo que el acero fluye en el estado de falla última, pudiéndose esperar una gran ductilidad y capacidad de disipación de energía. Sin embargo si la fuerza axial llega a ser grande, el eje neutro se aproxima al lado de tensión, dando lugar a una gran deformación unitaria en la fibra exterior de concreto y a una menor ductilidad. La ductilidad se garantiza al confinar el concreto en la zona de compresión de la base del muro.

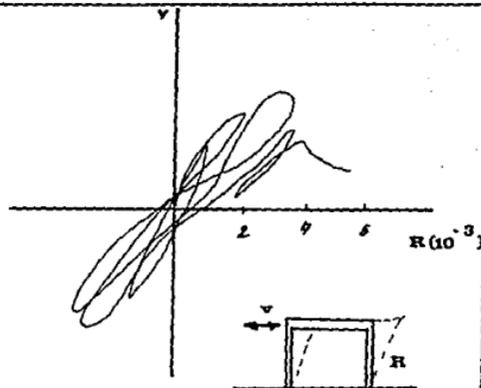
#### **I.7.2 Falla de cortante**

En un muro de cortante con una relación de aspecto pequeña esta propenso a fallar por cortante con un agrietamiento diagonal como se muestra en la figura de fallas. La falla por tensión diagonal ocurre si el refuerzo horizontal es pequeño mientras que la falla por compresión diagonal ocurre si el refuerzo es adecuado. La fuerza cortante que puede soportar el muro es tomado por el acero y por el concreto. La resistencia a compresión del concreto cerca de la articulación plástica que se forma debido a la flexión va disminuyendo por efecto de las repeticiones de carga por lo tanto es mejor ignorar el aporte del concreto a la

---



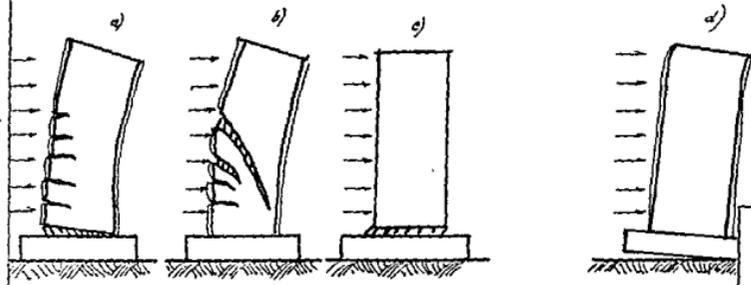
*modo de falla en muro confinado*



*curva de histeresis de un muro en voladizo*

**Modos de falla de un muro**

- a) falla de flexión
- b) falla de cortante
- c) falla por deslizamiento
- d) rotación de cimentación



**MUROS DE CORTANTE**

resistencia a cortante.

La resistencia a cortante aumenta al reducirse la relación de aspecto del muro.

### **I.7.3 Falla de cortante deslizante**

En el modo de falla de cortante deslizante, el muro de cortante se mueve en forma horizontal. Para evitar ese tipo de falla es conveniente el refuerzo vertical espaciado uniformemente en el muro así como el refuerzo diagonal. Esta falla por cortante deslizante ocurre también en las juntas.

### **I.7.4 Levantamiento en vilo de la cimentación**

Este tipo de falla ocurre en sistemas de muros estructurales donde la capacidad de disipación de la energía es pequeña y estos elementos son muy rígidos. Pudiéndose observar que las curvas de carga y descarga en la relación histerítica del muro.

## **I.8 ANALISIS DE ESFUERZO Y DEFORMACION**

Es necesario recordar que para analizar el estado de esfuerzos que actúa en cada uno de los lados de los nodos, de los elementos (para el caso de analizar el muro por Elemento finito), se debe "TRANSFORMAR LOS ESFUERZOS", recalándose que en cada punto solo existe un estado de esfuerzos; esto quiere decir que cuando un elemento se gira desde una posición a otra, los esfuerzos son diferentes, pero representa un mismo estado de esfuerzos. En términos matemáticos, el esfuerzo representa un tensor.

El esfuerzo plano, es un estado de esfuerzo, en el que existen esfuerzos en dos direcciones, en un elemento infinitesimal; para mostrar estos elementos, se considera un paralelepípedo rectangular. Es nuestro caso, los esfuerzos que actúan son denominados como  $S_{11}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ; siendo en nuestro caso:

$S_{11}$  el esfuerzo normal en la dirección 1 (vertical)

$S_{22}$  el esfuerzo normal en la dirección 2 (horizontal)

---

$S_{12}$  es el esfuerzo cortante de la dirección 1 a la 2 que es igual al esfuerzo cortante  $S_{21}$ .

Los esfuerzos tienen en la bibliografía en general, los siguientes signos:

$$\begin{aligned}S_{11} &= \sigma_y \\ S_{22} &= \sigma_x \\ S_{12} &= \tau_{xy}\end{aligned}$$

Para los esfuerzos normales el signo positivo (+), indica que el esfuerzo es tensión y el signo negativo (-), indica que el esfuerzo es compresión. En tanto que un esfuerzo negativo es positivo cuando actúa sobre la cara positiva de un eje y sigue la dirección positiva de un eje; Es negativo cuando actúa sobre la cara positiva y sigue la dirección negativa del eje.

### I.9 ESFUERZOS PRINCIPALES Y ESFUERZOS CORTANTES MAXIMOS

Como habíamos mencionado antes, los esfuerzos principales se pueden encontrar, rotando los ejes del estado de esfuerzo, de tal manera que los esfuerzos normales sean máximos y el esfuerzo cortante nulo.

Del análisis de la estructura, tenemos el esfuerzo principal y el ángulo de rotación, en el que se presentan los mismos, en el estado de esfuerzos; siendo el ángulo:

$$\theta_p = \arctan \left( \frac{2 \tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} \right)$$

Los esfuerzos principales se calculan de la siguiente manera, mediante la fórmula.

---

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

Con estos esfuerzos es con los que se diseñarán los elementos de los muros, analizados como placas en el paquete de análisis estructural.

### **I.10 OBTENCION DE ESFUERZOS DE DISEÑO PARA ANALISIS DE PLACAS**

A partir de los esfuerzos obtenidos en los cuatro nodos, de las esquinas, de las placas, se pueden obtener los esfuerzos en las caras de las placas, mediante la obtención de la media de los esfuerzos en ambos extremos, este procedimiento se puede usar, tanto para los esfuerzos de cortante, como para los esfuerzos normales de las caras de las placas.

Por ejemplo en el caso de que tengamos una placa con 4 esquinas, las cuales llamamos 1, 2, 3 y 4; estando distribuidas de izquierda a derecha, en la parte inferior 1 y 2; en la parte superior 3 y 4.

Los esfuerzos en la cara inferior se puede obtener como la media entre los esfuerzos de 1 y 2.

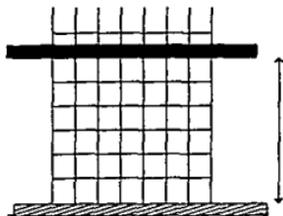
$$\sigma_y = \frac{\sigma_{1y} + \sigma_{2y}}{2}$$

$$\tau_{xy} = \frac{\tau_{1xy} + \tau_{2xy}}{2}$$

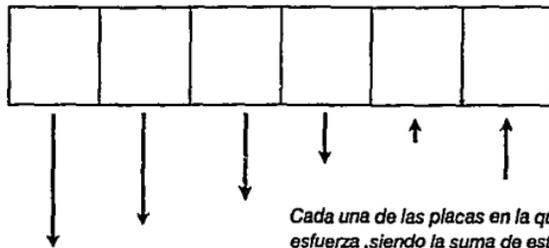
Una vez obtenidos los esfuerzos de las caras de las placas, podemos calcular los elementos mecánicos de las mismas, mediante la multiplicación de los esfuerzos por el área de placa.

---

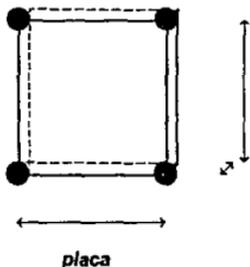
## Obtencion de los elementos mecánicos(analisis de placa)



Al analizarse el muro mediante el SAP, puede conocerse el estado de esfuerzos del mismo en todos los lugares que se quieran.

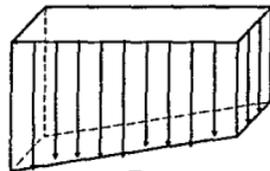
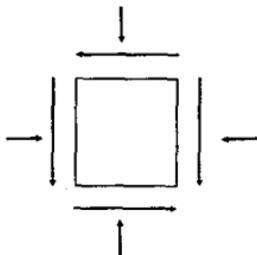


Cada una de las placas en la que se divide el muro se esfuerza, siendo la suma de estos lo que genera la carga axial total y el momento a los que se somete el muro



placa

Estado de esfuerzos



El esfuerzo al que se somete la base del muro genera los elementos mecánicos del mismo

Detalle de muro de entrepiso  
Detalle de una de las placas que componen el muro  
Detalle de los esfuerzos y las fuerzas que actúan en la base de placa

## COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE

$$V = \tau_{xy} * Area$$

$$P = \sigma_y * Area$$

El momento flexionante que actúa en las caras de la placa, se puede calcular mediante la multiplicación de los cortantes de las caras laterales por la longitud de la placa .

$$M = V * d$$

Después de haber obtenido los elementos mecánicos de las placas, se pueden diseñar con estos elementos, o se puede obtener los elementos que actúan en todas las bases y los topes de los muros; mediante la suma de los elementos mecánicos de las diferentes placas que están en la base del muro; este procedimiento se puede emplear en la obtención de todos los otros elementos mecánicos.

Momento actuante.

$$M_t = \sum_{i=1}^n M_i$$

Cortante actuante.

$$V_t = \sum_{i=1}^n V_i$$

---

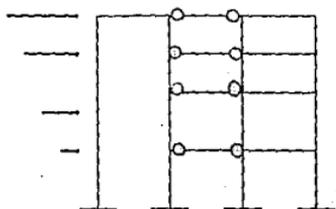
## COMPORTAMIENTO DE MUROS DE CORTANTE

---

Carga actuante.

$$P_t = \sum_{i=1}^n P_i$$

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**



***CAPITULO II***

***METODOS DE  
ANALISIS***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

## **CAPÍTULO II MÉTODOS DE ANÁLISIS**

### **II.1 SISTEMAS CON MUROS**

Si consideramos el modelo de comportamiento elástico lineal, las deformaciones de muros ante cierto sistema de cargas en su plano, deben de calcularse con la teoría de la elasticidad.

Además de las propiedades de los materiales elásticos como módulo de elasticidad y módulo de Poisson; hay que tomar en cuenta la forma de distribución geométrica y la magnitud de las cargas, así como el tipo de apoyos de la estructura. El análisis de este tipo de muros se puede hacer mediante soluciones analíticas para sistemas sencillos o usando el método de elemento finito para sistemas complejos, permitiendo obtener resultados con la precisión que se requiera.

Para el sistema de muros con empotramiento en la base, de sección rectangular y sujetos a carga lateral en la parte superior,  $P$ , como se muestra; se puede calcular de la manera siguiente:

$$\delta = \frac{P h^3}{EI} + \frac{P h}{GA}$$

$h$  altura del muro.

$I$  momento de inercia de sección transversal.

$A$  área de sección transversal.

$E$  módulo de elasticidad.

---

El cálculo del desplazamiento, mediante el uso de la fórmula descrita anteriormente, tiene una variación de aproximadamente un 4% de diferencia con respecto a los desplazamientos calculados con el método del elemento finito; para una relación de  $b/h$  entre 0.5 y 2 ; para una relación mayor a 2 se ha visto que la deformación importante es sólo la del término de  $Ph/GA$  , y para valores menores es predominante el otro término de la ecuación.

## II.2 MUROS BAJOS

En muros de sección transversal rectangular donde la altura no sea mayor de tres veces la longitud, con apoyos empotrados, la deformación por flexión no es mayor de 10 o 15% de la deformación total; por lo que se puede calcular la rigidez del piso, despreciando la contribución de la flexión, se considera sólo la deformación por cortante para el cálculo de la rigidez; siendo.

$$R = \frac{eGL}{h}$$

$R$  rigidez

$G$  módulo de cortante del muro

$e$  espesor del muro

$L$  longitud del muro

$h$  altura del entrepiso

En general para muros con sección diferente de la rectangular, la rigidez del entrepiso está dada por:

$$R = \frac{G \Omega}{h}$$

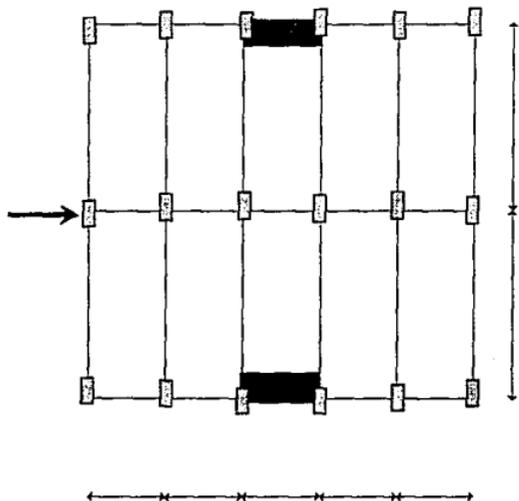
$\Omega$  área efectiva de cortante de muro.

## II.3 MUROS ESBELTOS

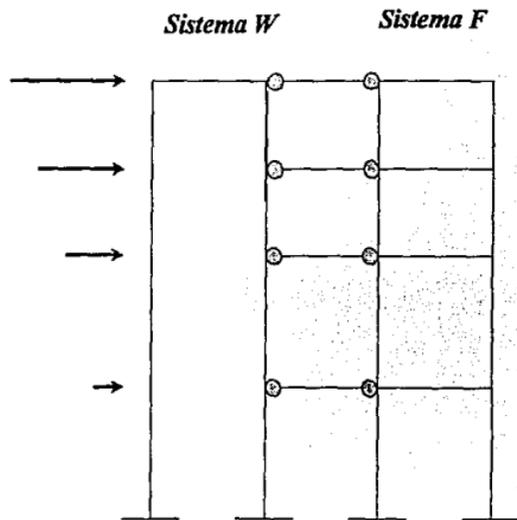
---

## Método de Khan y Sbuornis (esquemas)

La idealización que el método de Khan y Sbuornis emplea es la de sustituir el marco con muros de cortante original por un marco con dos sistemas, el de vigas y columna y otro, el cual lo denominamos sistema W los cuales interactúan



PLANTA DE UN EDIFICIO DE MUROS



*Planta con muros de cortante la cual  
esta bajo cargas laterales  
Idealización como un marco con vigas*

## **METODOS DE ANALISIS**

---

En estos tipos de muros tienen importancia las deformaciones por esfuerzo normal debido a flexión como provenientes de fuerza cortante, por ello la rigidez del edificio depende de la distribución de las fuerzas horizontales en la altura. Normalmente estos muros se encuentran acoplados con muros, cuya interacción altera las rigideces de entrepiso.

De esta manera la fuerza cortante que toma el muro depende de la rigidez de entrepiso; y a su vez esta última depende de la primera; por ello para saber las cantidades hay que calcular por interacciones.

Cuando la fuerza horizontal es tomada solo por muros de distintas propiedades geométricas, es decir que no son importantes las rigideces de las trabes y de las losas que conectan los marcos, se cometen errores aceptables, si dichas fuerzas se distribuyen proporcionalmente a la rigidez del muro, calculada con un desplazamiento unitario en el extremo superior del muro (es decir aplicando una fuerza en ese extremo y dividiéndola entre el desplazamiento que produce). Este criterio no es adecuado si las secciones transversales de los muros no son mas o menos proporcionales con la altura. El error se acentúa también de manera importante en la parte inferior del edificio.

### **II.4 METODO DE KHAN Y SBAROUNIS**

Según esta versión la manera de tratar el marco es la siguiente; principalmente consiste en sustituir la estructura con muros de cortante y marcos como la que se muestra en la figura por una estructura equivalente compuesta, en la cual se idealiza la manera de trabajar de los muros, en la figura esquematizada; La estructura equivalente está compuesta por el sistema W que representa al muro o muros de rigidez. El momento de inercia del sistema en cualquier piso es la suma de los momentos de inercia de todos los muros de rigidez representados. El sistema F (marcos) incluye las columnas, vigas y losas que contribuyen a la rigidez lateral. Las rigideces (inercia /longitud) tanto de las vigas como de las columnas son la suma de las rigideces de todo los elementos de la estructura .

La estructura equivalente se constituye de los sistemas W y F ligados por barras

---

horizontales de rigidez axial infinita y de rigidez a flexión nula, de tal forma que los desplazamientos horizontales en ambas estructura son iguales, pero los giros varían.

Estos señores Khan y Sbarounis proponen que las cargas se apliquen sobre el sistema W como si estuviera aislado y como tal se analice, calculándose los desplazamientos provocados en este sistema, de tal manera que estos los transmita al sistema F. A menos que se encuentre una mejor suposición estos serán iguales a los calculados para el sistema W. Por medio de distribución de momentos se puede calcular los elementos mecánicos generados por los desplazamientos supuestos, así como las reacciones sobre el sistema W, se calculan enseguida las modificaciones que ejercen estas reacciones sobre el sistema W, comparándose los desplazamientos de ambos sistemas, y se repite la operación hasta que dichos desplazamientos sean iguales dentro de la tolerancia que se quiera.

Las fuerzas finales en el sistema W para los distintos muros representados en el sistema son proporcionales al momento de inercia y, conocidos los desplazamientos laterales en los marcos del sistema F, se pueden determinar los elementos mecánicos con aplicar una sola vez la distribución de momentos.

Cuando los marcos toman una parte importante de la carga lateral, el método puede requerir de bastantes interacciones, siendo un poco largo. Por lo que se suele hacer figuras representando la manera de comportamiento del sistema equivalente. Para entrar en esta figura se debe de calcular la cantidad.

$$\frac{S_s}{S_c} = \frac{\sum E_s I_s}{\sum E_c I_c} \left( \frac{10}{N} \right)^2$$

$N$  número de pisos de la estructura.

Se puede hacer una corrección de convergencia, que consiste en emplear un valor inicial para el desplazamiento en el piso  $i$ , en el ciclo  $n+1$ , dado la expresión.

---

$$\Delta ii(n+1) = \frac{\Delta ii(n) + \Delta ei(n+1) - \Delta ii(n)}{1 + \frac{(\Delta i(n) - \Delta ei(n))}{\Delta ii(n)}}$$

El desplazamiento  $ii(n)$ , es el desplazamiento inicial del piso  $i$  en el ciclo  $n$ , el  $ei(n)$  es el desplazamiento final de dicho ciclo,  $i$  corresponde al desplazamiento del sistema  $W$ .

Se puede simplificar el método, al calcular las fuerzas en el sistema  $F$  empleando las fórmulas de Wilbur, en vez de efectuar una distribución de momentos. Esta se puede hacer cuando ya hayan convergido los desplazamientos y en el marco completo no en el equivalente, para hacer un ajuste final.

## II.5 METODO DE MC LEOD

El método de Mc Leod presenta un procedimiento que permite estimar la fuerza cortante y el desplazamiento lateral máximos de sistemas formados por marcos y muros, así como el momento de volteo en la base de los muros a partir de suponer que todos ellos están conectados sólo en sus extremos superiores.

Para cargas laterales con distribución triangular, la fórmula que proporciona la fuerza que une a los marcos con los muros,  $P$ , es :

$$\frac{P}{W} = \frac{11}{20} \frac{\sum K_t}{\sum K_f + \sum K_m}$$

En esta  $K_f$  es la rigidez lateral de cada marco entendida como la fuerza concentrada en el extremo superior que produce un desplazamiento unitario lateral en su línea de acción ;  $K_m$  es la rigidez de cada muro definida en ese sentido y  $W$  es la carga lateral aplicada.

Antes de calcular esas cantidades y sumarlas se pueden representar los muros y

---

## **METODOS DE ANALISIS**

---

marcos como un solo muro y un solo marco de una sola crujía, como se hace con el método de Khan y Sbarounis. Para calcular la rigidez del marco se pueden emplear las fórmulas de Wilbur, ya que conocidas las rigideces de entrepiso, R se tiene.

$$\frac{1}{K_f} = \sum \frac{1}{R_i}$$

El desplazamiento lateral máximo se calcula como  $P/\Sigma(K_f)$ , y la fuerza cortante máxima esta dada por  $1.3P$ . El momento de volteo en la base del muro, es aproximadamente igual al momento total menos  $PH$ , donde H es la altura total del muro.

### **II.6 METODO DEL ELEMENTO FINITO**

En la actualidad el método del elemento finito, constituye una poderosa herramienta en el análisis de estructuras complejas, y generalmente, se pueden usar en muros de sección, composición o geometría compleja. La solución mediante este método en problemas elástico lineales, puede considerarse como exacta.

La forma de aplicación del método consiste en dividir la estructura en subregiones denominados elementos finitos, dentro de las cuales, se prescriben como variables los desplazamientos. Con base en las características del material, relaciones entre desplazamientos y deformaciones, se genera una matriz de rigideces de cada elemento, usando por ejemplo, el principio de trabajos virtuales. Estas matrices están referidas a los grados de libertad de los nudos del elemento.

La matriz  $K$  de rigideces de la estructura, se obtiene aplicando el método de rigideces.

Los desplazamientos  $U$  de los nudos ante un sistema de cargas  $P$ , aplicadas en los

---

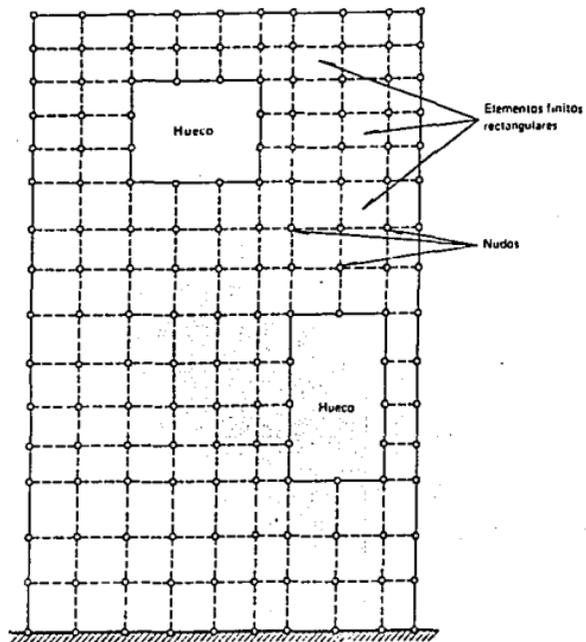


Figura Malla de elementos finitos para analizar un muro con huecos.

**MUROS DE CORTANTE**

mismos, se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones lineales

$$[K][U] = [P]$$

Conocidos los valores de U, se pueden calcular los esfuerzos y las deformaciones en cualquier punto de interés.

## II.7 METODO DE LA COLUMNA ANCHA

Este método se basa en que las deformaciones laterales de los muros se pueden calcular con los procedimientos de mecánica de materiales con un error aceptable, tomándose en cuenta las deformaciones debido a flexión y a cortante; por ejemplo como habíamos mencionado antes con la fórmula se puede calcular mediante la fórmula.

$$\delta = \frac{P h^3}{EI} + \frac{P h}{GA}$$

Si se reemplaza el área de sección rectangular A por el área efectiva del tipo de muro que se analice; se llama columna ancha para diferenciar en el estudio del análisis los muros idealizados (columnas anchas) como columnas de las columnas normales que tenga el muro, en que sólo son importantes las deformaciones por flexión.

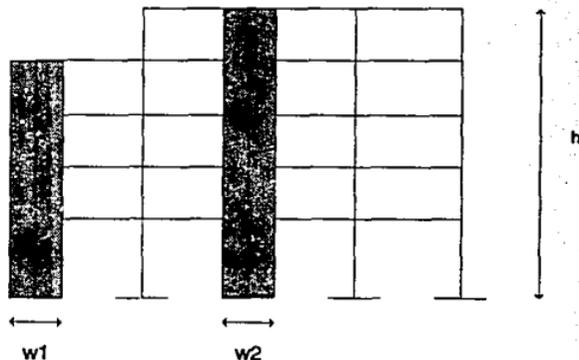
Para analizar este sistema de muros y de marco muro, se considera cada columna como una columna, con sus propiedades concentradas en su eje centroidal, haciendo a las vigas que se encuentren dentro del marco como infinitamente rígidas a flexión, como se ilustra luego, idealizándose los muros como estructuras esqueléticas, igual que los marcos.

Las deformaciones por cortante en las columnas, en las vigas, modifican las respectivas matrices respectivas. con respecto a los grados de libertad, se escriben así.

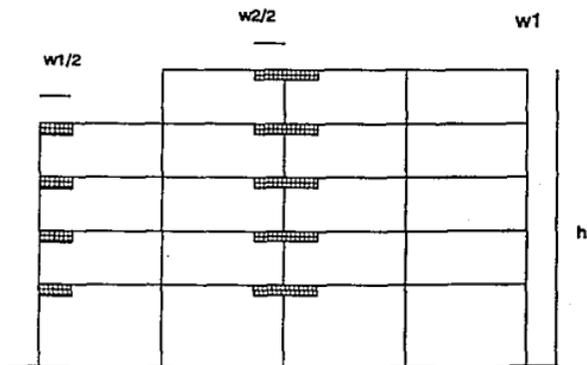
---

## Método de la columna ancha (idealización)

La base que emplea el método de la columna ancha es la de idealizar los muros como columnas, las cuales tienen una rigidez infinita en los extremos de la misma.



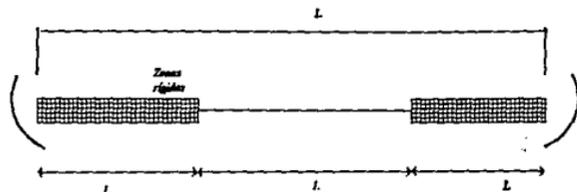
ESTRUCTURA CON MUROS, LA CUAL SE DEBE DE ANALIZAR



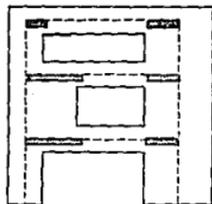
MARCO IDEALIZADO PARA SER ANALIZADO

Sistema de un marco que el cual tiene muros de cortante  
La idealización del marco anterior, para analizarse como marco común

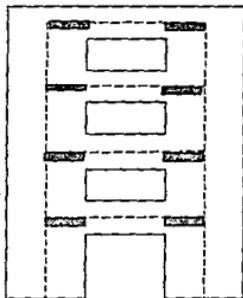
## Método de la columna ancha (esquema)



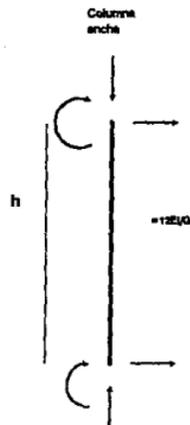
Vigas con zonas infinitamente rígidas



----- ejes  
 [shaded box] zona rígida



Algunos casos de muros macizos de concreto, con huecos, se pueden analizar mejor, considerando como columna ancha



Notación y grados de libertad para columnas anchas y vigas

Idealización del método de la columna ancha, esquematización de la manera en que este tipo de elemento toma los elementos mecánicos, y ejemplos de marcos usuales

Para las columnas anchas.

$\frac{12 EI}{(1+\alpha)h^3}$				<i>simétrica</i>	
$-\frac{12 EI}{(1+\alpha)h^3}$	$\frac{12 EI}{(1+\alpha)h^3}$				
$-\frac{6 EI}{(1+\alpha)h^2}$	$\frac{6 EI}{(1+\alpha)h^2}$	$\frac{(4+\alpha)EI}{(1+\alpha)h}$			
$-\frac{6 EI}{(1+\alpha)h^2}$	$\frac{6 EI}{(1+\alpha)h^2}$	$\frac{(2-\alpha)EI}{(1-\alpha)h}$	$\frac{(4+\alpha)EI}{(1+\alpha)h}$		
0	0	0	0	$\frac{EA}{h}$	
0	0	0	0	$-\frac{EA}{h}$	$\frac{EA}{h}$

Para las vigas en la zona rígida en sus extremos:

	$\frac{4+12\gamma(1+\gamma)}{\lambda \quad \lambda}$		<i>simétrica</i>	
$\frac{(EI)}{\lambda \alpha}$	$\frac{2+6\gamma(1+\gamma)}{\lambda \quad \lambda^2}$	$\frac{4+12\beta(1+\beta)}{\lambda \quad \lambda}$		
	$-\frac{6(1+2\gamma)}{\lambda l \quad \lambda}$	$-\frac{6(1+2\beta)}{\lambda l \quad \lambda}$	$\frac{(12)}{\lambda^2 l^2}$	
	$\frac{6(1+2\gamma)}{\lambda l \quad \lambda}$	$\frac{6(1+2\beta)}{\lambda l \quad \lambda}$	$\frac{(12)}{\lambda^2 l^2}$	$\frac{(12)}{\lambda^2 l^2}$

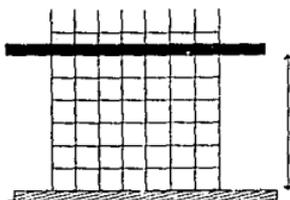
## **II.8 INTERACCION DE MUROS EN VOLADIZO**

Como habíamos mencionado antes los muros en voladizo interconectados, son un caso especial de estos muros, siendo la manera de analizarlos, algo complejos. De una manera simplificada, es la de suponer que sólo existen deformaciones por flexión, distribuyendo la carga lateral total entre los muros en voladizo, y despreciando la participación del marco. Este criterio, no siempre es estar del lado conservador.

Para el análisis se distinguen dos aspectos:

- 1) El muro de cortante, tiene un momento de inercia, sobre su eje de inercia, bastante mayor al de las columnas.
  - 2) El muro tiene un ancho que no resulta despreciable, en comparación con el claro de las vigas adyacentes.
-

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**



***CAPITULO III***  
***DISEÑO DE MUROS DE***  
***CORTANTE DE***  
***ACUERDO AL R.C.D.F.***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

**CAPITULO III  
DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE  
DE ACUERDO AL REGLAMENTO  
DE CONSTRUCCIONES DEL  
DISTRITO FEDERAL**

**III.1 CRITERIOS QUE SE SEGUIRAN EN EL DISEÑO**

Para el desarrollo de este trabajo, se tomaron en cuenta varios documentos y bibliografía referente a lo que es el concreto reforzado, y en especial muros de cortante; habiendo más de un criterio que recomendara la manera de tomar el trabajo del diseño de estos; por lo que elegimos las Normas Técnicas Complementarias para el diseño de estructuras de concreto, del Reglamento Construcciones del Distrito Federal, en su versión 1989, la cual es editada por el Colegio de Ingenieros civiles, como base para el diseño de este tipo de elementos.

Los diferentes muros, que se analizan como ejemplos, así como el algoritmo computacional que se empleó para el desarrollo del programa que presentaremos más adelante, se tomaron en gran parte de dicho reglamento, complementados por algunos criterios tomados de otros documentos.

Si bien el diseño estructural en sí, es casi imposible de mecanizar totalmente, debido a que la conceptualización del sistema estructural, obedece en gran parte a la experiencia del proyectista, así como al tipo de elementos estructurales que se pretende usar en el edificio o estructura. Sin embargo, una vez elegido el tipo de elemento, el diseño del refuerzo de acero que se empleará, puede seguir algunos pasos, los mismos que pretendemos usar en el programa.

El diseño que se hace en un muro de cortante, es por momento flexionante, por fuerza cortante, y por carga axial. Estos criterios se tomarán directamente del

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

Reglamento de Construcciones.

### III.2 NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL D.F.

El concreto que usamos para el fin de diseño y de programa, es el tipo 1, esto es que tiene las características siguientes:

$$\text{Peso volumétrico} = 2200 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 14000 \sqrt{f'c}$$

El refuerzo de acero que se usa será acero que cumpla con las especificaciones siguientes: El refuerzo podrá ser varillas corrugadas o malla electrosoldada. Las dimensiones del muro deben de reducirse para fines de armado, dando 2 cms de cama entre el refuerzo y el lecho superior o inferior, estos 2 cms, deben también tomarse en cuenta en los muros y vigas; siempre y cuando sean menores de 20 cms.

#### III.2.1 FACTORES DE RESISTENCIA

De acuerdo con el título VI del reglamento, los factores de resistencia se tomarán de la manera siguiente:

<i>RESISTENCIA A</i>	<i>FR</i>
<i>Cortante</i>	<i>0.8</i>
<i>Torsión</i>	<i>0.8</i>
<i>Flexión</i>	<i>0.9</i>
<i>Flexocompresión</i>	<i>0.8</i>
<i>Aplastamiento</i>	<i>0.7</i>

### III.2.2 ESTADO LIMITE DE SERVICIO

Entre las hipótesis que se toman para simplificar las diferentes fórmulas que la mecánica de materiales desarrolla, se consideran las siguientes:

El concreto, no resiste esfuerzos de tensión.

La deformación unitaria del concreto a compresión, cuando este alcance su resistencia es de 0.003

La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, cuando este alcanza su resistencia es uniforme en una zona cuya profundidad es 0.8 veces la del eje neutro.

El esfuerzo uniforme se tomará:

$$f''c = (1.05 - f^*c) \quad \text{si } f^*c > 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f''c = (0.85 f^*c) \quad \text{si } f^*c \leq 250 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia determinada con estas hipótesis , multiplicada por el factor FR correspondiente, da la resistencia de diseño.

### III.2.3 FLEXION

Entre los aspectos fundamentales que el reglamento señala para elementos de concreto reforzado, como ser las mínimas y las máximas cantidades de refuerzo que se admiten para un comportamiento adecuado.

### III.2.4 REFUERZO MINIMO

El refuerzo mínimo de tensión para elementos de sección rectangulares en

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

concreto reforzado de peso normal puede calcularse con la siguiente relación aproximada:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} bd$$

donde b y d son el ancho y el peralte efectivo no reducidos de la sección

### III.2.5 REFUERZO MAXIMO

La falla balanceada del elemento ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su falla balanceada y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión. En elementos que formen parte de estructuras que deban de resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero de tensión será el 75 % de la correspondiente a falla balanceada. Siendo esta última área de acero igual a :

$$\frac{f'_c}{f_y} \frac{4800}{f_y + 6000} bd$$

### III.2.6 REFUERZO MINIMO POR CAMBIOS VOLUMETRICOS

En toda dirección, en que la dimensión mínima de un elemento estructural sea mayor que 1.5 m, el área de refuerzo que se suministre, para evitar los cambios volumétricos que se puedan presentar en el elemento no debe de ser menor de :

$$a_s = \frac{660 x l}{f_y(x+100)}$$

donde:

$a_s$  es el área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza (cm<sup>2</sup>/cm). El ancho mencionado se

---

medirá perpendicularmente a dicha dirección y a  $x_1$ .

$x_1$  es la dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo (cm).

Este refuerzo, en caso de que la dimensión  $x_1$  no exceda de 15 cms, puede colocarse en una sola capa; y en caso de que exceda se colocará en dos capas.

### III.2.7 MUROS SUJETOS A FUERZAS LATERALES EN SU PLANO

En el reglamento de construcciones, se señala en esta parte, los criterios que se recomienda aplicar al cualquier sección de muro que tenga la capacidad de resistir las fuerzas laterales, que actúen sobre el edificio; en la cual la carga axial es mucho menor y el momento flexionante, junto con la fuerza cortante, rigen este diseño.

Para ello las dimensiones del muro, deben estar de acuerdo a los requerimientos que los elementos mecánicos que actúan sobre este provoquen, como es la relación largo/ancho, la cual deben de seguir el criterio siguiente en lo que se respecta a su geometría; siendo más gruesos, cuando estos deben de tomar una carga axial importante; el Reglamento, marca los siguientes criterios que deben de cumplir los muros:

*para  $L/t < 70$  sin cargas verticales importantes.*

*para  $L/t < 40$  con cargas verticales importantes.*

### III.2.8 DIMENSIONES

Para este tipo de elementos (muros), el espesor del patín  $t$ , debe de cumplir con dimensiones mínimas, que el diseñador deberá cumplir; como son:

$$t > 0.06 H$$

$$t > 13 \text{ cms}$$

Sin embargo, en construcciones de no más de dos niveles, con altura de entrepiso

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

no mayo a 3 metros, el espesor del muro puede tomarse como 10 cms.

### III.2.9 FLEXION Y FLEXOCOMPRESION

Los muros que cumplan con los requerimientos mínimos de geometría que marca el reglamento, se diseñarán luego por flexión y flexocompresión, buscando que pasen los requerimientos que el análisis estructural marca. La resistencia de muros de flexión de la estructura, que cumplan con los siguientes requerimientos:

$$\begin{aligned} Pu &< 0.2 Fr (t) L f'c \\ \text{cuantía de} &< 0.008 \\ \text{acero a tensión} \end{aligned}$$

podrán evaluarse y diseñarse, mediante la fórmula que viene en el reglamento:

$$M_r = 0.8 Fr f_y A_r z$$

pudiendo escribirse como:

$$A_r = \left( \frac{M_r}{f_y 0.8 Fr z} \right)$$

donde  $z$  es la distancia entre los refuerzos extremos a flexión y que actúa como brazo del Momento resistente, y está dada en cm. Los valores de  $z$ , que se recomiendan, se muestran a continuación :

$$\begin{array}{ll} z = 0.8 & \text{si } H/L > 1.0 \\ z = 0.4 (1 + H/L)L & \text{si } 0.5 < H/L < 1.0 \\ z = 1.2 H & \text{si } H/L < 0.5 \end{array}$$

En el caso de que no se cumplan los requisitos, tanto de porcentaje de refuerzo, como de carga máxima; se pasará a resolver la estructura como si fueran columnas, principalmente en el diseño.

---

### **III.2.10 DISTRIBUCION**

La distribución del acero de refuerzo de flexocompresión y flexión, se hace a lo largo de franjas verticales en los extremos del muro, siguiendo los siguientes criterios:

En muros con relación de  $H/L$  no mayor que 1.2, el refuerzo se prolongará recto y sin reducción, en toda la altura del muro, distribuido en los extremos de este, en anchos iguales a:

$$(0.25 - 0.1 H/L) L$$

medidos desde el correspondiente borde, pero no mayor que  $0.4H$ .

En muros cuya relación  $H/L$ , sea mayor que 1.2, el refuerzo para flexión y flexocompresion, se colocará en los extremos del muro, en ganchos iguales a:

$$0.15 L$$

medidos desde el borde. Este acuerdo se puede hacer variar de acuerdo con las cargas.

El refuerzo cuyo trabajo o compresión sea necesario para alcanzar la resistencia requerida, debe de restringirse contra el pandeo con grapas o estribos que cumplan con disposiciones.

### **III.2.11 ELEMENTOS EXTREMOS EN MURO DE CORTANTE.**

Deben de suministrarse un refuerzo en las orillas de muros y diafragma, donde el esfuerzo de compresión sea mayor a  $0.2f_c$  bajo las cargas de diseño por sismo . Los elementos de refuerzo pueden reducirse en zonas donde el esfuerzo de compresión sea menor de  $0.15f_c$  . Los esfuerzos se calcularán con las cargas de diseño, como un modelo elástico lineal con propiedades de secciones brutas.

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

Un extremo de un muro estructural se dimensionará como columna corta que resista carga axial, la fuerza de compresión que le corresponda, calculada en la base del muro cuando sobre este actúe el máximo momento de volteo causado por las fuerzas laterales y las cargas debidas a la gravedad, incluyendo el peso propio y las que transmita el resto de la estructura. Se incluirán los factores de carga que correspondan.

El refuerzo transversal que se coloque en los extremos, deben de anclarse en los núcleos confinados de estos de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.

### III.2.12 FUERZA CORTANTE

Así como se diseñó el muro para que pudiera resistir cargas por flexocompresión, se lo diseñará para que tome las fuerzas cortantes que actúan en este elemento.

El diseño de este refuerzo se hará tomando en cuenta que el acero y el concreto son los materiales que toman el cortante.

$$V_{tot} = V_{cr} + V_s$$

La fuerza cortante  $V_{cr}$  que es la que tomará el concreto en muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano se determinará de la manera siguiente:

$$\text{si } H/L < 1.5 \quad V_{cr} = 0.85 Fr V f'c t L$$

$$\text{si } H/L > 2.0 \text{ y } p < 0.01 \quad V_{cr} = Fr b d (0.2 + 30 p) V f'c$$

$$\text{si } H/L > 2.0 \text{ y } p > 0.01 \quad V_{cr} = 0.5 Fr b d V f'c$$

*si  $2 > H/L > 1.5$  se podrá interpolar linealmente los valores requeridos.*

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

El peralte efectivo se podrá tomar como  $0.8L$ .

El refuerzo necesario por fuerza cortante se determinará con el criterio siguiente, respetando los requisitos mínimos.

La cuantía de refuerzo horizontal se calculará de la manera siguiente:

$$p_h = \frac{V_v - V_{cr}}{FR f_y d t}$$

La de refuerzo vertical con  $p_v$  igual a:

$$p_v = 0.0025 + 0.5(2.5 - H/L)(p_h - 0.0025)$$

donde:

$$p_h = \frac{A_{vh}}{S_h t}$$

$$p_v = \frac{A_{vv}}{S_h T}$$

No es necesario que la cuantía por refuerzo vertical por cortante sea mayor que la de refuerzo horizontal si la relación  $H/L$  no excede de 2.0, la cuantía de refuerzo vertical no debe de ser menor que la de refuerzo horizontal. Las barras verticales deben de estar ancladas de modo que en la sección de la base del muro sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia.

### III.2.13 REFUERZO MINIMO

Las cuantías de refuerzo horizontal y vertical en cada dirección no deberán ser menores de 0.0025. El refuerzo se colocará espaciado igualmente de manera que

---

la separación sea:

$$s < 0.35 \text{ m.}$$

El refuerzo se colocará en dos capas las cuales deberán de ser cercanas a cada una de las caras del muro, cuando el espesor sea menor de 15 cms, o el esfuerzo cortante medio debido a cargas horizontales de diseño sea mayor que 0.6 Vfc; en caso contrario se colocará un refuerzo en el centro del espesor.

En ningún caso se admitirá que la fuerza cortante de diseño sea mayor que :

$$Vu = 2 FR L t \sqrt{f^*c}$$

### III.2.14 ABERTURAS

Se proporcionará refuerzo en la periferia de toda abertura para resistir las tensiones que puedan presentarse, como mínimo deberán de colocarse 2 varillas del número 4 o su equivalente, a lo largo de cada lado de la abertura; el lado de refuerzo de recorrerá una distancia no menor que su longitud de desarrollo, Ld desde las esquinas de la abertura.

Si el esfuerzo de compresión en el borde de una abertura, incluyendo el sismo, excede de 0.2 Vfc, se suministrará en este borde un elemento extremo que pueda cumplir con los requisitos.

### III.2.15 CON GRANDES FUERZAS AXIALES

Cuando los esfuerzos axiales del muro exceden de:

$$Pu > 0.2 Fr (t) L f^*c$$

ó

$$\text{cuantía de } > 0.008$$

*acero a tensión*

---

El refuerzo por flexión y flexocompresión de estos muros se diseñará como el de las columnas. El reglamento marca esto como "MUROS SUJETOS A CARGAS VERTICALES O EXCENRICAS"; en donde para muros en los que los bordes posean suficiente restricción, considerando suficiente restricción lateral a la presencia de elementos estructurales ligados al tablero en sus bordes verticales, siempre y cuando se cumpla que la dimensión perpendicular al plano del muro no sea menor que 2.5 veces el espesor del mismo.

$$L > 2.5 (t)$$

Tanto en nuestro caso que manejamos porciones de muro, las cuales van atravesados por vigas, que unen al muro con el marco, como en porciones de muro limitadas por elementos estructurales verticales capaces de dar restricción lateral (tableros), o en todo el muro si solo hay dichos elementos en los bordes de los muros, la longitud efectiva de pandeo se considerará, como sigue:

$$\begin{array}{ll} H' = H & \text{si } H/L < 0.35 \\ H' = (1/3 - 0.85 H/L) H & \text{si } 0.35 < H/L < 0.8 \\ H' = L/2 & \text{si } H/L \geq 0.8 \end{array}$$

En caso de que la resultante de la carga vertical de diseño quede dentro del tercio medio del espesor del muro y además su magnitud no exceda de

$$0.25 f'c A_g$$

el refuerzo mínimo será el refuerzo por cambios volumétricos que se especifica para estructuras de concreto, las cuales tengan en una dirección una dimensión mayor a 1.5 mts; siendo el área de refuerzo por unidad de ancho, mayor o igual que:

$$a_s = \frac{660 \times l}{f_y(x+100)}$$

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

---

siendo las unidades del  $a_s$  área de refuerzo las de ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ); y  $x_1$  la dimensión mínima del miembro medida perpendicular al refuerzo.

### III.2.16 EFECTOS DE ESBELTEZ

Los efectos de esbeltez, que se consideran en el diseño de elementos de concreto reforzado, depende mucho de la relación entre la longitud efectiva y el radio de giro; tomándose en cuenta para miembros restringidos lateralmente en caso de que:

$$H' / r < 34 - 12 (M_1 / M_2)$$

Donde  $M_1$  es el menor de los momentos y  $M_2$  es el mayor de los mismos.

$M_1/M_2$ (+)	si flexión de curvatura doble
$M_1/M_2$ (-)	si flexión de curvatura simple
$M_1/M_2 = 1$	si $M_1 = M_2 = 0$

En el caso de miembros no restringidos lateralmente se considerarán los efectos de esbeltez en caso de que :

$$H' / r < 22$$

### III.2.17 MOMENTOS DE DISEÑO

Cuando los efectos de esbeltez se consideran, se dimensionarán los muros para carga axial y para un momento amplificado, el cual se afecta mediante un factor de amplificación, el cual se calcula de la siguiente manera :

$$M_c = F_{ab} * M_{2b}$$

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

---

donde:

$$F_{ab} = \left( \frac{C_m}{1 - P_u / P_c} \right) \geq 1.00$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) > 0.4$$

$$P_c = \frac{FR \pi^2 EI}{(H')^2}$$

El dimensionamiento de la sección, se puede llevar a cabo de la siguiente manera mediante la interacción de secciones de concreto reforzado, hasta que cumpla con los momentos y cargas de diseño.

Para este dimensionamiento, se consideran las hipótesis de que el concreto no trabaja a tensión, y considerando que el concreto actúa a un esfuerzo de 0.85f<sub>c</sub>, en un área de 0.8c x el ancho de la sección.

Así mismo, se considera que la deformación unitaria máxima a la que puede actuar el concreto es de 0.003 y que el acero alcanza la fluencia, cuando la deformación unitaria en este material alcanza el valor de 0.002, el valor del esfuerzo del acero, es igual al esfuerzo de fluencia para valores de la deformación unitaria superior a 0.002; siendo la distribución de deformaciones unitarias lineal triangular (proporcional), a lo largo de la sección.

$$a = 0.8 c$$

$$e_{s1} = 0.003 (d_1) / c$$

$$e_{s2} = 0.003 (d_2) / c$$

$$f_{s1} = f_y$$

$$\text{si } e_{s1} > e_y$$

---

## DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE

---

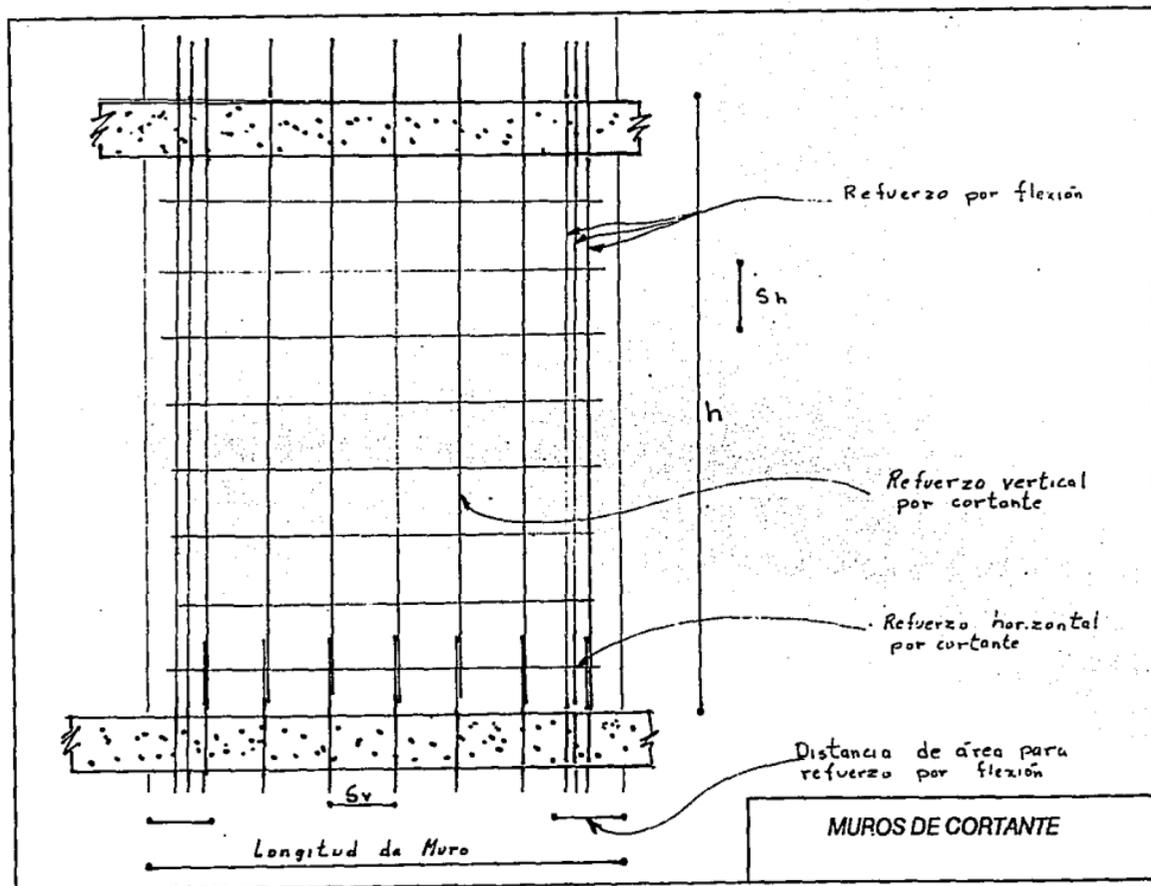
$$\begin{array}{ll} f_{s1} = (e_{s1}/0.002) f_y & \text{si } e_{s1} < e_y \\ f_{s2} = f_y & \text{si } e_{s2} > e_y \\ f_{s2} = (e_{s2}/0.002) f_y & \text{si } e_{s2} < e_y \end{array}$$

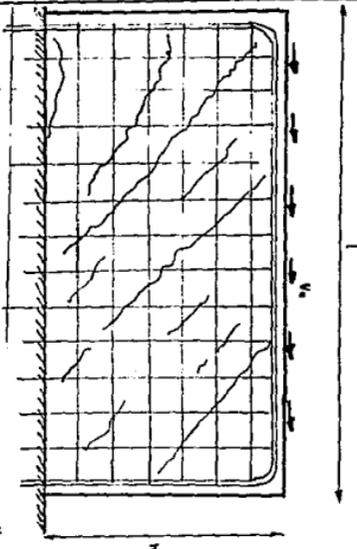
El momento resistente de la sección de concreto reforzado, es igual a la suma de momentos resistentes que las secciones de concreto, acero de refuerzo en compresión y acero de refuerzo en tensión pueden soportar. Así mismo, la carga axial resistente es igual a la suma de todas las compresiones resistentes menos las tensiones que actúan en la sección.

$$\begin{array}{l} F_1 = A_{s1} f_{s1} \\ F_2 = A_{s2} f_{s2} \\ C_c = 0.85 f'_c (a) t \\ P_n = C_c + F_1 - F_2 \\ M_n = C_c d + F_1 d_1 + F_2 d_2 \end{array}$$

Se pueden emplear en lugar de las fórmulas, las gráficas de columnas (si es que se dispone de gráficas para columnas con una relación Largo/Ancho muy grande), para saber cuanta carga axial y cuanto momento pueden resistir las secciones, simplificando en gran medida el cálculo de las resistencias y del acero de refuerzo.

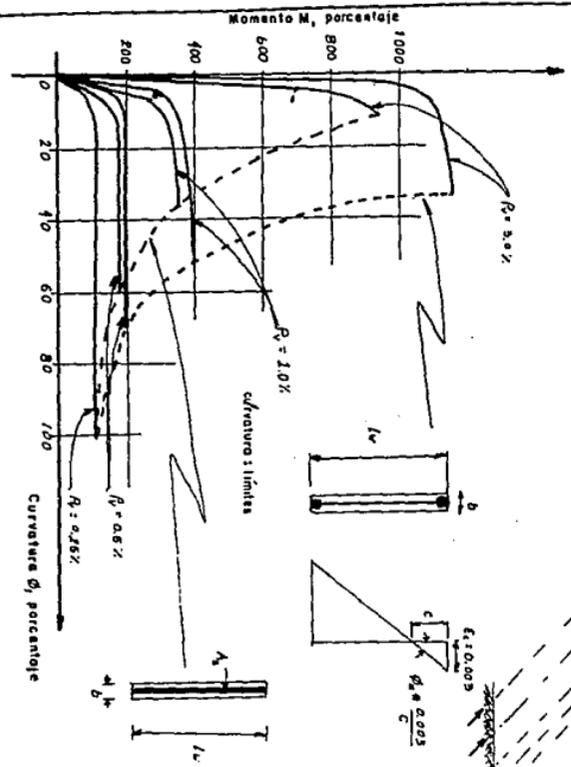
---





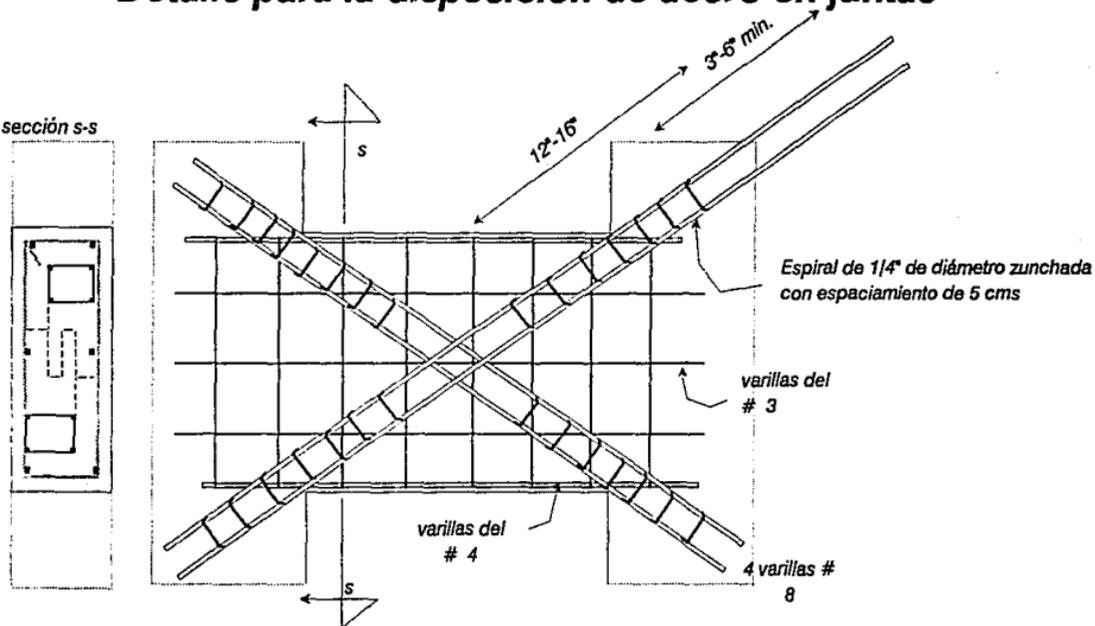
MUROS DE CORTANTE

resistencia a cortante  
en muros de poca altura

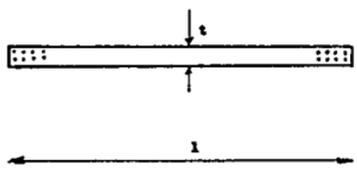
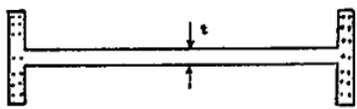
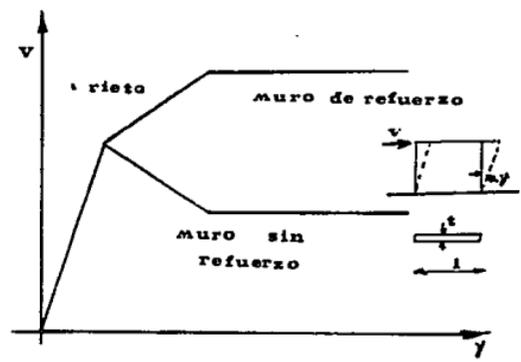
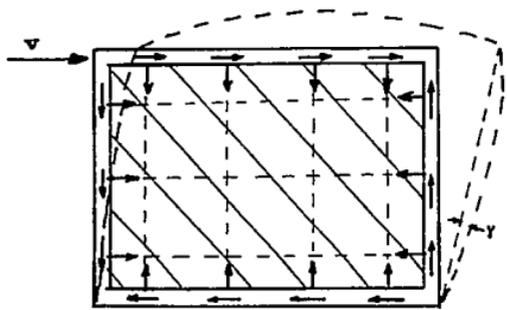


## Detalle para la disposición de acero en juntas

sección s-s



Detalle ejemplo de disposición de  
acero en caso de emplear elementos  
mecánicos de gran peralte

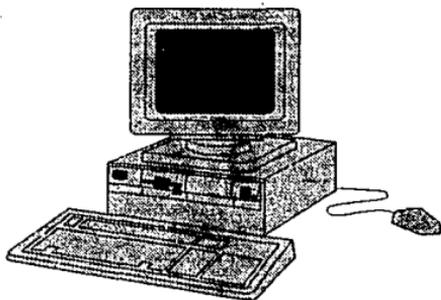


Relacion idealizada de carga deformacion en muros de cortante

crisis diagonales y esfuerzo de muro

MUROS DE CORTANTE

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**



***CAPITULO IV***

***MODELADO DE  
ESTRUCTURAS POR  
COMPUTADORA***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

**CAPITULO IV  
MODELADO DE  
ESTRUCTURAS POR  
COMPUTADORA**

**IV.1 INTRODUCCION**

Durante los últimos años la aplicación de la computadora dentro de la ingeniería como herramienta y ayuda en el diseño y análisis de determinados problemas; ha sido capaz de apoyar con un cierto grado de seguridad a resolver los problemas que requieran un gran porcentaje de cálculos sistematizados.

Por ello surge la necesidad de crear programas (software); los cuales puedan satisfacer las demandas que la ingeniería civil tiene dentro de sus diversas ramas, ayudando de gran manera al desarrollo de la disciplina de la ingeniería, como un elemento de apoyo, si bien, no siendo el único medio de resolver el o los problemas, mas bien disminuyendo tiempo a los morosos procedimientos tradicionales de cálculo, que con lápiz y papel se realizaban antes; de esta manera, se reduce en gran medida el trabajo moroso del ingeniero, quedando más tiempo para el trabajo creativo del mismo; reflejándose este hecho en los costos de los productos ingenieriles, los cuales bajan y tienen una mayor certeza, en aquellos campos donde la computadora incursiona como ayuda ingenieril. Sin embargo, a pesar de que la computación ha ayudado mucho en las tareas pesadas a la carrera, la parte creativa de esta es muy difícil hasta el momento que una ayuda de este tipo pueda sustituir al trabajo creativo del ingeniero.

Durante las primeras décadas de la evolución de la computación el principal desafío era desarrollar el hardware, de tal manera que se redujera el costo de procesamiento y almacenamiento de datos; como resultado del trabajo de la década de los 80, ha aumentado la potencia de las computadoras y se ha reducido notablemente el costo. La problemática ahora es totalmente diferente. El desafío ahora es reducir el costo y mejorar la calidad de las soluciones que existen ahora,

---

basadas en las computadoras; estas soluciones se implementan con el software.

### **IV.2 MODELADO**

Una de las áreas de la ingeniería civil que más se ha beneficiado con la computación es la ingeniería estructural, pues los diversos programas que se han hecho, han sido ayuda fundamental para el cálculo de las estructuras.

La mayoría de los paquetes que se usan ahora dentro de la ingeniería estructural, se han desarrollado de manera impresionante, que cada vez van mejorando, tanto la calidad de las soluciones, como el costo; debido a la profesionalización de la programación, ya que fundamentalmente son paquetes comerciales, los cuales se comercializan a buenos precios y que a medida que el número de usuarios aumente, los precios también disminuirán.

### **IV.3 SAP80 Y SAP90**

Uno de los paquetes más nombrados y usados actualmente es el SAP (Structural Analisis Programs), el cual se ha desarrollado desde los años 70, habiéndose desarrollado y mejorado, cada vez a través de diversas versiones del mismo.

La versión SAP80, ha sido desarrollado en el FORTRAN-77 de ANSI; lo cual garantiza el acceso a este desde pequeñas computadoras, hasta las más grandes supercomputadoras; ha sido diseñado para un sistema de computadora basada en MS-DOS con 256 k de memoria y un disco duro de 10 MB; teniendo problemas de espacio limitado para aproximadamente 3000 ecuaciones.

La forma de introducir los datos que tiene el programa es mediante un archivo en código ASCII, teniendo todas las opciones necesarias para modelar toda la estructura, tanto en el aspecto geométrico, como en el de cargas; aún aquellas estructuras, como placas, cascarones y estructuras sólidas. Esta versión de SAP, tiene opciones para análisis estático y dinámico.

El modelado de cargas, tiene opciones para gravedad, esfuerzos por cambio de

---

temperatura, condiciones de preesfuerzo; teniendo también la forma de generación dinámica de cargas, mediante el espectro de respuesta de aceleración.

#### **IV.4 MODELADO EN SAP80**

Como habíamos mencionado antes, la forma de introducir los datos al programa, es mediante un archivo, el cual debe de tener cadenas de numeros, separados por comas y/o espacios.

El archivo de datos está organizado en trece distintos bloques de datos, separados por líneas que están escritos en mayúsculas y comienzan en la columna de texto 1.

La manera en la que los bloques se forman se describe en el manual de usuario del SAP80. Dentro de los bloques hay algunos datos que tienen un valor por Default, el cual es mostrado como [PV] (Previous Value) que dice que el valor de la variable es igual a la cadena anterior. Estos trece separadores de bloque son:

<b>BLOQUE DE DATOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1 titulo	Línea de información del trabajo
2 SYSTEM	Control de información del trabajo
3 JOINTS	Coordenadas de los nodos
4 RESTRAINTS	Restricciones de los nodos
5 SPRINGS	Modelado de resortes
6 CONSTRAINTS	Relaciones de deformación entre nodos
7 FRAME	Vigas, Columnas y puntales
8 QUAD	Membranas, placas y retículas
9 LOADS	Cargas concentradas en nodos
10 PRESTRESS	Cargas de preesfuerzo en vigas
11 FORCES	Combinación de cargas para vigas
12 PLOT	Trazado geométrico para ver
13 SPEC	Respuesta al espectro dinámico.

Si bien todos estos bloques son de datos, la existencia de cada uno depende del

---

tipo de estructura y las condiciones de análisis que se están analizando.

Las líneas de los bloques de datos no deben de rebasar de 80 caracteres; pudiendo emplearse las operaciones aritméticas básicas, cuando se está introduciendo números en formato libre (+ para suma; - para resta; / para división; \* para multiplicación).

Después de que el SAP80 haya procesado exitosamente el archivo de entrada (el cual la podemos llamar ) EJEMPLO, los siguientes archivos se habrán generado en el disco en uso, dependiendo de las opciones requeridas de SAP80.

	<b>ARCHIVO</b>	<b>CONTENIDO</b>
1	EJEMPLO.SAP	Tabulación de coordenadas de nodos y datos
2	EJEMPLO.PLT	Trazado en impresora
3	EJEMPLO.FRA	Tabulación de datos del bloque FRAME
4	EJEMPLO.QUA	Tabulación de datos del bloque QUAD
5	EJEMPLO.LOA	Tabulación de datos de cargas y masas
6	EJEMPLO.ERR	Errores y mensajes de ejecución
7	EJEMPLO.SOL	Desplazamiento de nodos.
8	EJEMPLO.EIG	Frecuencias y modos
9	EJEMPLO.SPC	Respuesta al espectro de datos y desplazamientos de nodos
10	EJEMPLO.F3F	Fuerzas actuando en elementos de marco
11	EJEMPLO.F4F	Fuerzas de los elementos de QUAD.

Al igual que en los bloques de datos, la existencia de los archivos de resultado dependen mucho de la estructura y sus condiciones de análisis.

Los archivos de entrada de datos, pueden generarse desde un editor que emplee código ASCII en sus cadenas de caracteres. Los archivos de resultado, pueden editarse desde un editor similar, y pueden imprimirse desde este o directamente impreso desde el sistema operativo.

---

#### **IV.5 MODELADO DE MUROS EN SAP80**

El modelado de los muros en el programa SAP80, se hace de dos maneras, la primera es mediante el método de la columna ancha, y la segunda es el modelado del muro como membrana; estos procedimientos, los mencionamos a continuación.

El método de la columna ancha, el cual mencionamos en un capítulo anterior, se basa en el análisis de marcos, ayudándose de la idealización de los elementos muros, como columnas anchas, las cuales poseen características de sección que el muro tiene, y estableciéndose zonas infinitamente rígidas a flexión, en las zonas extremas de las vigas, que están en contacto con los muros; para simular el ancho de los elementos.

El análisis que lleva sigue el SAP80, es el mismo que cualquier marco compuesto por vigas y columnas; por lo tanto, los archivos de resultado generados por el programa serán similares. Las extensiones que llevan los resultados de los archivos resultados, los cuales se usarán para desarrollar un programa son los siguientes:

- **\*.SAP** ; donde están todas las características de la estructura modelada por el usuario.
- **\*.SOL** ; donde se encuentran los resultados del análisis de la estructura de desplazamientos y fuerzas resultantes en los nodos.
- **\*.F3F** ; donde se encuentran los resultados del análisis de la estructura de elementos mecánicos; momentos flexionantes, carga axial y fuerza cortante, calculados en los extremos de los elementos estructurales, así como también en las secciones críticas de los mismos.

La otra manera de modelar los muros de cortante, es mediante la opción de QUAD, el cual es un programa del paquete que modela y analiza estructuras de placas y membranas en dos y tres dimensiones; sistemas de membranas en dos y tres dimensiones; y sistemas de placas contraventeadas en dos y tres dimensiones.

---

## **MODELADO POR COMPUTADORA**

---

Para tener acceso a esta opción es necesario definir las propiedades, localizaciones y cargas asociadas con un elemento placa tridimensional de 4 nodos. Como el programa resuelve los sistemas de ecuaciones mediante la teoría del elemento finito, los resultados serán en este caso esfuerzos, los cuales nos sirven para diseñar la estructura, los archivos resultado que genera la opción es :

- **\*.QUA** ; que es donde se alojan los resultados de los esfuerzos calculados en cada uno de los nodos que se analizó en el programa.

### **IV.6 APLICACION DE RESULTADOS DE SAP80**

#### **IV.6.1 APLICACION DEL SOFTWARE**

El software puede aplicarse en cualquier situación en la que se haya definido previamente un conjunto específico de pasos procedimentales (es decir un Algoritmo).

La determinación y contenido de la información son factores importantes para determinar la naturaleza de la aplicación del software. El contenido se refiere al significado y la forma de la información de llegada y salida. Por ejemplo muchas aplicaciones comerciales hacen uso de unos datos de entrada muy estructurados (una base de datos), y producen "informes" formateados.

La determinación de la información se refiere a la necesidad de predecir el orden y tiempo de llegada de datos. Un programa de ingeniería acepta datos que están en un orden predefinido, ejecuta un algoritmo sin interrupción y produce los datos resultantes en un informe o formato gráfico. Tales aplicaciones están determinadas.

El software tiene diversas áreas, las cuales no pueden determinarse nítidamente pero se pueden dividir en:

#### **IV.6.2 SOFTWARE DE SISTEMAS**

---

El software de sistemas es una colección de programas escritos para servir a otros programas. Algunos software de sistemas procesan estructuras complejas de la información, mismos que están determinados. Otras aplicaciones de sistemas, procesan datos en gran medida indeterminados. En cualquier caso, el área de software de sistemas se caracteriza por una fuerte interacción con el hardware de la computadora.

### **IV.6.3 SOFTWARE DE INGENIERIA Y CIENTIFICO**

El software de ingeniería y científico se ha caracterizado por los algoritmos de "manejo de números". El campo de aplicación es extenso; abarcando casi la totalidad de la ingeniería en todos sus campos. Sin embargo, las nuevas aplicaciones en el área de la ingeniería se han alejado de los algoritmos convencionales numéricos. Lo que es el (C.A.D) diseño asistido por computadora, la simulación de sistemas y otras aplicaciones iterativas, han comenzado a tomar características de software de tiempo real e incluso de sistemas.

### **SOFTWARE DE COMPUTADORAS PERSONALES**

El mercado del software de las computadoras personales ha germinado en la pasada década. El procesador de textos, las hojas de cálculo, gestión de base de datos, aplicaciones financieras, son solo unos cuantos de los cientos de aplicaciones. De hecho el software de las computadoras personales, continúa representando uno de los diseños de software más en el campo del software.

### **IV.7 COMPONENTES DEL SOFTWARE**

Más allá de su área de aplicación, un sistema basado en la computadora puede ser presentado usando un modelo de Entrada-Proceso-Salida. Este elemento de software juega un papel en cada elemento del modelo.

El software se usa para adquirir información que puede ser suministrada por alguna fuente externa o por otro elemento del sistema. Cuando el sistema basado en la computadora requiere una interfaz interactiva entre hombre y máquina, el

---

## **MODELADO POR COMPUTADORA**

---

software implementa la "conversación" de E/S. Los mecanismos de pregunta y de entrada de datos se implementan en el software, las pantallas y los gráficos se generan con el software, y la lógica que conduce al usuario a través de la secuencia de pasos interactivos se lleva a cabo mediante el software. Cuando los datos son adquiridos mediante un dispositivo, el software en forma de "conductores" acomoda las características especiales del hardware. Finalmente el software se usa para establecer una interfaz con las bases de datos, permitiendo a un programa acceder a fuentes de datos preexistentes

El software implementa algoritmos de procedimientos requeridos para realizar las funciones del sistema. En general un algoritmo de procesamiento que transforma datos de entrada y produce información o control como salida para otro elemento del sistema o macro elemento. El tipo más común de procesamiento es el procedimiento numérico o no numérico en el que todos los pasos, bucles y condiciones están predefinidas. Sin embargo una nueva categoría de algoritmos de procesamiento a menudo llamado "software de sistemas expertos", está siendo introducida en algunos sistemas basados en computadora.

### **IV.8 EL PROGRAMA**

Como apoyo al desarrollo del tema de tesis se desarrolló un programa que tiene el doble fin de dejar bien sentadas las bases del diseño de los muros, y de poder automatizar algunas rutinas que se emplean muy a menudo en el diseño de estos muros.

#### **IV.8.1 ENTRADA DE DATOS**

El desarrollo del programa tiene entre sus objetivos la de poder usar los datos de diseño directamente de los archivos de resultado que los paquetes de estructuras arrojan como producto final de su trabajo; ahorrándose así un gran trabajo, que es el de sacar los resultados de análisis de los archivos ya antes mencionados, luego capturarlos para posteriormente poder correr un programa que diseñe los muros; a pesar de que con el programa se ha logrado el establecimiento de la rutina necesaria para que se pierda menos tiempo, al usar este tipo de programas se

---

## MODELADO POR COMPUTADORA

puede perder un poco el criterio que al diseñar, usualmente se influyen los resultados del análisis por diversos factores que influyen en el comportamiento de estos elementos, los cuales, se aplican en un gran porcentaje de acuerdo a la experiencia del diseñador; y lo cual es casi imposible suplir por una rutina simple como lo es la de un programa.

Como habíamos mencionado antes, existen principalmente dos maneras de modelar un muro de cortante, una es la consideración de los muros como columnas anchas, y la otra es la de considerarla una membrana de concreto; pretendiendo que el programa lea los resultados de ambos tipos de programas, y pueda resolverlos .

El programa está basado en las salidas que da el SAP, los cuales son archivos en caracteres ASCII(American Standart Code....), los cuales, tiene una forma ya definida y ordenada de salida que son archivos los cuales se pueden editar desde cualquier editor de ASCII, pudiéndose imprimir desde los mismos. Si bien esta es una de las formas de entrada de datos para el programa, también se ha intentado que el programa lea los resultados directamente del teclado, pudiéndose introducir los mismos, en caso de que los elementos mecánicos obtenidos, no sean generadas por el paquete de SAP.

Como primer paso en la ejecución de cualquier tipo de programa es necesario definir el directorio en el cual se va a trabajar; este programa pide el direccionamiento de los archivos con los cuales se van a trabajar, siendo este directorio, el que usa todo el paquete para interactuar tanto con los datos que se hayan obtenido mediante la ejecución del paquete SAP, como con los resultados que se generarán de la corrida del mismo. Se requiere que todos los archivos a usar (datos de corridas de SAP) que contengan las características y los elementos mecánicos de los elementos a diseñar (\*.SAP, \*.QUA, \*.SOL, \*.F3F, \*.F4F ) estén en el mismo directorio.

Los archivos de resultado que el programa genera están como texto ASCII, y serán alojados en el directorio de trabajo que se había definido, teniendo la extensión MUR (\*.MUR).

---

Si bien hay distintas maneras de que se puedan meter los datos al programa, es preciso definir el que se va a usar; para lo cual el programa mediante un menú de opciones define la forma de ingreso de los datos al mismo, y ejecuta una subrutina dependiendo de la forma de ingreso definida.

La subrutina mediante la cual se van leyendo los datos y características de los muros que se quieren diseñar, se basan principalmente en el tipo de modelo que se empleó para el análisis estructural, siendo rutinas diferentes, las de lectura de datos si el modelado es como columna (LEESAP80C), que si se modeló como membrana (LEESAP80P), esto debido a que los archivos de resultado son totalmente diferentes.

En caso de que el análisis del elemento a diseñar de la estructura se haya hecho mediante otro modelo u otro paquete diferente al SAP, pretendiéndose introducir los datos directamente mediante el teclado, se accesa a una rutina de lectura, la cual pregunta al usuario los datos mas importantes para el diseño, como son los elementos mecánicos (la carga ultima, la fuerza cortante, el momento flexionante), las características de la sección (área, momento de inercia en el eje x, momento de inercia en el eje y, longitud, espesor), la altura y la resistencia del concreto que se usa.

Es necesario aclarar que el programa fue hecho para trabajar con un tipo de unidades bien definidas (kilogramos y centímetros); por lo que los datos que se introducen al programa y los resultados que genera, deben de estar en unidades de kilogramos (Kg) las cargas y en centímetros (cm) las distancias; debiéndose respetar estas estrictamente, ya que todas las rutinas de ejecución, están definidas para las mismas. A pesar de que puede ser considerado como una restricción, creemos que estas unidades se manejan con gran frecuencia para analizar estructuras.

A continuación podemos explicar brevemente en que consiste cada una de las diferentes rutinas del programa de la manera más explícita que podamos.

---

La subrutina LEESAP80C es la encargada de leer los archivos de resultado de SAP80 cuando el modelo que se empleó fue la de la columna ancha, y procesarlos en la información básica que consideramos para nuestro diseño, que es: Carga última (Pul), Fuerza cortante (Cor), Momentos máximo y mínimo, Área de sección (are), Momento de inercia en el eje x, Momento de inercia en el eje y, Longitud, Altura, Espesor de muro, Resistencia en  $\text{Kg/cm}^2$  del concreto.

Esta subrutina, accesa a los archivos \*.FRA, con el propósito de leer el número de propiedad que tiene el elemento, con lo cual se pueden leer el módulo de elasticidad del material, el momento de inercia en x, el momento de inercia en y, el área axial, el número de los nudos extremos del elemento; con esta información abre el archivo \*.SAP, del cual extrae las coordenadas de los nodos extremos del elemento, pudiéndose obtener con ellos, la altura total del elemento.

### **IV.8.2 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS**

Una vez obtenidos estos datos, se pueden procesar las características de sección como ser la de momentos de inercia, área axial, para obtener tanto la longitud como el espesor del elemento (partiendo de la base de que la sección del muro es rectangular); también podemos obtener mediante el módulo de elasticidad, la resistencia del concreto que se pretende usar. Posteriormente se lee el archivo \*.F3F, para obtener los elementos mecánicos de los muros, obteniendo la mayor de las cargas, el mayor de los cortantes, y los momentos tanto positivos como negativos; completando con esto los datos de ingreso del programa.

La subrutina LEESAP80P, se encarga de leer y procesar los datos fundamentales de diseño (los que ya mencionamos antes), en caso que se haya empleado la opción de analizar el muro como membrana. Abriendo los archivos \*.QUA para la lectura del número de placas que constituyen el muro, el espesor del muro, la identificación de las placas van en la parte inferior y en la parte superior del muro

Posteriormente, abrimos los archivos \*.SAP, para obtener las coordenadas de las juntas, pudiéndose obtener las alturas, las longitudes de los elementos, así como

---

los espesores de los mismos; Abriendo los archivos \*.F4F, podemos obtener la información de los esfuerzos de los elementos mecánicos que actúan en las esquinas de cada una de las placas, pudiéndose convertir estos esfuerzos en elementos mecánicos, mediante el proceso de multiplicar el área por el esfuerzo. Una vez obtenidos los elementos mecánicos de cada una de las placas, se puede encontrar los elementos mecánicos de todo el muro, sumando las cargas de las placas, obteniendo los datos fundamentales par el diseño.

Los datos de los elementos mecánicos calculados se almacenan en dos matrices DATI() y DAT(), las cuales se emplean posteriormente en el diseño de los muros.

Como habíamos visto en el capítulo del reglamento de construcciones, un parámetro determinante de los datos obtenidos, es para fines del diseño estructural, la relación existente entre la carga y la sección del elemento; definiendo, si se diseña como muro de cortante, cuando la carga axial es baja, o como columna cuando la carga axial es alta.

En la subrutina RESCOL, se define mediante la evaluación de la magnitud de la carga axial la forma en que proceda la rutina, siguiendo un proceso de tanteos en caso de que este elemento sea alto (diseñándose por flexión como columna en una dirección).

Si en el elemento, no predomina la carga axial, la subrutina FLEX, se encarga de hacer el diseño del muro, como muro de cortante, considerando un valor del brazo de palanca del momento, según la relación alto/largo del elemento. pudiéndose obtener de esta manera el área de acero de refuerzo, que por flexión precisa el elemento, distribuyéndose este refuerzo en dos franjas, a los costados del muro, a una distancia DIST del extremo.

Para el diseño por cortante del elemento, usamos la subrutina de DISCOR, la cual nos define tanto el refuerzo por cortante horizontal como el refuerzo por cortante vertical (los cuales van corridos a todo lo largo y a todo lo ancho del muro). el refuerzo, se coloca con base en el espesor del muro como el reglamento lo indica (definiendo los lechos que puede ocupar el refuerzo). Para obtener este refuerzo,

se toma en cuenta también el porcentaje de refuerzo vertical y los refuerzos mínimos y máximos de acero que marca el Reglamento de construcciones, que se pueda tener.

Todos los cálculos de refuerzo que se hayan efectuado en las diferentes subrutinas del programa antes explicadas, se obtienen como porcentajes de refuerzo en una determinada sección del muro. Este resultado para mayor comodidad del usuario, los distribuimos en la misma, usando una varilla del número adecuado, calculando la separación y el número de las mismas; mediante el subprograma AVARI.

Los resultados finales de los cálculos, se arrojan en un archivo en formato ASCII, el cual contiene todos los refuerzos de las áreas de acero (flexión, cortante horizontal, cortante vertical), así como el número de lechos (dos o uno), su distribución( separación entre varillas, ancho de las mismas, y el número total de las mismas). El archivo de estos resultados, tiene el mismo nombre de los archivos con los cuales se están trabajando, pero la extensión **.MUR**.

Una vez que se han finalizado los cálculos de los resultados y estos se han plasmado en el archivo de resultados, se arroja un croquis del refuerzo necesario en el muro para que pueda cumplir con las condiciones de diseño, el cual se puede ver imprimiendo el archivo de resultados..

### **IV.8.3 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.**

Los resultados que maneja el programa, como habíamos venido explicando antes, se encuentran en el archivo **\*.MUR**, el cual muestra la siguiente estructura.

EJECUCION DE PROGRAMA RESOL MUR

D I S E Ñ O   D E   M U R O S   D E   C O R T A N T E  
M E D I A N T E   E L   R . C . D . F .

MURO            ELEMENTO   #   6

.....  
EL ANCHO ES      35

---

## MODELADO POR COMPUTADORA

---

LA ALTURA ES 400  
EL ESPESOR ES 35  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 562057,8  
EL VALOR DE Z ES 28  
EL AREA REQUERIDA ES 5,310448  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 5,25  
EL AREA DE REFUERZO 5,31 cm<sup>2</sup>  
SON 1 VARILLAS DEL # 9 EN 2 LECHO(S) @ 10 CMS

### REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 3587,200 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 3464,823 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0,0025000  
EL AREA DE REFUERZO 37,00 cm<sup>2</sup>  
SON 52 VARILLAS DEL # 3 EN 2 LECHO(S) @ 16 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0,002500  
EL AREA DE REFUERZO 3,06 cm<sup>2</sup>  
SON 10 VARILLAS DEL # 2 EN 2 LECHO(S) @ 8 CMS

MURO ELEMENTO # 7

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 35  
LA ALTURA ES 320  
EL ESPESOR ES 35

La estructura de los resultados que se muestra, tiene como primeros renglones, el de el nombre del programa. Posteriormente, los resultados del diseño de los muros, los cuales van numerados.

La numeración de los elementos diseñados, siguen la numeración de los elementos analizados por el SAP, si el análisis se ha hecho como columnas anchas, en caso de que el análisis se haya hecho como membrana de concreto, la numeración de estos, sigue la de introducción de los datos de los muros de los elementos de la membrana, los cuales, va preguntando el programa; en caso de que el análisis se haya hecho mediante otro procedimiento ( a mano o por otro programa), la numeración sigue el orden de introducción de los datos que se siga.

---

Posteriormente, se despliega las características geométricas del muro, como ser las dimensiones y el  $f_c$  del concreto con el cual se trabaja. Hay que tener mucho cuidado con este parámetro al emplear el SAP, pues este depende del tipo de concreto que se trabaje, además de que este se calcula en base al  $E_c$  el cual maneja el SAP, este parámetro, como lo marca el R.C.D.F. es

$$\frac{8000 \sqrt{f_c}}{\delta \sqrt{f_c}}$$

Sin embargo el programa lo toma como  $10000 \text{ SQR}(f_c)$ , lo cual se debe de considerar al momento de colocar el  $E_c$  en el SAP.

Seguidamente, se muestra los resultados del diseño por flexión, empezando por el momento flexionante en el elemento; posteriormente, el valor de  $Z$ , el que es el brazo del momento resistente, con el cual se calculan las áreas de acero; posteriormente se muestra el área de acero requerida para resistir el momento; luego "*la distancia*" que se muestra se refiere a la distancia medida a partir de los extremos del muro, en la cual irá el refuerzo por flexión, esta "*Distancia*", al igual que todas las medidas está dada en cms; finalmente la distribución del acero, la cual se calcula respetando las distancias mínimas y máximas, las cuales marca el reglamento. Esta distribución del refuerzo se calcula mediante iteraciones a partir de los diámetros de varilla más pequeños, por lo cual puede no resultar agradable para el usuario, por lo que teniendo el área de acero necesaria, y la "*distancia*", al igual que el espesor del muro, se puede calcular la distribución de refuerzo, con el tipo de varillas que se tenga.

En caso de que la carga axial de diseño sea más alta de lo que marca el R.C.D.F. para diseño de muros, se diseña el refuerzo por flexocompresión del muro como columna; por lo que en caso de que se presente este tipo de diseño, no se mostrará la "*distancia*", sino que el área de refuerzo, el cual se muestra irá a lo largo de todo el ancho del muro, al igual que la distribución.

El diseño por cortante del muro, se despliega a continuación; mostrándose el

---

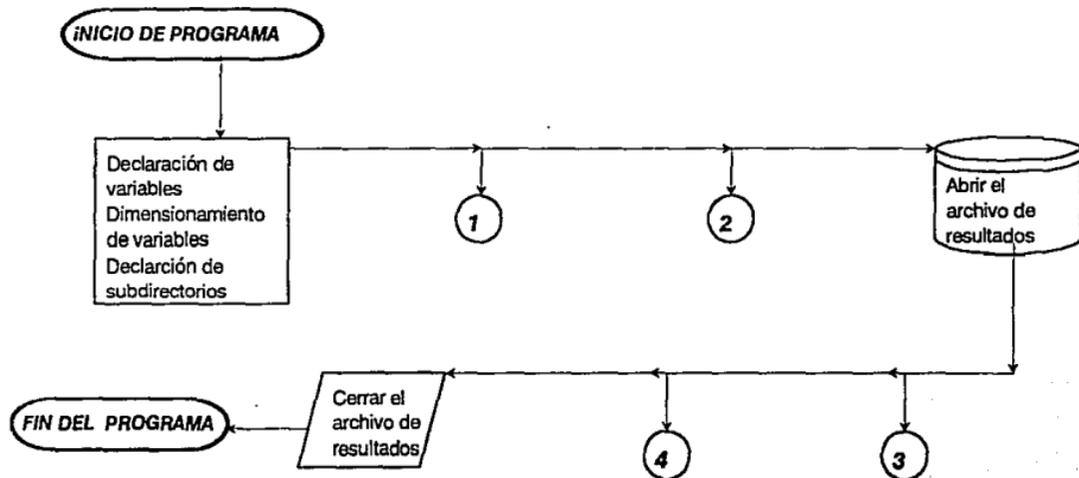
## **MODELADO POR COMPUTADORA**

---

cortante actuante; el cortante resistente, el cual es calculado según marca el R.C.D.F. ; y posteriormente los resultados de los diseños de los refuerzos por cortante vertical y horizontal, sus áreas de refuerzo y su distribución de acero. Es aplicable a este diseño lo mencionado antes con respecto al tipo de varilla que se emplea.

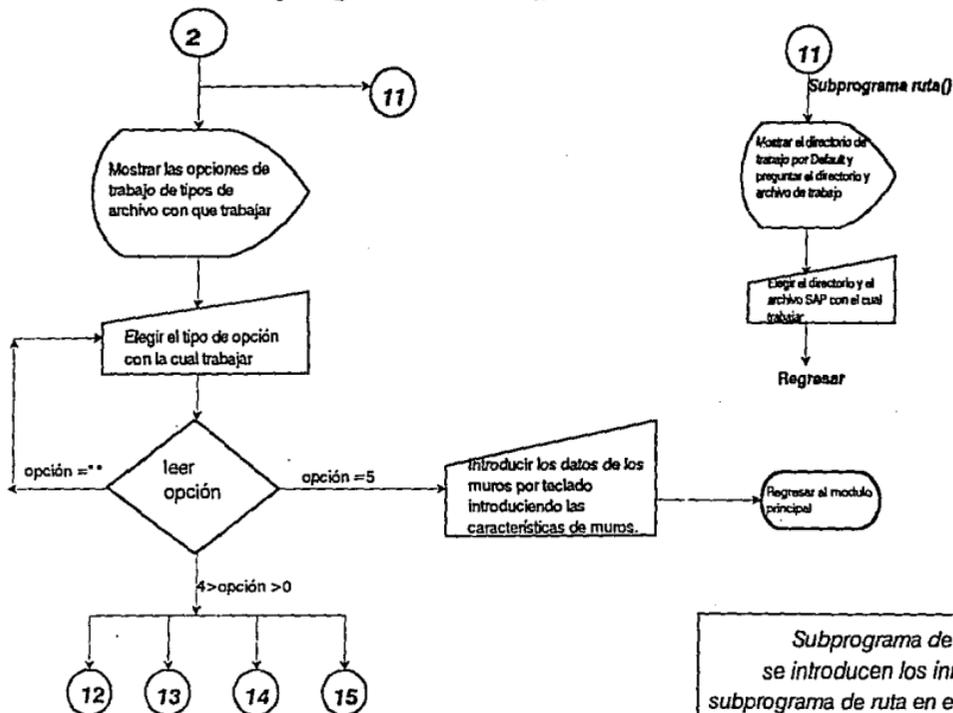
---

# MODULO PRINCIPAL DEL PROGRAMA DE MUROS



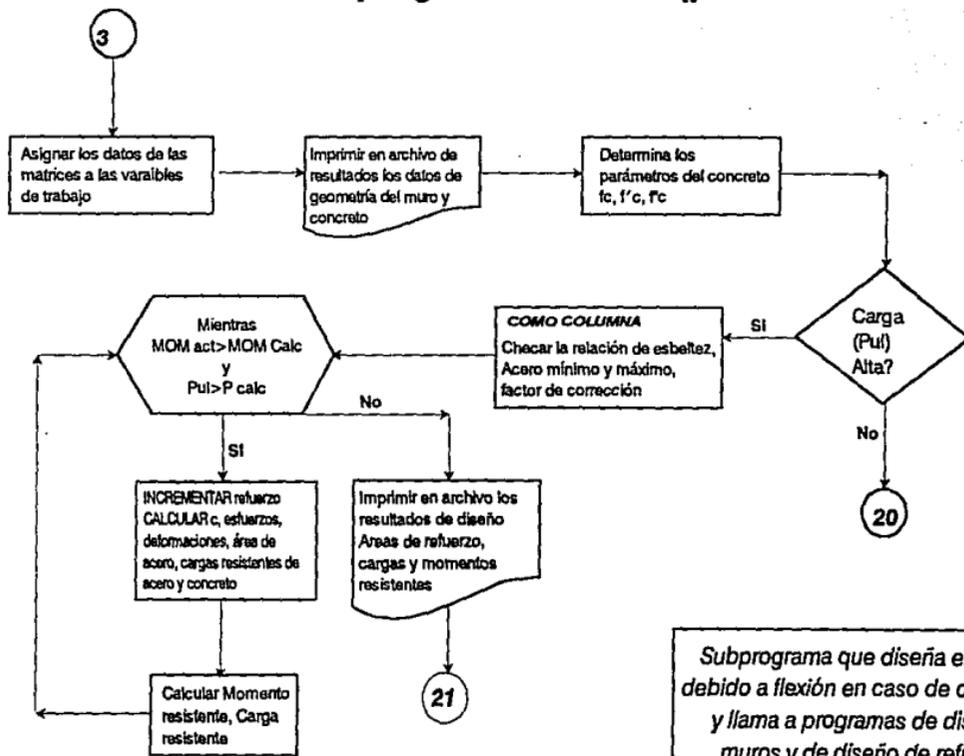
*Diagrama de flujo en el cual se especifica el módulo principal  
Apertura del archivo de resultados del programa*

## Subprograma LEER() entrada de datos



*Subprograma de Leer se introducen los inicios del subprograma de ruta en el cual se da la ruta del trabajo*

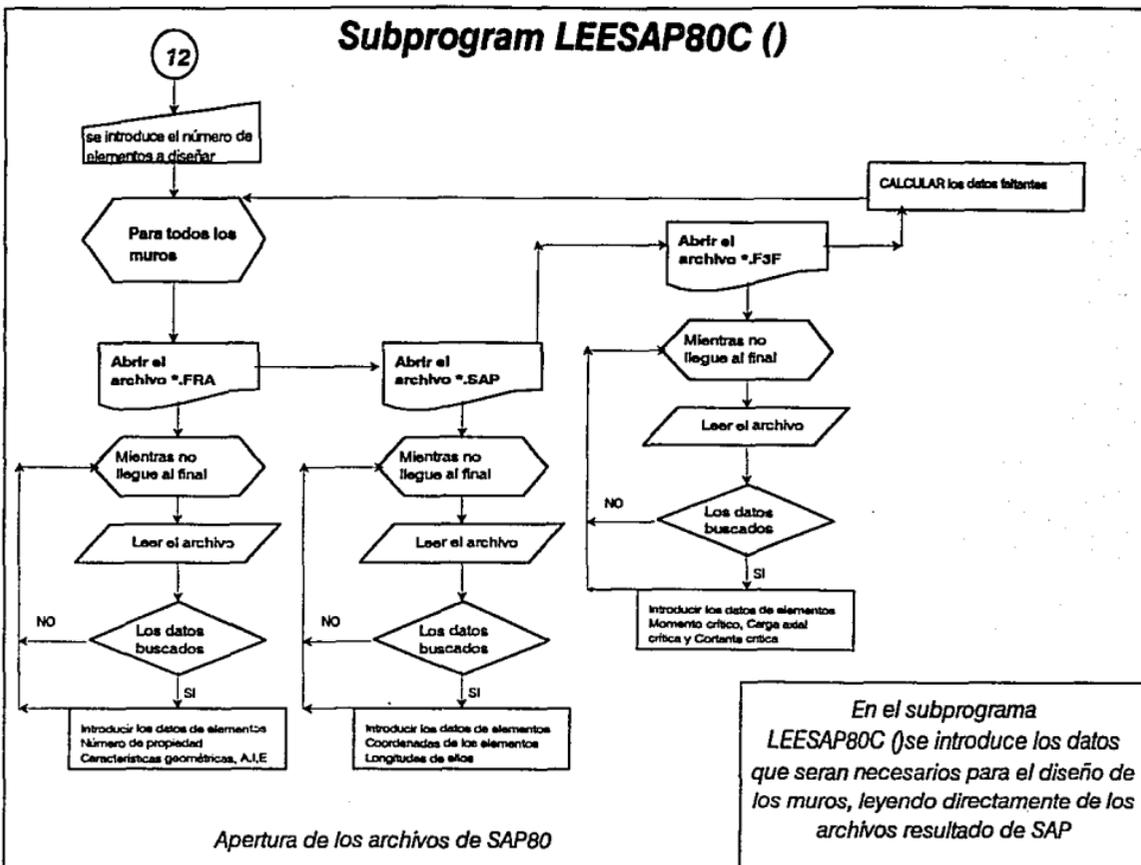
## Subprograma RESCOL ()



El subprograma esta ligado a subprogramas de diseño de muros y cortante

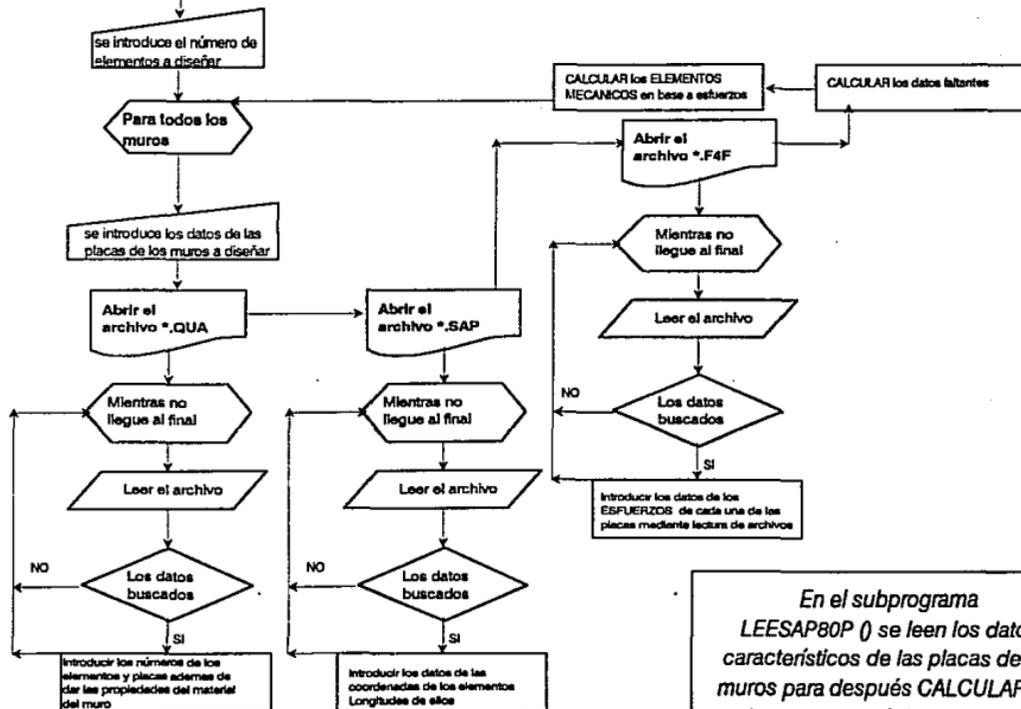
Subprograma que diseña el refuerzo debido a flexión en caso de cargas altas y llama a programas de diseño de muros y de diseño de refuerzo a cortante

## Subprogram LEESAP80C ()



13

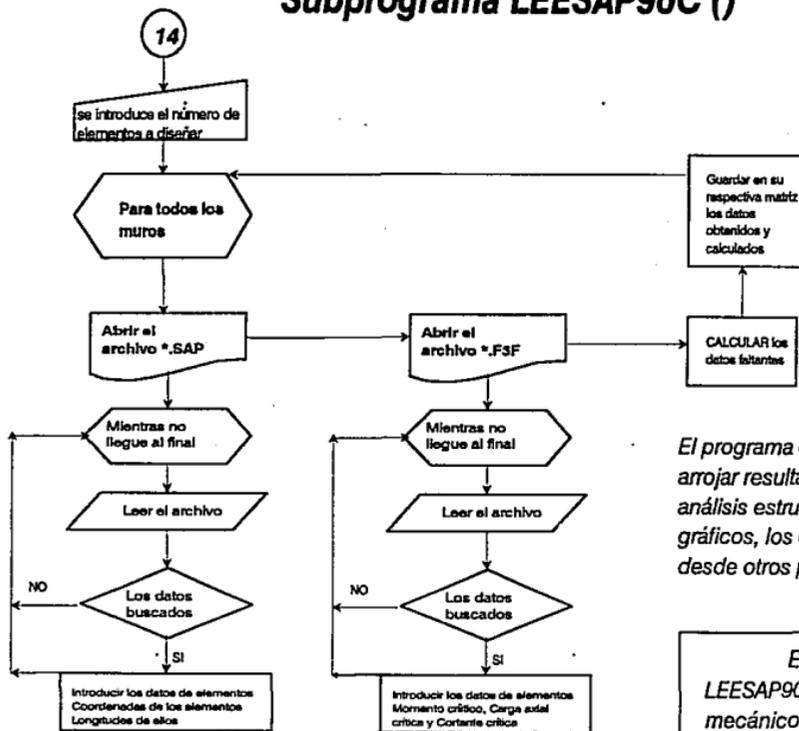
## Subprograma LEESAP80P ()



Lectura y procesamiento de archivos de SAP80

En el subprograma LEESAP80P () se leen los datos característicos de las placas de los muros para después CALCULAR los elementos mecánicos en base a esfuerzos

## Subprograma LEESAP90C ()



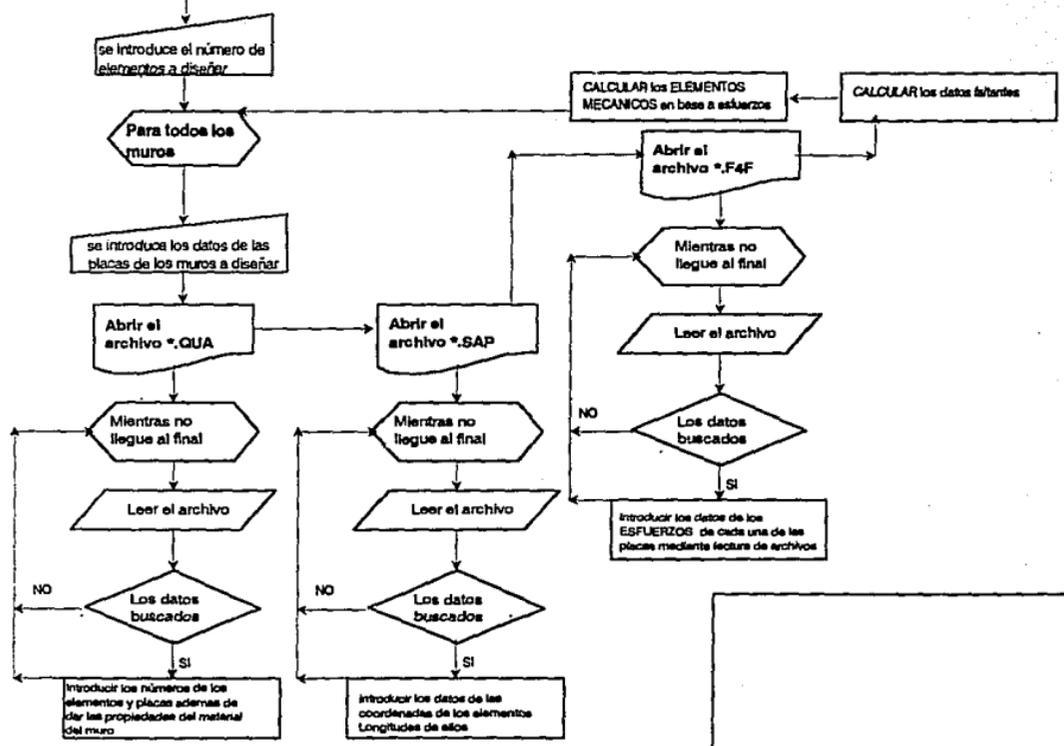
*El programa de SAP90 además de arrojar resultados de esfuerzos y análisis estructural, arroja también gráficos, los cuales se puede jalar desde otros paquetes*

*En el subprograma LEESAP90C () , se lee los elementos mecánicos de los muros idealizados como columnas anchas*

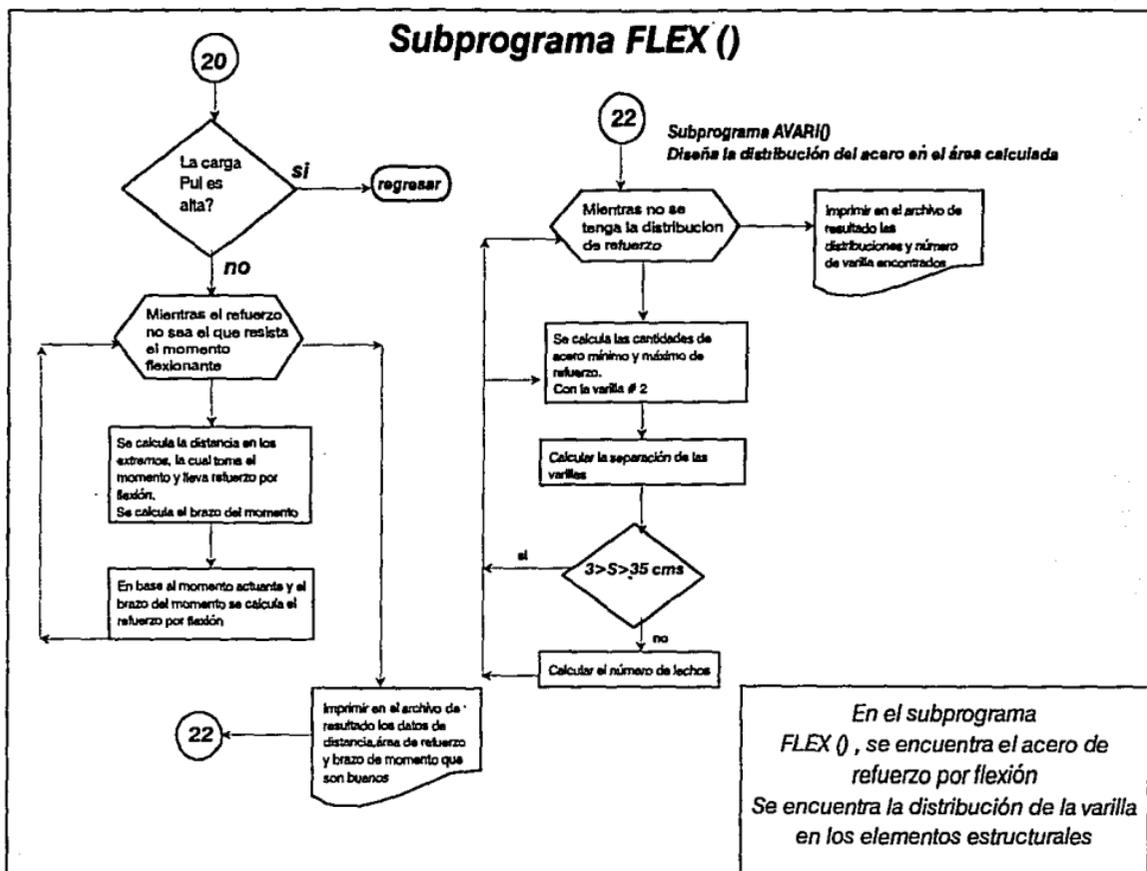
*Lectura de elementos mecánicos de SAP90*

15

# Subprograma LEESAP90P ()



## Subprograma FLEX ()



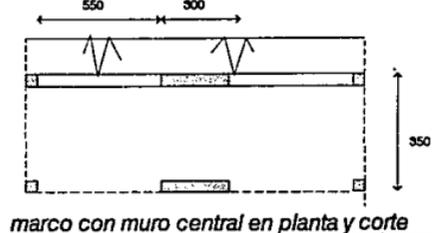
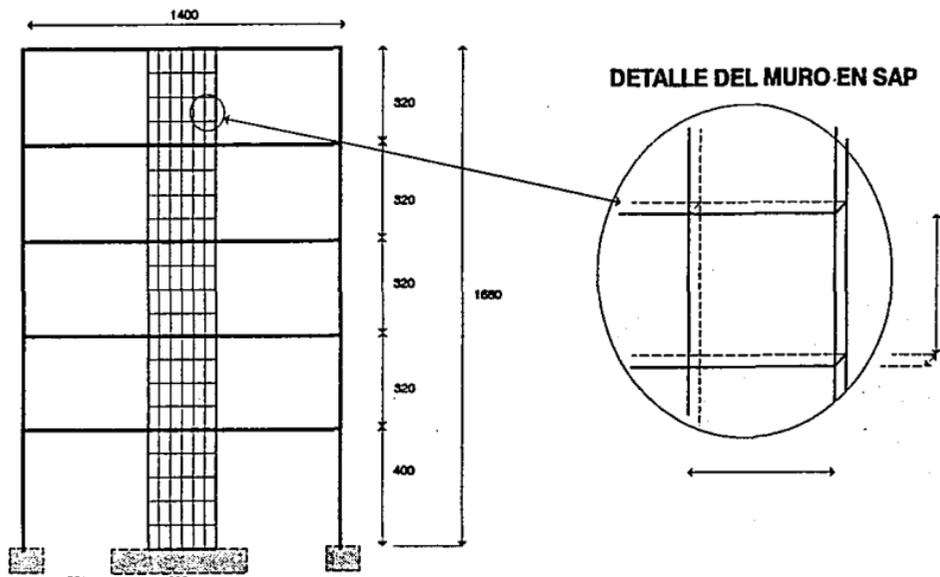
**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**

***CAPITULO IV***

***EJEMPLOS***

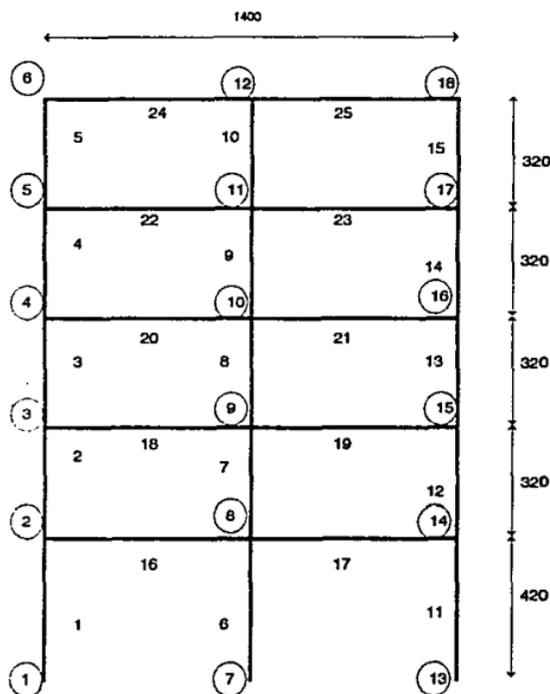
**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

## Primer ejemplo de muros de cortante

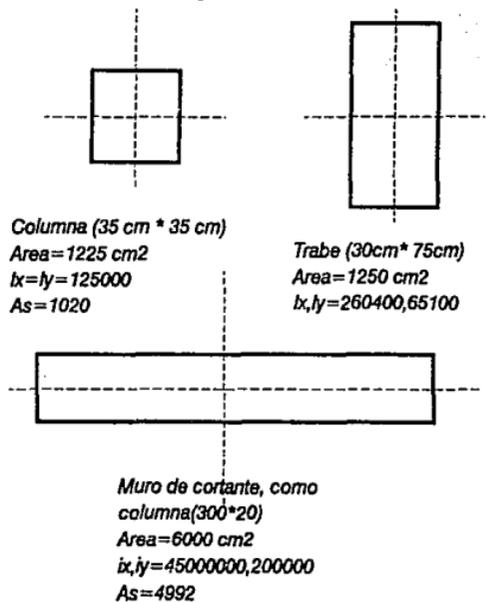


*Sección del primer ejemplo  
detalle del corte del marco  
acotación en cms  
detalle del sistema de placas analizados  
por SAP*

## Primer ejemplo (como columna)

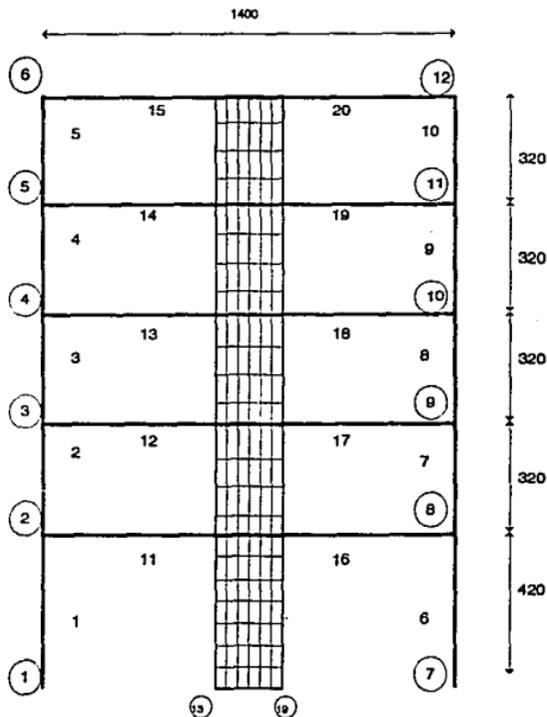


El marco empleado en SAP con sus elementos y nudos

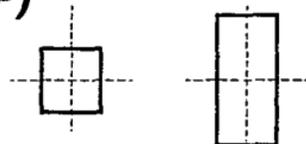


**PRIMER EJEMPLO MARCO**  
Las dimensiones en cm de los elementos estructurales que se consideran en el análisis del marco, localización de nudos y barras.

## Primer ejemplo (análisis SAP)



Ubicación de barras y nudos en marco



Columna (35 cm \* 35 cm)

Area = 1225 cm<sup>2</sup>

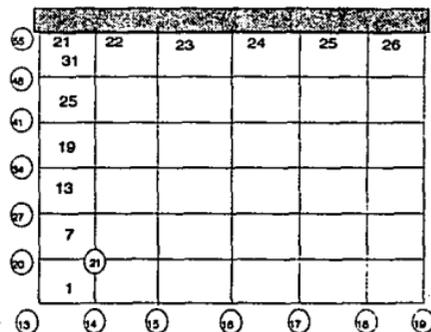
$I_x, I_y = 125000$

$A_s = 1020$

Trabe (30cm \* 75cm)

Area = 1250 cm<sup>2</sup>

$I_x, I_y = 250400, 65100$



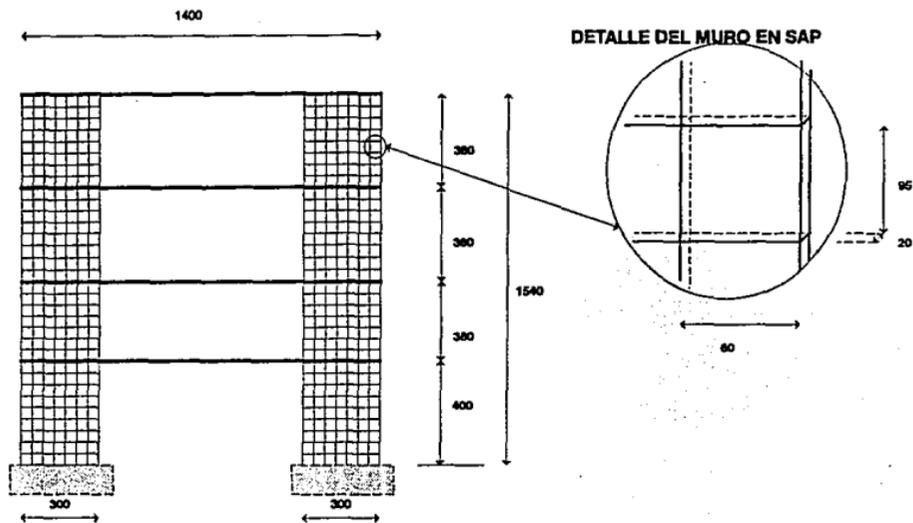
### PRIMER EJEMPLO (SAP)

La ubicación de los nudos y barras que conforman el marco a analizar

Detalles de los elementos estructurales

Detalle del muro con sus nudos

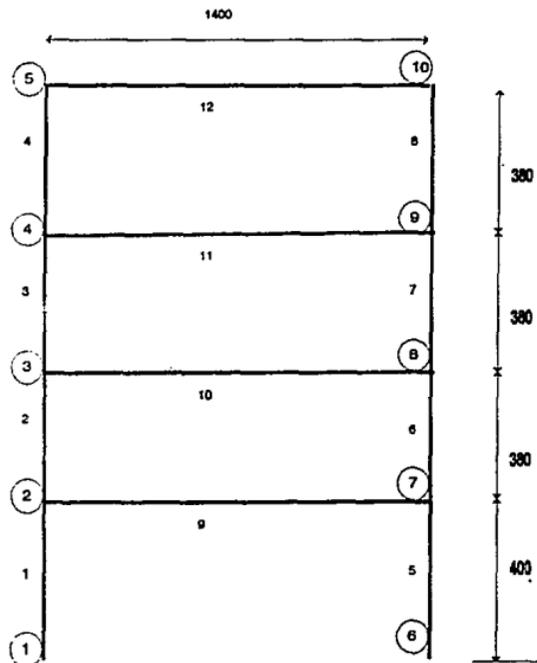
## Segundo ejemplo de muros de cortante



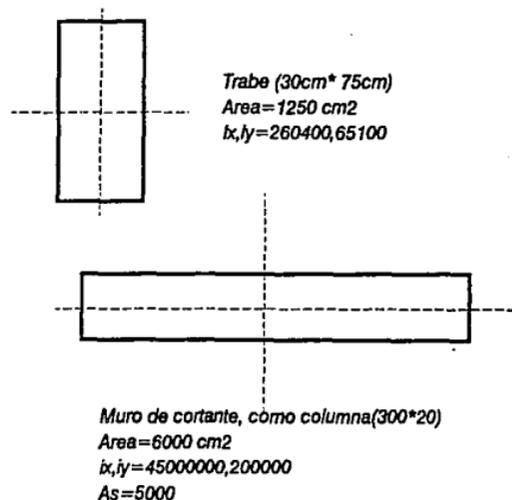
marco con dos muros laterales en corte y planta

Detalle del marco incluyendo un corte del mismo y la planta.  
Detalle del sistema de muros que analiza SAP  
Acotación en cm

## Segundo ejemplo (como columna)

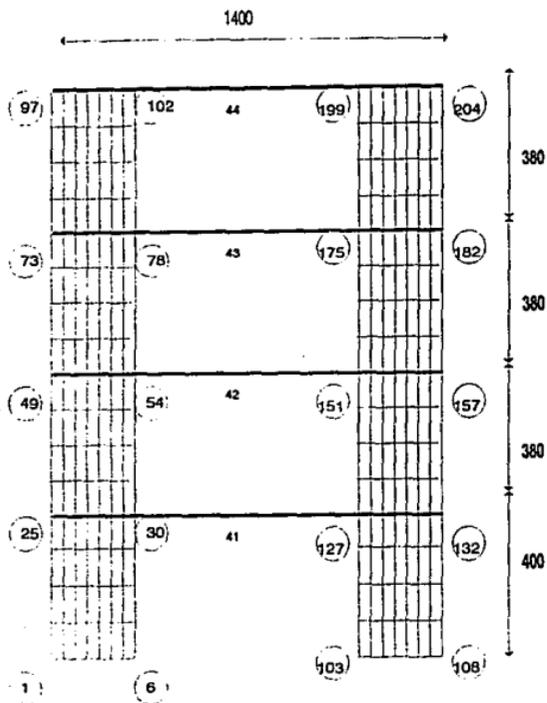


Marco analizado en SAP con sus elementos y nudos



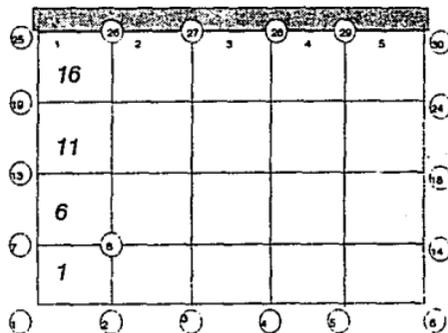
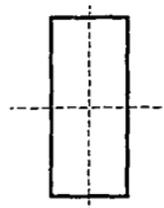
Segundo ejemplo de tesis  
Detalles de la ubicación de los nudos y  
de las barras que componen el marco  
Detalle de las secciones de los  
elementos estructurales empleados

## Segundo ejemplo (análisis SAP)



Marco con muro idealizado como placas

Trabe (30cm\* 75cm)  
 Area = 1250 cm<sup>2</sup>  
 I<sub>x</sub>, I<sub>y</sub> = 260400, 65100



El segundo ejemplo analizado en SAP,  
 idealizado como placas  
 Detalle de la ubicación de los nudos y  
 de las barras del marco  
 Detalle de los nudos del muro inferior

## **IV.9 EJEMPLOS**

### **IV.9.1 PRIMER EJEMPLO**

Como ejemplo para comprender el comportamiento de los muros de cortante, se ejemplifica la estructuración de un edificio, como la manera más ilustrativa de poder apreciar este tipo de muros, y a la vez, tener un parámetro de comparación, con el cual podamos evaluar el programa que se hizo para analizar este tipo de muros.

Para ello simulamos la estructuración de un edificio de concreto reforzado, el cual llevará como elemento estructural muros de cortante.

Este edificio, que es ilustrada en las figuras, consta de una planta baja y cuatro entresijos, los cuales, van sostenidos por tres marcos cada uno de los cuales, lleva columnas en ambos costados y un muro de cortante en el centro del marco. El análisis para el diseño de estos muros, se hizo, tomando en cuenta el marco central, debido a que la carga tributaria que toma el mismo, lo hace el más desfavorable de los tres para fines de diseño.

Como primer paso para el análisis del marco, se procede a obtener las características del mismo, teniendo; las columnas, teniendo columnas cuadradas de 35 cms de lado; las vigas son rectangulares, y no presentan cambios de sección transversal a lo largo de su eje, teniendo 25 cms de ancho y 50 cms de peralte total; los muros de concreto, los cuales son de especial interés para el estudio que se va desarrollando, tienen una longitud de 300 cms (3m), un ancho de 20 cms, su momento de inercia con respecto a su eje menor de  $260400 \text{ cm}^4$  y de  $65100 \text{ cm}^4$  con respecto al eje mayor, y un módulo de elasticidad igual a  $158113 \text{ kg/cm}^2$ .

El análisis de las cargas gravitacionales se hace siguiendo los parámetros que marca el Reglamento de construcciones del Distrito Federal.

---

**EJEMPLOS DE MUROS**

<b>CARGA MUERTA</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
Losa de concreto 10 cms	240
Carga de instalaciones	20
Por reglamento (R.C.D.F.)	40
Recubrimiento	50
Vigas po.po. 25 cms X 50 cms	215
<b>CARGA VIVA</b>	
Carga viva (R.C.D.F.)	250
<b>T O T A L</b>	<b>815</b>

Calculo del peso de las vigas:

$$\begin{aligned} &7000 \text{ cms de vigas de } 30 \text{ kgs/m} \\ &7000 \times 30 = 21000 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Peso de vigas}}{\text{Area}} = \frac{21000 \text{ kg}}{7 \times 14 \text{ m}^2} = 215 \text{ kg/m}^2$$

En la azotea el peso de la losa se incrementa en 25 kg/m<sup>2</sup> debido a la impermeabilización de la misma. Por lo tanto el peso en la azotea será de 840 kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{array}{r} 815 \\ 25 \\ \hline 840 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

Se calcula también el peso debido a las paredes que carga la losa.

$$\begin{aligned} &50 \text{ mts de ladrillo de } 15 \text{ cms de ancho y alto } 320 \text{ cms} \\ &50 \times (3.2) \times 1000 \times (0.15) = 2400 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Peso de muros}}{\text{area}} = \frac{2400 \text{ kg}}{98 \text{ m}^2} = 240 \text{ kg/m}^2$$

## EJEMPLOS DE MUROS

---

Para el cálculo de la carga uniformemente distribuida en el marco de la estructura, se tomará un ancho tributaria de 350 cms, teniendo como centro el eje de la viga del marco.

CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EN LOS MARCOS DEL MURO	kg/m
AZOTEA 3.5 X 840	2940
ENTREPISO 3.5 X (815 + 240)	3690

Para la obtención de las cargas horizontales, debido aun supuesto sismo, nos basamos en el reglamento de construcciones del D.F.

Suponemos para ello que el edificio está en la zona II del D.F.

Por lo tanto  $c=0.2$

$$c = 0.5 * (1.5)$$

$$c = 0.26$$

$$C_s = c/Q = 0.26/2$$

$$C_s = 0.13$$

Para la obtención de las fuerzas horizontales se seguirá.

$$p_i = \frac{w_i \times h_i \times C_s \times w_i}{w_i \times h_i}$$

Cálculo del peso de las columnas de los entrepisos, estructurandose con columnas cuadradas de concreto de 35 cms de ancho y 3.2 mts de alto.

---

## **EJEMPLOS DE MUROS**

---

$$3.2 * (2400) * (0.35)^2 = 940 \text{ kg}$$

Son 9 columnas por entrepiso.

$$940 * 9 = 8460 \text{ kg}$$

El cálculo del peso de los entrepisos se hizo tomando en cuenta todos los elementos que intervengan en el entrepiso.

### **IV.9.1.1 DISEÑO DE LOS MUROS DE CONCRETO.**

Debido a que la columna central del marco se puede usar como o es un muro, que toma tanto cortante como momento. Para el análisis se empleará el programa de análisis SAP80 y SAP90, analizandose como columna (método de la columna ancha).

El diseño del muro se lleva acabo mediante las normas técnicas complementarias del D.F.

Los datos que se emplearán para el diseño del muro son los siguientes

### **IV.9.1.2 DISEÑO DEL MURO MEDIANTE R.C.D.F.**

Empleando las normas técnicas, calculamos la relación de esbeltez del muro.

$$H/L = 380/300$$

$$H/L = 1.226 > 0.8$$

Por lo tanto

$$H' = 380/2$$

$$H' = 190$$

Calculamos también el radio de giro.

---

## EJEMPLOS DE MUROS

---

$$r(y) = (I_y/A)^{0.5}$$

$$r(y) = (4.5 \text{ E7} / 6000)^{0.5}$$

$$r(y) = 86.6 \text{ cms}$$

$$r(x) = (I_x/A)^{0.5}$$

$$r(x) = (200000/6000)^{0.5}$$

$$r(x) = 5.77 \text{ cms}$$

comparamos la carga de compresión, y también el acero mínimo de refuerzo.

$$P < 0.25 * (f'c) * A_g$$

$$p < 0.25 * (250) * A_g$$

$$184415 < 375000 \text{ kg} \quad * O.K. *$$

El porcentaje de acero de refuerzo por cambios volumétricos

$$A_s = \frac{660 * (x_1)}{f_y * (x_1 + 100)} = \frac{660 * 20}{4200 * (20 + 100)}$$

$$A_s = 0.02619 \text{ (cm}^2\text{/cm)}$$

Debido a que el espesor del muro es de 20 cms, el acero de refuerzo puede ir en uno o dos lechos. Para calcular la separación del acero de refuerzo se considera.

Refuerzo en un lecho

$$d \# 2 = 0.316 / 0.02619 = 12.06 \text{ cms @ 12 cms}$$

$$d \# 3 = 0.712 / 0.02619 = 27.18 \text{ cms @ 27 cms}$$

Refuerzo en dos lechos

$$d \# 2 = 0.316 / (0.02619 * 2) = 6.03 \text{ cms @ 6 cms}$$

$$d \# 3 = 0.712 / (0.02619 * 2) = 13.60 \text{ cms @ 13 cms}$$

Verificamos si la fuerza de compresión, logra cumplir los requerimientos que el R.C.D.F. marca, como máximas.

$$P < 0.2 * (Fr) * t * L * f'c$$

$$P < 0.2 * (0.9) * 300 * 20 * 250$$

---

## EJEMPLOS DE MUROS

---

$$184415 < 270000$$

Calculamos el Brazo  $z$

$$H/L = 380/3 = 1.266$$

$$\text{Por lo tanto } z = 0.8 L$$

$$z = 240 \text{ cms}$$

Como  $H/L = 1.2$  entonces se colocará el refuerzo transversal a  $0.15 L$  medido de los bordes extremos.

$$0.15 L = 45 \text{ cms}$$

# VAR.	AREA ( $\text{cm}^2$ )
2	0.079
3	0.316
4	0.712
5	1.266
6	1.979
7	2.850
8	3.880
9	5.071

Calculamos el esfuerzo

$$\text{Esfuerzo} = P/A + M/S$$

$$\text{Esf.} = \frac{184415}{6000} + \frac{52209220 * 150}{4.5 E 7}$$

$$\text{Esf} = 204.76 > 0.2 f'c$$

$$\text{Esf} = 204.76 > 50$$

---

## EJEMPLOS DE MUROS

Como el refuerzo transversal para tomar el esfuerzo de flexocompresión, va en los bordes, a 45 cms, existirá una distancia de 255 cms entre el centro de refuerzo en un borde y el centro de refuerzo en el otro borde, el cual podemos tomar como el brazo del momento, que debe de resistir el muro, pudiendo con estos datos, encontrar el valor de la fuerza que debe de resistir cada una de las secciones de refuerzo en los bordes, para de esta manera calcular el acero de refuerzo en cada una de las secciones.

$$P = M/d$$
$$P = \frac{52\ 209\ 220}{255}$$
$$P = 204742$$

Además de la carga debida al momento actuante en el muro, la sección de refuerzo, cargará también la parte correspondiente al área de refuerzo de la carga de compresión que actúa en el muro.

$$P = M/d + P_c \cdot (A_r/A_t)$$
$$P = 204742 + \frac{184415 \cdot 900}{6000}$$
$$P = 232404$$

Con los datos que tenemos, podemos calcular el área de acero de refuerzo, con la fórmula de momento resistente del reglamento del D.F.

$$M_r = F_r \cdot (A_s) \cdot f_y \cdot z$$
$$A_s = M_r / (F_r \cdot f_y \cdot z)$$
$$A_s = \frac{52209220}{(0.9 \cdot 4200 \cdot 240)}$$
$$A_s = 57.54 \text{ cm}^2$$

## EJEMPLOS DE MUROS

Consideramos que el refuerzo de este muro llevará varilla del número 8 ( 1 pulgada), la cual tiene 5.067 cms de diámetro, pudiéndose calcular el número de las mismas.

$$\begin{aligned} \text{Varillas} &= 57.54/5.07 \\ &= 11.34 \text{ var} = 12 \text{ varillas \# 8} \end{aligned}$$

Para el cálculo del refuerzo de acero por cortante que el muro deberá llevar, una vez obtenido el elemento mecánico del análisis estructural, podemos obtener la resistencia a cortante del concreto, y restarla de la fuerza cortante requerida, obteniendo de esta manera, el cortante que deberá resistir el acero.

$$V_t = V_{cr} + V_{as}$$

$$V_{as} = V_t - V_{cr}$$

$$V_{cr} = 0.85 * Fr * (f'c)^{0.5} * t * L$$

$$V_{cr} = 0.85 * 0.9 * (250)^{0.5} * 300 * 20$$

$$V_{cr} = 72574 \text{ kg.}$$

El porcentaje de acero de refuerzo vertical es:

$$P_n = \frac{(V_u - cr)}{(Fr * f_y * d * t)}$$

$$P_n = \frac{(78762 - 72574)}{(0.9 * 4200 * 240 * 20)}$$

$$P_n = 0.000454$$

El porcentaje de acero de refuerzo horizontal es:

$$P_v = 0.00250 + 0.5 * (2.5 - H/L) * (0.00045 - 0.0025)$$

$$P_v = 0.00250$$

La separación del acero de refuerzo es:

---

## EJEMPLOS DE MUROS

---

$$S = Av / (Ph * d)$$

$$Sh = 0.316 / (0.0025 * 20)$$

$$Sh = 6.32 \text{ cms}$$

$$Sv = 0.316 / (0.00257 * 20)$$

El mínimo refuerzo de acero, marca la separación máxima de las varillas de acero.

$$Sm = 0.316 / (0.0025 * 20)$$

$$Sm = 6.32 \text{ cms}$$

$$\text{---> } Sm = 6 \text{ cms}$$

### IV.9.2 SEGUNDO EJEMPLO

El segundo ejemplo de estos muros, lo hacemos a partir de marco de edificio, tiene un sistema de muros de cortante, el cual se analiza como columna, en el programa SAP. Este sistema de muros de cortante, es de dos muros de cortante, en ambos extremos del marco, separado por vigas que atraviesan todo el claro.

El espesor del muro es igual al de el muro del marco anteriormente diseñado, de 20 cms, un ancho de 3 metros y un claro de 10 metros entre los extremos del muro y uno de 13 metros entre centro y centro de muro, ambos muros estan unidos por vigas de 50 x 20 cms, para el cual tenemos los siguientes datos.

#### MURO

$$\text{Ancho} = 20 \text{ cms}$$

$$\text{Largo} = 300 \text{ cms}$$

$$\text{Alto} = 400 \text{ cms}$$

$$\text{área} = 6000 \text{ cms}^2$$

$$Ix = 200\,000 \text{ cm}^4$$

$$rx = 86.60 \text{ cm}$$

$$Iy = 45\,000\,000 \text{ cm}^4$$

$$ry = 5.77 \text{ cm}$$

#### VIGA

$$\text{Ancho} = 20 \text{ cms}$$

$$\text{Alto} = 50 \text{ cms}$$

---

## EJEMPLOS DE MUROS

$$I_x = 208\,333\text{ cm}^4$$

$$I_y = 33\,333\text{ cm}^4$$

El área de la planta del edificio es de 16 x 16 metros, lo cual nos da un área de 256 m<sup>2</sup>, el cálculo de los pesos para el cálculo sísmico estático del edificio se muestra en la tabla siguiente.

### IV.9.2.1 DISEÑO DEL MURO MEDIANTE EL R.C.D.F.

Para el análisis del ejemplo, tomamos, el coeficiente sísmico de  $c = 0.13$  al igual que en el ejemplo anterior, al igual que el factor de carga igual a 1.1, como marca el reglamento de construcciones del D.F.

El análisis del ejemplo, lo sacamos, como en el ejemplo anterior, el programa SAP90, del cual obtenemos los elementos mecánicos que actúan en este edificio, mismo que se dió en el elemento # 5 de la estructura.

Para este muro, los elementos mecánicos son:

$$P = 273\,474\text{ kg}$$

$$M1 = 58\,917\,413.3\text{ kg-cm}$$

$$M2 = -26\,771\,194.88\text{ kg-cm}$$

$$V = 91\,887\text{ kg}$$

Comparamos la carga de compresión, y también el acero mínimo de refuerzo.

$$P < 0.25 * (f'c) * A_g$$

$$p < 0.25 * (250) * A_g$$

$$273474 < 375000\text{ kg} \quad * \text{O.K.} *$$

El porcentaje de acero de refuerzo por cambios volumétricos

$$A_s = \frac{660 * (x_1)}{f_y * (x_1 + 100)} = \frac{660 * 20}{4200 * (20 + 100)}$$

$$A_s = 0.02619\text{ (cm}^2\text{/cm)}$$

## EJEMPLOS DE MUROS

---

Debido a que el espesor del muro es de 20 cms, el acero de refuerzo puede ir en uno o dos lechos. Para calcular la separación del acero de refuerzo se considera.

Refuerzo en un lecho

$$d \# 2 = 0.316/0.02619 = 12.06 \text{ cms @ } 12 \text{ cms}$$

$$d \# 3 = 0.712/0.02619 = 27.18 \text{ cms @ } 27 \text{ cms}$$

Refuerzo en dos lechos

$$d \# 2 = 0.316/(0.02619 * 2) = 6.03 \text{ cms @ } 6 \text{ cms}$$

$$d \# 3 = 0.712/(0.02619 * 2) = 13.60 \text{ cms @ } 13 \text{ cms}$$

Verificamos si la fuerza de compresión, logra cumplir los requerimientos que el R.C.D.F. marca, como máximas.

$$P < 0.2 * (Fr) * t * L * f'c$$

$$P < 0.2 * (0.9) * 300 * 20 * 250$$

*no cumple pues se da.*

$$273474 < 270000$$

Posteriormente calculamos la relación de esbeltez.

$$H/L = 400/300$$

$$H/L = 1.333 > 0.8$$

*por lo tanto*

$$H' = 400/2$$

$$H' = 200$$

$$H'/r_x = 200/86.6$$

$$H'/r_x = 2.309$$

$$H'/r_y = 200/5.77$$

$$H'/r_y = 34.66$$

---

## EJEMPLOS DE MUROS

Debido a la magnitud de la carga axial nos vemos en la necesidad de diseñar este elemento como columna, la cual tiene un refuerzo uniformemente distribuido a lo largo de la longitud del muro. por lo tanto se tomarán algunas condiciones para seguir dicho diseño.

Obtenemos el punto de falla balanceada.

$C_c = \text{fuerza de compresión del concreto.}$

$$C_c = 0.85 * c * t * 250$$

c distancia de un extremo a la línea de equilibrio

acer Porcentaje de acero del muro.

fs1 esfuerzo del acero en F1.

fs2 esfuerzo del acero en F2.

$F1 = \text{fuerza de compresión del acero de refuerzo.}$

$$F1 = \text{acer} * fs1 * (c * t) / 2$$

$F2 = \text{fuerza de tensión del acero de refuerzo.}$

$$F2 = \text{acer} * fs2 * (L-c) * t / 2$$

donde debe de cumplirse que:

$$F1 * d1 + F2 * d2 + C_c * d3 = M \quad (\text{momento resistente})$$

donde  $d1 = c / 2$

$$d2 = (L-c) / 2$$

$$d3 = (c - 0.8 * c / 2) = 0.6 c$$

En este caso vamos variando el porcentaje de acero del elemento hasta que este tenga un momento resistente y un a carga resistente mayor a las de servicio. para un porcentaje de acero de 0.008635

tenemos:

$$\text{acer} = 6000 * 0.008635 = 51.81 \text{ cm}^2$$

$$c = 145 \text{ cms}$$

$$F1 = 0.008635 * 4200 * 145 * 20$$

$$F1 = 105174.3 \text{ kgs}$$

$$F2 = 0.008635 * 4200 * (300-145) * 20 / 2$$

$$F2 = 112427.7 \text{ kgs}$$

## EJEMPLOS DE MUROS

---

$$C_c = 0.85 * (0.8 * 145) * 20 * 250$$

$$C_c = 493000 \text{ kgs}$$

$$d_1 = 145 / 2$$

$$d_1 = 72.5 \text{ cms}$$

$$d_2 = (300 - 145) / 2$$

$$d_2 = 77.5 \text{ cms}$$

$$d_3 = 0.6 * 145$$

$$d_3 = 87 \text{ cms}$$

con estos datos, podemos obtener el momento resistente

$$MOM = F_1 * d_1 + F_2 * d_2 + C_c * d_3 \text{ (momento resistente)}$$

$$MOM = (105174.7 * 72.5) + (112427 * 77.5) + (493000 * 87)$$

$$MOM = 59\,229\,254 \text{ kg cm}$$

$$P = F_2 - F_1 - C_c$$

$$P = 112427.7 - 105174.1 - 493000$$

$$P = -485\,746.4$$

Para el cálculo del refuerzo de acero por cortante que el muro deberá llevar, una vez obtenido el elemento mecánico del análisis estructural, podemos obtener la resistencia a cortante del concreto, y restarla de la fuerza cortante requerida, obteniendo de esta manera, el cortante que deberá resistir el acero.

$$V_t = V_{cr} + V_{as}$$

$$V_{as} = V_t - V_{cr}$$

$$V_{cr} = 0.85 * F_r * (f'_c)^{0.5} * t * L$$

$$V_{cr} = 0.85 * 0.9 * (250)^{0.5} * 300 * 20$$

$$V_{cr} = 72574 \text{ kg.}$$

El porcentaje de acero de refuerzo vertical es:

$$P_n = \frac{(V_t - V_{cr})}{(F_r * f_y * d * t)}$$

$$P_n = \frac{(91887 - 72574)}{(91887 - 72574)}$$

---

$$P_n = \frac{(91887 - 72574)}{(91887 - 72574)}$$

## EJEMPLOS DE MUROS

---

$$(0.9 * 4200 * 300 * 20)$$

$$P_n = 0.000851$$

El porcentaje de acero de refuerzo horizontal es:

$$P_v = 0.00250 + 0.5 * (2.5 - H/L) * (0.00085 - 0.0025)$$

$$P_v = 0.00250$$

La separación del acero de refuerzo es:

$$S = A_v / (P_h * d)$$

$$S_h = 0.316 / (0.0025 * 20)$$

$$S_h = 6.32 \text{ cms}$$

$$S_v = 0.316 / (0.0025 * 20)$$

El mínimo refuerzo de acero, marca la separación máxima de las varillas de acero.

$$S_m = 0.316 / (0.0025 * 20)$$

$$S_m = 6.32 \text{ cms}$$

$$\text{----> } S_m = 6 \text{ cms}$$

Si bien hemos desarrollado el diseño del muro más desfavorable para nosotros, el cual es el # 5, los otros muros, se diseñan según el criterio usado para los muros del ejemplo primero, por lo cual, no es necesario que se muestre, sin embargo, en seguida mostramos, una tabla de resultados de el diseño de todos los muros del marco.

---

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**



***CAPITULO V***

***CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

## CAPITULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A travez del desarrollo de este trabajo hemos podido concluir, ciertos puntos acerca de los muros de cortante, acerca de la formacion que la Facultad de Ingeniería nos ha moldeado, y otros que tocan algunas ideas que el trabajo ha esbosado en nosotros.

### ACERCA DE LOS MUROS DE CORTANTE

El empleo de los muros como elemento estructural, es una de las bases para rigidizar la estructura, y de esta manera, poder tomar una gran parte de las cargas horizontales, las cuales son las causas mas importantes para la falla de estructuras de edificios.

Entre los métodos de análisis y diseño que se han estudiado, y de los que se han empleado, el método del elemento finito para el análisis, es el que parece más confiable de todos, si es que vemos "*la confiabilidad de un método*" como un parámetro basado en la obtención de resultados, los cuales se sustenten en el comportamiento del material, analizado lo más detallado posible. Sin embargo, otros métodos aunados a la experiencia profesional en el análisis y diseño de estas estructuras, pueden ser un punto firme de apoyo para hacer algunas consideraciones estructurales (como el considerar la rigidez de los empotramientos al tratar el método de la columna ancha), pueden ser confiables para trabajar.

Debido a la orientación vertical del muro, resulta más fácil hacer la consideración conceptual de este como columna con algunas restricciones. Esta consideración emplea el Reglamento del Distrito Federal, para el diseño por flexocompresión

---

bajo cargas axiales pequeñas, el cual consiste en poner el refuerzo, de flexocompresión en los lados del muro, considerandolas como pequeñas columnas, las cuales mediante tensión y compresión toman el momento actuante, empleando la zona central entre ambos lados, para poner el refuerzo por cortante tanto horizontal como vertical.

### **ACERCA DEL PROGRAMA**

Es posible el desarrollo de paquetería personal para la solución de problemas estructurales, los cuales puedan ser empleados en el diseño de estructuras.

Si bien es posible automatizar, algunos procesos que tienen un algoritmo definido, no se puede decir que el diseño es mejor o peor que el hecho paso a paso; teniendo el diseño mediante un programa, la cualidad de poder ahorrar algún tiempo al diseñador; y teniendo la desventaja que como las estructuras casi nunca tienen las mismas condiciones tanto de trabajo, como de uso, no es posible mediante un programa general como este el poder tomar en cuenta todas estas condiciones que la experiencia profesional ayuda a detectar en el comportamiento y a implementar en el diseño.

El empleo para análisis estructural de paquetes de computación bien definidos, como ser el SAP, tiene algunas ventajas como la de poder contar con información la cual no se tenga que procesar (esto es tener que imprimir, tener que buscar elementos mecánicos entre los archivos resultados), ahorrando algo de tiempo al usuario del programa; teniendo por contraparte que se pierde un poco la universalización del trabajo hacia otros paquetes de análisis, además que los paquetes suelen tener un costo alto en el mercado, no siendo accesible a muchos diseñadores.

Para los métodos de análisis empleados en el desarrollo del programa, existen algunas diferencias en la obtención de los elementos mecánicos que se emplean para el diseño y por consiguiente en el resultado final del mismo, lo cual muestra

---

que existe diferencias entre ambos métodos (Elemento finito y Columna Ancha), pues el programa lleva acabo de manera fiel , los estatutos que el Reglamento del Distrito Federal considera en el diseño de muros de concreto.

**OTROS**

El desarrollo de esta tesis esta basada en el reglamento del Distrito Federal, por lo que su aplicabilidad (en lo que se refiere al programa), no dista de lo real, sin embargo, el hecho de que sea un programa "el plato fuerte" de la tesis la hacen aún más teórica que práctica.

El desarrollo que en la Facultad de Ingeniería se da a los alumnos acerca del manejo de la programación como herramienta de trabajo en cuanto a la obligación de la escuela por generar ingenieros civiles que sepan programar, es muy pobre; Sin embargo, esta carencia se equilibra con la infraestructura que proporciona al alumno inquieto para desarrollar su habilidad para programar

El empleo de la computadora en el campo de la ingeniería se ha generalizado, es ahora una herramienta vital y programar una herramienta muy util, por lo que el desarrollo de la capacidad de programar es indispensable.

Ahora que el desarrollo de la programación en la ingeniería Civil se ha desarrollado tanto que es cuestionable el hacer un paquete o comprarlo, pues la inversión de horas hombre al desarrollo de un programa, es a veces mayor al costo del mismo

---

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**

***ANEXO A***

***LISTADO DEL  
PROGRAMA***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

DEFINT A-Z

COMMON SHARED pal AS SINGLE, pmm AS SINGLE, cor AS SINGLE, are AS SINGLE  
 COMMON SHARED PASO AS SINGLE  
 COMMON SHARED Ie AS SINGLE, Iy AS SINGLE  
 COMMON SHARED L AS INTEGER, H AS INTEGER, I AS INTEGER, D AS INTEGER  
 COMMON SHARED Dy AS INTEGER, R AS INTEGER, Ia AS INTEGER, Ia AS INTEGER  
 COMMON SHARED CANTELEM AS INTEGER, SENA AS INTEGER  
 COMMON SHARED arch AS STRING, RUTA AS STRING, NOMBRE AS STRING

\*DECLARACION DE DATOS

COMMON SHARED Ar AS SINGLE, Av AS SINGLE, Avh AS SINGLE  
 COMMON SHARED ph AS DOUBLE, pr AS DOUBLE

DIM SHARED dnm(15, 8) AS SINGLE, DAT1(4) AS SINGLE  
 DIM SHARED INF(1, 4, 7) AS SINGLE, IND(1, 4) AS SINGLE  
 DIM SHARED SUP(1, 4, 7) AS SINGLE, SUP(1, 4) AS SINGLE

DECLARE FUNCTION INTERI (A1, A2, B1, B2, MEDO)

DECLARE SUB LEER ()  
 DECLARE SUB CARAC ()  
 DECLARE SUB DISCOR ()  
 DECLARE SUB REPORT ()  
 DECLARE SUB FLEX ()  
 DECLARE SUB LEESA PNC ()  
 DECLARE SUB LEESA PPF ()  
 DECLARE SUB LEESA PMS ()  
 DECLARE SUB LEESA PMSF ()  
 DECLARE SUB RESCOL ()  
 DECLARE SUB RESPLAC ()  
 DECLARE SUB PANTALLA ()  
 DECLARE SUB AVARI (ANCI%, LAR, AREA)  
 DECLARE SUB mura ()  
 DECLARE SUB DIR ()

CALL PANTALLA

CALL LEER

IF SENA = 3 THEN END  
 OPEN arch + ".MUR" FOR OUTPUT AS #3  
 PRINT #3,  
 PRINT #3,  
 PRINT #3, "EJECUCION DE PROGRAMA RESOL MUR "  
 CALL RESCOL  
 CALL DIR  
 CLOSE #3

\*\*\*\*\* VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROGRAMA \*\*\*\*\*

\* Pudo carga última Mmm= momento Cor= cortante  
 \* area= area de seccion Ix, Iy = momentos de inercia  
 \* L= longitud del muro H= altura del muro h= espesor del muro  
 \* CONCRETO fcd= fcd fct= fct fy= fy  
 \* Ar= area de refuerzo flexion  
 \* ph= porcentaje de refuerzo horizontal p= porcentaje vertical  
 \* Av= area de refuerzo horizontal Avh= area vertical

\*\*\*\*\* VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA OBTENCION DE DATOS \*\*\*\*\*

\* NUMCOL = numero de columnas  
 \* CANTELEM= cantidad de elementos

\* las matrices DAT y DAT1, contienen los datos necesarios, acerca de la  
 disposición, y del valor de cada uno de los elementos, (columnas), que  
 como muro, son necesarios, para el diseño de los andamios y estas dimensiones  
 \* dos para trabajar hasta 15 muros de cortante.  
 \* DAT 1 2 3 4 5 6 7 8  
 \* @elem Mmm Pul Cor Mmm are Ix Iy  
 \*  
 \* DAT1 1 3 4 5 6  
 \* @elem #prop L H I K

SUB AVARI (ANCI%, LAR, AREA)  
 VAR = 1  
 AMIN = .7 \* SQR(Ie) \* ANCI% \* LAR / Iy  
 IND = 0  
 DO WHILE IND = 1  
 IF AREA1 < AMIN THEN AREA1 = AMIN

NUMVARI = AREA1 / ((VAR \* 2.54 / 8) \* 2 \* 2.1416 / 4)  
 IF FIX(NUMVARI) < NUMVARI THEN NUMVARI = FIX(NUMVARI) + 1  
 IF NUMVARI = 0 THEN NUMVARI = 1



PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QUBASIC

```

V3 = .5 * L * SQRT(h) * .9
IF H/L < 1.5 THEN
  Ver = V1
  ELIF H/L > 2 AND Pw < .81 THEN
  Ver = V2
  ELIF H/L > 3 AND Pw > .81 THEN
  Ver = V3
  ELSE Ver = INTER(V1, V2, 1.5, 2, H/L)
END IF

ph = (w - Vcr) / (.9 * fy * I * 9)
IF ph < .0015 THEN ph = .0015
pr = .0015 * .5 * (2.5 - H/L) * (ph - .0015)
IF pr < .0015 THEN pr = .0015: PRINT "ALLI"
IF H/L < 2 AND pr < ph THEN pr = ph
Avh = CSNG(pr * I * 9)
Avv = CSNG(ph * L * 9)
Svh = Avh / (ph * 9)
Svv = Avv / (pr * 9)

"****REFUERZO MINIMO ****"
PRINT #1,
PRINT #1, " REFUERZO POR CORTANTE "
PRINT #1,
PRINT #1, USING "EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES ***** Kgt", w
PRINT #1, USING "EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES ***** Kgt", Vcr
PRINT #1, "EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES ", USING "#.#####", ph
dist = CSNG(D)
CALL AVARI(L, dist, Avh)
PRINT #1,
PRINT #1, "EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES ", USING "#.#####", pr
dist = CSNG(L)
CALL AVARI(L, dist, Avv)

COLUMN:
END SUB

SUB FLEX
"*****NORMAS TECNICAS CONCRETO 4.3.3 d) *****"
"***** FLEXION Y FLECOMCOMPRESION *****"

PRINT #1, " DISEÑO POR FLEXION "

DO
  rform = Ar
  IF psl < .3 * S * L * (L) THEN
    IF H/L > 1 OR H/L = 1 THEN
      Z = .5 * L
    ELSEIF H/L > .5 AND H/L < 1 THEN Z = .4 * (H + H/L) * L
    ELSE Z = .1 * L
  END IF
  END IF
  Ar = momnt / (.9 * fy * Z)
  IF H/L < 1.2 THEN
    dist = L * (.25 - .1 * H/L)
  ELSE
    dist = .15 * L
  END IF
LOOP UNTIL rform = Ar
PRINT #1, "EL MOMENTO ES ", mom
PRINT #1, "EL VALOR DE Z ES ", Z
PRINT #1, "EL ARZA REQUERIDA ES ", Ar

PRINT #1, "LA DISTANCIA REQUERIDA ES ", dist

CALL AVARI(L, dist, Ar)

END SUB

FUNCTION INTER (A1, A2, B1, B2, MED)
INTER = A1 * (A2 - A1) * (MED - B1) / (B2 - B1)

END FUNCTION

SUB LEER
CALL PANTALLA
CLOSE #1

CALL reset

CLS

PRINT
PRINT ***** CON QUE RESULTADOS RESULTADOS QUIERE TRABAJAR *****

```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

PRINT : PRINT "1) MURO : SAP90 METODO DE COLUMNA ANCHA "
PRINT : PRINT "2) SAP90 METODO DE PLACA "
PRINT : PRINT "3) SAP90 METODO DE COLUMNA ANCHA "
PRINT : PRINT "4) SAP90 METODO DE PLACA "
PRINT : PRINT "5) DATOS POR TECLADO "
PRINT : PRINT "6) DATO POR TECLADO "
PRINT : PRINT "7) SALIR "
PRINT
PRINT
PREGUN:
INPUT " CUAL ES LA OPCION ELEGIDA ";ADES

SELECT CASE ADES
CASE "1"
SENA = 1: CALL LEESAP90C
GOTO fin
CASE "2"
SENA = 2: CALL LEESAP90P
GOTO fin
CASE "3"
SENA = 1: CALL LEESAP90C
GOTO fin
CASE "4"
SENA = 2: CALL LEESAP90P
GOTO fin
CASE "5"
SENA = 6: GOTO LEERTEC
CASE "6"
SENA = 4: CALL LEESAP90C
CASE "7"
SENA = 4: CALL LEESAP90C
CASE "8"
SENA = 4: GOTO LEERTEC
CASE "9"
SENA = 3: GOTO fin
CASE ELSE
GOTO PREGUN
END SELECT

LEERTEC
' LEER LOS ELEMENTOS MECANICOS DE TECLADO
CANTELEM = 1
PRINT "hola"

dat(1, 2) = 3345673
dat(1, 3) = 24567
dat(1, 4) = 245678
dat(1, 5) = 3345674
dat(1, 6) = 7000
dat(1, 7) = 24567878
dat(1, 8) = 33333

DAT(1, 3) = 300
DAT(1, 4) = 400
DAT(1, 5) = 15
DAT(1, 6) = 150
fy = 4200

GOTO fin

INPUT "CUANTOS ELEMENTOS QUIERES RESOLVER",CANTELEM

FOR I = 1 TO CANTELEM
INPUT "CARGA ULTIMA ", dat(L, 2)
INPUT "CORTANTE", dat(L, 4)
INPUT "MOMENTO ", dat(L, 5)
INPUT "AREA DE SECCION", dat(L, 6)
INPUT "MOMENTO DE INERCIA EN X", dat(L, 7)
INPUT "MOMENTO DE INERCIA EN Y", dat(L, 8)

INPUT "LONGITUD DEL MURO", DAT(L, 3)
INPUT "ALTURA DEL MURO", DAT(L, 4)
INPUT "ESPESOR DEL MURO", DAT(L, 5)
INPUT "% EN Lq/cm2 ", DAT(L, 6)
NEXT
fin

END SUB

DEFIN A-Z

SUB LEESAP90C
PRINT "abriendo los archivos "; arch$
INPUT " CUANTOS ELEMENTOS SON LOS QUE SE DISERARAN "; CANTELEM
FOR I = 1 TO CANTELEM
INPUT "EL NUMERO DEL ELFAMENTO "; NUMCOL
DAT(L, 1) = NUMCOL: dat(L, 1) = NUMCOL
NEXT

```

\*\*\* subrutina que se recarga de los dos archivos de resultado con extension

# PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

**** SAP, de los cuales se obtienen los siguientes datos:
**** DAT() Numero de columna  Momento1 (Mom1)
**** Carga ultima (Pul)  Cargas (Car)
**** Momento1 (Mom1)  Area de seccion(arv)
****  Is  by
**** DAT() Numero de columna  Numero de propiedad
**** Length  Altura
**** Espesor  Ic

OPEN arch5 + ".JRA" FOR INPUT AS #1
FOR I = 1 TO CANTELEM
DO WHILE NOT EOF(1)
LINE INPUT #1, RECS

IF MID$(RECS, 1, 14) = " EL 1 J " THEN
PASO = SEEK(1): FER = 1
END IF

IF FER = 1 AND VAL(MID$(RECS, 4, 2)) = DAT(I, 1) THEN
DAT(I, 4) = VAL(MID$(RECS, 6, 4))
dnt(L, 2) = VAL(MID$(RECS, 14, 4))
PRINT dnt(L, 2)
DAT(I, 2) = VAL(MID$(RECS, 24, 2)): SEEK #1, PASO: GOTO SIGA

END IF

'accesos sucesivamente DAT(I,4) y DAT(I,2) para almacenar las coordenadas de
'los extremos
LOOP
SIGA:
NEXT
SEEK #1, 2
FOR I = 1 TO CANTELEM
FDO = 0: FER = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
LINE INPUT #1, RECS

IF FER = 1 AND FDO = 1 AND MID$(RECS, 1, 21) = " MODULUS OF ELASTICITY" THEN
DAT(I, 6) = CNT(VAL(MID$(RECS, 35, 14)) / 10000) * 2: SEEK #1, PASO: GOTO SIGA1
END IF

IF FER = 2 AND FDO = 1 AND MID$(RECS, 1, 16) = " MOMENT OF INERTIA" THEN
dnt(L, 8) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 35, 14))) * FDO * 2
END IF
IF FER = 2 AND FDO = 1 AND MID$(RECS, 1, 19) = " MOMENT OF INERTIA" THEN
dnt(L, 7) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 35, 14))) * FDO * 2
END IF
IF FER = 2 AND MID$(RECS, 1, 21) = " AXIAL AREA" THEN
dnt(L, 6) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 35, 14))) * FDO * 1
END IF
IF MID$(RECS, 1, 23) = " MEMBER PROPERTY NUMBER" AND VAL(MID$(RECS, 35, 3)) = DAT(I, 2) THEN
PASO = SEEK(1): FER = 2
END IF

LOOP
SIGA1:
FOR M = 1 + 1 TO CANTELEM
IF DAT(L, 2) = DAT(I, M, 2) THEN dnt(M, 4) = dnt(L, 6): dnt(M, 7) = dnt(L, 7): dnt(M, 8) = dnt(L, 8): DAT(I, M, 6) = DAT(I, 6)
NEXT
CLOSE #1

OPEN arch5 + ".JAP" FOR INPUT AS #1
FOR I = 1 TO CANTELEM
SEEK #1, 1
DO WHILE NOT EOF(1)
LINE INPUT #1, RECS

IF MID$(RECS, 1, 54) = " GENERATED JOINT COORDINATES" THEN
PASO = SEEK(1): FER = 3
END IF
IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = DAT(I, 4) THEN
PRIMS = RECS
END IF
IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = dnt(L, 2) THEN
SECS = RECS
END IF

LOOP
DAT(I, 4) = CNT((VAL(MID$(PRIMS, 9, 15)) - VAL(MID$(SECS, 9, 15))) * 2 + (VAL(MID$(PRIMS, 24, 15)) - VAL(MID$(SECS, 24, 15))) * 2 +
(VAL(MID$(PRIMS, 39, 15)) - VAL(MID$(SECS, 39, 15))) * 2) * 2)
SIGA2:
NEXT
CLOSE #1
FOR I = 1 TO CANTELEM
DAT(L, 2) = CSNG((12 * dnt(L, 7) / dnt(L, 6)) ^ .5)

```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

    DATI(L,5) = CSNG(12 * dmi(L,7) / DATI(L,3))
NEXT
OPEN arch3 + ".F3F" FOR INPUT AS #1

PRINT "Entrées in file:" PRINT
FOR I = 1 TO CANTELEM
    CONTA = 0: SEEK #1, 2
    DO WHILE NOT EOF(1)
        LINE INPUT #1, RECS "Read entries from the file."
        IF CONTA = 1 AND LEFT$(RECS, 15) = " " THEN

            IF ABS(dmi(L,4) - ABS(VAL(MID$(RECS, 14, 12)))) THEN dmi(L,4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 14, 12)))
            VALOR1 = VAL(MID$(RECS, 14, 12)): IF dmi(L,5) < VALOR1 OR (dmi(L,5) > VALOR1 AND dmi(L,5) = ABS(VALOR1)) THEN dmi(L,5) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 14, 12)))
            VALOR2 = VAL(MID$(RECS, 14, 12)): IF dmi(L,6) < VALOR2 OR (dmi(L,6) > VALOR2 AND dmi(L,6) = ABS(VALOR2)) THEN dmi(L,6) = CSNG(VAL(MID$(RECS,
28, 12)))
            ELSEIF CONTA = 1 AND LEFT$(RECS, 15) <> " " THEN
                GOTO SIGA4
            END IF

            IF VAL(LEFT$(RECS, 5)) = DATI(L,1) THEN
                CONTA = 1
                LINE INPUT #1, RECS
                dmi(L,3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 11, 16)))
            END IF
        LOOP
    SIGA4:
NEXT
CLOSE #1
FOR I = 1 TO CANTELEM
    DATI(L,3) = CINT(144 * (dmi(L,7) + 3 / dmi(L,8)) * (1 / R))
    DATI(L,5) = CINT(144 * (dmi(L,8) + 3 / dmi(L,7)) * (1 / R))
NEXT
FOR I = 1 TO CANTELEM
    PRINT "DATI"
    FOR J = 1 TO 6
        PRINT DATI(L, J);
    NEXT
    PRINT "DAT"
    FOR K = 1 TO 6
        PRINT dmi(L, K);
    NEXT
NEXT

END SUB

SUB LEESAP00P
' se maneja para ser con 4 matrices, los cuales almacenan los datos
' de cada uno de los pilares, estos son:
' INF SUP 1 2 3 4 5 6 7
' 1 M1 X Y Z S11 S22 S12
' 2 M2 X Y Z S11 S22 S12
' 3 M3 X Y Z S11 S22 S12
' 4 M4 X Y Z S11 S22 S12
'
' INFA SUPA 1 2 3 4
'
' #PLAC E ESPESOR #MATER
'
' donde se documenta con INFA e INF a los datos de la parte inferior
' y con SUPA y SUP a los datos de la parte superior

CLS
LOCATE 4, 5: INPUT "CUANTOS MUROS SON?"; CANTELEM
FOR K = 1 TO CANTELEM

    PRINT "MURO #"; K
    INPUT "CUANTAS PLACAS TIENE DE ANCHO, EL MURO "; Infanc
    PRINT "EN EL EXTREMO INFERIOR "
    INPUT "PLACA COMIENZO "; COMI
    INPUT "INCREMENTO DE NUMERO "; INCRE
    FOR J = 1 TO Infanc
        Inf(L, J) = COMI + INCRE * (J - 1): PRINT Inf(L, J);
    NEXT
    PRINT "EN EL EXTREMO SUPERIOR"
    INPUT "PLACA COMIENZO "; COMI
    INPUT "INCREMENTO DE NUMERO "; INCRE
    INPUT "LA LONGITUD DEL MURO "; DATI(K, 3)

    FOR J = 1 TO Infanc
        sup(L, J) = COMI + INCRE * (J - 1): PRINT sup(L, J);
    NEXT
    PRINT arch3

    OPEN arch3 + ".QUA" FOR INPUT AS #1
    PRINT " Trabajando con el archivo ", arch3 + ".qua"
    FOR J = 1 TO Infanc
        DO WHILE NOT EOF(1)
            LINE INPUT #1, RECS
            IF MID$(RECS, 1, 1) = " " ELEMENT DEFINITIONS - THEN
                PASO = SEEK(1): FER = I
            END IF
        LOOP
    NEXT
    PRINT "Fin de trabajo con el archivo ", arch3 + ".qua"
NEXT
PRINT "Fin de trabajo con el programa"

```

# PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

END IF

IF FER = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = Infc(1, 1) THEN
  INF(1, 1, 1) = VAL(MID$(RECS, 6, 5))
  INF(1, 2, 1) = VAL(MID$(RECS, 11, 5))
  INF(1, 3, 1) = VAL(MID$(RECS, 16, 5))
  INF(1, 4, 1) = VAL(MID$(RECS, 21, 5))
  Infc(1, 4) = VAL(MID$(RECS, 26, 3))
  Infc(1, 3) = VAL(MID$(RECS, 31, 11))
END IF

IF FER = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = supc(1, 1) THEN
  SUP(1, 1, 1) = VAL(MID$(RECS, 6, 5))
  SUP(1, 2, 1) = VAL(MID$(RECS, 11, 5))
  SUP(1, 3, 1) = VAL(MID$(RECS, 16, 5))
  SUP(1, 4, 1) = VAL(MID$(RECS, 21, 5))
  supc(1, 4) = VAL(MID$(RECS, 26, 3))
  supc(1, 3) = VAL(MID$(RECS, 31, 11))
END IF

LOOP
SEEK #1, PASO
NEXT
SEEK #1, 3
FOR J = 1 TO Infcnc
DO WHILE NOT EOF(1)
LINE INPUT #1, RECS
IF MID$(RECS, 1, 14) = " MATERIAL I.D." THEN
PASO = SEEK(1): FER = 1
END IF

IF FER = 1 AND MID$(RECS, 1, 14) = " MATERIAL I.D." AND VAL(MID$(RECS, 17, 13)) = Infc(2, 4) THEN
LINE INPUT #1, RECS
LINE INPUT #1, RECS
LINE INPUT #1, RECS
Infc(1, 3) = VAL(MID$(RECS, 17, 13))
END IF

IF FER = 1 AND MID$(RECS, 1, 14) = " MATERIAL I.D." AND VAL(MID$(RECS, 17, 13)) = supc(2, 4) THEN
LINE INPUT #1, RECS
LINE INPUT #1, RECS
LINE INPUT #1, RECS
supc(1, 3) = VAL(MID$(RECS, 17, 13))
END IF

LOOP
SEEK #1, PASO
NEXT
CLOSE #1

OPEN arch3 + ".SAP" FOR INPUT AS #1
PRINT "  arch3 debe con el archivo ", arch3 + ".sap"
FOR I = 1 TO Infcnc
DO WHILE NOT EOF(1)
LINE INPUT #1, RECS
IF MID$(RECS, 1, 54) = " GENERATED JOINT COORDINATE" THEN
PASO = SEEK(1): FER = 3
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(1, 1) THEN
INF(1, 1, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
INF(1, 1, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
INF(1, 1, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(1, 1) THEN
INF(1, 2, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
INF(1, 2, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
INF(1, 2, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(1, 1) THEN
INF(1, 3, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
INF(1, 3, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
INF(1, 3, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(1, 1) THEN
INF(1, 4, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
INF(1, 4, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
INF(1, 4, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(1, 1) THEN
SUP(1, 1, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
SUP(1, 1, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
SUP(1, 1, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(1, 1) THEN
SUP(1, 2, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
SUP(1, 2, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
SUP(1, 2, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(1, 1) THEN
SUP(1, 3, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
SUP(1, 3, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
SUP(1, 3, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(1, 1) THEN
SUP(1, 4, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
SUP(1, 4, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 24, 15)))
SUP(1, 4, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 39, 15)))
END IF

```

PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBasic

```

SUP(L, 2) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 9, 15))
SUP(L, 3) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 14, 15))
SUP(L, 4) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 29, 15))
END IF

IF FER = 3 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 8)) = SUP(L, 1) THEN
    SUP(L, 2) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 9, 15))
    SUP(L, 3) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 14, 15))
    SUP(L, 4) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 29, 15))
END IF

LOOP
NEXT #1, PASO
NEXT

CLOSE #1
OPEN archd + ".J4P" FOR INPUT AS #1
PRINT " *Programa de uso de archivos", archd, ".J4P"
FOR I = 1 TO InOut
    DO WHILE NOT EOF(I)
        LINE INPUT #1, RECS

        IF MIDS(RECS, 1, 11) = "ELEMENT ID" AND VAL(MIDS(RECS, 15, 3)) = InOut(I) THEN
            PASO = SEEK(1); FER1 = 1
        END IF
        IF MIDS(RECS, 1, 15) = "NODE" M11 THEN PASO = 0

        IF FER1 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = INFL(1, 1) THEN
            INFL(1, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            INFL(1, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            INFL(1, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        IF FER2 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = INFL(1, 1) THEN
            INFL(2, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            INFL(2, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            INFL(2, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        IF FER2 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = INFL(1, 1) THEN
            INFL(3, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            INFL(3, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            INFL(3, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        IF FER2 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = INFL(1, 1) THEN
            INFL(4, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            INFL(4, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            INFL(4, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF

        IF FER1 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 1) THEN
            SUP(L, 1, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            SUP(L, 1, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            SUP(L, 1, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        IF FER2 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 2) THEN
            SUP(L, 2, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            SUP(L, 2, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            SUP(L, 2, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        IF FER1 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 1) THEN
            SUP(L, 3, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            SUP(L, 3, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            SUP(L, 3, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        IF FER2 = 1 AND VAL(MIDS(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 4) THEN
            SUP(L, 4, 5) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 6, 11))
            SUP(L, 4, 6) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 17, 11))
            SUP(L, 4, 7) = CSNGVAL(MIDS(RECS, 28, 11))
        END IF
        LOOP
        SEEK #1, 2
    NEXT
NEXT
CLOSE #1
CARG1 = 0; MOVE1 = 0; CORT1 = 0; LONGA = 0
CARG2 = 0; MOVE2 = 0; CORT2 = 0; LONG2 = 0
car1 = 0; car = 0; mom1 = 0
car2 = 0; car2 = 0; mom2 = 0
FOR I = 1 TO InOut
    LON = ((INFL(1, 2) - INFL(1, 2)) * 2 + (INFL(1, 3) - INFL(1, 3)) * 2 + (INFL(1, 4) - INFL(1, 4)) * 2) * .5
    LONGA = LONGA + LON
    BRA1 = (DATH(1, 3) / 3 - (LONGA - .5 * LON))
    car1 = ((INFL(1, 4) - INFL(1, 4)) * .5 * InOut(1, 3)) * (LON)
    mom1 = BRA1 * car1
    CARG1 = CARG1 + car1; MOVE1 = MOVE1 + mom1; CORT1 = CORT1 + car
    car = ((INFL(1, 2) - INFL(1, 2)) * 2 + (INFL(1, 3) - INFL(1, 3)) * 2 + (INFL(1, 4) - INFL(1, 4)) * 2) * .5
    LAT = ((INFL(1, 1) - INFL(1, 1)) * 2 + (INFL(1, 2) - INFL(1, 2)) * 2 + (INFL(1, 3) - INFL(1, 3)) * 2) * .5
    PRINT mom1, BRA1, car1, CARG1
NEXT
FOR I = 1 TO InOut
    LONS = ((SUP(L, 2) - SUP(L, 2)) * 2 + (SUP(L, 3) - SUP(L, 3)) * 2 + (SUP(L, 4) - SUP(L, 4)) * 2) * .5
    LONGS = LONGS + LONS
    BRAS = (DATH(L, 3) / 3 - (LONGS - .5 * LONS))
    car2 = ((SUP(L, 4) - SUP(L, 4)) * .5 * InOut(L, 3)) * (LON)

```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QIBASIC

```

moment = BRAS1 * curs!
CARGSI = CARGSI + curs! MOVESI = MOVESI + moment! CORTSI = CORTSI + curs!
curs! = (SUP(L, 3, 5) + SUP(L, 4, 5)) * S * rupa(L, 3) * (LON)
LATI = (SUP(L, 1, 2) + SUP(L, 3, 2)) * SUP(L, 3, 2) + 2 * (SUP(L, 1, 4) + SUP(L, 3, 4)) * S * S
moment = BRAS1 * curs!

NEXT
dat(K, 1) = K; DAT(K, 3) = K
IF MOVESI > MOVESI THEN
  dat(K, 2) = MOVESI; dat(K, 5) = MOVESI!
ELSE
  dat(K, 2) = MOVESI; dat(K, 5) = MOVESI
ENDIF
IF CARGSI < CARGSI THEN dat(K, 3) = CARGSI ELSE dat(K, 3) = CARGSI
IF CORTSI < CORTSI THEN dat(K, 4) = CORTSI ELSE dat(K, 4) = CORTSI
DAT(K, 6) = (ln(d(K, 3)) / 10000) * I
DAT(K, 5) = ln(d(K, 3))

dat(K, 6) = DAT(K, 3) * DAT(K, 5)
dat(K, 7) = DAT(K, 3) * (DAT(K, 3)) * S / I2
dat(K, 8) = DAT(K, 3) * (DAT(K, 3)) * S / I2
DAT(K, 9) = (SUP(L, 3, 2) - INF(L, 1, 2)) * S * (SUP(L, 3, 2) - INF(L, 1, 2)) * S + (SUP(L, 3, 4) - INF(L, 1, 4)) * S * S * S
PRINT "DAT"
FOR I = 1 TO 8
  PRINT dat(K, I)
NEXT
PRINT "DATI"
FOR I = 1 TO 6
  PRINT DAT(K, I)
NEXT

NEXT

END SUB

SUB LEERAPMC

***** LEER LOS ELEMENTOS MECANICOS DE LOS ARCHIVOS RESULTADO

PRINT "abriendo los archivos "; arch5

INPUT "CUANTOS ELEMENTOS SON LOS QUE SE DISEARAN ", CANTELEM
FOR I = 1 TO CANTELEM
  INPUT "EL NUMERO DEL ELEMENTO ", NUMCOL
  DAT(I, 1) = NUMCOL; dat(I, 1) = NUMCOL
NEXT

**** subrutina que se encarga de leer los archivos de resultado con extension
**** .JAP, de los cuales se obtienen los siguientes datos:
**** DAT() Numero de columna Momento2 (Momo2)
**** Carga unitaria(Fut) Cortante (Cw)
**** Momentos1 (Momo1) Area de seccion(are)
**** Jz Jy
**** DAT() Numero de columna Numero de propiedad
**** Longitud Altura
**** Exponer fe

OPEN arch5 + ".JAP" FOR INPUT AS #1
FOR I = 1 TO CANTELEM
  DO WHILE NOT EOF(1)
    LINE INPUT #1, RECS

    IF MID$(RECS, 2, 35) = "FRAME ELEMENT DATA" THEN
      PASO = SEEK(1); FER = 1
      END IF

    IF FER = 1 AND VAL(MID$(RECS, 4, 2)) = DAT(I, 1) THEN
      DAT(I, 4) = CINT(VAL(MID$(RECS, 72, 8)))
      DAT(I, 2) = VAL(MID$(RECS, 28, 2)); SEEK #1, PASO; GOTO SIG
    END IF

  LOOP
NEXT
NEXT
SEEK #1, 2
FOR I = 1 TO CANTELEM
  DO WHILE NOT EOF(1)
    LINE INPUT #1, RECS

    IF MID$(RECS, 2, 41) = "SECTION PROPERTY DATA" THEN
      PASO = SEEK(1); FER = 2
      END IF

    IF FER = 2 AND VAL(MID$(RECS, 4, 2)) = DAT(I, 2) THEN
      dat(I, 6) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 6, 11)))
      dat(I, 7) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 36, 12)))
      dat(I, 8) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 43, 12))); SEEK #1, PASO; GOTO SIG
    END IF
  LOOP
NEXT
NEXT
NEXT

```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

SEEK #1, 1
FOR I = 1 TO CANTELEM
DO WHILE NOT EOF(I)
LINE INPUT #1, RECS
IF MID$(RECS, 2, 43) = "MATERIAL PROPERTY DATA" THEN
PASO = SEEK(1): FER = 3
END IF
IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 4, 1)) = DAT(L, 1) THEN
DAT(L, 6) = CNT((VAL(MID$(RECS, 6, 13)) / 10000) * 2): SEEK #1, PASO: GOTO SIGI
END IF
LOOP
SIGI:
NEXT
CLOSE #1

OPEN archd + ".5JF" FOR INPUT AS #1

PRINT
FOR I = 1 TO CANTELEM
CONTA = 0: SEEK #1, 1
DO WHILE NOT EOF(I)
LINE INPUT #1, RECS 'Read entries from the file.
IF CONTA = 1 AND LEFT$(RECS, 15) = " " THEN

IF ABS(dmi(L, 4)) = ABS(VAL(MID$(RECS, 16, 31))) THEN dmi(L, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 16, 31)))
REM IF DAT(L, 5) = VAL(MID$(RECS, 38, 11)) THEN DAT(L, 5) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 38, 11)))
REM IF DAT(L, 3) = VAL(MID$(RECS, 38, 11)) THEN DAT(L, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 38, 11)))
VALOR = VAL(MID$(RECS, 38, 11)): IF dmi(L, 5) = VALOR OR (dmi(L, 5) > VALOR AND dmi(L, 5) = ABS(VALOR)) THEN dmi(L, 5) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 38, 11)))
VALORI = VAL(MID$(RECS, 38, 11)): IF dmi(L, 2) = VALORI OR (dmi(L, 2) < VALORI AND dmi(L, 2) = ABS(VALORI)) THEN dmi(L, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS,
38, 11)))

ELSEIF CONTA = 1 AND LEFT$(RECS, 15) <> " " THEN
GOTO SEG4
END IF

IF VAL(LEFT$(RECS, 5)) = DAT(L, 1) THEN
CONTA = 1
LINE INPUT #1, RECS
dmi(L, 3) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 11, 10)))
END IF
LOOP
SIGI:
NEXT
CLOSE #1
FOR I = 1 TO CANTELEM
DAT(L, 3) = CNT(((144 * (dmi(L, 7) ^ 2) / dmi(L, 8)) ^ (1 / 8))
DAT(L, 5) = CNT(((144 * (dmi(L, 8) ^ 2) / dmi(L, 7) ^ (1 / 8))
NEXT
FOR I = 1 TO CANTELEM
FOR J = 1 TO 6
PRINT DAT(L, J)
NEXT
NEXT
END SUB

SUB LEESAPM6
' se muestra para este caso 4 matrices, las cuales almacenaran los datos
' de cada uno de los placas, estas son:
' 1 N1 X Y Z S11 S12 S13
' 2 N2 X Y Z S11 S12 S13
' 3 N3 X Y Z S11 S12 S13
' 4 N4 X Y Z S11 S12 S13
'
' INFA SUPA I 1 2 3 4
' #PLAC E ESPESOR #MATER
'
' donde se desmenuza con INFA e INF a los datos de la parte inferior
' y con SUPA y SUP a los datos de la parte superior

```

```

CLS
LOCATE 5, 5: INPUT "CUANTOS MUROS SON? "; CANTELEM
FOR K = 1 TO CANTELEM

```

```

PRINT "MURO #"; K
INPUT "CUANTAS PLACAS TIENE DE ANCHO, EL MURO "; ancho:

```

```

PRINT "EN EL EXTREMO INFERIOR "
INPUT "PLACA COMIENZO "; COMI
INPUT "INCREMENTO DE NUMERO "; INCRE
FOR J = 1 TO ancho
inf(L, 1) = COMI + INCRE * (J - 1): PRINT inf(L, 1),
NEXT
PRINT "EN EL EXTREMO SUPERIOR "
INPUT "PLACA COMIENZO "; COMI
INPUT "INCREMENTO DE NUMERO "; INCRE
INPUT "LA LONGITUD DEL MURO "; DAT(L, 3)

```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASE

```

FOR J = 1 TO Infase
  supa(J, 1) = COM + INCRE * (J - 1); PRINT supa(J, 1);
NEXT
PRINT arch3
OPEN arch3 + ".QUA" FOR INPUT AS #1
PRINT "  Archivos con el archivo ", arch3 + ".QUA"
FOR J = 1 TO Infase
  DO WHILE NOT EOF(1)
    LINE INPUT #1, RECS
    IF MID$(RECS, 1, 24) = "-" & "ELEMENT DEFINITIONS-" THEN
      PASO = SEEK(1); FER = 1
    END IF
    IF FER = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = Inf(J, 1) THEN
      INF(J, 1, 1) = VAL(MID$(RECS, 6, 3))
      INF(J, 2, 1) = VAL(MID$(RECS, 11, 3))
      INF(J, 3, 1) = VAL(MID$(RECS, 16, 3))
      INF(J, 4, 1) = VAL(MID$(RECS, 21, 3))
      Inf(J, 4) = VAL(MID$(RECS, 29, 3))
      Inf(J, 5) = VAL(MID$(RECS, 31, 11))
    END IF
    IF FER = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = supa(J, 1) THEN
      SUP(J, 1, 1) = VAL(MID$(RECS, 6, 3))
      SUP(J, 2, 1) = VAL(MID$(RECS, 11, 3))
      SUP(J, 3, 1) = VAL(MID$(RECS, 16, 3))
      SUP(J, 4, 1) = VAL(MID$(RECS, 21, 3))
      supa(J, 4) = VAL(MID$(RECS, 29, 3))
      supa(J, 5) = VAL(MID$(RECS, 31, 11))
    END IF
    LOOP
    SEEK #1, PASO
  NEXT
  SEEK #1, 1
  FOR J = 1 TO Infase
    DO WHILE NOT EOF(1)
      LINE INPUT #1, RECS
      IF MID$(RECS, 1, 24) = "-" & "MATERIAL PROPERTIES-" THEN
        PASO = SEEK(1); FER = 1
      END IF
      IF FER = 1 AND MID$(RECS, 1, 14) = "MATERIAL I.D." AND VAL(MID$(RECS, 27, 13)) = Inf(J, 4) THEN
        LINE INPUT #1, RECS
        LINE INPUT #1, RECS
        LINE INPUT #1, RECS
        Inf(J, 5) = VAL(MID$(RECS, 27, 13))
      END IF
      IF FER = 1 AND MID$(RECS, 1, 14) = "MATERIAL I.D." AND VAL(MID$(RECS, 27, 13)) = supa(J, 4) THEN
        LINE INPUT #1, RECS
        LINE INPUT #1, RECS
        LINE INPUT #1, RECS
        supa(J, 5) = VAL(MID$(RECS, 27, 13))
      END IF
    LOOP
    SEEK #1, PASO
  NEXT
  CLOSE #1
  OPEN arch3 + ".JAP" FOR INPUT AS #1
  PRINT "  Archivos con el archivo ", arch3 + ".JAP"
  FOR I = 1 TO Infase
    DO WHILE NOT EOF(1)
      LINE INPUT #1, RECS
      IF MID$(RECS, 1, 54) = "GENERATED JOINT COORDINATES" THEN
        PASO = SEEK(1); FER = 3
      END IF
      IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(1, 1) THEN
        INF(1, 1) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
        INF(1, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 16, 15)))
        INF(1, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 29, 15)))
      END IF
      IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(2, 1) THEN
        INF(2, 1) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
        INF(2, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 16, 15)))
        INF(2, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 29, 15)))
      END IF
      IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(3, 1) THEN
        INF(3, 1) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
        INF(3, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 16, 15)))
        INF(3, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 29, 15)))
      END IF
      IF FER = 3 AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = INF(4, 1) THEN
        INF(4, 1) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 9, 15)))
        INF(4, 2) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 16, 15)))
        INF(4, 4) = CSNG(VAL(MID$(RECS, 29, 15)))
      END IF
    END IF
  NEXT

```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

IF FER = J AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(L, 1) THEN
  SUP(L, 1, 2) = CSNGVAL(MID$(RECS, 9, 15))
  SUP(L, 1, 3) = CSNGVAL(MID$(RECS, 16, 15))
  SUP(L, 1, 4) = CSNGVAL(MID$(RECS, 19, 15))
END IF

IF FER = J AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(L, 2, 1) THEN
  SUP(L, 2, 2) = CSNGVAL(MID$(RECS, 9, 15))
  SUP(L, 2, 3) = CSNGVAL(MID$(RECS, 16, 15))
  SUP(L, 2, 4) = CSNGVAL(MID$(RECS, 19, 15))
END IF

IF FER = J AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(L, 3, 1) THEN
  SUP(L, 3, 2) = CSNGVAL(MID$(RECS, 9, 15))
  SUP(L, 3, 3) = CSNGVAL(MID$(RECS, 16, 15))
  SUP(L, 3, 4) = CSNGVAL(MID$(RECS, 19, 15))
END IF

IF FER = J AND VAL(MID$(RECS, 1, 8)) = SUP(L, 4, 1) THEN
  SUP(L, 4, 2) = CSNGVAL(MID$(RECS, 9, 15))
  SUP(L, 4, 3) = CSNGVAL(MID$(RECS, 16, 15))
  SUP(L, 4, 4) = CSNGVAL(MID$(RECS, 19, 15))
END IF

LOOP
SEEK #1, PASO
NEXT

CLOSE #1
OPEN arch45 + ".F4P" FOR INPUT AS #1
PRINT "  Inicializando con el archivo", arch45, ".F4P"
FOR I = 1 TO Infanz
  DO WHILE NOT EOF(1)
    LINE INPUT #1, RECS

    IF MID$(RECS, 1, 11) = "ELEMENT ID" AND VAL(MID$(RECS, 13, 3)) = Infz(L, 1) THEN
      PASO = SEEK(1); FER2 = 1
      END IF
      IF MID$(RECS, 1, 15) = "NODE M11" THEN PASO = 0

      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = INF(L, 1, 1) THEN
        INF(L, 1, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        INF(L, 1, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        INF(L, 1, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = INF(L, 2, 1) THEN
        INF(L, 2, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        INF(L, 2, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        INF(L, 2, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = INF(L, 3, 1) THEN
        INF(L, 3, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        INF(L, 3, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        INF(L, 3, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = INF(L, 4, 1) THEN
        INF(L, 4, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        INF(L, 4, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        INF(L, 4, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF

      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 1, 1) THEN
        SUP(L, 1, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        SUP(L, 1, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        SUP(L, 1, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 2, 1) THEN
        SUP(L, 2, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        SUP(L, 2, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        SUP(L, 2, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 3, 1) THEN
        SUP(L, 3, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        SUP(L, 3, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        SUP(L, 3, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
      IF FER2 = 1 AND VAL(MID$(RECS, 1, 5)) = SUP(L, 4, 1) THEN
        SUP(L, 4, 5) = CSNGVAL(MID$(RECS, 6, 11))
        SUP(L, 4, 6) = CSNGVAL(MID$(RECS, 17, 11))
        SUP(L, 4, 7) = CSNGVAL(MID$(RECS, 18, 11))
      END IF
    LOOP
    SEEK #1, 2
  NEXT
  CLOSE #1
  CARG1 = 0: MOVE1 = 0: CORT1 = 0: LONGA = 0
  CARG2 = 0: MOVE2 = 0: CORT2 = 0: LONG2 = 0

  FOR I = 1 TO Infanz
    LON = ((INF(L, 1, 2) - INF(L, 2, 2)) * 2 + (INF(L, 1, 3) - INF(L, 2, 3)) * 2 + (INF(L, 1, 4) - INF(L, 2, 4)) * 2) - 5
    LONGA = LONGA + LON
    BR41 = (DATA(L, 3)) * 1 - ((INF(L, 1, 5) - LON)
    car1 = ((INF(L, 1, 5) + INF(L, 2, 5)) * .5 * (LON * Infz(L, 1))
  
```

## PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

CARGI = CARGI + car; MOVEI = MOVEI + movm; CORTI = CORTI + cor
cor = (INF(1, 7) + INF(1, 7)) * S * (LOW * fact(3))
LAT = ((INF(1, 3) - INF(1, 3)) * 2 + (INF(1, 3) - INF(1, 3)) * 2 + (INF(1, 4) - INF(1, 4)) * 2) * S
PRINT movm, BRAI, cor, CARGI
movm = BRAI * cor

NEXT
FOR I = 1 TO Indoc
LONG = ((SUP(1, 3) - SUP(1, 4)) * 2 + (SUP(1, 3) - SUP(1, 4)) * 2 + (SUP(1, 4) - SUP(1, 4)) * 2) * S
long = long + LONG
BRAI = (DAT(L, 3) / 3 - (long * S * LEON))
cor = (SUP(1, 3) + SUP(1, 4)) * S * (LOW * rupa(L, 3))
CARGI = CARGI + cor; MOVEI = MOVEI + movm; CORTI = CORTI + cor
cor = (SUP(1, 7) + SUP(1, 7)) * S * (LOW * rupa(L, 3))
LAT = ((SUP(1, 3) - SUP(1, 3)) * 2 + (SUP(1, 3) - SUP(1, 3)) * 2 + (SUP(1, 4) - SUP(1, 4)) * 2) * S
movm = BRAI * cor

NEXT
dim(K, 1) = K; DAT(K, 1) = K
IF MOVEI > MOVEI THEN
dim(K, 2) = MOVEI; dim(K, 3) = MOVEI
ELSE
dim(K, 2) = MOVEI; dim(K, 3) = MOVEI
END IF
IF CARGI > CARGI THEN dim(K, 4) = CARGI ELSE dim(K, 4) = CARGI
IF CORTI > CORTI THEN dim(K, 5) = CORTI ELSE dim(K, 5) = CORTI
DAT(K, 6) = (dim(K, 2) / 10000) * 2
DAT(K, 7) = dim(K, 3)
dim(K, 6) = DAT(K, 3) * DAT(K, 3)
dim(K, 7) = DAT(K, 5) * (DAT(K, 3)) * 3 / 11
dim(K, 8) = DAT(K, 3) * (DAT(K, 5)) * 3 / 11
DAT(K, 8) = ((SUP(1, 3) - INF(1, 1, 3)) * 2 + (SUP(1, 3, 3) - INF(1, 1, 3)) * 2 + (SUP(1, 4, 4) - INF(1, 4, 4)) * 2) * S
PRINT "DAT"
FOR I = 1 TO 8
PRINT dim(K, I)
NEXT
PRINT "DATI"
FOR I = 1 TO 6
PRINT DAT(K, I)
NEXT

NEXT

END SUB

DEFEND A-Z
SUB PANTALLA
"initializa screen
CLS

END SUB

DEFEND A-Z
SUB PRESENTA
CALL PANTALLA

FOR TAM = 1 TO 100
F = 66 + TAM
L = 136 + TAM * 2
E = 66 + TAM

T=angled = "F" + STR$(F) + " L" + STR$(L) + " E" + STR$(E)

DRAW "CBX" + VARPTRS(angled)
DRAW "BDI PR3"
DRAW "BUI"
NEXT TAM

END SUB

SUB RESCOL
PRINT #1,
PRINT #1, " DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE"
PRINT #1, " MEDIANTE EL R.C.D.F."
FOR I = 1 TO CANTELEAM
PRINT #1, PRINT #1,
PRINT #1, PRINT #1, "MURO ELEMENTO # "; dim(L, 1)
PRINT #1, PRINT #1, "*****

pot = dim(L, 3); cor = ABS(dim(L, 4)); movm2 = dim(L, 5); movm1 = dim(L, 7)
cor = dim(L, 4); r = dim(L, 7); l = dim(L, 8)
IF ABS(movm1) > ABS(movm2) THEN movm = ABS(movm1) ELSE movm = ABS(movm2)
L = DAT(L, 3); H = DAT(L, 4); r = DAT(L, 5); K = DAT(L, 6)
In = S * K

```

PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

```

PRINT #3, "EL ANCHO ES ", DAT1(L,3)
PRINT #2, "LA ALTURA ES ", DAT1(L,4)
PRINT #3, "EL ESPESOR ES ", DAT1(L,5)
PRINT #3, "EL Pz DEL CONCRETO ES ", DAT1(L,6)

IF fc = 150 THEN
  fd = .85 * fc
  ELSE
  fd = (1.85 - fc / 1250) * fc
  END IF
  ty = 4500
  IF SERNA = 4 THEN GOTO COLUMN
  PRINT " P R O B A N D O "; pnt; f; L; &
  IF ABS(pnt) < .2 * .3 * f * L * (fc) THEN
    PRINT "BIEN", CALL FLEX
  ELSE
    GOTO COLUMN
  END IF
  GOTO FINA

COLUMN:
PRINT #3, ""
PRINT #3, " ESTE ELEMENTO TRABAJA COMO COLUMNA "
PRINT #3, ""
IF H / L < .35 THEN
  HP = H
  ELSEIF H / L > .35 OR H / L > .8 THEN
    HP = (.3 - .85 * H / L) * H
  ELSE
    HP = L / 2
  END IF

R = (1x / are) ^ .5

PRINT mom11, mom11
CUAL = (34 - 13 * mom11 / mom12)
IF HP / R > CUAL THEN
  CM = (.4 + .6 * mom11 / mom12)
  EJ = 10000 * (k) ^ .5
  IF CM < .4 THEN CM = .4

  PCI = .3 * 3.1416 * 2 * EJ * 1x / (HP ^ 2)
  Sob = CM / (1 - pnt / PCI)
  IF Sob > 1 THEN Sob = 1
  mom1 = Sob * mom1
  END IF

AMINI = (.7 * (ky * .5 / fy) PRINT "AMINI ", AMINI, fc, ty
Amaz = .75 * fd / ty * (6000 / (ty + 6000))
PRINT #1, "El porcentaje de acero minimo es "; AMINI

***** seleccion por tamaño de columna *****

acert = (pnt - .85 * fc * are) / ((ty - .85 * fc) * are)
IF acert < AMINI THEN acert = AMINI
mat = 0; pal = 0
DO WHILE mat <= mom1 OR pal >= pnt
  PRINT " EL REFUERZO ", acert,
  ay1 = acert * fy * f / 2; by = f * .48 * fc
  PRINT pal
  c = (L * ay1 + ((L * ay1) ^ 2 - 4 * (ay1 * by) * (.5 * ay1 * L ^ 2 - mom1) ^ .5) / (2 * ay1 + 2 * by)
  PRINT "valor c = ", c
  A = .8 * c
  ex11 = .003 * c / A
  ex21 = .002 * (L - c) / A
  IF ex11 > .002 THEN ex1 = ty ELSE ex1 = ty * (ex11 / .002)
  IF ex21 > .002 THEN ex2 = ty ELSE ex2 = ty * (ex21 / .002)
  ac11 = acert * c * 1
  ex11 = acert * (are - c * f)
  fl1 = ac11 * f / 1
  fl2 = ac21 * f / 2
  ccl = .85 * fc * A * f
  pal = -ccl - fl1 + fl2
  mat = ccl * (c - A / 2) + fl1 * (c / 2) + fl2 * (L - c) / 2
  PRINT " pa = ", pal; " Ma = ", mat
  acert = acert + .0006
LOOP

Ar = acert * are
PRINT "resultados", c, acert - .0006, fl1, fl2, ccl
PRINT #2, "El momento de trabajo es : "; mom1
PRINT #3, "La carga de trabajo es : "; pnt
PRINT #3, "El acero de refuerzo por flexión, va a todo lo largo del muro"
PRINT #3, "El tipo de concreto es : "; c; " cm"
PRINT #3, "El porcentaje de refuerzo es : "; acert - .0006
PRINT #3, "El momento resistente es : "; mat
PRINT #3, "La carga resistente es : "; pal

difer = CSNG(L)
CALL AVARI(L, diler, Ar)

```

# PROGRAMA DE DISEÑO DE MUROS EN QBASIC

FINA:  
CALL DISCOR

NEXT

END SUB

SUB REEMPLAC

END SUB

SUB printa

CLS

PRINT "-----PROGRAMA DE MUROS-----"

LOCATE 16, 9: INPUT " LA RUTA DE ACCESO DE ARCHIVO "; RUTAS  
LOCATE 13, 9: INPUT "EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE SOLUCIONES "; NOMBRES  
archS = RUTAS + "\" + NOMBRES

END SUB

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**

***ANEXO C***

***RESULTADOS DE  
DISEÑO DE MUROS***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

**FUERZAS PARA ANALIZAR MARCO**  
**PRIMER EJEMPLO , MARCO CON MURO DE CORTANTE EN EL CENTRO**

<b>CALCULO DE LAS FUERZAS HORIZONTALES SEGUN EL METODO SIMPLIFICADO DEL R.C.D.F.</b>							
<b># de Piso</b>	<b>CALCULO DE PESO</b>	<b>PESO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>PESO *ALTURA</b>	<b>CARGA HORIZONTAL</b>	<b>CARGA (FC=1.1)</b>	<b>FUERZA EN MARCO</b>
	<b>Carga UNIFORME+ Columnas</b>	<b>(kg)</b>	<b>(m)</b>	<b>(kg*m)</b>	<b>(KG)</b>		<b>(KG)</b>
5	840*98+8460	90,780.00	16.80	1,525,104.00	19,571.00	21,528.10	7,176.00
4	1055*98+8460	111,850.00	13.60	1,521,160.00	19,436.00	21,379.60	7,126.00
3	1055*98+8460	111,850.00	10.40	1,163,240.00	14,863.00	16,349.30	5,450.00
2	1055*98+8460	111,850.00	7.20	805,320.00	10,290.00	11,319.00	3,773.00
1	1055*98+10575	113,965.00	4.00	455,860.00	5,824.00	6,406.40	2,135.00
	<b>SUMATORIA</b>	<b>540,295.00</b>		<b>5,470,684.00</b>			

**ELEMENTOS MECANICOS Y RESULTADOS DE DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE CON LOS QUE TRABAJA EL PROGRAMA  
PRIMER EJEMPLO  
COMO COLUMNA ANCHA**

NIVEL	ELEMENTOS MECANICOS				FLEXOCOMPRESION				CORTANTE					
	Altura	Carga	Fuerza	Mom.	Distancia	Refuerzo			HORIZONTAL			VERTICAL		
	Nivel	axial	Cortante	Flexion	Dist.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.
	(cms)	(kgs)	(kgs)	(kgs*cm)	(cms)	(cms <sup>2</sup> )		(cms)	(cms)		(cms)	(cms)		(cms)
1	400	184415	78,763.0	5.22E+07	240	57.55	12 # 8	@ 4	21	67 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
2	320	146540	59,711.4	2.51E+07	240	27.63	10 # 6	@ 4	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
3	320	108635	44,271.5	1.09E+07	240	12.07	10 # 4	@ 4	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
4	320	70481	28,240.2	5.37E+06	240	5.92	9 # 3	@ 5	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
5	320	32432	7,303.6	3.26E+06	240	3.6	12 # 2	@ 4	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
<b>TOTAL</b>						106.77			89			80		

**ELEMENTOS MECANICOS Y RESULTADOS DE DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE CON LOS QUE TRABAJA EL PROGRAMA  
PRIMER EJEMPLO  
POR ELEMENTO FINITO**

NIVEL	ELEMENTOS MECANICOS				FLEXOCOMPRESION				CORTANTE					
	Altura	Carga	Fuerza	Mom.	Distancia	Refuerzo			HORIZONTAL			VERTICAL		
	Nivel	axial	Cortante	Flexion	Dist.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.
(cms)	(kgs)	(kgs)	(kgs*cm)	(cms)	(cm^2)		(cms)	(cm^2)		(cms)	(cm^2)		(cms)	
1	400	163480	5,236.0	4.28E+07	240	48	10 # 8	@ 6	21	67 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
2	320	131172	9,759.0	2.30E+07	240	26	9 # 6	@ 4	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
3	320	96945	6,033.5	7.72E+06	240	8	12 # 3	@ 5	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
4	320	62442	5,478.4	1.36E+06	240	2	7 # 2	@ 6	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
5	320	33389	4,762.1	9.26E+05	240	2	7 # 2	@ 6	17	54 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
<b>TOTAL</b>						86			89			80		

**FUERZAS PARA ANALIZAR MARCO SEGUNDO EJEMPLO  
MARCO CON MUROS DE CORTANTE EN LOS EXTREMOS**

CALCULO DE LAS FUERZAS HORIZONTALES SEGUN EL METODO SIMPLIFICADO DEL R.C.D.F.						
# de Piso	PESO	ALTURA	PESO *ALTURA	CARGA HORIZONTAL	CARGA (FC=1.1)	FUERZA EN MARCO
	(kg)	(cm)	(kg*m)	(KG)		(KG)
4	215,040.00	1,540.00	331,161,600.00	45,824.00	50,406.40	25,203.20
3	270,000.00	1,160.00	313,200,000.00	43,339.00	47,672.90	23,836.45
2	270,000.00	7,800.00	2,106,000,000.00	24,141.00	26,555.10	13,277.55
1	270,000.00	400.00	108,000,000.00	14,944.00	16,438.40	8,219.20
	<b>1,025,040.</b>		<b>2,858,361,600.</b>			

**ELEMENTOS MECANICOS Y RESULTADOS DE DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE CON LOS QUE TRABAJA EL PROGRAMA  
SEGUNDO EJEMPLO  
COMO COLUMNA ANCHA**

Elemento	ELEMENTOS MECANICOS				FLEXOCOMPRESION				CORTANTE						
	Altura	Carga	Fuerza	Mom.	Distancia	Refuerzo			HORIZONTAL			VERTICAL			
	Nivel	axial	Cortante	Flexion	Dist.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.	
(cms)	(kgs)	(kgs)	(kgs*cm)	(cms)	(cms <sup>2</sup> )		(cms)	(cms)		(cms)	(cms)		(cms)		
1	400	255461	40,957.5	5.85E+07	240	64.44	11 # 9	@ 4	21	67 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
2	380	187736	2,474.0	2.54E+07	240	27.96	10 # 6	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
3	380	120637	16,719.0	1.25E+07	240	13.75	11 # 4	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
4	380	53840	51,737.0	1.27E+07	240	13.97	12 # 4	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
5	400	273474	91,887.5	5.89E+07	Todo Lar	55.41	78 # 3	@ 4	21	67 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
6	380	202723	106,784.4	4.34E+07	240	47.84	10 # 8	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
7	380	131058	90,157.0	2.51E+07	240	27.64	10 # 6	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
8	380	59091	86,312.0	1.55E+07	240	17.08	9 # 5	@ 5	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6	
<b>TOTAL</b>									268.09			162		128	

EJECUCION DE PROGRAMA RESOL MUR

PRIMER EJEMPLO  
COLUMNA ANCHA

DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE  
MEDIANTE EL R. C. D. F.

MURO ELEMENTO # 6

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 400  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 5.220922E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 57.54985  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 57.55 cm<sup>2</sup>  
SON 12 VARILLAS DEL # 8 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 78762.977 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 21.00 cm<sup>2</sup>  
SON 67 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 7

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 320  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 2.507046E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 27.63499  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
EL AREA DE REFUERZO 27.63 cm<sup>2</sup>  
SON 10 VARILLAS DEL # 6 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 59711.352 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 17.00 cm<sup>2</sup>  
SON 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16,00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 8

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 320  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 1,09485E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 12,06846  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
 EL AREA DE REFUERZO 12,07 cm<sup>2</sup>  
 SOM 10 VARILLAS DEL # 4 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 44271,531 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305,801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 17,00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16,00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 9

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 320  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 5366134  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 5,915051  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
 EL AREA DE REFUERZO 5,92 cm<sup>2</sup>  
 SOM 9 VARILLAS DEL # 3 EN 1 LECHO(S) @ 5 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 28240,150 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305,801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 17,00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500

EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 10

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 320  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 3263121  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 3.596915  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
EL AREA DE REFUERZO 3.60 cm<sup>2</sup>  
SON 12 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 7303.650 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 17.00 cm<sup>2</sup>  
SON 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
DETALLE DEL REFUERZO EN CADA UNO DE LOS MUROS DE CONCRETO DISEÑADOS

## EJECUCION DE PROGRAMA RESOL MUR

PRIMER EJEMPLO  
MEDIANTE  
PLACASDISEÑO DE MUROS DE CORTANTE  
MEDIANTE EL R. C. D. F.

## MURO ELEMENTO # 1

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 400  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 4.280945E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 47.18855  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 47.19 cm<sup>2</sup>  
 SON 10 VARILLAS DEL # 8 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

## REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 5236.000 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 21.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 67 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

## MURO ELEMENTO # 2

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 320  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 2.301425E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 25.36844  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
 EL AREA DE REFUERZO 25.37 cm<sup>2</sup>  
 SON 9 VARILLAS DEL # 6 EN 1 LECHO(S) @ 5 CMS

## REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 9759.000 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 17.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

## MURO ELEMENTO # 3

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 320  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 7718750  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 8.508323  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
EL AREA DE REFUERZO 8.51 cm<sup>2</sup>  
SOW 12 VARILLAS DEL # 3 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 9033.500 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 17.00 cm<sup>2</sup>  
SOW 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SOW 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 4

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 320  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 1361038  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 1.500262  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
EL AREA DE REFUERZO 2.00 cm<sup>2</sup>  
SOW 7 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 5478.450 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 17.00 cm<sup>2</sup>  
SOW 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SOW 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 5

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 320  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
DISEÑO POR FLEXION

EL MOMENTO ES 1925858  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 2.122859  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 43  
EL AREA DE REFUERZO 2.12 cm<sup>2</sup>  
SON 7 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 4762.140 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 17.00 cm<sup>2</sup>  
SON 54 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
DETALLE DEL REFUERZO EN CADA UNO DE LOS MUROS DE CONCRETO DISEÑADOS

## EJECUCION DE PROGRAMA RESOL MUR

SEGUNDO EJEMPLO  
COLUMNA ANCHADISEÑO DE MUROS DE CORTANTE  
MEDIANTE EL R. C. D. F.

## MURO ELEMENTO # 1

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 400  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 5.845904E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 64.43898  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 64.44 cm<sup>2</sup>  
 SON 11 VARILLAS DEL # 9 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

## REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 40957.488 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 21.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 67 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

## MURO ELEMENTO # 2

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 380  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 2.536516E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 27.95984  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 27.96 cm<sup>2</sup>  
 SON 10 VARILLAS DEL # 6 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

## REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 2474.640 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 3

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 380  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 1.247551E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 13.75167  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 13.75 cm<sup>2</sup>  
SON 11 VARILLAS DEL # 4 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 16719.029 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 4

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 380  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 1.2673E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 13.96936  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 13.97 cm<sup>2</sup>  
SON 12 VARILLAS DEL # 4 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 51737.121 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500

EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 5

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 400  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250

ESTE ELEMENTO TRABAJA COMO COLUMNA

El porcentaje de acero mínimo es 2.635231E-03  
El momento de trabajo es : 5.891741E+07  
La carga de trabajo es : -273474.4  
El acero de refuerzo por flexión, va a todo lo largo del muro  
El eje centroidal está ubicado a 145 cms  
El porcentaje de refuerzo es : 8.63523E-03  
El momento resistente es : 5.922972E+07  
La carga resistente es : -485746.4  
EL AREA DE REFUERZO 55.41 cm<sup>2</sup>  
SOM 78 VARILLAS DEL # 3 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 91887.477 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 21.00 cm<sup>2</sup>  
SOM 67 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 6

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 380  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 4.339594E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 47.83504  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 47.84 cm<sup>2</sup>  
SOM 10 VARILLAS DEL # 8 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 106784.461 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000

EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 7

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 300  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 2.50762E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 27.64131  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 27.64 cm<sup>2</sup>  
SON 10 VARILLAS DEL # 6 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 90157.883 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 8

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 300  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 250  
DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 1.549856E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 17.08396  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 17.08 cm<sup>2</sup>  
SON 9 VARILLAS DEL # 5 EN 1 LECHO(S) @ 5 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 86312.328 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500

EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>

SOM S1 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

DETALLE DEL REFUERZO EN CADA UNO DE LOS MUROS DE CONCRETO DISEÑADOS

EJECUCION DE PROGRAMA RESOL MUR  
 DISEÑO DE MUROS DE CORTANTE  
 MEDIANTE EL R. C. D. F.

SEGUNDO EJEMPLO  
 MEDIANTE  
 PLACAS.

MURO ELEMENTO # 1

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 400  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 ESTE ELEMENTO TRABAJA COMO COLUMNA  
 El porcentaje de acero mínimo es 2.635231E-03  
 El momento de trabajo es : 4.487684E+07  
 La carga de tra bajo es : -309906  
 El acero de refuerzo por flexión, va a todo lo largo del muro  
 El eje centroidal est ubicado a 127 cms  
 El porcentaje de refuerzo es : 6.235231E-03  
 El momento resistente es : 4.500766E+07  
 La carga resistente es : -409407.1  
 EL AREA DE REFUERZO 41.01 cm<sup>2</sup>  
 SOM 58 VARILLAS DEL # 3 EN 1 LECHO(S) @ 5 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 27508.799 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 21.00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 67 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 2

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 380  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 DISEÑO POR FLEXION  
 EL MOMENTO ES 1.567037E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 17.27333  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 17.27 cm<sup>2</sup>  
 SOM 9 VARILLAS DEL # 5 EN 1 LECHO(S) @ 5 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 25075.801 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 3

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 380  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 D I S E Ñ O P O R F L E X I O N  
 EL MOMENTO ES 1645560  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 1.813889  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 2.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 7 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 14944.201 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 4

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 380  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 D I S E Ñ O P O R F L E X I O N  
 EL MOMENTO ES 2.08328E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 22.96385  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 22.96 cm<sup>2</sup>  
 SON 12 VARILLAS DEL # 5 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 3975.000 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 5

\*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 400

-EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972

ESTE ELEMENTO TRABAJA COMO COLUMNA

El porcentaje de acero mínimo es 2.635231E-03  
El momento de trabajo es : 3.3408E+07  
La carga de tra bajo es : -320466  
El acero de refuerzo por flexión, va a todo lo largo del muro  
El eje centroidal est ubicado a 110 cms  
El porcentaje de refuerzo es : 4.435231E-03  
El momento resistente es : 3.366268E+07  
La carga resistente es : -344195.3  
EL AREA DE REFUERZO 30.21 cm<sup>2</sup>

SOM 43 VARILLAS DEL # 3 EN 1 LECHO(S) @ 7 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 21451.201 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 21.00 cm<sup>2</sup>

SOM 67 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>

SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 6

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 380  
EL ESPESOR ES 20  
EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972

DISEÑO POR FLEXION  
EL MOMENTO ES 3.827574E+07  
EL VALOR DE Z ES 240  
EL AREA REQUERIDA ES 42.19107  
LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
EL AREA DE REFUERZO 42.19 cm<sup>2</sup>

SOM 11 VARILLAS DEL # 7 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 16574.400 Kgs  
EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>

SOM 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>

SOM 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 7

\*\*\*\*\*  
EL ANCHO ES 300  
LA ALTURA ES 380

EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 D I S E Ñ O P O R F L E X I O N  
 EL MOMENTO ES 1.26135E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 13.90377  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 13.90 cm<sup>2</sup>  
 SON 11 VARILLAS DEL # 4 EN 1 LECHO(S) @ 4 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 10238.400 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

MURO ELEMENTO # 8  
 \*\*\*\*\*

EL ANCHO ES 300  
 LA ALTURA ES 380  
 EL ESPESOR ES 20  
 EL f'c DEL CONCRETO ES 249.9972  
 D I S E Ñ O P O R F L E X I O N  
 EL MOMENTO ES 1.499245E+07  
 EL VALOR DE Z ES 240  
 EL AREA REQUERIDA ES 16.52607  
 LA DISTANCIA REQUERIDA ES 45  
 EL AREA DE REFUERZO 16.53 cm<sup>2</sup>  
 SON 9 VARILLAS DEL # 5 EN 1 LECHO(S) @ 5 CMS

REFUERZO POR CORTANTE

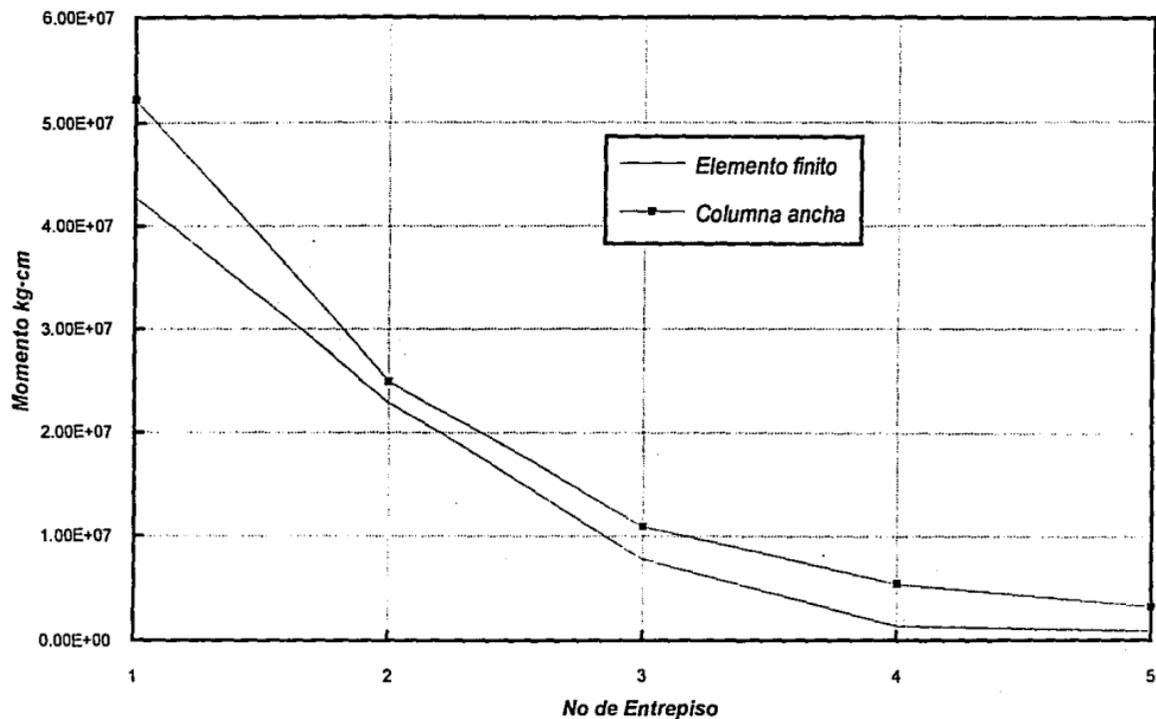
EL CORTANTE DEL ELEMENTO ES 10238.400 Kgs  
 EL CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO ES 54305.801 Kgs  
 EL PORCENTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL ES 0.0025000  
 EL AREA DE REFUERZO 20.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 64 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS

EL PORCENTAJE DE REFUERZO VERTICAL ES 0.002500  
 EL AREA DE REFUERZO 16.00 cm<sup>2</sup>  
 SON 51 VARILLAS DEL # 2 EN 1 LECHO(S) @ 6 CMS  
 DETALLE DEL REFUERZO EN CADA UNO DE LOS MUROS DE CONCRETO DISEÑADOS

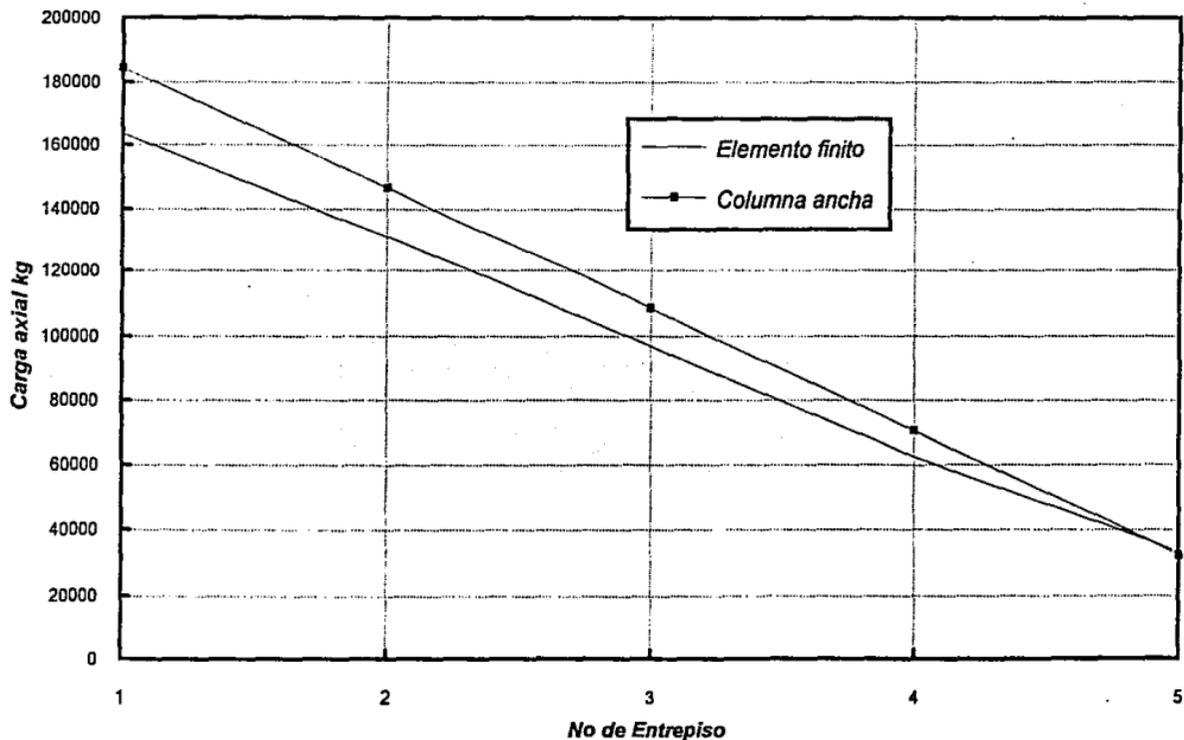
**ELEMENTOS MECANICOS Y RESULTADOS DE DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE CON LOS QUE TRABAJA EL PROGRAMA  
SEGUNDO EJEMPLO  
POR ELEMENTO FINITO**

Elem- ento	ELEMENTOS MECANICOS				FLEXOCOMPRESION				CORTANTE					
	Altura Nivel	Carga axial	Fuerza Cortante	Mom. Flexion	Distancia Dist.	Refuerzo			HORIZONTAL			VERTICAL		
						Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.	Area	Acero	Distrib.
(cms)	(kgs)	(kgs)	(kgs*cm)	(cms)	(cms <sup>2</sup> )		(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
1	400	309906	27,509.0	4.49E+07	todo largo	41	58 # 3	@ 5	21	67 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
2	380	230048	25,075.0	1.57E+07	45	17.2	9 # 5	@ 5	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
3	380	147669	14,944.0	1.65E+06	45	2	7 # 2	@ 6	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
4	380	69888	3,975.0	2.08E+07	45	23	12 # 5	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
5	400	320468	21,415.0	3.34E+07	todo largo	30	43 # 3	@ 7	21	67 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
6	380	238372	16,574.0	3.83E+07	45	42.2	11 # 7	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
7	380	153792	10,238.0	1.26E+07	45	14	11 # 4	@ 4	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
8	380	71929	10,238.0	1.50E+07	45	17	9 # 5	@ 5	20	64 # 2	@ 6	16	51 # 2	@ 6
<b>TOTAL</b>						<b>186.4</b>			<b>162</b>			<b>128</b>		

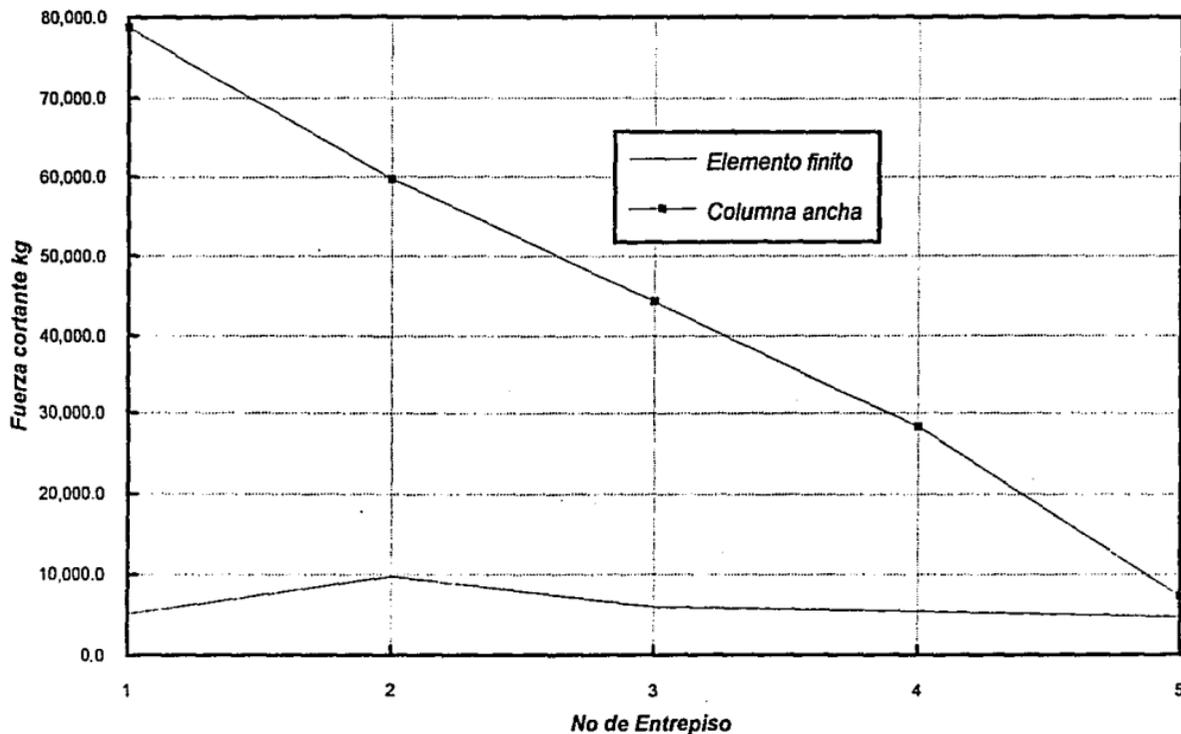
## Primer ejemplo, Muro Central, Momentos en el muro



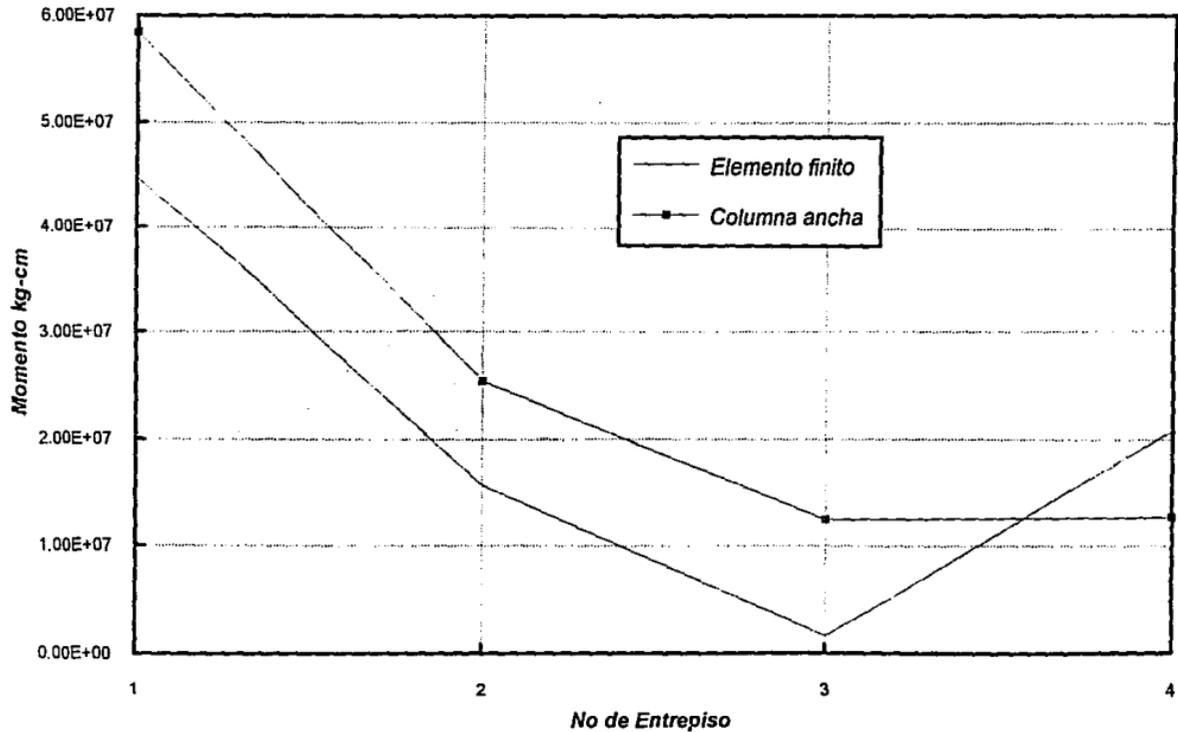
## Primer ejemplo, Muro Central, Carga axial en el muro



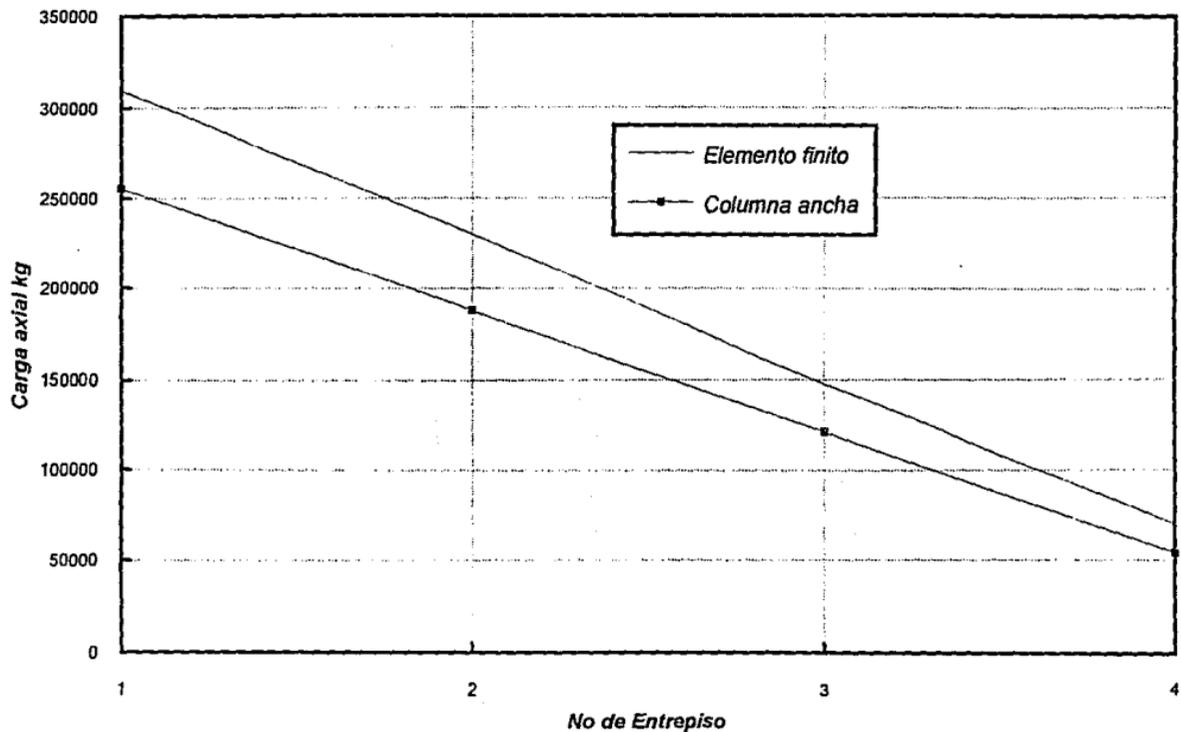
## Primer ejemplo, Muro Central, Fuerza cortante en el muro



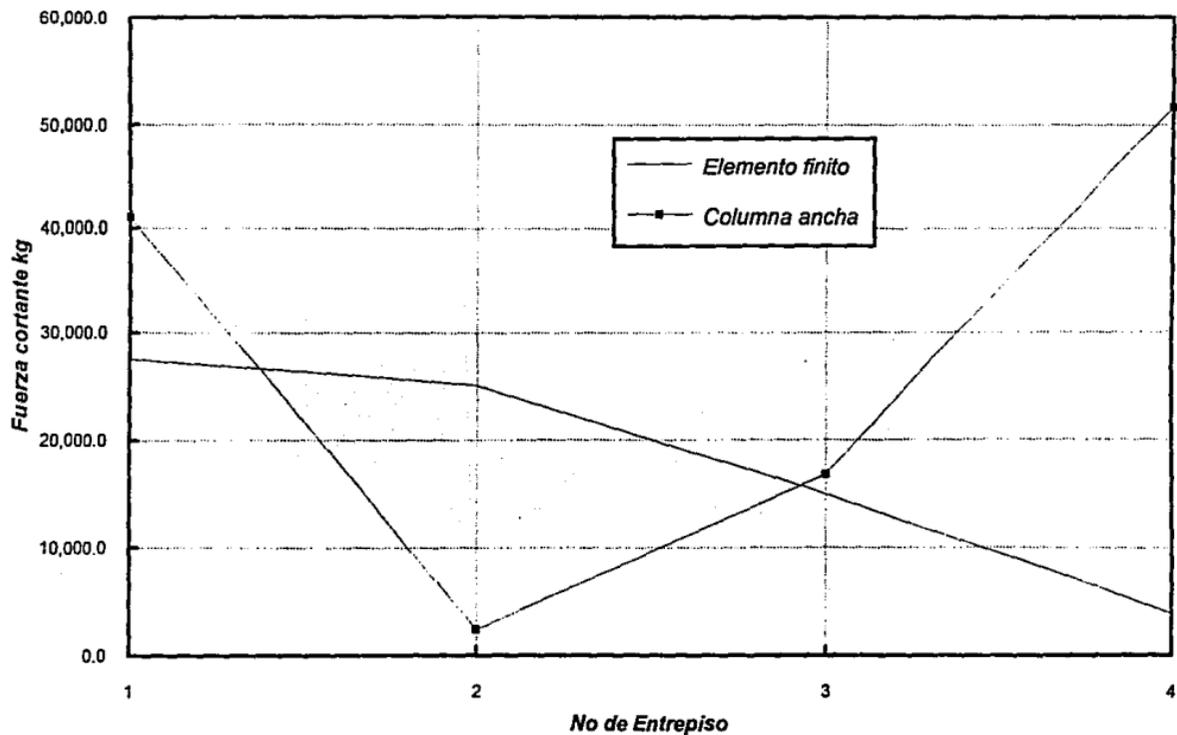
## Segundo ejemplo, Momentos en el muro izquierdo



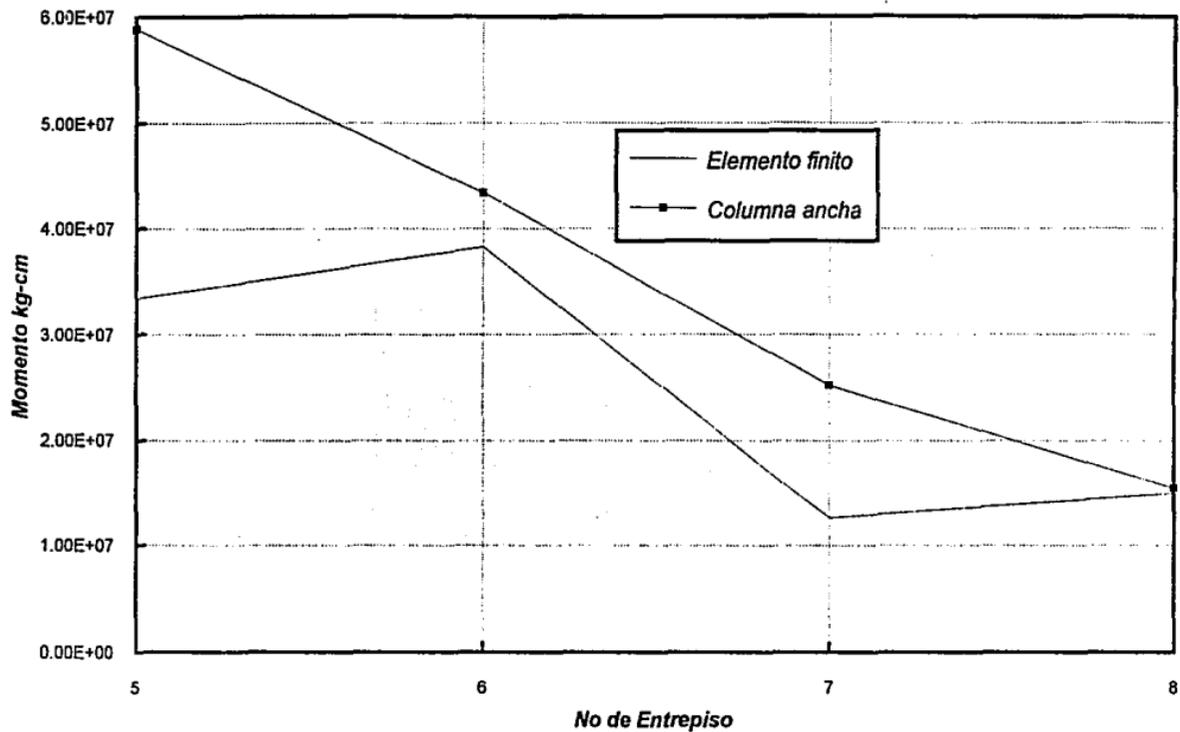
## Segundo ejemplo, Carga axial en el muro izquierdo



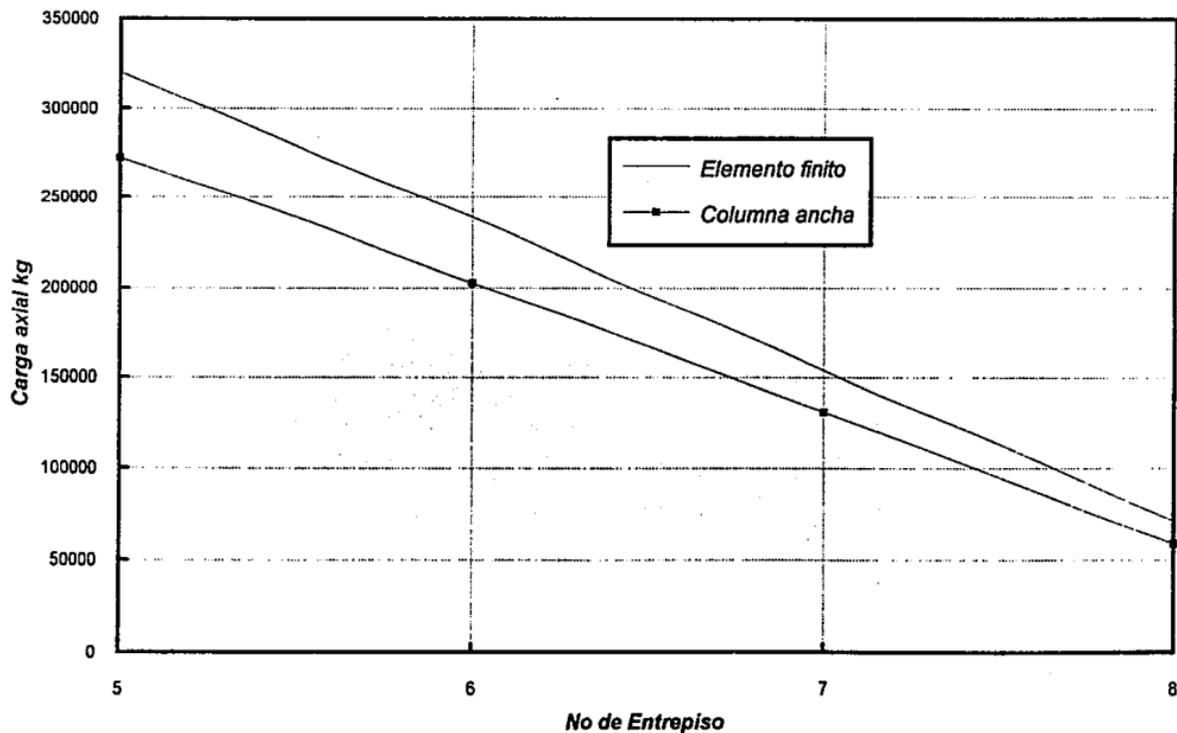
## Segundo ejemplo, Fuerza cortante en el muro izquierdo



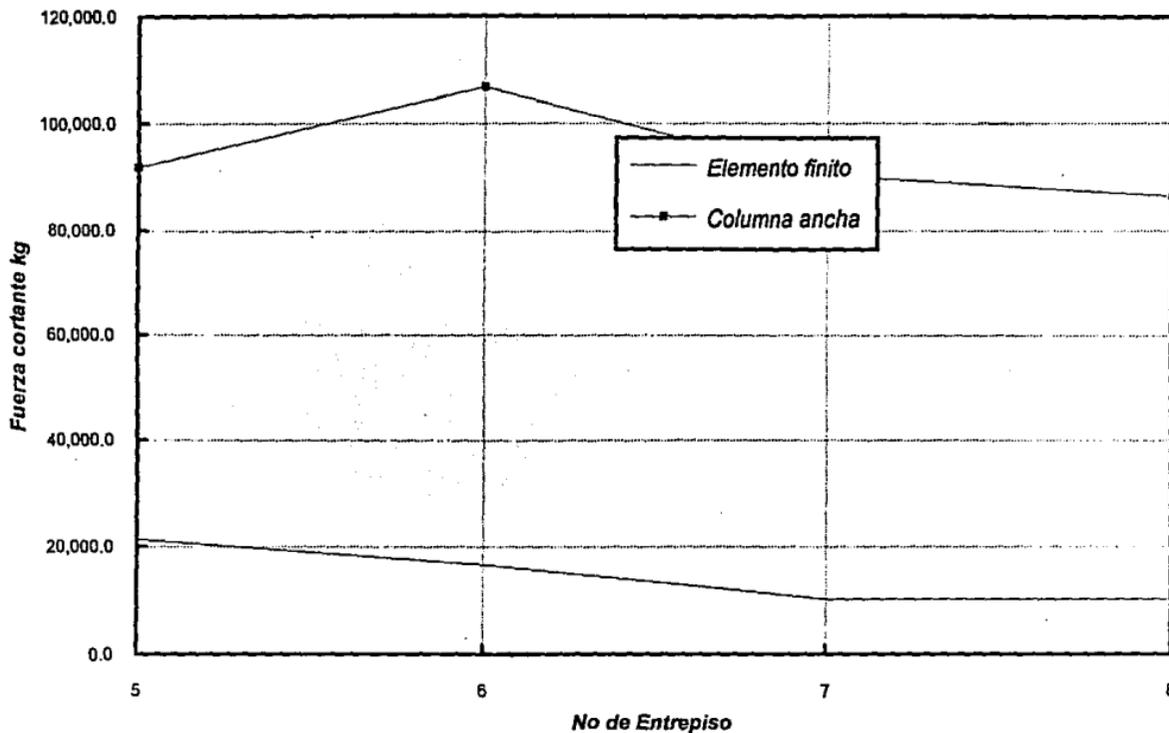
## Segundo ejemplo, Momentos en el muro derecho



## Segundo ejemplo, Carga axial en el muro derecho



## Segundo ejemplo, Fuerza cortante en el muro derecho



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**DISEÑO DE  
MUROS DE CORTANTE**

***ANEXO D***

***GUIA DE USO DEL  
PROGRAMA***

**FERNANDO MERCADO GUZMAN**

## **INSTRUCTIVO DE INSERCIÓN DE DATOS AL PROGRAMA DE RESOLUCIÓN DE MUROS HECHO EN BASIC.**

Para el uso del usuario del programa, en este instructivo pretendemos enseñar los datos y las bases par que se pueda hacer correr el programa de diseño de muros de concreto.

Debido a lo particular del diseño de los muros mediante el R.C.D.F. es necesario respetar los siguientes parámetros de la estructura para que no se tenga complicaciones con el empleo del programa; por lo cual damos algunas recomendaciones para el empleo.

### **ESTRUCTURA**

Es posible trabajar en el diseño de muros de concreto o cortante en estructuras, las cuales tengan las siguientes características

### **DE UNIDADES**

#### **Kilogramos (peso)**

- *Cargas actuantes*
- *Cargas resultantes*
- *Fuerzas aplicadas*
- *Resultados de análisis*

#### **Centímetros (distancia)**

- *Geometría del edificio*
- *Geometría de las secciones del muro*
- *Ubicación de los elementos*

### **DE ANALISIS**

El análisis de la estructura, la cual contiene los muros de cortante, esté analizada de preferencia en el programa SAP90 o SAP80, teniendo a la disposición del directorio de trabajo a los archivos de trabajo, los cuales son arrojados por los mencionados programas de análisis. Teniendo al menos los siguientes archivos.

## **INSTRUCTIVO DEL PROGRAMA**

---

<b>SAP90</b>	<b>SAP80</b>
<b>*.SAP</b>	<b>*.SAP</b>
<b>*.SOL</b>	<b>*.SOL</b>
<b>*.F3F</b>	<b>*.F3F</b>
<b>*.QUA</b>	<b>*.F4F</b>
	<b>*.QUA</b>

Se deberá conocer también el nombre del archivo de lanzamiento el cual emplea el SAP80 o el SAP90 para correr el marco.

Además de conocer la información de los archivos corridos de SAP, se deberá conocer alguna de las características de los elementos mecánicos analizados en SAP, los cuales se desee diseñar, estas características varían de acuerdo al tipo de análisis que se haya hecho; según este deberán conocerse los siguientes datos.

### **ANALISIS EN SAP COMO COLUMNA**

Debido a que al analizar el muro como columna, se deberán conocer los datos básicos de esta dentro de la estructura analizada o simulada en el SAP.

#### **DATOS DE GEOMETRIA**

- Ubicación del muro dentro de la estructura
- La cantidad de muros como columna que tiene la estructura analizada
- El número de cada uno de los elementos analizar.

### **ANALISIS EN SAP COMO PLACA.**

En dado caso de que se opte analizar el muro como placas o membranas dentro de la estructura analizada, se deberá de conocer algunos datos correspondientes a la manera en que se fueron simulando los muros.

Cuando se simula el muro como placas o membrana, se analiza el comportamiento de los materiales en puntos los cuales sean elegidos. por lo general y debido a que Los programas de SAP, tienen cierta facilidad para que

## **INSTRUCTIVO DEL PROGRAMA**

---

ubiquemos los puntos de interés en forma ordenada, se deben conocer el numero de las placas, las cuales juntas conforman la base y la parte superior de cada una de las columnas de manera seguida.

Por ello los datos de la estructura a conocer son los siguientes

- Ubicación de los muros dentro de la estructura.
- La cantidad de los muros a analizar dentro de la estructura
- La ubicación de las placas que conforman el muro simulado
- El numero de la placas que forman el muro a lo ancho,(cuanttasplacas comprenden el ancho del muro).
- El número de la placa extremo de la base del muro, el incremento de numeración para llegar a la siguiente placa de la base de cada uno de los muros.
- El número de la placa extremo de la parte superior del muro, el incremento de numeración para llegar a la siguiente placa de la parte superior de cada uno de los muros.

Además de poder diseñar mediante el programa los elementos analizados en uno de los programas SAP, se puede también diseñar los muros los cuales hayan sido analizados de otra manera; como ser mediante otro programa de computadora o mediante algún método cuyos cálculos sean hechos manualmente.

### **ELEMENTOS ANALIZADOS DE OTRA FORMA**

El programa puede diseñar los elementos analizados de otra manera, siempre que se conozcan los datos básicos que se pueden conocer del análisis estructural.

**Datos de la geometría de la sección.**

- *Altura*
- *Longitud*
- *Ancho*
- *Area*
- *Momento de inercia en x*
- *Momento de inercia en y*
- *Area de cortante.*

**Datos de los elementos mecánicos.**

## **INSTRUCTIVO DEL PROGRAMA**

---

- *Carga axial*
- *Momento actuante mayor*
- *Momento actuante menor*
- *Fuerza cortante mayor en el elemento.*

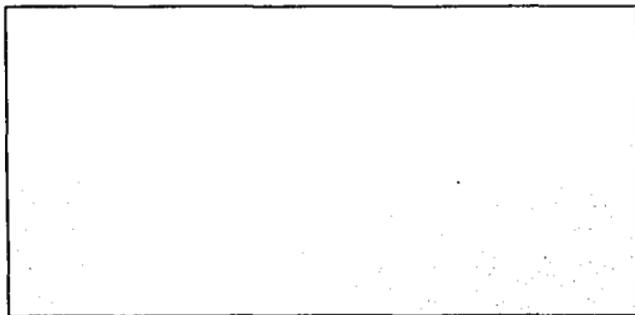
### **Datos de los materiales**

- *Módulo de elasticidad*
- *Esfuerzo de compresión del concreto  $f_c$ .*
- *Esfuerzo de fluencia del acero.*

Estos datos son introducidos al programa de manera manual mientras el programa va corriendo, según se vaya preguntado en las pantallas.

### **PANTALLA # 1**

Esta pantalla carece de importancia en cuanto a la introducción de datos del programa y es una mera presentación con algunos datos pertinentes al programa, por lo cual es un adorno.



**PANTALLA # 2**

Es en esta pantalla en la que se preguntan y se definen los datos correspondientes al directorio y a los archivos de trabajo. Es importante tener presente que el directorio de trabajo es en el que se deben de encontrar los archivos que el SAP arroja como resultado y en el que se arrojarán los resultados del diseño de los muros.

<b>PROGRAMA DE MUROS</b>
LA RUTA DE ACCESO DEL ARCHIVO ? A:
EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE SOLUCIONES ? TIMARI

**PANTALLA # 3**

En esta pantalla se define de acuerdo al tipo de análisis que se realizó, la manera en que el programa vaya a diseñar el elemento. Solo se incluyen el análisis como columna y como placa en las versiones de SAP80 y SAP90, además de la opción de diseñar con los datos obtenidos mediante otro análisis. Dentro del menú que

## INSTRUCTIVO DEL PROGRAMA

---

se despliega en esta pantalla, está el de salir del programa, en caso que por algún motivo se quiera detener la ejecución del mismo.

```
***** CON QUE RESULTADOS LOS QUIERE TRABAJAR*****  
  
1          SAP80 METODO DE COLUMNA ANCHA  
2          SAP80 METODO DE PLACA  
3          SAP90 METODO DE LA COLUMNA ANCHA  
4          SAP90 METODO DE PLACA  
5          DATOS POR TECLADO  
6          SALIR  
  
          CUAL ES LA OPCION ELEGIDA  ?      3
```

### PANTALLA # 4

Esta pantalla se pregunta por los datos de los muros, los cuales fueron analizados como columnas en alguna de las versiones de SAP para las que puede diseñar el programa. Esta pantalla corre solo en caso de que se elija la opción 1 o 3 en la pantalla anterior.

```
          CUANTOS MUROS SON ?  3  
  
QUE NUMERO DE ELEMENTO TIENE EL MURO 1 ?  6  
QUE NUMERO DE ELEMENTO TIENE EL MURO 2 ?  7  
QUE NUMERO DE ELEMENTO TIENE EL MURO 3 ?  8  
  
Trabajando con el archivo  a:\1mar1.sap  
Trabajando con el archivo  a:\1mar1.f3f  
Trabajando con el archivo  a:\1mar1.sol
```

---

### DISEÑO DE MUROS

**PANTALLA # 5**

Esta pantalla corre en caso de que se haya elegido la opción 2 o 4 de la pantalla # 2 o sea que se haya analizado los muros a diseñar mediante alguna de la versiones de SAP y como placas o como membrana de concreto.

```
CUANTOS MUROS SON
MURO # 1
CUANTAS PLACAS TIENE DE ANCHO , EL MURO ? 6

EN EL EXTREMO INFERIOR
PLACA COMIENZO ? 97
INCREMENTO DE NUMERO ? 1
76 98 99 100 101 102

EN EL EXTREMO SUPERIOR
PLACA COMIENZO ? 121
INCREMENTO DE NUMERO ? 1
121 122 123 124 125 126

Trabajando con el archivo a:\timar1.qua
Trabajando con el archivo a:\timar1.sap
Trabajando con el archivo a:\timar1.sol
Trabajando con el archivo a:\timar1.f4f
```

**PANTALLA # 6**

Esta pantalla muestra el numero de muros que fueron diseñados y el archivo en el cual se alojaron los resultados.

```
SE ANALIZARON 3 MUROS DE CORTANTE

EL ARCHIVO DE DISEÑO ES A:\TIMARI.MUR
```