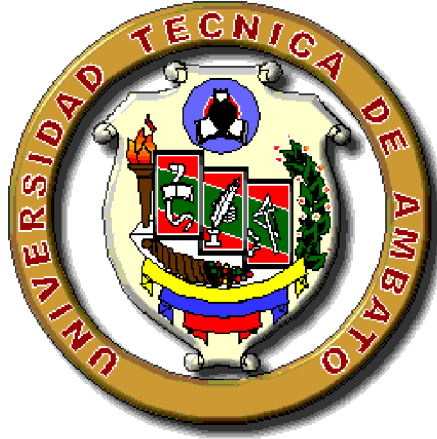


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

---

**GUÍA MULTIMEDIA PARA EL DISEÑO DE MUROS A  
GRAVEDAD, MUROS EN CANTILIVER Y MUROS CON  
CONTRAFUERTE**

---

---

**AUTOR:**

**CHRISTIAN GERMAN GALLEGOS CAMPOS**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Ing. M.Sc. CARLOS DE LA TORRE**

**AMBATO – ECUADOR**

**2006**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de director de la presente Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil, bajo el tema “Guía Multimedia para el diseño de Muros a Gravedad, Muros en Cantiliver y Muros con Contrafuerte”, ejecutada por el Sr. Christian German Gallegos Campos, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que la presente tesis es un trabajo inédito, la misma que ha sido concluida en forma total, en apego al Plan de Tesis aprobado.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos de la Torre', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Ing. M.Sc. Carlos de la Torre

## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Agua Santa de Baños de la cual soy un ferviente devoto.

A mis queridos padres Fausto German y Marcia Angelita por el apoyo y comprensión brindados, a Nelson Rodrigo porque que más que un tío es como mi hermano mayor siempre preocupado por mi bienestar, y a mi hermana Mayra Angela por ser mi constante compañía.

*Christian German*

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a todos mis maestros, en especial al Ing. M.Sc. Carlos de la Torre director de la presente tesis, por su dedicación y permanente ayuda, también quiero dejar constancia de mi agradecimiento a los señores ingenieros miembros del CODIGEM por la amistad y apertura brindada, al personal de secretaría, a todos mis amigos especialmente a Silvia Paulina por su permanente compañía y apoyo, así como a todos los demás miembros de mi querida facultad que de una u otra manera me han brindado su ayuda.

*Christian German*

SOLO VENCIÉNDOTE VENCERÁS

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL	V
PROLOGO	VIII

### CAPITULO I

1.- Generalidades sobre muros.....	1
1.1.- Definición de muros de contención.....	1
1.2.- Principales términos usados en los muros de contención.....	2
1.3.- Tipos de muros de contención.....	2
1.4.- Tipos de empujes en muros de contención.....	5
1.5.- Teoría de Rankine.....	6
1.6.- Presión hidrostática.....	11
1.7.- Peso propio.....	13
1.8.- Seguridad al volcamiento.....	14
1.9.- Seguridad al deslizamiento.....	15
1.10.- Comprobación del punto de aplicación de la fuerza normal ( N ),y de presiones en el terreno.....	19
1.11.- Formas de agotamiento de los muros.....	26
1.12.- Diseño del refuerzo del muro.....	30
1.13.- Procedimiento a seguir en el diseño de muros.....	31

### CAPITULO II

2.- Diseño de muros de gravedad.....	32
2.1.- Proceso de cálculo.....	32
2.2.- Ejercicios propuestos.....	36

2.2.1.- Ejercicio de diseño.....	36
2.2.2.- Ejercicio de diseño.....	42
2.2.3.- Ejercicio de diseño.....	49

### **CAPITULO III**

3.- Diseño de muros en cantiliver o voladizo.....	56
3.1.- Proceso de cálculo.....	56
3.2.- Ejercicios propuestos.....	62
3.2.1.- Ejercicio de diseño.....	62
3.2.2.- Ejercicio de diseño.....	90

### **CAPITULO IV**

4.- Diseño de muros con contrafuertes.....	117
4.1.- Proceso de cálculo.....	118
4.2.- Ejercicios propuestos.....	126
4.2.1.- Ejercicio de diseño.....	126
4.2.2.- Ejercicio de diseño.....	168

### **CAPITULO V**

5.- Software para el diseño de muros a Gravedad, muros en Cantiliver y muros con Contrafuerte.....	211
5.1.- Software de programación.....	211
5.1.1.- Visual Basic.....	211
5.2.- Manual de Usuario.....	214
A.- Instalación del programa.....	214
B.- Descripción general del programa.....	214
C.- Diseño de muros a gravedad.....	218
D.- Diseño de muros en cantiliver.....	227

E.- Diseño de muros con contrafuerte interno.....	242
F.- Diseño de muros con contrafuerte externo.....	258
G.- Limitaciones y factores del programa.....	276
5.3.- Análisis y comparación de los resultados obtenidos con el software diseñado.....	282
5.3.1.- Muros a gravedad.....	282
5.3.2.- Muros en cantiliver.....	286
5.3.3.- Muros con contrafuerte.....	295
A.- Muros con contrafuerte interno.....	295
B.- Muros con contrafuerte externo.....	309

## **CAPITULO VI**

6.- Sistema Multimedia para el diseño de muros a Gravedad, muros en Cantiliver y muros con Contrafuerte.....	323
6.1.- Sistemas Multimedia.....	323
6.2.- Conociendo Multimedia.....	324
6.2.1.- Definición.....	324
6.2.2.- Componentes Multimedia.....	324
6.2.3.- ¿Dónde se utilizan los equipos y sistemas multimedia?.....	325
6.3.- Macromedia Dreaweaver.....	326
6.4.- Macromedia Flash.....	327
6.5- Manual de usuario de la Guia Multimedia para el diseño de muros a Gravedad, muros en Cantiliver y muros con Contrafuerte.....	328
A.- Especificaciones y requisitos del sistema.....	328
B.- Características generales.....	328
C.- Acceso y uso de la Guia Multimedia.....	329

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>336</b>
--------------------------	------------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>338</b>
--------------------	------------

## PRÓLOGO

En el presente trabajo de investigación se ha procurado hacer una exposición clara y concisa sobre el diseño de muros a Gravedad, muros en Cantiliver y muros con Contrafuerte, desarrollando de manera ordenada y sistemática todos los pasos a seguir en el análisis y diseño de estos elementos estructurales. Para este efecto se ha diseñado un sistema multimedia que beneficia el proceso de enseñanza – aprendizaje, así como un software para el diseño de los elementos estructurales antes mencionados.

Este trabajo de investigación está dividido en siete capítulos, el orden de presentación de estos, esta determinado por una secuencia lógica y progresiva en la cual se ha puesto especial empeño en que las ilustraciones, así como los ejercicios sean adecuados y comprensibles; a continuación se describe brevemente sobre que temas trata cada capítulo.

El primer capítulo trata sobre las generalidades de los muros como definiciones, tipos de muros, presiones que se ejercen sobre ellos y como se determinan los factores de seguridad. En el segundo capítulo, se muestra detalladamente el proceso de cálculo de muros a Gravedad. En el capítulo tercero, se muestra el proceso detallado del cálculo de muros en Cantiliver. En el cuarto capítulo, se muestra al igual que en los dos anteriores el proceso detallado del cálculo de muros con Contrafuerte. En el quinto capítulo, se muestra el manual de usuario del software para el diseño de los muros de contención antes mencionados y la comprobación de la utilidad del software mediante los resultados obtenidos. En el capítulo sexto, se muestra el manual de usuario de la guía multimedia para el diseño de muros a Gravedad, muros en Cantiliver y muros con Contrafuerte. En el capítulo séptimo, se muestran las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación. Al final del documento se encuentra la bibliografía empleada y los anexos.



Ambato Julio 05, 2006

Ing. M Sc.

Jorge León Mantilla

DECANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Presente

De mi consideración:

Yo, Ing. M.Sc. Carlos de la Torre, en mi calidad de director de la Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil, bajo el tema “GUÍA MULTIMEDIA PARA EL DISEÑO DE MUROS A GRAVEDAD, MUROS EN CANTILIVER Y MUROS CON CONTRAFUERTE”, ejecutada por el Sr. CHRISTIAN GERMAN GALLEGOS CAMPOS, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que la presente tesis es un trabajo inédito, la misma que ha sido concluida en forma total, en apego al Plan de Tesis aprobado.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos de la Torre', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Ing. M.Sc. Carlos de la Torre

## **CAPITULO I**

### **1.- GENERALIDADES SOBRE MUROS DE CONTENCIÓN**

#### **1.1.- DEFINICIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN**

Los muros de contención<sup>1</sup> son estructuras que proporcionan soporte lateral a una masa de suelo y deben su estabilidad principalmente a su propio peso y al peso del suelo que esté situado directamente arriba de su base.

El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial, frecuentemente en la construcción de edificios o puentes es necesario contener la tierra en una posición muy próxima a la vertical; siempre que se requieran rellenos y terraplenes hay necesidad de proyectar muros de contención, así como en los edificios con sótanos la construcción de muros de contención se hace indispensable.

Los muros de contención son estructuras continuas, permanentes y relativamente rígidas, que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno. Los muros de contención constituyen partes propias de muchas cimentaciones y su proyecto es una de las funciones del ingeniero especialista en cimentaciones.

La construcción de muros es una práctica muy antigua, que se inicio debido a las múltiples necesidades del hombre, para obtener mayor seguridad en los lugares donde habitaba. Antes de 1900, los muros se construían de mampostería de piedra. Desde esa época, el concreto con o sin refuerzo, ha sido el material dominante.

---

<sup>1</sup> PECK R., HANSON W., THORNBURN T.,(1983); Ingeniería de Cimentaciones, Segunda Edición, México, Editorial Limusa, S.A., Pag. 285

Los muros de contención son elementos estructurales que deben proporcionar una adecuada seguridad para soportar todas las fuerzas y presiones que se ejercen sobre el.

## 1.2.- PRINCIPALES TÉRMINOS USADOS EN LOS MUROS DE CONTENCIÓN

Tomando el caso más común de un muro de contención, emplearemos las designaciones que se indican en la figura 1-1

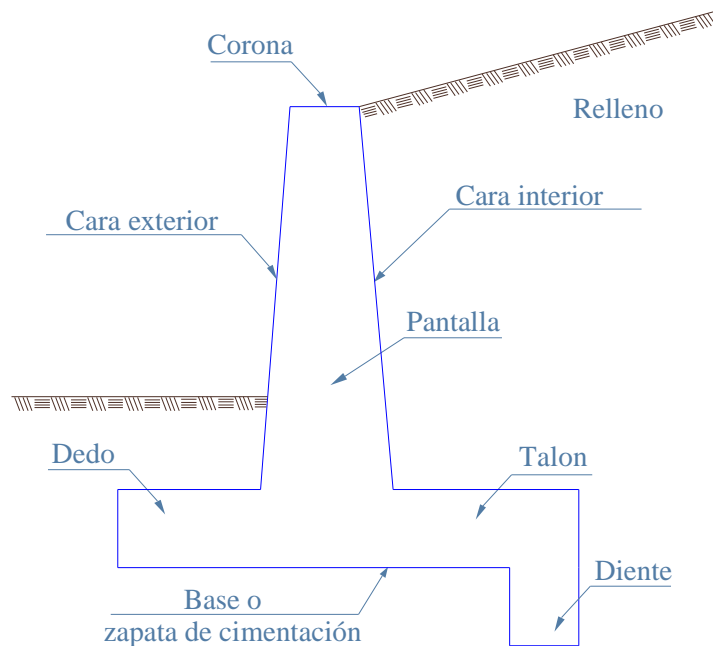


Fig. 1-1

## 1.3.- TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN

Los tipos más comunes en su uso son el de gravedad, el de cantiliver o voladizo y el de contrafuertes

### a).-MUROS DE GRAVEDAD

Los muros de gravedad son aquellos muros que dependen para su estabilidad completamente de su propio peso y el del suelo que se apoya en ellos, y son económicos para alturas menores que varían de tres a cinco metros.

Estos muros, en cuanto a su sección transversal, pueden ser de diferentes formas y pueden ser construidos de piedra o de concreto, que son los materiales que pueden resistir bien esfuerzos de compresión y cortante, pero muy poco los esfuerzos de tracción, de manera que su diseño debe evitar los esfuerzos de este tipo, a continuación se muestran algunas de las formas más comunes de muros de gravedad en la figura 1-2

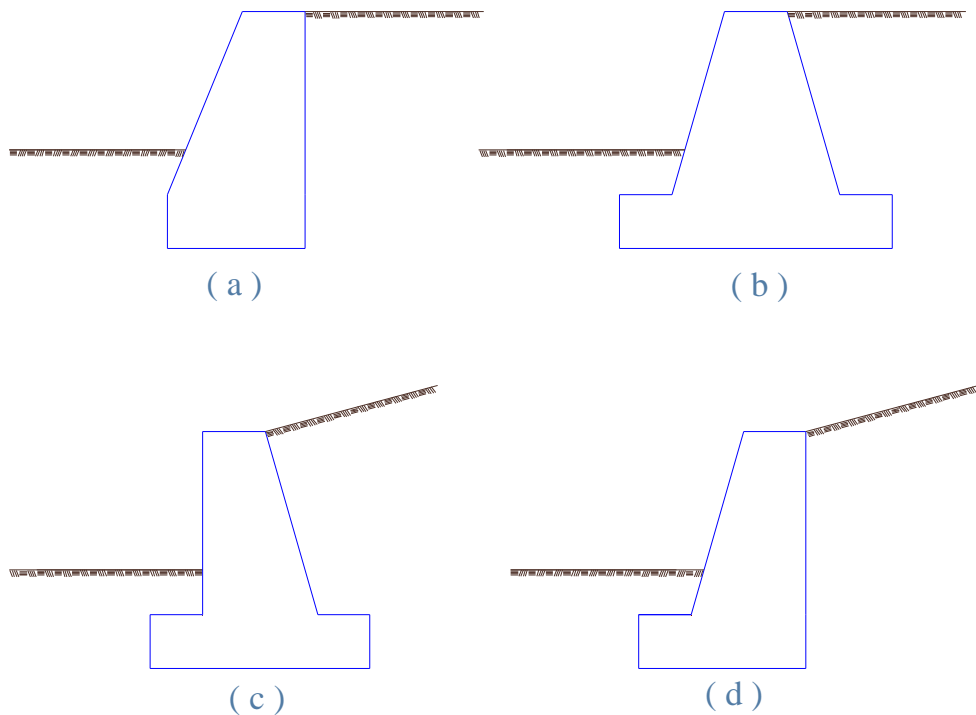


Fig. 1-2

### **b).- MUROS EN VOLADIZO O EN CANTILIVER**

Son aquellos que trabajan como viga en voladizo, empotrados en una zapata inferior. Estos muros se diseñan en hormigón armado y se recomienda su uso

para alturas intermedias hasta los nueve metros, y como ya se dijo estructuralmente es una viga ancha sobre la cual actúa el empuje de la tierra que aumenta uniformemente hasta llegar a un máximo en el punto de empotramiento de la viga con la base del muro.

Este tipo de muros se refuerza verticalmente para contrarrestar el momento flexionante y horizontalmente para evitar las grietas, en la figura 1-3 se muestran algunas de las formas más comunes de muros en cantiliver

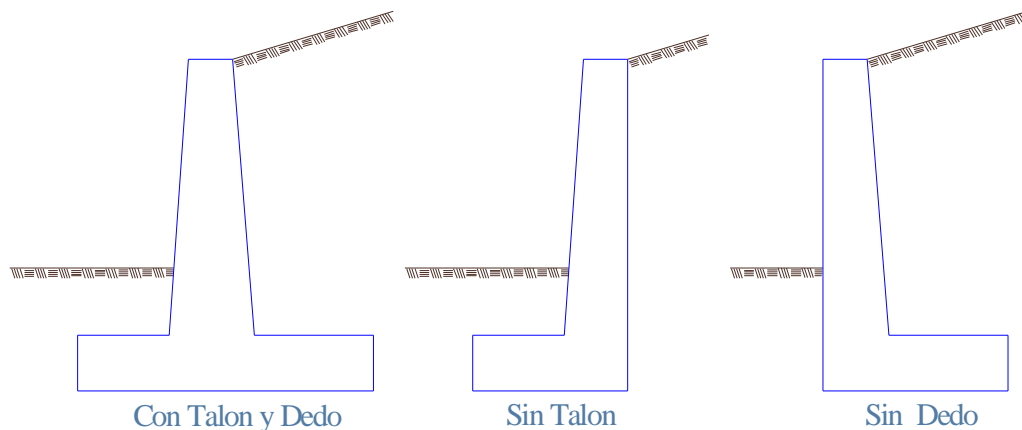


Fig. 1-3

### c).-MUROS CON CONTRAFUERTE

Los muros con contrafuertes<sup>2</sup> consisten en una losa plana vertical soportada en los lados por los contrafuertes y en la base por la cimentación del muro. Corrientemente no se tiene en cuenta el apoyo de la losa en la cimentación del muro y se proyecta como si fuera una losa continua apoyada en los contrafuertes.

Con objeto de proveer mayor espacio útil en el frente del muro, los contrafuertes se colocan en la parte posterior, estos requieren gran cantidad de refuerzo, pero por otra parte, es posible en general, que el muro tenga menor altura.

<sup>2</sup> SOWERS B.,SOWERS F. (1972); Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Primera Edición, México, Editorial Limusa, S.A.,Pag. 438

Estos muros resisten los empujes trabajando como losas continuas apoyadas en los contrafuertes, es decir que el refuerzo principal en el muro lo lleva horizontalmente, estos muros se realizan en hormigón armado y resultan económicos para alturas mayores de 9 m

En la figura 1-4 se muestra un muro con el contrafuerte al exterior, y otro muro con el contrafuerte al interior.

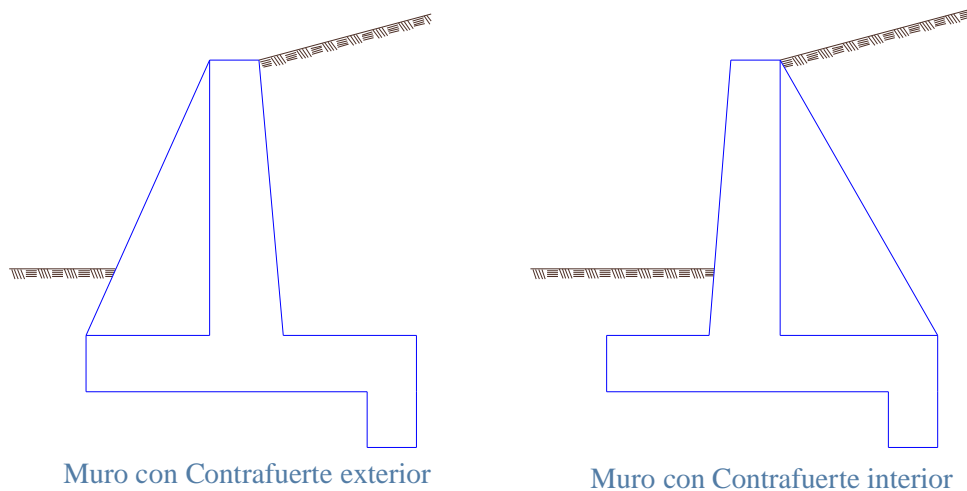


Fig. 1-4

#### 1.4.- TIPOS DE EMPUJES EN MUROS DE CONTENCIÓN

El empuje es<sup>3</sup> la presión ejercida por el suelo contra el muro de contención o viceversa y depende de la inclinación del muro, las propiedades del suelo, y la ubicación del nivel freático.

a) Presión Activa ( PA ): es el empuje o presión ejercida por el suelo contra el muro de contención

b) Presión Pasiva ( PP ): es el empuje o presión ejercida por el muro de contención contra el suelo

---

<sup>3</sup> DILLON S. (1996); Cimentaciones, Primera Edición, P.U.C.E., Ecuador, Pag. 125

Existen diversas teorías para la determinación de estas presiones, entre las que destacan las debidas a Coulomb y Rankine. En ambas teorías se establecen diversas hipótesis simplificativas del problema, que conducen a cierto grado de error, pero producen valores de empuje que entran dentro de los márgenes de seguridad.

En el estado actual de conocimientos se pueden calcular los empujes del terreno con razonable precisión en el caso de suelo granulares. Para otros tipos de suelo la precisión es poco satisfactoria.

Consideraremos a la cohesión de las tierras que es una de las características de los terrenos arcillosos y que está en función de las condiciones de estabilización en las arcillas, y de la cantidad de agua que contienen. Esta característica no es constante, por lo que es mejor no tomarla en cuenta, y calcular el muro en función de las características constantes del suelo o relleno como son su densidad y el ángulo de talud natural.

Los empujes o presiones pasivas ( PP ) , ocurren en la parte delantera de los muros y en los dientes; en el cálculo es preferible no tomarlos en cuenta debido a que es posible que el relleno de la parte delantera del muro sufra una erosión, o que ocurran fuerzas de corte que eliminen la presión pasiva . Al no tomarlos en cuenta se esta por el lado de la seguridad.

En este trabajo se analizarán los empujes con el método de Rankine porque con este se obtienen valores considerablemente precisos.

## **1.5.- TEORÍA DE RANKINE**

En esta teoría Rankine (1857)<sup>4</sup> supone que el suelo es homogéneo, y que se encuentra en un estado de equilibrio plástico, no se consideran fuerzas de fricción entre el suelo y el muro, y el relleno puede ser inclinado. Con estas

---

<sup>4</sup> BOWLES J.,(1984), Foundation Analysis and Design, Third Edition, Tokyo, McGraw – Hill Kogakusha Ltda.,Pag. 388

consideraciones logro simplificar el problema, y llego a obtener las siguientes ecuaciones:

Presión Activa

$$PA = \frac{\gamma_s * H^2}{2} \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} = \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 * Ka$$

$$pa = \gamma_s * Ka * H$$

donde: 
$$Ka = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Cuando el relleno es horizontal  $\beta = 0^\circ$ :

$$PA = \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 * \left( \frac{1 - \text{sen} \phi}{1 + \text{sen} \phi} \right)$$

Presión Pasiva

$$PP = \frac{\gamma_s * HF^2}{2} \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} = \frac{1}{2} \gamma_s * HF^2 * Kp$$

$$pp = \gamma_s * Kp * HF$$

donde: 
$$Kp = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Cuando el relleno es horizontal  $\beta = 0^\circ$ :

$$PP = \frac{1}{2} \gamma HF^2 \left( \frac{1 + \text{sen} \phi}{1 - \text{sen} \phi} \right)$$



Donde:

$PA$  = Presión Activa

$pa$  = Presión Activa unitaria

$Ka$  = coeficiente de presión activa

$PP$  = Presión Pasiva

$pp$  = Presión Pasiva unitaria

$Kp$  = coeficiente de presión pasiva

$\beta$  = ángulo de inclinación del relleno

$\phi$  = ángulo de fricción interna del suelo

$\gamma_s$  = peso específico del suelo

$H$  = altura del muro

$HF$  = altura de cimentación del muro

El diagrama de intensidad de la presión real de las tierras es muy complejo, por lo que es corriente adoptar una distribución lineal de dicha presión debida a los empujes activo o pasivo. Se supone que la intensidad aumenta con la altura en función del peso del material, de modo que a la presión horizontal de la tierra contra el muro suele llamársela frecuentemente presión de fluido equivalente siendo esta una distribución triangular.

No obstante de ser una aproximación, en el caso de un relleno inclinado tal como se indica en la figura 1-5 se considera que la fuerza ( $PA$ ) es paralela a la superficie libre del relleno, encontrándose localizada a un tercio de la altura total del muro tomada a partir de su base, así pueden determinarse fácilmente las componentes horizontal y vertical de dicha fuerza las mismas que son igual a:

$$Ph = Pa \cdot \cos \beta$$

$$Pv = Pa \cdot \sen \beta$$

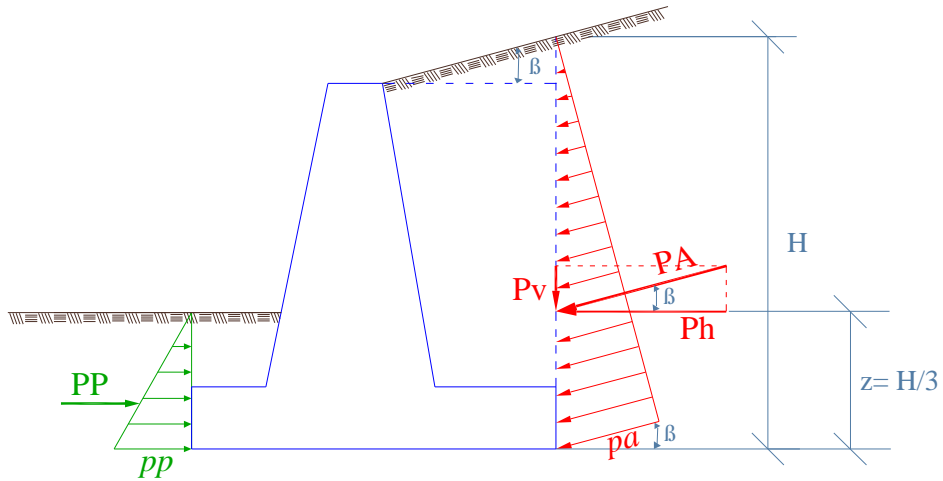


Fig. 1-5

A continuación mostramos las tablas para determinar los coeficientes de la presión activa ( $K_a$ ) y presión pasiva ( $K_p$ ), antes indicados de acuerdo al ángulo de inclinación del terreno, y el ángulo de fricción interna del suelo.

TABLA 1-1  
COEFICIENTES PARA PRESIÓN ACTIVA ( $K_a$ )

$\beta$	$\phi$								
	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°
0°	0.3905	0.3610	0.3333	0.3073	0.2827	0.2596	0.2379	0.2174	0.1982
5°	0.3959	0.3656	0.3372	0.3105	0.2855	0.2620	0.2399	0.2192	0.1997
10°	0.4134	0.3802	0.3495	0.3210	0.2944	0.2696	0.2464	0.2247	0.2044
15°	0.4480	0.4086	0.3730	0.3405	0.3108	0.2834	0.2581	0.2346	0.2129
20°	0.5152	0.4605	0.4142	0.3739	0.3381	0.3060	0.2679	0.2504	0.2262
25°	0.6999	0.5727	0.4936	0.4336	0.3847	0.3431	0.3070	0.2750	0.2465
30°	0	0	0.8660	0.5741	0.4776	0.4105	0.3582	0.3151	0.2784
35°	0	0	0	0	0	0.5971	0.4677	0.3906	0.3340
40°	0	0	0	0	0	0	0	0.7660	0.4668

TABLA 1-2  
COEFICIENTES PARA PRESIÓN PASIVA (Kp)

$\beta$	$\phi$								
	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°
0°	2.5611	2.7698	3	3.2546	3.5371	3.8518	4.2037	4.5989	5.0447
5°	2.5070	2.7145	2.9431	3.1957	3.4757	3.7875	4.1360	4.5272	4.9684
10°	2.4363	2.5507	2.7748	3.0216	3.2946	3.5979	3.9365	4.3161	4.7437
15°	2.0826	2.2836	2.5017	2.7401	3.0024	3.2925	3.6154	3.9766	4.3827
20°	1.7141	1.9175	2.1318	2.3618	2.6116	2.8857	3.1888	3.5262	3.9044
25°	1.1736	1.4343	1.6641	1.8942	2.1352	2.3938	2.6758	2.9867	3.3328
30°	0	0	0.8660	1.3064	1.5705	1.8269	2.0937	2.3802	2.6940
35°	0	0	0	0	0	1.1238	1.4347	1.7177	2.0088
40°	0	0	0	0	0	0	0	0.7660	1.2570

Hay que tomar en cuenta, que los coeficientes de la presión activa ( $K_a$ ) y presión pasiva ( $K_p$ ), obtenidos de las ecuaciones de Rankine no nos dan valores cuando  $\beta > \phi$ .

Frecuentemente se colocan cargas adicionales sobre el relleno de la parte posterior de un muro, y la práctica corriente consiste en considerarlas como una sobrecarga ( $w$ ) y transformarlas en una altura equivalente de relleno ( $H'$ ) como se indica en la figura 1-6

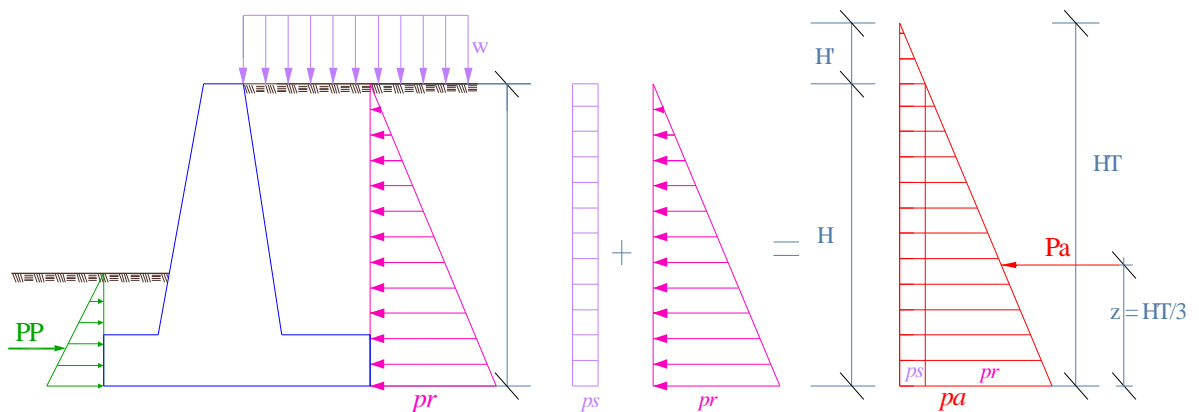


Fig. 1-6

Presión de la Sobrecarga

$$p_s = w * K_a$$

Cuando tenemos una sobrecarga en el terreno para determinar la presión activa utilizamos la expresión:

$$PA = ( \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 + w * H ) K_a$$

Donde:

$PA$  = Presión Activa

$K_a$  = coeficiente de presión activa

$w$  = valor de la sobrecarga

$\gamma_s$  = peso específico del suelo

$H$  = altura del muro

## 1.6.- PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Además de las presiones activa y pasiva del suelo, puede presentarse el empuje o presión hidrostática, el cual deberá ser tomada en cuenta a menos que se utilicen métodos adecuados de drenaje.

Drenaje<sup>5</sup>: El problema más importante al proyectar un relleno es el de mantener el suelo seco. Se pueden usar dos métodos:

1. Sacar el agua del relleno.
2. Mantener el agua fuera del relleno.

En todos los casos deberá usarse el primer método y en algunos los dos. El agua se saca del relleno drenándolo, esto se logra, algunas veces, dejando simplemente

---

<sup>5</sup> SOWERS B., SOWERS F., (1972); Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Primera Edición, México, Editorial Limusa, S.A., Pag. 435

huecos para drenar o mechinales a través del muro figura 1-7 (a). Estos huecos deben estar espaciados en ambas direcciones de 1.50 a 2.00 m y deben tener un diámetro mínimo de 10 cm, para que se puedan limpiar fácilmente. Si el relleno es arena gruesa, unas cuantas paletadas de gravilla en la entrada del hueco actuará como filtro para impedir que se tape con la arena figura 1-7 (b). Los huecos para drenar tienen la desventaja de descargar el agua en la base del muro donde las presiones de la cimentación son mayores. Un sistema de drenaje mejor, pero más costoso, consiste en colocar tubos perforados de 15 o 20 cm de diámetro paralelos al muro en la base del mismo y en una zanja de filtración figura 1-7 (c). Se deben colocar registros en los extremos del tubo para su limpieza. Para suelos de baja permeabilidad, como las arenas limosas y los limos, es necesario hacer una obra más elaborada. Una capa inclinada de material de filtro drena todo el relleno y es fácil de construir figura 1-7 (d).

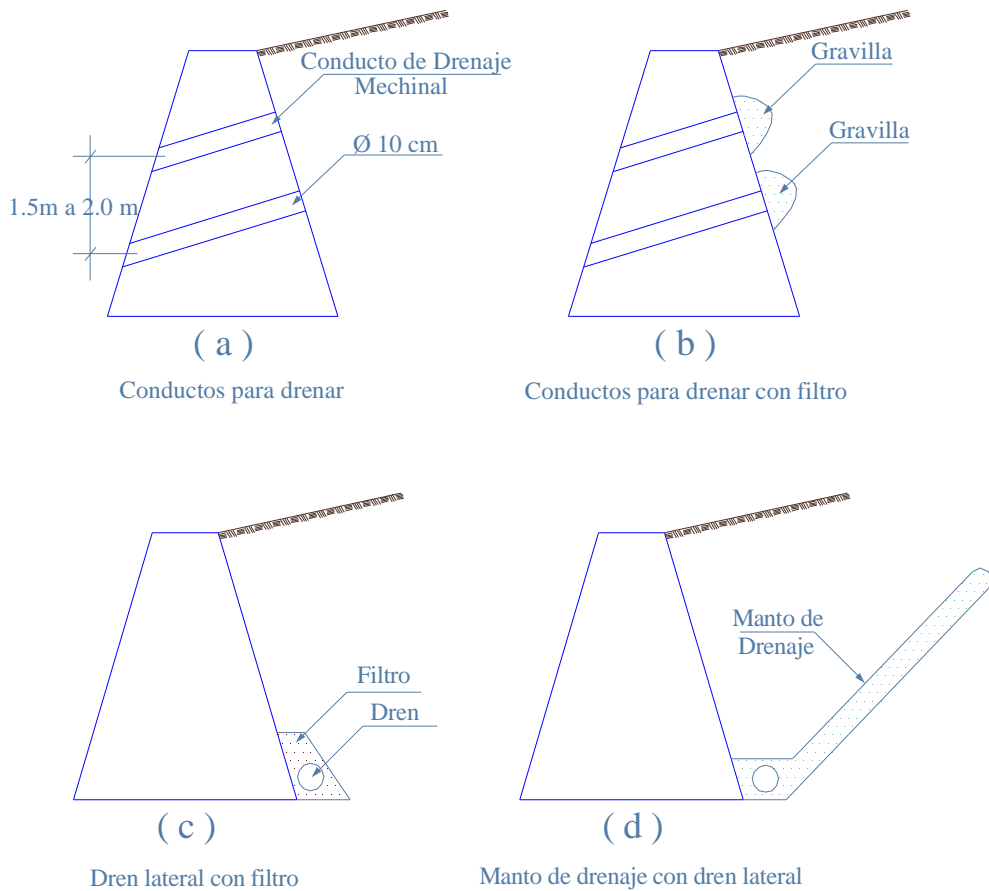


Fig. 1-7

Cuando deban usarse como relleno arcillas expansivas o suelos difíciles de drenar, es necesario tomar las medidas necesarias para impedir que el agua se introduzca en el relleno. El primer paso es localizar los lugares de donde proviene el agua; el segundo es desviar el agua alejándola del relleno. Si el agua se filtra por la superficie del relleno, puede pavimentarse dicha superficie con una capa flexible e impermeable de asfalto o arcilla plástica. Se deben colocar drenes superficiales para sacar el agua del relleno. Se debe dar atención especial a la eliminación del agua que penetra por la grieta que inevitablemente se forma entre la parte superior del muro y el relleno. Una capa de grava pequeña y huecos en el muro para drenar es suficiente. Si el agua proviene de filtraciones subterráneas, la colocación de drenes interceptores puede ser muy efectiva para impedir que el agua penetre en el relleno.

Conocidas ya las formas de determinar las acciones sobre un muro se hace necesario el considerar todas las acciones que sobre éste existen, tanto para el diseño del propio muro como para un enfoque de las acciones que éste transmite al terreno. Las acciones fundamentales que el muro transmite al terreno son el empuje y el peso propio. Todos estos fenómenos se considerarán a continuación.

### **1.7.- PESO PROPIO**

Como su nombre lo indica el peso propio es el peso del material con que es construido el muro y el peso del suelo o relleno que actúa sobre el.

Los pesos aproximados de los diferentes macizos son:

Hormigón en masa	2.2 Tn/m <sup>3</sup>
Hormigón armado	2.4 Tn/m <sup>3</sup>

Para el cálculo por métodos empíricos se tomará en cuenta el tipo de material de relleno. Según Terzaghi indicamos los siguientes pesos específicos de acuerdo al tipo de suelo de relleno.

TABLA 1-3  
PESOS ESPECÍFICOS SEGÚN TERZAGHI

Tipo de suelo		Peso específico $\gamma$ ( Tn/m <sup>3</sup> )
I	Granular grueso sin finos	1.73
II	Granular grueso con finos	1.77
III	Residual con cantos, bloques, piedra, grava, arena fina y limos arcillosos en cantidad apreciable	1.77
IV	Arcillas plásticas blandas, limos orgánicos o arcillas.	1.70
V	Fragmentos de arcilla dura o medianamente dura, protegidas del agua	1.70

El peso se aplicará en el centro de gravedad del macizo y junto con la componente vertical del empuje tenderá a la estabilización del muro.

### 1.8.- SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

Todo muro debido al empuje activo tiende a volcar por la arista de la base del dedo alrededor del punto (A) tal como se indica en la figura 1-8

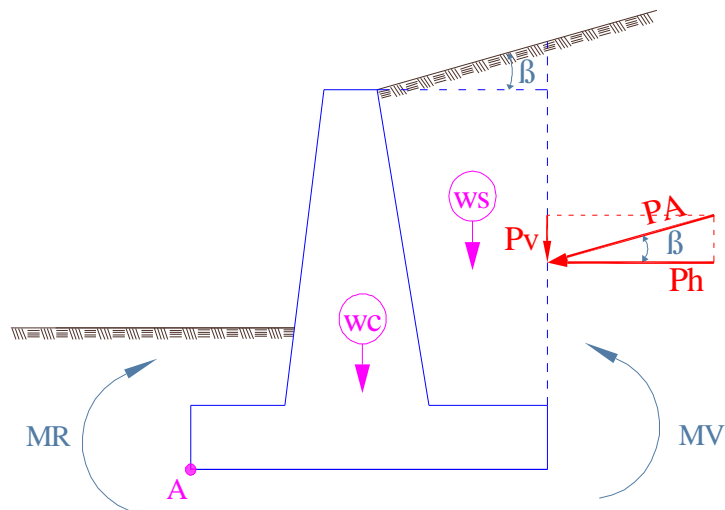


Fig. 1-8

Este volteo es producido por la componente horizontal de la Presión Activa ( $Ph = Pa \cdot \cos \beta$ ) que ocasiona un momento de volteo ( $MV$ ) tal como se indica. No se han considerado aquí los empujes pasivos, puesto que aunque existan tienden a dar seguridad al muro como ya se indico, por ser de acción opuesta a la Presión Activa. El peso propio del muro  $wc$ , el peso del suelo sobre el muro  $ws$ , así como la componente vertical de la Presión Activa ( $Pv = Pa \cdot \sin \beta$ ) tienden a equilibrar el efecto del momento de volteo produciendo un momento estabilizador o resistente ( $MR$ ).

En la práctica se dice que el muro es seguro al volteo, cuando los momentos estabilizadores tomados respecto al punto (A) divididos por el momento de volteo da como resultado un valor mayor a 1.5 en suelos granulares, y 2.0 para suelos cohesivos

$$FSV = MR / MV \geq 1.5 \text{ Suelos granulares} \\ \geq 2.0 \text{ Suelos cohesivos}$$

La seguridad al volteo tiene que estar comprendida entre estos valores, cuando resulte menor hay que tomar medidas contra ello, pudiéndose hacer un muro más grueso y por lo tanto de más peso o cambiando la forma del muro ya sea colocando un talón o un dedo en el muro en caso de no tenerlos para que el peso total del muro se desplace hacia su cara interior, con lo que se logrará un aumento del momento resistente.

## **1.9.- SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO**

Como ya se ha indicado el muro tiende a deslizarse por el efecto producido por la componente horizontal de la Presión Activa ( $Ph = Pa \cdot \cos \beta$ ). Lo que hace que el muro no se deslice es la fuerza de rozamiento ( $fr$ ) que se produce entre el muro y el suelo de cimentación, de ahí que convenga que la superficie de sustentación del muro sea lo más rugosa posible para lograr mayor adherencia como se indica en la figura 1-9.



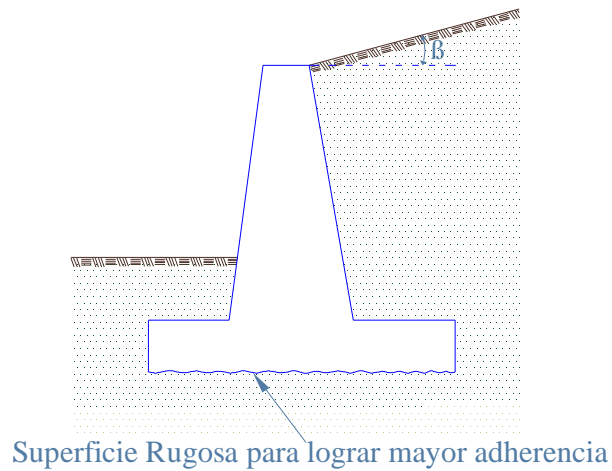


Fig. 1-9

Para calcular el factor de seguridad al deslizamiento necesitamos conocer el valor del coeficiente de fricción ( $\mu$ ). El verdadero factor o coeficiente de fricción ( $\mu$ )<sup>6</sup> que debería emplearse para obtener la fuerza que se opone al deslizamiento es la resistencia del suelo al esfuerzo secante. En la práctica, el coeficiente empleado es el de fricción entre el suelo y el concreto para el caso de suelos granulares gruesos, y la resistencia al esfuerzo secante o cohesión para el caso de materiales con cohesión.

En ausencia de datos experimentales se recomienda los valores de la tabla 1-4 para los coeficientes de fricción ( $\mu$ ) de deslizamiento para el concreto

TABLA 1-4  
COEFICIENTES DE ROZAMIENTO ( $\mu$ )<sup>7</sup>

Tipo de Suelo	Coeficiente $\mu$
Suelos granulares sin limo	0.55
Suelos granulares con limo	0.45
Limos	0.35
Roca sana con superficie rugosa	0.65

<sup>6</sup> EVERARD. N., TANNER. J., (1976), Diseño de Concreto Armado, Primera Edición en Español, México, McGraw – Hill México S.A., Pag. 309

<sup>7</sup> CRESPO C., (1981), Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Segunda Edición, México, Editorial Limusa S.A., Pag. 491

También podemos tomar valores de coeficientes de rozamiento utilizando el ángulo de fricción interna como se indica a continuación:

$$\mu = \text{tag } \phi \quad \text{o} \quad \mu = 0.67 \text{ tag } \phi$$

$\mu$  = Coeficiente de rozamiento

$\phi$  = Angulo de fricción interna

Los valores del coeficiente de rozamiento determinados de esta manera deben estar dentro de este rango  $0.4 < \mu < 0.6$ .

Los valores verdaderos del ángulo de fricción interna sólo pueden obtenerse por medio de ensayos con el material. En ausencia de datos de laboratorio, el ángulo puede tomarse aproximadamente como se indica en la tabla 1-5.

TABLA 1-5  
ÁNGULOS DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ )<sup>8</sup>

Tipo de Suelo	( $\phi$ )
Arena seca suelta, con granos redondos, gradación uniforme	28.5°
Arena seca densa, con granos redondos, gradación uniforme	35°
Arena seca suelta, con granos angulosos, bien gradada	34°
Arena seca densa, con granos angulosos, bien gradada	46°
Limo seco y suelto	27° a 30°
Limo seco y denso	30° a 35°

Una vez obtenido el coeficiente de rozamiento ( $\mu$ ) podemos determinar la fuerza de rozamiento entre el muro y el suelo, y calcular el Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD), que es igual al cociente entre la división de la fuerza de rozamiento ( $f_r$ ) y la componente horizontal de la Presión Activa ( $Ph = Pa \cdot \cos \beta$ ).

<sup>8</sup> EVERARD. N., TANNER. J., (1976), Diseño de Concreto Armado, Primera Edición en Español, México, McGraw – Hill México S.A., Pag. 309

La fuerza de rozamiento (  $f_r$  ), es igual al producto de la fuerza normal (  $N$  ) ejercida por el muro sobre el suelo, que es igual a la sumatoria del peso propio del muro  $w_c$ , el peso del suelo sobre el muro  $w_s$ , así como la componente vertical de la Presión Activa (  $P_v = P_a \cdot \sin \beta$  ), por el coeficiente de rozamiento (  $\mu$  ).

$$f_r = N \cdot \mu$$

En la figura 1-10 se puede apreciar las fuerzas anteriormente enunciadas.

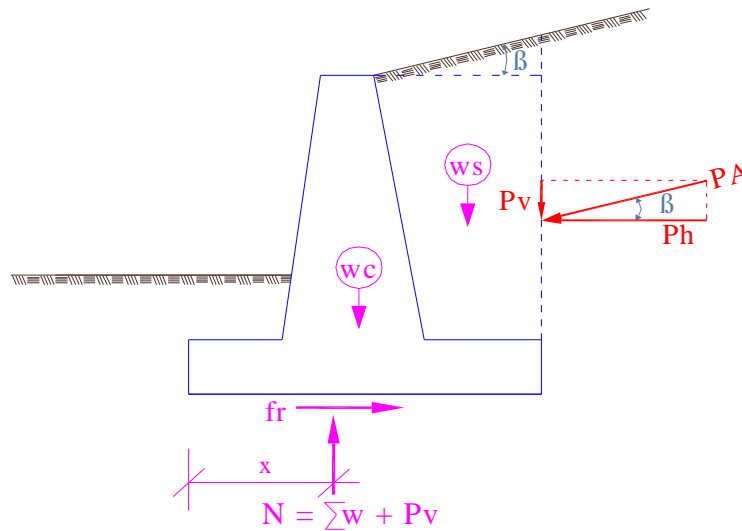


Fig. 1 – 10

$$\sum F_y = 0$$

$$N = \sum w + P_v = WT$$

$$f_r = N \cdot \mu$$

$$FSD = f_r / P_h \geq 1.5 \text{ Suelos granulares}$$

$$\geq 2.0 \text{ Suelos cohesivos}$$

Se dice que el muro es seguro al deslizamiento cuando el Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD) es mínimo de 1.5 en suelos granulares, y 2.0 en suelos cohesivos

Si no se cumple con este factor, el deslizamiento se previene aplicando cualquiera de las siguientes medidas:

- a) Hacer un muro más grueso y por lo tanto de más peso (aumentando sus dimensiones )
- b) Cambiar el suelo de cimentación para aumentar la fuerza de fricción
- c) Utilizar la presión pasiva delante del muro, aunque no es recomendable por lo anotado anteriormente.
- d) Colocar un diente en la base del muro, que es lo más recomendable cuando el Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD) es mayor o igual que 1.3 como se indica en la figura 1 - 11

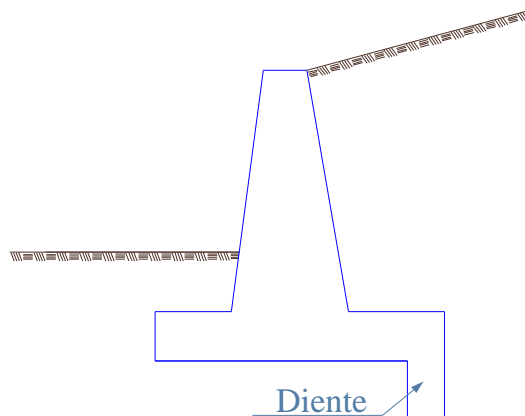


Fig. 1-11

### **1.10.- COMPROBACIÓN DEL PUNTO DE APLICACIÓN DE LA FUERZA NORMAL ( N ), Y DE PRESIONES EN EL TERRENO**

La resultante del peso y empuje vertical producen sobre el terreno una presión que en ningún momento puede ser mayor que la presión admisible del terreno ( $q_{adm}$ ). El valor de esta presión admisible es diferente para cada tipo de terreno y se determinará en cada caso concreto efectuando varios ensayos con los aparatos que se tengan en uso.

En un estudio de la presión sobre el terreno, desempeña un papel muy importante el tercio medio de la cimentación como a continuación se verá. Entendiéndose por tercio medio de la cimentación a la tercera parte interior de toda cimentación como se indica en la figura 1-12.

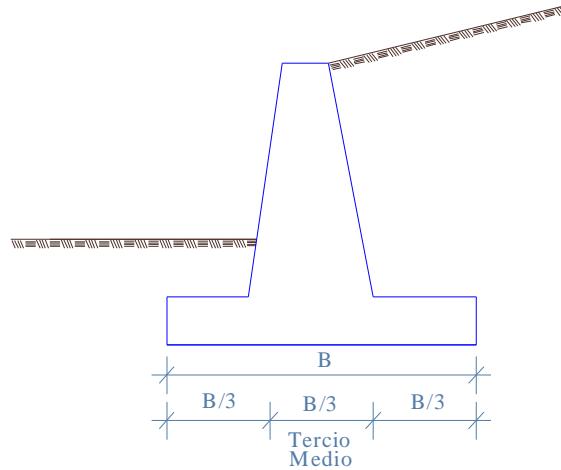


Fig. 1-12

La resultante de la sumatoria del peso propio del muro  $w_c$ , el peso del suelo sobre el muro  $w_s$ , así como la componente vertical de la Presión Activa ( $P_v = P_a \cdot \sin \beta$ ) producen la fuerza normal ( $N$ ), que se requiere pase por el tercio medio, ya que cuando la reacción del terreno pasa por esta zona se logra una distribución de presiones prácticamente aceptable.

Para determinar si la fuerza normal ( $N$ ) pasa por el tercio medio calculamos su posición usando la siguiente expresión:

$$x = (MR - MV) / N$$

si ( $x$ ) cumple con la condición ( $B/3 \leq x \leq 2B/3$ ), la fuerza normal ( $N$ ) pasa por el tercio medio caso contrario estaría fuera del tercio medio.

Para calcular los esfuerzos producidos en el suelo por el muro primero debemos obtener la excentricidad ( $e$ ), que es la distancia existente entre la mitad de la base del muro y el lugar donde actúa la fuerza normal ( $N$ ) para lo que usamos la expresión :

$$e = B / 2 - x$$

Para que la fuerza normal ( N ) pase por el tercio medio el valor de ( e ) debe ser menor que ( B/6 ). En la figura 1-13 se muestra la posición de la fuerza normal ( N ), respecto de la excentricidad ( e )

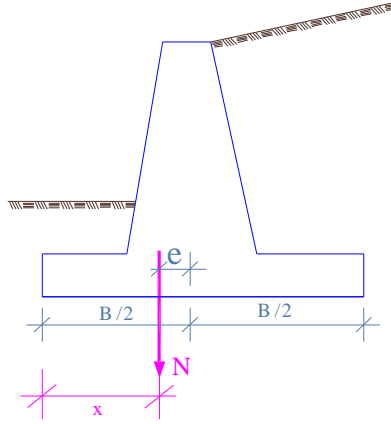


Fig. 1 – 13

Para determinar los esfuerzos ejercidos por el muro en el suelo usamos la siguiente formula:

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

Donde:  $M = N * e$

Supongamos que las distribuciones de los esfuerzos en el suelo son lineales con lo que se puede presentar cuatro casos dependiendo de la posición de fuerza normal ( N ) como se indica a continuación en la figura 1-14.

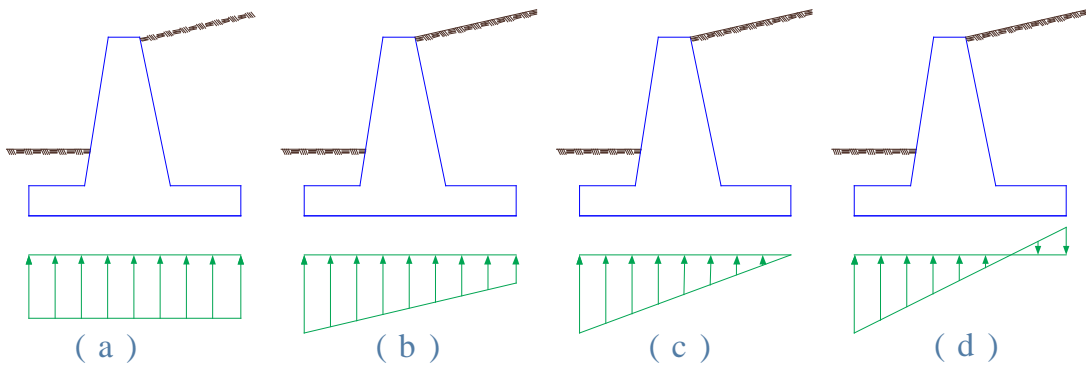


Fig. 1 – 14

Como luego se verá el caso ( d ) de la figura 1-14 hay que rechazarlo cuando se presente, construyendo para ello un muro más ancho. Esto es como consecuencia de que surgirían en el lado derecho unas tracciones que no son absorbidas.

En el caso de la figura 1-14 (a) la fuerza normal ( N ) actúa justo en el punto medio de la base ( B ) del muro, por lo que no existe excentricidad  $e = 0$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$M = N * e$$

$$M = 0$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6(0)}{B^2 * L}$$

De esta expresión se obtienen dos valores iguales

$$qM = qm = \frac{N}{B * L}$$

En el caso de la figura 1-14 ( b ) la fuerza normal ( N ) actúa a una distancia ( e ) del punto medio de la base ( B ) del muro, por lo que la excentricidad es  $e = e$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$M = N * e$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6N * e}{B^2 * L}$$

De esta expresión se obtienen dos valores, uno máximo y otro mínimo

$$qM = \frac{N}{B * L} + \frac{6N * e}{B^2 * L}$$

$$qm = \frac{N}{B * L} - \frac{6N * e}{B^2 * L}$$

El caso de la figura 1-14 ( c ) surge cuando la fuerza normal ( N ) pasa por el borde del tercio medio, es decir cuando pasa a una distancia ( B/6 ) del punto medio de la base ( B ) del muro, por lo que la excentricidad es  $e = B/6$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$M = N * B/6$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6(N * B / 6)}{B^2 * L}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{N}{B * L}$$

De esta expresión se obtienen dos valores, uno máximo y otro igual a cero

$$qM = 2 \frac{N}{B * L} \quad qm = 0$$

El caso de la figura 1-14 ( d ) surge cuando la fuerza normal ( N ) se encuentra fuera del tercio medio, es decir cuando pasa a una distancia mayor a ( B/6 ) del punto medio de la base ( B ) del muro, por lo que la excentricidad es  $e > B/6$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$M = N * e$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6N * e}{B^2 * L}$$



$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

Al ser  $e > B/6$  implica que  $\frac{6e}{B} > 1$  por lo que al restarle en la expresión de ( q ) obtenemos un valor positivo y otro negativo que es precisamente la tracción que aparece en la resultante del caso de la figura 1-14 ( d ). Esta tracción hay que hacerla desaparecer, para lo que se recurre a un aumento del espesor del muro para lograr que la resultante pase por el tercio medio tal como ya se ha indicado.

Se deduce que el hecho de que la fuerza normal ( N ) pase por un lugar determinado depende de las acciones verticales, ya que para un terreno dado el empuje que produce tiene una magnitud y una dirección determinada.

Si se pretende variar el punto de acción de la fuerza normal ( N ) respecto a la base del muro, no cabe otra solución más que ir variando el peso del muro. Cuanto mayor sea este valor del peso, la resultante actuará más hacia la derecha mientras que cuanto más ligero sea dicho peso más hacia la izquierda actuará la fuerza mencionada.

Visto esto y teniendo en cuenta lo indicado en los casos de la figura 1-14 ( a ), ( b ), ( c ), y ( d ) se deduce que en el caso de la figura 1-14 ( a ) y ( b ) hay un exceso de peso, la resultante pasa demasiado próxima del punto medio de la base ( B ) del muro por lo que puede adoptarse una solución más económica del muro tomando una línea más esbelta.

El caso de la figura 1-14 ( d ) indica que la fuerza normal ( N ) se encuentra fuera del tercio medio, esto origina tracciones que son inadmisibles. Esto es como consecuencia de tener el caso de un muro demasiado esbelto, que pesa poco y la acción del peso no logra que la fuerza normal ( N ) pase por el tercio medio como debería suceder.

El caso de la figura 1-14 ( c ) es el óptimo y es al que debe llegarse en todo diseño. En este caso la resultante pasa por el borde del núcleo central y la distribución de

esfuerzos es correcta, no hay zona de tracciones y por lo tanto el muro tiene un peso adecuado.

En todos los casos expuestos anteriormente cabe indicar que bajo ningún concepto el esfuerzo calculado del suelo ( $q$  suelo) debe ser mayor que el esfuerzo admisible ( $q$  adm), ya que esto significaría que el suelo donde se está cimentando el muro no resistiría estos esfuerzos.

Conviene tener presente que lo que se está indicando se refiere a las acciones sobre el terreno de cimentación. Se ha indicado que el peso óptimo del muro es el del caso de la figura 1-14 (c), pero si en este muro se diese la circunstancia de que la seguridad al volteo o al deslizamiento no está en los márgenes indicados, entonces se recurre a un aumento del peso, variando sus dimensiones, por lo que los esfuerzos en el suelo cambiarían.

A continuación en la tabla 1-6 mostramos las presiones admisibles más comunes, de acuerdo al tipo de suelo.

TABLA 1-6  
PRESIONES ADMISIBLES SOBRE SUELO Y ROCA<sup>9</sup>

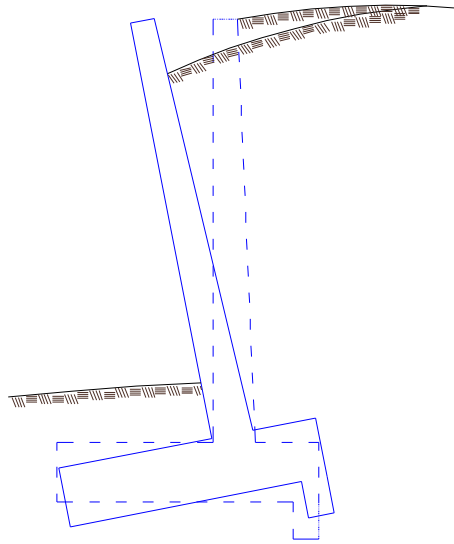
Tipos de Suelos	$q$ adm (Tn/m <sup>2</sup> )
Arcilla blanda de densidad media	15
Arcilla de consistencia media	25
Arena fina suelta	20
Arena gruesa suelta	30
Arena fina compacta	30
Arena y gravas sueltas	30
Grava suelta, y arena gruesa compactada	40
Mezcla de arena y gravas, compactadas	60
Arenas o gravas muy compactadas o parcialmente cementadas	100
Roca sedimentaria	150

<sup>9</sup> EVERARD. N., TANNER. J., (1976), Diseño de Concreto Armado, Primera Edición en Español, México, McGraw – Hill México S.A., Pag. 224

## 1.11.- FORMAS DE AGOTAMIENTO DE LOS MUROS

En general un muro puede alcanzar los siguientes estados límites:

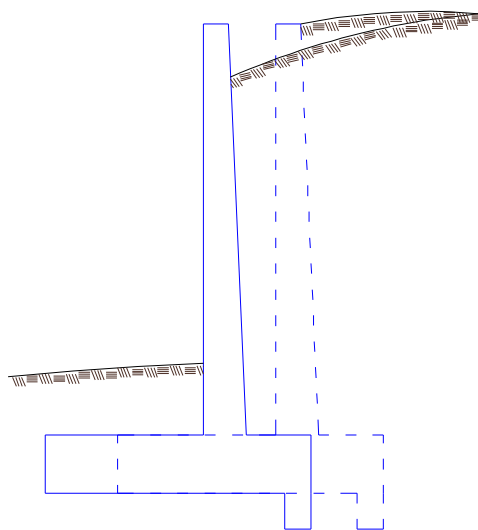
### a).- Giro excesivo del muro



Giro excesivo del muro

Fig. 1 – 15

### b).- Deslizamiento del muro

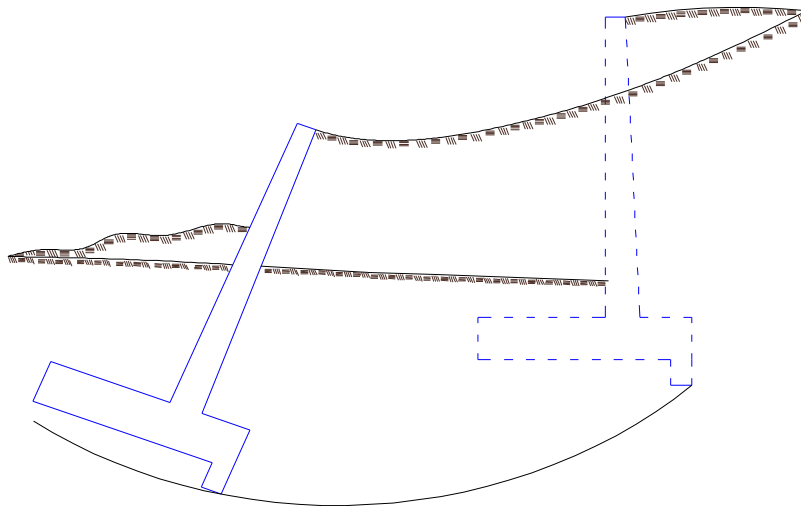


Deslizamiento del muro

Fig. 1 – 16

**c).- Deslizamiento profundo del muro**

Se debe a la formación de una superficie de deslizamiento profunda, de forma aproximadamente circular. Este tipo de fallo puede presentarse si existe una capa de suelo blando a una profundidad aproximada de vez y media la altura del muro, contada desde el plano de cimentación.

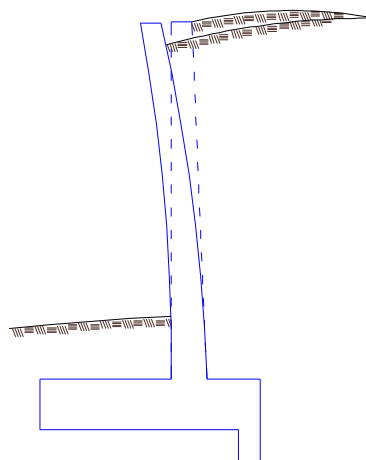


Deslizamiento profundo

Fig. 1 – 17

**d).- Deformación excesiva de la pantalla**

Es una situación rara, salvo en muros muy esbeltos.



Deformación excesiva de la pantalla

Fig. 1 – 18

### e).- Fisuración excesiva

Puede presentarse en todas las zonas de tracción, y se trata de una fisuración grave si su ancho es excesivo al estar en contacto con terreno húmedo, pues no es observable.

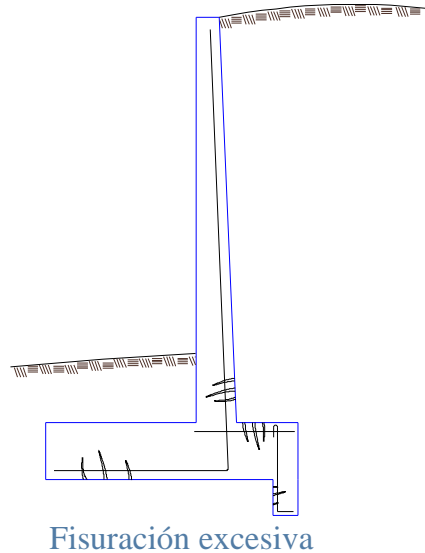


Fig. 1 – 19

### f).- Rotura por flexión

Puede producirse en la pantalla, el dedo o el talón. Como las cuantías en muros suelen ser bajas, los síntomas de prerrotura sólo son observables en la cara de tracción, que en todos los casos está oculta, con lo que no existe ningún síntoma de aviso.

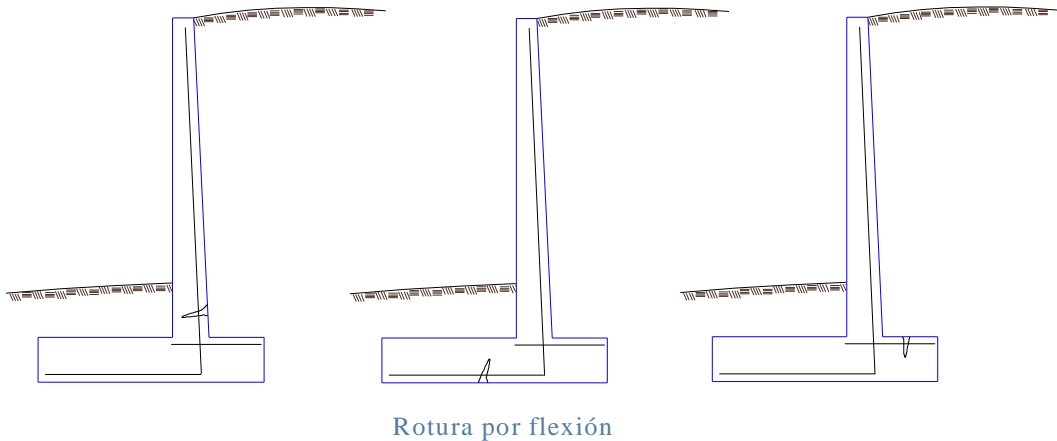


Fig. 1 – 20

**g).- Rotura por esfuerzo cortante**

Puede producirse en la pantalla, el dedo, el talón o en el diente.

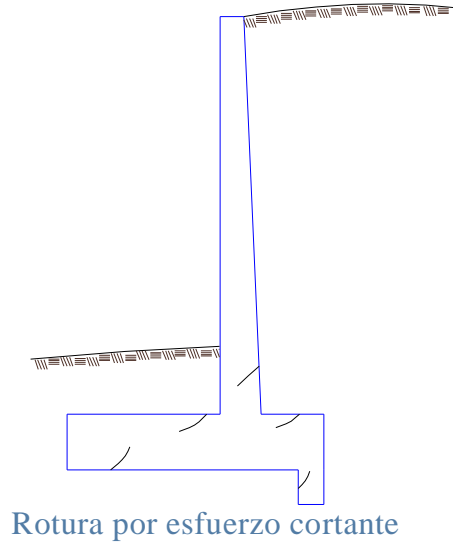


Fig. 1 – 21

**h).- Rotura por esfuerzo rasante**

La sección peligrosa es la de arranque de la pantalla, que es una junta de hormigonado obligada, en la que coinciden el máximo momento flector y el máximo esfuerzo cortante.

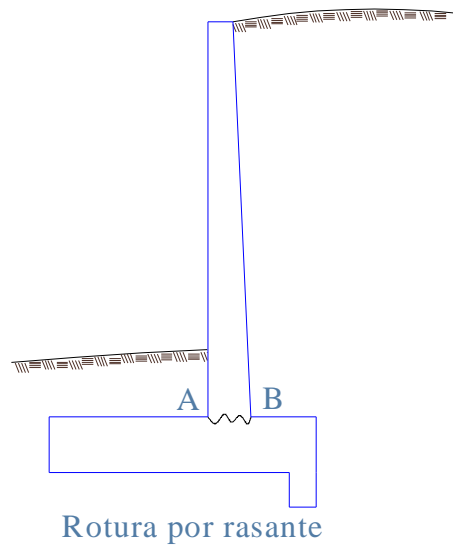


Fig. 1 – 22

## 1.12.- DISEÑO DEL REFUERZO DEL MURO

Cuando tenemos muros en cantiliver o muros con contrafuerte debemos diseñar el refuerzo necesario para cada tipo de muro, este diseño se realizará analizando cada uno de los elementos del muro por separado.

Para el diseño se factoran las cargas, tomando en cuenta las especificaciones del código ACI 318-99 sección 9.2.4, que señala que si se va a incluir en el diseño la resistencia al empuje del terreno ( H ), la resistencia requerida ( U ) debe ser por lo menos igual a :

$$U = 1.4 D + 1.7 L + 1.7 H$$

Excepto que cuando la carga muerta ( D ) o la carga viva ( L ) reduzcan el efecto de ( H ), ( 0.9 D ) debe ser sustituido por ( 1.4 D ) y el valor cero de ( L ) se utilizará para determinar la mayor resistencia requerida ( U ). Para cualquier combinación de ( D ), ( L ) o ( H ), la resistencia requerida ( U ) no será menor que:

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

Podemos considerar a las sobrecargas temporales como cargas vivas y aplicar un factor de mayoración de 1.7; cuando la sobrecarga es permanente se considera como carga muerta y junto al peso del suelo se aplicará un factor de 1.4.

Si queremos tener un factor de mayoración ( f ) lo calcularemos de la siguiente manera:

$$f = \frac{1.4D + 1.7L + 1.7H}{D + L + H}$$

Pero recomendamos usar un factor de mayoración ( f = 1.7 ), para tener mayor seguridad en el diseño

Calcularemos las cantidades de acero usando la teoría de última resistencia.

### **1.13.- PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN EL DISEÑO DE MUROS<sup>10</sup>**

El procedimiento a seguir en el diseño de muros de contención consiste en:

- a).-Selección tentativa de las dimensiones del muro
- b).-Análisis de la estabilidad del mismo frente a las fuerzas que lo solicitan.

En el caso de que el análisis indique que la estructura no es satisfactoria, se alteran sus dimensiones y se efectúan nuevos tanteos hasta lograr que la estructura sea capaz de resistir los esfuerzos a que se encuentra sometida.

Para llevar a cabo el análisis es necesario determinar las magnitudes de las fuerzas que actúan por encima de la base de la cimentación tales como: empuje del suelo, sobrecargas, peso propio del muro y peso del suelo de relleno, y luego se investiga su estabilidad con respecto a:

- 1.-Volteo
- 2.-Deslizamiento
- 3.-Presiones sobre el terreno
- 4.-Resistencia como estructura.

El análisis de resistencia como estructura de los muros se realizara en forma independiente de acuerdo a su tipo lo cual será tratado en los capítulos siguientes.

---

<sup>10</sup> CRESPO C., (1981); Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Segunda Edición, México, Editorial Limusa, S.A.,Pag 487



## CAPITULO II

### 2.- DISEÑO DE MUROS DE GRAVEDAD

Como se indicó anteriormente, los muros de gravedad son aquellos muros que dependen para su estabilidad completamente de su propio peso y el del suelo que se apoye en ellos, y son económicos para alturas menores que varían de tres a cinco metros.

Estos muros se construyen con dimensiones tales que el empuje de tierras se resiste solo por medio de su propio peso.

El proceso para diseñar un muro de contención como ya se indico es de comprobación, esto quiere decir que asumimos ciertas dimensiones, y analizamos la estabilidad y los requerimientos de la estructura para soportar las fuerzas y sollicitaciones a las cuales será sometida.

#### 2.1.- PROCESO DE CÁLCULO

Para diseñar este tipo de muros seguiremos la siguiente secuencia de pasos, tomando en cuenta que el diseño para este tipo de muros se lo realiza por un metro de longitud de muro:

##### a).- PREDIMENSIONAR LOS MUROS DE GRAVEDAD

Las dimensiones tentativas para predimensionar estos muros son las siguientes:

El espesor de la corona (b) es igual a  $H/12$ , y debe tener como mínimo treinta centímetros.

$$b = H/12 \geq 0.3 \text{ m}$$

El ancho de la base del muro ( B ) debe estar alrededor del 50% al 70 % de la altura del muro

$$B = ( 0.5 - 0.7 )H$$

El espesor de la zapata de cimentación ( D ) puede tener una dimensión entre H/8 a H/6

$$D = H/8 - H/6$$

Estos son valores típicos de tanteo pero pueden variar de acuerdo a las necesidades de cada caso.

Estas dimensiones tentativas se muestran en la figura 2 – 1.

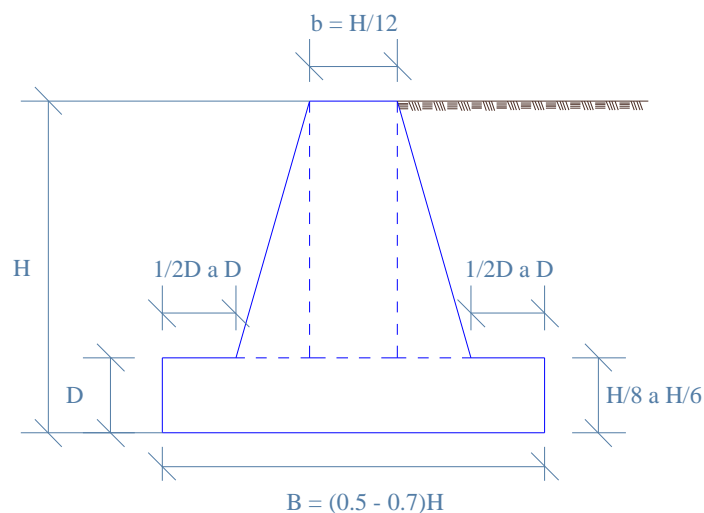


Fig. 2 – 1

## b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO

Calculamos el valor de la presión activa y pasiva utilizando los valores de los coeficientes de Rankine de acuerdo a  $\phi$  ,  $\beta$  tal como se indicó en el capítulo uno apartado 1.5.

El valor del coeficiente de presión activa ( $K_a$ ) obtenemos de la tabla 1 – 1, y el de la presión pasiva ( $K_p$ ) lo obtenemos de la tabla 1 – 2

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO (MV)**

Una vez determinada la presión activa del suelo determinamos el momento de volteo del muro respecto del punto A, y de acuerdo a la figura 2 – 3 tenemos.

$$MV = Ph * z$$

$$z = H/3$$

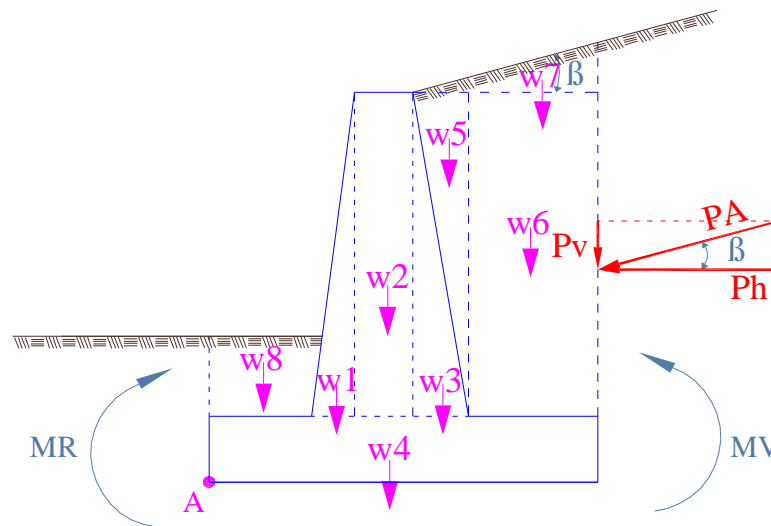


Fig. 2 – 3

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE (MR)**

En la práctica no importa la forma que tenga un muro, para facilitar los cálculos, lo que debemos hacer es descomponerlo en figuras geométricas simples como se indica en la figura 2 – 3, y calcular el momento de cada uno de los pesos ( $w$ ), y la componente vertical de la presión activa ( $Pv$ ) respecto al punto A; como ya se indicó anteriormente el peso del suelo sobre el dedo se desprecia.

Todos los cálculos debemos realizarlos por metro lineal de muro, y llenaremos un cuadro como el siguiente para facilitar los cálculos:

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Vol ( m <sup>3</sup> )	W = V* $\gamma$ ( Tn )	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
HORMIGON					
SUELO					
		$\Sigma W$		$\Sigma M= MR$	

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO ( FSV )**

Calculamos el factor de seguridad al volteo de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.8

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO ( FSD )**

Calculamos el factor de seguridad al deslizamiento de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.9

**g).- DETERMINAR SI LA POSICIÓN DE LA FUERZA NORMAL (N) ESTA DENTRO DEL TERCIO MEDIO**

Para determinar si la posición de la fuerza normal (N) esta dentro del tercio medio realizamos los cálculos de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.10

## h).- COMPROBAR LAS PRESIONES EN EL SUELO

La comprobación de los esfuerzos ejercidos sobre el suelo se los realiza de la forma indicada el capítulo uno sección 1.10

## 2.2.- EJERCICIOS PROPUESTOS

Para analizar un muro a gravedad es necesario seguir una secuencia como la descrita anteriormente para obtener resultados satisfactorios, esta secuencia se puede ilustrar mejor con ejemplos numéricos.

### 2.2.1.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro de gravedad:

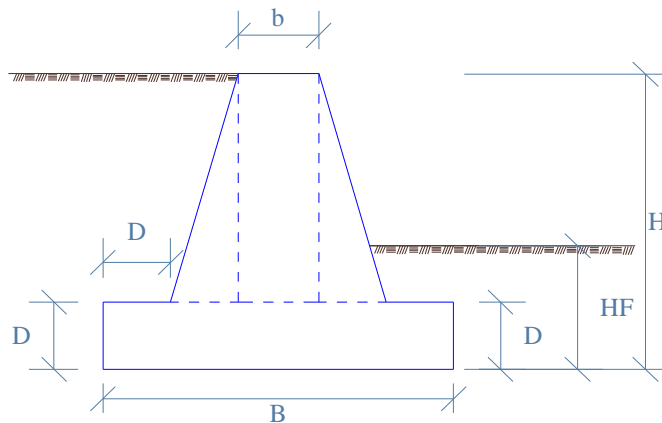


Fig. 2 - 4

### Datos:

Suelo tipo IV  $\gamma_s = 1.7 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 0^\circ$   $\phi = 28^\circ$   $q_{adm} = 20 \text{ Tn/m}^2$

HF = 1.0 m H = 3.5 m

**a).- PREDISEÑO**

$$b = H/12 \geq 0.3 \text{ m}$$

$$b = 3.5/12 = 0.29 \text{ asumo } b = 0.40 \text{ m}$$

$$B = (0.5 - 0.7)H$$

$$B = 0.6 H$$

$$B = 0.6 * 3.5 = 2.10 \text{ m}$$

$$D = H/8 - H/6$$

$$D = H/7 = 3.5/7 = 0.5 \text{ m}$$

**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

$$\phi = 28^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$K_a = 0.3610 \quad K_p = 2.7698$$

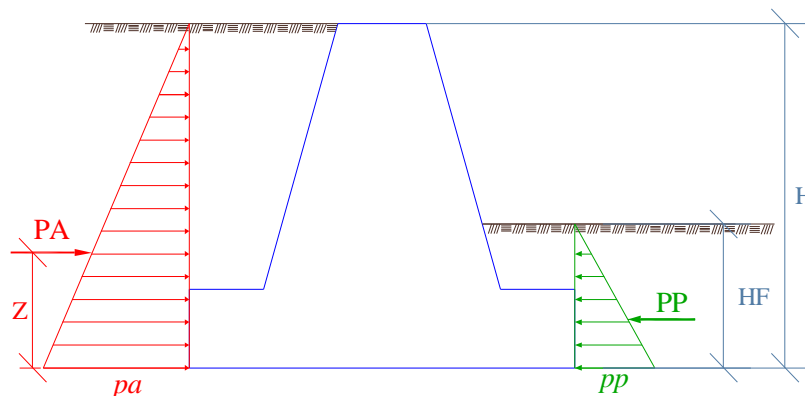


Fig. 2 – 5

Presión Activa

$$pa = \gamma_s * K_a * H$$

$$pa = (1.7)(0.3610)(3.5)$$

$$pa = 2.15 \text{ Tn/m/ml}$$

$$PA = \frac{1}{2} \gamma_s * K_a * H^2$$

$$PA = \frac{1}{2}(1.7)(0.3610)(3.5)^2$$

$$PA = 3.76 \text{ Tn /ml}$$

Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp = (1.7)(2.7698)(1.0)$$

$$pp = 4.71 \text{ Tn/m/ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * K_p * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2} (1.7)(2.7698)(1.0)^2$$

$$PP = 2.35 \text{ Tn /ml}$$

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO ( MV )**

$$z = H/3$$

$$z = 3.5/3$$

$$z = 1.17 \text{ m}$$

$$Mv = PA * z$$

$$Mv = ( 3.76 )( 1.17 )$$

$$Mv = 4.40 \text{ Tn.m /ml}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE ( MR )**

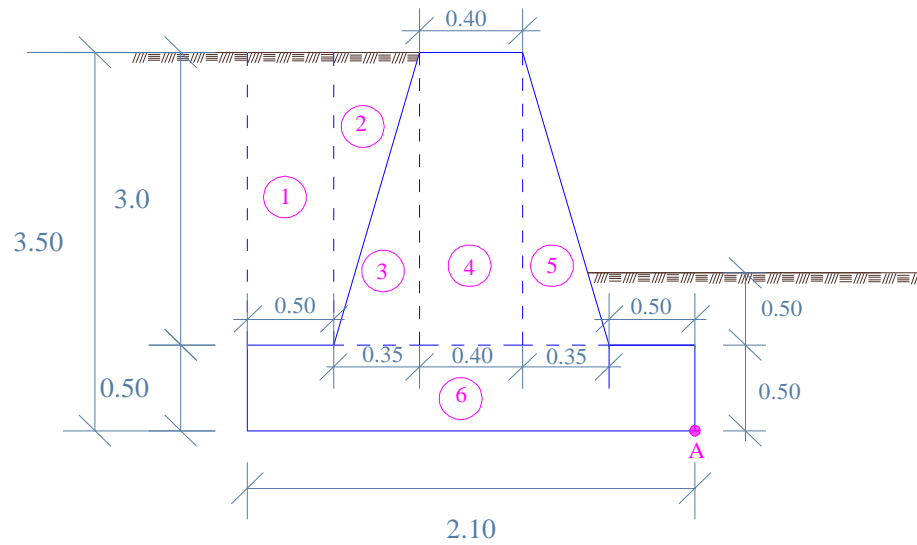


Fig. 2 – 6

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Vol ( m <sup>3</sup> )	W = V*γ ( Tn )	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
<b>HORMIGÓN</b>					
3	$(0.35)(3)/2 = 0.53$	0.53	$(0.53)(2.20) = 1.17$	1.37	1.60
4	$(0.4)(3) = 1.20$	1.20	$(1.20)(2.20) = 2.64$	1.05	2.77
5	$(0.35)(3)/2 = 0.53$	0.53	$(0.53)(2.20) = 1.17$	0.73	0.85
6	$(2.1)(0.5) = 1.05$	1.05	$(1.05)(2.20) = 2.31$	1.05	2.43
	Σ	3.31			
<b>SUELO</b>					
1	$(0.50)(0.30) = 1.50$	1.50	$(1.50)(1.70) = 2.55$	1.85	4.72
2	$(0.35)(3)/2 = 0.53$	0.53	$(0.53)(1.70) = 0.90$	1.48	1.33
	Σ	2.03			
		Σ	10.74	Σ= MR=	13.70

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV)**

$$FSV = MR/ MV > 1.5$$

$$FSV = 13.70/4.40$$

$$FSV = 3.11 > 1.5 \text{ OK}$$



**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD)**

$$FSD = fr / PA > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \text{tg } \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \text{tg } 28^\circ$$

$$\mu = 0.53$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 10.74 \text{ Tn}$$

$$fr = \mu * N$$

$$fr = 0.53 (10.74 \text{ Tn})$$

$$fr = 5.69 \text{ Tn}$$

$$FSD = fr / PA$$

$$FSD = 5.69 / 3.76$$

$$FSD = 1.51 > 1.5 \text{ OK}$$

**g).- DETERMINAR QUE LA FUERZA NORMAL ( N ) SE ENCUENTRE EN EL TERCIO MEDIO**

$$x = ( MR - MV ) / N$$

$$x = ( 13.7 - 4.4 ) / 10.74$$

$$x = 0.87 \text{ m}$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$0.7 \leq 0.87 \leq 1.4 \text{ OK}$$

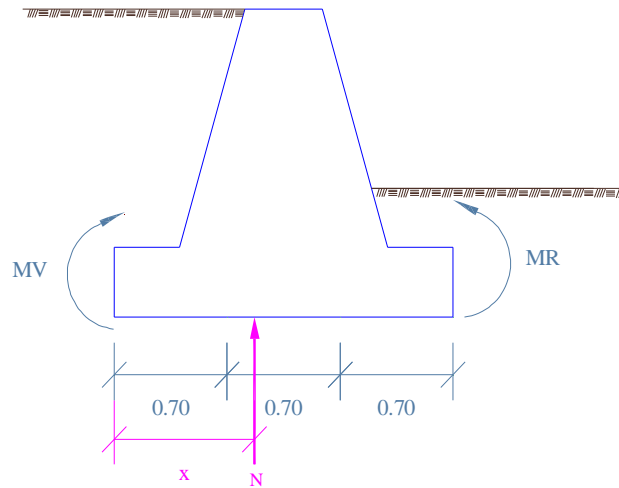


Fig. 2 – 7

**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 2.1 / 2 - 0.87$$

$$e = 0.18 \text{ m}$$

$$M = N * e$$

$$M = 10.74 * 0.18$$

$$M = 1.93 \text{ Tn.m /ml}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{10.74}{(2.1)(1)} \pm \frac{6(1.93)}{(2.1)^2 * (1)}$$

$$q \frac{M}{m} = 5.11 \pm 2.63$$

$$q_M = 7.74 \text{ Tn/m}^2$$

$$< q_{adm} = 20 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_m = 2.48 \text{ Tn/m}^2$$

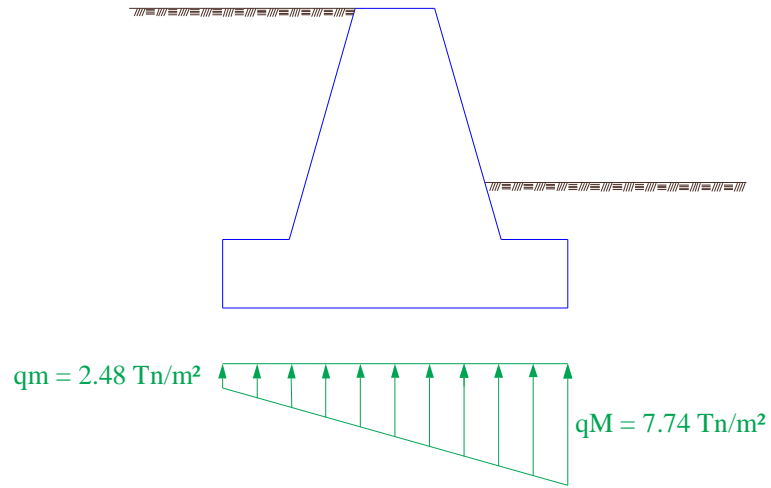


Fig. 2 – 8

### 2.2.2.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro de gravedad:

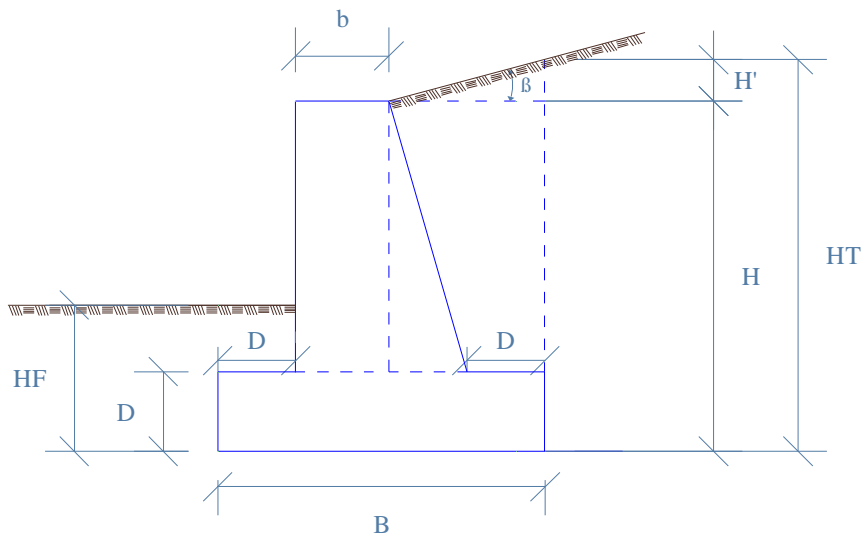


Fig. 2 – 9

#### Datos:

Suelo tipo I  $\gamma = 1.73 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 15^\circ$   $\phi = 32^\circ$   $q \text{ adm} = 25 \text{ Tn/m}^2$

$HF = 0.7 \text{ m}$   $H = 2.7 \text{ m}$

**a).- PREDISEÑO**

$$b = H/12 \geq 0.3 \text{ m}$$

$$b = 2.7/12 = 0.23$$

asumo  $b = 0.30 \text{ m}$

$$B = (0.5 - 0.7)H$$

$$B = 0.6 H$$

$$B = 0.5 * 2.7 = 1.35 \text{ m}$$

asumo  $B = 1.50 \text{ m}$

$$D = H/8 - H/6$$

$$D = H/7 = 2.7/7 = 0.39 \text{ m}$$

asumo  $D = 0.45 \text{ m}$

Calculamos la altura ( $H'$ ) debida a la inclinación del terreno

$$H' = \text{tg } \beta * (B - D - b)$$

$$H' = \text{tg } 15^\circ (1.50 - 0.45 - 0.3)$$

$$H' = 0.20 \text{ m}$$

Calculamos la altura total del muro

$$HT = H + H'$$

$$HT = 2.7 + 0.20$$

$$HT = 2.90 \text{ m}$$

**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

$$\phi = 32^\circ \quad \beta = 15^\circ$$

$$K_a = 0.3405 \quad K_p = 2.7401$$

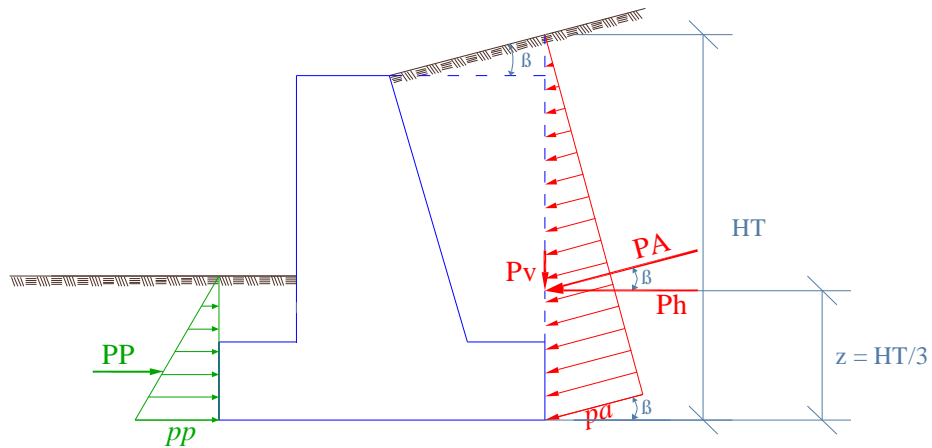


Fig. 2 – 10

### Presión Activa

$$pa = \gamma_s * Ka * HT$$

$$pa = (1.73)(0.3405)(2.90)$$

$$pa = 1.71 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PA = \frac{1}{2} \gamma_s * Ka * HT^2$$

$$PA = \frac{1}{2}(1.73)(0.3405)(2.90)^2$$

$$PA = 2.47 \text{ Tn /ml}$$

### Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * Kp * HF$$

$$pp = (1.73)(2.7401)(0.7)$$

$$pp = 3.32 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * Kp * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2}(1.73)(2.7401)(0.7)^2$$

$$PP = 1.16 \text{ Tn /ml}$$

Como  $\beta \neq 0$  debemos calcular las componentes de la presión Activa del suelo

$$Ph = Pa * \cos \beta$$

$$P_h = (2.47)(\cos 15^\circ)$$

$$P_h = 2.39 \text{ Tn /ml}$$

$$P_v = P_a \cdot \sin \beta$$

$$P_v = (2.10)(\sin 15^\circ)$$

$$P_v = 0.64 \text{ Tn /ml}$$

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO ( MV )**

$$z = HT/3$$

$$z = 2.90/3$$

$$z = 0.97 \text{ m}$$

$$M_v = P_h \cdot z$$

$$M_v = ( 2.39 )( 0.97 )$$

$$M_v = 2.32 \text{ Tn.m /ml}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE ( MR )**

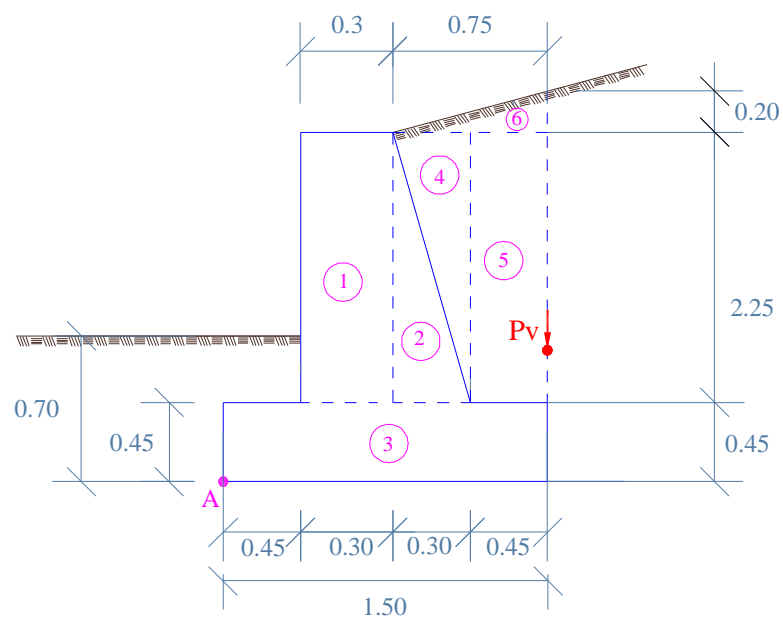


Fig. 2 – 11

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Vol ( m <sup>3</sup> )	W = V* $\gamma$ ( Tn )	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
<b>HORMIGÓN</b>					
1	(0.30)(2.25) = 0.68	0.68	(0.68)(2.20)= 1.50	0.60	0.90
2	(0.3*2.25)/2 = 0.34	0.34	(0.34)(2.20)= 0.75	0.85	0.64
3	(1.5)(0.45) = 0.68	0.68	(0.68)(2.20)= 1.50	0.75	1.13
	$\Sigma$	1.70			
<b>SUELO</b>					
4	(0.3*2.25)/2 = 0.34	0.34	(0.34)(1.73) = 0.59	0.95	0.56
5	(0.45)(2.25) = 1.01	1.01	(1.01)(1.73) = 1.75	1.28	2.24
6	(0.75*0.20)/2=0.08	0.08	(0.08)(1.73) = 0.14	1.25	0.18
	$\Sigma$	1.43			
Pv			0.64	1.5	0.96
		$\Sigma$	6.87	$\Sigma$ = MR=	6.61

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV)**

$$FSV = MR/ MV > 1.5$$

$$FSV = 6.61/2.32$$

$$FSV = 2.85 > 1.5 \text{ OK}$$

**f).-DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD)**

$$FSD = fr / Ph > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \text{tg } \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \text{tg } 32^\circ$$

$$\mu = 0.62 \text{ uso } \mu = 0.60$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 6.87 \text{ Tn}$$

$$f_r = \mu * N$$

$$f_r = 0.60 (6.87)$$

$$f_r = 4.12 \text{ Tn}$$

$$\text{FSD} = f_r / Ph$$

$$\text{FSD} = 4.12 / 2.39$$

$$\text{FSD} = 1.72 > 1.5 \text{ OK}$$

**g).- DETERMINAR QUE EL PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL TERCIO MEDIO**

$$x = (MR - MV) / N$$

$$x = (6.61 - 2.32) / 6.87$$

$$x = 0.62 \text{ m}$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$0.50 \leq 0.62 \leq 1.0 \text{ OK}$$

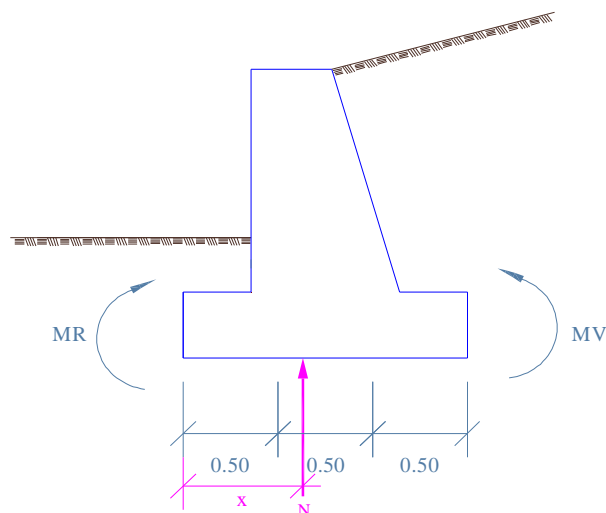


Fig. 2 – 12



**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 1.5 / 2 - 0.62$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

$$M = N * e$$

$$M = 6.87 * 0.13$$

$$M = 0.89 \text{ Tn.m/ml}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{N}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{6.87}{(1.5)(1)} \pm \frac{6(0.89)}{(1.5)^2 * (1)}$$

$$q \frac{M}{m} = 4.58 \pm 2.37$$

$$qM = 6.95 \text{ Tn/m}^2$$

$$< q_{adm} = 25 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_m = 2.21 \text{ Tn/m}^2$$

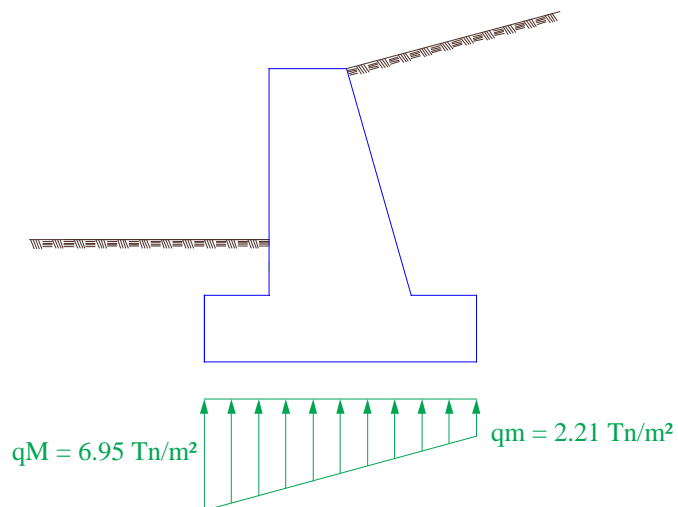


Fig. 2 – 13

### 2.2.3.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro de gravedad:

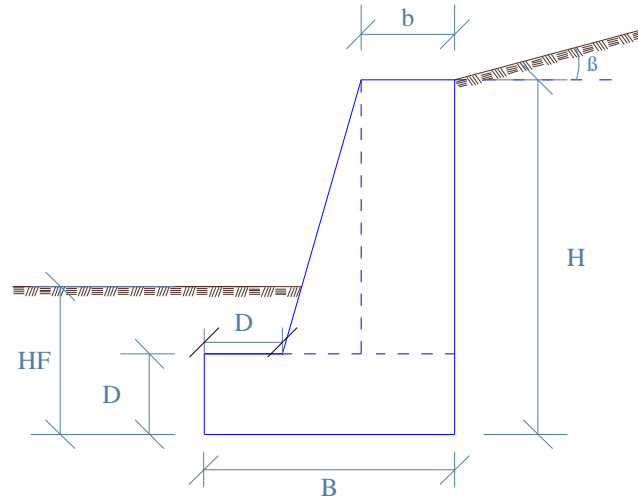


Fig. 2 – 14

**Datos :**

Suelo tipo II  $\gamma = 1.77 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 10^\circ$   $\phi = 32^\circ$   $q \text{ adm} = 20 \text{ Tn/m}^2$

HF = 1.0 m H = 3.0 m

**a).- PREDISEÑO**

$$b = H/12 \geq 0.3 \text{ m}$$

$$b = 3.0/12 = 0.25$$

asumo  $b = 0.40 \text{ m}$

$$B = (0.5 - 0.7)H$$

$$B = 0.5 H$$

$$B = 0.5 * 3.0 = 1.50 \text{ m}$$

asumo  $B = 1.60 \text{ m}$

$$D = H/8 - H/6$$

$$D = H/7 = 3.0/7 = 0.43 \text{ m}$$

asumo  $D = 0.50 \text{ m}$

$$HT = H$$

$$HT = 3.0$$

**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

$$\phi = 32^\circ \quad \beta = 10^\circ$$

$$K_a = 0.3210 \quad K_p = 3.022$$

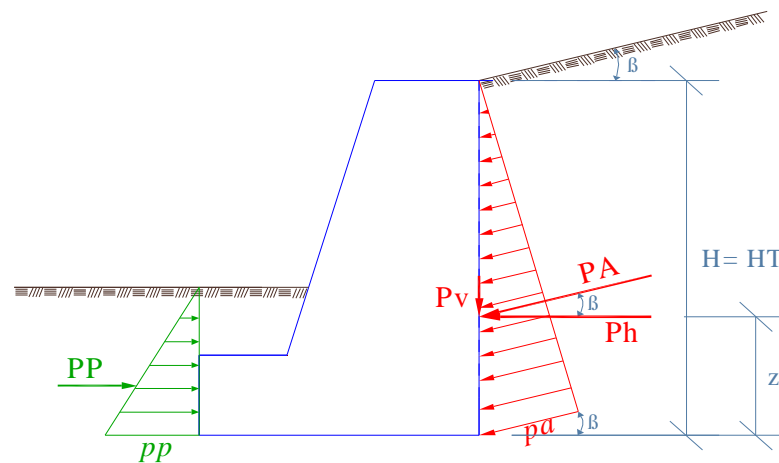


Fig. 2 – 15

Presión Activa

$$pa = \gamma_s * K_a * HT$$

$$pa = (1.77)(0.3210)(3.0)$$

$$pa = 1.70 \text{ Tn/m/ml}$$

$$PA = \frac{1}{2} \gamma_s * K_a * HT^2$$

$$PA = \frac{1}{2}(1.77)(0.3210)(3.0)^2$$

$$PA = 2.56 \text{ Tn /ml}$$

Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp = (1.77)(3.022)(1.0)$$

$$pp = 5.35 \text{ Tn/m/ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * K_p * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2}(1.77)(3.022)(1.0)^2$$

$$PP = 2.67 \text{ Tn /ml}$$

Como  $\beta \neq 0$  debemos calcular las componentes de la presión Activa del suelo

$$Ph = Pa * \cos \beta$$

$$Ph = (2.56)(\cos 10^\circ)$$

$$Ph = 2.52 \text{ Tn /ml}$$

$$Pv = Pa * \sen \beta$$

$$Pv = (2.56)(\sen 10^\circ)$$

$$Pv = 0.44 \text{ Tn /ml}$$

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO ( MV )**

$$z = HT/3$$

$$z = 3/3$$

$$z = 1.0 \text{ m}$$

$$Mv = Ph * z$$

$$Mv = ( 2.52)( 1.0 )$$

$$Mv = 2.52 \text{ Tn.m /ml}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE ( MR )**

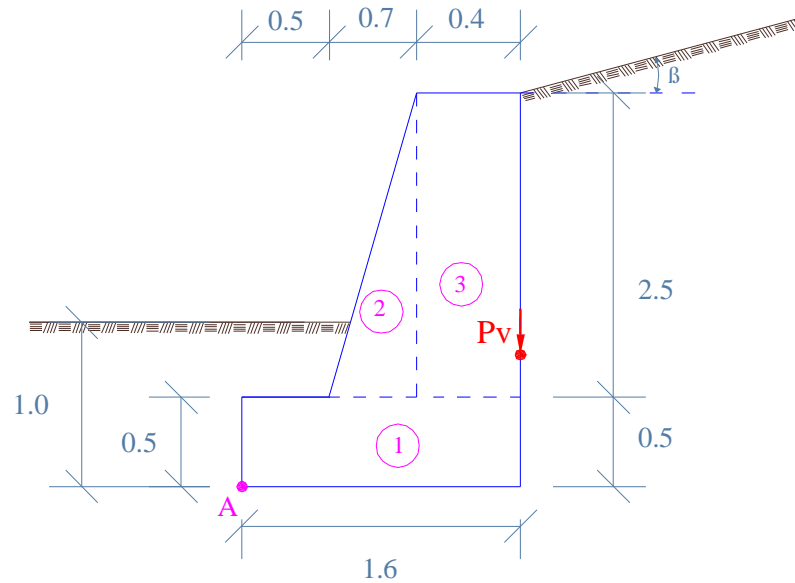


Fig. 2 – 16

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Vol ( m <sup>3</sup> )	W = V* $\gamma$ ( Tn )	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
<b>HORMIGÓN</b>					
1	(1.60)(0.5) = 0.80	0.80	(0.80)(2.20)= 1.76	0.80	1.41
2	(0.7*2.50)/2 = 0.88	0.88	(0.88)(2.20)= 1.94	0.97	1.88
3	(0.4)(2.50) = 1.00	1.00	(1.00)(2.20)= 2.20	1.40	3.08
	$\Sigma$	2.68			
<b>SUELO</b>					
Pv			0.44	1.6	0.70
		$\Sigma W =$	6.34	$\Sigma = MR =$	7.07

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV)**

$$FSV = MR/ MV > 1.5$$

$$FSV = 7.07/2.52$$

$$FSV = 2.80 > 1.5 \text{ OK}$$

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD)**

$$FSD = fr / Ph > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \operatorname{tg} \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \operatorname{tg} 32^\circ$$

$$\mu = 0.62 \quad \text{uso } \mu = 0.60$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 6.34 \text{ Tn}$$

$$fr = \mu * N$$

$$fr = 0.60 (6.34)$$

$$fr = 3.804 \text{ Tn}$$

$$FSD = f / Ph$$

$$FSD = 3.80 / 2.52$$

$$FSD = 1.51 > 1.5 \text{ OK}$$

**g).- DETERMINAR QUE EL PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL TERCIO MEDIO**

$$x = (MR - MV) / N$$

$$x = (7.07 - 2.52) / 6.34$$

$$x = 0.72 \text{ m}$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$0.53 \leq 0.72 \leq 1.07 \text{ OK}$$

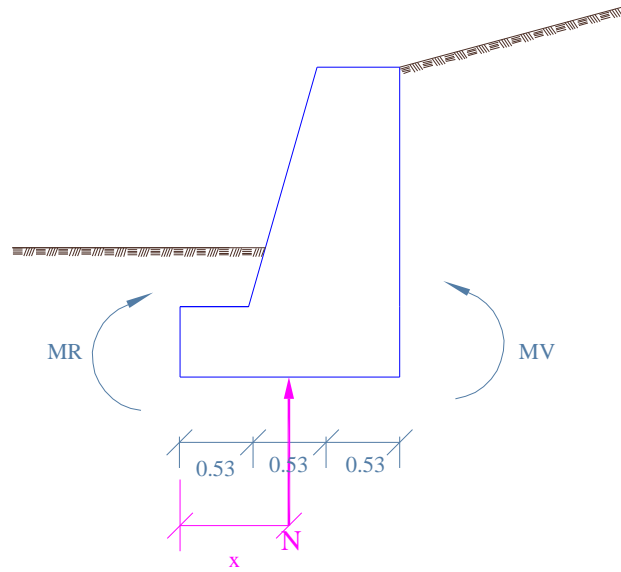


Fig. 2 – 17

**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 1.6 / 2 - 0.72$$

$$e = 0.08 \text{ m}$$

$$M = WT * e$$

$$M = 6.34 * 0.08$$

$$M = 0.51 \text{ Tn.m/ml}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{WT}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{6.34}{(1.6)(1)} \pm \frac{6(0.51)}{(1.6)^2 * (1)}$$

$$q \frac{M}{m} = 3.96 \pm 1.20$$

$$qM = 5.16 \text{ Tn/m}^2$$

$$< q_{adm} = 25 \text{ Tn/m}^2$$

$$qm = 2.76 \text{ Tn/m}^2$$

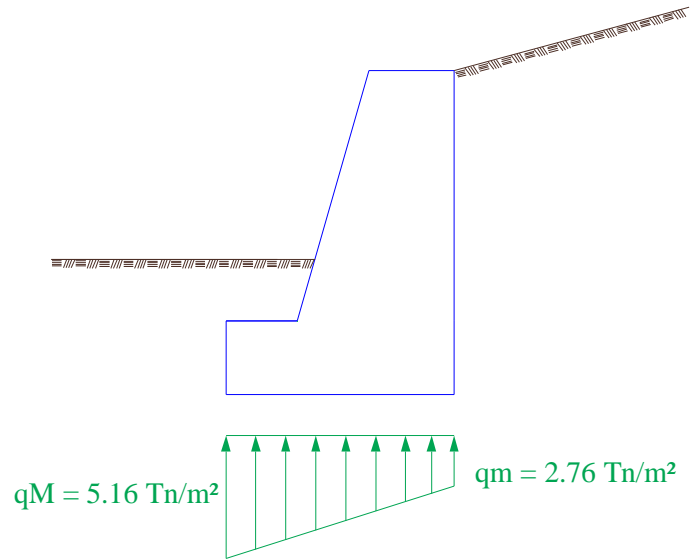


Fig. 2 – 18



## CAPITULO III

### 3.- DISEÑO DE MUROS EN CANTILIVER O VOLADIZO

Como ya se indicó los muros en cantiliver, son aquellos muros que trabajan como viga en voladizo, empotrados en una zapata inferior. Estos muros se diseñan en hormigón armado y se recomienda su uso para alturas intermedias hasta los nueve metros.

Este tipo de muros se refuerza verticalmente para contrarrestar el momento flexionante y horizontalmente para evitar las grietas.

#### 3.1.- PROCESO DE CÁLCULO

Para diseñar este tipo de muros, al igual que los muros de gravedad seguiremos una secuencia de pasos como la indicada en el capítulo dos, los muros de este tipo se diseñan por un metro de longitud de muro.

##### a).- PREDIMENSIONAR LOS MUROS EN CANTILIVER

Las dimensiones tentativas para predimensionar estos muros son las siguientes:

El espesor de la corona (  $b$  ) debe tener como mínimo veinte centímetros, aunque es preferible que sea treinta centímetros.

$$b = \geq 0.2 \text{ m}$$

El ancho de la base del muro (  $B$  ) debe estar alrededor del 40% al 70 % de la altura del muro

$$B = ( 0.4 - 0.7 )H$$

El espesor de la zapata de cimentación ( D ) puede tener una dimensión entre H/12 a H/10

$$D = H/12 - H/10$$

El ancho del dedo ( De ) se recomienda de un tercio del ancho de la base del muro

$$De = B/3$$

Estos son valores típicos de tanteo pero pueden variar de acuerdo a las necesidades de casa caso como ya se indico anteriormente.

Estas dimensiones tentativas se muestran en la figura 3 – 1.

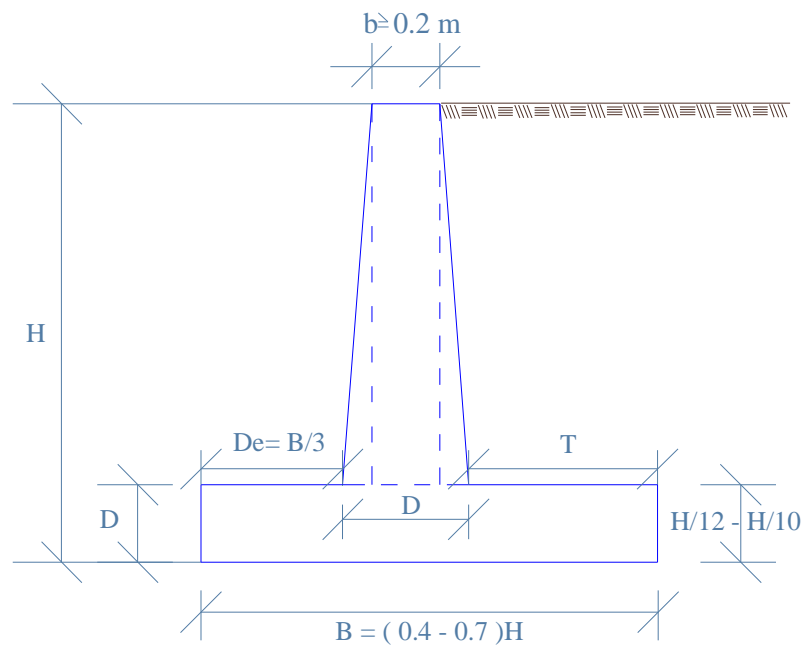


Fig. 3 – 1

### **b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

Determinamos la presión activa y pasiva del suelo tal como se indico en el capítulo dos sección 2.1 (b)

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO (MV)**

Determinamos el momento de volteo tal como se indico en el capitulo dos sección 2.1 (c)

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE (MR)**

Determinamos el momento resistente tal como se indico en el capitulo dos sección 2.1 (d)

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV)**

Calculamos el factor de seguridad al volteo de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.8

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD)**

Calculamos el factor de seguridad al deslizamiento de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.9

**g).- DETERMINAR SI LA POSICIÓN DE LA FUERZA NORMAL (N) ESTA DENTRO DEL TERCIO MEDIO**

Para determinar si la posición de la fuerza normal (N) esta dentro del tercio medio realizamos los cálculos de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.10

## h).- COMPROBAR LAS PRESIONES EN EL SUELO

La comprobación de los esfuerzos ejercidos sobre el suelo se los realiza de la forma indicada el capítulo uno sección 1.10

## i).- DISEÑO DE LA PANTALLA

Para diseñar la pantalla la consideramos como un volado empotrado en la base del muro como se indica en la figura 3-2, el momento y cortante máximos ocurren en la base de la pantalla.

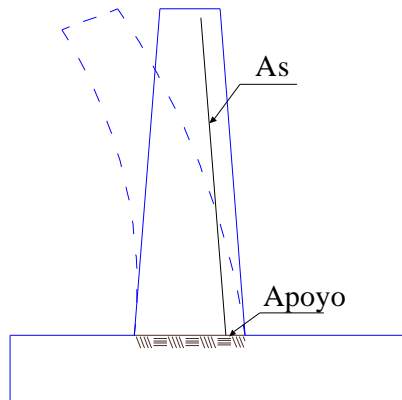


Fig. 3 – 2

Como el momento en la pantalla crece, desde cero en su corona, conforme aumenta su profundidad, por la acción de la presión del terreno, se tiene un ahorro de armadura calculando los momentos en el muro para diversas alturas, por lo que se divide a la pantalla en dovelas.

El refuerzo mínimo por repartición y temperatura ( $A_s \text{ rep}$ ) calculado debe colocarse de la siguiente manera:  $1/3 A_s \text{ rep}$  en la cara interior del muro, aquella que esta en contacto con el suelo y  $2/3 A_s \text{ rep}$  en la cara exterior del muro, donde la temperatura es mayor; en esta cara se coloca la referida cantidad de acero en ambos sentidos formando una malla

### j).- DISEÑO DEL DEDO

Para diseñar al dedo, al igual que la pantalla, se lo considera como un volado que empieza en el borde de la cara frontal de la pantalla, como se indica en la figura 3-3.

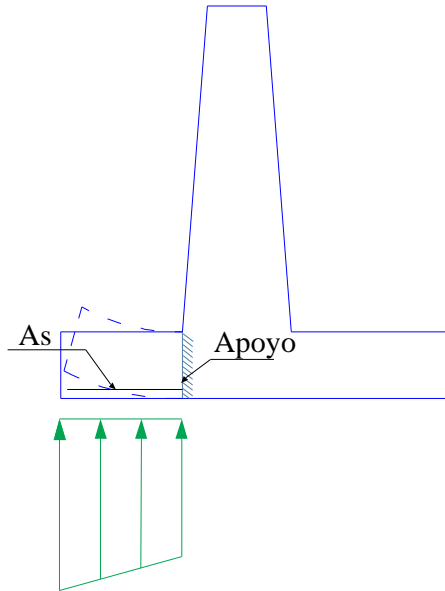


Fig. 3 – 3

El peso del relleno en la parte delantera como ya se indicó se desprecia; para el diseño del dedo básicamente se consideran las reacciones del terreno, que ocasionan el momento y cortante con el que se calcula el acero de refuerzo necesario.

Se recomienda colocar un tercio del refuerzo mínimo por repartición y temperatura calculado ( $1/3 A_s \text{ rep}$ ) como acero de amarre.

### k).- DISEÑO DEL TALÓN

Para diseñar el talón de igual manera lo consideramos como un volado que se extiende desde la parte posterior de la pantalla, como se indica en la figura 3-4.

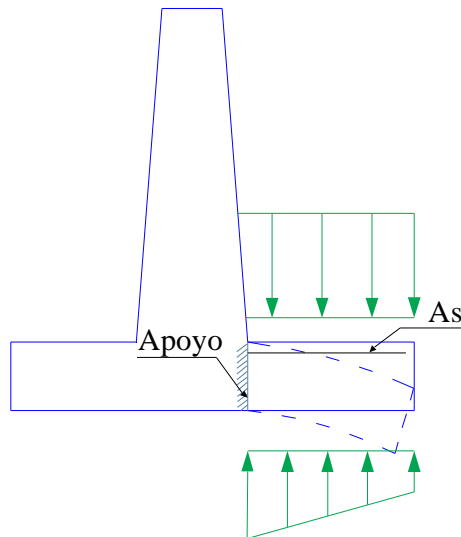


Fig. 3 – 4

El peso del suelo sobre el talón y las sobrecargas existentes, ocasionan presiones verticales, que con las reacciones del suelo se anulan mutuamente, la resultante de estas presiones es la que provoca el momento y el corte con el que se calcula el acero de refuerzo.

Como en el caso del diseño del dedo, se recomienda colocar un tercio del refuerzo mínimo por repartición y temperatura calculado ( $1/3 A_s \text{ rep}$ ) como acero de amarre.

### 1).- DISEÑO DEL DIENTE

Como ya se indicó anteriormente se deberá utilizar un diente cuando la resistencia a la fricción entre la base del muro y el suelo de cimentación no es suficiente para tener un factor de seguridad al deslizamiento adecuado como se indica en el capítulo uno sección 1.9.

La posición de este diente puede hacerse debajo de la pantalla para dar un anclaje adicional a la armadura de la misma, aunque es más efectivo si se coloca un poco más atrás como se indica en la figura 3-5

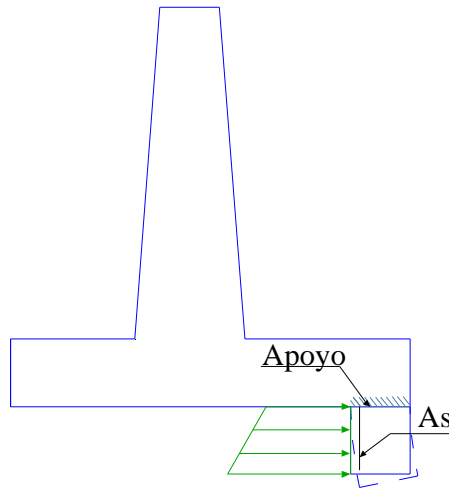


Fig. 3 – 5

Para el diseño del dedo se lo considera como un volado, en el que actúa la presión pasiva que se encuentra delante del muro.

### 3.2.- EJERCICIOS PROPUESTOS

Para analizar un muro en cantiliver es necesario seguir una secuencia como la descrita anteriormente para obtener resultados satisfactorios, esta secuencia se puede ilustrar mejor con ejemplos numéricos.

#### 3.2.1.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro en cantiliver:

##### Datos:

Suelo tipo II  $\gamma = 1.77 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 10^\circ$   $\phi = 32^\circ$   $q \text{ adm} = 20 \text{ Tn/m}^2$

HF = 1.0 m H = 6.0 m

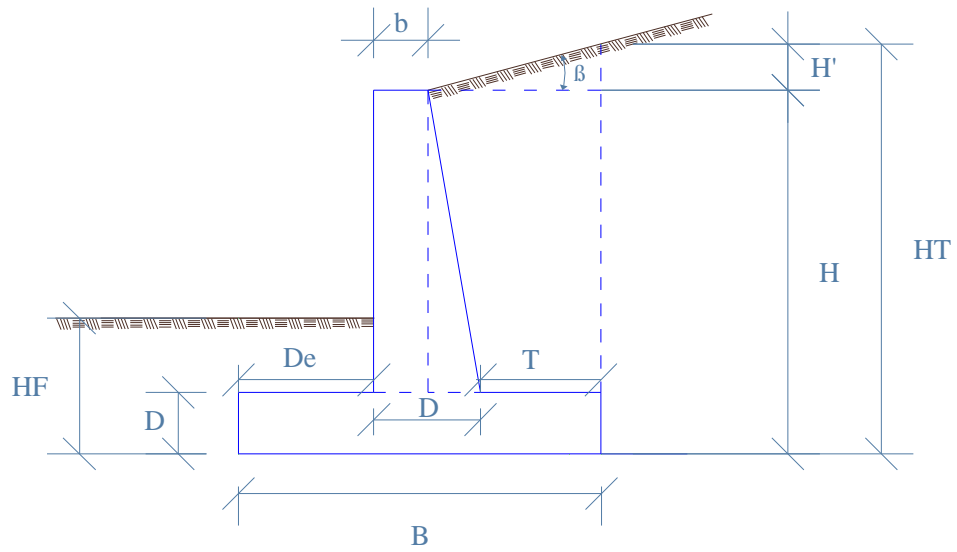


Fig. 3 – 6

**a).- PREDISEÑO**

$$b \geq 0.2 \text{ m}$$

asumo  $b = 0.30 \text{ m}$

$$B = (0.4 - 0.7)H$$

$$B = 0.4 H$$

$$B = 0.4 * 6.0 = 2.40$$

asumo  $B = 2.9 \text{ m}$

$$De = B/3$$

$$De = 2.9/3 = 0.97$$

asumo  $De = 1.1 \text{ m}$

$$D = H/12 - H/10$$

$$D = H/12 = 6.0/12 = 0.5 \text{ m}$$

$$T = B - De - D$$

$$T = 2.9 - 1.1 - 0.5$$

$$T = 1.3 \text{ m}$$



**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

$$\phi = 32^\circ \quad \beta = 10^\circ$$

$$K_a = 0.3210 \quad K_p = 3.0216$$

$$H' = \text{tg } \beta * (B - D_e - b)$$

$$H' = \text{tg } 10^\circ ( 2.9 - 1.1 - 0.3 )$$

$$H' = 0.26 \text{ m}$$

$$HT = H + H'$$

$$HT = 6.0 + 0.26$$

$$HT = 6.26 \text{ m}$$

Presión Activa

$$pa = \gamma_s * K_a * HT$$

$$pa = (1.77)(0.3210)(6.26)$$

$$pa = 3.56 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PA = \frac{1}{2} \gamma_s * K_a * HT^2$$

$$PA = \frac{1}{2}(1.77)(0.3210)(6.26)^2$$

$$PA = 11.13 \text{ Tn /ml}$$

Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp = (1.77)(3.0216)(1.0)$$

$$pp = 5.35 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * K_p * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2} (1.77)(3.0216)(1.0)^2$$

$$PP = 2.67 \text{ Tn /ml}$$

## Componentes de la presión Activa del suelo

$$P_h = P_a \cdot \cos \beta$$

$$P_h = (11.13)(\cos 10^\circ)$$

$$P_h = 10.96 \text{ Tn /ml}$$

$$P_v = P_a \cdot \sin \beta$$

$$P_v = (11.13)(\sin 10^\circ)$$

$$P_v = 1.93 \text{ Tn /ml}$$

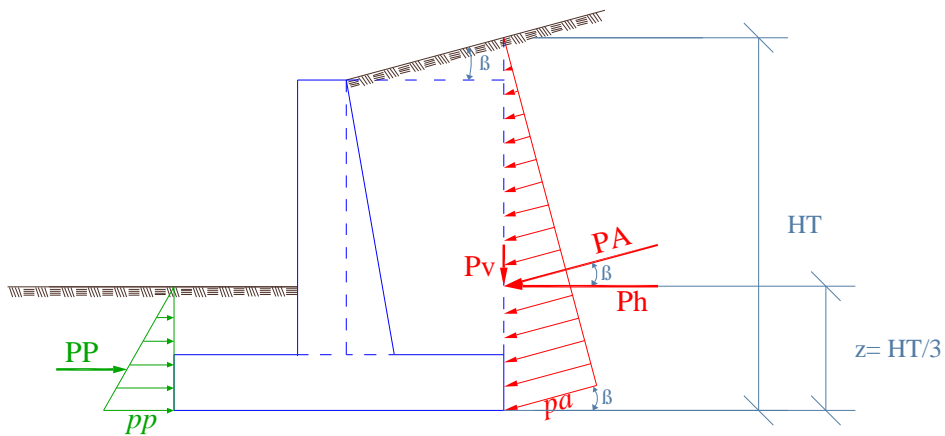


Fig. 3 – 7

### c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO MV

$$z = HT/3$$

$$z = 6.26/3$$

$$z = 2.09 \text{ m}$$

$$M_v = P_h \cdot z$$

$$M_v = (10.96)(2.09)$$

$$M_v = 22.91 \text{ Tn.m /ml}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE**

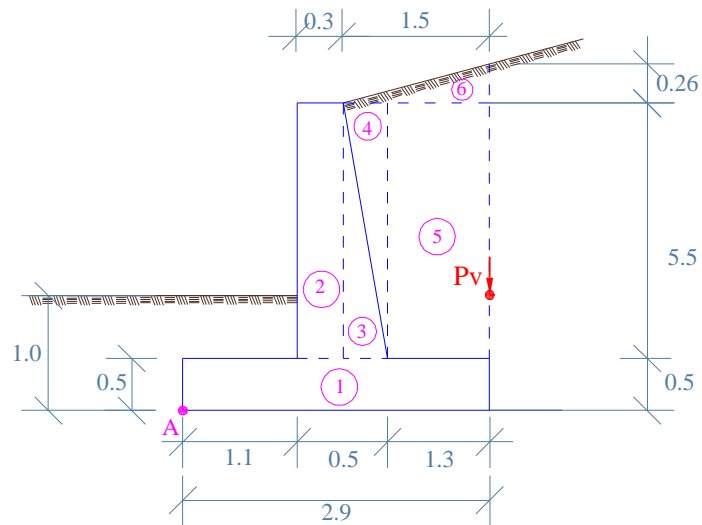


Fig. 3 – 8

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )	W = V*γ (Tn)	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
<b>HORMIGÓN</b>					
1	(2.90)(0.5) = 1.45	1.45	(1.45)(2.40)= 3.48	1.45	5.05
2	(0.30)(5.5) = 1.65	1.65	(1.65)(2.40)= 3.96	1.25	4.95
3	(0.2*5.5)/2 = 0.55	0.55	(0.55)(2.40)= 1.32	1.47	1.94
	Σ	3.65			
<b>SUELO</b>					
4	(0.20*5.5)/2= 0.55	0.55	(0.55)(1.77) = 0.97	1.53	1.48
5	(1.30)(5.50) = 7.15	7.15	(7.15)(1.77)= 12.66	2.25	28.49
6	(1.5*0.26)/2= 0.20	0.20	(0.20)(1.77) = 0.35	2.40	0.84
	Σ	7.9			
Pv			1.93	2.90	5.60
	Σ		24.67	Σ= MR=	48.35

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO**

**FSV**

$$FSV = MR/ MV > 1.5$$

$$FSV = 48.35/22.91$$

$$FSV= 2.11 > 1.5 \text{ OK}$$

**f).-DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO  
FSD**

$$FSD = fr / Ph > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \text{tg } \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \text{tg } 32^\circ$$

$$\mu = 0.62 \quad \text{uso } \mu = 0.60$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 24.67 \text{ Tn}$$

$$fr = \mu * N$$

$$fr = 0.60 (24.67)$$

$$fr = 14.80 \text{ Tn}$$

$$FSD = fr / Ph$$

$$FSD = 14.80 / 10.96$$

$$FSD = 1.35 < 1.5 \quad \text{Se Necesita Colocar un Diente.}$$

**g).- DETERMINAR QUE EL PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL TERCIO  
MEDIO**

$$x = ( MR - MV ) / N$$

$$x = ( 48.35 - 22.91 ) / 24.67$$

$$x = 1.03$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$0.97 \leq 1.03 \leq 1.86 \text{ OK}$$

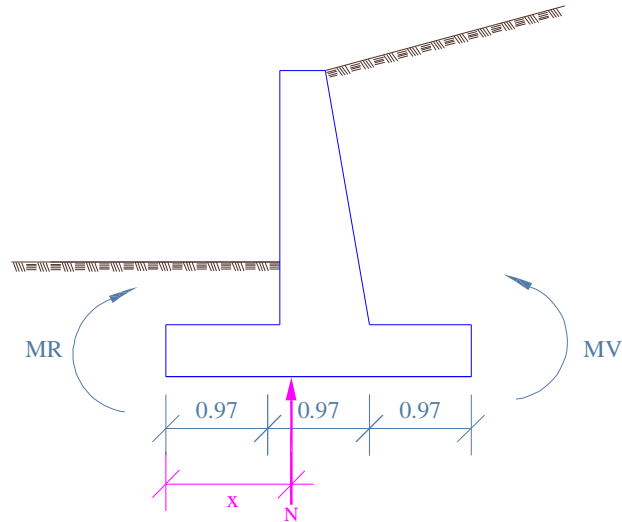


Fig. 3 – 9

**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 2.9 / 2 - 1.03$$

$$e = 0.42 \text{ m}$$

$$M = WT * e$$

$$M = 24.67 * 0.42$$

$$M = 10.36 \text{ Tn.m /ml}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{WT}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{24.67}{(2.9)(1)} \pm \frac{6(10.36)}{(2.9)^2 * (1)}$$

$$q \frac{M}{m} = 8.50 \pm 7.39$$

$$qM = 15.89 \text{ Tn/m}^2$$

$$< q_{adm} = 20 \text{ Tn/m}^2 \text{ OK}$$

$$qm = 1.11 \text{ Tn/m}^2$$

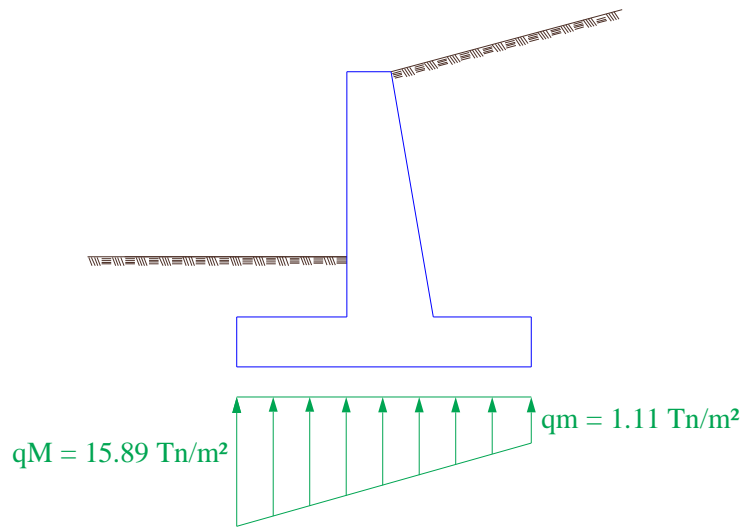


Fig. 3 – 10

**i).-DISEÑO DE LA PANTALLA**

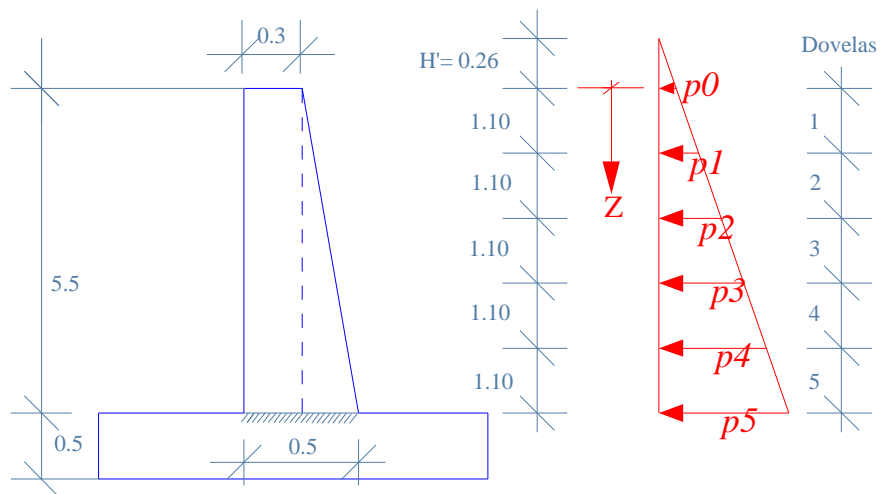


Fig. 3 – 11

Calculo de presiones y momentos por Dovelas

$$p_z = \gamma_s * K_a * (z + H')$$

$$p_0 = (1.77)(0.3210)(0 + 0.26)$$

$$p_0 = 0.15 \text{ Tn/m/ml}$$

$$p1 = (1.77)(0.3210)(1.1 + 0.26)$$

$$p1 = 0.77 \text{ Tn/m/ml}$$

$$p2 = (1.77)(0.3210)(2.2 + 0.26)$$

$$p2 = 1.39 \text{ Tn/m/ml}$$

$$p3 = (1.77)(0.3210)(3.3 + 0.26)$$

$$p3 = 2.02 \text{ Tn/m/ml}$$

$$p4 = (1.77)(0.3210)(4.4 + 0.26)$$

$$p4 = 2.65 \text{ Tn/m/ml}$$

$$p5 = (1.77)(0.3210)(5.5 + 0.26)$$

$$p5 = 3.27 \text{ Tn/m/ml}$$

$$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p0 + pz) \right\}$$

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p0 + pz) \right\}$ (Tn.m)
1	1.1	0.77	0.37
2	2.2	1.39	2.32
3	3.3	2.02	7.16
4	4.4	2.65	16.18
5	5.5	3.27	30.60

Determinar ( d ) para cada dovela en la pantalla

$$m = \frac{50 - 30}{5.5}$$

$$m = 3.64$$

$$d(i) = dm + mx$$

$$d(1) = 23 + (3.64)(1.1)$$

$$d(1) = 27 \text{ cm}$$

$$d(2) = 23 + (3.64)(2.2)$$

$$d(2) = 31 \text{ cm}$$

$$d(3) = 23 + (3.64)(3.3)$$

$$d(3) = 35 \text{ cm}$$

$$d(4) = 23 + (3.64)(4.4)$$

$$d(4) = 39 \text{ cm}$$

$$d(5) = 23 + (3.64)(5.5)$$

$$d(5) = 43 \text{ cm}$$

Verificación de espesor de pantalla

$$Mu \text{ max} = 30.60 \text{ Tn.m}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{30.60 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 31.72 \text{ cm} < 43 \text{ cm OK}$$



Diseño a Flexión

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85\beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{fy} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$As \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

Dovela	d (cm)	Mu (Tn*m)	As (cm <sup>2</sup> )	As col ( $\phi$ , cm <sup>2</sup> )
1	27	0.37	9.06	3 $\phi$ 20
2	31	2.32	10.41	3 $\phi$ 20 + 1 $\phi$ 18
3	35	7.16	11.75	3 $\phi$ 20 + 1 $\phi$ 18

4	39	16.18	13.09	3 $\phi$ 20 + 1 $\phi$ 18 + 1 $\phi$ 18
5	43	30.60	19.91	3 $\phi$ 20 + 1 $\phi$ 18 + 1 $\phi$ 18 + 2 $\phi$ 20

Acero de repartición

$$A_{s \text{ rep}} = \rho * A_g$$

$$A_{s \text{ rep}} = (0.002)[(b+d)/2](100)$$

$$A_{s \text{ rep}} = (0.002)[(30+50)/2](100)$$

$$A_{s \text{ rep}} = 8 \text{ cm}^2$$

Cara exterior

$$2/3 A_{s \text{ rep}} = 5.33 \text{ cm}^2 = 5 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 20 \text{ cm}$$

Cara interior

$$1/3 A_{s \text{ rep}} = 2.67 \text{ cm}^2 = 3 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 30 \text{ cm}$$

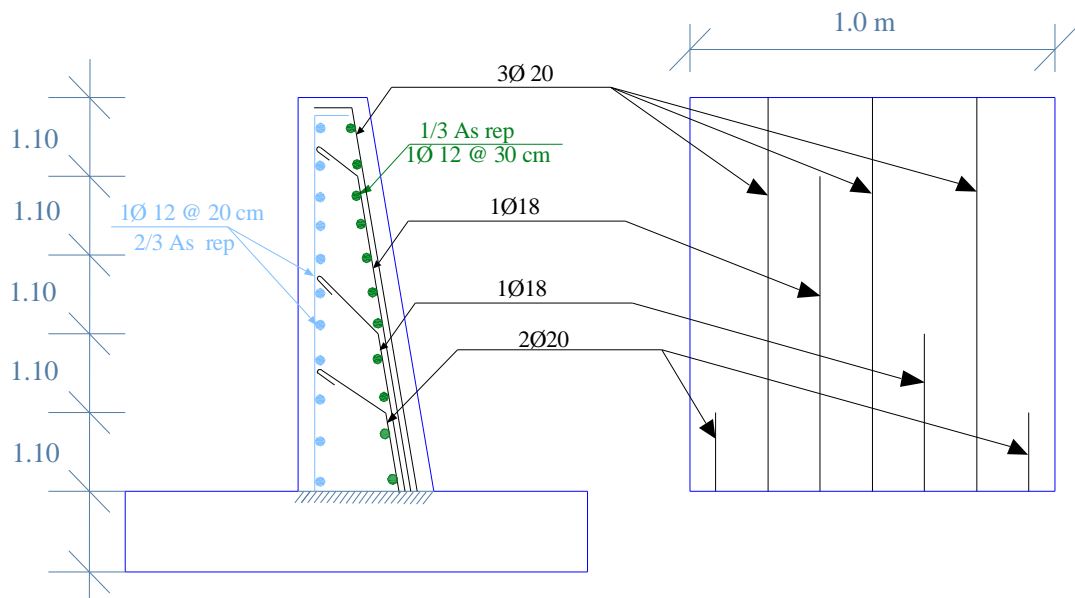


Fig. 3 – 12

## Diseño a Corte

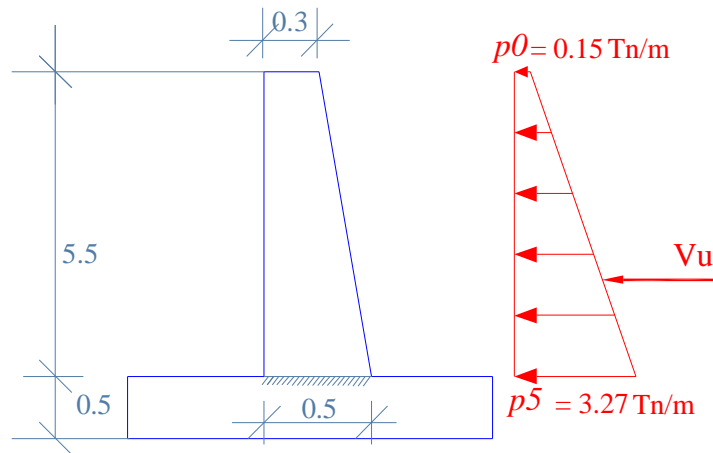


Fig. 3 – 13

$$V_u = f \left\{ (p_0 + p_5) \frac{H}{2} \right\}$$

$$V_u = 1.7 \left\{ (0.15 + 3.27) \frac{5.5}{2} \right\}$$

$$V_u = 15.99 \text{ Tn / ml}$$

$$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{15.99 * 10^3}{0.85 * 100 * 43}$$

$$v_c = 4.37 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{210}$$

$$v_{adm} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm}$$

El valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible, por lo que no se necesitaría refuerzo por sollicitación de corte

**j).- DISEÑO DEL DEDO**

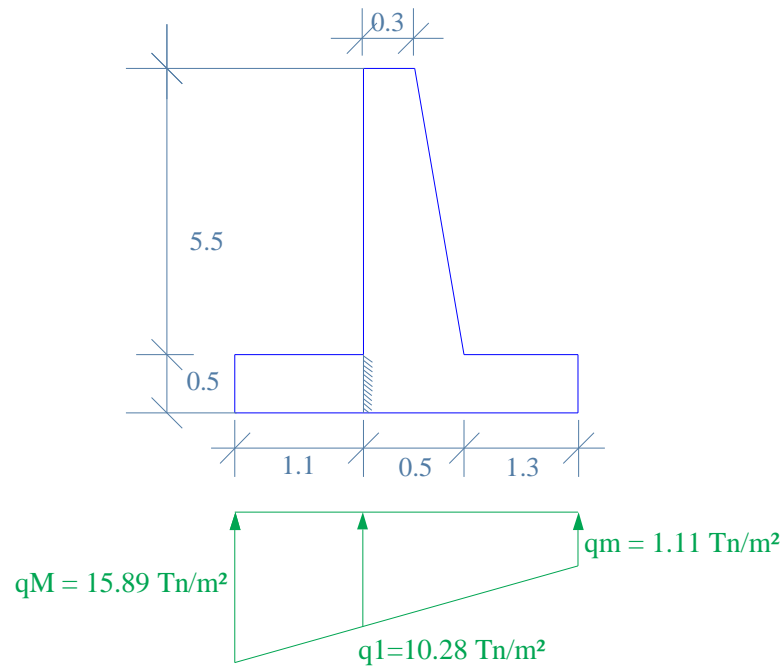


Fig. 3 – 14

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{15.89 - 1.11}{2.9}$$

$$m = 5.10$$

$$q(x) = qM - mx$$

$$q(1) = 15.89 - (5.10)(1.10)$$

$$q(1) = 10.28 \text{ Tn/m}^2$$

Diseño a Corte

$$V = f \left\{ qM(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$V = 1.7 \left\{ 15.89(1.10) - \frac{(5.10 * 1.1^2)}{2} \right\}$$

$$V = 24.47 \text{ Tn}$$

$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{24.47 * 10^3}{0.85 * 100 * 43}$$

$$v_c = 6.69 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{210}$$

$$v_{adm} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm} \text{ OK}$$

El valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible, por lo que no se necesitaría refuerzo por sollicitación de corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qM(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{15.89(1.1^2)}{2} - \frac{5.10(1.1^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 14.42 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del dedo

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{14.42 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 21.78 \text{ cm} < 43 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{14.42 * 10^5}{0.9(100)(43^2)(210)}$$

$$K = 0.04126$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \beta = 0.85$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{fy} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{210}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.04126)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00212$$

$$\text{uso } p_{\min} = 0.00336$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 43 \text{ cm}$$

$$A_s (\text{cm}^2) = p * B * d$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(43)$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 14.44$$

$$A_s (\phi) = 1 \phi 20 @ 20 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = p * A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(50)(100)$$

$$A_s \text{ rep} = 10 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 3.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 12 @ 30 \text{ cm}$$

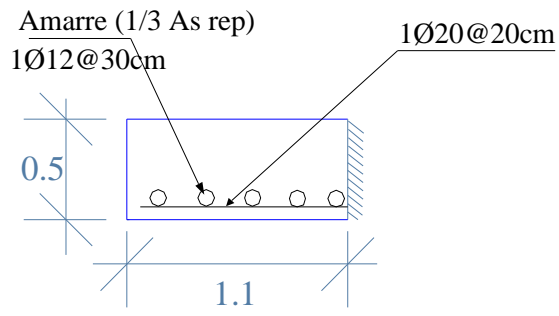


Fig. 3 – 15

**k).- DISEÑO DEL TALÓN**

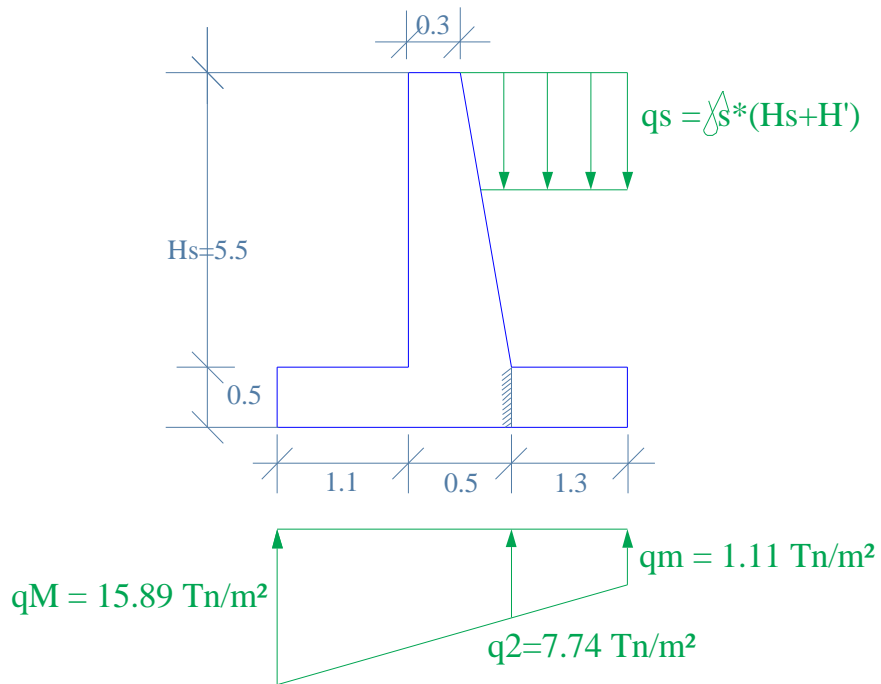


Fig. 3 – 16

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{15.89 - 1.11}{2.9}$$

$$m = 5.10$$



$$q(x) = q_m + mx$$

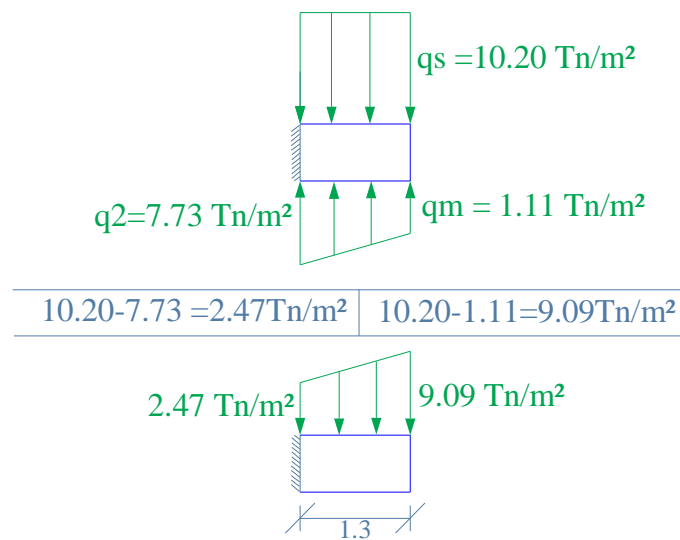
$$q(2) = 1.11 + (5.10)(1.3)$$

$$q(2) = 7.74 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_s = \gamma_s(H_s + H')$$

$$q_s = (1.77)(5.5 + 0.26)$$

$$q_s = 10.20 \text{ Tn/m}^2$$



**DIAGRAMA DE PRESIONES RESULTANTE**

Fig. 3 – 17

$$m = \frac{q_{Max} - q_{min}}{L}$$

$$m = \frac{9.09 - 2.47}{1.3}$$

$$m = 5.09$$

Diseño a Corte

$$V = f \left\{ q_{Max}(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$V = 1.7 \left\{ 9.09(1.30) - \frac{(5.09 * 1.3^2)}{2} \right\}$$

$$V = 12.77 \text{ Tn}$$

$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{12.77 * 10^3}{0.85 * 100 * 43}$$

$$v_c = 3.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{210}$$

$$v_{adm} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm} \text{ OK}$$

Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{q M a x(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{9.09(1.3^2)}{2} - \frac{5.09(1.3^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 9.89 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del talón

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{9.89 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 18.03 \text{ cm} < 43 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{9.89 * 10^5}{0.9(100)(43^2)(210)}$$

$$K = 0.02830$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \quad \beta = 0.85$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{210}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.02830)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00144$$

$$\text{uso } p_{\min} = 0.00336$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 43 \text{ cm}$$

$$A_s (\text{cm}^2) = p \cdot B \cdot d$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(43)$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 14.44$$

$$A_s (\phi) = 1 \phi 20 @ 20 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = p \cdot A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(50)(100)$$

$$A_s \text{ rep} = 10 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 3.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 12 @ 30 \text{ cm}$$

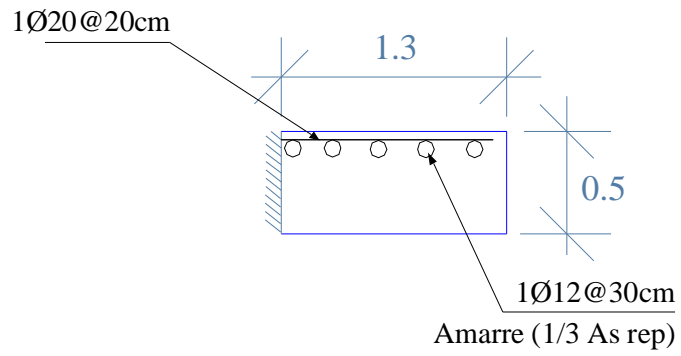


Fig. 3 – 18

### 1).- DISEÑO DEL DIENTE

La altura del diente se recomienda con un valor de  $(1 - 1.5) D$

$$HD = (1 - 1.5) D$$

$$HD = D$$

$$HD = 0.5 \text{ m}$$

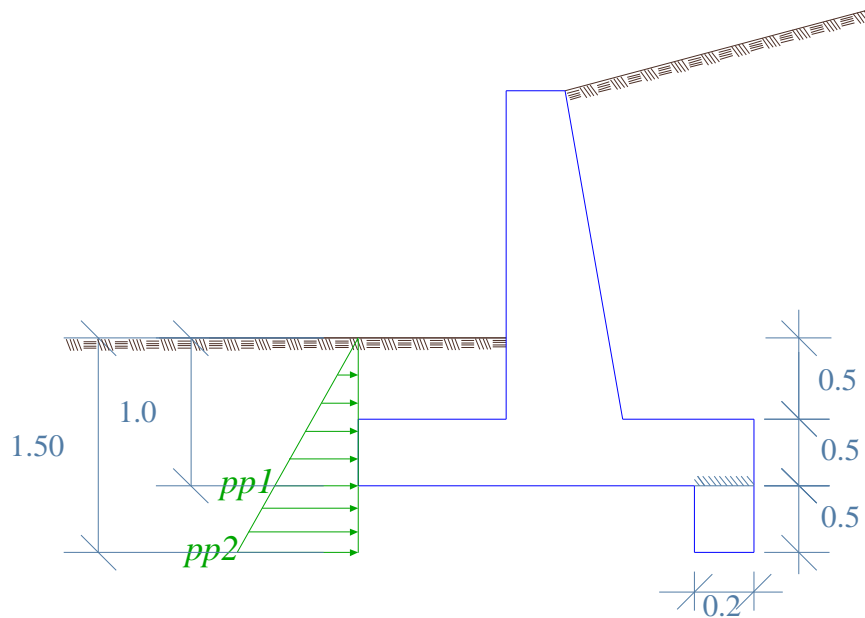


Fig. 3 – 19

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp1 = (1.77)(3.0216)(1.0)$$

$$pp1 = 5.35 \text{ Tn/m/ml}$$

$$pp2 = (1.77)(3.0216)(1.5)$$

$$pp2 = 8.02 \text{ Tn/m/ml}$$

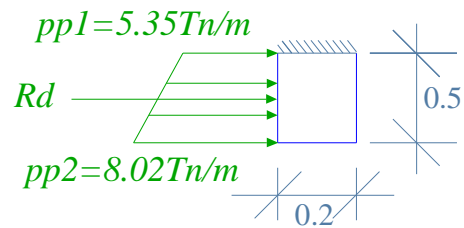


Fig. 3 – 20

$$Rd = \frac{(pp1 + pp2)}{2} HD$$

$$Rd = \frac{(5.35 + 8.02)}{2} (0.5)$$

$$Rd = 3.34 \text{ Tn}$$

$$FSD = \frac{\mu * N + Rd}{Ph}$$

$$FSD = \frac{0.6(24.67) + 3.34}{10.96}$$

$$FSD = 1.66 > 1.5 \text{ OK}$$

$$m = \frac{qMax - q min}{L}$$

$$m = \frac{8.02 - 5.35}{0.5}$$

$$m = 5.34$$

Diseño a Corte

$$Vu = f \left\{ qMax(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 1.7 \left\{ 8.02(0.5) - \frac{(5.34 * 0.5^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 5.68 \text{ Tn}$$

$$vc = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$vc = \frac{5.68 * 10^3}{0.85 * 100 * 13}$$

$$vc = 5.14 \text{ kg/cm}^2$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{210}$$

$$vadm = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$vc < vadm \text{ OK}$$

Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qMax(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{8.02(0.5^2)}{2} - \frac{5.34(0.5^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.52 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del diente

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{1.52 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 7.07 \text{ cm} < 13 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{1.52 * 10^5}{0.9(100)(13^2)(210)}$$

$$K = 0.04759$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \quad \beta = 0.85$$



$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{210}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.04759)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00245$$

uso  $p_{\min} = 0.00336$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm}$$

$$A_s (\text{cm}^2) = p * B * d$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(13)$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 4.36$$

$$A_s (\phi) = 4\phi 12 = 1\phi 12 @ 25 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = p * A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(20)(100)$$

$$A_s \text{ rep} = 4 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 1.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 10 @ 30 \text{ cm}$$

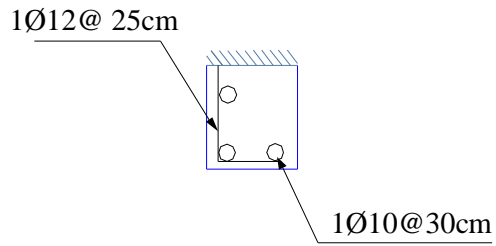


Fig. 3 – 21

### ARMADO GENERAL DEL MURO

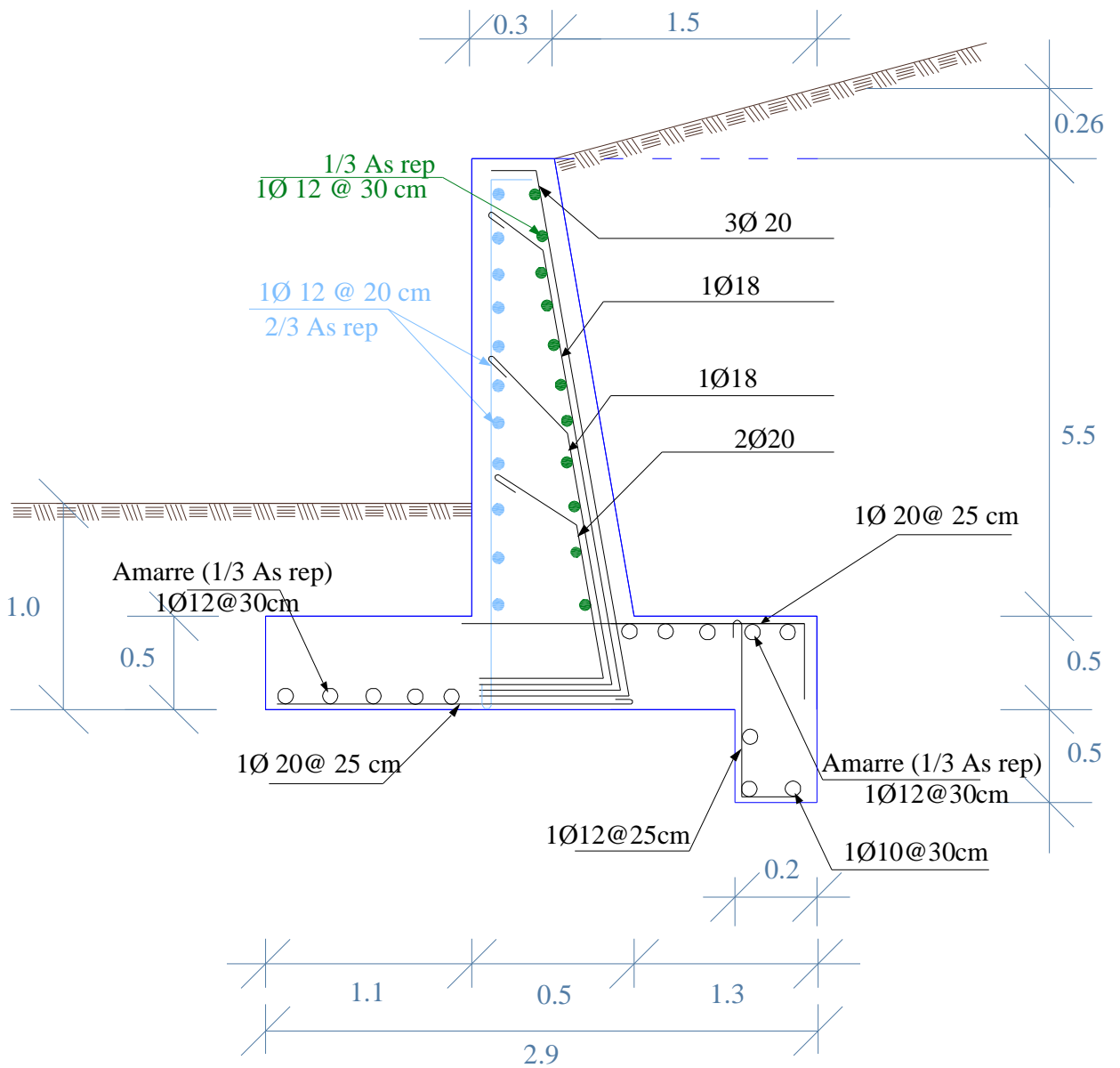


Fig. 3 – 22

### 3.2.2.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro en cantiliver:

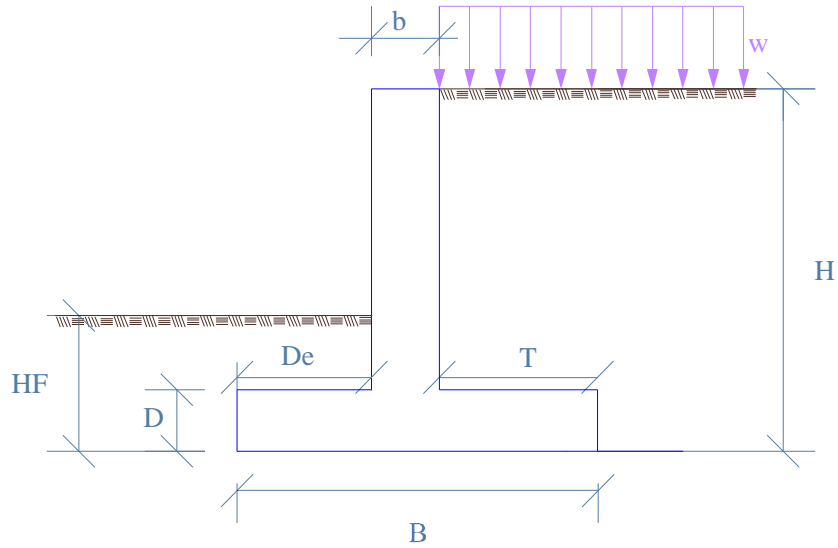


Fig. 3 – 23

#### Datos:

Suelo tipo I  $\gamma = 1.73 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 0^\circ$   $\phi = 30^\circ$   $q_{adm} = 20 \text{ Tn/m}^2$   $w = 1 \text{ Tn/m}$

$HF = 1.2 \text{ m}$   $H = 5.0 \text{ m}$

#### a).- PREDISEÑO

$$b \geq 0.2 \text{ m}$$

asumo  $b = 0.40 \text{ m}$

$$B = (0.4 - 0.7)H$$

$$B = 0.4 H$$

$$B = 0.6 * 5.0 = 3.0$$

$$B = 3.0 \text{ m}$$

$$De = B/3$$

$$De = 3.0/3 = 1.0$$

$$De = 1.0 \text{ m}$$

$$D = H/12 - H/10$$

$$D = H/10 = 5.0/10 = 0.5 \text{ m}$$

$$T = B - De - b$$

$$T = 3.0 - 1.0 - 0.4$$

$$T = 1.6 \text{ m}$$

**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

$$\phi = 30^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$Ka = 0.3333 \quad Kp = 3.0000$$

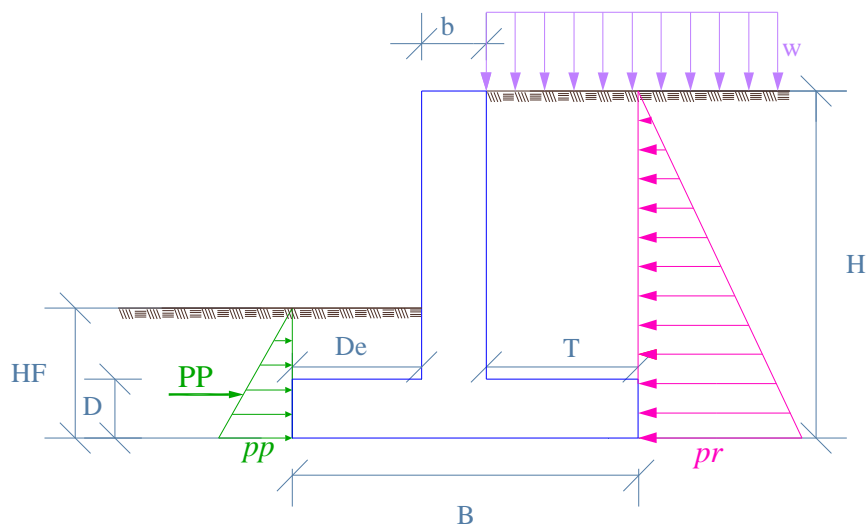


Fig. 3 – 24

Presión del Relleno

$$pr = \gamma_s * Ka * H$$

$$pr = (1.73)(0.3333)(5.0)$$

$$pr = 3.56 \text{ Tn/m /ml}$$

Presión de la Sobrecarga

$$ps = w * Ka$$

$$ps = (1.0)(0.3333)$$

$$ps = 0.33 \text{ Tn/m /ml}$$

Presión Activa

$$pa = pr + ps$$

$$pa = 2.88 + 0.33$$

$$pa = 3.21 \text{ Tn/m /ml}$$

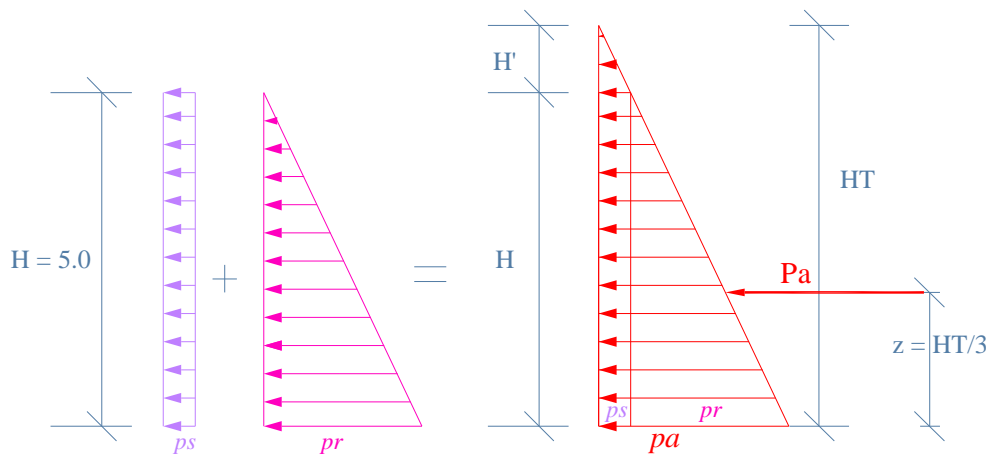


Fig. 3 – 25

Determinación de H' (Altura de la sobrecarga )

Por relación de triángulos tenemos:

$$\frac{H}{pr} = \frac{H'}{ps}$$

$$H' = \frac{H * ps}{pr}$$

$$H' = \frac{5 * 0.33}{2.88}$$

$$H' = 0.57 \text{ m}$$

$$HT = H + H'$$

$$HT = 5 + 0.57$$

$$HT = 5.57 \text{ m}$$

Debido a la sobrecarga tenemos:

$$PA = ( \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 + w * H ) K_a$$

$$PA = ( \frac{1}{2}(1.73)(5.0)^2 + 1 * 5 ) (0.3333)$$

$$PA = 8.87 \text{ Tn /ml}$$

Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp = (1.73)(3.0)(1.2)$$

$$pp = 6.23 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * K_p * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2} (1.73)(3.0)(1.2)^2$$

$$PP = 3.74 \text{ Tn /ml}$$

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO MV**

$$z = HT/3$$

$$z = 5.57/3$$

$$z = 1.86 \text{ m}$$

$$Mv = Pa * z$$

$$Mv = ( 8.87 )( 1.86 )$$

$$Mv = 16.50 \text{ Tn.m /ml}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE**

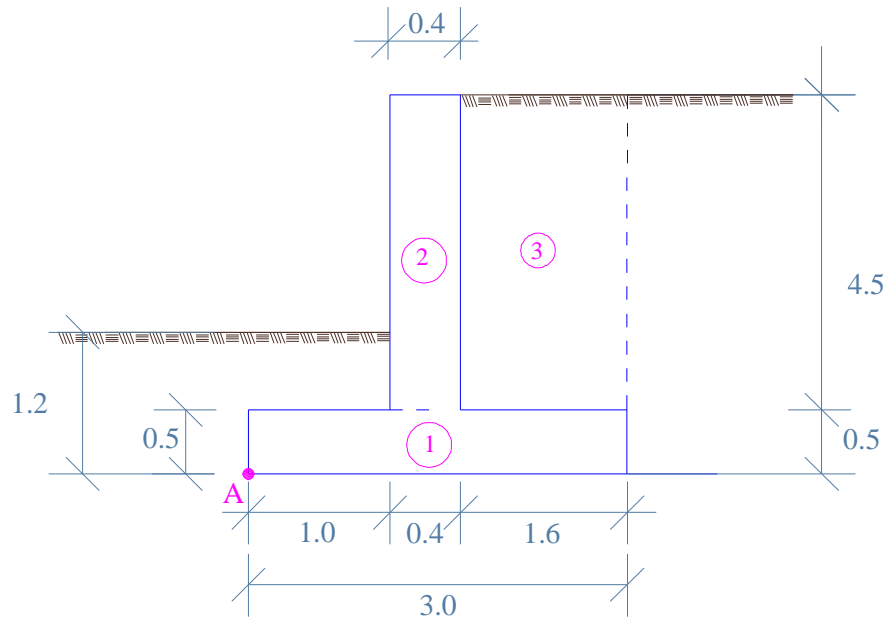


Fig. 3 – 26

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Vol ( m <sup>3</sup> )	W = V*γ ( Tn )	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
<b>HORMIGÓN</b>					
1	(3.0)(0.5) = 1.50	1.50	(1.50)(2.40)= 3.60	1.50	5.40
2	(0.40)(4.5) = 1.65	1.80	(1.80)(2.40)= 4.32	1.20	5.18
	Σ	3.30			
<b>SUELO</b>					
3	(1.60)(4.5) = 7.20	7.20	(7.20)(1.73)= 12.46	2.20	27.41
	Σ	7.20			
		Σ	20.38	Σ= MR=	37.99

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO  
FSV**

$$FSV = MR/ MV > 1.5$$

$$FSV = 37.99/16.50$$

$$FSV= 2.30 > 1.5 \text{ OK}$$

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO  
FSD**

$$FSD = fr / Pa > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \text{tg } \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \text{tg } 30^\circ$$

$$\mu = 0.58$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 20.38 \text{ Tn}$$

$$fr = \mu * N$$

$$fr = 0.58 (20.38)$$

$$fr = 11.82 \text{ Tn}$$

$$FSD = fr / Pa$$

$$FSD = 11.82 / 8.87$$

$$FSD = 1.33 < 1.5 \quad \text{Se Necesita Colocar un Diente.}$$

**g ).- DETERMINAR QUE EL PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL  
TERCIO MEDIO**

$$x = ( MR - MV ) / N$$

$$x = ( 37.99 - 16.50 ) / 20.38$$

$$x = 1.05$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$1.0 \leq 1.05 \leq 2.0 \text{ OK}$$



Cae dentro del tercio medio

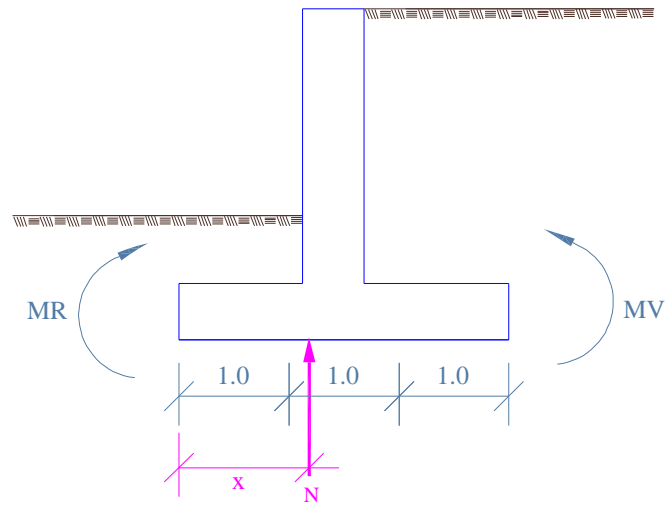


Fig. 3 – 27

**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 3.0 / 2 - 1.05$$

$$e = 0.45 \text{ m}$$

$$M = WT * e$$

$$M = 20.38 * 0.45$$

$$M = 9.17 \text{ Tn.m/ml}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{WT}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{20.38}{(3.0)(1)} \pm \frac{6(9.17)}{(3.0)^2 * (1)}$$

$$q \frac{M}{m} = 6.79 \pm 6.11$$

$$qM = 12.90 \text{ Tn/m}^2$$

$$< q_{adm} = 20 \text{ Tn/m}^2 \text{ OK}$$

$$qm = 0.68 \text{ Tn/m}^2$$

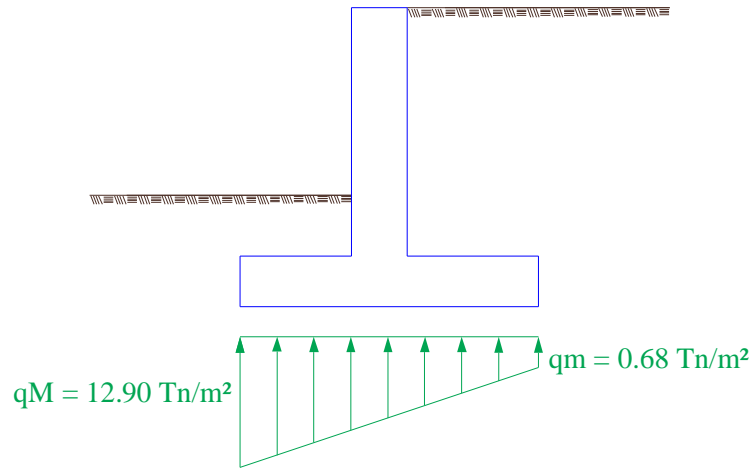


Fig. 3 – 28

**i).- DISEÑO DE LA PANTALLA**

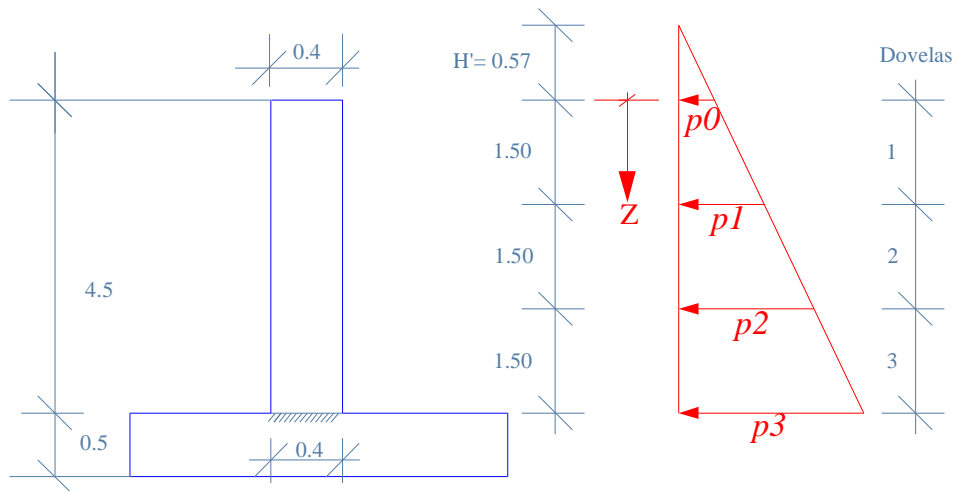


Fig. 3 – 29

Calculo de presiones y momentos por Dovelas

$$pz = \gamma_s * Ka * (z + H')$$

$$p0 = (1.73)(0.3333)(0 + 0.57)$$

$$p0 = 0.33 \text{ Tn/m/ml}$$

$$p1 = (1.73)(0.3333)( 1.5 + 0.57)$$

$$p1 = 1.19 \text{ Tn/m /ml}$$

$$p2 = (1.73)(0.3333)( 1.5 + 0.57)$$

$$p2 = 2.06 \text{ Tn/m /ml}$$

$$p3 = (1.73)(0.3333)( 1.5 + 0.57)$$

$$p3 = 2.92 \text{ Tn/m /ml}$$

$$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p0 + pz) \right\}$$

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p0 + pz) \right\}$ (Tn.m)
1	1.5	1.19	1.18
2	3.0	2.06	6.94
3	4.5	2.92	20.54

Determinar ( d ) para cada dovela en la pantalla

La pantalla es de sección constante

$$d = 33 \text{ cm}$$

Verificación de espesor de pantalla

$$Mu \text{ max} = 20.54 \text{ Tn.m}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59\omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{20.54 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 25.99 \text{ cm} < 33 \text{ cm OK}$$

Diseño a Flexión

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{fy} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$As \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

Dovela	z (m)	d (cm)	Mu (Tn*m)	As (cm <sup>2</sup> )	As col (φ , cm <sup>2</sup> )
1	1.5	33	1.18	11.08	3 φ 22
2	3.0	33	6.94	11.08	3 φ 22
3	4.5	33	20.54	17.57	3 φ 22 + 2 φ 20

Acero de repartición

$$As \text{ rep} = p * Ag$$

$$As \text{ rep} = (0.002)(b)(100)$$

$$As \text{ rep} = (0.002)(40)(100)$$

$$As \text{ rep} = 8 \text{ cm}^2$$

Cara exterior

$$2/3 As \text{ rep} = 5.33 \text{ cm}^2 = 5 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 20 \text{ cm}$$

Cara interior

$$1/3 As \text{ rep} = 2.67 \text{ cm}^2 = 3 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 30 \text{ cm}$$

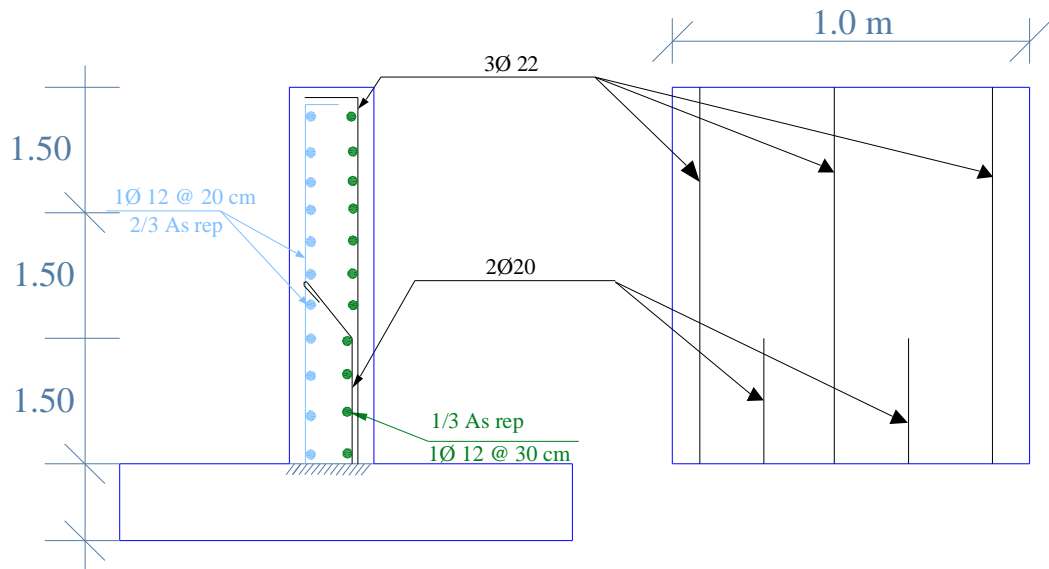


Fig. 3 – 30

Diseño a Corte

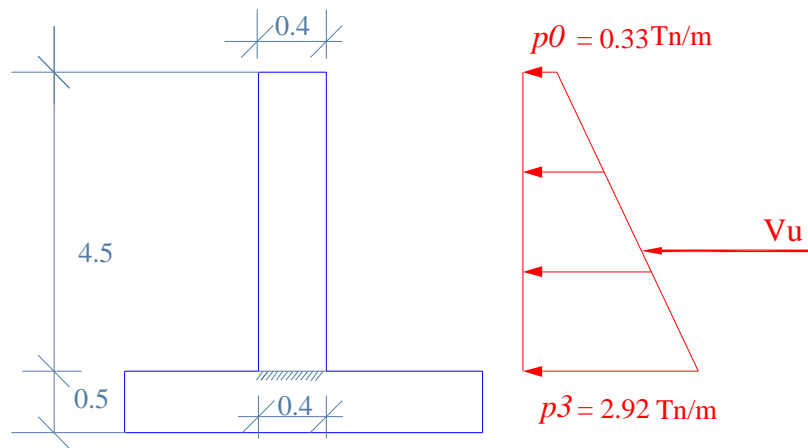


Fig. 3 – 31

$$V_u = f \left\{ (p_0 + p_3) \frac{H}{2} \right\}$$

$$V_u = 1.7 \left\{ (0.33 + 2.92) \frac{4.5}{2} \right\}$$

$$V_u = 12.43 \text{ Tn / ml}$$

$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{12.43 \cdot 10^3}{0.85 \cdot 100 \cdot 33}$$

$$v_c = 4.43 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{210}$$

$$v_{adm} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm}$$

El valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible, por lo que no se necesitaría refuerzo por sollicitación de corte

#### j).- DISEÑO DEL DEDO

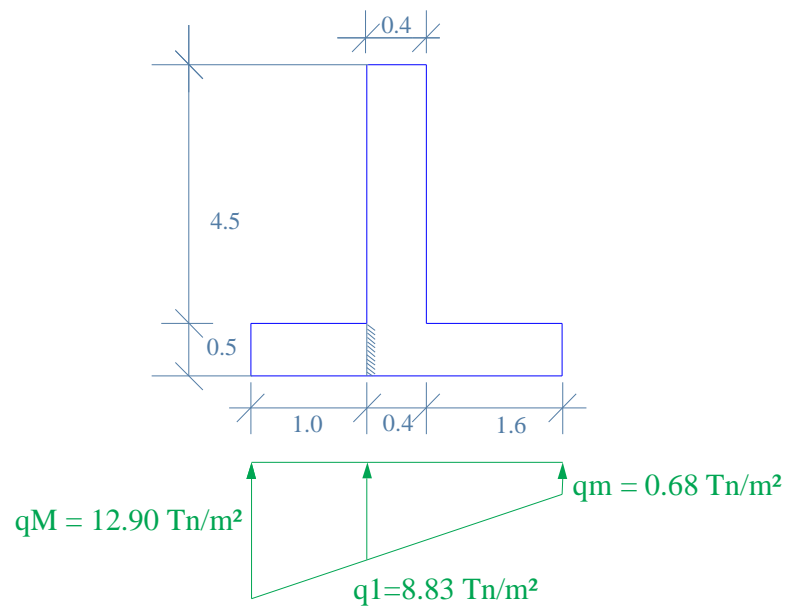


Fig. 3 – 32

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{12.90 - 0.68}{3.0}$$

$$m = 4.07$$

$$q(x) = qM - mx$$

$$q(1) = 12.90 - (4.07)(1.0)$$

$$q(1) = 8.83 \text{ Tn/m}^2$$

Diseño a Corte

$$V = f \left\{ qM(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$V = 1.7 \left\{ 12.90(1.0) - \frac{(4.07 * 1.0^2)}{2} \right\}$$

$$V = 18.47 \text{ Tn}$$

$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{18.47 * 10^3}{0.85 * 100 * 43}$$

$$v_c = 5.05 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{210}$$

$$v_{adm} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm} \text{ OK}$$



Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por sollicitación de corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qM(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{12.90(1.0^2)}{2} - \frac{4.07(1.0^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 9.81 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del dedo

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{9.81 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 17.96 \text{ cm} < 43 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{9.81 * 10^5}{0.9(100)(43^2)(210)}$$

$$K = 0.02807$$

$$p \text{ min} = 14.1 / f_y$$

$$p \text{ min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \beta = 0.85$$

$$p \text{ max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p \text{ max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p \text{ max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{210}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.02807)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00143$$

$$\text{uso } p \text{ min} = 0.00336$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 43 \text{ cm}$$

$$A_s (\text{cm}^2) = p * B * d$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(43)$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 14.44$$

$$A_s (\phi) = 1 \phi \ 20 @ 20 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_{s \text{ rep}} = p \cdot A_g$$

$$A_{s \text{ rep}} = (0.002)(50)(100)$$

$$A_{s \text{ rep}} = 10 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_{s \text{ rep}} = 3.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 12 @ 30 \text{ cm}$$

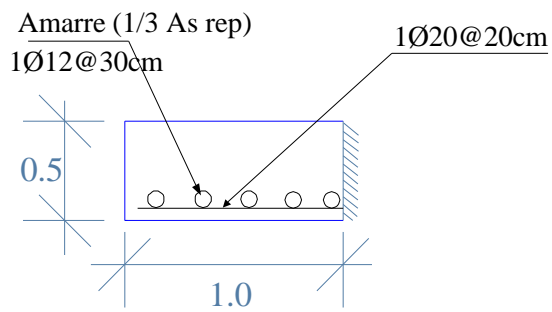


Fig. 3 – 33

### k).- DISEÑO DEL TALÓN

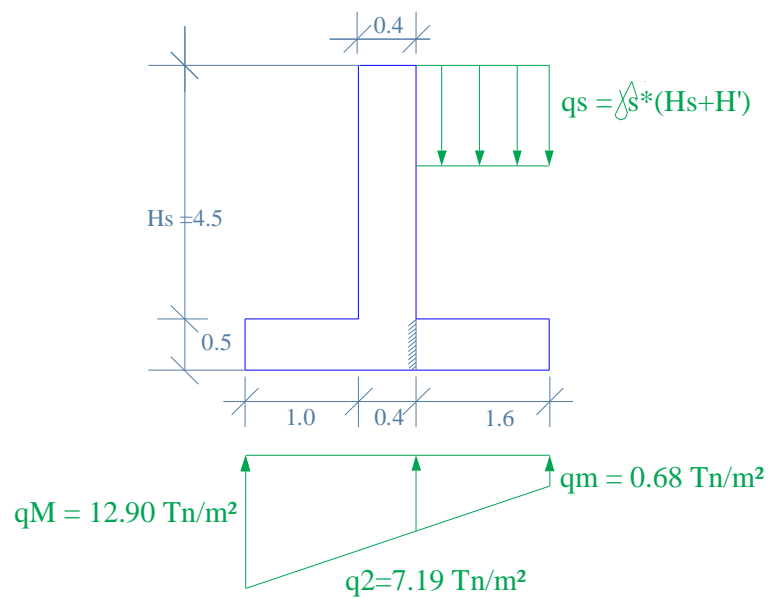


Fig. 3 – 34

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{12.90 - 0.68}{3.0}$$

$$m = 4.07$$

$$q(x) = qm + mx$$

$$q(2) = 0.68 + (4.07)(1.6)$$

$$q(2) = 7.19 \text{ Tn/m}^2$$

$$qs = \gamma_s(H_s + H')$$

$$qs = (1.73)(4.5 + 0.57)$$

$$qs = 8.77 \text{ Tn/m}^2$$

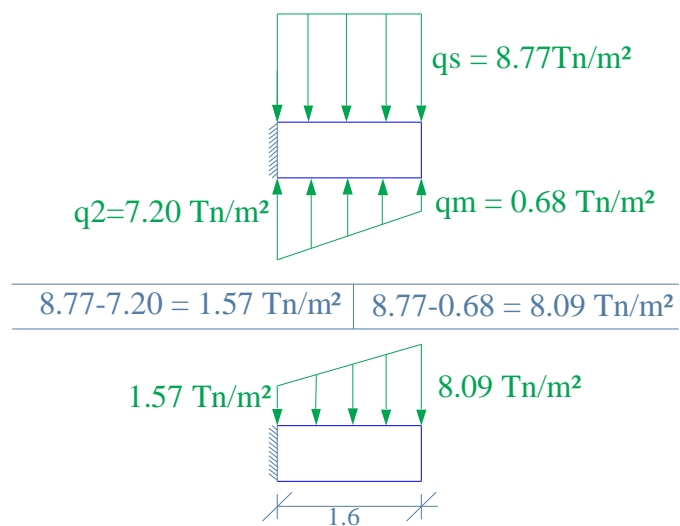


DIAGRAMA DE PRESIONES RESULTANTE

Fig. 3 – 35

$$m = \frac{qMax - q \min}{L}$$

$$m = \frac{8.09 - 1.57}{1.6}$$

$$m = 4.08$$

Diseño a Corte

$$V = f \left\{ qMax(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$V = 1.7 \left\{ 8.09(1.60) - \frac{(4.08 * 1.6^2)}{2} \right\}$$

$$V = 13.13 \text{ Tn}$$

$$vc = \frac{Vu}{\phi Bd}$$

$$vc = \frac{13.13 * 10^3}{0.85 * 100 * 43}$$

$$vc = 3.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{210}$$

$$vadm = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$vc < vadm \text{ OK}$$

Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qMax(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{8.09(1.6^2)}{2} - \frac{4.08(1.6^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 12.87 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del talón

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{12.87 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 20.57 \text{ cm} < 43 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\text{max}} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{12.87 * 10^5}{0.9(100)(43^2)(210)}$$

$$K = 0.03683$$

$$p_{\text{min}} = 14.1 / fy$$

$$p_{\text{min}} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \beta = 0.85$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{210}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.03683)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00188$$

uso  $p_{\min} = 0.00336$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 43 \text{ cm}$$

$$A_s (\text{cm}^2) = p * B * d$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(43)$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 14.44$$

$$A_s (\phi) = 1 \phi 20 @ 20\text{cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = p * A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(50)(100)$$

$$A_s \text{ rep} = 10 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 3.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 12 @ 30 \text{ cm}$$

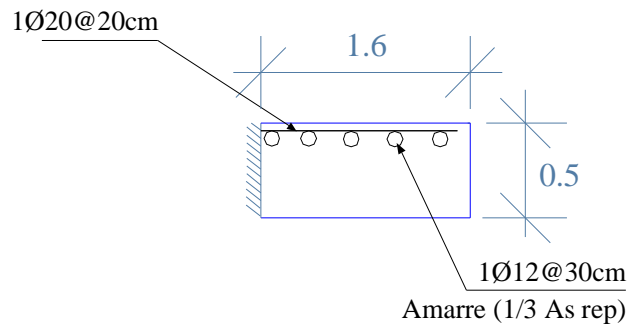


Fig. 3 – 36

### 1).-DISEÑO DEL DIENTE

La altura del diente se recomienda con un valor de ( 1 – 1.5 ) D

$$HD = ( 1 - 1.5 ) D$$

$$HD = D$$

$$HD = 0.5 \text{ m}$$

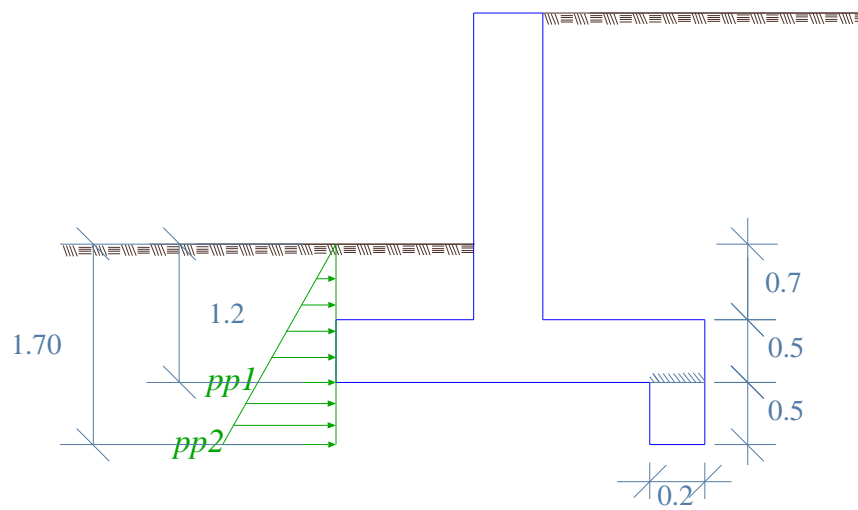


Fig. 3 – 37

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp1 = (1.73)(3.0)(1.2)$$

$$pp1 = 6.23 \text{ Tn/m/ml}$$



$$pp2 = (1.73)(3.0)(1.7)$$

$$pp2 = 8.82 \text{ Tn/m/ml}$$

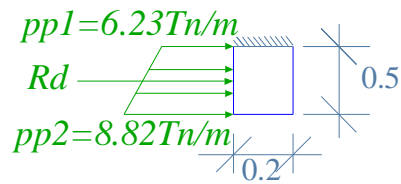


Fig. 3 – 38

$$Rd = \frac{(pp1 + pp2)}{2} HD$$

$$Rd = \frac{(6.23 + 8.82)}{2} (0.5)$$

$$Rd = 3.76 \text{ Tn}$$

$$FSD = \frac{\mu * N + Rd}{Pa}$$

$$FSD = \frac{0.58(20.38) + 3.76}{8.87}$$

$$FSD = 1.76 > 1.5 \text{ OK}$$

$$m = \frac{qMax - q \min}{L}$$

$$m = \frac{8.82 - 6.23}{0.5}$$

$$m = 5.18$$

Diseño a Corte

$$Vu = f \left\{ qMax(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 1.7 \left\{ 8.82(0.5) - \frac{(5.18 * 0.5^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 6.40 \text{ Tn}$$

$$vc = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$vc = \frac{6.40 * 10^3}{0.85 * 100 * 13}$$

$$vc = 5.79 \text{ kg/cm}^2$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{210}$$

$$vadm = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$vc < vadm \text{ OK}$$

Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qMax(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{8.82(0.5^2)}{2} - \frac{5.18(0.5^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.69 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del diente

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{1.69 * 10^5}{0.9 * 100 * 210 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 7.46 \text{ cm} < 13 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{1.69 * 10^5}{0.9(100)(13^2)(210)}$$

$$K = 0.05291$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \beta = 0.85$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01084$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{210}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.05291)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00273$$

uso  $p \text{ min} = 0.00336$

$B = 100 \text{ cm}$

$d = 13 \text{ cm}$

$A_s (\text{cm}^2) = p * B * d$

$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(13)$

$A_s (\text{cm}^2) = 4.36$

$A_s (\phi) = 4 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 25 \text{ cm}$

Acero de repartición

$A_s \text{ rep} = p * A_g$

$A_s \text{ rep} = (0.002)(20)(100)$

$A_s \text{ rep} = 4 \text{ cm}^2$

$1/3 A_s \text{ rep} = 1.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 10 @ 30 \text{ cm}$

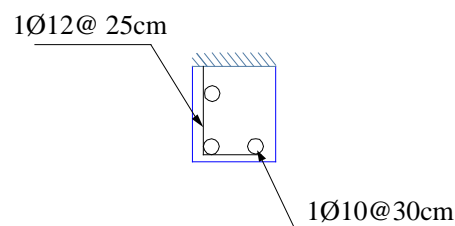


Fig. 3 – 39

## ARMADO GENERAL DEL MURO

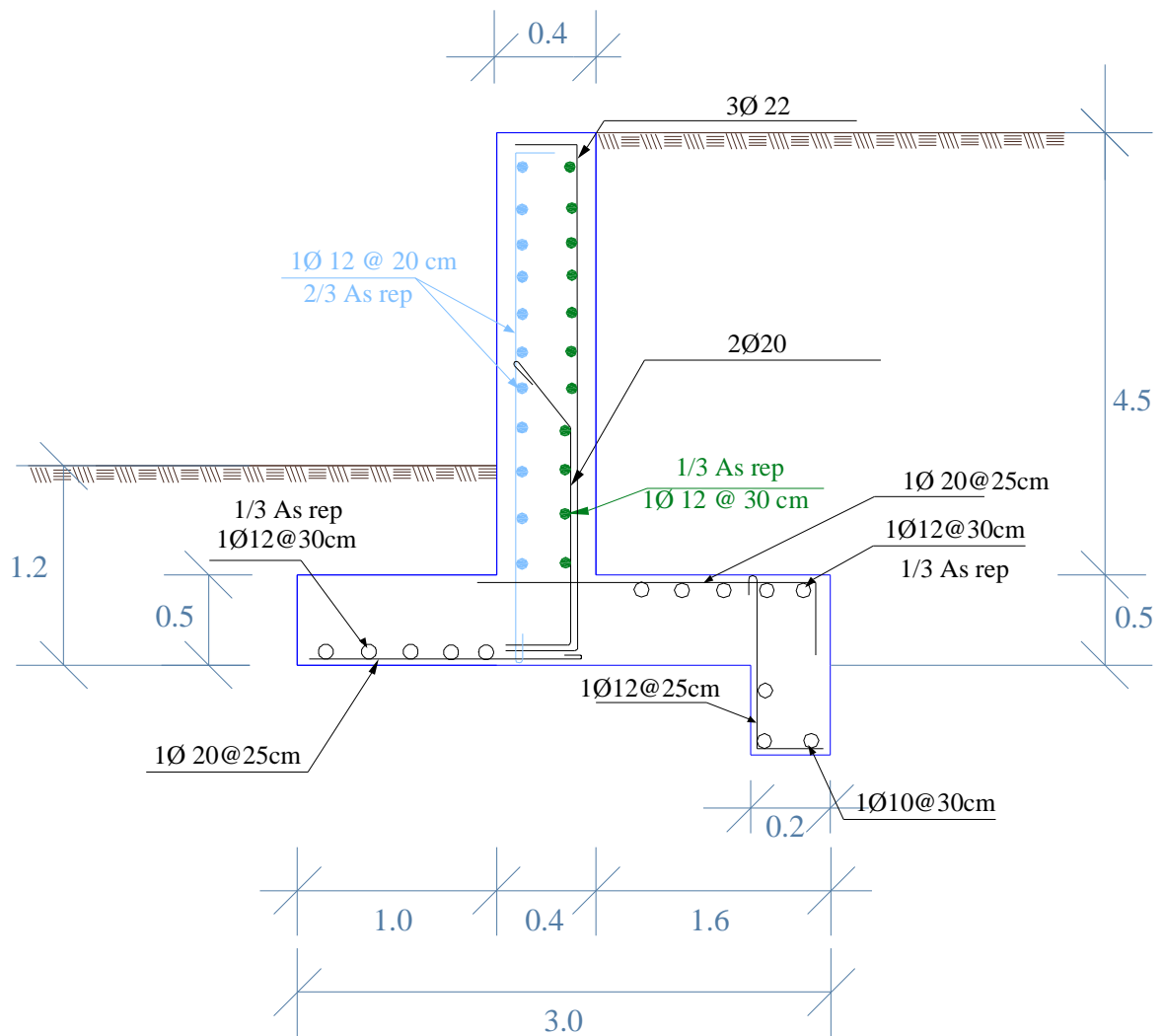


Fig. 3 – 40

## CAPITULO IV

### 4.- DISEÑO DE MUROS CON CONTRAFUERTE

Los muros con contrafuertes como ya se dijo consisten en una losa plana vertical soportada en los lados por los contrafuertes y en la base por la cimentación del muro. Corrientemente no se tiene en cuenta el apoyo de la losa en la cimentación del muro y se proyecta como si fuera una losa continua apoyada en los contrafuertes. Este tipo de muros resultan económicos para alturas mayores a los nueve metros.

Los contrafuertes evitan el giro que pueda tener la pantalla debido al empuje del suelo y pueden colocarse:

a).- Con el contrafuerte en el extremo como se indica en la figura 4-1.

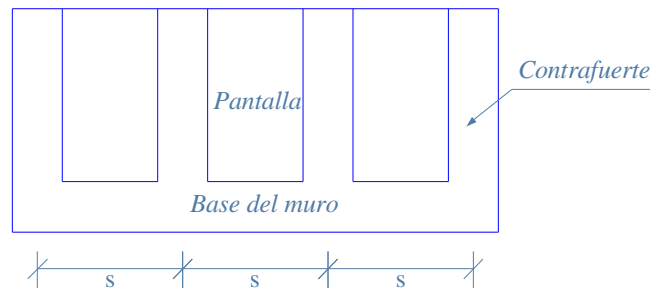


Fig. 4 – 1

b).- Con el contrafuerte en el medio como se indica en la figura 4-2:

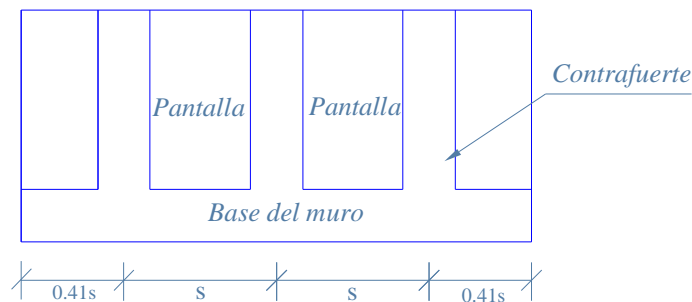


Fig. 4 – 2

#### **4.1.- PROCESO DE CÁLCULO**

Para diseñar este tipo de muros, al igual que en los muros de gravedad y en los muros en cantiliver seguiremos una secuencia de pasos como la que se indicará a continuación, a diferencia de que en los muros de este tipo, el diseño se realiza para un tramo ( s ) de longitud de muro.

##### **a).- PREDIMENSIONAR LOS MUROS EN CANTILIVER**

Las dimensiones tentativas para predimensionar estos muros son las siguientes:

El espesor de la corona ( b ) debe tener como mínimo veinte centímetros, aunque es preferible que sea treinta centímetros.

$$b = \geq 0.2 \text{ m}$$

El ancho de la base del muro ( B ) debe estar alrededor del 40% al 70 % de la altura del muro

$$B = ( 0.4 - 0.7 )H$$

El espesor de la zapata de cimentación ( D ) puede tener una dimensión entre H/14 a H/12

$$D = H/14 - H/12$$

El ancho del dedo ( De ) se recomienda de un valor comprendido entre un cuarto del ancho de la base del muro a un medio del ancho de la base del muro

$$De = B/4 - B/2$$

Para determinar la separación entre los contrafuertes ( s ) podemos utilizar las siguientes expresiones:

$$s = 0.75 + 0.3 H$$

$$s = (0.3 - 0.6)H$$

$$s = (1/3 - 1/2)H$$

De estas expresiones escogemos el valor de ( s ) que más nos convenga.

El espesor del contrafuerte ( c ) se recomienda con un valor  $H/20$

$$c = H/20$$

Estos son valores típicos de tanteo pero pueden variar de acuerdo a las necesidades de casa caso como ya se indico anteriormente.

Estas dimensiones tentativas se muestran en la figura 4 – 3.

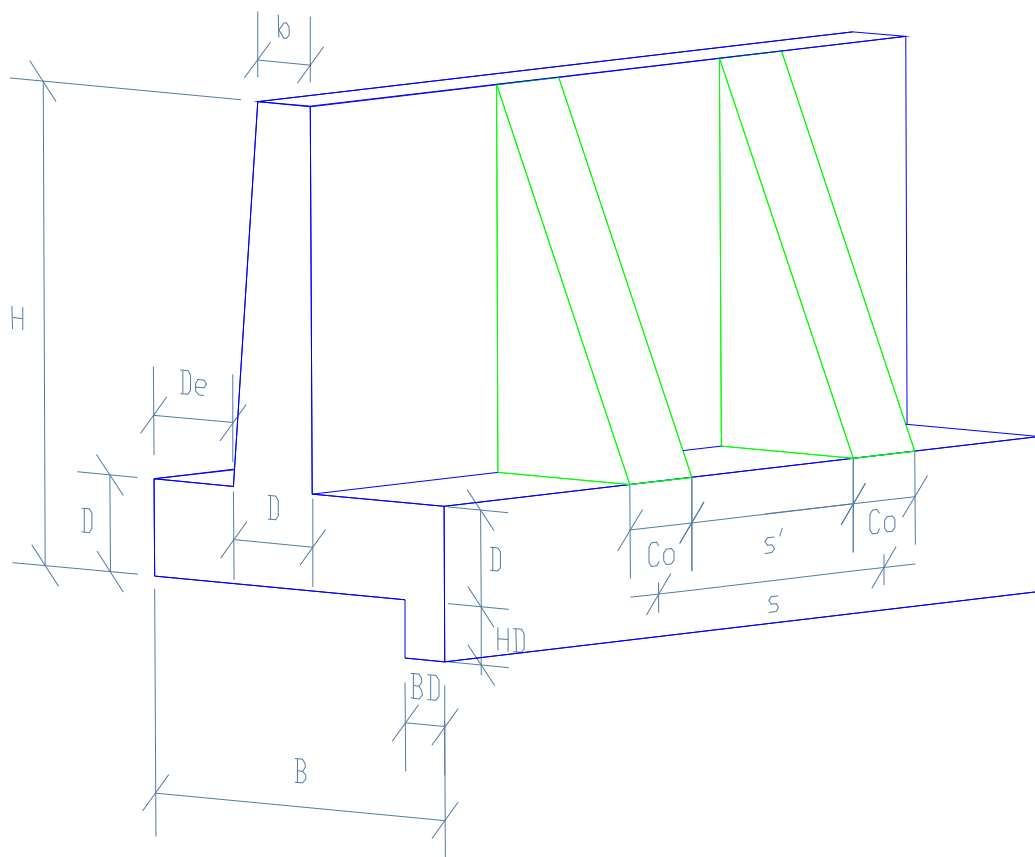


Fig. 4 – 3



**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO**

Determinamos la presión activa y pasiva del suelo tal como se indico en el capitulo dos sección 2.1 (b), pero tomando en cuenta que este análisis debe hacerse para un tramo ( s ) de longitud de muro

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO (MV)**

Determinamos el momento de volteo tal como se indico en el capitulo dos sección 2.1 (c), pero tomando en cuenta que este análisis debe hacerse para un tramo ( s ) de longitud de muro como ya se indicó

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE (MR)**

Determinamos el momento resistente tal como se indico en el capitulo dos sección 2.1 (d), pero tomando en cuenta que este análisis debe hacerse también para un tramo ( s ) de longitud de muro

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO ( FSV )**

Calculamos el factor de seguridad al volteo de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.8., pero para un tramo ( s ) de longitud de muro, tomando en cuenta que el valor mínimo del ( FSV ) se recomienda que deba ser igual a dos

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO ( FSD )**

Calculamos el factor de seguridad al deslizamiento de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.9, pero para un tramo ( s ) de longitud de muro

**g).- DETERMINAR SI LA POSICIÓN DE LA FUERZA NORMAL (N) ESTA DENTRO DEL TERCIO MEDIO**

Para determinar si la posición de la fuerza normal (N) esta dentro del tercio medio realizamos los cálculos de una manera similar a la indicada en el capítulo uno sección 1.10

**h).- COMPROBAR LAS PRESIONES EN EL SUELO**

La comprobación de los esfuerzos ejercidos sobre el suelo se los realiza de la forma indicada el capítulo uno sección 1.10

**i).- DISEÑO DE LA PANTALLA**

Para diseñar la pantalla la consideramos como una viga continua apoyada en los contrafuertes, que debe resistir el empuje del relleno ( $\bar{p}$ ), sin considerar el soporte proporcionado por la cimentación.

Para obtener los momentos y esfuerzos cortantes de estas vigas continuas utilizamos los coeficientes del código ACI 318-99 indicados en la sección 8.3, según esta sección para momentos positivos y cortante utilizamos la luz libre entre apoyos, y para los momentos negativos la luz libre promedio entre claros adyacentes, como en nuestro caso tenemos la misma luz libre, usamos ( $s'$ ) que es la luz libre entre los contrafuertes para los cortantes y momentos positivos y momentos negativos, además nos indica que debemos diseñar para resistir los

efectos máximos de las cargas mayoradas. Los coeficientes a usarse son los que se indican en la figura 4-4

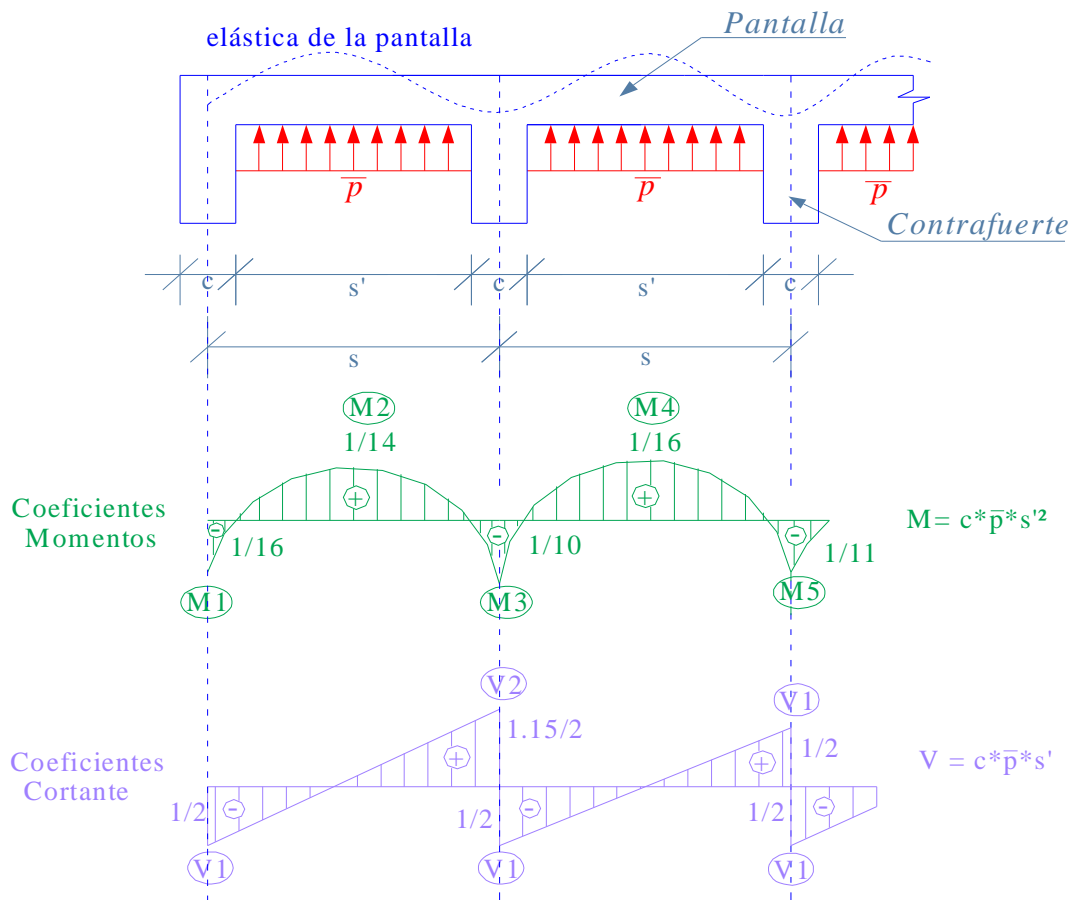


Fig.4 – 4

En cada unión de la pantalla con el contrafuerte, la pantalla tratará de separarse del contrafuerte, debido a la reacción (  $R$  ) que se origina en cada sitio como se indica en la figura 4-5.

Como esta reacción provoca esfuerzos de tracción que no los soporta el hormigón, hay que calcular un elemento de sujeción como estribo abierto, al cual se le denomina Horquilla, que es una armadura de anclaje entre el contrafuerte y la pantalla como se indica en la figura 4-6.

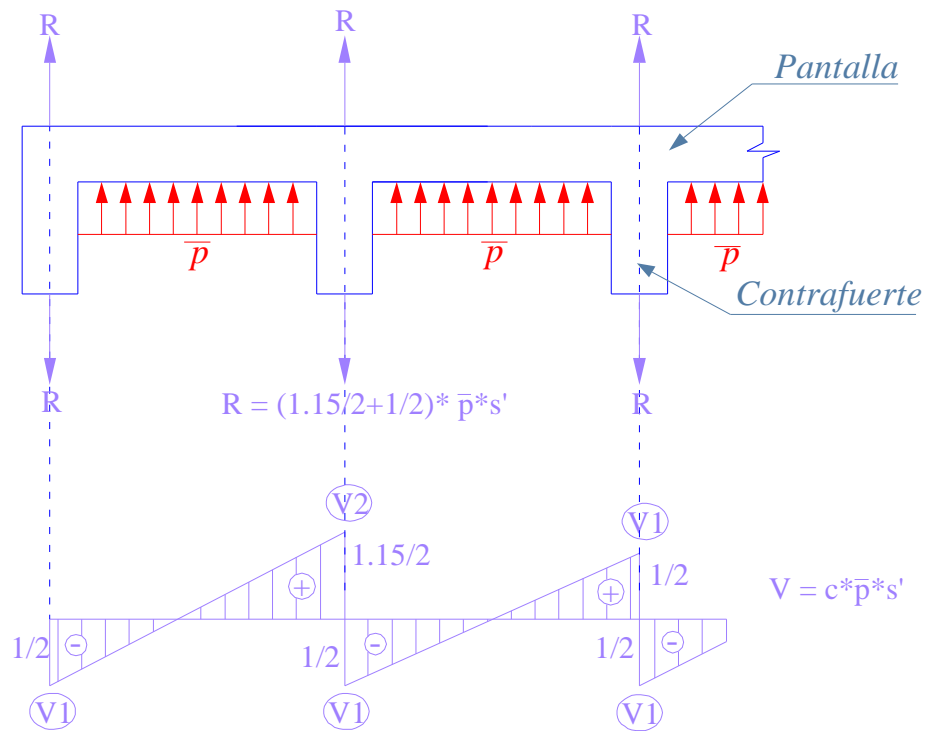


Fig. 4 – 5

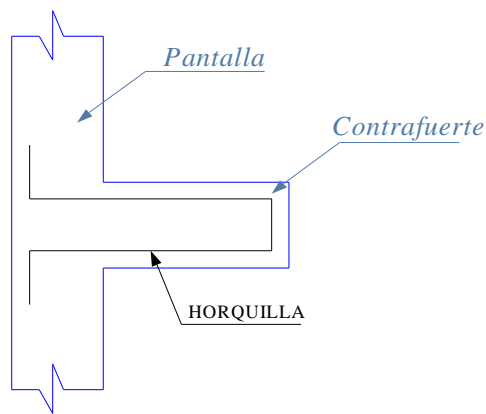


Fig. 4 – 6

Como el momento en la pantalla crece, desde cero en su corona, conforme aumenta su profundidad, por la acción de la presión del terreno, se tiene un ahorro de armadura calculando los momentos en el muro para diversas alturas, por lo que se divide a la pantalla en dovelas, debiendo calcularse tantas vigas continuas como dovelas se hayan considerado.

El refuerzo mínimo por repartición y temperatura ( $A_s \text{ rep}$ ) calculado debe colocarse de igual forma que en los muros en cantiliver:  $1/3 A_s \text{ rep}$  en la cara interior del muro, aquella que esta en contacto con el suelo y  $2/3 A_s \text{ rep}$  en la cara exterior del muro, donde la temperatura es mayor.

#### **j).- DISEÑO DEL DEDO**

En el diseño del dedo se presentan dos casos:

a).- Si sobre el dedo no se encuentra el contrafuerte se diseña de la misma manera que en los muros en cantiliver considerando al dedo como un volado como se muestra en la figura 4-7.

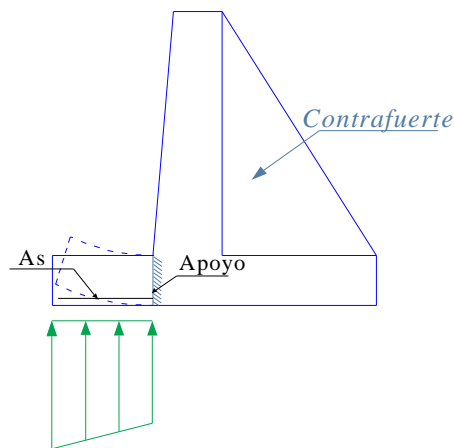


Fig. 4 – 7

b).- Si sobre el dedo se encuentra el contrafuerte, se diseña este elemento de la misma manera en que se diseña la pantalla, considerando al dedo como una viga continua apoyada en los contrafuertes sobre la que actúan las presiones del terreno.

#### **k).- DISEÑO DEL TALÓN**

En el diseño del talón al igual que en el diseño del dedo se presentan dos casos:

a).- Si sobre el talón no se encuentra el contrafuerte se diseña de la misma manera que en los muros en cantiliver considerando al talón como un volado como se muestra en la figura 4-8.

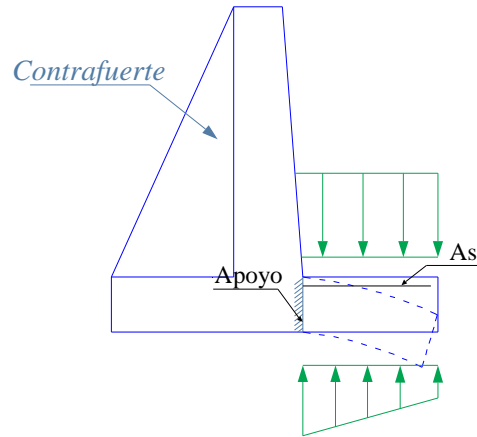


Fig. 4 – 8

b).- Si sobre el talón se encuentra el contrafuerte, se diseña este elemento de la misma manera en que se diseña la pantalla, considerando al talón como una viga continua apoyada en los contrafuertes sobre la que actúan las presiones resultantes del suelo y el terreno.

### 1).- DISEÑO DEL DIENTE

El diseño del diente lo realizamos de la misma manera que en los muros en cantiliver, tomándose en cuenta que para este tipo de muros debe realizarse el análisis para un ancho ( s ) de longitud de muro

### m).- DISEÑO DEL CONTRAFUERTE

Para diseñar el contrafuerte consideramos a este como un volado empotrado en la base del muro, en el que actúan las presiones del suelo, y debemos calcular los momentos para un tramo ( s ) de longitud de muro,

Debemos considerar que como el momento en el contrafuerte crece, desde cero en su corona, conforme aumenta su profundidad, por la acción de la presión del terreno, obtenemos un ahorro de armadura calculando los momentos en el contrafuerte para diversas alturas, por lo que se divide al contrafuerte en dovelas.

## 4.2.- EJERCICIOS PROPUESTOS

Para analizar un muro con contrafuertes es necesario seguir una secuencia como la descrita anteriormente para obtener resultados satisfactorios, esta secuencia se puede ilustrar mejor con ejemplos numéricos.

### 4.2.1.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro con contrafuertes:

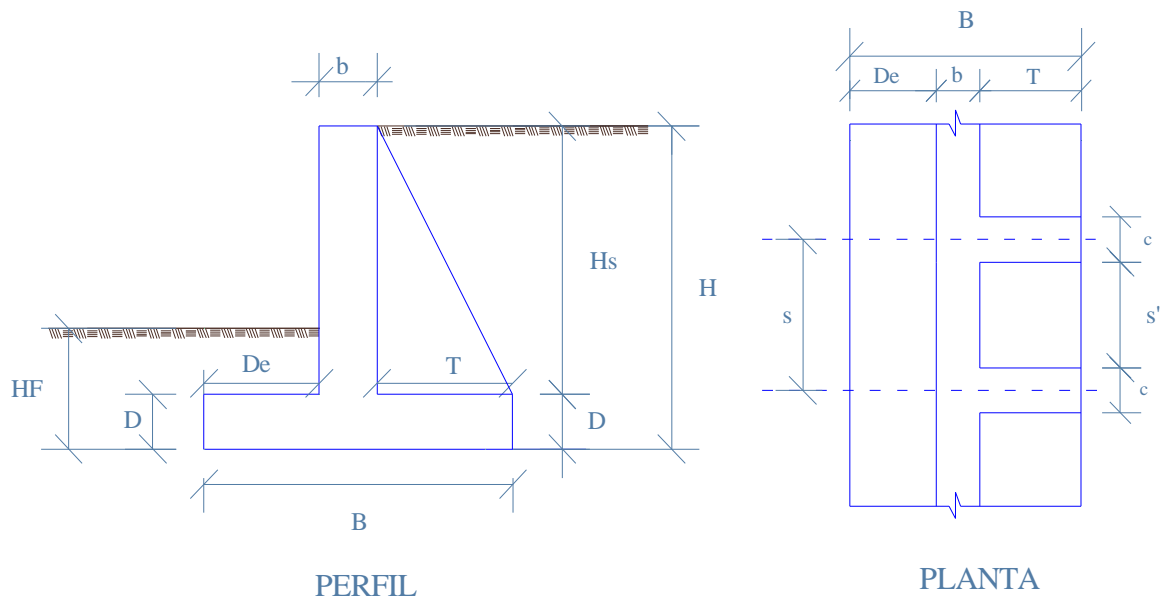


Fig. 4 – 9

#### Datos :

Suelo tipo II  $\gamma = 1.77 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 0^\circ$   $\phi = 30^\circ$   $q \text{ adm} = 30 \text{ Tn/m}^2$

$HF = 1.0 \text{ m}$   $H = 9.0 \text{ m}$

**a).- PREDISEÑO**

$$b \geq 0.2 \text{ m}$$

asumo  $b = 0.30 \text{ m}$

$$B = (0.4 - 0.7)H$$

$$B = 0.4 H$$

$$B = 0.5 * 9.0 = 4.5 \text{ m}$$

asumo  $B = 4.5 \text{ m}$

$$De = B/4 - B/2$$

$$De = B/3$$

$$De = 4.5/3 = 1.5 \text{ m}$$

asumo  $De = 1.5 \text{ m}$

$$D = H/14 - H/12$$

$$D = H/12 = 9.0/12 = 0.75 \text{ m}$$

asumo  $D = 0.8 \text{ m}$

$$T = B - De - b$$

$$T = 4.5 - 1.5 - 0.3$$

$$T = 2.7 \text{ m}$$

Separación entre contrafuertes

$$s = 0.75 + 0.3 H$$

$$s = 0.75 + 0.3 (9)$$

$$s = 3.45 \text{ m}$$

$$s = (0.3 - 0.6)H$$

$$s = 0.3(9)$$

$$s = 2.70 \text{ m}$$



$$s = (1/3 - 1/2)H$$

$$s = 9/3$$

$$s = 3 \text{ m}$$

asumo  $s = 3.0 \text{ m}$

Espesor de Contrafuerte

$$c = H/20$$

$$c = 9/20$$

$$c = 0.45 \text{ m}$$

asumo  $c = 0.3 \text{ m}$

Separación libre entre contrafuertes

$$s' = s - c$$

$$s' = 3.0 - 0.3$$

$$s' = 2.7 \text{ m}$$

**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO PARA UN ESPESOR ( S ) DE ANCHO DE MURO**

$$\phi = 30^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$K_a = 0.3333 \quad K_p = 3.0$$

Presión Activa

$$p_a = \gamma_s * K_a * HT$$

$$p_a = (1.77)(0.3333)(9)$$

$$p_a = 5.31 \text{ Tn/m/ml}$$

$$PA = \frac{1}{2} \gamma_s * Ka * HT^2$$

$$PA = \frac{1}{2}(1.77)(0.3333)(9)^2$$

$$PA = 23.89 \text{ Tn /ml}$$

$$PAc = PA * s$$

$$PAc = 23.89 * 3$$

$$PAc = 71.67 \text{ Tn}$$

Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * Kp * HF$$

$$pp = (1.77)(3.0)(1.0)$$

$$pp = 5.31 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * Kp * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2} (1.77)(3)(1.0)^2$$

$$PP = 2.66 \text{ Tn /ml}$$

$$PPc = PP * S$$

$$PPc = 2.66 * 3$$

$$PPc = 7.98 \text{ Tn}$$

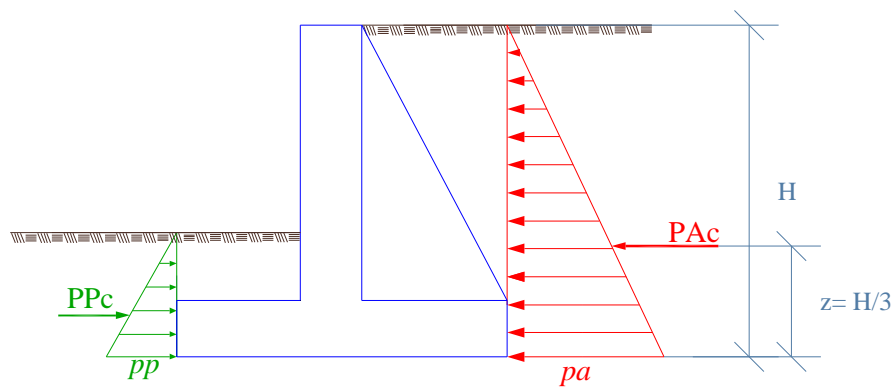


Fig. 4 – 10

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO (MV)**

$$z = H/3$$

$$z = 9/3$$

$$z = 3.0 \text{ m}$$

$$M_v = P_{Ac} * z$$

$$M_v = (71.67)(3.0)$$

$$M_v = 215.01 \text{ Tn.m}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE ( MR )**

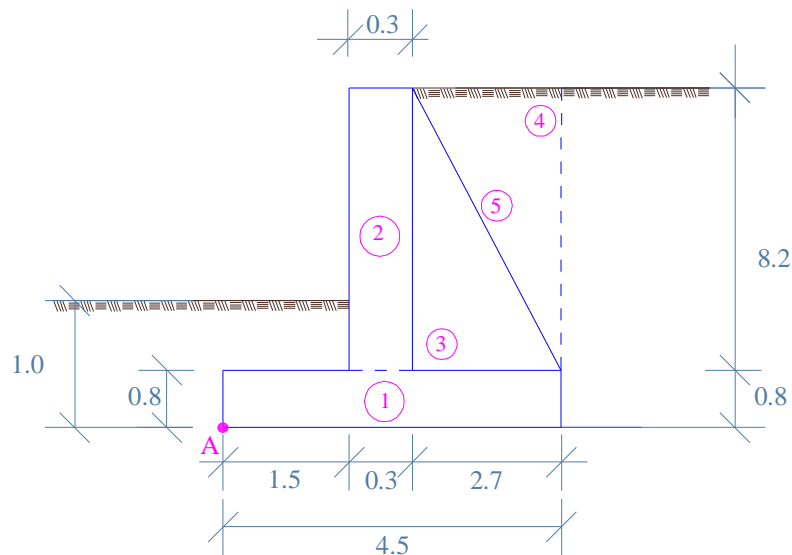


Fig. 4 – 11

w3 = peso del contrafuerte

w4 = peso del suelo sobre el contrafuerte

w5 = peso del suelo entre contrafuertes

Ele	Area (m <sup>2</sup> )	Vol ( m <sup>3</sup> )	w = V*γ ( Tn )	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
HORMIGÓN					
1	(4.5)(0.8) = 3.60	(3.60)(3) = 10.80	(10.8)(2.40) = 25.92	2.25	58.32
2	(0.30)(8.2) = 2.46	(2.46)(3) = 7.38	(7.38)(2.40) = 17.71	1.65	29.22
3	(2.7*8.2)/2 = 11.07	(11.07*0.3) = 3.32	(3.32)(2.40) = 7.97	2.7	21.52
	Σ	21.5			

SUELO					
4	$(2.7*8.2)/2 = 11.07$	$(11.07*0.3) = 3.32$	$(3.32)(1.77) = 5.88$	3.6	21.17
5	$(2.7)(8.2) = 22.14$	$(22.14*2.7)= 59.78$	$(59.78*1.77)=105.81$	3.15	333.30
	$\Sigma$	63.10			
		$\Sigma$	163.29	$\Sigma = MR =$	463.53

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV)**

$$FSV = MR / MV > 2.0$$

$$FSV = 463.53 / 215.01$$

$$FSV = 2.16 > 2.0 \text{ OK}$$

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD)**

$$FSD = fr / PAc > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \text{tg } \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \text{tg } 30^\circ$$

$$\mu = 0.58 \text{ uso } \mu = 0.58$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 163.29 \text{ Tn}$$

$$fr = \mu * N$$

$$fr = 0.58 (163.29)$$

$$fr = 94.71 \text{ Tn}$$

$$FSD = fr / PAc$$

$$FSD = 94.71 / 71.67$$

$$FSD = 1.32 < 1.5 \quad \text{Se Necesita Colocar un Diente.}$$

**g).- DETERMINAR QUE EL PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL TERCIO MEDIO**

$$x = (MR - MV) / N$$

$$x = (463.53 - 215.01) / 163.29$$

$$x = 1.52$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$1.50 \leq 1.52 \leq 3.0 \quad \text{OK}$$

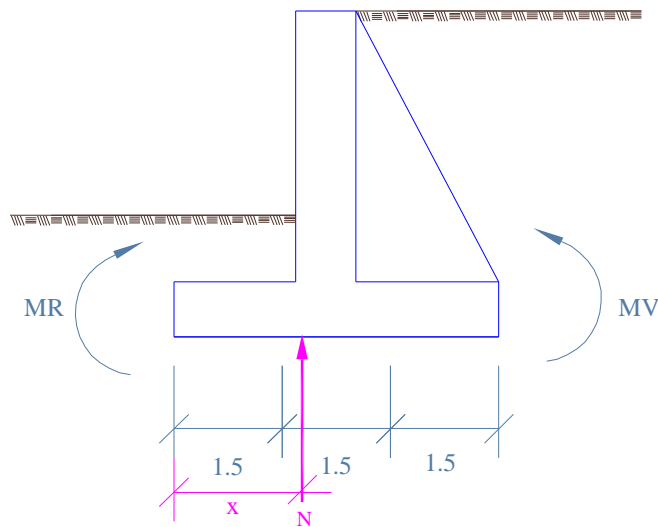


Fig. 4 – 12

**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 4.5 / 2 - 1.52$$

$$e = 0.73 \text{ m}$$

$$M = WT * e$$

$$M = 163.29 * 0.73$$

$$M = 119.20 \text{ Tn.m/ml}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{WT}{B * S} \pm \frac{6M}{B^2 * S}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{163.29}{(4.5)(3)} \pm \frac{6(119.20)}{(4.5)^2 * (3)}$$

$$q \frac{M}{m} = 12.09 \pm 11.77$$

$$qM = 23.86 \text{ Tn/m}^2$$

$$< q \text{ adm} = 30 \text{ Tn/m}^2 \text{ OK}$$

$$qm = 0.32 \text{ Tn/m}^2$$

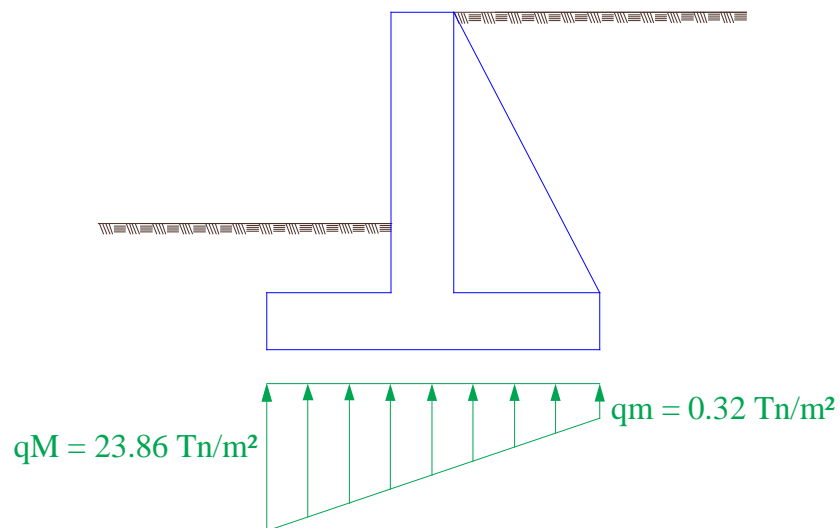


Fig. 4 – 13

### i).- DISEÑO DE LA PANTALLA

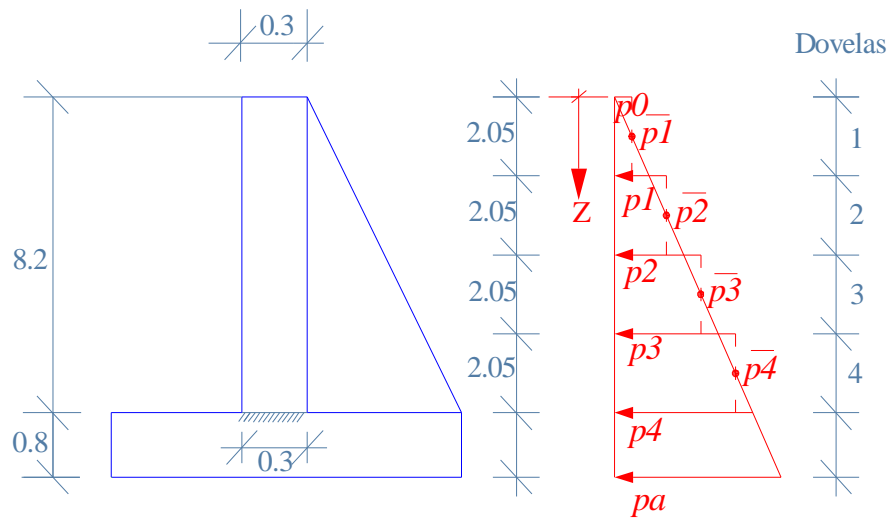


Fig. 4 – 14

Calculo de presiones que actúan en la pantalla

$$pz = \gamma_s * Ka^* (z)$$

$$p0 = 0$$

$$p1 = (1.77)(0.3333)(2.05)$$

$$p1 = 1.21 \text{ Tn/m}^2$$

$$p2 = (1.77)(0.3333)(4.10)$$

$$p2 = 2.42 \text{ Tn/m}^2$$

$$p3 = (1.77)(0.3333)(6.15)$$

$$p3 = 3.63 \text{ Tn/m}^2$$

$$p4 = (1.77)(0.3333)(8.20)$$

$$p4 = 4.84 \text{ Tn/m}^2$$

## Calculo de presiones promedio mayoradas por dovelas

Dovela 1

$$\overline{p1} = f\left(\frac{p0 + p1}{2}\right)$$

$$\overline{p1} = 1.7\left(\frac{0 + 1.21}{2}\right)$$

$$\overline{p1} = 1.03 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 2

$$\overline{p2} = f\left(\frac{p1 + p2}{2}\right)$$

$$\overline{p2} = 1.7\left(\frac{1.21 + 2.42}{2}\right)$$

$$\overline{p2} = 3.09 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 3

$$\overline{p3} = f\left(\frac{p2 + p3}{2}\right)$$

$$\overline{p3} = 1.7\left(\frac{2.42 + 3.63}{2}\right)$$

$$\overline{p3} = 5.14 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 4

$$\overline{p4} = f\left(\frac{p3 + p4}{2}\right)$$

$$\overline{p4} = 1.7\left(\frac{3.63 + 4.84}{2}\right)$$

$$\overline{p4} = 7.20 \text{ Tn/m}^2$$



Calculo de cortantes y momentos por dovelas

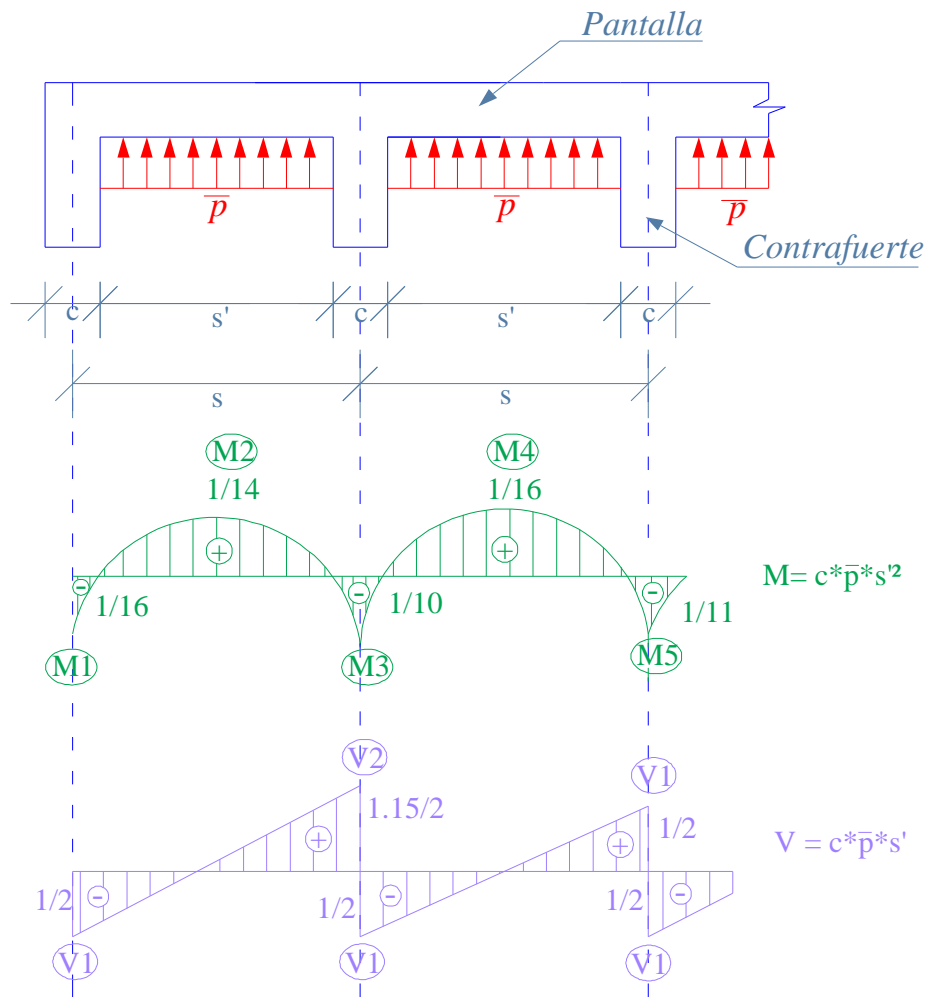


Fig. 4 -15

$$M1 = \frac{1}{16}(\bar{p} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{16} \cdot \bar{p} = (2.7^2/16) \cdot \bar{p} = 0.4556 \bar{p}$$

$$M2 = \frac{1}{14}(\bar{p} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{14} \cdot \bar{p} = (2.7^2/14) \cdot \bar{p} = 0.5207 \bar{p}$$

$$M3 = \frac{1}{10}(\bar{p} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{10} \cdot \bar{p} = (2.7^2/10) \cdot \bar{p} = 0.7290 \bar{p}$$

$$M4 = \frac{1}{16}(\bar{p} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{16} \cdot \bar{p} = (2.7^2/16) \cdot \bar{p} = 0.4556 \bar{p}$$

$$M5 = \frac{1}{11}(\bar{p} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{11} \cdot \bar{p} = (2.7^2/11) \cdot \bar{p} = 0.6627 \bar{p}$$

$$V1 = \frac{1}{2}(\bar{p} * s') = \frac{s'}{2} * \bar{p} = (2.7/2) * \bar{p} = 1.3500 \bar{p}$$

$$V2 = \frac{1.15}{2}(\bar{p} * s') = \frac{1.15 * s'}{2} * \bar{p} = (1.15 * 2.7/2) * \bar{p} = 1.5525 \bar{p}$$

Dovela	$\bar{p}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	Momentos (Tn.m)					Cortante (Tn)	
		M1	M2	M3	M4	M5	V1	V2
1	1.03	0.47	0.54	0.75	0.47	0.68	1.39	1.60
2	3.09	1.41	1.61	2.25	1.41	2.05	4.17	4.80
3	5.14	2.34	2.68	3.75	2.34	3.41	6.94	7.98
4	7.20	3.28	3.75	5.25	3.28	4.77	9.72	11.18

Verificación de espesor de pantalla

$$Mu \text{ max} = 5.25 \text{ Tn.m}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{5.25 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 12.29 \text{ cm} < 23 \text{ cm OK}$$

### Verificación Por Corte

$$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$$

$$\phi = 0.85 \text{ Corte} \quad B = 100 \text{ cm}$$

Dovela	d (cm)	V max ( Kg )	$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	23	1600	0.81
2	23	4800	2.46
3	23	7980	4.08
4	23	11180	5.72

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm}$$

### Diseño a Flexión de la pantalla

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\min} = 14.1 / f_y$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

B = 100 cm , se diseña para 1m de pantalla

d = 23 cm , porque la pantalla es de sección constante

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = p_{\min} * B * d$$

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = 0.00336 * 100 * 23$$

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = 7.72 \text{ cm}^2 = 1 \phi 16 @ 25 \text{ cm}$$

Dovela	d (cm)	M1 (Tn.m)	As 1 (cm <sup>2</sup> )	M2 (Tn.m)	As 2 (cm <sup>2</sup> )	M3 (Tn.m)	As 3 (cm <sup>2</sup> )
1	23	0.47	7.72	0.54	7.72	0.75	7.72
2	23	1.41	7.72	1.61	7.72	2.25	7.72
3	23	2.34	7.72	2.68	7.72	3.75	7.72
4	23	3.28	7.72	3.75	7.72	5.25	7.72

Dovela	d (cm)	M4 (Tn.m)	As 4 (cm <sup>2</sup> )	M5 (Tn.m)	As 5 (cm <sup>2</sup> )
1	23	0.47	7.72	0.68	7.72
2	23	1.41	7.72	2.05	7.72
3	23	2.34	7.72	3.41	7.72
4	23	3.28	7.72	4.77	7.72

Acero de repartición

$$As_{rep} = p \cdot Ag$$

$$As_{rep} = (0.002) (B) (b)$$

$$As_{rep} = (0.002)(100)(30)$$

$$As_{rep} = 6 \text{ cm}^2$$

Cara exterior

$$2/3 As_{rep} = 4 \text{ cm}^2 = 5 \phi 10 = 1 \phi 10 @ 20 \text{ cm}$$

Cara interior

$$1/3 As_{rep} = 2 \text{ cm}^2 = 3 \phi 10 = 1 \phi 10 @ 30 \text{ cm}$$

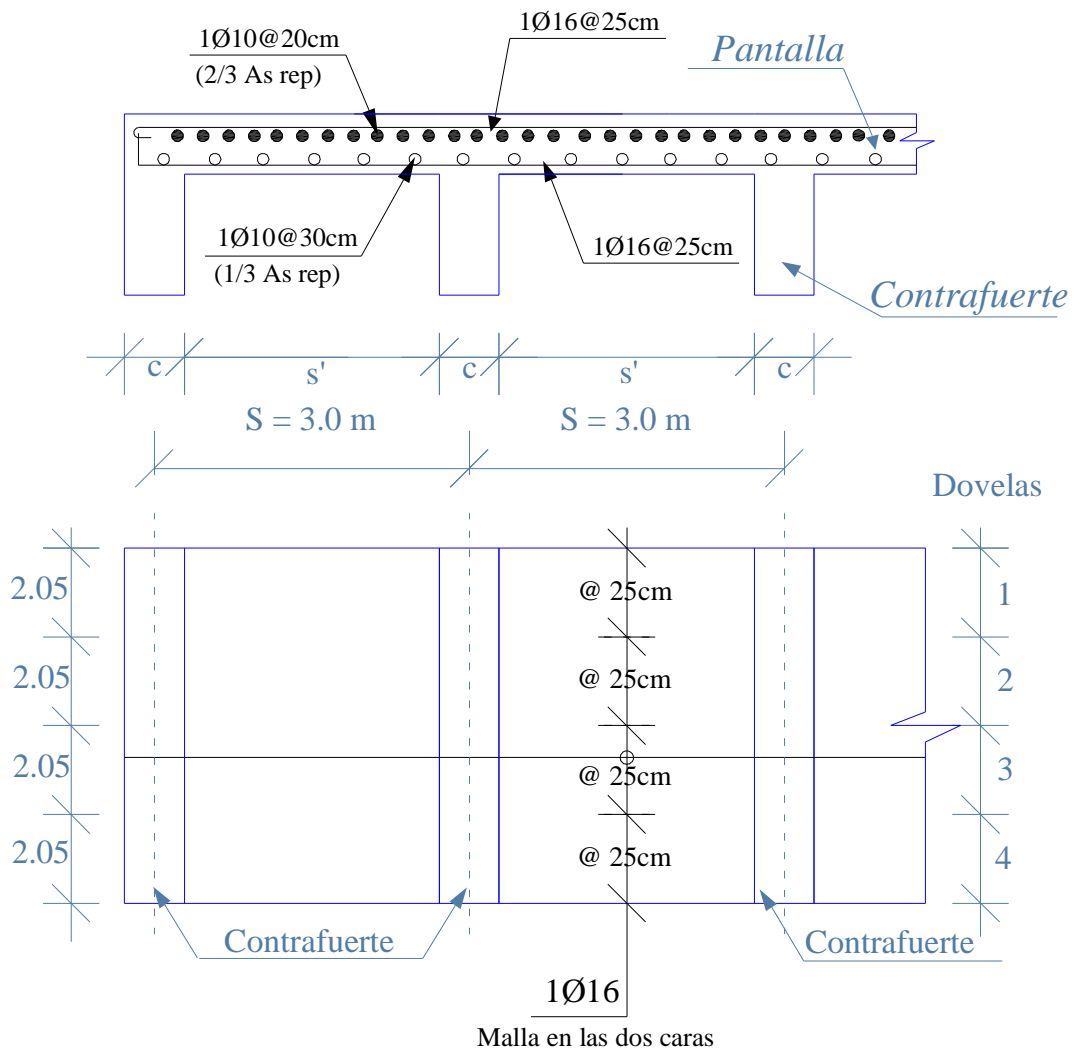


Fig. 4 – 16

Diseño de la armadura de anclaje entre el Contrafuerte y la Pantalla

$$R = \left( \frac{1.15}{2} + \frac{1}{2} \right) * \bar{p} * s'$$

$$R = (1.075)(\bar{p})(2.7)$$

$$R = 2.9025 \bar{p}$$

$$As = \frac{R}{\phi * fy}$$

$$As = \frac{R * 1000}{0.9 * 4200}$$

$$A_s = 0.2646 * R$$

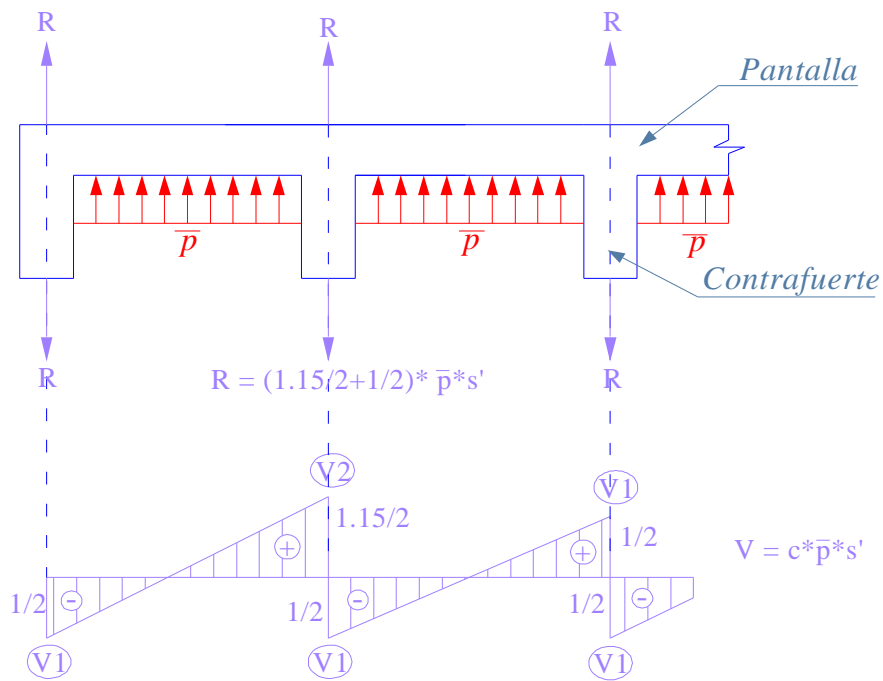


Fig. 4 – 17

#### Espaciamiento máximo

$$e \leq \text{Lado menor contrafuerte} = 30 \text{ cm}$$

$$e \leq 16\phi \text{ long} = 16 * 1.6 = 25.6 \text{ cm}$$

$$e \leq 48\phi \text{ estribo} = 48 * 1.0 = 48 \text{ cm}$$

$$e \text{ max} = 25 \text{ cm}$$

Dovela	$\bar{p}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	R (Tn / m)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	estribo ( 2 ramales) (cm <sup>2</sup> /m)	φ
1	1.03	2.99	0.79	0.40	1 φ 10 @ 25 cm
2	3.09	8.97	2.37	1.19	1 φ 10 @ 25 cm
3	5.14	14.92	3.95	1.98	1 φ 10 @ 25 cm
4	7.20	20.90	5.53	2.77	1 φ 10 @ 25 cm

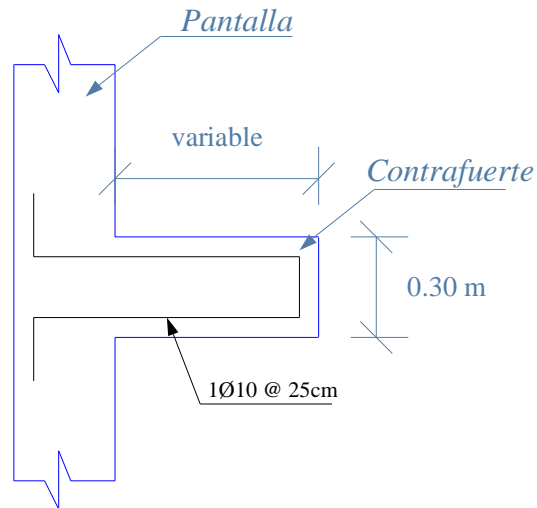


Fig. 4 – 18

**j).- DISEÑO DEL DEDO**

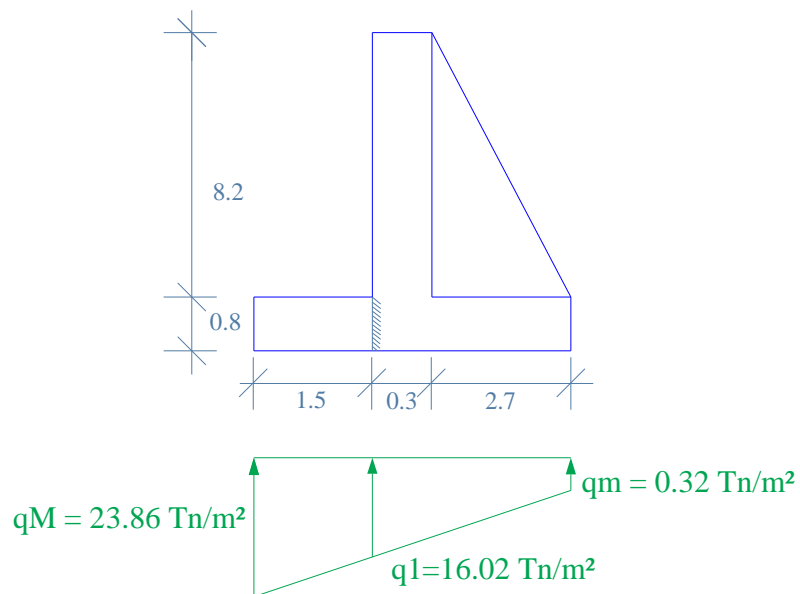


Fig. 4 – 19

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{23.86 - 0.32}{4.5}$$

$$m = 5.23$$



$$q(x) = qM - mx$$

$$q(1) = 23.86 - (5.23)(1.5)$$

$$q(1) = 16.02 \text{ Tn/m}^2$$

Diseño a Corte

$$V = f \left\{ qM(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$V = 1.7 \left\{ 23.86(1.5) - \frac{(5.23 * 1.5^2)}{2} \right\}$$

$$V = 50.84 \text{ Tn}$$

$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{50.84 * 10^3}{0.85 * 100 * 73}$$

$$v_c = 8.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm} \text{ OK}$$

Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qM(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{23.86(1.5^2)}{2} - \frac{5.23(1.5^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 40.63 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del dedo

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{40.63 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 34.19 \text{ cm} < 73 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{40.63 * 10^5}{0.9(100)(73^2)(240)}$$

$$K = 0.03530$$

$$p \text{ min} = 14.1 / f_y$$

$$p \text{ min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \quad \beta = 0.85$$

$$p \text{ max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p \text{ max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p \text{ max} = 0.01239$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{240}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.03530)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00206$$

$$\text{uso } p \text{ min} = 0.00336$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 73 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = \rho \cdot B \cdot d$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = 0.00336(100)(73)$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = 24.5$$

$$A_s (\phi) = 5 \phi 25 = 24.5 \text{ cm}^2 = 1 \phi 25 @ 20 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = \rho \cdot A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002) (B) (D)$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(100)(80)$$

$$A_s \text{ rep} = 16 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 5.33 \text{ cm}^2 = 5 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 20 \text{ cm}$$

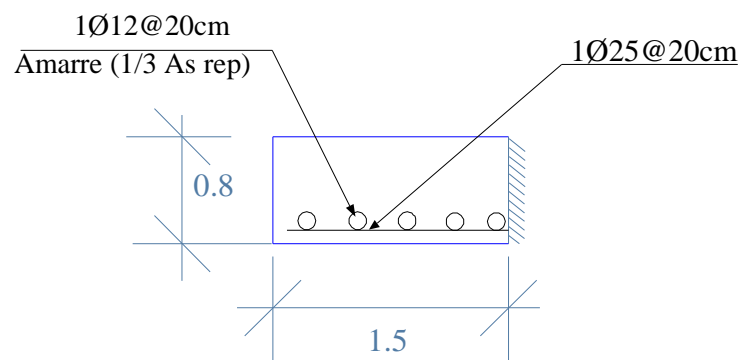


Fig. 4 – 20

**k).- DISEÑO DEL TALÓN**

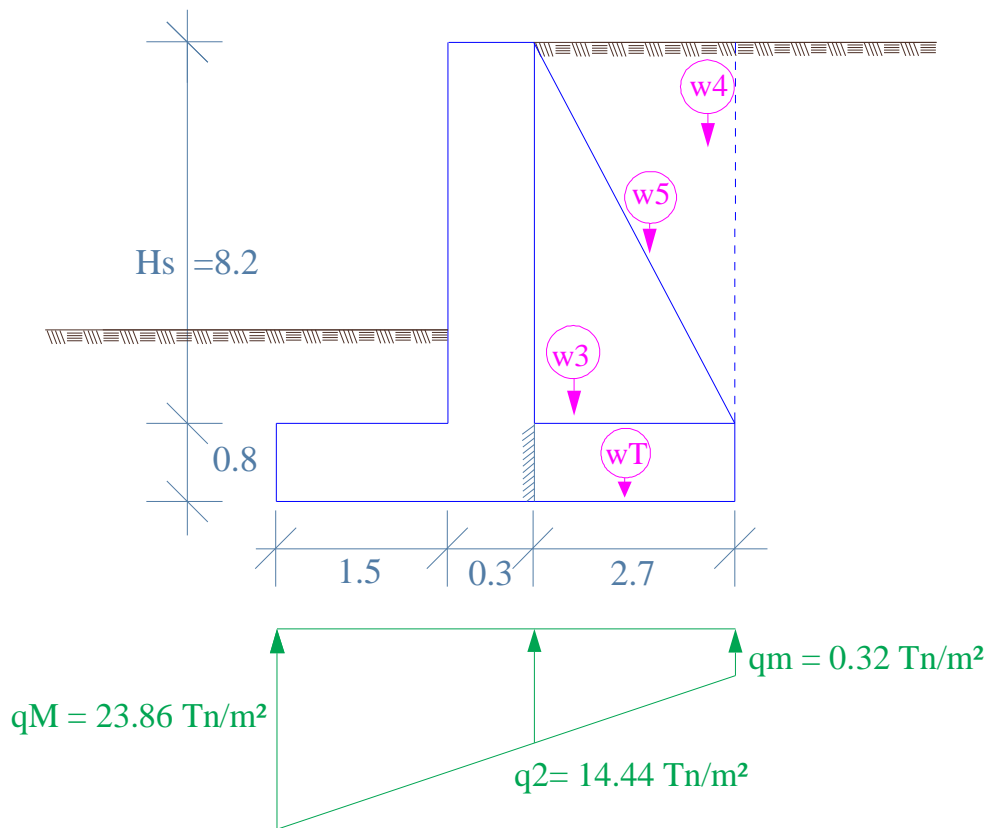


Fig. 4 – 21

Calculo de presiones que actúan en el talón

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{23.86 - 0.32}{4.5}$$

$$m = 5.23$$

$$q(x) = qm + mx$$

$$q(2) = 0.32 + (5.23)(2.7)$$

$$q(2) = 14.44 \text{ Tn/m}^2$$

$$w = V * \gamma$$

$$wT = (2.7 * 0.8 * 3) * 2.4 = 15.55 \text{ Tn}$$

$$w3 = [(2.7 * 8.2)/2 * 0.3] * 2.4 = 7.97 \text{ Tn}$$

$$w4 = [(2.7 * 8.2)/2 * 0.3] * 1.77 = 5.88 \text{ Tn}$$

$$w5 = (2.7 * 8.2 * 2.7) * 1.77 = 105.81 \text{ Tn}$$

$$\sum w = 135.21 \text{ Tn}$$

Presión sobre el Talón

$$qT = \frac{\sum w}{A_T} \quad A_T = \text{Área del talón}$$

$$qT = \frac{(135.21)Tn}{(2.7 * 3)m^2}$$

$$qT = 16.69 \text{ Tn/m}^2$$

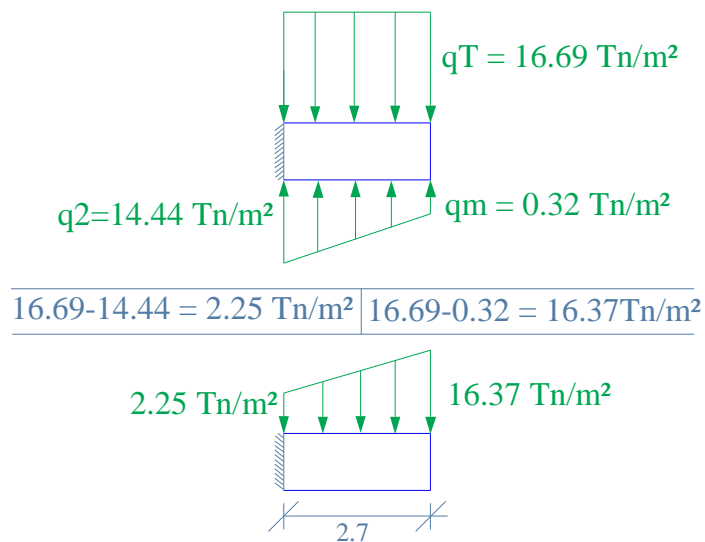


DIAGRAMA DE PRESIONES RESULTANTE

Fig. 4 – 22

$$m = \frac{q_{Max} - q_{min}}{L}$$

$$m = \frac{16.37 - 2.25}{2.7}$$

$$m = 5.23$$

$$q(x) = q_{Max} - mx$$

$$q(0.9) = 16.37 - (5.23)(0.9)$$

$$q(0.9) = 11.66 \text{ Tn/m}^2$$

$$q(1.8) = 16.37 - (5.23)(1.8)$$

$$q(1.8) = 6.96 \text{ Tn/m}^2$$

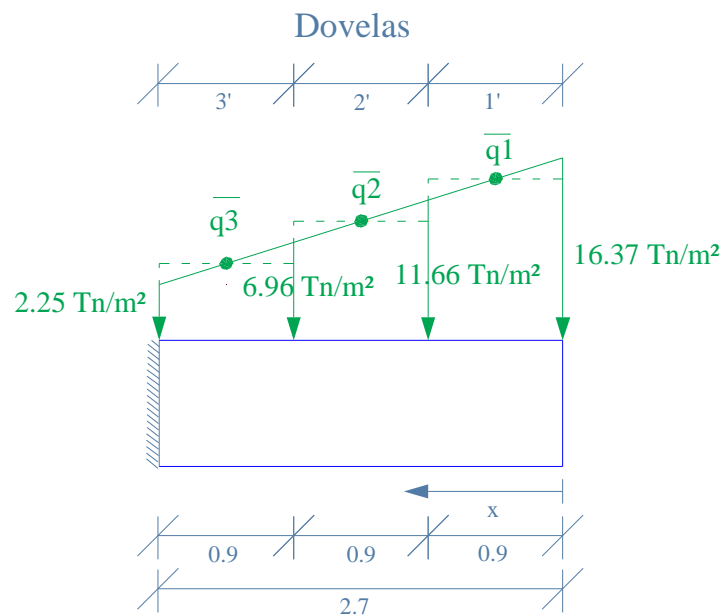


Fig. 4 – 23

Cálculo de presiones mayoradas por dovelas que actúan en el talón

$$\bar{q}_1 = 1.7 \left( \frac{16.37 + 11.66}{2} \right)$$

$$\bar{q}_1 = 23.83 \text{ Tn/m}^2$$

$$\bar{q}_2 = 1.7 \left( \frac{11.66 + 6.96}{2} \right)$$

$$\bar{q}_2 = 15.83 \text{ Tn/m}^2$$

$$\bar{q}_3 = 1.7 \left( \frac{6.96 + 2.25}{2} \right)$$

$$\bar{q}_3 = 7.83 \text{ Tn/m}^2$$

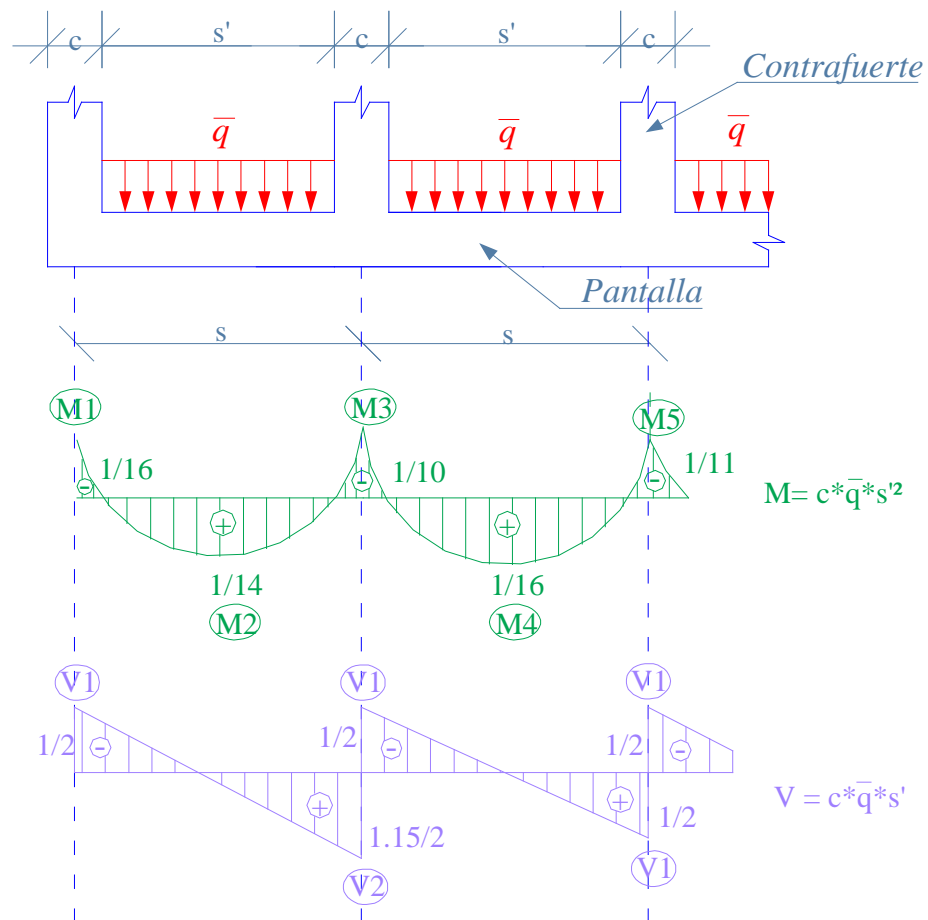


Fig. 4 - 24

$$M_1 = \frac{1}{16} (\bar{q} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{16} \cdot \bar{q} = (2.7^2/16) \cdot \bar{q} = 0.4556 \bar{q}$$

$$M_2 = \frac{1}{14} (\bar{q} \cdot s'^2) = \frac{s'^2}{14} \cdot \bar{q} = (2.7^2/14) \cdot \bar{q} = 0.5207 \bar{q}$$



$$M3 = \frac{1}{10}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{10} * \bar{q} = (2.7^2/10) * \bar{q} = 0.7290 \bar{q}$$

$$M4 = \frac{1}{16}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{16} * \bar{q} = (2.7^2/16) * \bar{q} = 0.4556 \bar{q}$$

$$M5 = \frac{1}{11}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{11} * \bar{q} = (2.7^2/11) * \bar{q} = 0.6627 \bar{q}$$

$$V1 = \frac{1}{2}(\bar{q} * s') = \frac{s'}{2} * \bar{q} = (2.7/2) * \bar{q} = 1.3500 \bar{q}$$

$$V2 = \frac{1.15}{2}(\bar{q} * s') = \frac{1.15 * s'}{2} * \bar{q} = (1.15 * 2.7/2) * \bar{q} = 1.5525 \bar{q}$$

Dovela	$\bar{q}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	Momentos (Tn.m)					Cortante (Tn)	
		M1	M2	M3	M4	M5	V1	V2
1'	23.83	10.86	12.41	17.37	10.86	15.79	32.17	37.00
2'	15.83	7.21	8.24	11.54	7.21	10.49	21.37	24.58
3'	7.83	3.57	4.08	5.71	3.57	5.19	10.57	12.16

Verificación de espesor de pantalla

$$Mu \text{ max} = 17.37 \text{ Tn.m}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{17.37 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 22.36 \text{ cm} < 73 \text{ cm OK}$$

## Diseño Por Corte

$$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$$

$$\phi = 0.85 \text{ Corte} \quad B = 100 \text{ cm}$$

Dovela	d (cm)	V max ( Kg )	$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
1'	73	37000	5.96
2'	73	24580	3.96
3'	73	12160	1.96

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm}$$

El valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible, por lo que no se necesitaría refuerzo por sollicitación de corte

## Diseño a Flexión del Talón

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\min} = 14.1 / f_y$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

B = 100 cm , se diseña para 1m

d = 73 cm , porque la sección es constante

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = p_{\min} * B * d$$

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = 0.00336 * 100 * 73$$

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = 24.5 \text{ cm}^2 = 5 \phi 25 = 1 \phi 25 @ 20 \text{ cm}$$

Dovela	d (cm)	M1 (Tn.m)	As 1 (cm <sup>2</sup> )	M2 (Tn.m)	As 2 (cm <sup>2</sup> )	M3 (Tn.m)	As 3 (cm <sup>2</sup> )
1'	73	10.86	24.5	12.41	24.5	17.37	24.5
2'	73	7.21	24.5	8.24	24.5	11.54	24.5
3'	73	3.57	24.5	4.08	24.5	5.71	24.5

Dovela	d (cm)	M4 (Tn.m)	As 4 (cm <sup>2</sup> )	M5 (Tn.m)	As 5 (cm <sup>2</sup> )
1'	73	10.86	24.5	15.79	24.5
2'	73	7.21	24.5	10.49	24.5
3'	73	3.57	24.5	5.19	24.5

Acero de repartición

$$As_{rep} = \rho \cdot A_g$$

$$As_{rep} = (0.002) (B) (D)$$

$$As_{rep} = (0.002)(100)(80)$$

$$As_{rep} = 16 \text{ cm}^2$$

$$1/3 As_{rep} = 5.33 \text{ cm}^2 = 5 \phi 12 = 1 \phi 12 @ 20 \text{ cm}$$

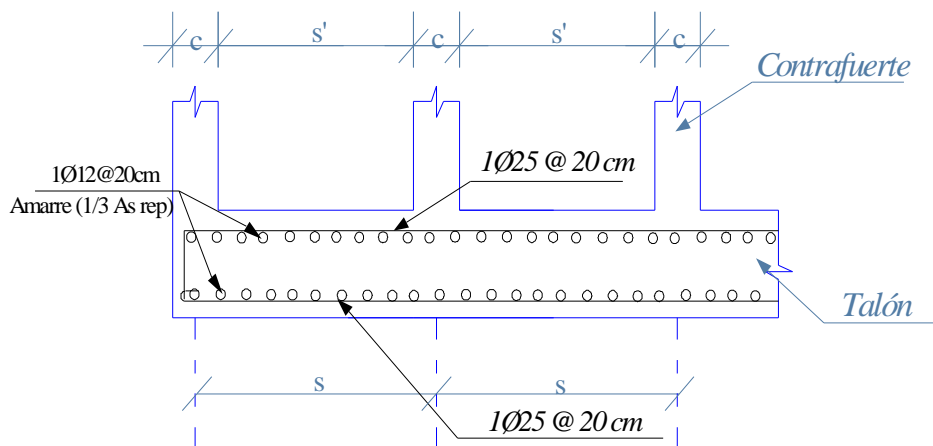


Fig. 4 – 25

Diseño de la armadura de anclaje ( Horquilla ) entre el Contrafuerte y el Talón

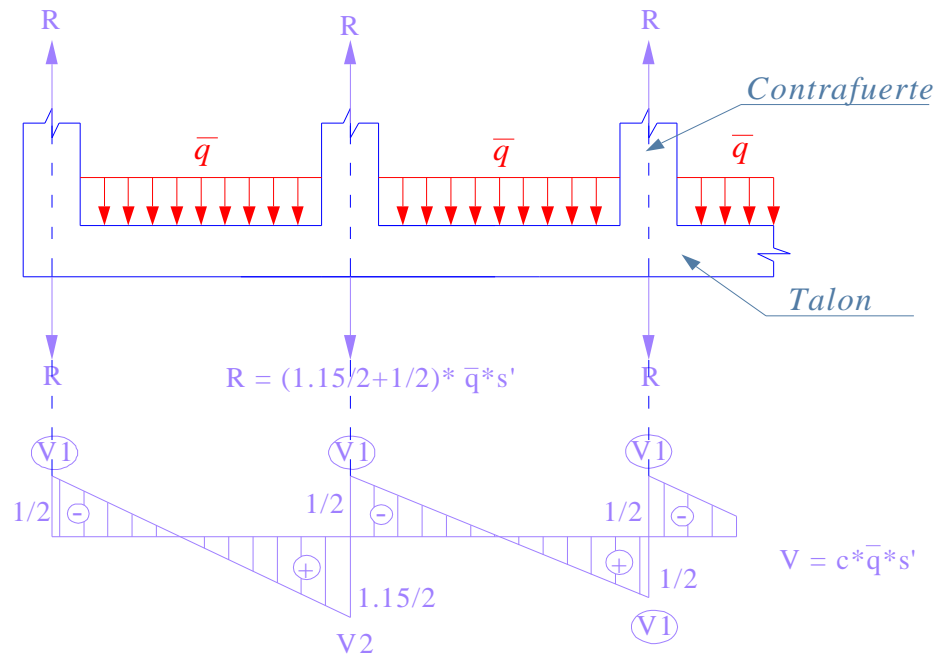


Fig. 4 – 26

$$R = \left(\frac{1.15}{2} + \frac{1}{2}\right) * \bar{q} * s'$$

$$R = (1.075)(\bar{q})(2.7)$$

$$R = 2.9025 \bar{q}$$

$$A_s = \frac{R}{\phi * f_y}$$

$$A_s = \frac{R * 1000}{0.9 * 4200}$$

$$A_s = 0.2646 * R$$

Espaciamiento máximo

$$e \leq \text{Lado menor contrafuerte} = 30 \text{ cm}$$

$$e \leq 16\phi \text{ long} = 16 * 2.5 = 40 \text{ cm}$$

$$e \leq 48\phi \text{ estribo} = 48 * 1.6 = 76.8 \text{ cm}$$

$$e \text{ max} = 30 \text{ cm}$$

Dovela	$\bar{q}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	R (Tn / m )	As (cm <sup>2</sup> /m)	estribo ( 2 ramales) (cm <sup>2</sup> /m)	$\phi$
1'	23.83	69.17	18.30	9.15	1 $\phi$ 16@ 20cm
2'	15.83	45.95	12.15	6.07	1 $\phi$ 16@ 30cm
3'	7.83	22.73	6.01	3.01	1 $\phi$ 16@ 30cm

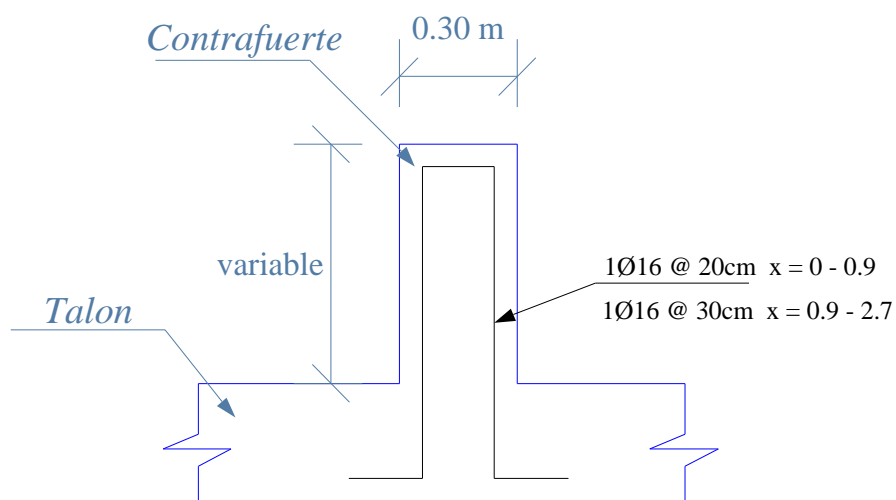


Fig. 4 – 27

### 1).- DISEÑO DEL DIENTE

La altura del diente se recomienda con un valor de ( 1 – 1.5 ) D

$$HD = ( 1 - 1.5 ) D$$

$$HD = D$$

$$HD = 0.8 \text{ m}$$

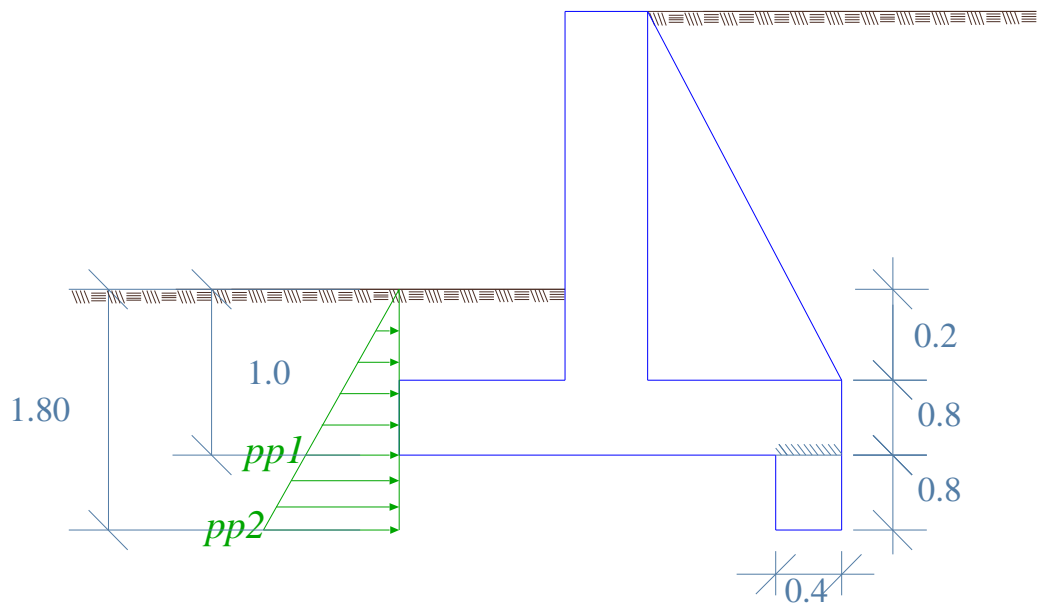


Fig. 4 – 28

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp1 = (1.77)(3.0)(1.0)$$

$$pp1 = 5.31 \text{ Tn/m /ml}$$

$$pp2 = (1.77)(3.0)(1.8)$$

$$pp2 = 9.56 \text{ Tn/m /ml}$$

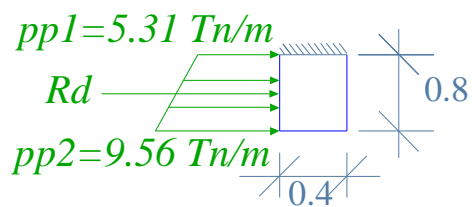


Fig. 4 – 29

Calculo de  $R_d$  para un ancho  $s$  de muro

$$R_d = \frac{(pp1 + pp2)}{2} HD * s$$

$$R_d = \frac{(5.31 + 9.56)}{2} (0.8) * 3$$

$$R_d = 17.85 \text{ Tn}$$

$$FSD = \frac{\mu * N + R_d}{PAc}$$

$$FSD = \frac{0.58(163.29) + 17.85}{71.67}$$

$$FSD = 1.57 > 1.5 \text{ OK}$$

$$m = \frac{q_{Max} - q_{min}}{L}$$

$$m = \frac{9.56 - 5.31}{0.8}$$

$$m = 5.31$$

Diseño a Corte

$$Vu = f \left\{ q_{Max}(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 1.7 \left\{ 9.56(0.8) - \frac{(5.31 * 0.8^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 10.11 \text{ Tn}$$



$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{10.11 \cdot 10^3}{0.85 \cdot 100 \cdot 33}$$

$$v_c = 3.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm} \text{ OK}$$

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{q \text{Max}(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{9.56(0.8^2)}{2} - \frac{5.31(0.8^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 4.43 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del diente

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4.43 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18(1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 11.29 \text{ cm} < 33 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K \text{ max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{4.43 * 10^5}{0.9(100)(33^2)(240)}$$

$$K = 0.01883$$

$$p \text{ min} = 14.1 / fy$$

$$p \text{ min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \quad \beta = 0.85$$

$$p \text{ max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p \text{ max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p \text{ max} = 0.01239$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{240}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.01883)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.00109$$

uso  $p \text{ min} = 0.00336$

$B = 100 \text{ cm}$

$d = 33 \text{ cm}$

$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$

$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = 0.00336(100)(33)$

$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = 11.09$

$A_s (\phi) = 1 \phi 16 @ 18 \text{ cm}$

Acero de repartición

$A_s \text{ rep} = p * A_g$

$A_s \text{ rep} = (0.002)(100)(40)$

$A_s \text{ rep} = 8 \text{ cm}^2$

$1/3 A_s \text{ rep} = 2.7 \text{ cm}^2 = 4 \phi 10 = 1 \phi 10 @ 25 \text{ cm}$

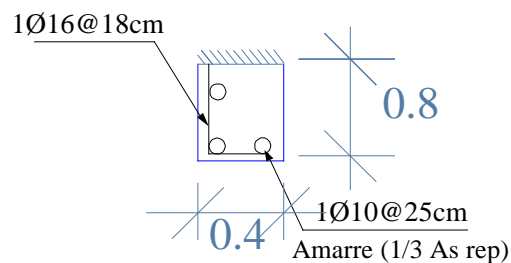


Fig. 4 – 30

m).- DISEÑO DEL CONTRAFUERTE

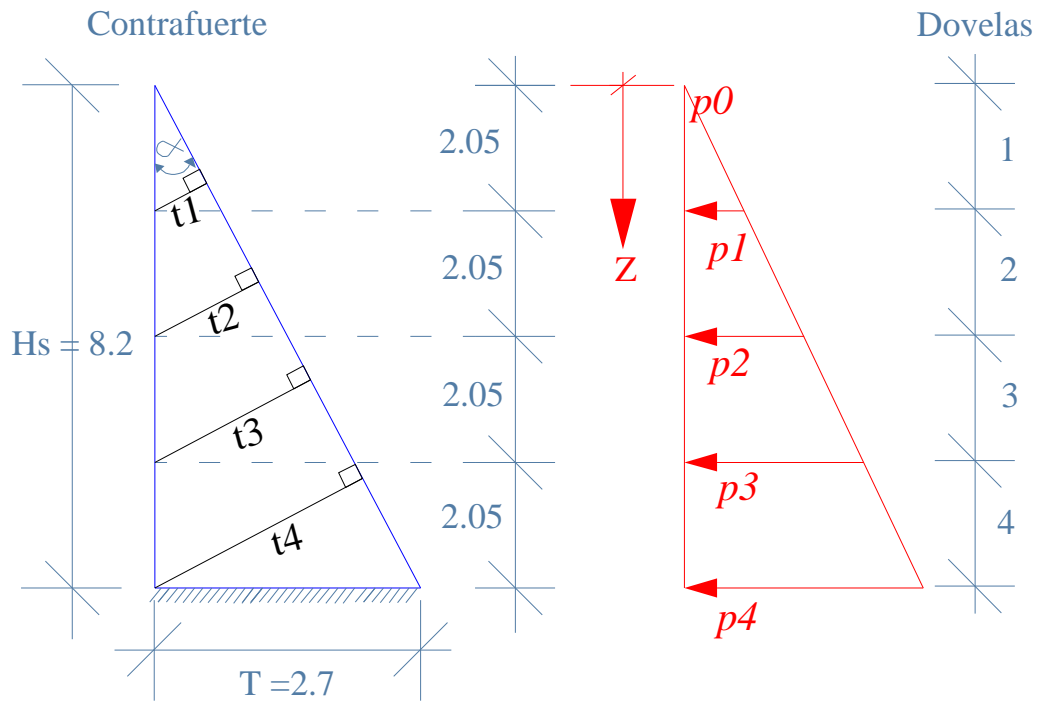


Fig. 4 – 31

Calculo de presiones y momentos que actúan en el contrafuerte por Dovelas

$$pz = \gamma_s * K_a * (z)$$

$$p_0 = 0$$

$$pz = (1.77)(0.3333)(z)$$

$$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p_0 + pz) \right\} s \quad s = 3.0 \text{ m}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{z^2}{6} (2(0) + pz) \right\} 3$$

Calculo de ( t ) por dovelas

$$\text{tg } \alpha = T / H_s$$

$$\alpha = \text{arc tg} ( T / H_s )$$

$$\alpha = \text{arc tg} ( 2.7 / 8.2 )$$

$$\alpha = 18.23^\circ$$

$$\text{sen } \alpha = t(z) / z$$

$$t(z) = \text{sen } \alpha * z$$

$$t(z) = \text{sen} (18.23 ) * ( z)$$

Dovela	z (m)	pz (Tn/m <sup>2</sup> )	$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p_0 + pz) \right\} s$ (Tn.m)	t(z) (m)
1	2.05	1.21	4.32	0.64
2	4.10	2.42	34.58	1.28
3	6.15	3.63	116.70	1.92
4	8.20	4.84	276.63	2.56

Diseño a Flexión

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\text{max}} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\text{min}} = 14.1 / fy$$

$$p_{\text{min}} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \quad \text{si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

B = 30 cm Ancho del contrafuerte

r = 7 cm

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

Dovela	t (cm)	d = t - r (cm)	Mu ( Tn.m )	As (cm <sup>2</sup> )	As ϕ
1	64	57	4.32	5.74	2 ϕ 20
2	128	121	34.58	12.19	2 ϕ 20+2 ϕ 20
3	192	185	116.70	18.63	2 ϕ 20+2 ϕ 20+2 ϕ 22
4	256	249	276.63	30.69	2 ϕ 20+2 ϕ 20+2 ϕ 22+3 ϕ 22

## ARMADO GENERAL DEL MURO

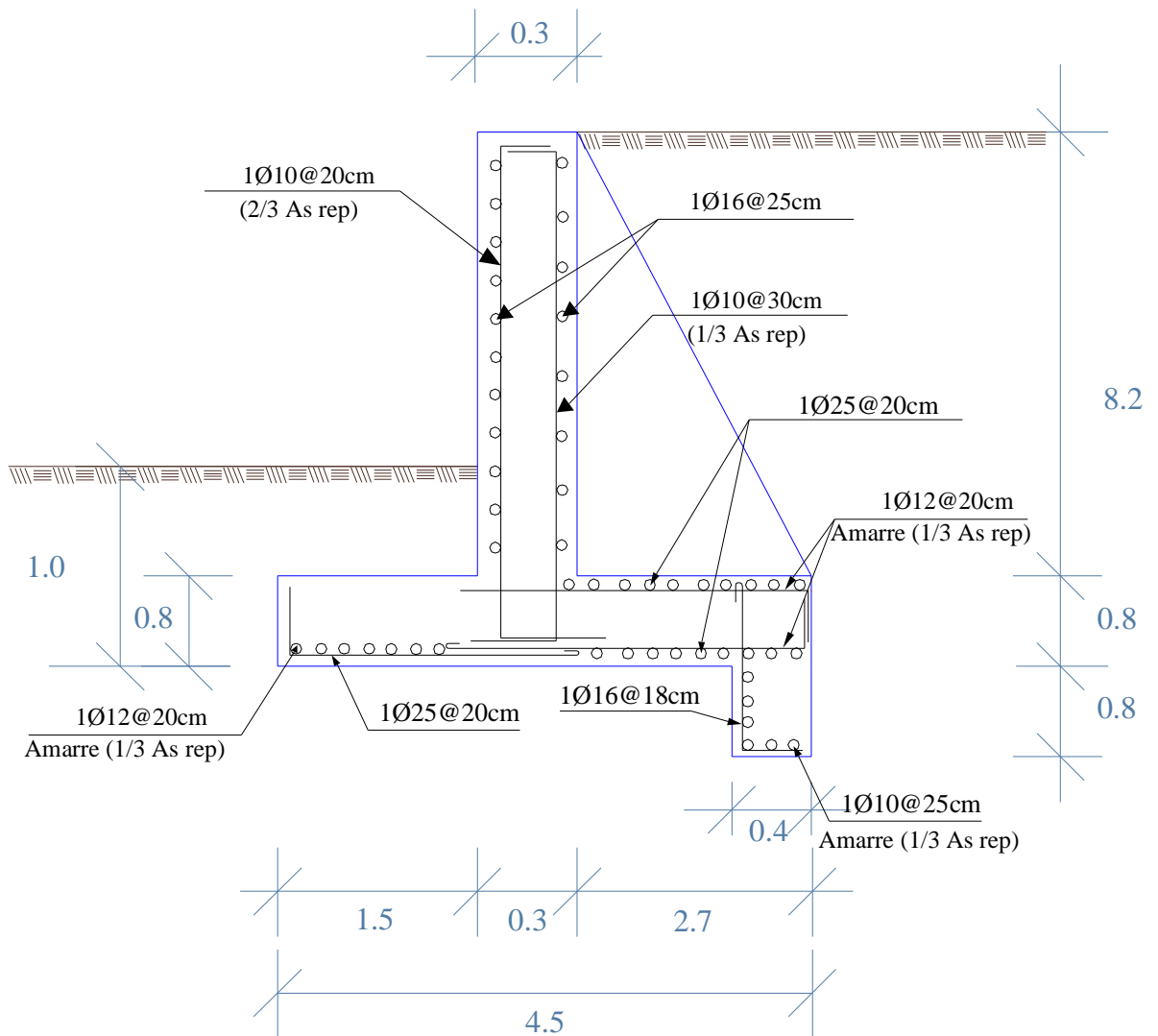


Fig. 4 – 32

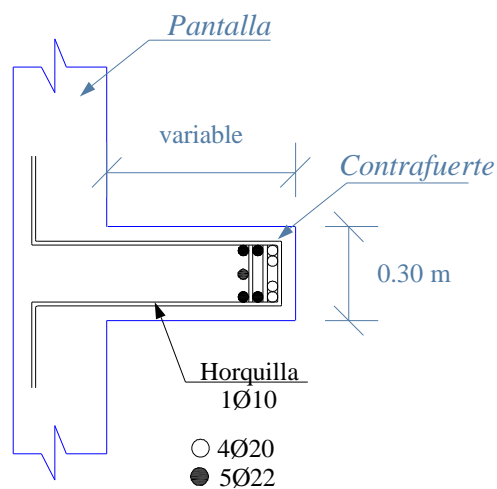


Fig. 4 – 33

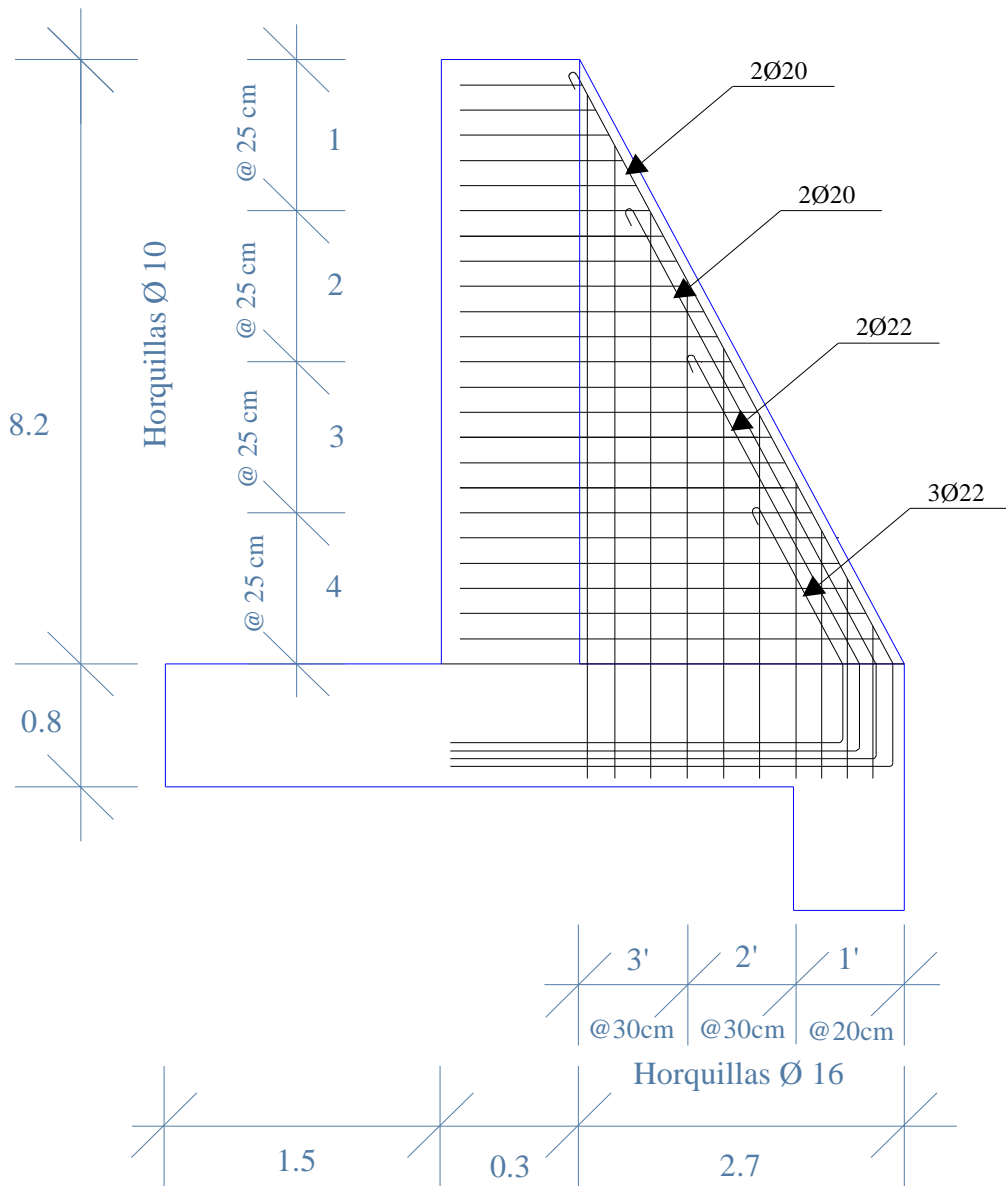


Fig. 4 – 34



#### 4.2.2.- EJERCICIO DE DISEÑO

Se requiere diseñar el siguiente muro con contrafuertes:

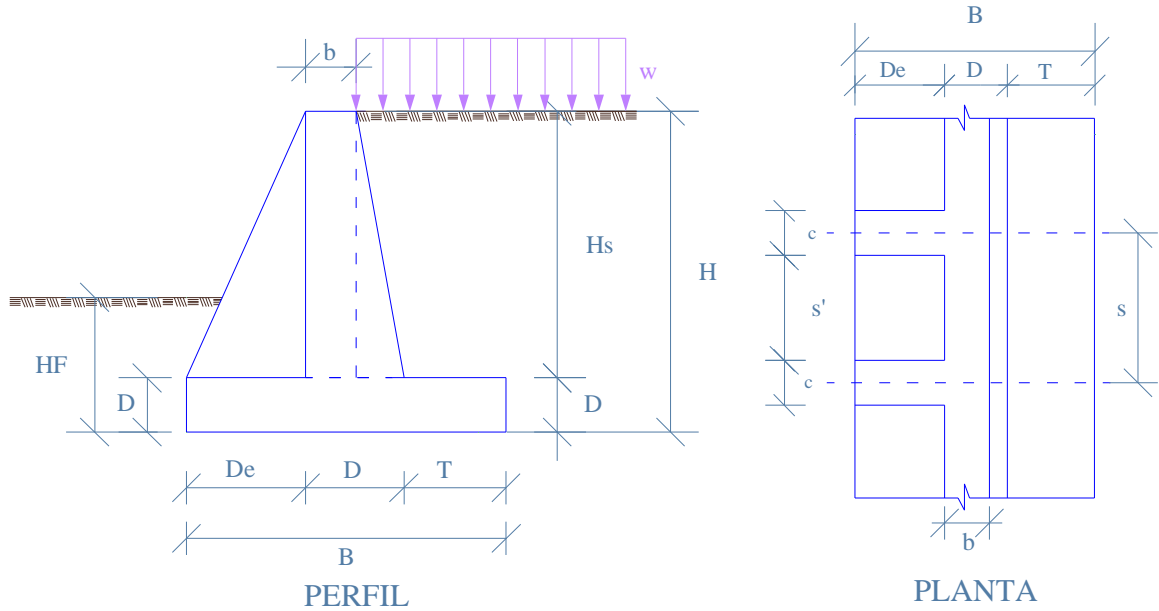


Fig. 4 – 35

#### Datos:

Suelo tipo I  $\gamma = 1.73 \text{ Tn/m}^3$   $\beta = 0^\circ$   $\phi = 32^\circ$   $q \text{ adm} = 30 \text{ Tn/m}^2$   $w = 1.5 \text{ Tn/m}$

HF = 1.50 m  $H = 10.0 \text{ m}$

#### a).- PREDISEÑO

$$b \geq 0.2 \text{ m}$$

$$\text{asumo } b = 0.30 \text{ m}$$

$$B = (0.4 - 0.7)H$$

$$B = 0.4 H$$

$$B = 0.50 * 10 = 5.0 \text{ m}$$

$$\text{asumo } B = 5.6 \text{ m}$$

$$De = B/4 - B/2$$

$$De = B/3$$

$$De = 5.5/3 = 1.83 \text{ m}$$

$$\text{asumo } De = 2.00 \text{ m}$$

$$D = H/14 - H/12$$

$$D = H/12 = 10/12 = 0.83 \text{ m}$$

$$\text{asumo } D = 0.95 \text{ m}$$

$$T = B - De - D$$

$$T = 5.6 - 2.0 - 0.5$$

$$T = 3.1 \text{ m}$$

Separación entre contrafuertes

$$s = 0.75 + 0.3 H$$

$$s = 0.75 + 0.3 ( 10 )$$

$$s = 3.75 \text{ m}$$

$$s = (0.3 - 0.6 )H$$

$$s = 0.3(10)$$

$$s = 3.00 \text{ m}$$

$$s = (1/3 - 1/2 )H$$

$$s = 10/3$$

$$s = 3.33 \text{ m}$$

$$\text{asumo } s = 3.00 \text{ m}$$

Espesor de Contrafuerte

$$c = H/20$$

$$c = 10/20$$

$$c = 0.50 \text{ m}$$

asumo  $c = 0.40 \text{ m}$

Separación libre entre contrafuertes

$$s' = s - c$$

$$s' = 3.0 - 0.4$$

$$s' = 2.6 \text{ m}$$

**b).- DETERMINAR LA PRESIÓN ACTIVA Y PRESIÓN PASIVA DEL SUELO PARA UN ESPESOR (  $s$  ) DE ANCHO DE MURO**

$$\phi = 32^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$K_a = 0.3073 \quad K_p = 3.2546$$

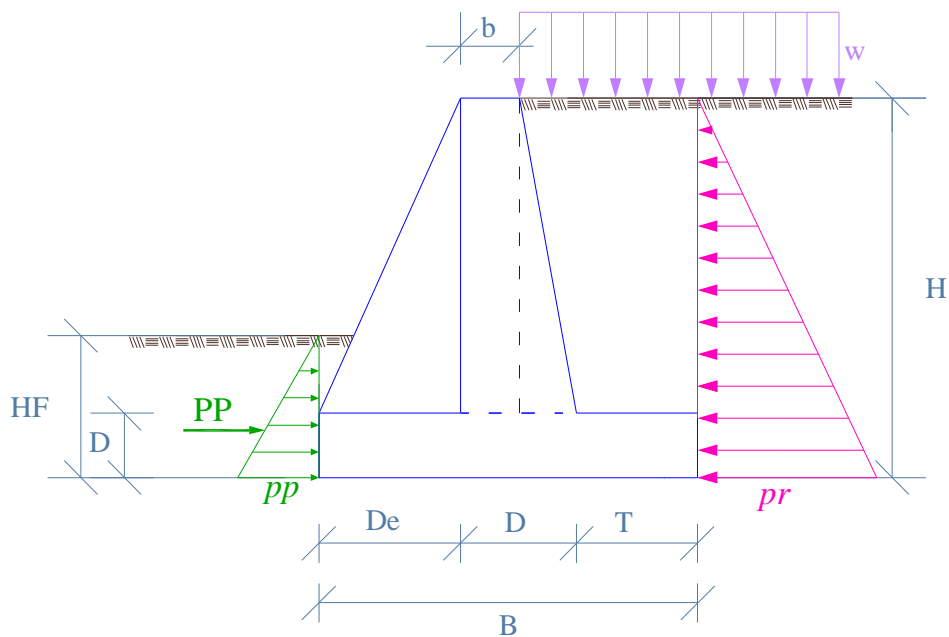


Fig. 4 – 36

Presión del Relleno

$$pr = \gamma_s * K_a * H$$

$$pr = (1.73)(0.3073)(10.0)$$

$$pr = 5.32 \text{ Tn/m /ml}$$

## Presión de la Sobrecarga

$$ps = w * Ka$$

$$ps = (1.5)(0.3073)$$

$$ps = 0.46 \text{ Tn/m/ml}$$

## Presión Activa

$$pa = pr + ps$$

$$pa = 5.32 + 0.46$$

$$pa = 5.78 \text{ Tn/m/ml}$$

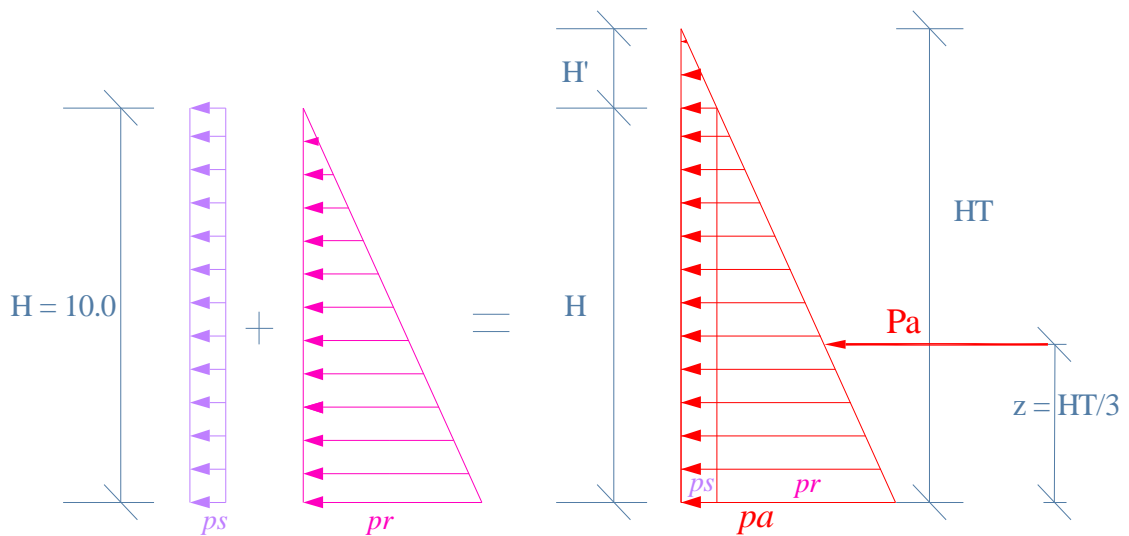


Fig. 4 – 37

## Determinación de H'

Por relación de triángulos tenemos:

$$\frac{H}{pr} = \frac{H'}{ps}$$

$$H' = \frac{H * ps}{pr}$$

$$H' = \frac{10 * 0.46}{5.32}$$

$$H' = 0.86 \text{ m}$$

$$HT = H + H'$$

$$HT = 10 + 0.86$$

$$HT = 10.86 \text{ m}$$

Debido a la sobrecarga tenemos:

$$PA = ( \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 + w * H ) K_a$$

$$PA = ( \frac{1}{2}(1.73)(10.0)^2 + 1.5 * 10 )(0.3073)$$

$$PA = 31.19 \text{ Tn /ml}$$

$$PAc = PA * s$$

$$PAc = 31.19 * 3.0$$

$$PAc = 93.57 \text{ Tn}$$

Presión Pasiva

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp = (1.73)(3.2546)(1.5)$$

$$pp = 8.45 \text{ Tn/m /ml}$$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma_s * K_p * HF^2$$

$$PP = \frac{1}{2} (1.73)(3.2546) (1.5)^2$$

$$PP = 6.33 \text{ Tn /ml}$$

$$PPc = PP * s$$

$$PPc = 6.33 * 3.0$$

$$PPc = 18.99 \text{ Tn}$$

**c).- DETERMINAR EL MOMENTO DE VOLTEO (MV)**

$$z = HT/3$$

$$z = 10.86/3$$

$$z = 3.62 \text{ m}$$

$$M_v = PAc * z$$

$$M_v = (93.57)(3.62)$$

$$M_v = 338.72 \text{ Tn.m}$$

**d).- DETERMINAR EL MOMENTO RESISTENTE (MR)**

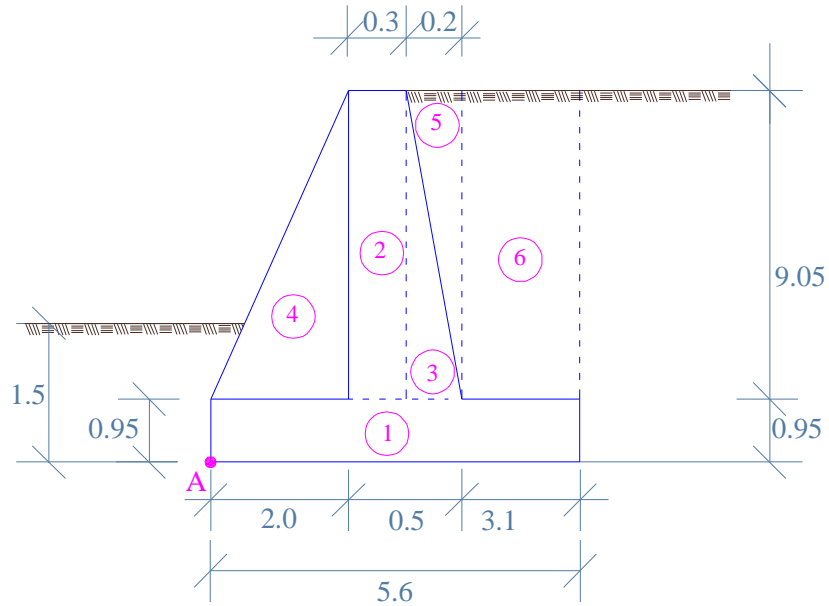


Fig. 4 – 38

w4 = peso del contrafuerte

Ele	Area (m <sup>2</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )	w = V*γ (Tn)	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
<b>HORMIGÓN</b>					
1	(5.6)(0.95) = 5.32	(5.32)(3.0) = 15.96	(15.96)(2.40) = 38.30	2.80	107.24
2	(0.30)(9.05) = 2.72	(2.72)(3.0) = 8.16	(8.16)(2.40) = 19.58	2.15	42.10
3	(0.2*9.05)/2 = 0.91	(0.91)(3.0) = 2.73	(2.73)(2.40) = 6.55	2.37	15.52
4	(2.0*9.05)/2 = 9.05	(9.05)(0.4) = 3.62	(3.62)(2.40) = 8.69	1.33	11.56
	Σ	30.47			
<b>SUELO</b>					
5	(0.2*9.05)/2 = 0.91	(0.91)(3.0) = 2.73	(2.73)(1.73) = 4.72	2.43	11.47
6	(3.1)(9.05) = 28.06	(28.06)(3.0) = 84.18	(84.18)(1.73) = 145.63	4.05	589.80
	Σ	86.91			
		Σ	223.47	Σ = MR =	777.69

**e).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV)**

$$FSV = MR / MV > 2.0$$

$$FSV = 777.69 / 338.72$$

$$FSV = 2.30 > 2.0 \text{ OK}$$

**f).- DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD)**

$$FSD = fr / PAc > 1.5$$

$$fr = \mu * N$$

$$\mu = \text{tg } \phi \quad 0.4 < \mu < 0.6$$

$$\mu = \text{tg } 32^\circ$$

$$\mu = 0.62 \text{ uso } \mu = 0.60$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = WT$$

$$N = 223.47 \text{ Tn}$$

$$fr = \mu * N$$

$$fr = 0.60 (223.47)$$

$$fr = 134.08 \text{ Tn}$$

$$FSD = fr / PAc$$

$$FSD = 134.08 / 93.57$$

$$FSD = 1.43 < 1.5 \quad \text{Se Necesita Colocar un Diente.}$$

**g).- DETERMINAR QUE EL PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL TERCIO MEDIO**

$$x = (MR - MV) / N$$

$$x = (777.69 - 338.72) / 223.47$$

$$x = 1.96$$

$$B/3 \leq x \leq 2B/3$$

$$1.87 \leq 1.96 \leq 3.73 \text{ OK}$$

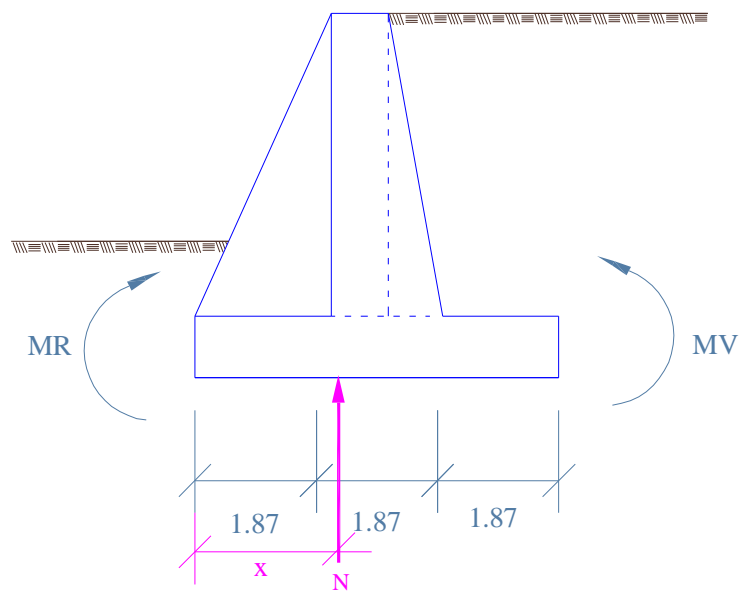


Fig. 4 – 39

**h).- DETERMINAR SI  $q_{adm} > q_{suelo}$**

$$e = B / 2 - x$$

$$e = 5.6 / 2 - 1.96$$

$$e = 0.84 \text{ m}$$

$$M = WT * e$$

$$M = 223.47 * 0.84$$

$$M = 187.71 \text{ Tn.m/ml}$$



$$q \frac{M}{m} = \frac{WT}{B * S} \pm \frac{6M}{B^2 * S}$$

$$q \frac{M}{m} = \frac{223.47}{(5.6)(3.0)} \pm \frac{6(187.71)}{(5.6)^2 * (3.0)}$$

$$q \frac{M}{m} = 13.30 \pm 11.97$$

$$qM = 25.27 \text{ Tn/m}^2$$

< q adm = 30 Tn/m<sup>2</sup> OK

$$qm = 1.33 \text{ Tn/m}^2$$

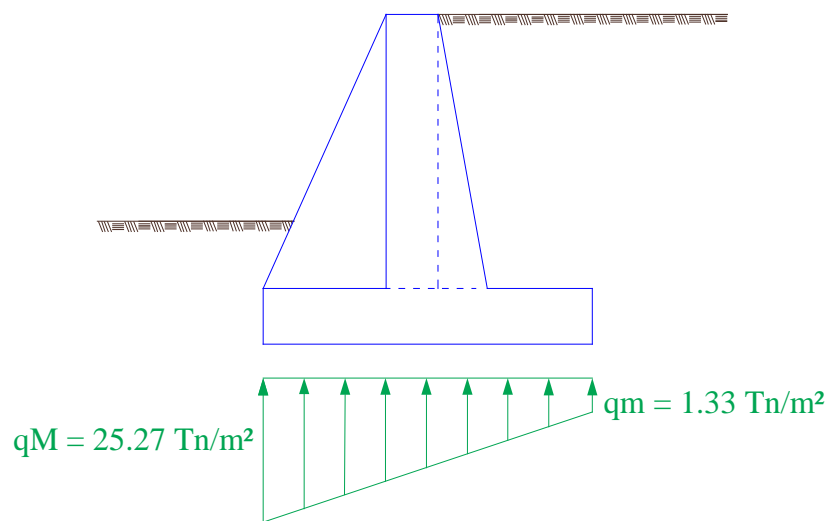


Fig. 4 – 40

### i).- DISEÑO DE LA PANTALLA

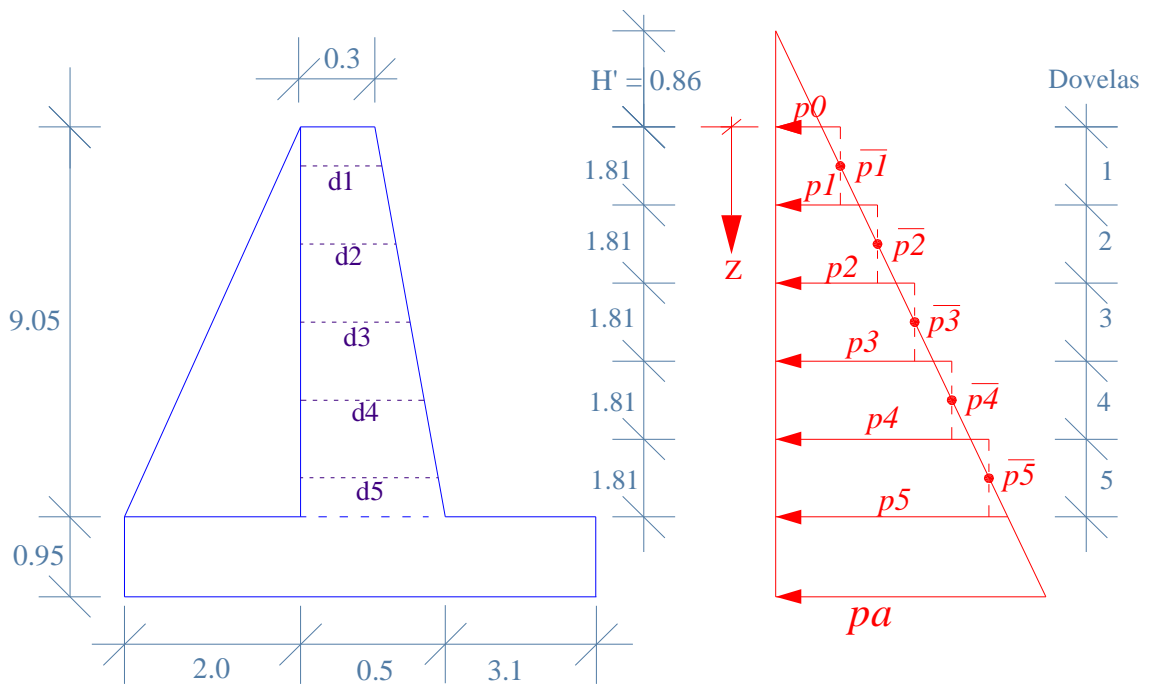


Fig. 4 – 41

Calculo de presiones que actúan en la pantalla

$$pz = \gamma s * Ka * (z + H')$$

$$p0 = (1.73)(0.3073)(0 + 0.86)$$

$$p0 = 0.46 \text{ Tn/m}^2$$

$$p1 = (1.73)(0.3073)(1.81 + 0.86)$$

$$p1 = 1.42 \text{ Tn/m}^2$$

$$p2 = (1.73)(0.3073)(3.62 + 0.86)$$

$$p2 = 2.38 \text{ Tn/m}^2$$

$$p3 = (1.73)(0.3073)(5.43 + 0.86)$$

$$p3 = 3.34 \text{ Tn/m}^2$$

$$p4 = (1.73)(0.3073) (7.24 + 0.86)$$

$$p4 = 4.31 \text{ Tn/m}^2$$

$$p5 = (1.73)(0.3073) (9.05 + 0.86)$$

$$p5 = 5.27 \text{ Tn/m}^2$$

Calculo de presiones promedio mayoradas por dovelas

Dovela 1

$$\overline{p1} = f\left(\frac{p0 + p1}{2}\right)$$

$$\overline{p1} = 1.7\left(\frac{0.46 + 1.42}{2}\right)$$

$$\overline{p1} = 1.60 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 2

$$\overline{p2} = f\left(\frac{p1 + p2}{2}\right)$$

$$\overline{p2} = 1.7\left(\frac{1.42 + 2.38}{2}\right)$$

$$\overline{p2} = 3.23 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 3

$$\overline{p3} = f\left(\frac{p2 + p3}{2}\right)$$

$$\overline{p3} = 1.7\left(\frac{2.38 + 3.34}{2}\right)$$

$$\overline{p3} = 4.86 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 4

$$\overline{p4} = f\left(\frac{p3 + p4}{2}\right)$$

$$\overline{p4} = 1.7\left(\frac{3.34 + 4.31}{2}\right)$$

$$\overline{p4} = 6.50 \text{ Tn/m}^2$$

Dovela 5

$$\overline{p5} = f\left(\frac{p4 + p5}{2}\right)$$

$$\overline{p5} = 1.7\left(\frac{4.31 + 5.27}{2}\right)$$

$$\overline{p5} = 8.14 \text{ Tn/m}^2$$

Determinar ( d ) para cada dovela en la pantalla

$$m = \frac{50 - 30}{9.2}$$

$$m = 2.17$$

$$d(i) = dm + mx$$

$$d(1) = 23 + (2.17)(1.84/2)$$

$$d(1) = 25 \text{ cm}$$

$$d(2) = 23 + (2.17)(1.84 + 1.84/2)$$

$$d(2) = 29 \text{ cm}$$

$$d(3) = 23 + (2.17)(3.68 + 1.84/2)$$

$$d(3) = 33 \text{ cm}$$

$$d(4) = 23 + (2.17)(5.52 + 1.84/2)$$

$$d(4) = 37 \text{ cm}$$

$$d(5) = 23 + (2.17)(7.36 + 1.84/2)$$

$$d(5) = 41 \text{ cm}$$

Calculo de cortantes y momentos por dovelas

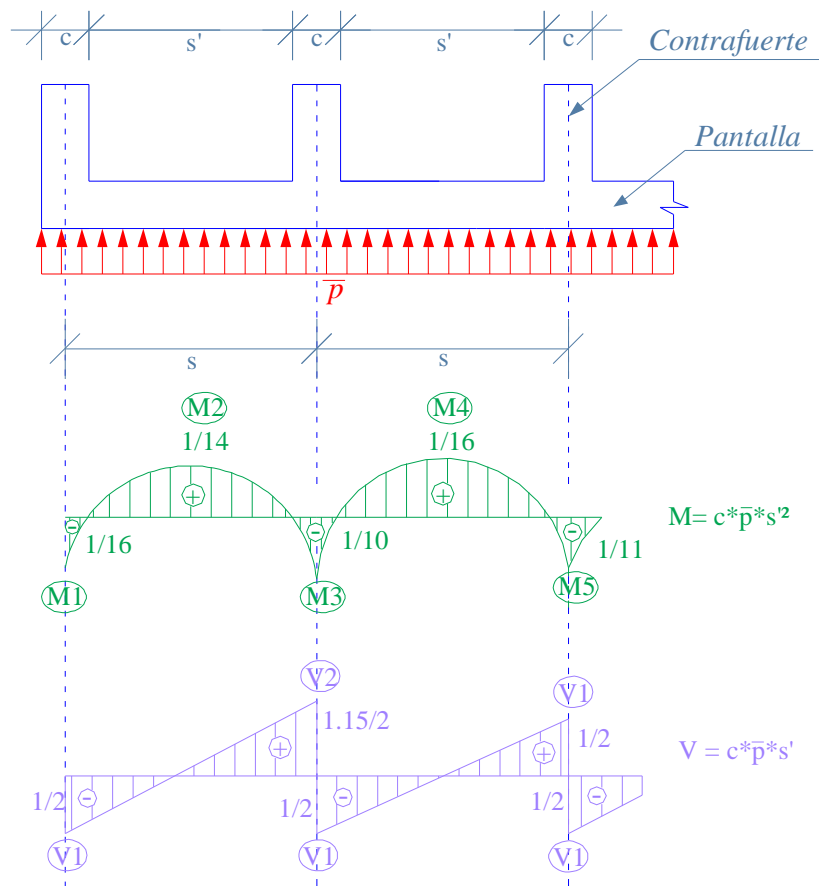


Fig. 4 – 42

$$M_1 = \frac{1}{16}(\bar{p} \cdot s^2) = \frac{s^2}{16} \cdot \bar{p} = (2.6^2/16) \cdot \bar{p} = 0.4225 \bar{p}$$

$$M_2 = \frac{1}{14}(\bar{p} \cdot s^2) = \frac{s^2}{14} \cdot \bar{p} = (2.6^2/14) \cdot \bar{p} = 0.4829 \bar{p}$$

$$M_3 = \frac{1}{10}(\bar{p} \cdot s^2) = \frac{s^2}{10} \cdot \bar{p} = (2.6^2/10) \cdot \bar{p} = 0.6760 \bar{p}$$

$$M4 = \frac{1}{16}(\bar{p} * s^2) = \frac{s^2}{16} * \bar{p} = (2.6^2/16) * \bar{p} = 0.4225 \bar{p}$$

$$M5 = \frac{1}{11}(\bar{p} * s^2) = \frac{s^2}{11} * \bar{p} = (2.6^2/11) * \bar{p} = 0.6145 \bar{p}$$

$$V1 = \frac{1}{2}(\bar{p} * s') = \frac{s'}{2} * \bar{p} = (2.6/2) * \bar{p} = 1.3000 \bar{p}$$

$$V2 = \frac{1.15}{2}(\bar{p} * s') = \frac{1.15 * s'}{2} * \bar{p} = (1.15 * 2.6/2) * \bar{p} = 1.4950 \bar{p}$$

Dovela	$\bar{p}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	Momentos (Tn.m)					Cortante (Tn)	
		M1	M2	M3	M4	M5	V1	V2
1	1.60	0.68	0.77	1.08	0.68	0.98	2.08	2.39
2	3.23	1.36	1.56	2.18	1.36	1.98	4.20	4.83
3	4.86	2.05	2.35	3.29	2.05	2.99	6.32	7.27
4	6.50	2.75	3.14	4.39	2.75	3.99	8.45	9.72
5	8.14	3.44	3.93	5.50	3.44	5.00	10.58	12.17

Verificación de espesor de pantalla

$$M_{max} = 5.50 \text{ Tn.m}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{5.50 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 12.58 \text{ cm} < 43 \text{ cm OK}$$

### Verificación Por Corte

$$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$$

$$\phi = 0.85 \text{ Corte} \quad B = 100 \text{ cm}$$

Dovela	d (cm)	V max ( Kg )	$v_c = \frac{V_u}{\phi B d}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	25	2390	1.12
2	29	4830	1.96
3	33	7270	2.59
4	37	9720	3.09
5	41	12170	3.49

$$v_{adm} = 0.53\sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53\sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm}$$

### Diseño a Flexión de la pantalla

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\min} = 14.1 / f_y$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

B = 100 cm , se diseña para 1m de pantalla

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = p_{\min} * B * d$$

$$A_s \text{ min (cm}^2\text{)} = 0.00336 * 100 * d$$

Dovela	d (cm)	M1 (Tn.m)	As 1 (cm <sup>2</sup> )	M2 (Tn.m)	As 2 (cm <sup>2</sup> )	M3 (Tn.m)	As 3 (cm <sup>2</sup> )
1	25	0.68	8.39	0.77	8.39	1.08	8.39
2	29	1.36	9.74	1.56	9.74	2.18	9.74
3	33	2.05	11.08	2.35	11.08	3.29	11.08
4	37	2.75	12.42	3.14	12.42	4.39	12.42
5	41	3.44	13.76	3.93	13.76	5.50	13.76



Dovela	d (cm)	M4 (Tn.m)	As 4 (cm <sup>2</sup> )	M5 (Tn.m)	As 5 (cm <sup>2</sup> )
1	25	0.68	8.39	0.98	8.39
2	29	1.36	9.74	1.98	9.74
3	33	2.05	11.08	2.99	11.08
4	37	2.75	12.42	3.99	12.42
5	41	3.44	13.76	5.00	13.76

Acero de repartición

$$As_{rep} = \rho * Ag$$

$$As_{rep} = (0.002)(100)[(30+50)/2]$$

$$As_{rep} = 8 \text{ cm}^2$$

Cara exterior

$$2/3 As_{rep} = 5.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 10 @ 15 \text{ cm}$$

Cara interior

$$1/3 As_{rep} = 2.67 \text{ cm}^2 = 1 \phi 10 @ 30 \text{ cm}$$

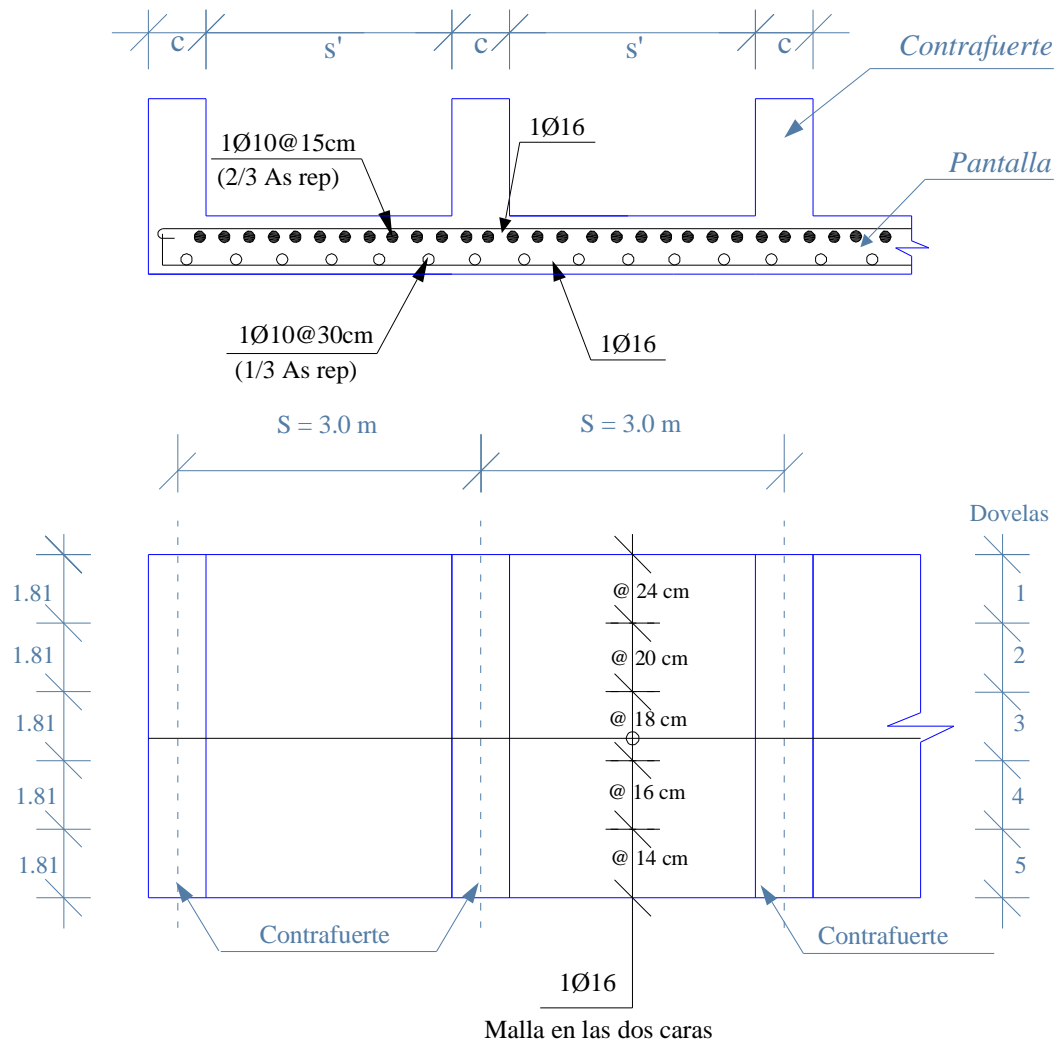


Fig. 4 – 43

Diseño de la armadura de anclaje ( Horquilla ) entre el Contrafuerte y la Pantalla

$$R = \left( \frac{1.15}{2} + \frac{1}{2} \right) * \bar{p} * s'$$

$$R = (1.075)(\bar{p})(2.6)$$

$$R = 2.795 \bar{p}$$



Dovela	$\bar{p}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	$R$ (Tn / m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	estribo ( 2 ramales) (cm <sup>2</sup> /m)	$\phi$
1	1.60	4.47	1.18	0.59	1 $\phi$ 10 @ 25 cm
2	3.23	9.03	2.39	1.20	1 $\phi$ 10 @ 25 cm
3	4.86	13.58	3.59	1.80	1 $\phi$ 10 @ 25 cm
4	6.50	18.17	4.81	2.41	1 $\phi$ 10 @ 25 cm
5	8.14	22.75	6.02	3.01	1 $\phi$ 10 @ 25 cm

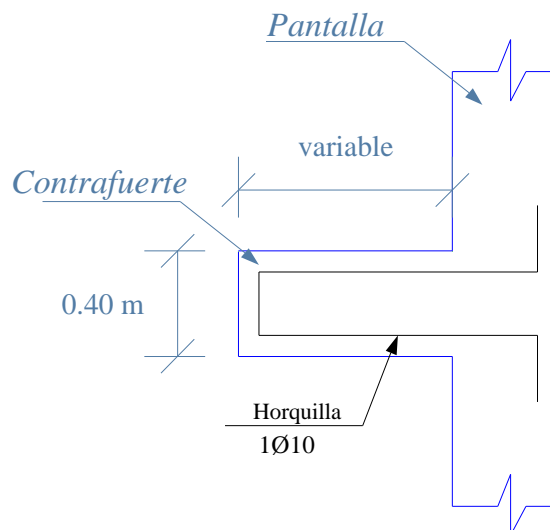


Fig. 4 – 45

**j).- DISEÑO DEL DEDO**

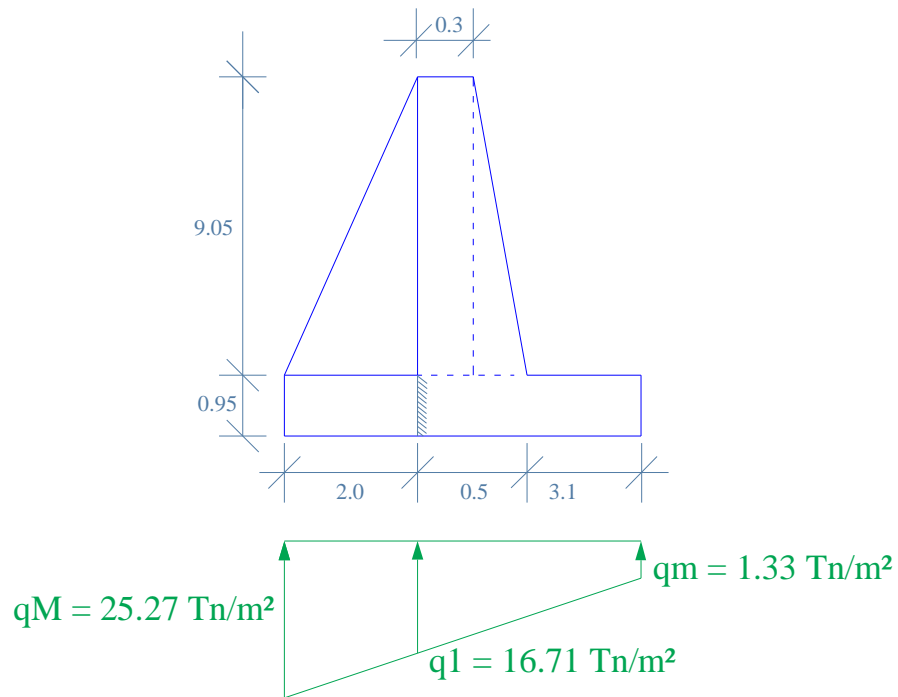


Fig. 4 – 46

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{25.27 - 1.33}{5.6}$$

$$m = 4.28$$

$$q(x) = qM - mx$$

$$q1 = 25.27 - (4.28)(2.0)$$

$$q1 = 16.71 \text{ Tn/m}^2$$

$$q(1.0) = 25.27 - (4.28)(1.0)$$

$$q(1.0) = 20.99 \text{ Tn/m}^2$$

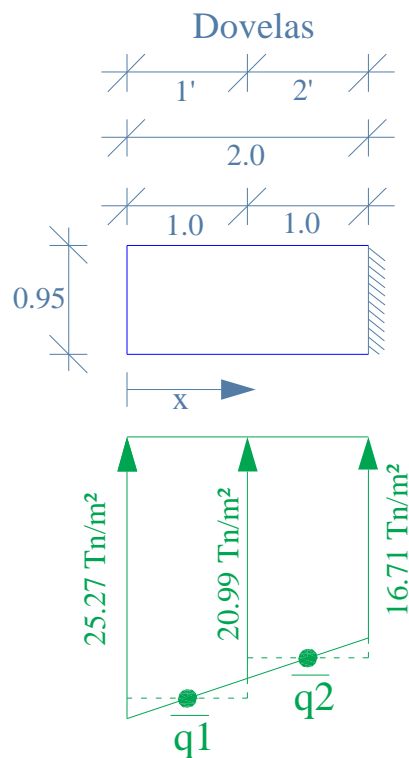


Fig. 4 – 47

Cálculo de presiones mayoradas por dovelas que actúan en el talón

$$\bar{q}_1 = 1.7 \left( \frac{25.27 + 20.99}{2} \right)$$

$$\bar{q}_1 = 39.32 \text{ Tn/m}^2$$

$$\bar{q}_2 = 1.7 \left( \frac{20.99 + 16.71}{2} \right)$$

$$\bar{q}_2 = 32.05 \text{ Tn/m}^2$$

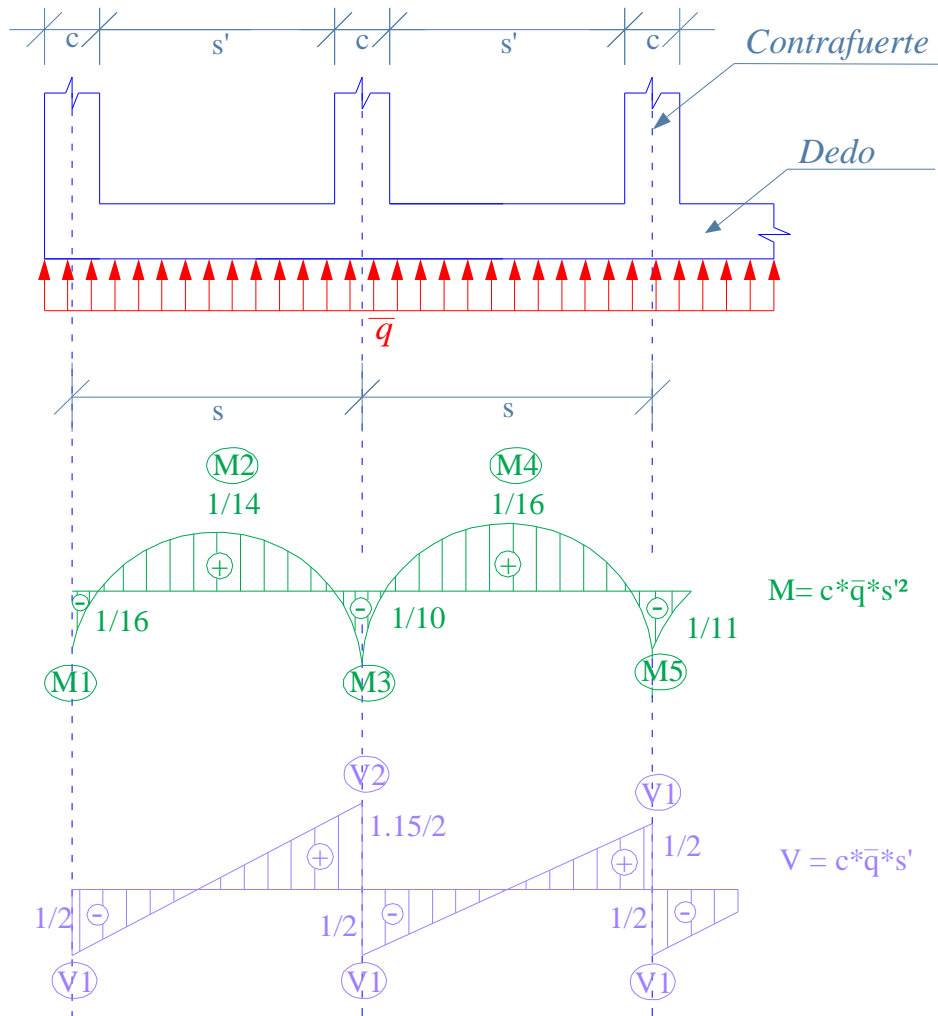


Fig. 4 – 48

$$M1 = \frac{1}{16}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{16} * \bar{q} = (2.6^2/16) * \bar{q} = 0.4225 \bar{q}$$

$$M2 = \frac{1}{14}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{14} * \bar{q} = (2.6^2/14) * \bar{q} = 0.4829 \bar{q}$$

$$M3 = \frac{1}{10}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{10} * \bar{q} = (2.6^2/10) * \bar{q} = 0.6760 \bar{q}$$

$$M4 = \frac{1}{16}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{16} * \bar{q} = (2.6^2/16) * \bar{q} = 0.4225 \bar{q}$$

$$M5 = \frac{1}{11}(\bar{q} * s'^2) = \frac{s'^2}{11} * \bar{q} = (2.6^2/11) * \bar{q} = 0.6145 \bar{q}$$

$$V1 = \frac{1}{2}(\bar{q} * s') = \frac{s'}{2} * \bar{q} = (2.6/2) * \bar{q} = 1.3000 \bar{q}$$

$$V2 = \frac{1.15}{2}(\bar{q} * s') = \frac{1.15 * s'}{2} * \bar{q} = (1.15 * 2.6/2) * \bar{q} = 1.4950 \bar{q}$$

Dovela	$\bar{q}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	Momentos (Tn.m)					Cortante (Tn)	
		M1	M2	M3	M4	M5	V1	V2
1'	39.32	16.61	18.99	26.58	16.61	24.16	51.12	58.78
2'	32.05	13.54	15.48	21.67	13.54	19.69	41.67	47.91

Verificación de espesor de pantalla

$$Mu \text{ max} = 26.58 \text{ Tn.m}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{26.58 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 27.66 \text{ cm} < 88 \text{ cm OK}$$

Diseño Por Corte

$$vc = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$\phi = 0.85 \text{ Corte} \quad B = 100 \text{ cm}$$



Dovela	d (cm)	V max ( Kg )	$v_c = \frac{Vu}{\phi Bd}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
1'	88	58780	7.86
2'	88	47910	6.41

$$v_{adm} = 0.53\sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53\sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm}$$

Diseño a Flexión

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\min} = 14.1 / f_y$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85\beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{fy} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$As \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

B = 100 cm , se diseña para 1m

d = 88 cm , porque la sección del dedo es constante

$$As \text{ min (cm}^2\text{)} = p_{min} * B * d$$

$$As \text{ min (cm}^2\text{)} = 0.00336 * 100 * 88$$

$$As \text{ min (cm}^2\text{)} = 29.54 \text{ cm}^2 = 5 \phi 28 = 1 \phi 28 @ 20 \text{ cm}$$

Dovela	d (cm)	M1 (Tn.m)	As 1 (cm <sup>2</sup> )	M2 (Tn.m)	As 2 (cm <sup>2</sup> )	M3 (Tn.m)	As 3 (cm <sup>2</sup> )
1'	88	16.61	29.54	18.99	29.54	26.58	29.54
2'	88	13.54	29.54	15.48	29.54	21.67	29.54

Dovela	d (cm)	M4 (Tn.m)	As 4 (cm <sup>2</sup> )	M5 (Tn.m)	As 5 (cm <sup>2</sup> )
1'	88	16.61	29.54	24.16	29.54
2'	88	13.54	29.54	19.69	29.54

Acero de repartición

$$As \text{ rep} = p * Ag$$

$$As \text{ rep} = (0.002) (B) (D)$$

$$As \text{ rep} = (0.002)(100)(95)$$

$$As \text{ rep} = 19 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 6.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 14 @ 24 \text{ cm}$$

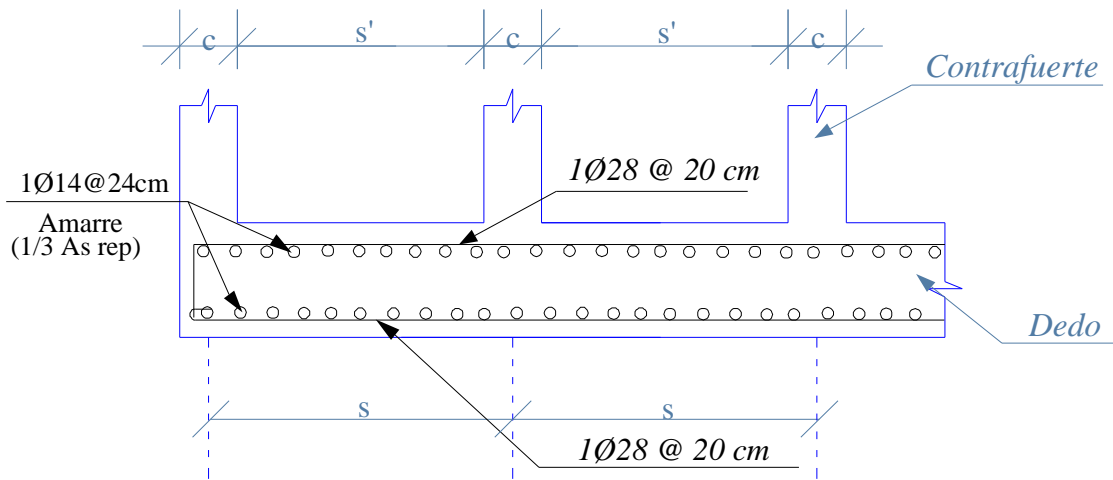


Fig. 4 – 49

Diseño de la armadura de anclaje ( Horquilla) entre el Contrafuerte y el Dedo

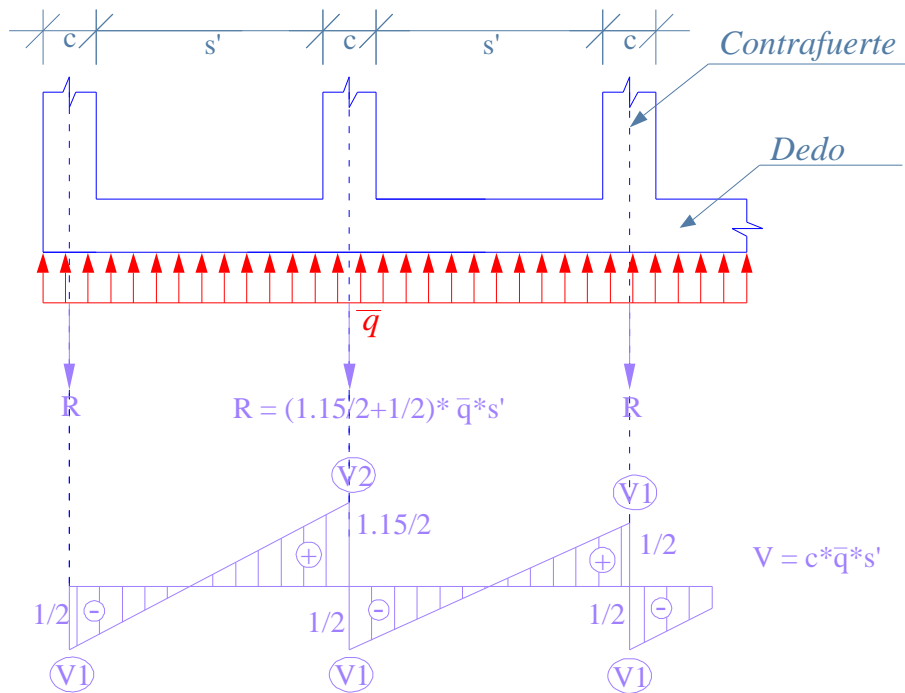


Fig. 4 – 50

$$R = \left( \frac{1.15}{2} + \frac{1}{2} \right) \bar{q} \cdot s'$$

$$R = (1.075)(\bar{q})(2.6)$$

$$R = 2.795 \bar{q}$$

$$A_s = \frac{R}{\phi \cdot f_y}$$

$$A_s = \frac{R \cdot 1000}{0.9 \cdot 4200}$$

$$A_s = 0.2646 \cdot R$$

Espaciamiento máximo

$e \leq$  Lado menor contrafuerte = 40 cm

$e \leq 16\phi$  long =  $16 \cdot 2.5 = 40$  cm

$e \leq 48\phi$  estribo =  $48 \cdot 1.8 = 86.4$  cm

$e_{\max} = 40$  cm

Dovela	$\bar{q}$ (Tn/m <sup>2</sup> )	$R$ (Tn / m )	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	estribo ( 2 ramales) (cm <sup>2</sup> /m)	$\phi$
1'	39.32	109.90	29.08	14.54	1 $\phi$ 18 @ 17 cm
2'	32.05	89.58	23.70	11.85	1 $\phi$ 18 @ 21 cm

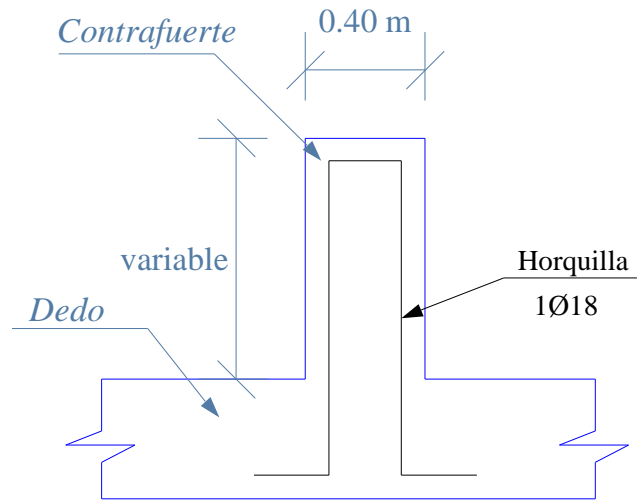


Fig. 4 – 51

**k).- DISEÑO DEL TALÓN**

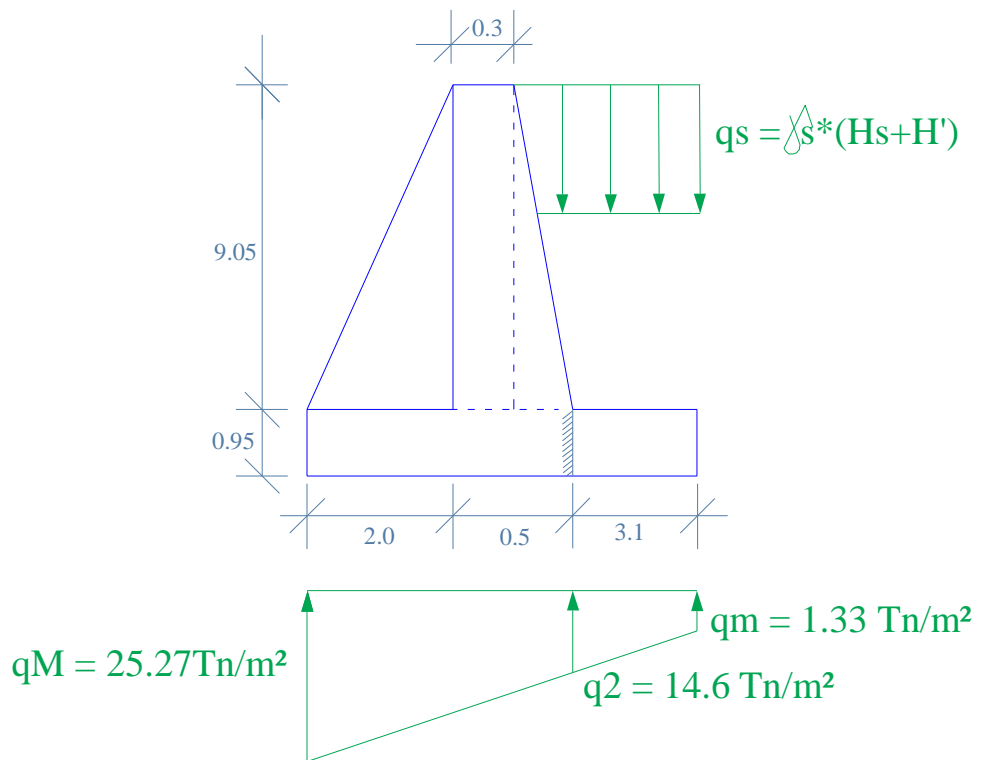


Fig. 4 – 52

$$m = \frac{qM - qm}{B}$$

$$m = \frac{25.27 - 1.33}{5.6}$$

$$m = 4.28$$

$$q(x) = q_m + mx$$

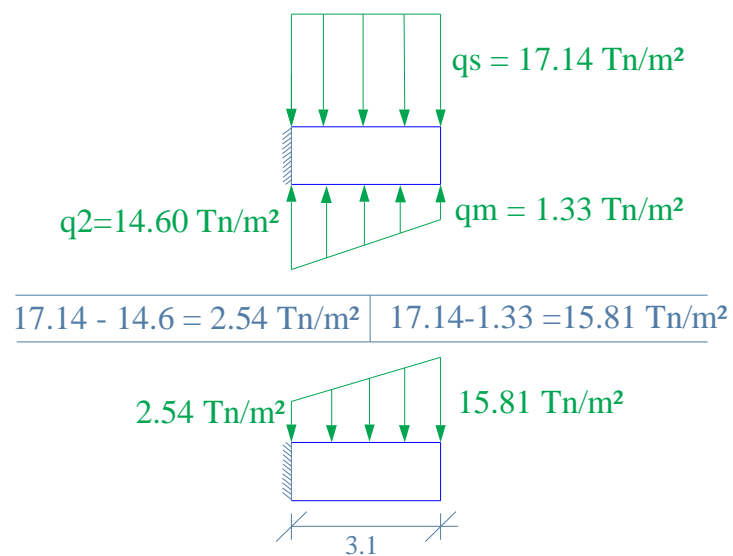
$$q_2 = 1.33 + (4.28)(3.1)$$

$$q_2 = 14.60 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_s = \gamma_s(H_s + H')$$

$$q_s = (1.73)(9.05 + 0.86)$$

$$q_s = 17.14 \text{ Tn/m}^2$$



**DIAGRAMA DE PRESIONES RESULTANTE**

Fig. 4 – 53

$$m = \frac{q_{Max} - q_{min}}{L}$$

$$m = \frac{15.81 - 2.54}{3.1}$$

$$m = 4.28$$

Diseño a Corte

$$V = f \left\{ qMax(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$V = 1.7 \left\{ 15.81(3.1) - \frac{(4.28 * 3.1^2)}{2} \right\}$$

$$V = 48.36 \text{ Tn}$$

$$v_c = \frac{Vu}{\phi B d}$$

$$v_c = \frac{48.36 * 10^3}{0.85 * 100 * 88}$$

$$v_c = 6.47 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{adm} = 0.53 \sqrt{240}$$

$$v_{adm} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c < v_{adm} \text{ OK}$$

Como el valor del esfuerzo calculado es menor que el admisible no se necesitaría armadura por corte

Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qMax(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{15.81(3.1^2)}{2} - \frac{4.28(3.1^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 93.02 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del talón

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{93.02 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 51.73 \text{ cm} < 88 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{93.02 * 10^5}{0.9(100)(88^2)(240)}$$

$$K = 0.05561$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \beta = 0.85$$



$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{240}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.05561)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.003289$$

uso  $p_{\min} = 0.00336$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 88 \text{ cm}$$

$$A_s (\text{cm}^2) = p * B * d$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 0.00336(100)(88)$$

$$A_s (\text{cm}^2) = 29.54$$

$$A_s (\phi) = 1 \phi 28 @ 20 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = p * A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002) (B) (D)$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(100)(95)$$

$$A_s \text{ rep} = 19 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 6.33 \text{ cm}^2 = 1 \phi 14 @ 24 \text{ cm}$$

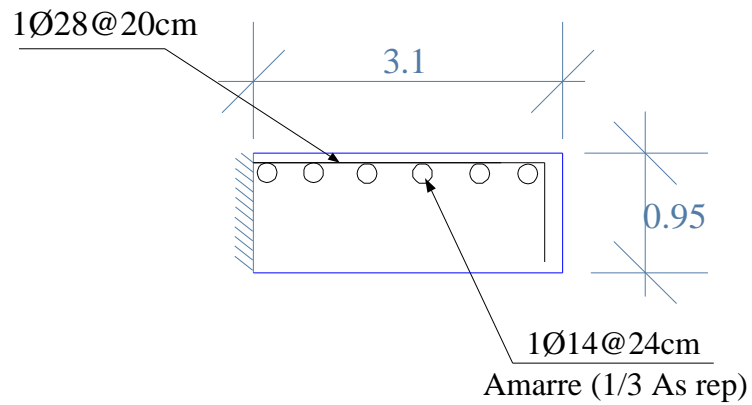


Fig. 4 – 54

### 1).- DISEÑO DEL DIENTE

La altura del diente se recomienda con un valor de  $(1 - 1.5) D$

$$HD = (1 - 1.5) D$$

$$HD = D$$

$$HD = 0.95 \text{ m}$$

asumo  $HD = 0.8 \text{ m}$

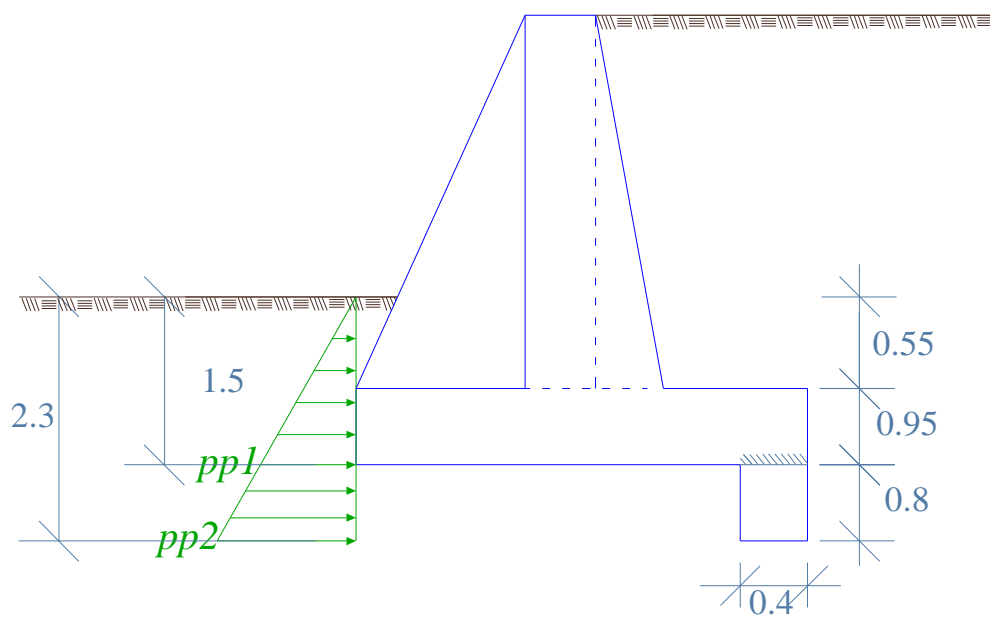


Fig. 4 – 55

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

$$pp1 = (1.73)(3.2546)(1.5)$$

$$pp1 = 8.45 \text{ Tn/m/ml}$$

$$pp2 = (1.73)(3.2546)(2.3)$$

$$pp2 = 12.95 \text{ Tn/m/ml}$$

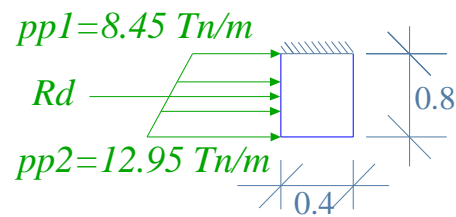


Fig. 4 – 56

Calculo de  $Rd$  para un ancho  $s$  de muro

$$Rd = \frac{(pp1 + pp2)}{2} HD * s$$

$$Rd = \frac{(8.45 + 12.95)}{2} (0.8) * 3$$

$$Rd = 25.68 \text{ Tn}$$

$$FSD = \frac{\mu * N + Rd}{PAc}$$

$$FSD = \frac{0.60(223.47) + 25.68}{93.57}$$

$$FSD = 1.72 > 1.5 \text{ OK}$$

$$m = \frac{q_{Max} - q_{min}}{L}$$

$$m = \frac{12.95 - 8.45}{0.8}$$

$$m = 5.63$$

### Diseño a Corte

$$Vu = f \left\{ qMax(x) - \frac{(m * x^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 1.7 \left\{ 12.95(0.8) - \frac{(5.63 * 0.8^2)}{2} \right\}$$

$$Vu = 14.55 \text{ Tn}$$

$$vc = \frac{Vu}{\phi Bd}$$

$$vc = \frac{14.55 * 10^3}{0.85 * 100 * 33}$$

$$vc = 5.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$vadm = 0.53 \sqrt{240}$$

$$vadm = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$vc < vadm \text{ OK}$$

### Diseño a flexión

$$Mu = f \left\{ \frac{qMax(x^2)}{2} - \frac{m(x^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{12.95(0.8^2)}{2} - \frac{5.63(0.8^3)}{6} \right\}$$

$$Mu = 6.23 \text{ Tn.m}$$

Verificación de espesor del diente

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = \phi * b * d^2 * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * b * f'c * \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{6.23 * 10^5}{0.9 * 100 * 240 * 0.18 (1 - 0.59 * 0.18)}}$$

$$d = 13.39 \text{ cm} < 33 \text{ cm OK}$$

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$K = \frac{6.23 * 10^5}{0.9(100)(33^2)(240)}$$

$$K = 0.02649$$

$$p_{\min} = 14.1 / fy$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\text{si } f'c \leq 280 \quad \beta = 0.85$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6300}{6300 + fy} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$p = \frac{f'c}{fy} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

$$p = \frac{240}{4200} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36(0.02649)}}{1.18} \right)$$

$$p = 0.001538$$

$$\text{uso } p \text{ min} = 0.00336$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 33 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = p * B * d$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = 0.00336(100)(33)$$

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = 11.09$$

$$A_s (\phi) = 1 \phi 16 @ 18 \text{ cm}$$

Acero de repartición

$$A_s \text{ rep} = p * A_g$$

$$A_s \text{ rep} = (0.002)(100)(40)$$

$$A_s \text{ rep} = 8 \text{ cm}^2$$

$$1/3 A_s \text{ rep} = 2.7 \text{ cm}^2 = 4 \phi 10 = 1 \phi 10 @ 25 \text{ cm}$$

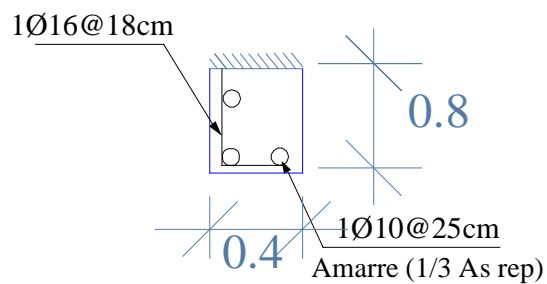


Fig. 4 – 57

**m).- DISEÑO DEL CONTRAFUERTE**

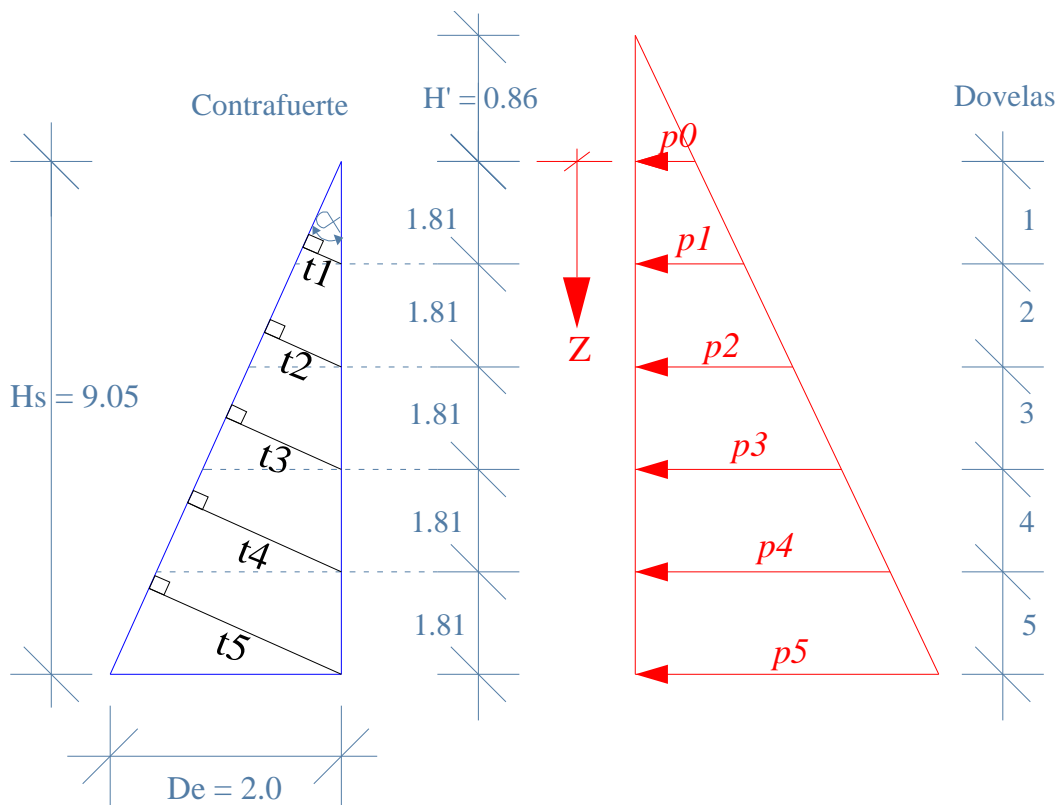


Fig. 4 – 58

Calculo de presiones y momentos que actúan en el contrafuerte por Dovelas

$$pz = \gamma_s * K_a * (z + H')$$

$$p_0 = (1.73)(0.3073)(0 + 0.86)$$

$$p_0 = 0.46 \text{ Tn/m}^2$$

$$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p_0 + pz) \right\} s \quad s = 3.0 \text{ m}$$

$$Mu = 1.7 \left\{ \frac{z^2}{6} (2 * 0.46 + pz) \right\} 3.0$$

Calculo de ( t ) por dovelas

$$\operatorname{tg} \alpha = D_e / H_s$$

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} ( D_e / H_s )$$

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} ( 2 / 9.05 )$$

$$\alpha = 12.46^\circ$$

$$\operatorname{sen} \alpha = t(z) / z$$

$$t(z) = \operatorname{sen} \alpha * z$$

$$t(z) = \operatorname{sen} ( 12.46 ) * ( z )$$

Dovela	z (m)	pz (Tn/m <sup>2</sup> )	$Mu = f \left\{ \frac{z^2}{6} (2p_0 + pz) \right\} s$ (Tn.m)	t(z) (m)
1	1.81	1.42	6.52	0.39
2	3.62	2.38	36.76	0.78
3	5.43	3.34	106.76	1.17
4	7.24	4.31	233.02	1.56
5	9.05	5.27	430.93	1.95

Diseño a Flexión

$$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2.36} = 0.424$$

$$p_{\min} = 14.1 / f_y$$

$$p_{\min} = 14.1 / 4200 = 0.00336$$

$$\beta = 0.85 \text{ si } f'c \leq 280$$



$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 \beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.5 \left( 0.85 * 0.85 \frac{240}{4200} \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) \right)$$

$$p_{\max} = 0.01239$$

$$K = \frac{Mu}{\phi B d^2 f'c}$$

$$p = \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36K}}{1.18} \right)$$

B = 40 cm Ancho del contrafuerte

r = 7 cm

As (cm<sup>2</sup>) = p\*B\*d

Dovela	t (cm)	d = t - r (cm)	Mu ( Tn.m )	As (cm <sup>2</sup> )	As φ
1	39	32	6.52	5.65	2φ 20
2	78	71	36.76	14.46	2φ 20+2φ 25
3	117	110	106.76	27.44	2φ 20+2φ 25+2φ 28
4	156	149	233.02	44.86	2φ 20+2φ 25+2φ 28+3φ 28
5	195	188	430.93	66.76	2φ 20+2φ 25+2φ 28+3φ 28+4φ 28

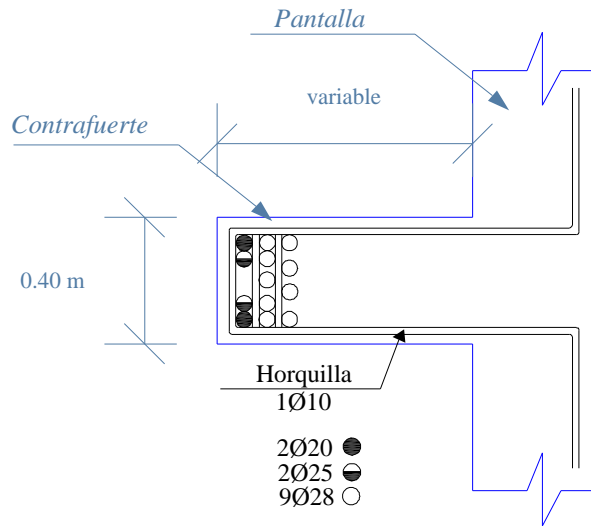


Fig. 4 – 59

**ARMADO GENERAL DEL MURO**

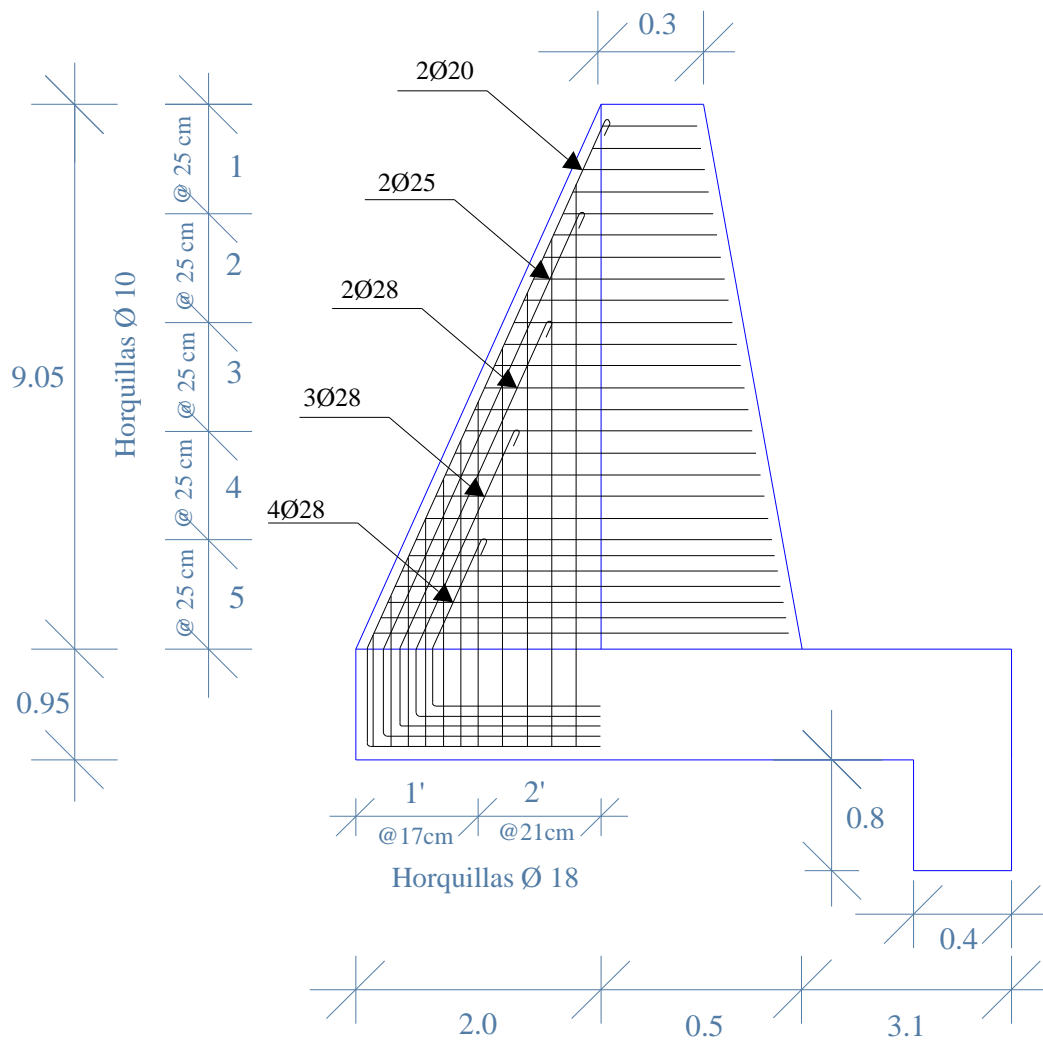


Fig. 4 – 60

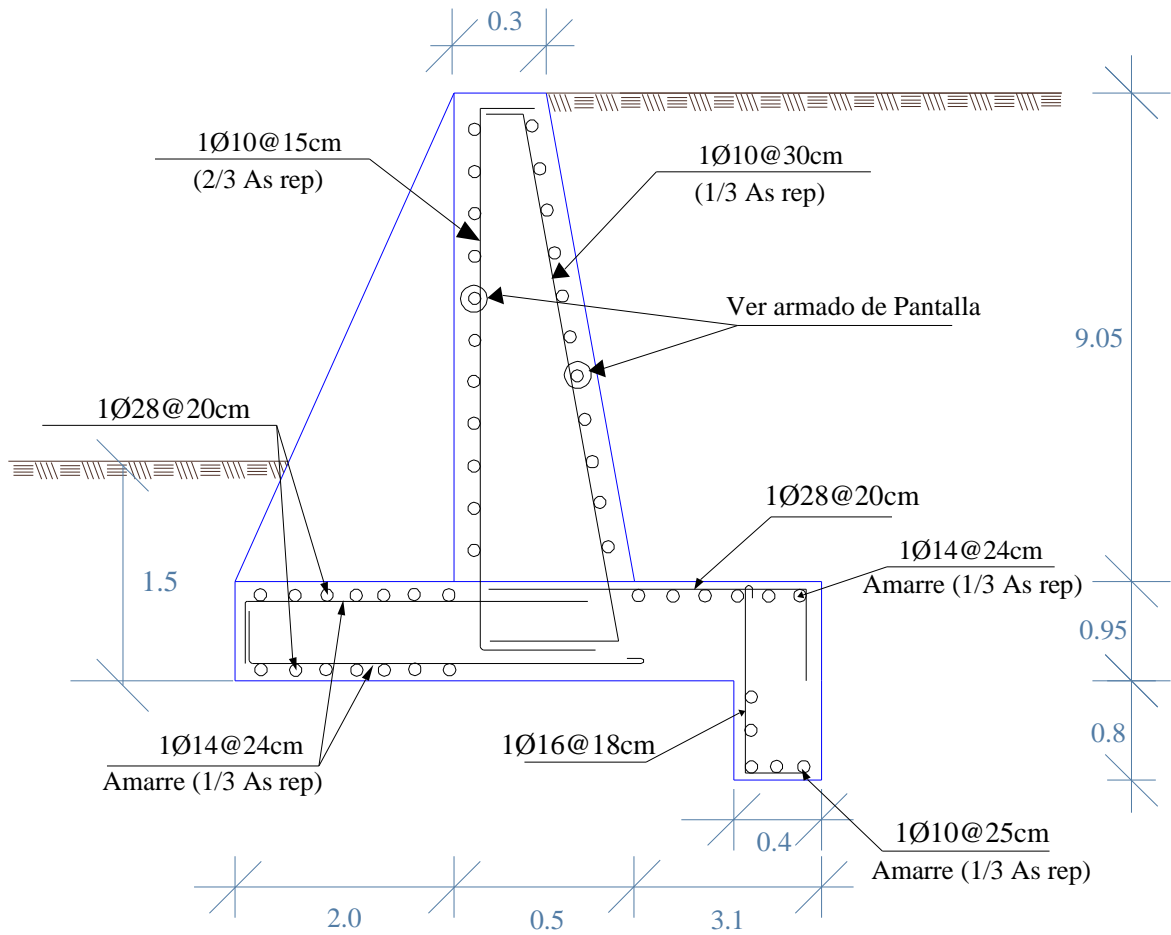


Fig. 4 – 61

Armado de Pantalla

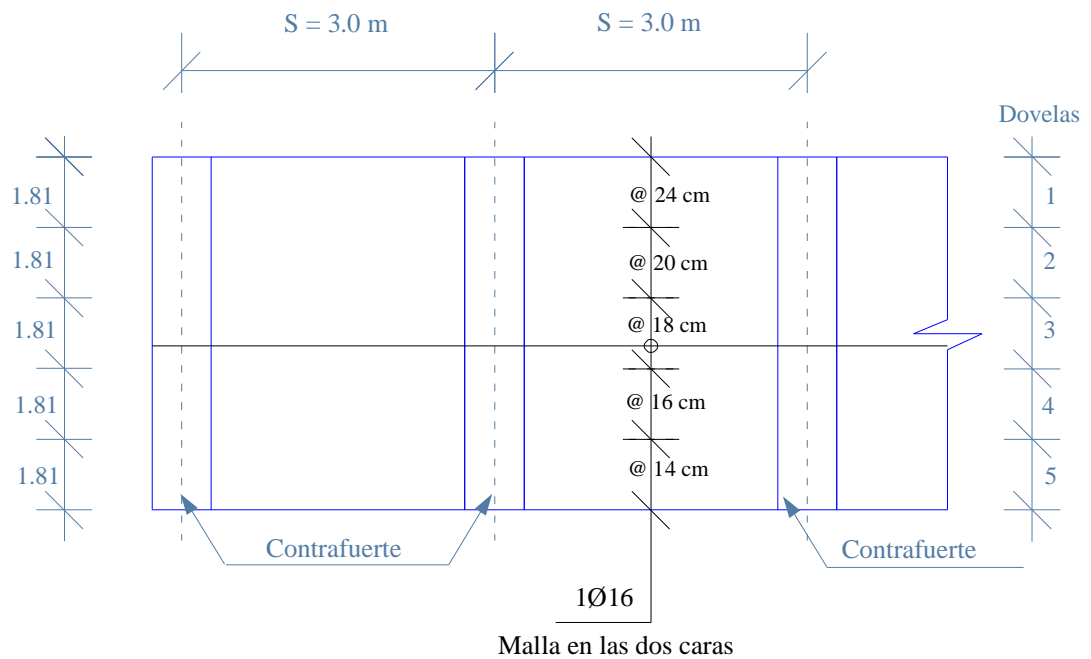


Fig. 4 – 62

## CAPITULO V

### **5.- SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE MUROS A GRAVEDAD, MUROS EN CANTILIVER Y MUROS CON CONTRAFUERTE**

#### **5.1.- SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN**

##### **5.1.1.- VISUAL BASIC**

Visual Basic es la versión del lenguaje de programación BASIC, orientado al sistema operativo Windows con todas sus características (manejo de ventanas y de controles, iconos, gráficos, funciones API, etc.). El lenguaje de programación BASIC es uno de los más sencillos de aprender y por tanto, Visual Basic, es la mejor herramienta para aquellos que quieran iniciarse en la programación, ya que con unas pocas líneas de código pueden observarse ya los resultados.

Visual Basic es una forma de programación basada en objetos u orientada al evento. ¿Por qué esto? Al ser Windows un entorno multitarea, varias aplicaciones pueden ejecutarse a la vez (esta es una de las diferencias entre este sistema operativo y otros como MS-DOS); entonces las aplicaciones permanecen a la espera de acciones de parte del usuario, de parte de sí mismas o del sistema operativo para ejecutar una parte de su código y volver al estado de espera. Estas acciones se denominan eventos y el código que se ejecuta son funciones y métodos, todos estos se encuentran dentro de unas entidades llamadas Objetos.

Con Visual Basic se pueden crear aplicaciones (\*.exe), librerías dinámicas (\*.dll), controles ActiveX (\*.ocx) entre otras cosas. Contiene algunos complementos para utilizar dentro del entorno de trabajo para gestionar bases de datos, crear archivos de recursos (\*.res), utilizar la API de Windows, crear clases, etc. Posee muy buenas herramientas de depuración para encontrar errores (bugs) y corregirlos, para ejecutar el programa de forma controlada y verificar los valores de variables, detener el flujo en un momento dado y más.

Los Objetos Activos son una nueva tecnología de acceso a datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.

Luego de creada toda la estructura de la aplicación se compila ésta para crear el ejecutable, librería o control ActiveX que se haya creado, lo cual podrá funcionar en otros ordenadores, aunque en ellos no se encuentre instalado Visual Basic. Para ello se necesitará que se encuentre en el directorio System del directorio Windows (o donde se encuentre éste) la librería *msvbvm60.dll* para las aplicaciones sencillas; si se utilizan otros componentes y referencias se necesitarán además otros archivos en el ordenador.

El Visual Basic es un diseñador de entorno de datos: Es posible generar, de manera automática, conectividad entre controles y datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.

Visual Basic es una perfecta alternativa para los programadores de cualquier nivel que deseen desarrollar aplicaciones compatibles con Windows, es un lenguaje de programación que se ha diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en un entorno gráfico (GUI - GRAPHICAL USER INTERFACE) Como Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows XP o superior.

Además con el uso del Visual Basic para Aplicaciones (VBA) se pueden automatizar tareas en programas como el AutoCad o el Word, pudiéndose exportar a estos programas datos y resultados, con los cuales podemos realizar actividades que solamente con el uso del Visual Basic no nos sería posible.

La creación de un programa bajo Visual Basic lleva los siguientes pasos:

#### **a).- Análisis**

Es el estudio de las necesidades que han dado origen a la creación de ese programa. Es lo que se llama Análisis de la aplicación. Es la primera fase que debe tener siempre un programa y es también la más olvidada entre los programadores noveles. Una aplicación no se inicia con el teclado, sino sobre un papel.

#### **b).- Creación de un Interface de usuario.**

Este interface será la principal vía de comunicación hombre máquina, tanto para la salida de datos como para la entrada. Será necesario partir de una o varias ventanas (Formularios) a las que les iremos añadiendo los controles necesarios.

#### **c).- Definición de las propiedades de los controles**

Se dará la forma, posición, y todas las características necesarias a los controles que hayamos colocado en ese formulario. Estas propiedades determinarán la forma estática de los controles, es decir, como son los controles y para qué sirven.

#### **d).- Generación del código asociado a los eventos que ocurran a estos controles.**

A la respuesta a estos eventos (click, doble click, una tecla pulsada, etc.) le llamamos Procedimiento, y deberá generarse de acuerdo a las necesidades del programa.

#### **e).- Generación del código del programa.**

Un programa puede hacerse solamente con la programación de los distintos procedimientos que acompañan a cada objeto. Sin embargo, Visual Basic ofrece la posibilidad de establecer un código de programa separado de estos eventos. Este código puede introducirse en unos bloques llamados Módulos, en otros bloques llamados Funciones, y otros llamados Procedimientos. Estos Procedimientos no responden a un evento acaecido a un control o formulario, sino que responden a un evento producido durante la ejecución del programa.

## 5.2.- MANUAL DE USUARIO

### A.- INSTALACIÓN DEL PROGRAMA

#### A.1.- Instalar Software “Diseño de Muros de Contención”

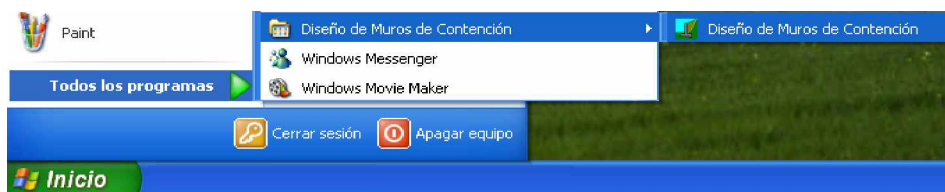
- a).- Inserte el disco en la unidad de CD – ROM
- b).- Abra el contenido del disco
- c).- Seleccione y ejecute el archivo (Setup.exe)
- d).- Siga las instrucciones de instalación que aparecen en pantalla

#### A.2. - Requisitos mínimos de hardware y del sistema


- a).- Microsoft Windows XP Service Pack 1 o superior
- b).- Procesador Pentium IV o equivalente
- c).- Tener instalado Autocad 2006 o superior
- d).- Tener instalado Word 2003 o superior
- e).- 512 MB en RAM , 1 GB recomendado

### B.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA

Una vez instalado el software podemos acceder al programa por el menú inicio como se indica en la figura 5-1



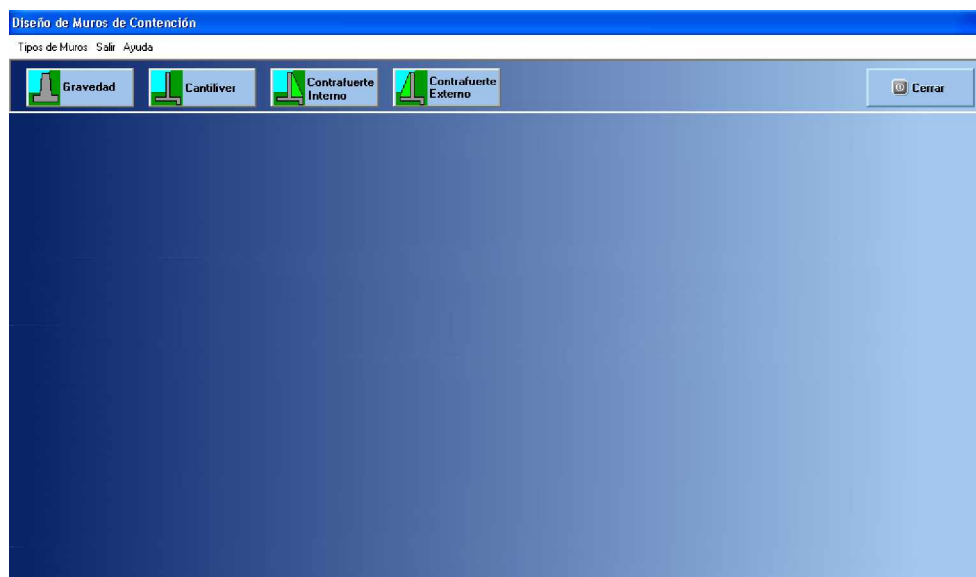
(fig. 5-1)

Cuando presionamos sobre (  Diseño de Muros de Contención) ingresamos a la pantalla de bienvenida del programa



(fig. 5-2)

Luego al presionar (Aceptar) ingresamos al Interfaz principal del diseño de Muros de Contención, donde encontramos los diferentes botones y menús que servirán para el posterior diseño de los elementos estructurales de acuerdo a nuestras necesidades tal como se muestra en al figura 5-3



(fig. 5-3) Interfaz principal del diseño de Muros de Contención



## B.1.- Botones

En la figura 5-3 en el Interfaz principal del diseño de Muros de Contención podemos notar la presencia de cuatro botones principales los cuales nos permiten acceder al ingreso de datos, de acuerdo al tipo de muro que necesitamos calcular, así como también podemos notar un botón que se utiliza para salir de la aplicación.

A continuación señalaremos la función de estos botones al hacer clic sobre ellos



Acceder al ingreso de datos para el diseño de muros a Gravedad



Acceder al ingreso de datos para el diseño de muros en Cantiliver



Acceder al ingreso de datos para el diseño de muros con Contrafuerte Interno



Acceder al ingreso de datos para el diseño de muros con Contrafuerte Externo



Salir de la aplicación

## B.2.- Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

### B.2.1.- Menú “Tipos de Muros”

Usando este menú podemos acceder al ingreso de datos de los diferentes tipos de muros de acuerdo a los submenús como se indica en la figura a continuación.



(fig. 5-4)

### B.2.2.- Menú "Salir"

Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú "Si" o continuar en la aplicación a través del submenú "No", cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-5)

### B.2.3.- Menú "Ayuda"

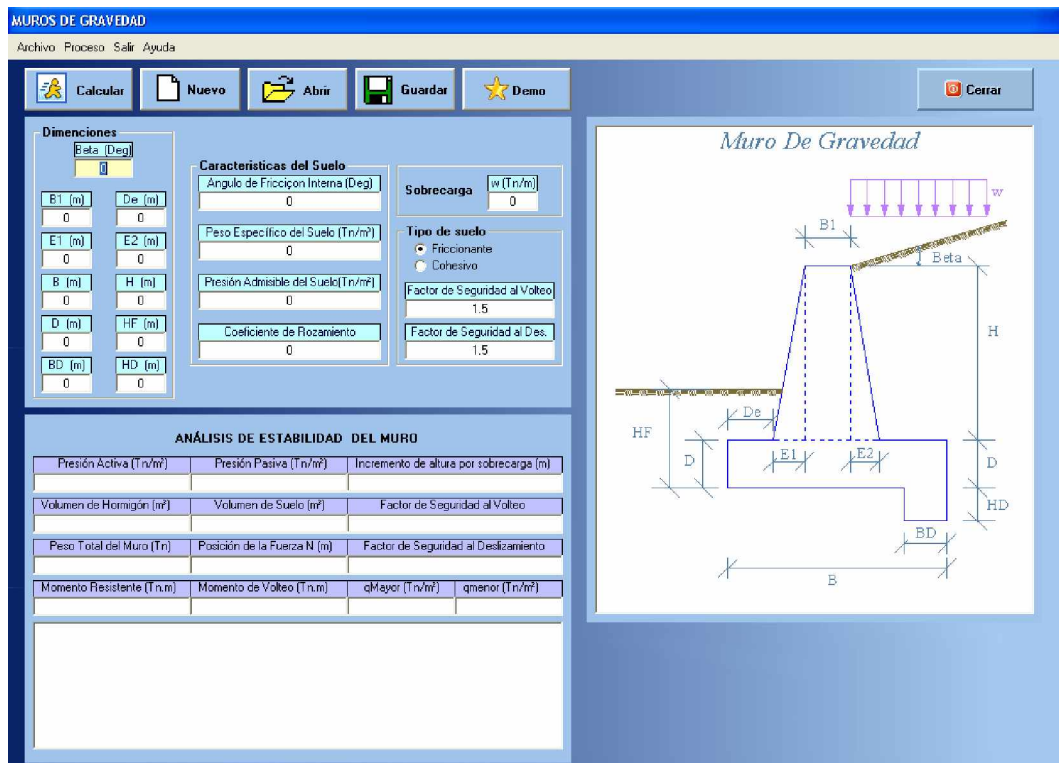
Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú "Contenido", o acceder a la información básica del programa a través del submenú "Acerca De ..."



(fig. 5-6)

## C.- DISEÑO DE MUROS A GRAVEDAD

Una vez que se accede al diseño de los muros a Gravedad se presenta el siguiente Interfaz:



(fig. 5-7) Interfaz principal del diseño de Muros de Gravedad

### C.1.- Botones

En la parte superior del Interfaz principal del diseño de Muros de Gravedad encontramos varios botones, cuya función señalamos a continuación:



Crea un nuevo ingreso de datos con las variables encerradas



Abre una ventana en la que podemos seleccionar de acuerdo a su ubicación un archivo de ingreso de datos existente; estos archivos son de extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc), el programa no abre archivos

que no sean del respectivo tipo de muro debido a la variación en los ingresos de datos



Abre una ventana donde podemos seleccionar la ubicación para guardar el ingreso de datos a un archivo, el programa crea archivos que tienen la extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc)



Este botón sirve para calcular el muro



Este botón ingresa los valores de un ejemplo de demostración



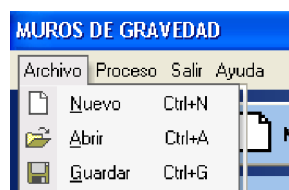
Salir de la aplicación

## C.2.- Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

### C.2.1.- Menú “Archivo”

Usando este menú dependiendo de los submenús podemos crear un nuevo ingreso de datos, abrir los datos desde un archivo, o guardar los datos a un archivo de igual forma como se realizaría usando los botones respectivos, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-8)

### C.2.2.- Menú “Proceso”

Usando este menú podemos calcular el muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-9)

### C.2.3.- Menú “Salir”

Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-10)

### C.2.4.- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-11)

### C.3.- Cuadros de Ingreso de Datos

Debajo de los botones antes mencionados tenemos el cuadro para el ingreso de datos tal como indica la figura:

The screenshot shows a software interface with three main sections for data input:

- Dimensiones:** A section with a 'Beta (Deg)' input field set to 0. Below it are two columns of input fields for dimensions: B1 (m), De (m), E1 (m), E2 (m), B (m), H (m), D (m), HF (m), BD (m), and HD (m). All these fields are currently set to 0.
- Características del Suelo:** A section with four input fields: 'Angulo de Fricción Interna (Deg)' (0), 'Peso Específico del Suelo (Tn/m³)' (0), 'Presión Admisible del Suelo (Tn/m²)' (0), and 'Coeficiente de Rozamiento' (0).
- Sobrecarga:** A section with an input field for 'w (Tn/m)' set to 0.
- Tipo de suelo:** A section with two radio buttons: 'Friccionante' (selected) and 'Cohesivo'. Below this are two input fields for safety factors: 'Factor de Seguridad al Volteo' (1.5) and 'Factor de Seguridad al Des.' (1.5).

(fig. 5-12)

Este ingreso de datos esta dividido a su vez en cuatro partes:

#### C.3.1.- Dimensiones

En este cuadro es donde colocamos las dimensiones del muro de acuerdo al grafico principal

This is a close-up view of the 'Dimensiones' section from the previous figure. It shows the 'Beta (Deg)' input field at the top, set to 0. Below it are two columns of input fields for dimensions: B1 (m), De (m), E1 (m), E2 (m), B (m), H (m), D (m), HF (m), BD (m), and HD (m). All these fields are currently set to 0.

(fig. 5-13)

#### C.3.2.- Características del Suelo

En este cuadro es donde colocamos las características del suelo

Características del Suelo	
Angulo de Fricción Interna (Deg)	0
Peso Especifico del Suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	0
Presión Admisible del Suelo(Tn/m <sup>2</sup> )	0
Coficiente de Rozamiento	0

(fig. 5-14)

### C.3.3.- Sobrecarga

En este cuadro es donde colocamos la sobrecarga existente sobre el muro

Sobrecarga
w (Tn/m)
0

(fig. 5-15)

### C.3.4.- Tipo de Suelo

En este cuadro es donde seleccionamos los factores de seguridad del muro de acuerdo al tipo de suelo

Tipo de suelo	
<input checked="" type="radio"/> Friccionante	
<input type="radio"/> Cohesivo	
Factor de Seguridad al Volteo	1.5
Factor de Seguridad al Des.	1.5

(fig. 5-16)

Cada vez que colocamos un valor la casilla toma un color amarillo claro, con lo que sabemos en que lugar del ingreso de datos nos encontramos

#### C.4.- Cuadro de Resultados

Debajo del cuadro para el ingreso de datos, se encuentra el cuadro de resultados con el análisis de la estabilidad del muro

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )

(fig. 5-17)

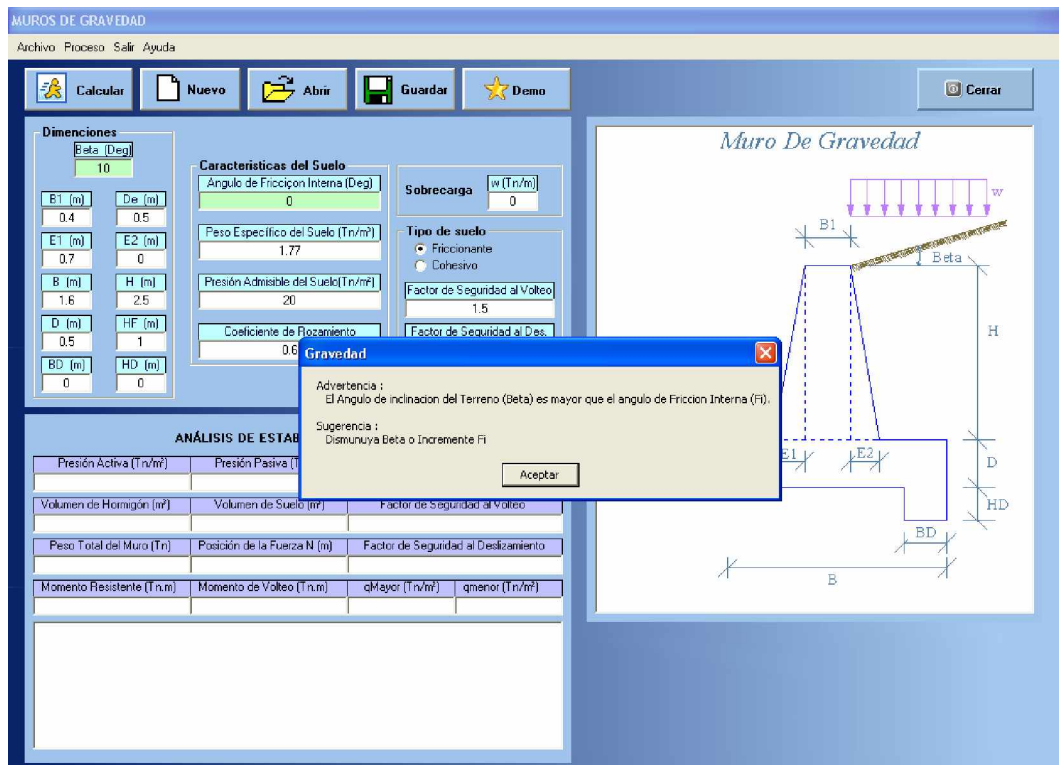
En la parte inferior de este cuadro se encuentra un reporte con el resumen de los resultados de la estabilidad del muro.

#### C.5.-Calculo Del Muro

Cuando se calcula el muro y no se han ingresado correctamente los datos el programa muestra mensajes de advertencia con ciertas sugerencias, poniendo en verde las casillas con el problema tal como se indica en la figura 5-18

Luego de haber ingresado todos los datos necesarios para el diseño del muro procedemos a calcular el muro como ya se indico.





(fig. 5-18)

El programa presenta un mensaje en la pantalla indicando si el muro ES ESTABLE, o FALLA como se indica en la figura



(fig. 5-19)

Cuando el muro falla, en el cuadro de resultados del Análisis de la Estabilidad del Muro se indica con color rojo en que esta fallando el muro; y se sugieren alternativas en el reporte, para corregir los problemas presentados.

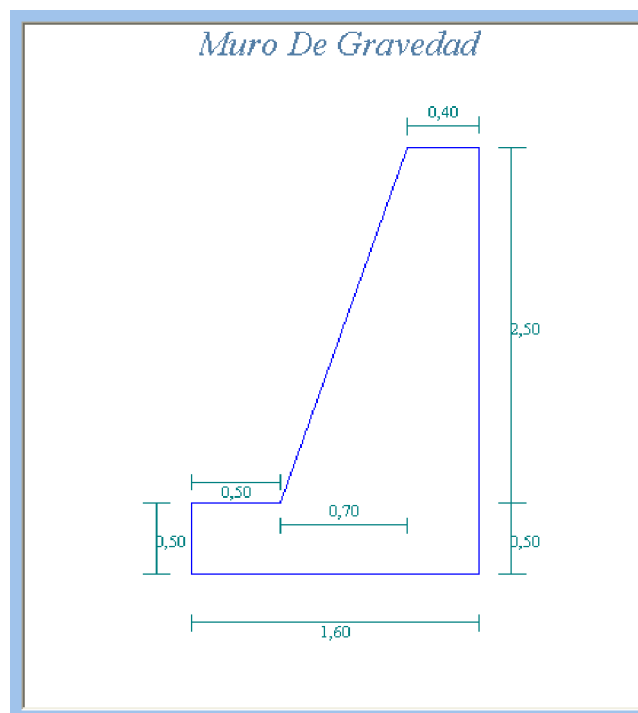
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
4,48	2,67	1,13	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
2,68	0,00	1,25	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
6,66	0,23	0,91	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )
7,59	6,08	13,10	-4,77

El muro falla al Volcamiento  
FSV = 1,25 < 1,5

Sugerencias:  
1.- Aumentar las dimensiones del muro  
2.- Cambiar la geometría del muro  
- Colocando un Talon

(fig. 5-20)

También podemos observar que cuando calculamos el muro, en el cuadro donde se encuentra el grafico para el ingreso de datos, automáticamente se grafica un dibujo del muro con las dimensiones que hemos ingresado.



(fig. 5-21)

Además de lo antes indicado, cuando se calcula el muro aparecen dos botones más encima del grafico cuyas funciones mostramos a continuación.



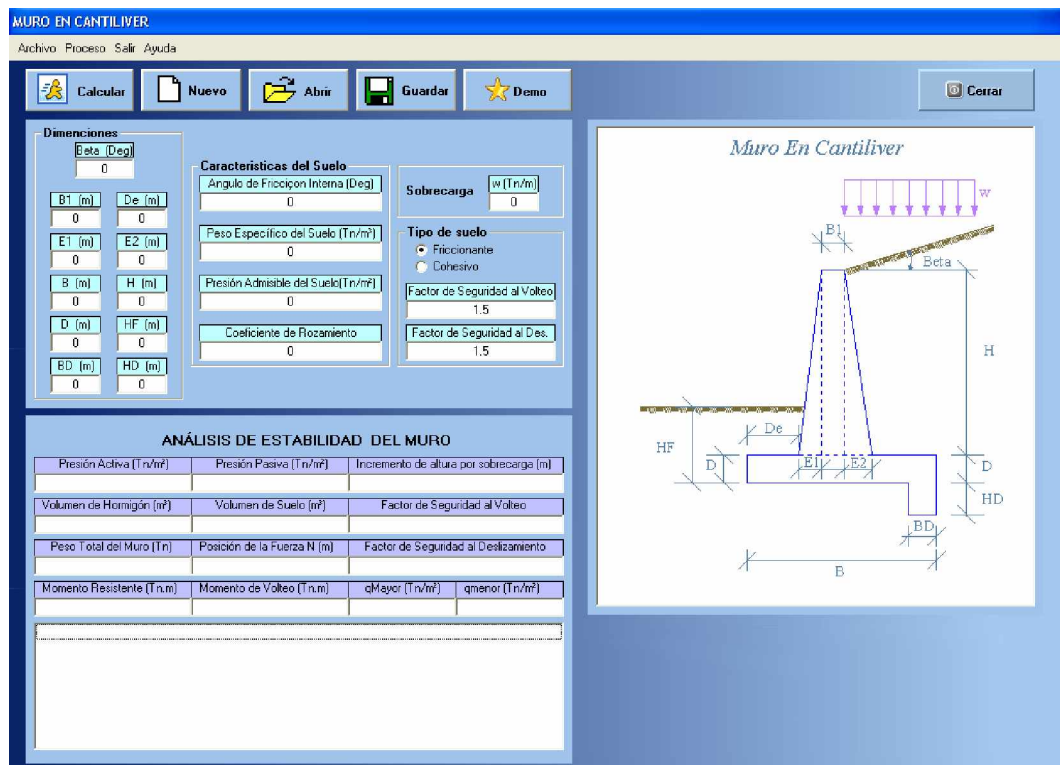
Exporta el reporte del muro a Word, cuando hacemos clic en este botón aparece una ventana solicitando el nombre del proyecto con el que aparecerá en el reporte



Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

## D.- DISEÑO DE MUROS EN CANTILIVER


Una vez que se accede al diseño de los muros en Cantiliver se presenta el siguiente Interfaz:




(fig. 5-22) Interfaz principal del diseño de Muros en Cantiliver

### D.1.- Botones

En la parte superior del Interfaz principal del diseño de Muros en Cantiliver encontramos varios botones, cuya función señalamos a continuación:

 **Nuevo** Crea un nuevo ingreso de datos con las variables encerradas

 **Abrir** Abre una ventana en la que podemos seleccionar de acuerdo a su ubicación un archivo de ingreso de datos existente; estos archivos son de extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc) , el programa no abre archivos

que no sean del respectivo tipo de muro debido a la variación en los ingresos de datos



Abre una ventana donde podemos seleccionar la ubicación para guardar el ingreso de datos a un archivo, el programa crea archivos que tienen la extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc)



Este botón sirve para calcular el muro



Este botón ingresa los valores de un ejemplo de demostración



Salir de la aplicación

## D.2.-Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

### D.2.1.- Menú “Archivo”

Usando este menú dependiendo de los submenús podemos crear un nuevo ingreso de datos, abrir los datos desde un archivo, o guardar los datos a un archivo de igual forma como se realizaría usando los botones respectivos, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-23)

### D.2.2.- Menú “Proceso”

Usando este menú podemos calcular el muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-24)

### D.2.3.- Menú “Salir”

Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-25)

### D.2.4.- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-26)

### D.3.- Cuadros de Ingreso de Datos

Debajo de los botones antes mencionados tenemos el cuadro para el ingreso de datos tal como indica la figura:

The screenshot shows a software interface with three main sections for data input:

- Dimensiones:** A section with a 'Beta (Deg)' input field set to 0. Below it are two columns of input fields: B1 (m), De (m), E1 (m), E2 (m), B (m), H (m), D (m), HF (m), BD (m), and HD (m). All these fields are currently set to 0.
- Características del Suelo:** A section with four input fields: 'Angulo de Fricción Interna (Deg)' (0), 'Peso Especifico del Suelo (Tn/m³)' (0), 'Presión Admisible del Suelo (Tn/m²)' (0), and 'Coeficiente de Rozamiento' (0).
- Sobrecarga:** A section with a 'w (Tn/m)' input field set to 0.
- Tipo de suelo:** A section with two radio buttons: 'Friccionante' (selected) and 'Cohesivo'. Below this are two input fields for safety factors: 'Factor de Seguridad al Volteo' (1.5) and 'Factor de Seguridad al Des.' (1.5).

(fig. 5-27)

Este ingreso de datos esta dividido a su vez en cuatro partes:

#### D.3.1.- Dimensiones

En este cuadro es donde colocamos las dimensiones del muro de acuerdo al grafico principal

This is a close-up view of the 'Dimensiones' section from the previous figure. It shows the 'Beta (Deg)' input field set to 0, and two columns of input fields for dimensions: B1 (m), De (m), E1 (m), E2 (m), B (m), H (m), D (m), HF (m), BD (m), and HD (m). All fields are currently set to 0.

(fig. 5-28)

#### D.3.2.- Características del Suelo

En este cuadro es donde colocamos las características del suelo

Características del Suelo	
Angulo de Fricción Interna (Deg)	0
Peso Especifico del Suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	0
Presión Admisible del Suelo(Tn/m <sup>2</sup> )	0
Coficiente de Rozamiento	0

(fig. 5-29)

### D.3.3.- Sobrecarga

En este cuadro es donde colocamos la sobrecarga existente sobre el muro

Sobrecarga
$w$ (Tn/m)
0

(fig. 5-30)

### D.3.4.- Tipo de Suelo

En este cuadro es donde seleccionamos los factores de seguridad del muro de acuerdo al tipo de suelo

Tipo de suelo	
<input checked="" type="radio"/> Friccionante	
<input type="radio"/> Cohesivo	
Factor de Seguridad al Volteo	1.5
Factor de Seguridad al Des.	1.5

(fig. 5-31)

Cada vez que colocamos un valor la casilla toma un color amarillo claro, con lo que sabemos en que lugar del ingreso de datos nos encontramos



#### D.4.- Cuadro de Resultados

Debajo del cuadro para el ingreso de datos, se encuentra el cuadro de resultados con el análisis de la estabilidad del muro

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )

(fig. 5-32)

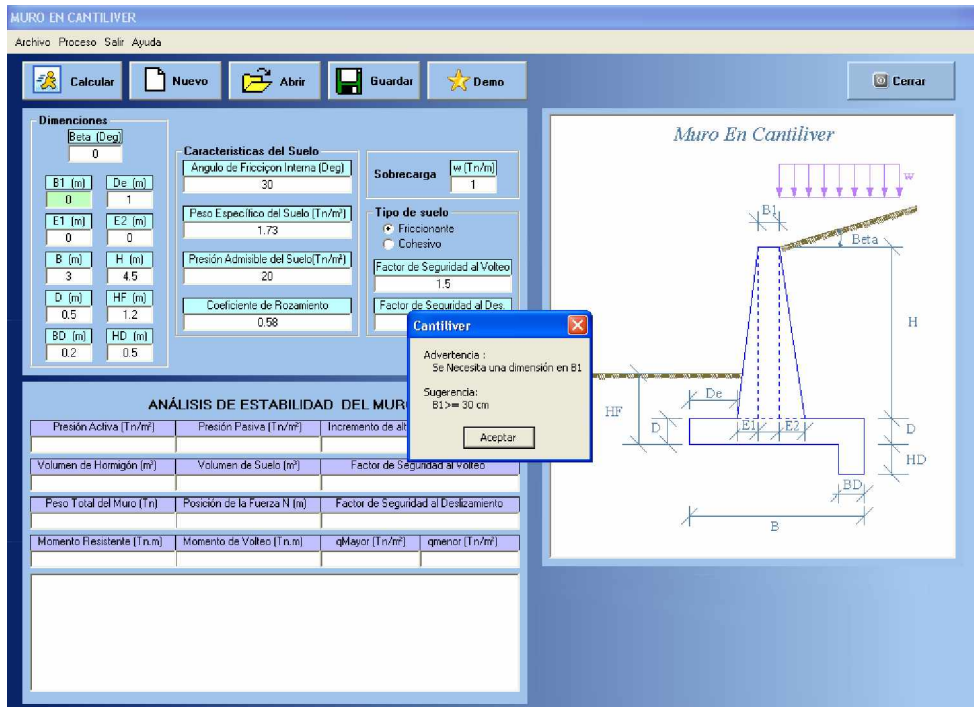
En la parte inferior de este cuadro se encuentra un reporte con el resumen de los resultados de la estabilidad del muro.

#### D.5.- Cálculo del Muro

##### D.5.1.- Cálculo de la Estabilidad del Muro

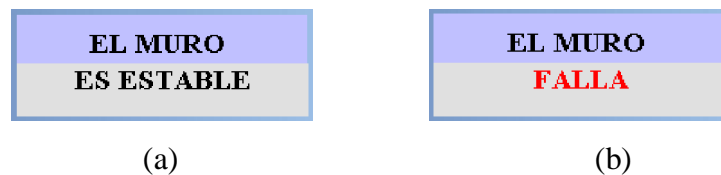
Cuando se calcula el muro y no se han ingresado correctamente los datos el programa muestra mensajes de advertencia con ciertas sugerencias, poniendo en verde las casillas con el problema tal como se indica en la figura 5-33

Luego de haber ingresado todos los datos necesarios para el diseño del muro procedemos a calcular el muro como ya se indicó.



(fig. 5-33)

El programa presenta un mensaje en la pantalla indicando si el muro ES ESTABLE, o FALLA como se indica en la figura



(fig. 5-34)

Cuando el muro falla, en el cuadro de resultados del Análisis de la Estabilidad del Muro se indica con color rojo en que esta fallando el muro; y se sugieren alternativas en el reporte para corregir los problemas presentados.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
9,88	3,74	0,92	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
3,40	7,20	1,95	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
20,38	0,91	1,58	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )
37,99	19,50	14,84	-1,26

**PRESIONES EN EL TERRENO**

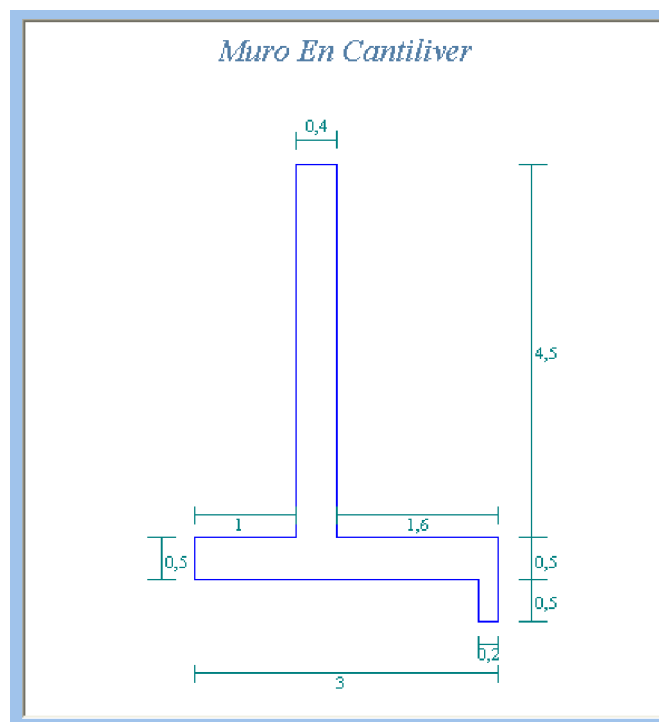
qMayor = 14,84 Tn/m<sup>2</sup> < qadm = 20,00 Tn/m<sup>2</sup> ; OK

qmenor = -1,26 Tn/m<sup>2</sup> < 0 ; Falla se produce tracción en el suelo

El suelo de cimentación no resiste las solicitaciones del muro

(fig. 5-35)

También podemos observar que cuando calculamos el muro, en el cuadro donde se encuentra el grafico para el ingreso de datos, automáticamente se grafica un dibujo del muro con las dimensiones que hemos ingresado.



(fig. 5-36)

Además de lo antes indicado, cuando se calcula el muro y este FALLA aparecen dos botones más encima del grafico cuyas funciones mostramos a continuación.



Exportar Reporte

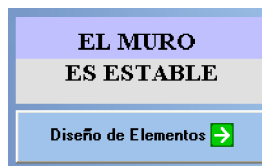
Exporta el reporte del muro a Word, cuando hacemos clic en este botón aparece una ventana solicitando el nombre del proyecto con el que aparecerá en el reporte



Exportar Gráfico

Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

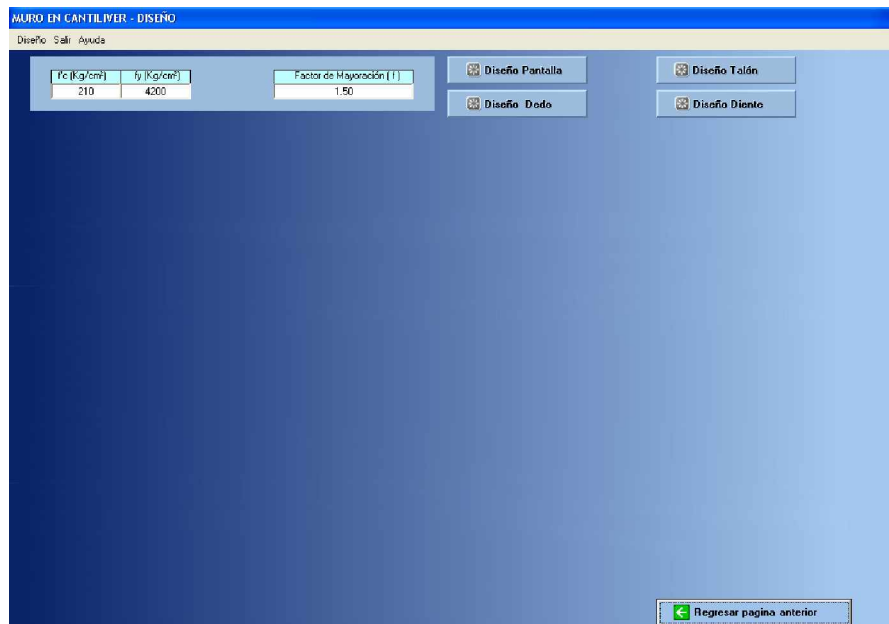
Si al calcular el muro este ES ESTABLE, aparece un botón que nos indica el Diseño de los elementos.



(fig. 5-37)

### D.5.1.- Diseño de los Elementos del Muro

Al hacer clic sobre el botón (Diseño de Elementos), aparece una Interfaz para el diseño de los elementos del muro como el que se muestra en la siguiente figura



(fig. 5-38) Interfaz de Diseño de Elementos

En la parte superior de esta interfaz aparece un cuadro donde se ingresan los datos de resistencia del hormigón y del acero de refuerzo, así como también el factor de mayoración de cargas a usarse, el programa calcula automáticamente este factor, aunque se recomienda usar un valor de  $f = 1.7$

$f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de Mayoración ( f )
210	4200	1.70

(fig. 5-39)

#### D.5.1.1.- Botones

Junto al cuadro de ingreso de datos se encuentran cuatro botones, los que son usados para el diseño de los diferentes elementos del muro, y cuya descripción se señala a continuación:

##### Diseño Pantalla

Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con el ingreso de datos para el diseño de la Pantalla, así como los resultados del diseño.

##### Diseño Dedo

Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Dedo.

##### Diseño Talón

Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Talón.

##### Diseño Diente

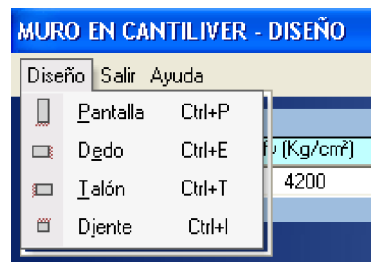
Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Diente.

#### D.5.1.2.- Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

### a).- Menú “Diseño”

Usando este menú podemos calcular los diferentes elementos del muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-40)

### b).- Menú “Salir”

Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-41)

### c).- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-42)

### D.5.1.3.- Diseño de la Pantalla

En este cuadro se debe ingresar un número de dovelas, se recomienda una dovela por cada metro de profundidad de muro.

Dovela	z (m)	pz (T/m)	d (cm)	Mu (Tn·m)	p
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

**Diseño a Flexión**

Mu (Tn.m)	dmin (cm)
p min	
p max	
1/3 As rep (cm²)	2/3 As rep (cm²)

**Diseño a Corte**

Vu (Tn)	vc (Kg/cm²)
vadn (Kg/cm²)	

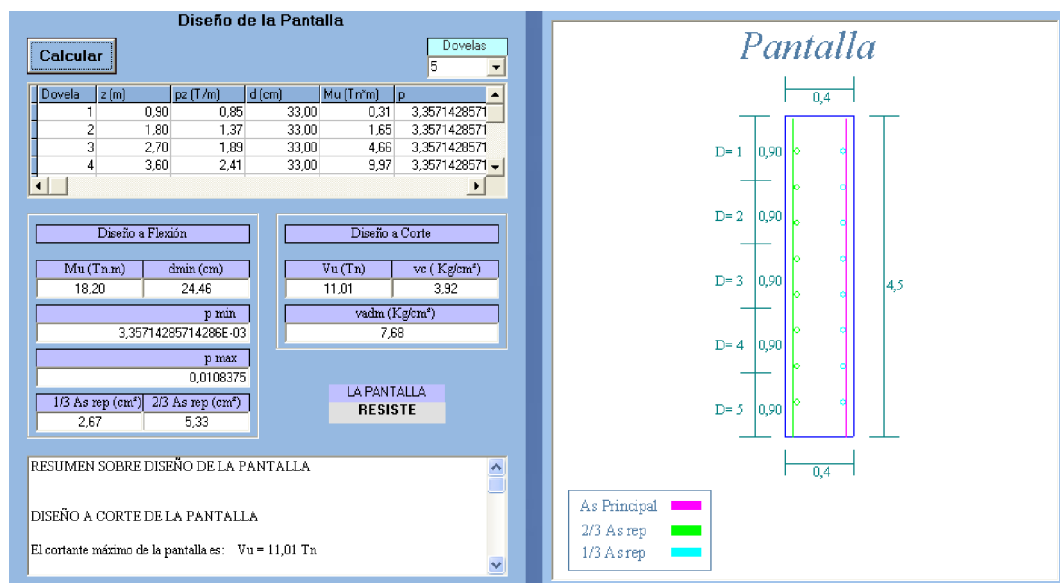
(fig. 5-43)

Después de ingresar el número de dovelas necesarias para el diseño de la pantalla, hacemos clic en el botón calcular y obtenemos los resultados del diseño.

Como se puede observar en la figura 5-44 existe un mensaje que nos dice si la pantalla RESISTE o FALLA, y al igual que en el cuadro del análisis de la

estabilidad del muro en caso de que el diseño de la pantalla falle, se indica con color rojo en que esta fallando la pantalla, además existe también un resumen sobre el diseño de la pantalla.

Junto al cuadro de diseño de la pantalla, al lado derecho de este existe un cuadro donde se grafica un dibujo de la pantalla en el que se muestran sus dimensiones, número de dovelas y como se deben colocar los aceros de refuerzo.



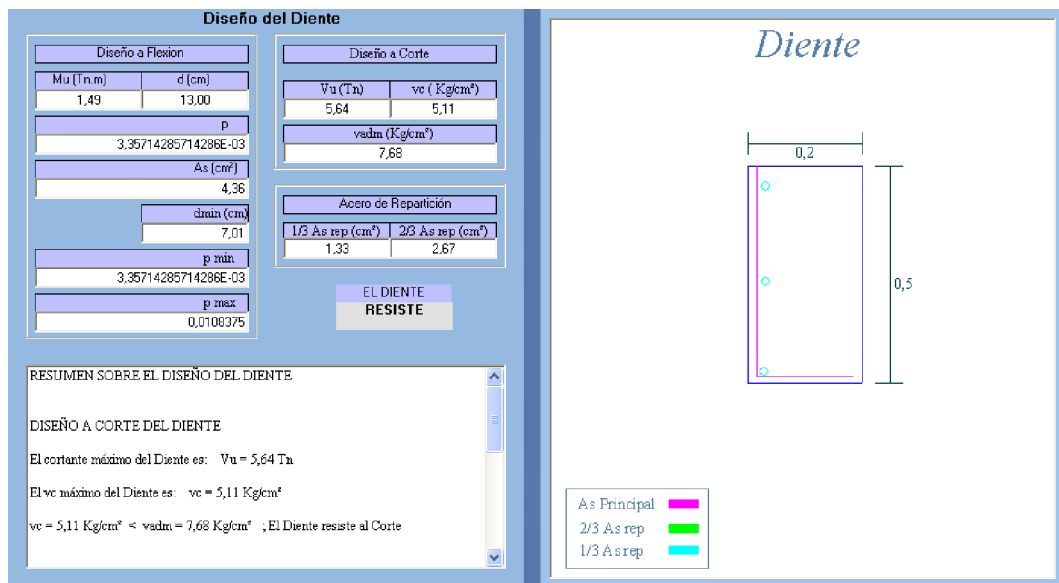
(fig. 5-44)

#### D.5.1.4.- Diseño del Talón, Dedo y Diente

El cuadro para el diseño del Talón, Dedo y Diente es exactamente el mismo, y al igual que el cuadro para el diseño de la pantalla existe un mensaje que nos dice si el elemento RESISTE o FALLA, y en forma similar a la del cuadro del análisis de la estabilidad del muro en caso de que el diseño del elemento falle, se indica con color rojo en que esta fallando, además existe también un resumen sobre el diseño del elemento.

También junto al cuadro de diseño del elemento, al lado derecho de este existe otro cuadro donde se grafica un dibujo del elemento en el que se muestran sus dimensiones y como se deben colocar los aceros de refuerzo.





(fig. 5-45)

Dependiendo si los diferentes elementos del muro resistan o fallen, al lado derecho de los respectivos botones aparece:



Si el diseño del elemento resiste.



Si el diseño del elemento falla.

Luego de completar el diseño de todos los elementos del muro aparece el siguiente cuadro:



(fig. 5-46)

Donde las funciones de los botones son iguales a las descritas anteriormente.



Exporta el reporte del muro a Word



Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

Además de este cuadro aparece un botón nuevo cuya función la describimos a continuación



**Volver a diseñar los elementos**

Al hacer clic en este botón se vuelve a diseñar los elementos del muro, pudiéndose ingresar diferentes valores para la resistencia de los materiales y factor de mayoración.

En la parte inferior del Interfaz de Diseño de Elementos se encuentra el siguiente botón cuya función se describe en seguida:

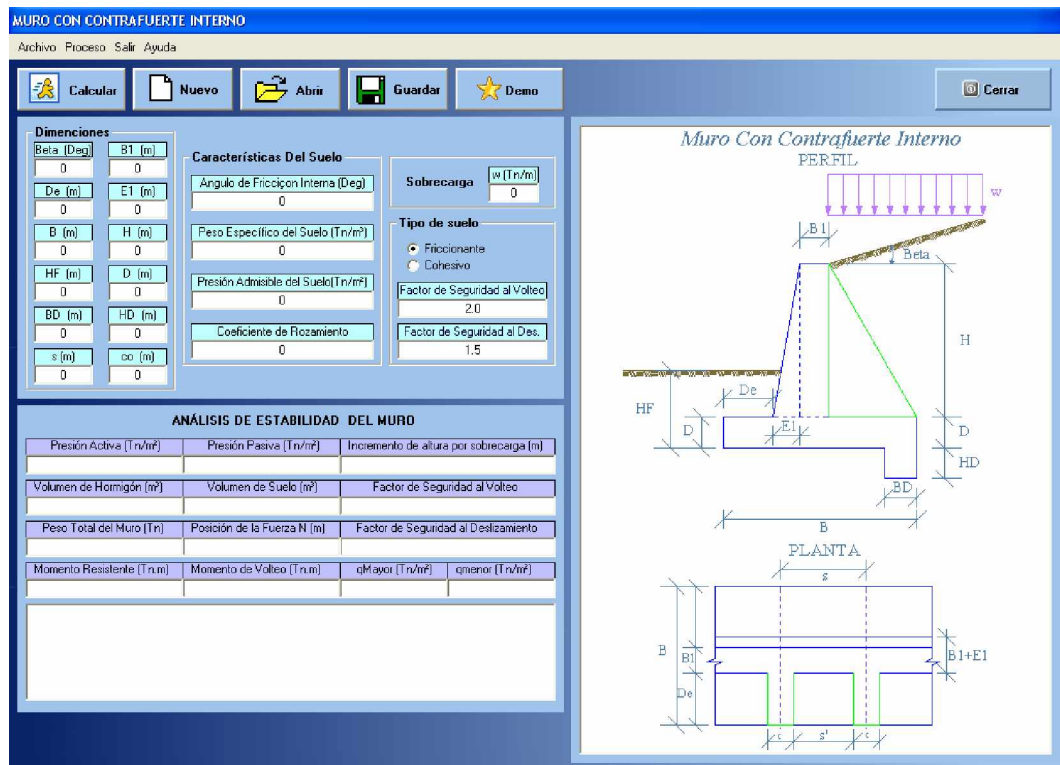


**Regresar pagina anterior**

Al hacer clic en este botón se vuelve al interfaz principal del diseño del muro

## E.- DISEÑO DE MUROS CON CONTRAFUERTE INTERNO

Una vez que se accede al diseño de los muros con Contrafuerte Interno se presenta la siguiente Interfaz:



(fig. 5-47) Interfaz principal del diseño de Muros con Contrafuerte Interno

### E.1.- Botones

En la parte superior del Interfaz principal del diseño de Muros con Contrafuerte Interno encontramos varios botones, cuya función señalamos a continuación:



**Nuevo** Crea un nuevo ingreso de datos con las variables encerradas



**Abrir** Abre una ventana en la que podemos seleccionar de acuerdo a su ubicación un archivo de ingreso de datos existente; estos archivos son de extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc) , el programa no abre archivos

que no sean del respectivo tipo de muro debido a la variación en los ingresos de datos



Abre una ventana donde podemos seleccionar la ubicación para guardar el ingreso de datos a un archivo, el programa crea archivos que tienen la extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc)



Este botón sirve para calcular el muro



Este botón ingresa los valores de un ejemplo de demostración



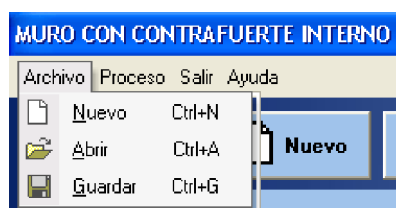
Salir de la aplicación

## E.2.- Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

### E.2.1.- Menú “Archivo”

Usando este menú dependiendo de los submenús podemos crear un nuevo ingreso de datos, abrir los datos desde un archivo, o guardar los datos a un archivo de igual forma como se realizaría usando los botones respectivos, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-48)

### E.2.2.- Menú “Proceso”

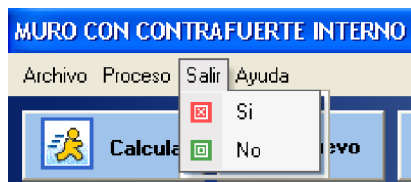
Usando este menú podemos calcular el muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-49)

### E.2.3.- Menú “Salir”

Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-50)

### E.2.4.- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-51)

### E.3.- Cuadros de Ingreso de Datos

Debajo de los botones antes mencionados tenemos el cuadro para el ingreso de datos tal como indica la figura:

The image shows a software interface for data entry, divided into four main sections:

- Dimensiones:** A grid of input fields for various dimensions, all currently set to 0:
  - Beta (Deg): 0
  - B1 (m): 0
  - De (m): 0
  - E1 (m): 0
  - B (m): 0
  - H (m): 0
  - HF (m): 0
  - D (m): 0
  - BD (m): 0
  - HD (m): 0
  - s (m): 0
  - co (m): 0
- Características Del Suelo:** Input fields for soil properties, all set to 0:
  - Angulo de Fricción Interna (Deg): 0
  - Peso Específico del Suelo (Tn/m<sup>3</sup>): 0
  - Presión Admisible del Suelo (Tn/m<sup>2</sup>): 0
  - Coefficiente de Rozamiento: 0
- Sobrecarga:** Input field for surcharge  $w$  (Tn/m), set to 0.
- Tipo de suelo:** Radio buttons for soil type:
  - Friccionante
  - Cohesivo
- Factor de Seguridad al Volteo:** Input field set to 2.0.
- Factor de Seguridad al Des.:** Input field set to 1.5.

(fig. 5-52)

Este ingreso de datos esta dividido a su vez en cuatro partes:

#### E.3.1.- Dimensiones

En este cuadro es donde colocamos las dimensiones del muro de acuerdo al grafico principal

This image is a close-up of the 'Dimensiones' section from the previous figure. It shows a grid of 12 input fields arranged in two columns and six rows, all containing the value 0:

Beta (Deg)	B1 (m)
0	0
De (m)	E1 (m)
0	0
B (m)	H (m)
0	0
HF (m)	D (m)
0	0
BD (m)	HD (m)
0	0
s (m)	co (m)
0	0

(fig. 5-53)

### E.3.2.- Características del Suelo

En este cuadro es donde colocamos las características del suelo

Características del Suelo	
Angulo de Fricción Interna (Deg)	0
Peso Especifico del Suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	0
Presión Admisible del Suelo(Tn/m <sup>2</sup> )	0
Coefficiente de Rozamiento	0

(fig. 5-54)

### E.3.3.- Sobrecarga

En este cuadro es donde colocamos la sobrecarga existente sobre el muro

Sobrecarga	w (Tn/m)
	0

(fig. 5-55)

### E.3.4.- Tipo de Suelo

En este cuadro es donde seleccionamos los factores de seguridad del muro de acuerdo al tipo de suelo

Tipo de suelo	
<input checked="" type="radio"/> Friccionante	
<input type="radio"/> Cohesivo	
Factor de Seguridad al Volteo	2.0
Factor de Seguridad al Des.	1.5

(fig. 5-56)

Cada vez que colocamos un valor la casilla toma un color amarillo claro, con lo que sabemos en que lugar del ingreso de datos nos encontramos

#### E.4.- Cuadro De Resultados

Debajo del cuadro para el ingreso de datos, se encuentra el cuadro de resultados con el análisis de la estabilidad del muro

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )

(fig. 5-57)

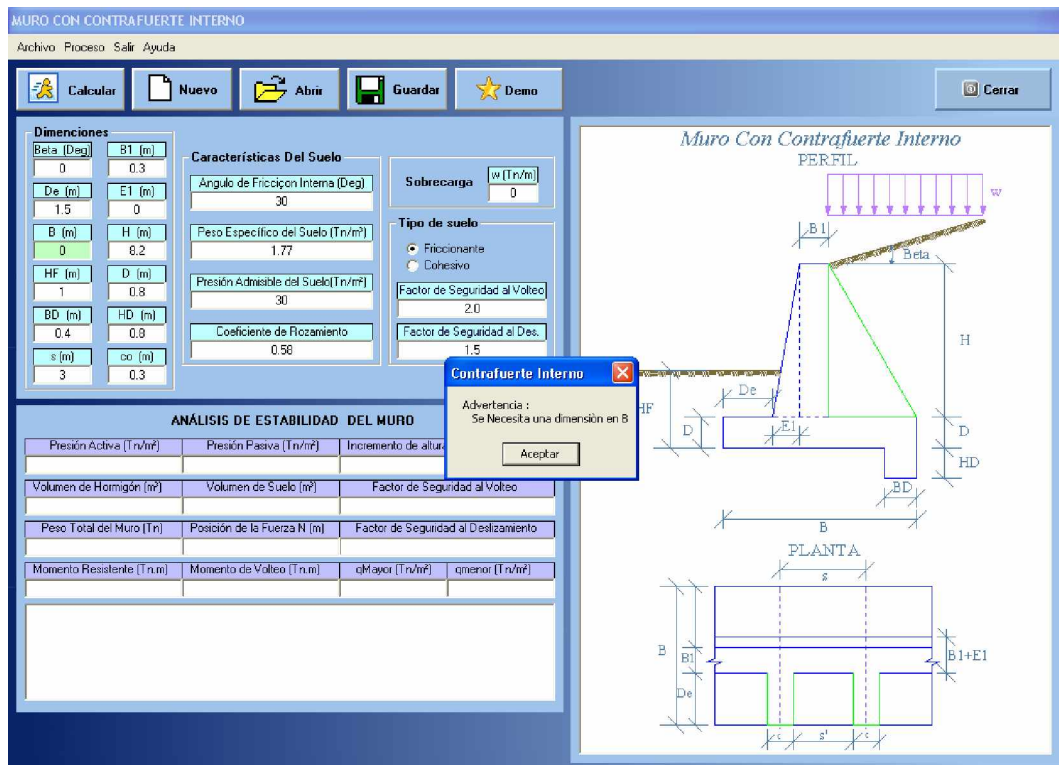
En la parte inferior de este cuadro se encuentra un reporte con el resumen de los resultados de la estabilidad del muro.

#### E.5.- Calculo del Muro

##### E.5.1.- Calculo de la Estabilidad del Muro

Cuando se calcula el muro y no se han ingresado correctamente los datos el programa muestra mensajes de advertencia con ciertas sugerencias, poniendo en verde las casillas con el problema tal como se indica en la figura a continuación





(fig. 5-58)

Luego de haber ingresado todos los datos necesarios para el diseño del muro procedemos a calcular el muro como ya se indico.

El programa presenta un mensaje en la pantalla indicando si el muro ES ESTABLE, o FALLA como se indica en la figura



(fig. 5-59)

Cuando el muro falla, en el cuadro de resultados del Análisis de la Estabilidad del Muro se indica con color rojo en que esta fallando el muro; y se sugieren alternativas en el reporte, para corregir los problemas presentados.

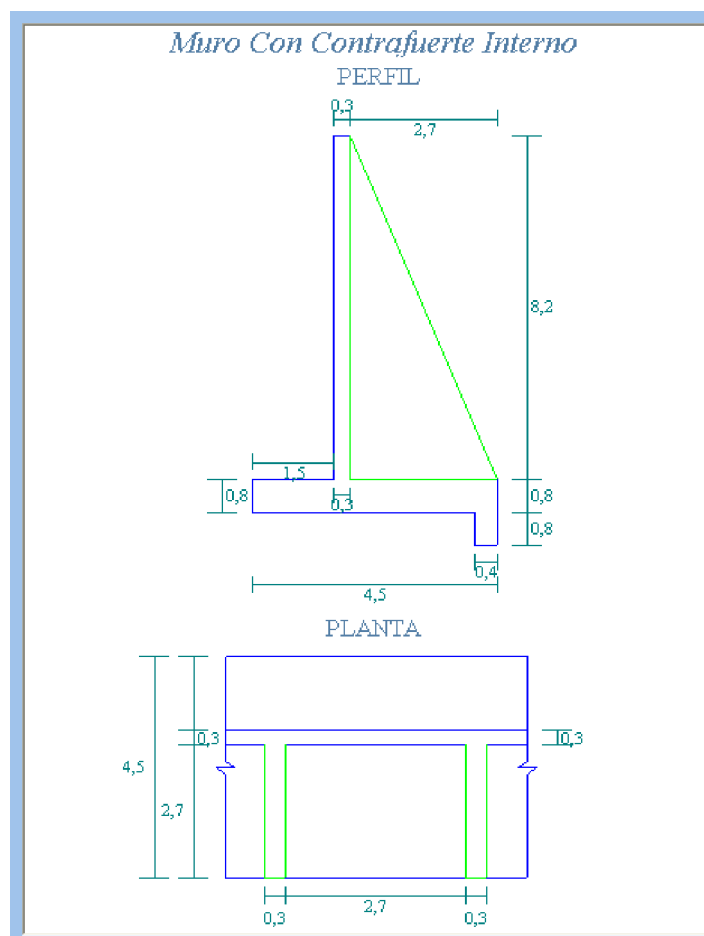
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
98,69	7,96	1,69	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
22,46	63,10	1,32	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
163,29	0,68	1,14	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )
463,52	351,81	37,35	-13,16

El muro falla al Deslizamiento  
FSD = 1,14 < 1,5

Sugerencias:  
1.- Aumentar las dimensiones del muro  
2.- Cambiar el suelo de cimentación para aumentar la fuerza de fricción

(fig. 5-60)

También podemos observar que cuando calculamos el muro, en el cuadro donde se encuentra el grafico para el ingreso de datos, automáticamente se grafica un dibujo del muro tanto en perfil como en planta con las dimensiones que hemos ingresado.



(fig. 5-61)

Además de lo antes indicado, cuando se calcula el muro y este FALLA aparecen dos botones más encima del gráfico cuyas funciones mostramos a continuación.



Exporta el reporte del muro a Word, cuando hacemos clic en este botón aparece una ventana solicitando el nombre del proyecto con el que aparecerá en el reporte



Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

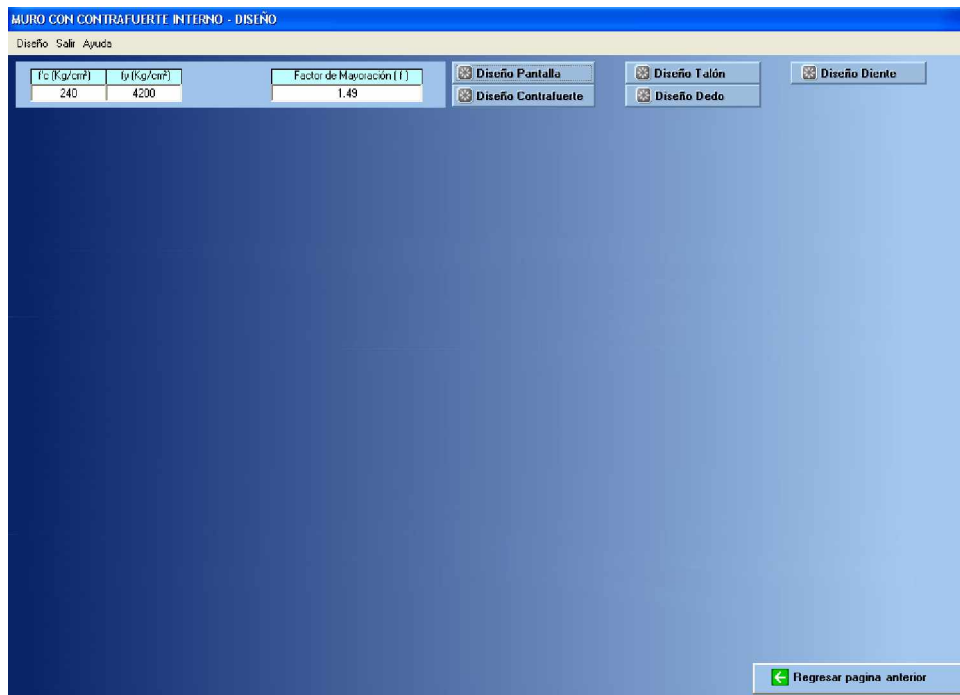
Si al calcular el muro este ES ESTABLE, aparece un botón que nos indica el Diseño de los elementos.



(fig. 5-62)

### E.5.2.- Diseño de los Elementos del Muro

Al hacer clic sobre el botón (Diseño de Elementos), aparece una Interfaz para el diseño de los elementos del muro como el que se muestra en la siguiente figura



(fig. 5-63) Interfaz de Diseño de Elementos

En la parte superior de esta interfaz aparece un cuadro donde se ingresan los datos de resistencia del hormigón y del acero de refuerzo, así como también el factor de mayoración de cargas a usarse, el programa calcula automáticamente este factor, aunque se recomienda usar un valor de  $f = 1.7$

$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de Mayoración (f)
240	4200	1.49

(fig. 5-64)

### E.5.2.1.-Botones

Junto al cuadro de ingreso de datos se encuentran cinco botones, los que son usados para el diseño de los diferentes elementos del muro, y cuya descripción se señala a continuación:



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con el ingreso de datos para el diseño de la Pantalla, así como los resultados del diseño.



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro para el diseño del contrafuerte.



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con el ingreso de datos para el diseño del Talón, así como los resultados del diseño.



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Dedo.



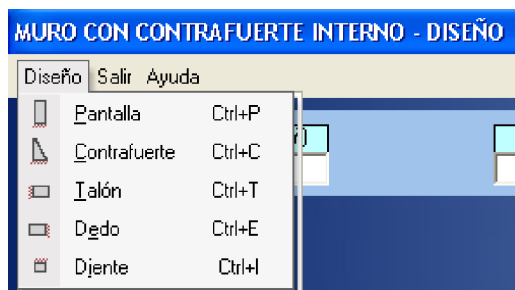
Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Diente.

### E.5.2.2.-Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

#### a).- Menú “Diseño”

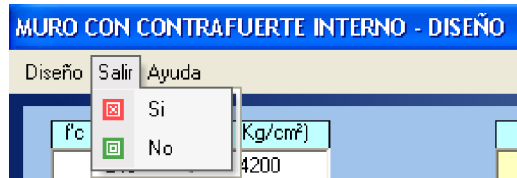
Usando este menú podemos calcular los diferentes elementos del muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-65)

#### b).- Menú “Salir”

Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-66)

### c).- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-67)

### E.5.2.3.- Diseño de la Pantalla y del Talón

El cuadro para el diseño de la Pantalla, así como el cuadro para el diseño del Talón son los mismos, y en este cuadro se debe ingresar un número de dovelas.

**DISEÑO DE LA PANTALLA**

**PANTALLA** Dovelas

DISEÑO A FLEXIÓN

Dovela	z (m)	p (T/m)	d (cm)	M1 (Tn·m)	p1
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

DISEÑO A CORTE

Dovela	z (m)	p (T/m)	d (cm)	V1 (Tn)	V2 (Tn)

DISEÑO DE HORQUILLA

Dovela	z (m)	p (T/m)	R(Tn)	As (cm²)	As/2 ramales (cm²)

Flexion

Mu (Tn.m)	dmin (cm)
p min	
p max	
1/3 As rep (cm²)	2/3 As rep (cm²)

Corte

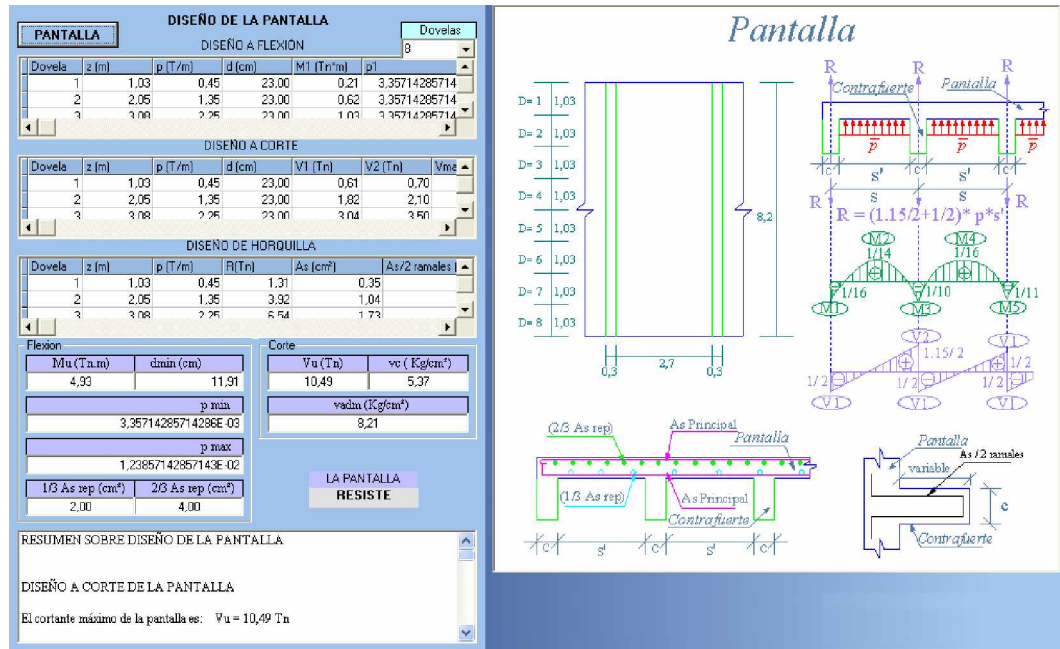
Vu (Tn)	vc (Kg/cm²)
vadm (Kg/cm²)	

(fig. 5-68)

Después de ingresar el número de dovelas necesarias para el diseño del elemento, hacemos clic en el botón Pantalla, o Talón dependiendo del elemento y obtenemos los resultados del diseño.

Como se puede observar en la figura 5-69 existe un mensaje que nos dice si el elemento RESISTE o FALLA, y al igual que en el cuadro del análisis de la estabilidad del muro en caso de que el diseño de la pantalla falle, se indica con color rojo en que esta fallando la pantalla, además existe también un resumen sobre el diseño del elemento

Junto al cuadro de diseño del elemento, al lado derecho de este existe un cuadro donde se grafica un dibujo del elemento en el que se muestran sus dimensiones, número de dovelas y como se deben colocar los aceros de refuerzo.



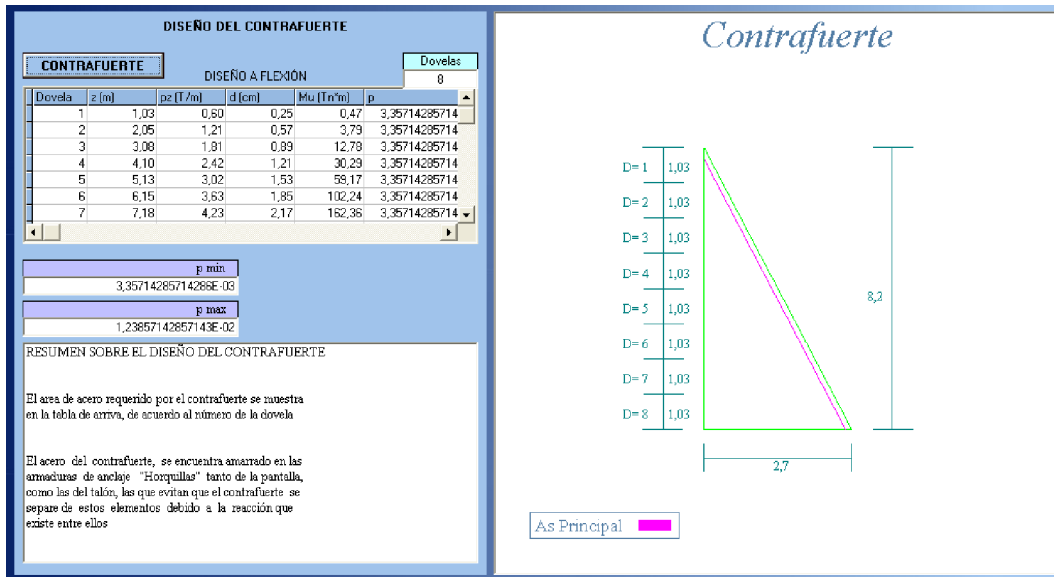
(fig. 5-69)

### E.5.2.4.- Diseño del Contrafuerte

En este cuadro solo se debe presionar el botón Contrafuerte para obtener los resultados del diseño, ya que el número de dovelas es el mismo que el de la Pantalla, por lo que se debe calcular primero la Pantalla.

También junto al cuadro de diseño del Contrafuerte, al lado derecho de este existe otro cuadro donde se grafica un dibujo del Contrafuerte en el que se muestran sus dimensiones, número de dovelas y como se deben colocar los aceros de refuerzo.

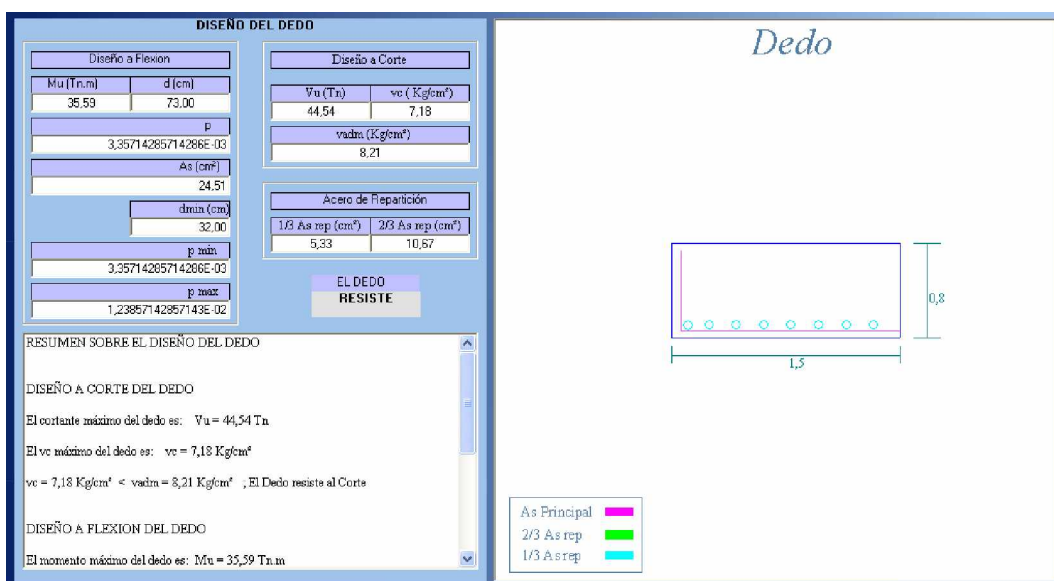




(fig. 5-70)

### E.5.2.5.- Diseño del Dedo y Diente

El cuadro para el diseño del Dedo y Diente es exactamente el mismo, y al igual que el cuadro para el diseño de la pantalla existe un mensaje que nos dice si el elemento RESISTE o FALLA, y en forma similar a la del cuadro del análisis de la estabilidad del muro en caso de que el diseño del elemento falle, se indica con color rojo en que esta fallando, además existe también un resumen sobre el diseño del elemento.



(fig. 5-71)

También junto al cuadro de diseño del elemento, al lado derecho de este existe otro cuadro donde se grafica un dibujo del elemento en el que se muestran sus dimensiones y como se deben colocar los aceros de refuerzo.

Dependiendo si los diferentes elementos del muro resistan o fallen, al lado derecho de los respectivos botones aparece:



Si el diseño del elemento resiste.



Si el diseño del elemento falla.

Luego de completar el diseño de todos los elementos del muro aparece el siguiente cuadro:



(fig. 5-72)

Donde las funciones de los botones son las siguientes.



Exporta el reporte del muro a Word



Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

Además de este cuadro aparece un botón nuevo cuya función la describimos a continuación



Al hacer clic en este botón se vuelve a diseñar los elementos del muro, pudiéndose ingresar diferentes valores para la resistencia de los materiales y factor de mayoración.

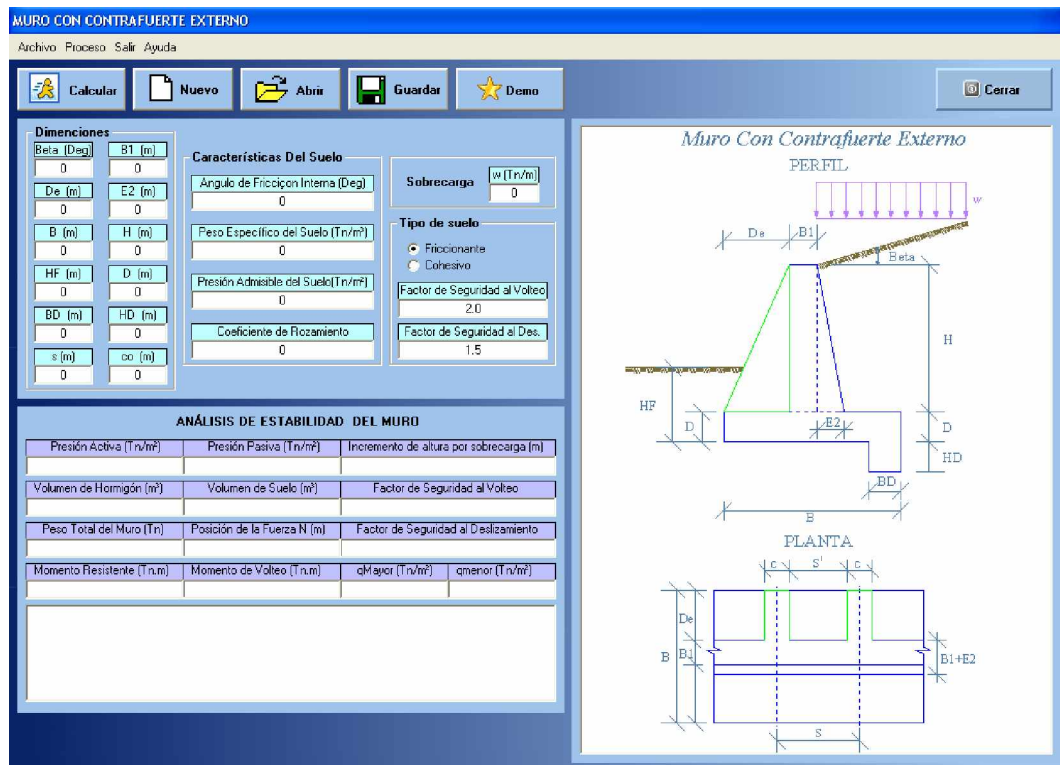
En la parte inferior del Interfaz de Diseño de Elementos se encuentra el siguiente botón cuya función se describe en seguida

 **Regresar pagina anterior**

Al hacer clic en este botón se vuelve al interfaz principal del diseño del muro

## F.- DISEÑO DE MUROS CON CONTRAFUERTE EXTERNO

Una vez que se accede al diseño de los muros con Contrafuerte Externo se presenta la siguiente Interfaz:



(fig. 5-73) Interfaz principal del diseño de Muros con Contrafuerte Interno

### F.1.- Botones

En la parte superior del Interfaz principal del diseño de Muros con Contrafuerte Interno encontramos varios botones, cuya función señalamos a continuación:



**Nuevo** Crea un nuevo ingreso de datos con las variables encerradas



**Abrir** Abre una ventana en la que podemos seleccionar de acuerdo a su ubicación un archivo de ingreso de datos existente; estos archivos son de extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc) , el programa no abre archivos

que no sean del respectivo tipo de muro debido a la variación en los ingresos de datos



Abre una ventana donde podemos seleccionar la ubicación para guardar el ingreso de datos a un archivo, el programa crea archivos que tienen la extensión Diseño de Muros de Contención (\*.dmc)



Este botón sirve para calcular el muro



Este botón ingresa los valores de un ejemplo de demostración



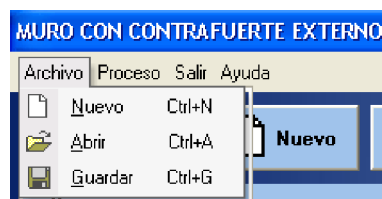
Salir de la aplicación

## F.2.- Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

### F.2.1.- Menú “Archivo”

Usando este menú dependiendo de los submenús podemos crear un nuevo ingreso de datos, abrir los datos desde un archivo, o guardar los datos a un archivo de igual forma como se realizaría usando los botones respectivos, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-74)

### F.2.2.- Menú “Proceso”

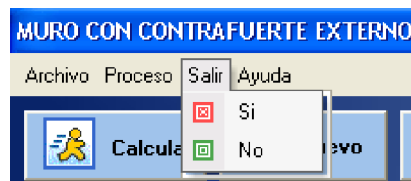
Usando este menú podemos calcular el muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-75)

### F.2.3.- Menú “Salir”

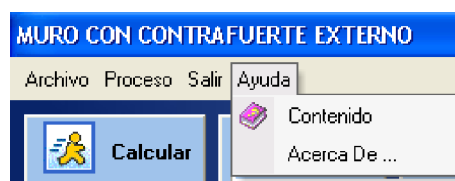
Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-76)

### F.2.4.- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-77)

### F.3.- Cuadro de Ingreso de Datos

Debajo de los botones antes mencionados tenemos el cuadro para el ingreso de datos tal como indica la figura:

Dimensiones		Características Del Suelo		Sobrecarga		Tipo de suelo	
Beta (Deg)	B1 (m)	Angulo de Fricción Interna (Deg)		w (Tn/m)		<input checked="" type="radio"/> Friccionante	
0	0	0		0		<input type="radio"/> Cohesivo	
De (m)	E2 (m)	Peso Especifico del Suelo (Tn/m <sup>3</sup> )		Factor de Seguridad al Volteo			
0	0	0		2.0			
B (m)	H (m)	Presión Admisible del Suelo(Tn/m <sup>2</sup> )		Factor de Seguridad al Des.			
0	0	0		1.5			
HF (m)	D (m)	Coefficiente de Rozamiento					
0	0	0					
BD (m)	HD (m)						
0	0						
s (m)	co (m)						
0	0						

(fig. 5-78)

Este ingreso de datos esta dividido a su vez en cuatro partes:

#### F.3.1.- Dimensiones

En este cuadro es donde colocamos las dimensiones del muro de acuerdo al grafico principal

Dimensiones	
Beta (Deg)	B1 (m)
0	0
De (m)	E2 (m)
0	0
B (m)	H (m)
0	0
HF (m)	D (m)
0	0
BD (m)	HD (m)
0	0
s (m)	co (m)
0	0

(fig. 5-79)

### F.3.2.- Características del Suelo

En este cuadro es donde colocamos las características del suelo

Características del Suelo	
Angulo de Fricción Interna (Deg)	0
Peso Especifico del Suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	0
Presión Admisible del Suelo(Tn/m <sup>2</sup> )	0
Coefficiente de Rozamiento	0

(fig. 5-80)

### F.3.3.- Sobrecarga

En este cuadro es donde colocamos la sobrecarga existente sobre el muro

Sobrecarga	w (Tn/m)
	0

(fig. 5-81)

### F.3.4.- Tipo de Suelo

En este cuadro es donde seleccionamos los factores de seguridad del muro de acuerdo al tipo de suelo

Tipo de suelo	
<input checked="" type="radio"/> Friccionante	
<input type="radio"/> Cohesivo	
Factor de Seguridad al Volteo	2.0
Factor de Seguridad al Des.	1.5

(fig. 5-82)



Cada vez que colocamos un valor la casilla toma un color amarillo claro, con lo que sabemos en que lugar del ingreso de datos nos encontramos

#### F.4.- Cuadro de Resultados

Debajo del cuadro para el ingreso de datos, se encuentra el cuadro de resultados con el análisis de la estabilidad del muro

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )

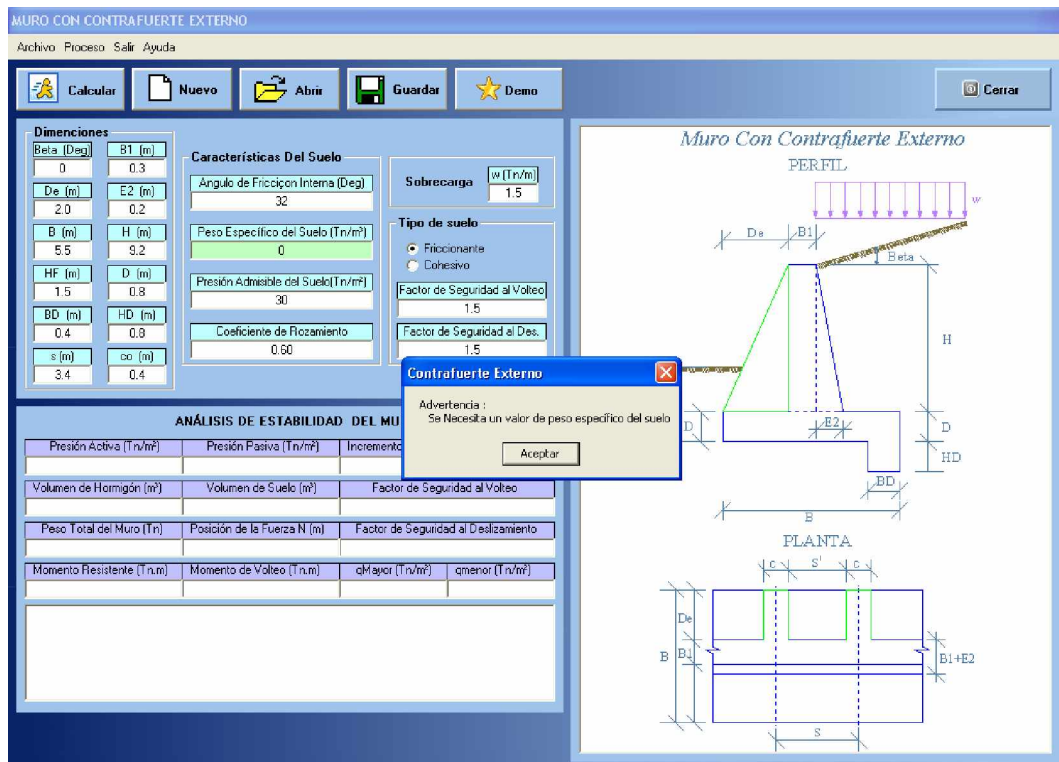
(fig. 5-83)

En la parte inferior de este cuadro se encuentra un reporte con el resumen de los resultados de la estabilidad del muro.

#### F.5.- Calculo del Muro

##### F.5.1.- Cálculo de la Estabilidad del Muro

Cuando se calcula el muro y no se han ingresado correctamente los datos el programa muestra mensajes de advertencia con ciertas sugerencias, poniendo en verde las casillas con el problema tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-84)

Luego de haber ingresado todos los datos necesarios para el diseño del muro procedemos a calcular el muro como ya se indico.

El programa presenta un mensaje en la pantalla indicando si el muro ES ESTABLE, o FALLA como se indica en la figura



(fig. 5-85)

Cuando el muro falla, en el cuadro de resultados del Análisis de la Estabilidad del Muro se indica con color rojo en que esta fallando el muro; y se sugieren alternativas en el reporte, para corregir los problemas presentados.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO			
Presión Activa (Tn/m <sup>2</sup> )	Presión Pasiva (Tn/m <sup>2</sup> )	Incremento de altura por sobrecarga (m)	
111,26	21,54	1,16	
Volumen de Hormigón (m <sup>3</sup> )	Volumen de Suelo (m <sup>3</sup> )	Factor de Seguridad al Volteo	
32,24	96,97	2,03	
Peso Total del Muro (Tn)	Posición de la Fuerza N (m)	Factor de Seguridad al Deslizamiento	
242,52	1,75	1,57	
Momento Resistente (Tn.m)	Momento de Volteo (Tn.m)	qMayor (Tn/m <sup>2</sup> )	qmenor (Tn/m <sup>2</sup> )
839,24	413,74	27,05	-1,12

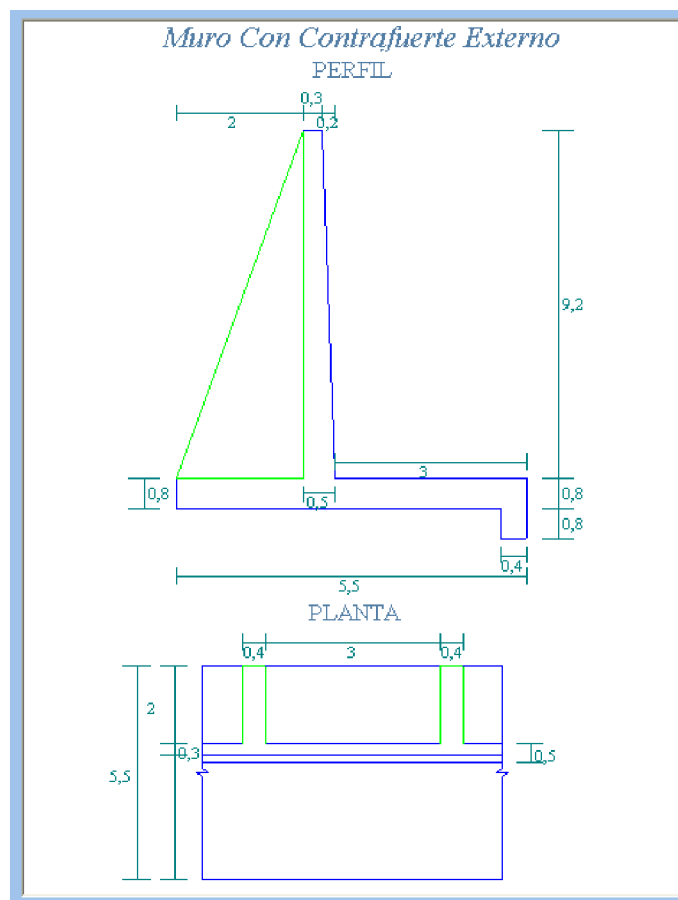
**UBICACIÓN DE LA FUERZA NORMAL**

La Fuerza Normal (N) esta localizada fuera del tercio medio

Sugerencias:  
1.- Aumentar las dimensiones del muro

(fig. 5-86)

También podemos observar que cuando calculamos el muro, en el cuadro donde se encuentra el grafico para el ingreso de datos, automáticamente se grafica un dibujo del muro tanto en perfil como en planta con las dimensiones que hemos ingresado.



(fig. 5-87)

Además de lo antes indicado, cuando se calcula el muro y este FALLA aparecen dos botones más encima del gráfico cuyas funciones mostramos a continuación.



Exporta el reporte del muro a Word, cuando hacemos clic en este botón aparece una ventana solicitando el nombre del proyecto con el que aparecerá en el reporte



Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

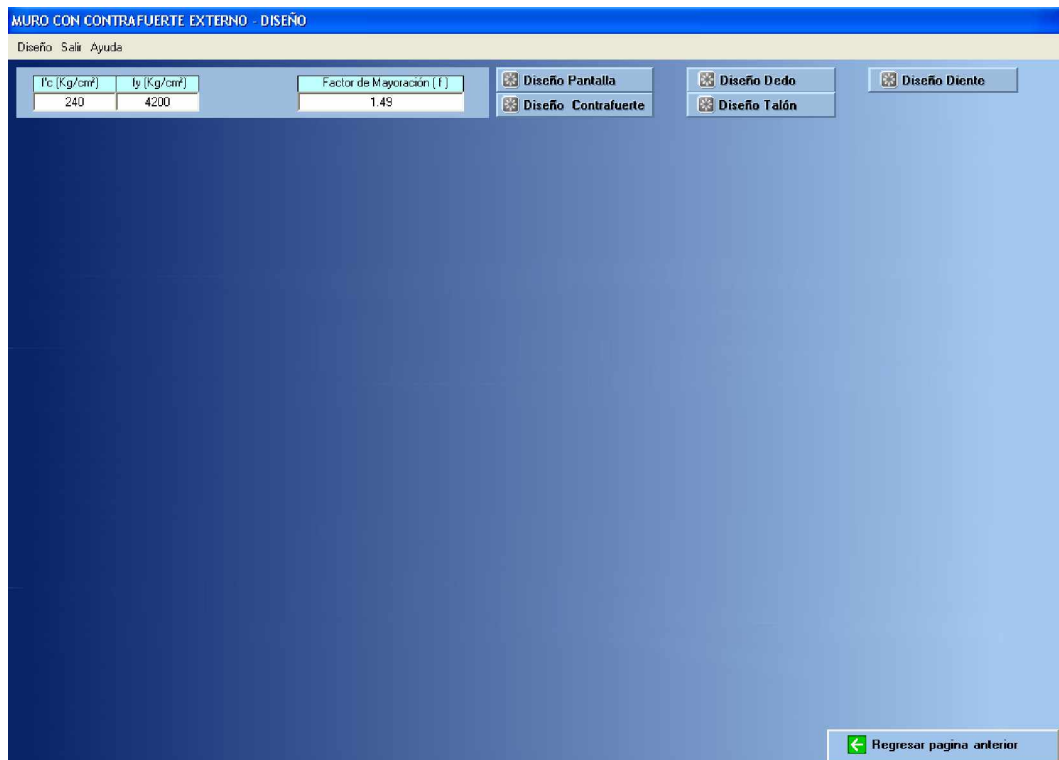
Si al calcular el muro este ES ESTABLE, aparece un botón que nos indica el Diseño de los elementos.



(fig. 5-88)

### F.5.1.- Diseño de los Elementos del Muro

Al hacer clic sobre el botón (Diseño de Elementos), aparece una Interfaz para el diseño de los elementos del muro como el que se muestra en la siguiente figura



(fig. 5-89) Interfaz de Diseño de Elementos

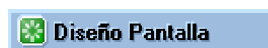
En la parte superior de esta interfaz aparece un cuadro donde se ingresan los datos de resistencia del hormigón y del acero de refuerzo, así como también el factor de mayoración de cargas a usarse, el programa calcula automáticamente este factor, aunque se recomienda usar un valor de  $f = 1.7$



(fig. 5-90)

### F.5.1.1.- Botones

Junto al cuadro de ingreso de datos se encuentran cinco botones, los que son usados para el diseño de los diferentes elementos del muro, y cuya descripción se señala a continuación:



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con el ingreso de datos para el diseño de la Pantalla, así como los resultados del diseño.



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro para el diseño del contrafuerte.



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con el ingreso de datos para el diseño del Talón, así como los resultados del diseño.



Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Dedo.



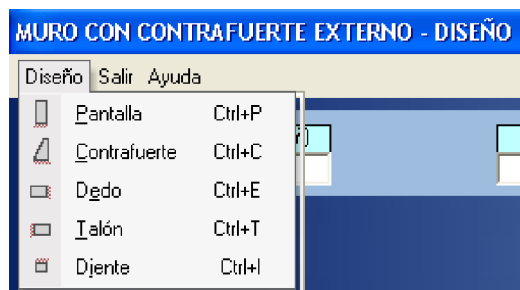
Al hacer clic en este botón aparece un cuadro con los resultados del diseño del Diente.

### F.5.1.2.- Menús

Además de los botones antes mencionados podemos acceder a las diferentes funciones del programa usando los diferentes menús, o usando los atajos que se indican junto a ellos.

#### a).-Menú “Diseño”

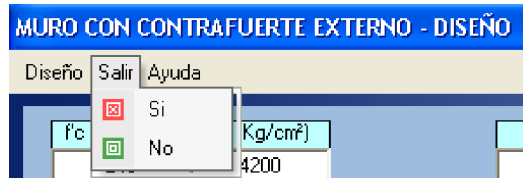
Usando este menú podemos calcular los diferentes elementos del muro de igual forma como se realizaría usando el botón respectivo, tal como se indica en la figura a continuación



(fig. 5-91)

#### b).- Menú “Salir”

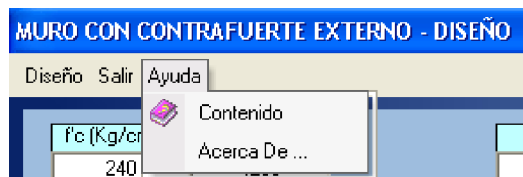
Usando este menú podemos salir de la aplicación a través del submenú “Si” o continuar en la aplicación a través del submenú “No”, cuando utilizamos esta manera para salir de la aplicación el programa nos pregunta si realmente deseamos salir de la aplicación.



(fig. 5-92)

### c).- Menú “Ayuda”

Usando este menú podemos acceder a la ayuda del programa a través del submenú “Contenido”, o acceder a la información básica del programa a través del submenú “Acerca De ...”



(fig. 5-93)

### F.5.1.3.- Diseño de la Pantalla y del Dedo

El cuadro para el diseño de la Pantalla, así como el cuadro para el diseño del Dedo son los mismos, y en este cuadro se debe ingresar un número de dovelas.

**DISEÑO DE LA PANTALLA**

**PANTALLA** Dovelas

DISEÑO A FLEXIÓN

Dovela	z (m)	p (T/m)	d (cm)	M1 (Tn·m)	p1
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

DISEÑO A CORTE

Dovela	z (m)	p (T/m)	d (cm)	V1 (Tn)	V2 (Tn)

DISEÑO DE HORQUILLA

Dovela	z (m)	p (T/m)	R(Tn)	As (cm²)	As/2 ramales (cm²)

Flexion

Mu (Tn.m)	dmin (cm)
p min	
p max	
1/3 As rep (cm²)	2/3 As rep (cm²)

Corte

Vu (Tn)	vc (Kg/cm²)
vadm (Kg/cm²)	

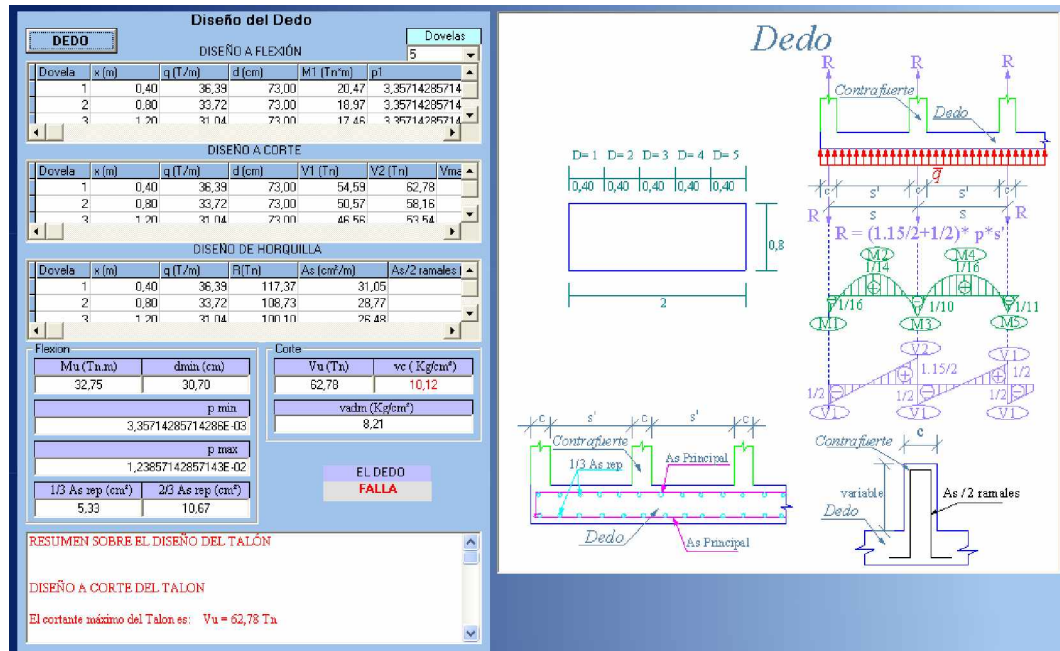
(fig. 5-94)

Después de ingresar el número de dovelas necesarias para el diseño del elemento, hacemos clic en el botón Pantalla, o Dedo dependiendo del elemento y obtenemos los resultados del diseño.

Como se puede observar en la figura 5-95 existe un mensaje que nos dice si el elemento RESISTE o FALLA, y al igual que en el cuadro del análisis de la estabilidad del muro en caso de que el diseño del elemento falle, se indica con color rojo en que esta fallando, además existe también un resumen sobre el diseño.



Junto al cuadro de diseño del elemento, al lado derecho de este existe un cuadro donde se grafica un dibujo del elemento en el que se muestran sus dimensiones, número de dovelas y como se deben colocar los aceros de refuerzo.

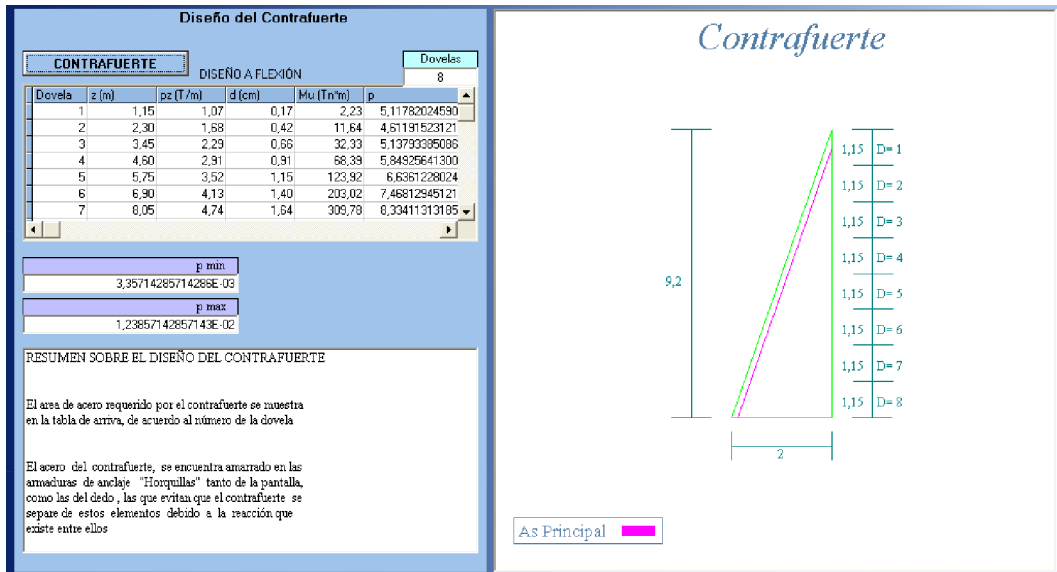


(fig. 5-95)

### F.5.1.4.- Diseño del Contrafuerte

En este cuadro solo se debe presionar el botón Contrafuerte para obtener los resultados del diseño, ya que el número de dovelas es el mismo que el de la Pantalla, por lo que se debe calcular primero la Pantalla.

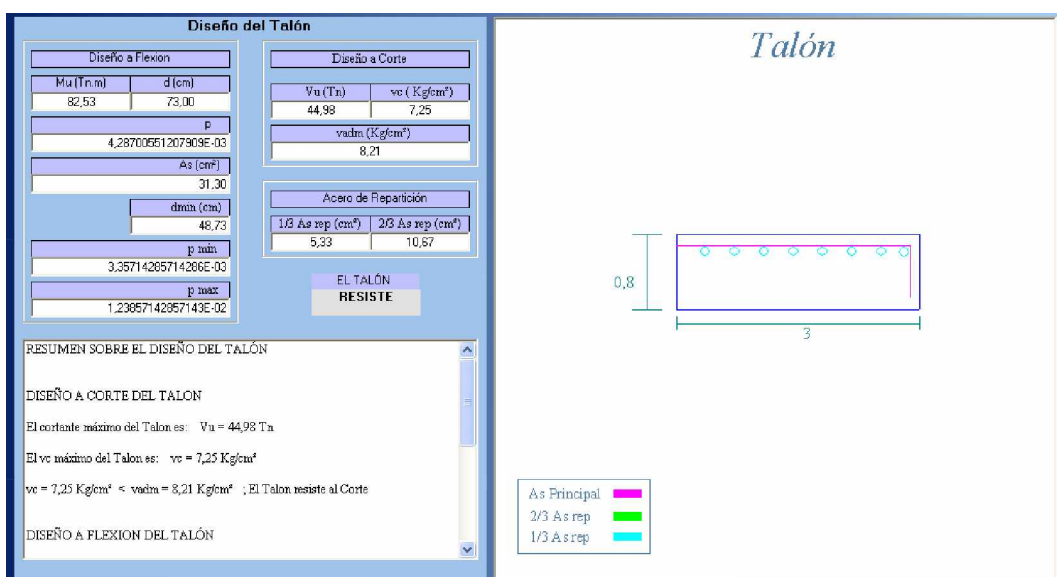
También junto al cuadro de diseño del Contrafuerte, al lado derecho de este existe otro cuadro donde se grafica un dibujo del Contrafuerte en el que se muestran sus dimensiones, número de dovelas y como se deben colocar los aceros de refuerzo.



(fig. 5-96)

### F.5.1.5.- Diseño del Talón y Diente


El cuadro para el diseño del Talón y Diente es exactamente el mismo, y al igual que el cuadro para el diseño de la pantalla existe un mensaje que nos dice si el elemento RESISTE o FALLA, y en forma similar a la del cuadro del análisis de la estabilidad del muro en caso de que el diseño del elemento falle, se indica con color rojo en que esta fallando, además existe también un resumen sobre el diseño del elemento.




(fig. 5-97)

También junto al cuadro de diseño del elemento, al lado derecho de este existe otro cuadro donde se grafica un dibujo del elemento en el que se muestran sus dimensiones y como se deben colocar los aceros de refuerzo.

Dependiendo si los diferentes elementos del muro resistan o fallen, al lado derecho de los respectivos botones aparece:

 Si el diseño del elemento resiste.


 Si el diseño del elemento falla.

Luego de completar el diseño de todos los elementos del muro aparece el siguiente cuadro:




(fig. 5-98)

Donde las funciones de los botones son las siguientes.

 **Exportar Reporte** Exporta el reporte del muro a Word

 **Exportar Gráfico** Exporta el gráfico principal del muro a AutoCAD

Además de este cuadro aparece un botón nuevo cuya función la describimos a continuación

 **Volver a diseñar los elementos** Al hacer clic en este botón se vuelve a diseñar los elementos del muro, pudiéndose ingresar diferentes valores para la resistencia de los materiales y factor de mayoración.

En la parte inferior del Interfaz de Diseño de Elementos se encuentra el siguiente botón cuya función se describe en seguida

 **Regresar pagina anterior**

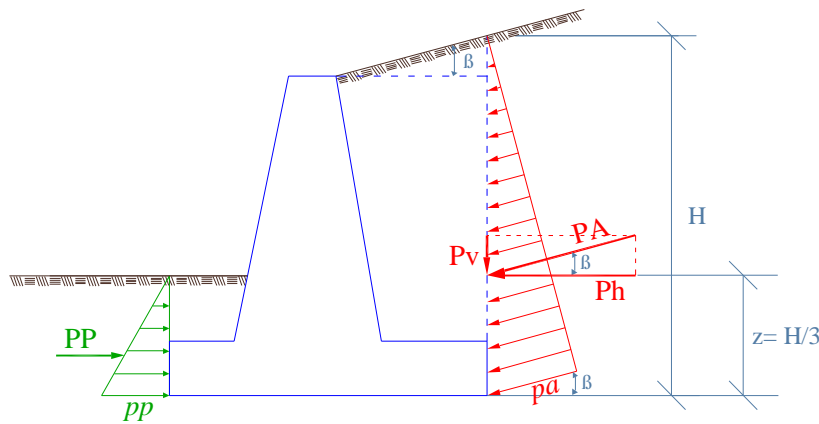
Al hacer clic en este botón se vuelve al interfaz principal del diseño del muro

## G.- LIMITACIONES Y FACTORES DEL PROGRAMA

### G.1.- Cálculo de Presiones Laterales

#### a).- Presión Activa y Presión Pasiva

Las Presión Activa (PA) y la Presión Pasiva (PP) que actúan en el muro son calculadas usando los coeficientes obtenidos con la teoría de Rankine, sin tomar en cuenta la cohesión de los suelos, y calculando las presiones que actúan en el muro en función de las características constantes del suelo o relleno.



(fig. 5-99)

#### b).- Presión Hidrostática

El programa no considera la Presión Hidrostática por lo que se deberá considerar métodos adecuados de drenaje en el diseño de los muros.

### G.2.- Tipos de Muro

Se recomienda usar cierto tipo de muro de acuerdo a la altura a vencer, recomendándose los siguientes límites, los cuales pueden variar según el tipo de suelo y las sobrecargas a las que se someterá el muro:

#### a).- Muro de Gravedad

Se recomienda usar este tipo de muro para alturas menores que varían de tres a cinco metros, ya que resultan más económicos para estas alturas.

#### **b).- Muro en Cantiliver**

Se recomienda usar este tipo de muro para alturas intermedias hasta los nueve metros.

#### **c).- Muro con Contrafuerte**

Se recomienda usar este tipo de muro para alturas mayores a los nueve metros, ya que no resultaría su uso económico para alturas menores.

### **G.3.- Prediseño de los Muros**

Se recomienda realizar un prediseño previo al ingreso de datos, según el tipo de muro seleccionado, para obtener un diseño óptimo y rápido.

#### **a) Muros de Gravedad.**

Las dimensiones tentativas para predimensionar estos muros son las siguientes:

El espesor de la corona (b) es igual a  $H/12$ , y debe tener como mínimo treinta centímetros.

$$b = H/12 \geq 0.3 \text{ m}$$

El ancho de la base del muro ( B ) debe estar alrededor del 50% al 70 % de la altura del muro

$$B = ( 0.5 - 0.7 )H$$

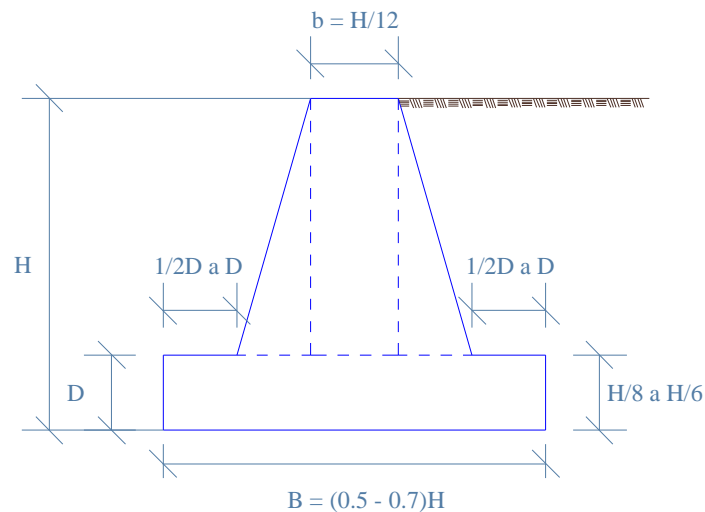
El espesor de la zapata de cimentación ( D ) puede tener una dimensión entre H/8 a H/6

$$D = H/8 - H/6$$

La altura del diente se recomienda con un valor de ( 1 – 1.5 ) D

Estos son valores típicos de tanteo pero pueden variar de acuerdo a las necesidades de cada caso.

Estas dimensiones tentativas se muestran en la figura 5-100.



(fig. 5-100)

### b) Muros en Cantiliver

Las dimensiones tentativas para predimensionar estos muros son las siguientes:

El espesor de la corona ( b ) debe tener como mínimo veinte centímetros, aunque es preferible que sea treinta centímetros.

$$b = \geq 0.2 \text{ m}$$

El ancho de la base del muro ( B ) debe estar alrededor del 40% al 70 % de la altura del muro

$$B = ( 0.4 - 0.7 )H$$

El espesor de la zapata de cimentación ( D ) puede tener una dimensión entre H/12 a H/10

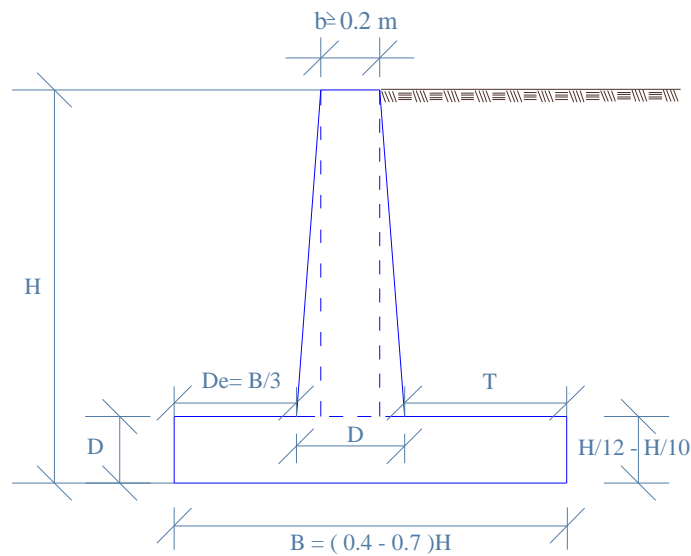
$$D = H/12 - H/10$$

El ancho del dedo ( De ) se recomienda de un tercio del ancho de la base del muro

$$De = B/3$$

La altura del diente se recomienda con un valor de ( 1 – 1.5 ) D

Estas dimensiones tentativas se muestran en la figura 5-101



(fig. 5-101)

### c) Muros con Contrafuerte



Las dimensiones tentativas para predimensionar estos muros son las siguientes:

El espesor de la corona (b) debe tener como mínimo veinte centímetros, aunque es preferible que sea treinta centímetros.

$$b = \geq 0.2 \text{ m}$$

El ancho de la base del muro ( B ) debe estar alrededor del 40% al 70 % de la altura del muro

$$B = ( 0.4 - 0.7 )H$$

El espesor de la zapata de cimentación ( D ) puede tener una dimensión entre H/14 a H/12

$$D = H/14 - H/12$$

El ancho del dedo (De) se recomienda de un valor comprendido entre un cuarto del ancho de la base del muro a un medio del ancho de la base del muro

$$De = B/4 - B/2$$

Para determinar la separación entre los contrafuertes ( s ) podemos utilizar las siguientes expresiones:

$$s = 0.75 + 0.3 H$$

$$s = (0.3 - 0.6 )H$$

$$s = (1/3 - 1/2 )H$$

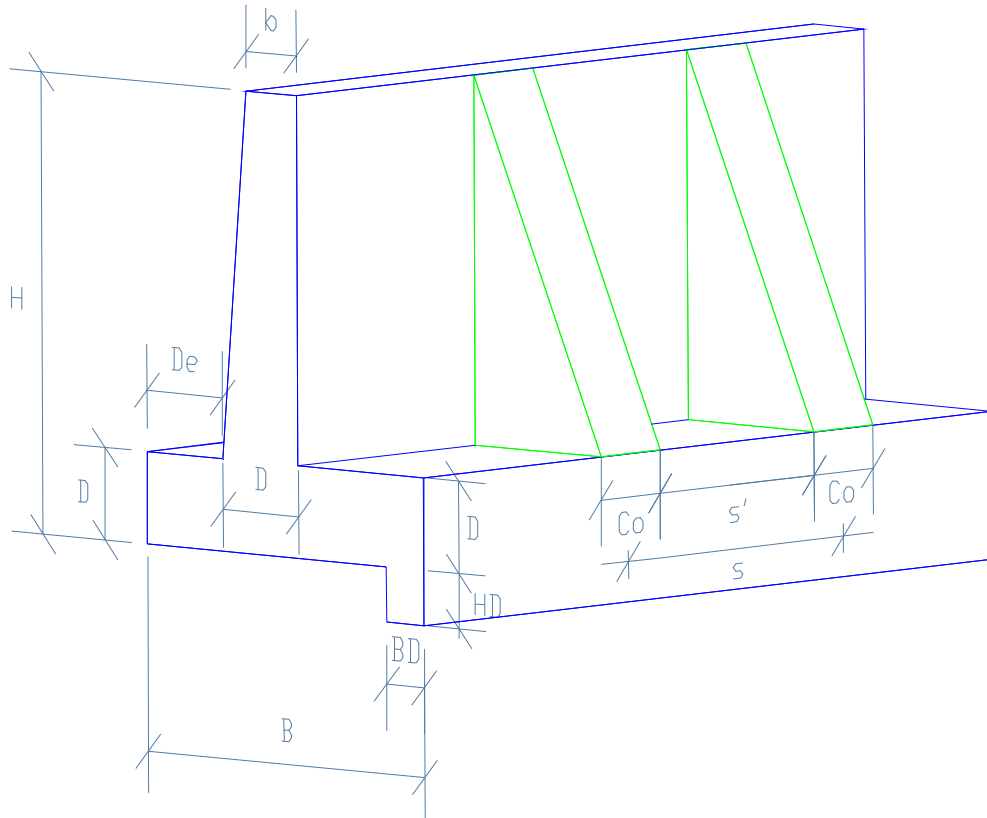
De estas expresiones escogemos el valor de ( s ) que más nos convenga.

El espesor del contrafuerte (c) se recomienda con un valor H/20

$$c = H/20$$

La altura del diente se recomienda con un valor de  $(1 - 1.5) D$

Estas dimensiones tentativas se muestran en la figura 5-102.



(fig. 5-102)

#### G.4.- Diseño del acero de refuerzo en los muros

Cuando tenemos muros en cantiliver o muros con contrafuerte debemos diseñar el refuerzo necesario para cada tipo de muro, este diseño se realizará analizando cada uno de los elementos del muro por separado.

Para el diseño se factoran las cargas, tomando en cuenta las especificaciones del código ACI 318-99 sección 9.2.4

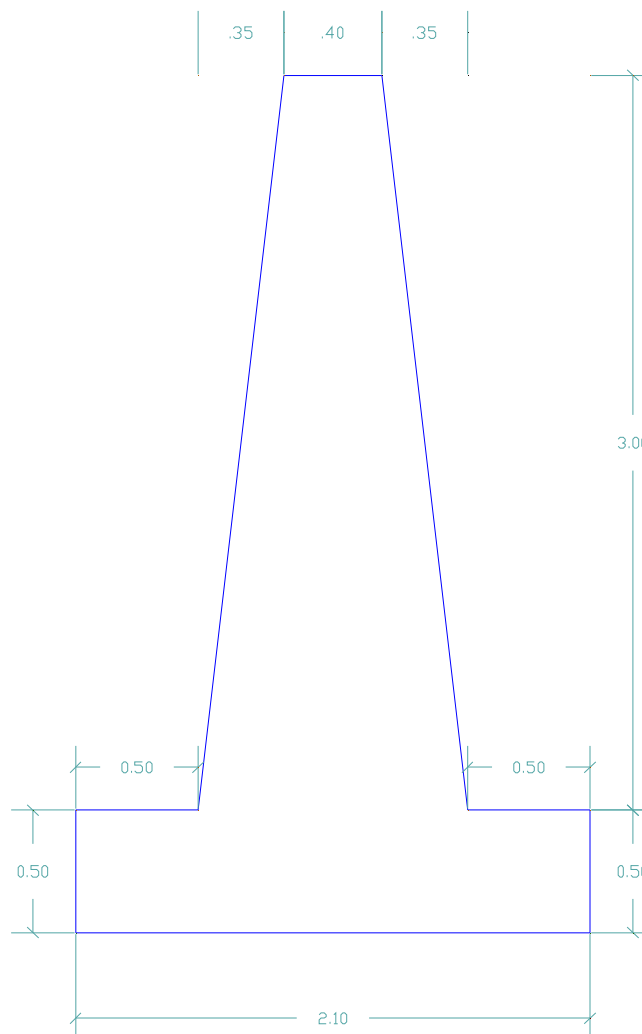
Calcularemos las cantidades de acero usando la teoría de última resistencia.

### 5.3.-ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SOFTWARE DISEÑADO

#### 5.3.1.- MUROS A GRAVEDAD

Con la utilización del software para el diseño de muros cuyo uso se describió anteriormente, obtenemos el siguiente gráfico en AutoCad, así como el siguiente reporte en Word, derivado del cálculo de un muro a gravedad con las dimensiones y características del ejemplo que se muestra en el capítulo dos apartado 2.2.1.

Muro A Gravedad



(fig. 5-103)

## DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN MUROS DE GRAVEDAD

FECHA:

NOMBRE DEL PROYECTO:

### DATOS DE ENTRADA

#### Dimensiones del muro

Beta (Deg)	0,00
B1 (m)	0,40
De (m)	0,50
E1 (m)	0,35
E2 (m)	0,35
B (m)	2,10
H (m)	3,00
D (m)	0,50
HF (m)	1,00
BD (m)	0,00
HD (m)	0,00

#### Características del suelo y sobrecarga

Angulo de Fricción Interna (Deg)	28,00
Peso específico del suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	1,70
Presión admisible del suelo (Tn/m <sup>2</sup> )	20,00
Coefficiente de Rozamiento [u]	0,53
Tipo de Suelo	Friccionante
Factor de seguridad mínimo al volcamiento	1,5
Factor de seguridad mínimo al deslizamiento	1,5
Sobrecarga [w] (Tn/m)	0,00

## DATOS DE SALIDA

### Presiones Sobre El Muro

Coefficiente de presión activa [Ka]	0,36103
Coefficiente de presión pasiva [Kp]	2,76983
Incremento de altura por sobrecarga [w] (m)	0,00
Altura total del muro	3,50
Presión Activa [PA] (Tn)	3,76
Presión Pasiva [PP] (Tn)	2,35
Componente Horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	3,76
Componente Vertical de la Presión Activa [Pv] (Tn)	0,00

### Seguridad Al Volcamiento

Momento de Volteo [MV] (Tn.m)	4,39
Momento Resistente [MR] (Tn.m)	13,66
Peso total del muro [WT] (Tn.m)	10,70
Factor de Seguridad al Volteo [FSV]	3,12

El muro es seguro al volcamiento FSV = 3,12 > 1,5 OK

### Seguridad al Deslizamiento

Fuerza Normal [N] (Tn)	10,70
Componente horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	3,76
Reacción debida al diente [Rd] (Tn)	0,00
Coefficiente de Rozamiento [u]	0,53
Factor de Seguridad al Deslizamiento [FSD]	1,51

El muro es seguro al deslizamiento FSD = 1,51 > 1,5 OK

### Ubicación de la Fuerza Normal (N)

B/3 (m)	0,70
x (m)	0,87
2B/3 (m)	1,40

La Fuerza Normal (N) esta localizada dentro del tercio medio ; OK

$$B/3 = 0,70 \text{ m} < ( x = 0,87 \text{ m} ) < 2B/3 = 1,40 \text{ m}$$

### Presiones sobre el Terreno

Presión admisible del suelo [q adm] (Tn/m <sup>2</sup> )	20,00
Mayor presión sobre el suelo [q Mayor] (Tn/m <sup>2</sup> )	7,76
menor presión sobre el suelo [q menor] (Tn/m <sup>2</sup> )	2,43

$$q_{\text{Mayor}} = 7,76 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 20,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

$$q_{\text{menor}} = 2,43 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 20,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

El suelo de cimentación resiste las solicitaciones del muro

### Volúmenes

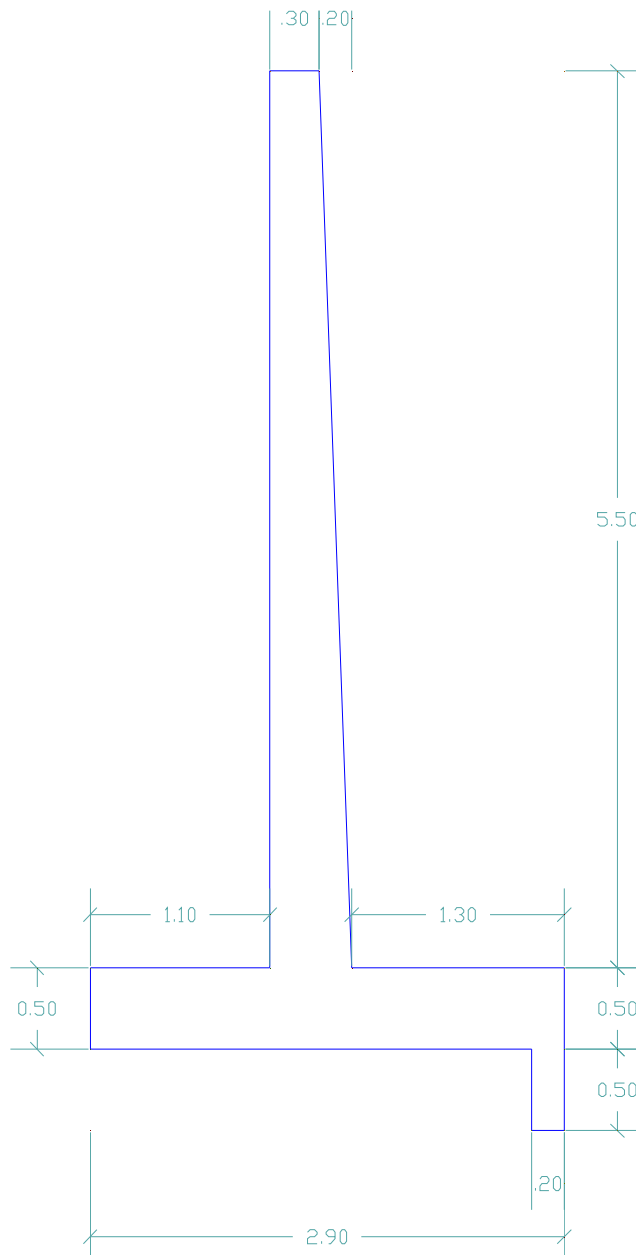
Volumen de hormigón (m <sup>3</sup> )	3,30
Volumen de suelo sobre el muro (m <sup>3</sup> )	2,03

Del análisis manual realizado para el diseño del muro a gravedad indicado en el apartado 2.2.1 y luego de comparar los resultados obtenidos en el mismo apartado, con los resultados obtenidos con la utilización del software para el diseño del muro mostrado anteriormente, podemos notar que los resultados obtenidos prácticamente son los mismos, debiendo anotarse que las pequeñas diferencias existentes se deben a que el programa trabaja con todos los decimales que se presentan.

### 5.3.2.- MUROS EN CANTILIVER

Al igual que el caso anterior, con la utilización del software para el diseño de muros, obtenemos el siguiente gráfico en AutoCad, así como el siguiente reporte en Word, derivado del cálculo de un muro en cantiliver con las dimensiones y características del ejemplo que se muestra en el capítulo tres apartado 3.2.1.

Muro En Cantiliver



(fig. 5-104)

# DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

## MUROS EN CANTILIVER

FECHA:

NOMBRE DEL PROYECTO:

### DATOS DE ENTRADA

#### Dimensiones del muro

Beta (Deg)	10,00
B1 (m)	0,30
De (m)	1,10
E1 (m)	0,00
E2 (m)	0,20
B (m)	2,90
H (m)	5,50
D (m)	0,50
HF (m)	1,00
BD (m)	0,20
HD (m)	0,50

#### Características del suelo y sobrecarga

Angulo de Fricción Interna (Deg)	32,00
Peso específico del suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	1,77
Presión admisible del suelo (Tn/m <sup>2</sup> )	20,00
Coefficiente de Rozamiento [u]	0,60
Tipo de Suelo	Friccionante
Factor de seguridad mínimo al volcamiento	1,5
Factor de seguridad mínimo al deslizamiento	1,5
Sobrecarga [w] (Tn/m)	0,00



## DATOS DE SALIDA

### Presiones Sobre El Muro

Coeficiente de presión activa [Ka]	0,32097
Coeficiente de presión pasiva [Kp]	3,02160
Incremento de altura por sobrecarga [w] (m)	0,00
Altura total del muro	6,26
Presión Activa [PA] (Tn)	11,15
Presión Pasiva [PP] (Tn)	2,67
Componente Horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	10,98
Componente Vertical de la Presión Activa [Pv] (Tn)	1,94

### Seguridad Al Volcamiento

Momento de Volteo [MV] (Tn.m)	22,92
Momento Resistente [MR] (Tn.m)	48,36
Peso total del muro [WT] (Tn.m)	24,68
Factor de Seguridad al Volteo [FSV]	2,11

El muro es seguro al volcamiento FSV = 2,11 > 1,5 OK

### Seguridad al Deslizamiento

Fuerza Normal [N] (Tn)	24,68
Componente horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	10,98
Reacción debida al diente [Rd] (Tn)	3,34
Coeficiente de Rozamiento [u]	0,60
Factor de Seguridad al Deslizamiento [FSD]	1,65

El muro es seguro al deslizamiento FSD = 1,65 > 1,5 OK

### Ubicación de la Fuerza Normal (N)

B/3 (m)	0,97
x (m)	1,03
2B/3 (m)	1,93

La Fuerza Normal (N) esta localizada dentro del tercio medio ; OK

$$B/3 = 0,97 \text{ m} < ( x = 1,03 \text{ m} ) < 2B/3 = 1,93 \text{ m}$$

### Presiones sobre el Terreno

Presión admisible del suelo [q adm] (Tn/m <sup>2</sup> )	20,00
Mayor presión sobre el suelo [q Mayor] (Tn/m <sup>2</sup> )	15,89
menor presión sobre el suelo [q menor] (Tn/m <sup>2</sup> )	1,13

$$q_{\text{Mayor}} = 15,89 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 20,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

$$q_{\text{menor}} = 1,13 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 20,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

El suelo de cimentación resiste las sollicitaciones del muro

### Volúmenes

Volumen de hormigón (m <sup>3</sup> )	3,75
Volumen de suelo sobre el muro (m <sup>3</sup> )	7,90

# DISEÑO DE ELEMENTOS DEL MURO

## DISEÑO DE LA PANTALLA

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	210,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	Mu (Tn.m)	p	As (cm <sup>2</sup> )
1	1,10	0,78	27,00	0,37	3,35714285714286E-03	9,06
2	2,20	1,40	31,00	2,33	3,35714285714286E-03	10,41
3	3,30	2,03	35,00	7,18	3,35714285714286E-03	11,75
4	4,40	2,65	39,00	16,18	3,35714285714286E-03	13,09
5	5,50	3,27	43,00	30,64	4,63841176458925E-03	19,95

El momento máximo de la pantalla es  $M_u = 30,64$  Tn.m

El espesor mínimo en la base de la pantalla debe ser  $d_{min} = 31,75$  cm

$d_{min} = 31,75$  cm <  $d = 43,00$  cm ; La pantalla resiste a flexión

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{max} = 0,0108375$

### Diseño a Corte

Cortante máximo de la pantalla [ $V_u$ ] (Tn)	16,01
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4,38
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	7,68

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 4,38$  Kg/cm<sup>2</sup> <  $v_{adm} = 7,68$  Kg/cm<sup>2</sup> ; La pantalla resiste al corte

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s$ rep] (cm <sup>2</sup> )	8,00
--	------

1/3 Acero de repartición [1/3 As rep] (cm <sup>2</sup> )	2,67
2/3 Acero de repartición [2/3 As rep] (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,33

El 1/3 del As rep debe colocarse en la cara interior del muro aquella que esta en contacto con el suelo

Los 2/3 del As rep deben colocarse en la cara exterior del muro formando una malla en los dos sentidos

## DISEÑO DEL DEDO

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	210,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	24,48
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	6,70
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	7,68

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 6,70 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 7,68 \text{ Kg/cm}^2$  ; El dedo resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	14,42
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	43,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	14,44
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	21,78
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	0,0108375

El peralte efectivo  $d = 43,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 21,78 \text{ (cm)}$  ; El dedo resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	10,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	3,33
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	6,67

Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

## DISEÑO DEL TALÓN

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	210,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	12,75
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	3,49
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	7,68

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 3,49 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 7,68 \text{ Kg/cm}^2$  ; El talón resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	9,87
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	43,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	14,44
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	18,02
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	0,0108375

El peralte efectivo  $d = 43,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 18,02 \text{ (cm)}$  ; El talón resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	10,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	3,33
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	6,67

Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

## DISEÑO DEL DIENTE

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	210,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	5,68
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,14
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	7,68

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 5,14 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 7,68 \text{ Kg/cm}^2$  ; El diente resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	1,52
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	13,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	4,36
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	7,06
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	0,0108375

El peralte efectivo  $d = 13,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 7,06 \text{ (cm)}$  ; El diente resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	4,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	1,33
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	2,67

Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

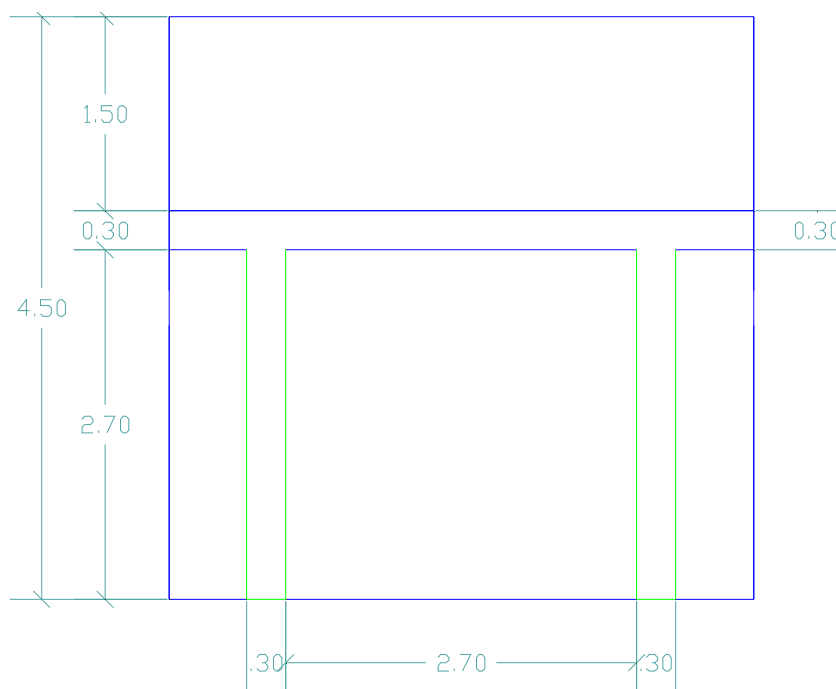
Como se puede observar y luego de comparar los resultados obtenidos utilizando el software para el diseño de muros en cantiliver, con los resultados que se obtienen en el análisis del mismo muros en cantiliver que se muestra en el apartado 3.2.1 realizado manualmente, notamos que los resultados prácticamente son los mismos, debiendo anotarse que al igual que en el ejemplo anterior las pequeñas diferencias existentes se deben a que el programa trabaja con todos los decimales.

### 5.3.3.- MUROS CON CONTRAFUERTE

#### A.- MUROS CON CONTRAFUERTE INTERNO

Como en los casos anteriores, con la utilización del software para el diseño de muros, obtenemos el siguiente gráfico realizado en AutoCAD, así como el reporte realizado en Word, derivado del cálculo de un muro con contrafuerte interno con las dimensiones y características del ejemplo que se muestra en el capítulo cuatro apartado 4.2.1.

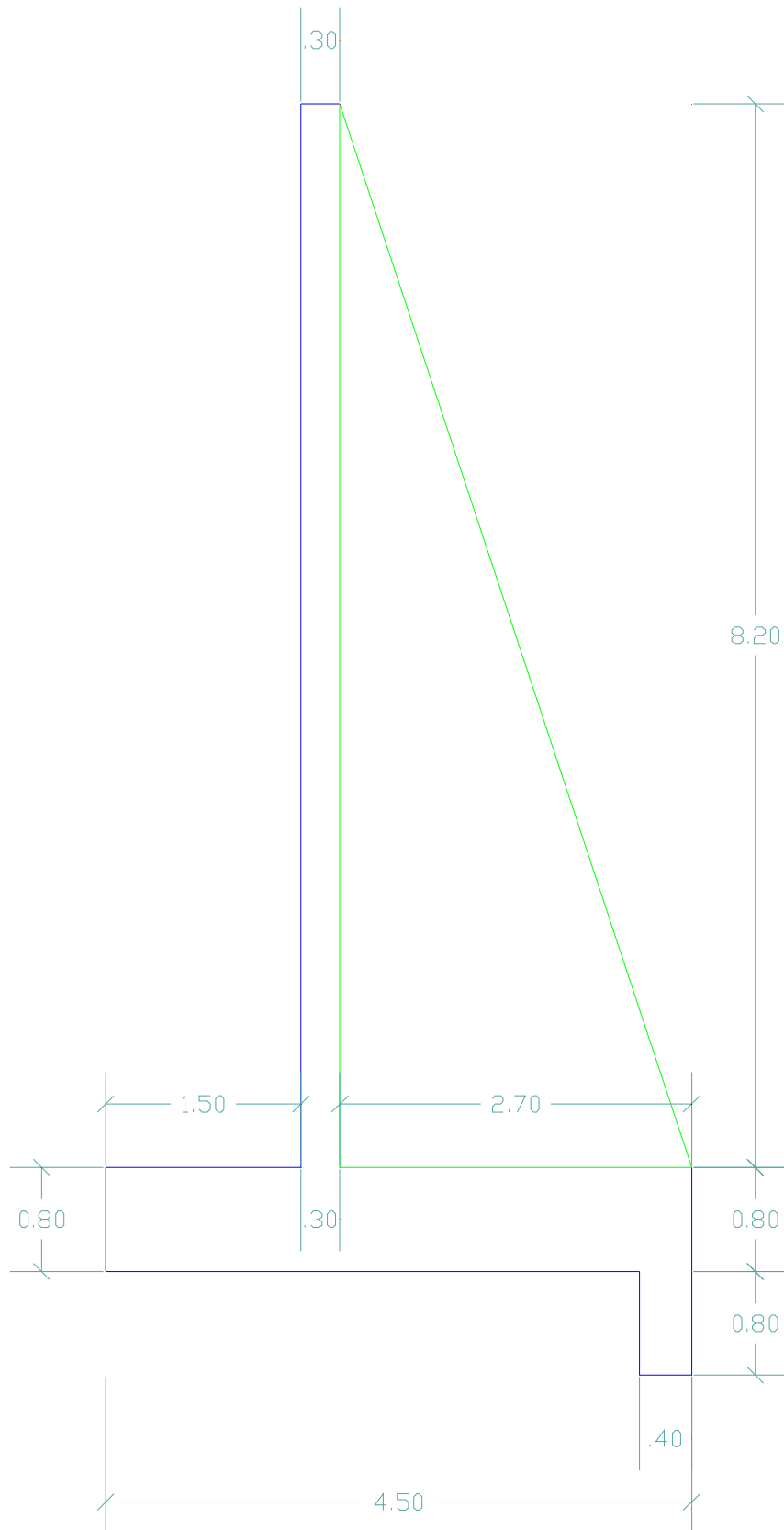
Muro Con Contrafuerte Interno – Planta



(fig. 5-105)



### Muro Con Contrafuerte Interno – Perfil



(fig. 5-106)

# DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

## MURO CON CONTRAFUERTE INTERNO

FECHA:

NOMBRE DEL PROYECTO:

### DATOS DE ENTRADA

#### Dimensiones del muro

Beta (Deg)	0,00
B1 (m)	0,30
De (m)	1,50
E1 (m)	0,00
B (m)	4,50
H (m)	8,20
D (m)	0,80
HF (m)	1,00
BD (m)	0,40
HD (m)	0,80
s (m)	3,00
co (m)	0,30

#### Características del suelo y sobrecarga

Angulo de Fricción Interna (Deg)	30,00
Peso específico del suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	1,77
Presión admisible del suelo (Tn/m <sup>2</sup> )	30,00
Coefficiente de Rozamiento [u]	0,58
Tipo de Suelo	Friccionante
Factor de seguridad mínimo al volcamiento	2
Factor de seguridad mínimo al deslizamiento	1,5
Sobrecarga [w] (Tn/m)	0,00

## DATOS DE SALIDA

### Presiones Sobre El Muro

Coeficiente de presión activa [Ka]	0,33333
Coeficiente de presión pasiva [Kp]	3,00000
Incremento de altura por sobrecarga [w] (m)	0,00
Altura total del muro	9,00
Presión Activa [PA] (Tn)	71,69
Presión Pasiva [PP] (Tn)	7,96
Componente Horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	71,69
Componente Vertical de la Presión Activa [Pv] (Tn)	0,00

### Seguridad Al Volcamiento

Momento de Volteo [MV] (Tn.m)	215,06
Momento Resistente [MR] (Tn.m)	463,52
Peso total del muro [WT] (Tn.m)	163,29
Factor de Seguridad al Volteo [FSV]	2,16

El muro es seguro al volcamiento FSV = 2,16 > 2 OK

### Seguridad al Deslizamiento

Fuerza Normal [N] (Tn)	163,29
Componente horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	71,69
Reacción debida al diente [Rd] (Tn)	17,84
Coeficiente de Rozamiento [u]	0,58
Factor de Seguridad al Deslizamiento [FSD]	1,57

El muro es seguro al deslizamiento FSD = 1,57 > 1,5 OK

### Ubicación de la Fuerza Normal (N)

B/3 (m)	1,50
x (m)	1,52
2B/3 (m)	3,00

La Fuerza Normal (N) esta localizada dentro del tercio medio ; OK

$$B/3 = 1,50 \text{ m} < ( x = 1,52 \text{ m} ) < 2B/3 = 3,00 \text{ m}$$

### Presiones sobre el Terreno

Presión admisible del suelo [q adm] (Tn/m <sup>2</sup> )	30,00
Mayor presión sobre el suelo [q Mayor] (Tn/m <sup>2</sup> )	23,84
menor presión sobre el suelo [q menor] (Tn/m <sup>2</sup> )	0,35

$$q_{\text{Mayor}} = 23,84 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 30,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

$$q_{\text{menor}} = 0,35 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 30,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

El suelo de cimentación resiste las sollicitaciones del muro

### Volúmenes

Volumen de hormigón (m <sup>3</sup> )	22,46
Volumen de suelo sobre el muro (m <sup>3</sup> )	63,10

# DISEÑO DE ELEMENTOS DEL MURO

## DISEÑO DE LA PANTALLA

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

#### Diseño de aceros para el momento M1

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M1 (Tn.m)	p1	As1 (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	0,47	3,35714285714286E-03	7,72
2	4,10	3,08	23,00	1,41	3,35714285714286E-03	7,72
3	6,15	5,14	23,00	2,34	3,35714285714286E-03	7,72
4	8,20	7,20	23,00	3,28	3,35714285714286E-03	7,72

#### Diseño de aceros para el momento M2

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M2 (Tn.m)	p2	As2 (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	0,54	3,35714285714286E-03	7,72
2	4,10	3,08	23,00	1,61	3,35714285714286E-03	7,72
3	6,15	5,14	23,00	2,68	3,35714285714286E-03	7,72
4	8,20	7,20	23,00	3,75	3,35714285714286E-03	7,72

#### Diseño de aceros para el momento M3

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M3 (Tn.m)	p3	As3 (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	0,75	3,35714285714286E-03	7,72
2	4,10	3,08	23,00	2,25	3,35714285714286E-03	7,72
3	6,15	5,14	23,00	3,75	3,35714285714286E-03	7,72

4	8,20	7,20	23,00	5,25	3,35714285714286E-03	7,72
---	------	------	-------	------	----------------------	------

#### Diseño de aceros para el momento M4

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M4 (Tn.m)	p4	As4 (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	0,47	3,35714285714286E-03	7,72
2	4,10	3,08	23,00	1,41	3,35714285714286E-03	7,72
3	6,15	5,14	23,00	2,34	3,35714285714286E-03	7,72
4	8,20	7,20	23,00	3,28	3,35714285714286E-03	7,72

#### Diseño de aceros para el momento M5

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M5 (Tn.m)	p5	As5 (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	0,68	3,35714285714286E-03	7,72
2	4,10	3,08	23,00	2,04	3,35714285714286E-03	7,72
3	6,15	5,14	23,00	3,41	3,35714285714286E-03	7,72
4	8,20	7,20	23,00	4,77	3,35714285714286E-03	7,72

El momento máximo de la pantalla es  $M_u = 5,25 \text{ Tn.m}$

El espesor mínimo en la base de la pantalla debe ser  $d_{min} = 12,29 \text{ cm}$

$d_{min} = 12,29 \text{ cm} < d = 23,00 \text{ cm}$  ; La pantalla resiste a flexión

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{max} = 1,23857142857143E-02$

#### Diseño a Corte

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	V1 (Tn)	V2 (Tn)	Vmax (Tn)	vc (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	1,39	1,60	1,60	0,82
2	4,10	3,08	23,00	4,16	4,79	4,79	2,45
3	6,15	5,14	23,00	6,94	7,98	7,98	4,08
4	8,20	7,20	23,00	9,72	11,17	11,17	5,71

El esfuerzo máximo del hormigón  $vc = 5,71 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; La pantalla resiste al corte

#### Diseño de Horquilla

Dovela	z (m)	p (Tn/m)	d (cm)	R(Tn)	As (cm <sup>2</sup> )	As/2 ramales (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,03	23,00	2,98	0,79	0,39
2	4,10	3,08	23,00	8,95	2,37	1,18
3	6,15	5,14	23,00	14,92	3,95	1,97
4	8,20	7,20	23,00	20,89	5,53	2,76

Espaciamiento Máximo ( e )

e <= Lado menor del contrafuerte

e <= 16 diámetros del acero longitudinal

e <= 48 diámetros del acero de la horquilla

### **Aceros de repartición y temperatura**

Acero de repartición [As rep] (cm <sup>2</sup> )	6,00
1/3 Acero de repartición [1/3 As rep] (cm <sup>2</sup> )	2,00
2/3 Acero de repartición [2/3 As rep] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4,00

El 1/3 del As rep debe colocarse en la cara interior del muro aquella que esta en contacto con el suelo

Los 2/3 del As rep deben colocarse en la cara exterior del muro

## DISEÑO DEL CONTRAFUERTE

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	Mu (Tn.m)	p	As (cm <sup>2</sup> )
1	2,05	1,21	0,57	4,32	3,35714285714286E-03	5,75
2	4,10	2,42	1,21	34,56	3,35714285714286E-03	12,21
3	6,15	3,63	1,85	116,65	3,35714285714286E-03	18,67
4	8,20	4,84	2,49	276,51	4,09126452030721E-03	30,62

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{\min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{\max} = 1,23857142857143E-02$



## DISEÑO DEL TALÓN

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

#### Diseño de aceros para el momento M1

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M1 (Tn.m)	p1	As1 (cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	10,84	3,35714285714286E-03	24,51
2	1,80	15,80	73,00	7,20	3,35714285714286E-03	24,51
3	2,70	7,81	73,00	3,56	3,35714285714286E-03	24,51

#### Diseño de aceros para el momento M2

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M2 (Tn.m)	p2	As2 (cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	12,39	3,35714285714286E-03	24,51
2	1,80	15,80	73,00	8,23	3,35714285714286E-03	24,51
3	2,70	7,81	73,00	4,07	3,35714285714286E-03	24,51

#### Diseño de aceros para el momento M3

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M3 (Tn.m)	p3	As3 (cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	17,34	3,35714285714286E-03	24,51
2	1,80	15,80	73,00	11,52	3,35714285714286E-03	24,51
3	2,70	7,81	73,00	5,70	3,35714285714286E-03	24,51

### Diseño de aceros para el momento M4

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M4 (Tn.m)	p4	As4 (cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	10,84	3,35714285714286E-03	24,51
2	1,80	15,80	73,00	7,20	3,35714285714286E-03	24,51
3	2,70	7,81	73,00	3,56	3,35714285714286E-03	24,51

### Diseño de aceros para el momento M5

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M5 (Tn.m)	p5	As5 (cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	15,77	3,35714285714286E-03	24,51
2	1,80	15,80	73,00	10,47	3,35714285714286E-03	24,51
3	2,70	7,81	73,00	5,18	3,35714285714286E-03	24,51

El momento máximo del talón es  $M_u = 17,34 \text{ Tn.m}$

El espesor mínimo del talón debe ser  $d_{min} = 22,34 \text{ cm}$

$d_{min} = 22,34 \text{ cm} < d = 73,00 \text{ cm}$  ; El talón resiste a flexión

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{max} = 1,23857142857143E-02$

### Diseño a Corte

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	V1 (Tn)	V2 (Tn)	Vmax (Tn)	vc (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	32,12	36,93	36,93	5,95
2	1,80	15,80	73,00	21,33	24,53	24,53	3,95
3	2,70	7,81	73,00	10,55	12,13	12,13	1,96

El esfuerzo máximo del hormigón  $vc = 5,95 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; El dedo resiste al corte

### Diseño de Horquilla

Dovela	z (m)	p (Tn/m)	d (cm)	R(Tn)	As (cm <sup>2</sup> )	As/2 ramales (cm <sup>2</sup> )
1	0,90	23,79	73,00	69,05	18,27	9,13
2	1,80	15,80	73,00	45,87	12,13	6,07
3	2,70	7,81	73,00	22,68	6,00	3,00

Espaciamiento Máximo ( e )

$e \leq$  Lado menor del contrafuerte

$e \leq$  16 diámetros del acero longitudinal

$e \leq$  48 diámetros del acero de la horquilla

### **Aceros de repartición y temperatura**

Acero de repartición [As rep] (cm <sup>2</sup> )	16,00
1/3 Acero de repartición [1/3 As rep] (cm <sup>2</sup> )	5,33
2/3 Acero de repartición [2/3 As rep] (Kg/cm <sup>2</sup> )	10,67

El 1/3 del As rep debe colocarse como acero de amarre del acero principal

## DISEÑO DEL DEDO

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	50,81
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	8,19
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	8,21

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 8,19 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; El dedo resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	40,61
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	73,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	24,51
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	34,18
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	1,23857142857143E-02

El peralte efectivo  $d = 73,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 34,18 \text{ (cm)}$  ; El dedo resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	16,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	5,33
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	10,67

Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

## DISEÑO DEL DIENTE

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	10,11
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	3,60
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	8,21

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 3,60 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; El diente resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	4,43
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	33,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	11,08
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	11,29
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	1,23857142857143E-02

El peralte efectivo  $d = 33,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 11,29 \text{ (cm)}$  ; El diente resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	8,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	2,67
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,33

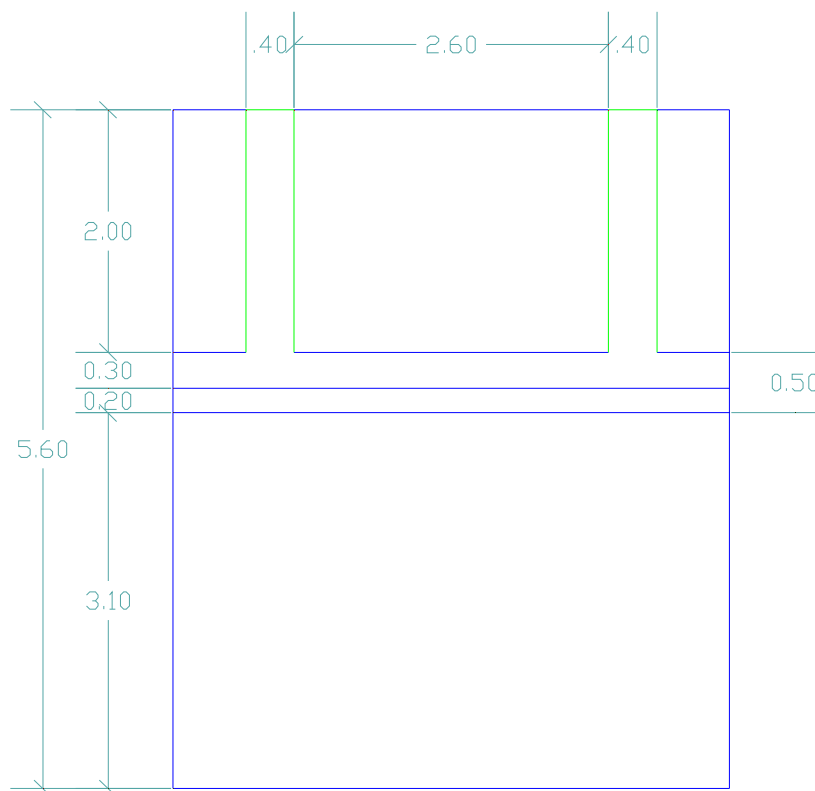
Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

Como se puede observar y luego de comparar los resultados obtenidos utilizando el software para el diseño de muros con contrafuerte interno, con los resultados que se obtienen en el análisis del mismo muro que se muestra en el apartado 4.2.1 realizado manualmente, notamos que los resultados al igual que en los casos anteriores prácticamente son los mismos, debiendo anotarse que las pequeñas diferencias existentes se deben a que el programa trabaja con todos los decimales.

## B.- MUROS CON CONTRAFUERTE EXTERNO

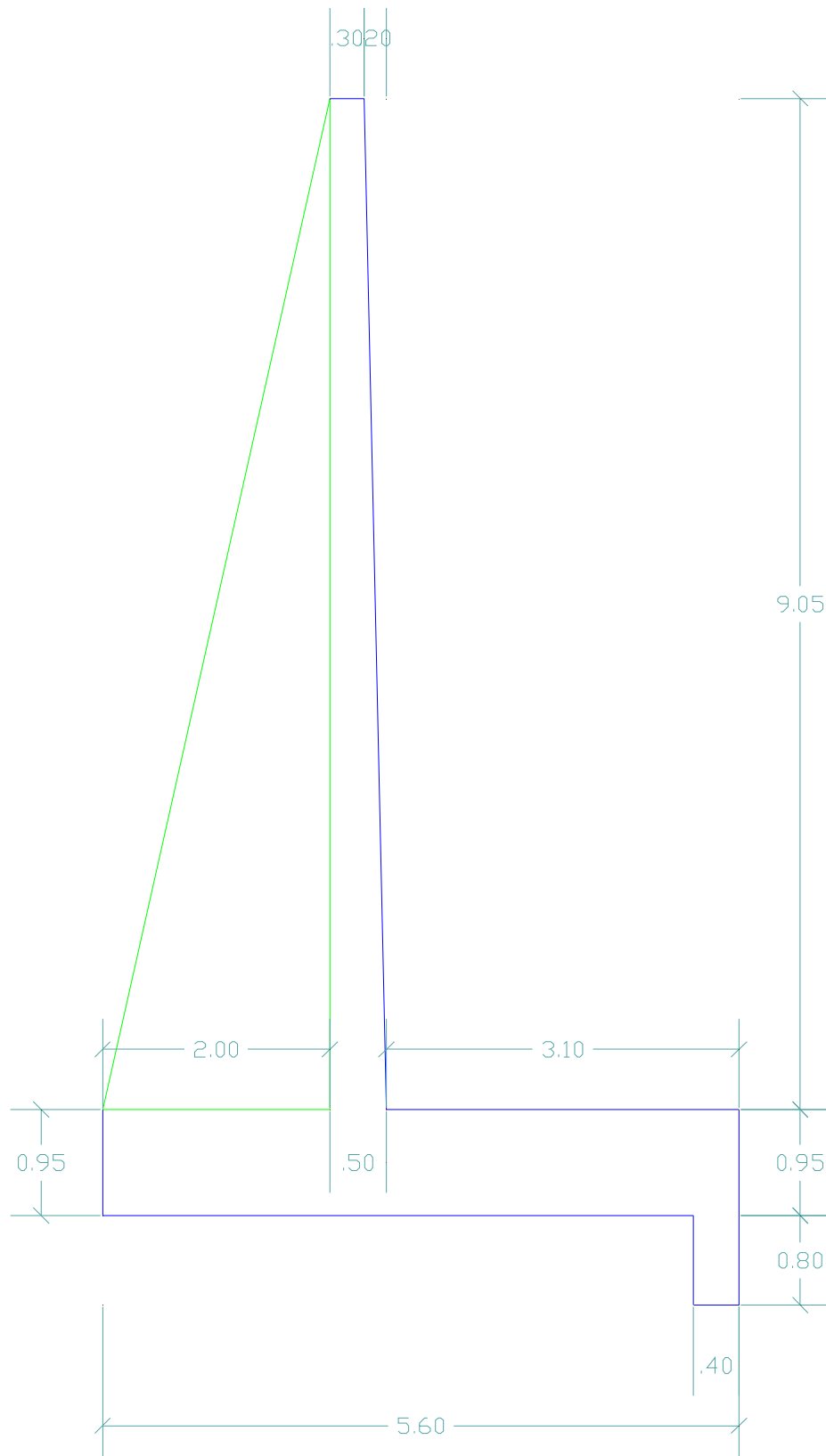
Como en los casos anteriores, con la utilización del software para el diseño de muros, obtenemos el siguiente gráfico realizado en AutoCAD, así como el reporte realizado en Word, derivado del cálculo de un muro con contrafuerte externo con las dimensiones y características del ejemplo que se muestra en el capítulo cuatro apartado 4.2.2.

Muro Con Contrafuerte Externo – Planta



(fig. 5-107)

# Muro Con Contrafuerte Externo – Perfil



(fig. 5-108)

# DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

## MURO CON CONTRAFUERTE EXTERNO

FECHA:

NOMBRE DEL PROYECTO:

### DATOS DE ENTRADA

#### Dimensiones del muro

Beta (Deg)	0,00
B1 (m)	0,30
De (m)	2,00
E2 (m)	0,20
B (m)	5,60
H (m)	9,05
D (m)	0,95
HF (m)	1,50
BD (m)	0,40
HD (m)	0,80
s (m)	3,00
co (m)	0,40

#### Características del suelo y sobrecarga

Angulo de Fricción Interna (Deg)	32,00
Peso específico del suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	1,73
Presión admisible del suelo (Tn/m <sup>2</sup> )	30,00
Coefficiente de Rozamiento [u]	0,60
Tipo de Suelo	Friccionante
Factor de seguridad mínimo al volcamiento	2
Factor de seguridad mínimo al deslizamiento	1,5
Sobrecarga [w] (Tn/m)	1,50



## DATOS DE SALIDA

### Presiones Sobre El Muro

Coefficiente de presión activa [Ka]	0,30726
Coefficiente de presión pasiva [Kp]	3,25459
Incremento de altura por sobrecarga [w] (m)	0,87
Altura total del muro	10,00
Presión Activa [PA] (Tn)	93,56
Presión Pasiva [PP] (Tn)	19,00
Componente Horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	93,56
Componente Vertical de la Presión Activa [Pv] (Tn)	0,00

### Seguridad Al Volcamiento

Momento de Volteo [MV] (Tn.m)	338,91
Momento Resistente [MR] (Tn.m)	777,42
Peso total del muro [WT] (Tn.m)	223,36
Factor de Seguridad al Volteo [FSV]	2,29

El muro es seguro al volcamiento FSV = 2,29 > 2 OK

### Seguridad al Deslizamiento

Fuerza Normal [N] (Tn)	223,36
Componente horizontal de la Presión Activa [Ph] (Tn)	93,56
Reacción debida al diente [Rd] (Tn)	25,67
Coefficiente de Rozamiento [u]	0,60
Factor de Seguridad al Deslizamiento [FSD]	1,71

El muro es seguro al deslizamiento FSD = 1,71 > 1,5 OK

### Ubicación de la Fuerza Normal (N)

B/3 (m)	1,87
x (m)	1,96
2B/3 (m)	3,73

La Fuerza Normal (N) esta localizada dentro del tercio medio ; OK

$$B/3 = 1,87 \text{ m} < ( x = 1,96 \text{ m} ) < 2B/3 = 3,73 \text{ m}$$

### Presiones sobre el Terreno

Presión admisible del suelo [q adm] (Tn/m <sup>2</sup> )	30,00
Mayor presión sobre el suelo [q Mayor] (Tn/m <sup>2</sup> )	25,21
menor presión sobre el suelo [q menor] (Tn/m <sup>2</sup> )	1,38

$$q_{\text{Mayor}} = 25,21 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 30,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

$$q_{\text{menor}} = 1,38 \text{ Tn/m}^2 < q_{\text{adm}} = 30,00 \text{ Tn/m}^2 ; \text{OK}$$

El suelo de cimentación resiste las sollicitaciones del muro

### Volúmenes

Volumen de hormigón (m <sup>3</sup> )	31,40
Volumen de suelo sobre el muro (m <sup>3</sup> )	86,88

# DISEÑO DE ELEMENTOS DEL MURO

## DISEÑO DE LA PANTALLA

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

#### Diseño de aceros para el momento M1

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M1 (Tn.m)	p1	As1 (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	0,68	3,35714285714286E-03	8,39
2	3,62	3,24	29,00	1,37	3,35714285714286E-03	9,74
3	5,43	4,87	33,00	2,06	3,35714285714286E-03	11,08
4	7,24	6,51	37,00	2,75	3,35714285714286E-03	12,42
5	9,05	8,14	41,00	3,44	3,35714285714286E-03	13,76

#### Diseño de aceros para el momento M2

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M2 (Tn.m)	p2	As2 (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	0,77	3,35714285714286E-03	8,39
2	3,62	3,24	29,00	1,56	3,35714285714286E-03	9,74
3	5,43	4,87	33,00	2,35	3,35714285714286E-03	11,08
4	7,24	6,51	37,00	3,14	3,35714285714286E-03	12,42
5	9,05	8,14	41,00	3,93	3,35714285714286E-03	13,76

#### Diseño de aceros para el momento M3

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M3 (Tn.m)	p3	As3 (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	1,08	3,35714285714286E-03	8,39

2	3,62	3,24	29,00	2,19	3,35714285714286E-03	9,74
3	5,43	4,87	33,00	3,29	3,35714285714286E-03	11,08
4	7,24	6,51	37,00	4,40	3,35714285714286E-03	12,42
5	9,05	8,14	41,00	5,51	3,35714285714286E-03	13,76

#### Diseño de aceros para el momento M4

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M4 (Tn.m)	p4	As4 (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	0,68	3,35714285714286E-03	8,39
2	3,62	3,24	29,00	1,37	3,35714285714286E-03	9,74
3	5,43	4,87	33,00	2,06	3,35714285714286E-03	11,08
4	7,24	6,51	37,00	2,75	3,35714285714286E-03	12,42
5	9,05	8,14	41,00	3,44	3,35714285714286E-03	13,76

#### Diseño de aceros para el momento M5

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	M5 (Tn.m)	p5	As5 (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	0,98	3,35714285714286E-03	8,39
2	3,62	3,24	29,00	1,99	3,35714285714286E-03	9,74
3	5,43	4,87	33,00	2,99	3,35714285714286E-03	11,08
4	7,24	6,51	37,00	4,00	3,35714285714286E-03	12,42
5	9,05	8,14	41,00	5,00	3,35714285714286E-03	13,76

El momento máximo de la pantalla es  $M_u = 5,51 \text{ Tn.m}$

El espesor mínimo en la base de la pantalla debe ser  $d_{\min} = 12,59 \text{ cm}$

$d_{\min} = 12,59 \text{ cm} < d = 41,00 \text{ cm}$  ; La pantalla resiste a flexión

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{\min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{\max} = 1,23857142857143E-02$

#### Diseño a Corte

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	V1 (Tn)	V2 (Tn)	Vmax (Tn)	vc (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	2,08	2,39	2,39	1,13
2	3,62	3,24	29,00	4,21	4,84	4,84	1,96
3	5,43	4,87	33,00	6,33	7,28	7,28	2,60

4	7,24	6,51	37,00	8,46	9,73	9,73	3,09
5	9,05	8,14	41,00	10,59	12,17	12,17	3,49

El esfuerzo máximo del hormigón  $v_c = 3,49 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; La pantalla resiste al corte

### Diseño de Horquilla

Dovela	z (m)	p (Tn/m)	d (cm)	R(Tn)	As (cm <sup>2</sup> )	As/2 ramales (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,60	25,00	4,48	1,18	0,59
2	3,62	3,24	29,00	9,05	2,39	1,20
3	5,43	4,87	33,00	13,62	3,60	1,80
4	7,24	6,51	37,00	18,19	4,81	2,41
5	9,05	8,14	41,00	22,76	6,02	3,01

Espaciamiento Máximo ( e )

$e \leq$  Lado menor del contrafuerte

$e \leq$  16 diámetros del acero longitudinal

$e \leq$  48 diámetros del acero de la horquilla

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [As rep] (cm <sup>2</sup> )	8,00
1/3 Acero de repartición [1/3 As rep] (cm <sup>2</sup> )	2,67
2/3 Acero de repartición [2/3 As rep] (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,33

El 1/3 del As rep debe colocarse en la cara interior del muro aquella que esta en contacto con el suelo

Los 2/3 del As rep deben colocarse en la cara exterior del muro

## DISEÑO DEL CONTRAFUERTE

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

Dovela	z (m)	pz (Tn/m)	d (cm)	Mu (Tn.m)	p	As (cm <sup>2</sup> )
1	1,81	1,42	0,32	6,53	4,40217083421825E-03	5,64
2	3,62	2,39	0,71	36,83	5,08390107816086E-03	14,46
3	5,43	3,35	1,10	106,99	6,2305039182157E-03	27,46
4	7,24	4,31	1,49	233,07	7,50317797680749E-03	44,79
5	9,05	5,27	1,88	431,16	8,85250378564867E-03	66,67

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{\min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{\max} = 1,23857142857143E-02$

## DISEÑO DEL DEDO

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a flexión

#### Diseño de aceros para el momento M1

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	M1 (Tn.m)	p1	As1 (cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	16,58	3,35714285714286E-03	29,54
2	2,00	32,01	88,00	13,52	3,35714285714286E-03	29,54

#### Diseño de aceros para el momento M2

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	M2 (Tn.m)	p2	As2 (cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	18,95	3,35714285714286E-03	29,54
2	2,00	32,01	88,00	15,46	3,35714285714286E-03	29,54

#### Diseño de aceros para el momento M3

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	M3 (Tn.m)	p3	As3 (cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	26,53	3,35714285714286E-03	29,54
2	2,00	32,01	88,00	21,64	3,35714285714286E-03	29,54

#### Diseño de aceros para el momento M4

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	M4 (Tn.m)	p4	As4 (cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	16,58	3,35714285714286E-03	29,54
2	2,00	32,01	88,00	13,52	3,35714285714286E-03	29,54

### Diseño de aceros para el momento M5

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	M5 (Tn.m)	p5	As5 (cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	24,12	3,35714285714286E-03	29,54
2	2,00	32,01	88,00	19,67	3,35714285714286E-03	29,54

El momento máximo del dedo es  $M_u = 26,53 \text{ Tn.m}$

El espesor mínimo del dedo debe ser  $d_{min} = 27,63 \text{ cm}$

$d_{min} = 27,63 \text{ cm} < d = 88,00 \text{ cm}$  ; El dedo resiste a flexión

El porcentaje mínimo de acero es  $p_{min} = 3,35714285714286E-03$

El porcentaje máximo de acero es  $p_{max} = 1,23857142857143E-02$

### Diseño a Corte

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	V1 (Tn)	V2 (Tn)	Vmax (Tn)	vc (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	51,02	58,67	58,67	7,84
2	2,00	32,01	88,00	41,61	47,85	47,85	6,40

El esfuerzo máximo del hormigón  $vc = 7,84 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; El dedo resiste al corte

### Diseño de Horquilla

Dovela	x (m)	q (Tn/m)	d (cm)	R(Tn)	As (cm <sup>2</sup> )	As/2 ramales (cm <sup>2</sup> )
1	1,00	39,25	88,00	109,69	29,02	14,51
2	2,00	32,01	88,00	89,47	23,67	11,83

Espaciamiento Máximo ( e )

$e \leq$  Lado menor del contrafuerte

$e \leq$  16 diámetros del acero longitudinal

$e \leq$  48 diámetros del acero de la horquilla

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [As rep] (cm <sup>2</sup> )	19,00
1/3 Acero de repartición [1/3 As rep] (cm <sup>2</sup> )	6,33
2/3 Acero de repartición [2/3 As rep] (Kg/cm <sup>2</sup> )	12,67

El 1/3 del As rep debe colocarse como acero de amarre del acero principal



## DISEÑO DEL TALÓN

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	48,39
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	6,47
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	8,21

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 6,47 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; El talón resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	92,97
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	88,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	29,54
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	51,72
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	1,23857142857143E-02

El peralte efectivo  $d = 88,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 51,72 \text{ (cm)}$  ; El talón resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	19,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	6,33
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	12,67

Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

## DISEÑO DEL DIENTE

### Características del material y factor de mayoración de cargas

Resistencia del hormigón [ $f_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	240,00
Resistencia del acero [ $f_y$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200,00
Factor de mayoración [ $f$ ]	1,70

### Diseño a Corte

Cortante máximo del Dedo [ $V_u$ ] (Tn)	14,55
Esfuerzo calculado del hormigón [ $v_c$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,19
Esfuerzo admisible del hormigón [ $v_{adm}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	8,21

El esfuerzo calculado del hormigón  $v_c = 5,19 \text{ Kg/cm}^2 < v_{adm} = 8,21 \text{ Kg/cm}^2$  ; El diente resiste al corte

### Diseño a Flexión

Momento máximo [ $M_u$ ] (Tn.m)	6,23
Peralte efectivo [ $d$ ] (cm)	33,00
Porcentaje de acero [ $p$ ]	3,35714285714286E-03
Acero de refuerzo [ $A_s$ ] (cm <sup>2</sup> )	11,08
Peralte mínimo [ $d_{min}$ ] (cm)	13,39
Porcentaje mínimo de acero [ $p_{min}$ ]	3,35714285714286E-03
Porcentaje máximo de acero [ $p_{max}$ ]	1,23857142857143E-02

El peralte efectivo  $d = 33,00 \text{ (cm)} > \text{Peralte mínimo } d_{min} = 13,39 \text{ (cm)}$  ; El diente resiste a flexión

### Aceros de repartición y temperatura

Acero de repartición [ $A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	8,00
1/3 Acero de repartición [ $1/3 A_s \text{ rep}$ ] (cm <sup>2</sup> )	2,67
2/3 Acero de repartición [ $2/3 A_s \text{ rep}$ ] (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,33

Se recomienda que el 1/3 del  $A_s \text{ rep}$  debe colocarse como acero de amarre del acero principal

Como se puede observar y luego de comparar los resultados obtenidos utilizando el software para el diseño de muros con contrafuerte externo, con los resultados que se obtienen en el análisis del mismo muro que se muestra en el apartado 4.2.2 realizado manualmente, notamos que los resultados al igual que en los casos anteriores prácticamente son los mismos, debiendo anotarse que las pequeñas diferencias existentes se deben a que el programa trabaja con todos los decimales.



## CAPITULO VI

### **6.- SISTEMA MULTIMEDIA PARA EL DISEÑO DE MUROS A GRAVEDAD, MUROS EN CANTILIVER Y MUROS CON CONTRAFUERTE**

#### **6.1.-SISTEMAS MULTIMEDIA<sup>11</sup>**

Cada día se hace más necesario innovar el proceso de enseñanza – aprendizaje. Consideremos que actualmente los alumnos que se encuentran cursando estudios en los niveles primarios secundarios y universitarios se encuentran viviendo una etapa donde todas las tecnologías tienen presencia en el quehacer diario de todas las áreas.

Actualmente, el principal medio de procesamiento de todo tipo de información lo constituye la computadora. Es imprescindible que toda persona sepa utilizar esta estupenda herramienta de trabajo, y de manera especial, los docentes deben tener un amplio dominio ya que pueden aplicarlo en el proceso de enseñanza - aprendizaje, y porque constituye una especie de nuevo idioma universal de amplio dominio por parte de los alumnos y que deberían entenderlo y dominarlo.

Asimismo, de manera paralela con la computadora, existen otros medios multimedia, bastante difundido y también de amplio dominio de los alumnos, como por ejemplo: los equipos DVD, VHS, cámaras fotográficas digitales, walkman, equipos de sonido sofisticados, videgrabadoras, etc.

Algunas formas de utilizar estos medios multimedia, pueden ser en la preparación de clases para todas las áreas y niveles, conferencias, exposiciones, actividades y ceremonias escolares, etc. Para ello se requiere que toda la Comunidad Educativa conozca estos sistemas y posea conocimientos básicos para su uso y aplicación.

---

<sup>11</sup> <http://www.aulafacil.com/cursosenviados/cursomultimediaaprendizaje/Temario.htm>

Con el uso de estos sistemas se logrará un mejor acercamiento y entendimiento con los Alumnos.

## **6.2.- CONOCIENDO MULTIMEDIA**

### **6.2.1.-DEFINICIÓN**

Multimedia es, en esencia, una tendencia de mezclar diferentes tecnologías de difusión de información, impactando varios sentidos a la vez para lograr un efecto mayor en la comprensión del mensaje. Significa también capacidad para comunicarse en más de una forma.

En el siglo veinte han surgido dos de las herramientas de comunicación mas potentes en la historia de la humanidad: la televisión y el computador. Quizá la mejor descripción tecnológica es "la integración de dos o más medios distintos y el computador personal". Para que una aplicación sea considerada multimedia deberá integrar por lo menos tres de esto cinco tipos de datos: Texto, gráficos, imagen fija, imagen en movimiento (vídeo – animaciones) y audio (música, voz, sonidos, etc.), que puede difundirse por computadora u otros medios electrónicos. Es un tema presentado con lujos de detalles. Cuando conjuga los elementos de multimedia - fotografías y animación deslumbrantes, mezclando sonido, vídeo clips y textos informativos - puede impresionar favorablemente a su auditorio; y si además le da control interactivo del proceso, quedarán encantados. Multimedia estimula los ojos, oídos, yemas de los dedos y, lo más importante, la cabeza.

### **6.2.2.-COMPONENTES MULTIMEDIA**

El término "sistema multimedia" involucra diversos elementos: La información misma a transmitir, Hardware y Software para su elaboración y funcionamiento.

#### a).-LA INFORMACIÓN A TRANSMITIR

El aspecto interdisciplinario de diseño y contenido de un mensaje sigue siendo fundamental en las aplicaciones multimedia, por ejemplo, es importante contar con un pedagogo como integrante del equipo de desarrollo.

#### b).-HARDWARE

La mayor parte de las computadoras requieren de dispositivos adicionales para operar con los datos multimedia: audio y video, digitalizadores de documentos, tarjetas de captura de video y de reproducción de audio son algunos ejemplos. Medios de almacenamiento masivo, como el CD-ROM, son también comunes para manipular esos datos, que exigen una gran cantidad de requerimientos.

#### c).- SOFTWARE

La reproducción de un título multimedia requiere de una computadora con características determinadas por los desarrolladores del producto, como extensiones multimedia a un sistema operativo particular. Existen diversos programas como PowerPoint de Office que permite la inclusión de imágenes, sonidos, imágenes en movimiento, etc., o Macromedia utilizada en el diseño de páginas web (lenguaje HTML)

### **6.2.3. ¿DÓNDE SE UTILIZAN LOS EQUIPOS Y SISTEMAS MULTIMEDIA?**

Es conveniente utilizar multimedia cuando las personas necesitan tener acceso a información electrónica de cualquier tipo. Multimedia mejora las interfaces tradicionales basada solo en texto y proporciona beneficios importantes que atraen y mantienen la atención y el interés. Multimedia mejora la retención de la

información presentada, cuando está bien diseñada puede ser enormemente divertida.

También proporciona una vía para llegar a personas que tienen computadoras, ya que presenta la información en diferentes formas a la que están acostumbrados.

Las escuelas son quizás los lugares donde más se necesita multimedia. Multimedia causará cambios radicales en el proceso de enseñanza en las próximas décadas, en particular cuando los estudiantes inteligentes descubran que pueden ir más allá de los límites de los métodos de enseñanza tradicionales

Los discos láser – CD's traen actualmente la mayoría de los trabajos de multimedia al salón de clases, actualmente están disponibles una inmensa cantidad de títulos

### **6.3.-MACROMEDIA DREAMWEAVER<sup>12</sup>**

Macromedia Dreamweaver es un editor HTML profesional para diseñar, codificar y desarrollar sitios, páginas y aplicaciones Web, tanto si desea controlar manualmente el código HTML como si prefiere trabajar en un entorno de edición visual. A través de este último, Dreamweaver permite crear páginas de forma rápida, sin escribir códigos, puede ver los elementos activos del sitio y arrastrarlos desde un panel directamente hasta un documento, asimismo agiliza el flujo de trabajo de desarrollo mediante la inserción de elementos creados en otras aplicaciones de Macromedia.

Dreamweaver ofrece herramientas y funciones de gestión de código, como las que incluye la vista Código (por ejemplo, colores de código o terminación automática de etiquetas); material de referencia sobre HTML, CSS, JavaScript, CFML, ASP y JSP; y un depurador JavaScript. La tecnología Roundtrip HTML de Macromedia importa los documentos con código manual HTML sin modificar el formato del código. Posteriormente, si lo desea, puede formatear el código con el estilo que prefiera.

---

<sup>12</sup><http://www.lawebdelprogramador.com>



Dreamweaver incorpora Macromedia UltraDev, lo que facilita la creación de aplicaciones Web basadas en bases de datos dinámicas mediante lenguajes de servidor como ASP, ASP.NET, ColdFusion Markup Language (CFML), JSP y PHP

#### **6.4 MACROMEDIA FLASH** <sup>13</sup>

Las películas de Flash son imágenes y animaciones para los sitios Web.

Las películas de corresponden a gráficos, texto, animación y aplicaciones para sitios Web. Aunque están compuestas principalmente por gráficos vectoriales, también pueden incluir video, gráficos de mapa de bits y sonidos importados. Las películas Flash pueden incorporar interactividad para permitir la introducción de datos de los espectadores y la creación de películas no lineales que pueden interactuar con otras aplicaciones Web. Los diseñadores de Internet utilizan Flash para crear controles de navegación, logotipos animados, animaciones de gran formato con sonido sincronizado e incluso sitios Web con capacidad sensorial. Las películas Flash utilizan gráficos vectoriales compactos, para que se descarguen y se adapten rápidamente al tamaño de la pantalla del usuario.

Es muy probable que ya haya visto películas Flash y haya interactuado con ellas en muchos sitios Web. Millones de usuarios de Internet han recibido Flash Player con sus equipos, navegadores o software del sistema; otros lo han descargado desde el sitio Web de Macromedia. Flash Player reside en el equipo local, donde puede reproducir películas en navegadores o como aplicaciones independientes. Ver una película Flash en Flash Player es similar a ver un DVD en un reproductor de DVD; Flash Player es el dispositivo que se utiliza para ver las películas creadas con la aplicación de edición de Flash.

Los documentos de Flash, que tienen la extensión .fla, contienen toda la información necesaria para desarrollar, diseñar y probar contenido interactivo. Los documentos de Flash no son las películas que muestra Flash Player. Los

---

<sup>13</sup> Macromedia Flash MX \Help

documentos FLA se publican como películas Flash, que tienen la extensión .swf y contienen sólo la información necesaria para mostrar la película.

## **6.5.- MANUAL DE USUARIO DE LA GUÍA MULTIMEDIA PARA EL DISEÑO DE MUROS A GRAVEDAD, MUROS EN CANTILIVER Y MUROS CON CONTRAFUERTE**

El presente manual de usuario permitirá manejar de una manera más rápida y fácil la Guía Multimedia para el diseño de muros a Gravedad, muros en Cantiliver y muros con Contrafuerte.

### **A.- ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS DE EL SISTEMA**

Para acceder al programa es necesario que el computador cumpla con los siguientes requisitos mínimos:

- Procesador Pentium III ó superior
- Sistema operativo Windows 98, NT, ME, XP
- Internet Explorer 5 ó superior
- Conexión a Internet (opcional)

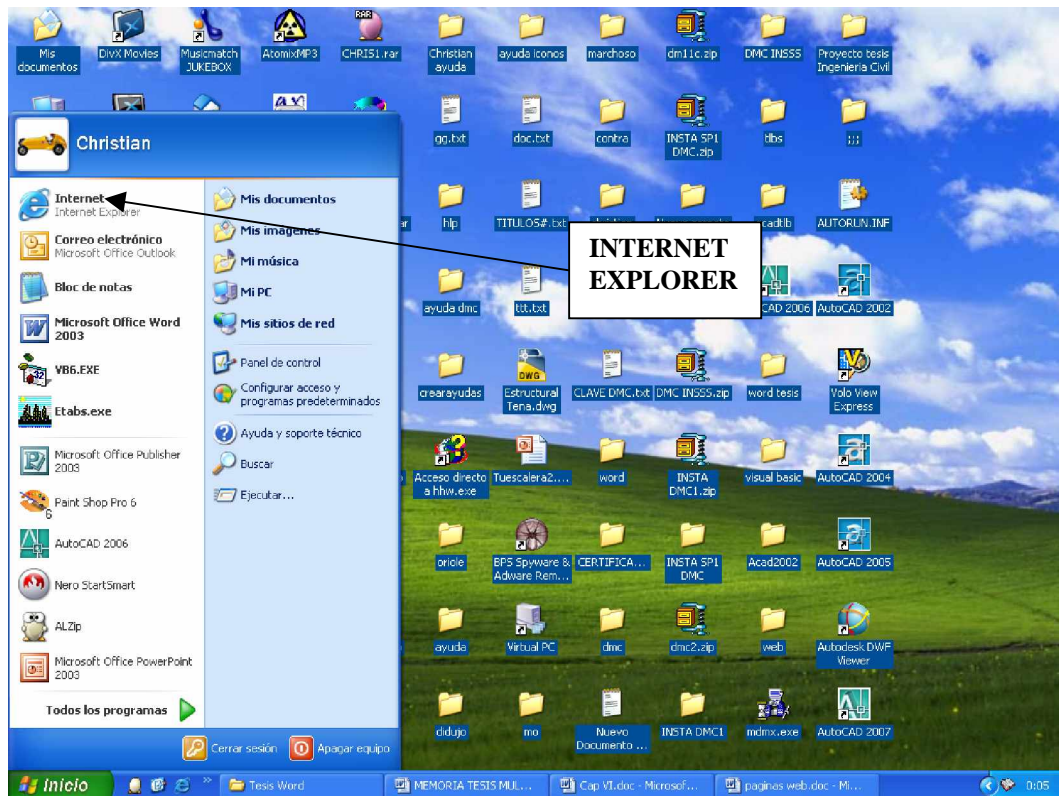
### **B.- CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La guía Multimedia está creada para trabajar a través de la utilización de páginas web, lo que permite que el acceso a la información referente al diseño de los muros se realice con gran facilidad.

La información acerca de los diferentes tipos de muros se encuentra interrelacionada entre sí a través de vínculos que facilitan la navegación en el sistema.

## C.- ACCESO Y USO DE LA GUIA MULTIMEDIA

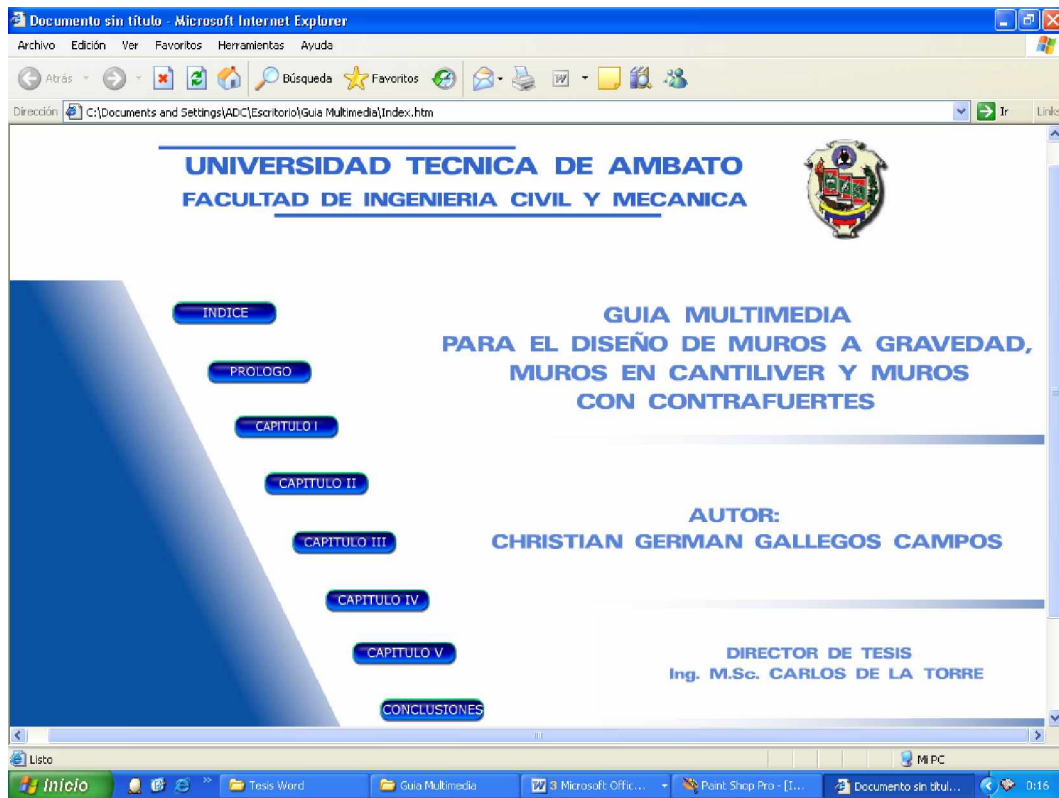
El acceso a la guía multimedia, se realiza por medio del navegador Internet Explorer, que se encuentra generalmente en el escritorio, o en el botón Inicio.



( fig. 6-1 )

Cuando tenemos abierto el navegador digitamos la dirección de la página web principal de la Guía Multimedia “ Index.htm ”, de acuerdo a la ubicación en que se encuentre.

Una vez realizado lo anterior se muestra la página principal de la Guía Multimedia como se indica en la figura a continuación



( fig. 6-2 )

Como se muestra en la fig. 6-2 en la página principal de la Guía Multimedia se presentan varios botones con diferentes funciones las cuales indicamos a continuación:

**INDICE** Al dar clic en este botón se muestra una página web con el índice de la Guía Multimedia, el cual está dividido por capítulos .

**PROLOGO** Al dar clic en este botón se muestra el prólogo del trabajo de investigación, con una descripción general del trabajo, de acuerdo a cada capítulo estudiado.

**CAPITULO I** Al dar clic en este botón se muestra el contenido del respectivo capítulo del trabajo de investigación realizado.

**CONCLUSIONES** Al dar clic en este botón se muestran las conclusiones a las que se ha llegado en el presente trabajo de investigación.

**RECOMENDACIONES** Al dar clic en este botón se muestran las diferentes recomendaciones en el presente trabajo de investigación.

**BIBLIOGRAFIA** Al dar clic en este botón se presenta la bibliografía revisada para la elaboración del presente trabajo de investigación, así como también direcciones de páginas web relacionadas a los temas tratados en el presente proyecto.

Cada uno de los temas señalados podrá ser observado con solo dar clic con el mouse sobre el tema de interés, el que a su vez presenta la información contenida.

En todas las páginas existen botones así como textos con hipervínculos de retorno a la pagina principal lo que facilita la interactividad entre cada página y permite la fácil navegación a través de ellas.

**MENU PRINCIPAL** Al dar clic en este botón se regresa a la pagina principal .

**MENU PRINCIPAL** Al dar clic en este hipervínculo se regresa a la pagina principal .

En esta Guia Multimedia se encuentra todo el desarrollo de la investigación realizada, dividida en forma similar a la del documento escrito, pero con la ventaja de poder tener un mejor acceso a la información requerida.

## CAPITULO VII

### 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1.- CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación podemos obtener las siguientes conclusiones:

- Los muros de contención sean estos muros a Gravedad, muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes, son elementos estructurales, utilizados para dar soporte lateral a una masa de suelo.
- Existen varios tipos de empujes en los muros de contención, siendo la presión activa, la presión pasiva, y la presión hidrostática, las principales, hay que tomar en cuenta que las presiones activas y presiones pasivas las obtenemos empleando la teoría de Rankine, mientras que la presión hidrostática la despreciamos, considerando métodos adecuados de drenaje en los muros a proyectarse.
- Que debido a la acción de la componente horizontal de la presión activa se produce un momento de volteo en el muro (MV), el que es contrareestado gracias al momento resistente (MR), producido por el peso propio del muro, así como por el peso del suelo situado arriba de su base y la componente vertical de la presión activa debiendo obtenerse un factor de seguridad al volteo aceptable de acuerdo al tipo de suelo.
- Los muros a Gravedad se oponen por su propio peso al empuje de las tierras que se apoyan en ellos, mientras que los muros de hormigón armado sean estos muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes, al contrario, utilizan el peso de las tierras que se apoyan sobre ellos para equilibrar el momento de volteo debido al empuje de las tierras y asegurar así la estabilidad del conjunto.

- El muro tiende a deslizarse por el efecto producido debido a la acción de la componente horizontal de la presión activa, lo que evita que el muro se deslice es la acción de la fuerza de rozamiento ( $f_r$ ) que se produce entre el suelo de cimentación y el muro. Debe obtenerse un factor de seguridad al deslizamiento aceptable de acuerdo al tipo de suelo.
  
- Se concluye también que aunque los esfuerzos en el suelo donde se proyecta el muro son aceptables con un peso mínimo del muro, debido a que la resultante de las fuerzas pasa por el borde del tercio medio, puede darse la circunstancia de que el mencionado muro no cumpla con los factores de seguridad establecidos, por lo que se debe recurrirse a un aumento de peso, variando sus dimensiones, lo que modificará los esfuerzos del suelo.
  
- El diseño de muros de contención sean estos muros a Gravedad, muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes, se realiza mediante la selección tentativa de las dimensiones del muro, a partir de un prediseño que depende del tipo de muro, y que dichas dimensiones varían de acuerdo a las condiciones presentadas, como sobrecargas, tipos de suelo, etc., debiendo analizarse primero la estabilidad del muro frente a las fuerzas que lo solicitan, para luego analizar su resistencia como estructura.
  
- Que siguiendo la secuencia de pasos indicada para el diseño de cada tipo de muros, se obtienen muy buenos diseños, aunque al realizarlos manualmente no se puede obtener una solución óptima rápidamente por lo que se requiere de una gran cantidad de tiempo.
  
- Mediante la utilización del software para el diseño de muros de contención sean estos muros a Gravedad, muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes podemos obtener diseños óptimos en pocos minutos, obteniendo reportes claros y precisos sobre el diseño de los elementos del muro, así como de su estabilidad.
  
- Con la utilización de la guía multimedia para el diseño de muros de contención sean estos muros a Gravedad, muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes se puede explicar todo lo anteriormente expuesto de mejor manera, contribuyendo al

proceso de enseñanza – aprendizaje, con una rápida disponibilidad de información, permitiendo al usuario navegar de acuerdo a su ritmo, puesto que puede avanzar, retroceder o realizar retroalimentaciones de temas ya revisados. La utilización de páginas web nos permite difundir la información desarrollada a un número más amplio de usuarios.

## **7.2.- RECOMENDACIONES**

Del trabajo de investigación antes presentado podemos realizar las siguientes recomendaciones:

- Diseñar los muros de contención sean estos muros a Gravedad, muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes, eligiendo el más conveniente de acuerdo al desnivel a vencer.
- No construir muros a Gravedad de espesor constante en toda su altura ya que no resultan económicos y se puede obtener un mejor diseño con otra geometría de muro.
- Evitar en lo posible las arcillas expansivas o suelos difíciles de drenar como suelo de relleno en nuestros muros, y en caso de no poder lograrlo considerar las medidas necesarias para impedir que el agua no se introduzca en el relleno.
- Comparar el precio de los muros considerando varias alternativas entre ellos, tomando en cuenta que para el precio de coste de los elementos que más influyen en los muros de hormigón armado, la escala de equivalencias<sup>14</sup> es la siguiente: 1 m<sup>3</sup> de hormigón armado equivale a 100 Kg de armadura y 10 m<sup>2</sup> de encofrados
- Ingresar en forma correcta las dimensiones del muro y las propiedades del suelo en el software para el diseño de los muros de contención sean estos muros a

---

<sup>14</sup> REIMBERT M., REIMBERT A., (1968); Muros de Contención, Primera Edición, Barcelona, Editores Técnicos Asociados., S.A., Pag. 201



Gravedad, muros en Cantiliver, o muros con Contrafuertes, para obtener un diseño correcto ya que de esto depende el buen funcionamiento del software.

- El presente trabajo de investigación se recomienda a los estudiantes, docentes y profesionales en el área de Ingeniería Civil, ya que con el, conseguirán ampliar sus conocimientos para aplicaciones profesionales y educativas.

## BIBLIOGRAFÍA

A.C.I. 318 - 99 , Building Code Requirements For Structural Concrete

BARROS J., (1974), Muros de Contención, Primera Edición, España, Ediciones CEAC., S.A.

BOWLES J.,(1984), Foundation Analysis and Design, Third Edition, Tokyo, McGraw – Hill Kogakusha Ltda.

CRESPO C., (1981), Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Segunda Edición, México, Editorial Limusa S.A.

DE LA TORRE C., Apuntes de Obras Civiles, U.T.A., Ecuador

DILLON S. (1996); Cimentaciones, Primera Edición, P.U.C.E., Ecuador.

DONALD P., (1994), Foundation Desing, U.S.A., Prentice Hall, Inc.

EVERARD. N., TANNER. J., (1976), Diseño de Concreto Armado, Primera Edición en Español, México, McGraw – Hill México S.A.

GARZON C., Apuntes de Obras Civiles, U.C.E., Ecuador

PECK R., HANSON W., THORNBURN T.,(1983); Ingeniería de Cimentaciones, Segunda Edición, México, Editorial Limusa, S.A.

REIMBERT M., REIMBERT A., (1968); Muros de Contención, Primera Edición, Barcelona, Editores Técnicos Asociados., S.A.

SOWERS B.,SOWERS F. (1972); Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Primera Edición, México, Editorial Limusa, S.A.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **PAGINAS WEB**

<http://www.lawebdelprogramador.com>

<http://www.recursosvisualbasic.com>

<http://www.vbsmart.com>

<http://www.macromedia.com>

<http://www.vectoraula.com/descargas/cursos/>

<http://www.aulafacil.com/AulaDream/Dream/temario.htm>

[http://angelpuente.almozara.net/dreamweaver\\_mx\\_2004/paginas/01.htm](http://angelpuente.almozara.net/dreamweaver_mx_2004/paginas/01.htm)

[http://www.aulaclie.es/dream2004/f\\_dreamweavermx.htm](http://www.aulaclie.es/dream2004/f_dreamweavermx.htm)

<http://www.arqhys.com/arquitectura/muros.html>

[http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Trans\\_const/Muros.PDF](http://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Muros.PDF)

<http://www.elprisma.com/apuntes/apuntes.asp?page=11&categoria=607>

<http://www.ajuntament.gi/ajuntament/ordenances/urbanisme/SECimentacionesDB.pdf>

<http://www.aulafacil.com/cursosenviados/cursomultimediaaprendizaje/Temario.htm>

## ANEXOS

TABLA 1-1  
COEFICIENTES PARA PRESIÓN ACTIVA (Ka)

$\beta$	$\phi$								
	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°
0°	0.3905	0.3610	0.3333	0.3073	0.2827	0.2596	0.2379	0.2174	0.1982
5°	0.3959	0.3656	0.3372	0.3105	0.2855	0.2620	0.2399	0.2192	0.1997
10°	0.4134	0.3802	0.3495	0.3210	0.2944	0.2696	0.2464	0.2247	0.2044
15°	0.4480	0.4086	0.3730	0.3405	0.3108	0.2834	0.2581	0.2346	0.2129
20°	0.5152	0.4605	0.4142	0.3739	0.3381	0.3060	0.2679	0.2504	0.2262
25°	0.6999	0.5727	0.4936	0.4336	0.3847	0.3431	0.3070	0.2750	0.2465
30°	0	0	0.8660	0.5741	0.4776	0.4105	0.3582	0.3151	0.2784
35°	0	0	0	0	0	0.5971	0.4677	0.3906	0.3340
40°	0	0	0	0	0	0	0	0.7660	0.4668

TABLA 1-2  
COEFICIENTES PARA PRESIÓN PASIVA (Kp)

$\beta$	$\phi$								
	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°
0°	2.5611	2.7698	3	3.2546	3.5371	3.8518	4.2037	4.5989	5.0447
5°	2.5070	2.7145	2.9431	3.1957	3.4757	3.7875	4.1360	4.5272	4.9684
10°	2.4363	2.5507	2.7748	3.0216	3.2946	3.5979	3.9365	4.3161	4.7437
15°	2.0826	2.2836	2.5017	2.7401	3.0024	3.2925	3.6154	3.9766	4.3827
20°	1.7141	1.9175	2.1318	2.3618	2.6116	2.8857	3.1888	3.5262	3.9044
25°	1.1736	1.4343	1.6641	1.8942	2.1352	2.3938	2.6758	2.9867	3.3328
30°	0	0	0.8660	1.3064	1.5705	1.8269	2.0937	2.3802	2.6940
35°	0	0	0	0	0	1.1238	1.4347	1.7177	2.0088
40°	0	0	0	0	0	0	0	0.7660	1.2570

TABLA 1-3  
PESOS ESPECÍFICOS SEGÚN TERZAGHI

Tipo de suelo		Peso específico $\gamma$ ( Tn/m <sup>3</sup> )
I	Granular grueso sin finos	1.73
II	Granular grueso con finos	1.77
III	Residual con cantos, bloques, piedra, grava, arena fina y limos arcillosos en cantidad apreciable	1.77
IV	Arcillas plásticas blandas, limos orgánicos o arcillas.	1.70
V	Fragmentos de arcilla dura o medianamente dura, protegidas del agua	1.70

TABLA 1-4  
COEFICIENTES DE ROZAMIENTO ( $\mu$ )<sup>15</sup>

Tipo de Suelo	Coefficiente $\mu$
Suelos granulares sin limo	0.55
Suelos granulares con limo	0.45
Limos	0.35
Roca sana con superficie rugosa	0.65

TABLA 1-5  
ÁNGULOS DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ )<sup>16</sup>

Tipo de Suelo	( $\phi$ )
Arena seca suelta, con granos redondos, gradación uniforme	28.5°
Arena seca densa, con granos redondos, gradación uniforme	35°
Arena seca suelta, con granos angulosos, bien gradada	34°
Arena seca densa, con granos angulosos, bien gradada	46°
Limo seco y suelto	27° a 30°
Limo seco y denso	30° a 35°

<sup>15</sup> CRESPO C., (1981), Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Segunda Edición, México, Editorial Limusa S.A., Pag. 491

<sup>16</sup> EVERARD. N., TANNER. J., (1976), Diseño de Concreto Armado, Primera Edición en Español, México, McGraw – Hill México S.A., Pag. 309

TABLA 1-6  
PRESIONES ADMISIBLES SOBRE SUELO Y ROCA<sup>17</sup>

Tipos de Suelos	<i>q adm</i> (Tn/m <sup>2</sup> )
Arcilla blanda de densidad media	15
Arcilla de consistencia media	25
Arena fina suelta	20
Arena gruesa suelta	30
Arena fina compacta	30
Arena y gravas sueltas	30
Grava suelta, y arena gruesa compactada	40
Mezcla de arena y gravas, compactadas	60
Arenas o gravas muy compactadas o parcialmente cementadas	100
Roca sedimentaria	150

---

<sup>17</sup> EVERARD. N., TANNER. J., (1976), Diseño de Concreto Armado, Primera Edición en Español, México, McGraw – Hill México S.A., Pag. 224