



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL

DISERTACIÓN DE GRADO

PLINTOS AISLADOS Y MUROS EN CANTILIVER:

ANÁLISIS Y DISEÑO ACI 318S-08

DIEGO AUGUSTO LARA SOSA

QUITO 2010

1. CAPITULO I. EL HORMIGON ARMADO	1
2. CAPÍTULO II. DISEÑO POR RESISTENCIA PARA MIEMBROS	
SOMETIDOS A FLEXION	4
2.1 Introducción	4
2.2 Principios Generales	6
2.3 Suposiciones de diseño	7
2.4 Factores de mayoración de carga	9
2.5 Factores de reducción de capacidad	11
2.6 Modelo matemático de elementos sometidos a flexión	11
3. CAPITULO III. CIMENTACIONES SUPERFICIALES	14
3.1 Definición e importancia	14
3.2 Clasificación	15
3.3 Plinto aislado	20
3.3.1 Plinto cuadrado	20
3.3.1.1 Consideraciones de diseño	23
3.3.1.2 Alcance	26
3.3.1.3 Base de los diseños tabulados	27
3.3.1.4 Uso de los diseños tabulados	28

3.3.1.5	Desarrollo de los pasadores (chicotes) en las zapatas	29
3.3.1.6	Ejemplo de aplicación	31
4.	CAPITULO IV. MUROS DE CONTENCIÓN	69
4.1	Definición	69
4.2	Clasificación	69
4.3	Criterios para selección	72
4.4	Muro en Cantiliver	73
4.4.1	Generalidades	73
4.4.2	Parámetros del suelo y propiedades asumidas	77
4.4.3	Notación para las dimensiones y refuerzo de muros de alturas menores ($h_p \leq 3m$).....	79
4.4.4	Notación para las dimensiones y refuerzo de muros de alturas mayores ($h_p > 3m$).....	80
4.4.5	Consideraciones del costo en el diseño	81
4.4.5.1	Menor espesor - Mayor refuerzo a flexión	81
4.4.5.2	Mayor espesor – Mayor refuerzo horizontal (contracción y temperatura)	82

4.4.5.3	Control de agrietamiento	83
4.4.5.4	Refuerzo horizontal	84
4.4.6	Control de agrietamiento en muros en Cantiliver	85
4.4.6.1	Generalidades	85
4.4.6.2	Refuerzo vertical (flexión)	88
4.4.6.3	Refuerzo vertical (cara frontal)	88
4.4.6.4	Requerimiento del código ACI para el control del agrietamiento ...	89
4.4.7	Información de diseño presente en las Tablas	90
4.4.8	Procedimiento de análisis y diseño para muros en cantiliver.....	91
4.4.8.1	Análisis	91
4.4.8.2	Control de deflexiones	91
4.4.8.3	Análisis de estabilidad para deslizamiento y volcamiento mediante cargas de servicio	93
4.4.8.4	Consideraciones y suposiciones utilizadas en el análisis de cargas de servicio	94
4.4.9	Procedimiento de diseño para cargas mayoradas	97
4.4.9.1	Pantalla	98
4.4.9.2	Dedo	98

4.4.9.3	Llave de corte	99
4.4.9.4	Talón	99
4.4.10	Diseño	100
4.4.11	Ejemplo de Aplicación.....	101
4.4.12.	Ejemplo de Aplicación.....	118

ABSTRACTO

El diseño de estructuras de concreto, se lleva a cabo generalmente dentro de un contexto de códigos que presentan requisitos específicos para materiales, para el análisis estructural, para el dimensionamiento de elementos, etc.

La constante investigación hace que dichos códigos evolucionen, por lo que es imprescindible tener claros los conceptos y principios invariables de la estática y la mecánica de materiales, con el fin de aplicar las modificaciones de diseño competentes de una manera adecuada.

El estudio del Análisis y Diseño de Plintos Aislados y Muros en Cantiliver está fundamentado en los principios básicos de análisis estructural y parámetros de resistencia de materiales definidos en el código ACI318S-08, sin olvidar los supuestos, basados en la lógica y experimentación presentes en el diseño de este tipo de estructuras.

Además de conceptos de mecánica de suelos, entre los cuales destaca la teoría de Terzaghi (1943), mediante la cual se puede evaluar la capacidad última de carga de cimentaciones superficiales, parámetro primordial en su posterior diseño y las aportaciones de Rankine y Coulomb que permiten determinar el empuje del suelo, y los efectos que dicha carga producirá sobre el muro posteriormente

INTRODUCCION

Consciente de que los tiempos actuales demandan encontrar soluciones eficientes de manera inmediata a problemas presentes en la vida profesional del Ingeniero Civil, surge la importancia de la implementación de ayudas de diseño, en el caso particular de esta disertación enfocado a cimentaciones superficiales y muros en cantiliver, considerando las características propias de los materiales constitutivos del hormigón armado en el país.

Ya que la formación de un Ingeniero Civil está enfocada principalmente a la conceptualización, es lógico suponer que ciertas informaciones, más no ciertos principios se pierdan debido a la fragilidad de la memoria, en este hecho radica la necesidad de poseer una herramienta que permita obtener información de manera práctica e inmediata, además de reafirmar conceptos, que son básicos en la búsqueda de soluciones particulares a las distintas acciones lógicamente previsibles que la estructura experimentará durante su vida útil.

El presente estudio se limita a la elaboración de ayudas de diseño para cimentaciones superficiales, particularmente plintos aislados y muros en cantiliver, atendiendo problemas involucrados tanto en su modelación, como análisis y diseño.

El avance de nuevas tecnologías y métodos computacionales presuponen una mayor seguridad en el análisis y diseño de los diversos tipos de estructuras, sin embargo su uso brinda una sensación de altísima precisión en ciertos profesionales, por lo que es imprescindible tener claros los supuestos utilizados en el análisis y diseño de este tipo de estructuras, y comprender que dichas cantidades calculadas poseen una

precisión ficticia, pues sus valores pueden tener una precisión de diseño sólo en 10 a 30 por ciento del valor numérico.

EL HORMIGÓN ARMADO

Según Nilson¹, el *hormigón* es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena, grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece con la forma y dimensiones deseadas para el proyecto. El cuerpo del material está conformado por agregado fino y grueso, donde el cemento y el agua interactúan químicamente para unir estas partículas y conformar una masa sólida. Es importante tomar en cuenta que es necesario agregar agua, además de aquella que se requiere para la reacción química, con el fin de darle a la mezcla la trabajabilidad adecuada que permita llenar los encofrados y rodear el acero de refuerzo embebido, antes de que inicie el endurecimiento.

Se puede obtener hormigón en un amplio rango de propiedades ajustando adecuadamente las proporciones de los materiales constitutivos. Un rango aún más amplio de propiedades puede obtenerse mediante la utilización de cementos especiales (cementos de alta resistencia inicial), agregados (los diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes y agentes incorporadores de aire) y mediante métodos especiales de curado.

Cabe señalar que estas características dependen en gran medida de las proporciones de la mezcla, y el cuidado con el cual se la realiza, además de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantenga la mezcla desde el momento en

¹ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

que se coloca en el encofrado hasta que se encuentra totalmente endurecida. A este proceso de control de condiciones se le conoce como *curado*.

Para evitar la producción de hormigón de baja calidad se requiere un alto grado de supervisión y control por parte de personas con experiencia durante todo el proceso, desde el proporcionamiento de los componentes, pasando por el mezclado y el vaciado, hasta la terminación del curado.

Los factores que hacen del hormigón un material de construcción universal son tan evidentes que ha sido utilizado de diversas maneras por miles de años; probablemente se comenzó a usar en el antiguo Egipto. Uno de estos factores consiste en la facilidad con la cual, mientras se encuentra en estado plástico, puede depositarse y llenar las encofrados y moldes de cualquier forma., además de su alta resistencia al fuego y al clima. La mayor parte de los materiales constitutivos, con la excepción del cemento y los aditivos, están disponibles a bajo costo, con frecuencia localmente o muy cerca del sitio de construcción. Su resistencia a la compresión, similar a la de las piedras naturales, es alta lo que lo hace apropiado para elementos sometidos principalmente a compresión, tales como columnas o arcos, sin embargo, de igual manera que en las piedras naturales, el hormigón es un material relativamente frágil, con una baja resistencia a la tracción al compararla con aquella resistencia que posee ante la compresión, motivo que impide su utilización económica en elementos estructurales sometidos a tracción ya sea en toda su sección (como el caso de elementos de amarre) o sobre parte de sus secciones transversales (como en vigas u otros elementos sometidos a flexión).

Para contrarrestar esta limitación, en la segunda mitad del siglo XIX se consideró conveniente utilizar acero para reforzar al hormigón debido a su alta resistencia a la tracción, principalmente en aquellos sitios donde la baja resistencia a la tracción del hormigón limitaría la capacidad resistente del elemento. El refuerzo, conformado usualmente por barras circulares de acero con deformaciones superficiales apropiadas (corrugaciones) para proporcionar adherencia, es colocado previamente al vaciado del hormigón. Una vez que las barras estén completamente rodeadas por la masa de hormigón endurecido, comienzan a formar parte integral del elemento. La combinación resultante de los dos materiales es conocida como hormigón armado, combinando muchas de las ventajas de cada uno: el costo relativamente bajo, la buena resistencia al clima y al fuego, la buena resistencia a la compresión y la excelente capacidad de moldeo del hormigón con la alta resistencia a la tensión y la aún mayor ductilidad y tenacidad del acero. Es precisamente esta combinación la que permite el casi ilimitado rango de usos y posibilidades del hormigón armado en la construcción de edificios, puentes, presas, tanques, depósitos y muchas otras estructuras.

DISEÑO POR RESISTENCIA PARA MIEMBROS SOMETIDOS A FLEXIÓN.

2.1 Introducción.

El cálculo de la resistencia a la flexión de un elemento o de una sección transversal mediante el Método de Diseño por Resistencia exige que se satisfagan dos condiciones básicas: (1) equilibrio estático y (2) compatibilidad de las deformaciones.

La primera condición exige que las fuerzas de compresión y tracción que actúan en la sección transversal se encuentren en equilibrio, mientras que la segunda condición exige que también se satisfaga la compatibilidad entre las deformaciones del hormigón y de la armadura bajo condiciones “últimas” dentro de las hipótesis de diseño permitidas por el código del American Concrete Institute (ACI 318S-08).

El término “último” es muy utilizado en relación con el Método de Diseño por Resistencia, pero es necesario tener en cuenta que la resistencia “nominal” calculada de acuerdo con los requisitos del código puede no necesariamente ser el valor último real. Dentro de las hipótesis de diseño permitidas, se desprecian algunas de las propiedades de los materiales y se establecen otros límites conservadores para utilizar en el diseño práctico. Esto contribuye a la posibilidad de que la “resistencia última” sea menor que la obtenida mediante ensayos. La resistencia nominal calculada se debería considerar exclusivamente como una resistencia definida por el código, es decir aquella resistencia de un elemento o una sección transversal

calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia presente en ACI 318S-08. En consecuencia, al definir la resistencia calculada de un elemento no se utiliza el término “último,” sino que se usa el término “nominal”.

El Diseño por Resistencia de miembros sometidos a flexión utiliza una serie de suposiciones, entre las cuales se tienen:

- El asumir proporcionales los esfuerzos y deformaciones a pesar de que el rango elástico de los materiales ha sido sobrepasado.
- Considerar la distribución de esfuerzos en el miembro como lineal y no curvilínea.
- Asumir que el acero de refuerzo se comporta elásticamente.

Por otra parte, se debe conocer que la distribución real de esfuerzos por compresión del hormigón en cualquier caso práctico es muy compleja, y por lo general no se conoce explícitamente. Sin embargo, las investigaciones han demostrado que las propiedades importantes de la distribución de esfuerzos en el hormigón pueden aproximarse adecuadamente si se emplea cualquiera de las diferentes suposiciones propuestas para la forma de la distribución de los esfuerzos. Por este motivo se ha considerado práctico fundamentar los diseños tabulados en este trabajo la presunta distribución rectangular de esfuerzos en el hormigón (ACI 10.2.7).

El diseño por resistencia consiste en dos procedimientos básicos, el primero de ellos es el proporcionar al elemento de hormigón armado factores de seguridad adecuados para garantizar su resistencia; y en segundo lugar, asegurar que la deflexión y el

agrietamiento a nivel de cargas de servicio se encuentren dentro los límites permisibles.²

2.2 Principios Generales.

El Diseño por Resistencia de miembros sometidos a flexión se basa en el concepto de que el acero de refuerzo continúa deformándose aún después de que la resistencia del refuerzo ha sido alcanzada, hasta llegar a la máxima deformación unitaria por compresión en la sección de hormigón. Los parámetros de diseño presentes en el Código ACI, tienen como fin el garantizar que los elementos serán sub-reforzados, de manera que la fluencia en el refuerzo ocurra antes de que el hormigón falle, es decir la sección presente una falla dúctil, donde ductilidad de un elemento estructural se define como la capacidad del mismo de deformarse en forma progresiva bajo una carga constante o ligeramente creciente, sin presentar disminución alguna en su resistencia. La ductilidad provee al elemento una capacidad inelástica de responder a la acción de una carga, lo que implica la fluencia del mismo, es decir advierte al usuario la eminente falla de la estructura.

Bajo todos estos principios se deduce que la resistencia nominal por flexión de una sección, es aquella alcanzada cuando el refuerzo ha llegado a la fluencia.

² CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

2.3 Suposiciones de Diseño.

- 1) La deformación unitaria en el refuerzo de acero y en el hormigón será directamente proporcional a la distancia desde el eje neutro.
- 2) La deformación unitaria máxima en la fibra extrema a compresión del hormigón será de 0.003.
- 3) El esfuerzo en la armadura de acero que se encuentre por debajo de f_y será tomado como E_s veces la deformación del acero. Para deformaciones superiores a las correspondientes a f_y , el esfuerzo será considerado independiente de la deformación e igual a f_y .
- 4) En el diseño de elementos de hormigón armado solicitados a flexión se despreciará la resistencia a tracción del hormigón.
- 5) La relación entre el esfuerzo de compresión y la deformación unitaria del hormigón será asumida como rectangular, trapezoidal, parabólica, o cualquier otra forma que represente equivalencia con la distribución real, la cual al ser inelástica no sigue una línea recta, sino que toma la forma de una curva (el esfuerzo no es proporcional a la deformación unitaria). La forma real de dicha curva esfuerzo-deformación es básicamente una función de la resistencia del hormigón, y consiste en una curva que aumenta de cero hasta un máximo

para una deformación unitaria por compresión entre 0,0015 y 0,002, seguida por una curva descendente con una deformación unitaria última (aplastamiento del hormigón) que va desde 0,003 hasta más de 0,008; sin embargo cabe mencionar que las deformaciones unitarias a las cuales se desarrolla el momento máximo están normalmente entre 0,003 y 0,004.

- 6) Los requisitos del numeral “5” se satisfacen por una distribución rectangular de esfuerzos definida de la siguiente manera:

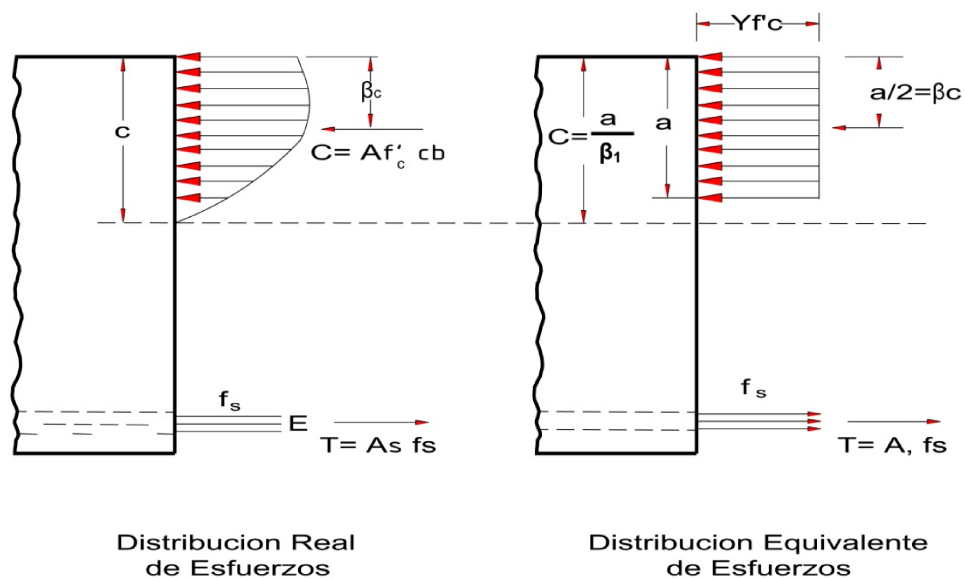


Figura 2. 1

6.1 Se asumirá un esfuerzo en el hormigón de $0,85f'_c$ uniformemente distribuido en una zona de compresión equivalente limitada por los bordes de la sección transversal y una recta paralela al eje neutro ubicada

a una distancia $a = \beta_1 \cdot c$ a partir de la fibra de máxima deformación unitaria de compresión.

6.2 La distancia de la fibra de máxima deformación al eje neutro, c , será medida en dirección perpendicular a dicho eje.

6.3 Para valores de f'_c entre 180 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , β_1 (factor que relaciona la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos de compresión con la profundidad del eje neutro) será tomado como 0,85. Para valores de f'_c sobre los 280 kg/cm^2 , β_1 será reducido linealmente a un rango de 0.05 por cada 70 kg/cm^2 de resistencia en exceso de 280 kg/cm^2 , sin embargo β_1 nunca deberá ser menor a 0,65.

2.4 Factores de Mayoración de Carga.

Los factores de mayoración de carga constituyen una parte del factor de seguridad, tienen como función proveer un rango de resistencia adicional con respecto a las cargas aplicadas. Los requerimientos del *Código ACI 318S-08* estipulan que, las cargas muertas, vivas, de viento o de sismo y los efectos de otras cargas de servicio deben incrementarse multiplicándolos por un factor apropiado con el fin de determinar las cargas mayoradas (últimas), cuyo efecto deberá ser igual o menor que la resistencia de diseño provista en cada sección del elemento, donde la combinación más grande de dichas cargas controlará el diseño.

El factor asignado a cada carga está influenciado por el grado de precisión con el cual normalmente se puede calcular la carga y por las variaciones esperadas para

dicha cargas durante la vida de la estructura, e incluso en cierta medida por la probabilidad de ocurrencia simultánea de las mismas.³

Las combinaciones que deben ser consideradas según ACI 318S-08 (ACI 9.2.1) son:

$$1) U = 1.4(D + F)$$

$$2) U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$$

$$3) U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (1.0L \text{ o } 0.8W)$$

$$4) U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$$

$$5) U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$$

$$6) U = 0.9D + 1.6W + 1.6H$$

$$7) U = 0.9D + 1.0E + 1.6H$$

Donde:

D = Carga Muerta (Dead Load)

E = Carga de Sismo (Earthquake Load)

F = Carga de Fluido (Fluid Load)

H = Carga de Suelo (Soil Load)

L = Carga Viva (Live Load)

Lr = Carga Viva de Techo (Roof Live Load)

R = Carga de Lluvia (Rain Load)

S = Carga de Nieve (Snow Load)

T = Temperatura, Efecto Creep y Retracción (Temperature, Creep and Shrinkage Load)

W = Carga de Viento (Wind Load)

³ American Concrete Institute (ACI 318S-08), Comité ACI 318, 2008.

2.5 Factores de reducción de capacidad.

Constituyen la otra parte del factor de seguridad, el llamado factor de reducción de capacidad o factor ϕ , está destinado a salvaguardar las posibles fuentes de variación de la resistencia en la sección transversal, como son las variaciones en la calidad (resistencia) de los materiales, tolerancias permisibles en las dimensiones, localización del refuerzo, aproximaciones presentes en el análisis estructural, reflejar el grado de ductilidad y la confiabilidad requerida para el elemento bajo los efectos de la carga en consideración, y finalmente, reflejar la importancia del elemento en la estructura. El *Código ACI* exige la utilización de los siguientes factores ϕ para miembros sometidos a flexión:

- $\phi = 0,90$ para flexión.
- $\phi = 0,75$ para corte y torsión.

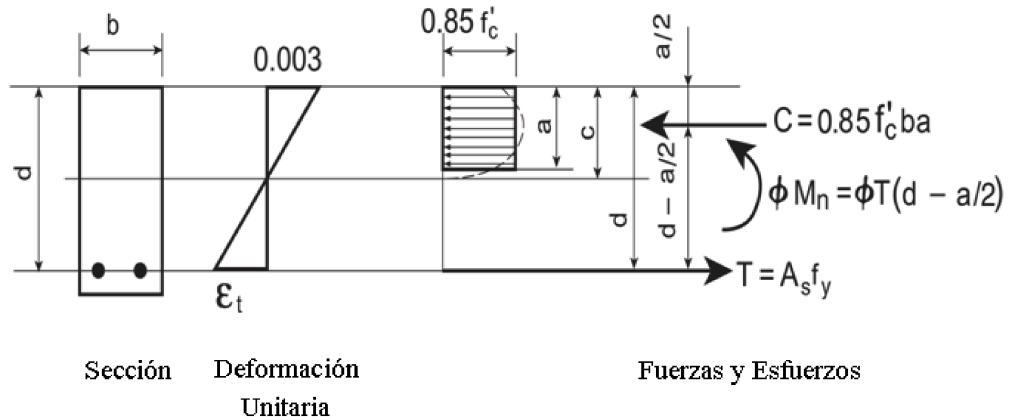
2.6 Modelo matemático de elementos sometidos a flexión

Para elementos de hormigón armado sometidos a flexión, que poseen únicamente refuerzo con acero de tensión, el momento resistente de diseño, para equilibrar el momento y fuerza internos es:

$$M_n = A_s f_y (d - a/2) \quad (1)$$

Donde:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad (2)$$



Sección de Hormigón Reforzada con Acero a Tensión

Figura 2. 2⁴

Es conservador usar estas ecuaciones si no existe refuerzo de compresión. Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (1), reemplazando ϕM_n con M_u (Momento mayorado en la sección, obtenido mediante análisis estructural), y entonces resolviendo para el A_s requerido:

$$A_s = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 M_u}{0,9 b d^2 f'_c}} \right)$$

El factor de reducción, ϕ , es igual a 0,90 cuando la deformación unitaria debida a la tensión, ϵ_t , en el extremo de tensión del acero es ≥ 0.005 (ACI 10.3.4).

Refiriéndose a la *figura 2.2*, ϵ_t puede ser expresado por:

$$\epsilon_t = 0,003 \left(\frac{d}{c} - 1 \right) \geq 0.005$$

Resolviendo para c con $\epsilon_t \geq 0.005$:

⁴ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

$$c \leq 0,003d/0,008$$

De la ecuación (2) con $c = a / \beta_1$:

$$c = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c \beta_1 b}$$

Donde:

$f'_c, \text{kg/cm}^2$	β_1
≤ 280	0.85
350	0.80
420	0.75
490	0.70
≥ 560	0.65

Tabla 2. 1

CAPÍTULO III. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

3.1 Definición e Importancia.

Toda construcción de ingeniería que descansa sobre el suelo debe ser soportada por algún tipo de elemento de interfaz llamado cimentación.⁵

Se puede decir que cimentación es aquella parte de la estructura encargada de transmitir y distribuir las cargas de la edificación al terreno. Dado que la resistencia y rigidez del suelo son, salvo raros casos, muy inferiores a las de la estructura, la cimentación requiere un área en planta muy superior a la suma de las áreas de todas las columnas y muros portantes.

Lo anterior conduce a que los cimientos sean en general elementos de volumen considerable, con respecto al volumen de las piezas de la estructura.⁶

Los dos requisitos esenciales en el diseño de una cimentación son: que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine o reduzca⁷.

Con respecto al posible daño estructural, la eliminación de asentamientos diferenciales dentro de la misma estructura es incluso más importante que los límites impuestos sobre el asentamiento uniforme global.

⁵ BOWLES, Joseph, Foundation Analysis and Design, McGraw Hill, New York 1997.

⁶ CALAVERA, J, Proyecto y Cálculo de Hormigón, tomo II, Intemac, España, 1999.

⁷ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

La importancia de la cimentación reside en limitar los asentamientos, transmitiendo la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente, distribuyendo la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto. Si existe un suelo satisfactorio inmediatamente debajo de la estructura, es suficiente distribuir la carga mediante zapatas aisladas u otros elementos. Estas subestructuras se conocen como *cimentaciones superficiales*.⁸

Los procedimientos para el diseño de zapatas aisladas para columnas individuales se basan casi por completo en el trabajo de Richart (1948) y Moe (1961). El trabajo de Richart contribuyó a localizar las secciones críticas debido al efecto de momento flector, y el de Moe, las secciones críticas debido al efecto del corte.

Vale la pena mencionar que las zapatas combinadas y las losas de fundación también pueden diseñarse mediante métodos simplificados, aunque cada vez se utilizan herramientas más refinadas, tales como análisis por elementos finitos.

3.2 Clasificación

Por su forma y funcionamiento las cimentaciones superficiales se clasifican en:

⁸ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

1 **Plintos aislados.** Soportan solamente una columna, pueden ser de hormigón armado, hormigón ciclópeo y/u hormigón simple. Su forma puede ser cuadrada, rectangular, de polígono regular y de formas especiales⁹.

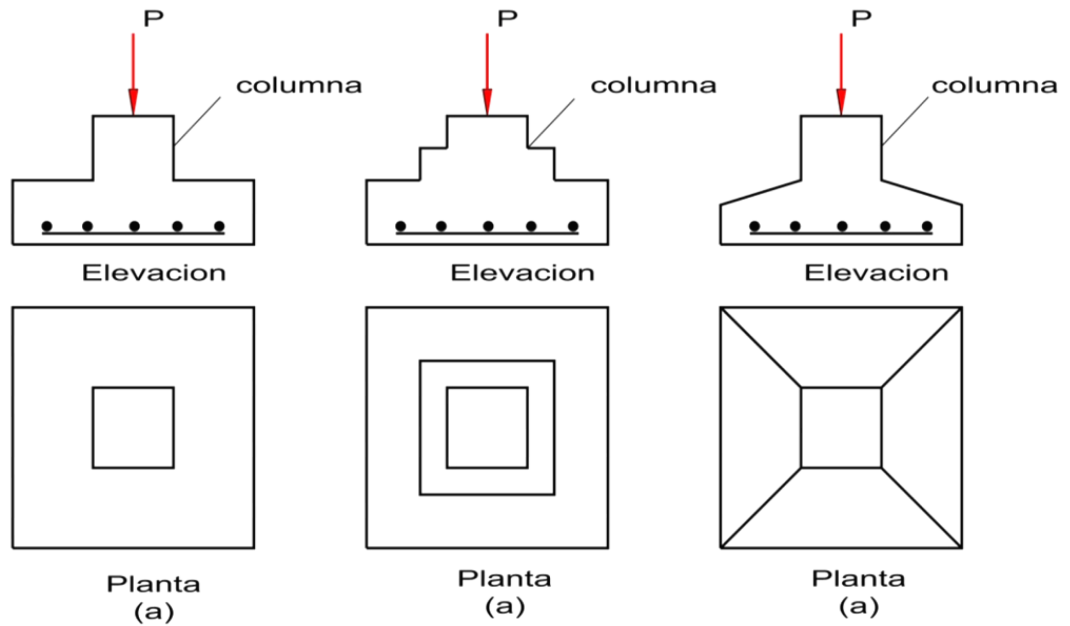


Figura 3. 1⁹

2 **Plintos Combinados.** Son una unidad estructural o conjunto de unidades que soportan la carga de más de una columna¹⁰. Pueden ser de forma rectangular, trapezoidal, unidas con viga o trabe y de formas especiales.

⁹ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

¹⁰ American Concrete Institute (ACI 336.2R-88), Suggested Analysis and Design Procedures for Combined Footings and Mats, Comité 336.

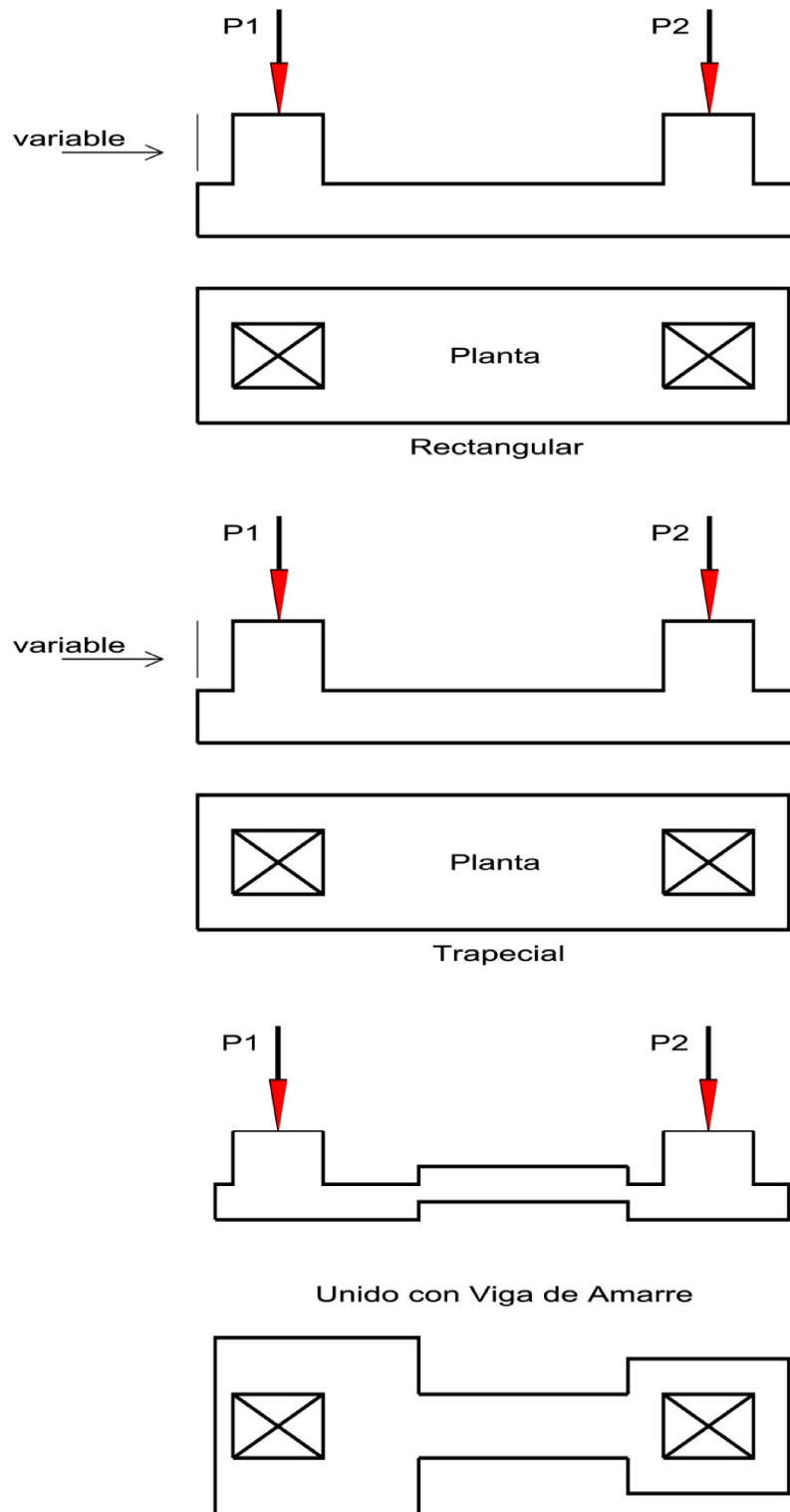


Figura 3. 2¹¹

¹¹ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

3 Plintos Corridos. Son cimentaciones combinadas que soportan dos o más columnas en una fila¹².

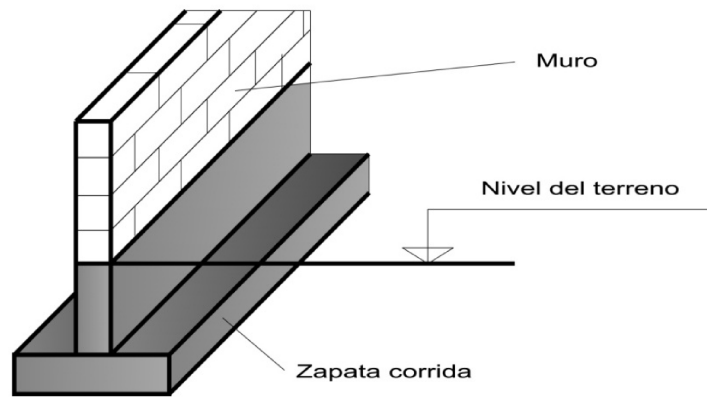


Figura 3. 3

4 Cimentación Continua Bidireccional.

a) Losa de cimentación. Es una cimentación continua que soporta una serie de columnas en varias filas en cada dirección, cuya forma puede presentar o no depresiones u orificios, cubriendo un área de al menos el 75 por ciento del área total dentro de los límites externos del conjunto¹².

Son comúnmente empleados cuando el suelo posee poca capacidad de carga o cuando hay la posibilidad de que se produzcan asentamientos diferenciales, y la utilización de otros sistemas de cimentación resulten en áreas demasiado grandes y se encuentren muy cercanas entre sí para ser una opción viable.

¹²American Concrete Institute (ACI 336.2R-88), Suggested Analysis and Design Procedures for Combined Footings and Mats, Comité 336.

b) **Mallas de cimentación.** Es una cimentación combinada, formada por la intersección de cimentaciones continuas, cargada en sus puntos de intersección y cubriendo menos del 75 por ciento del área total dentro de los límites externos del conjunto.¹³

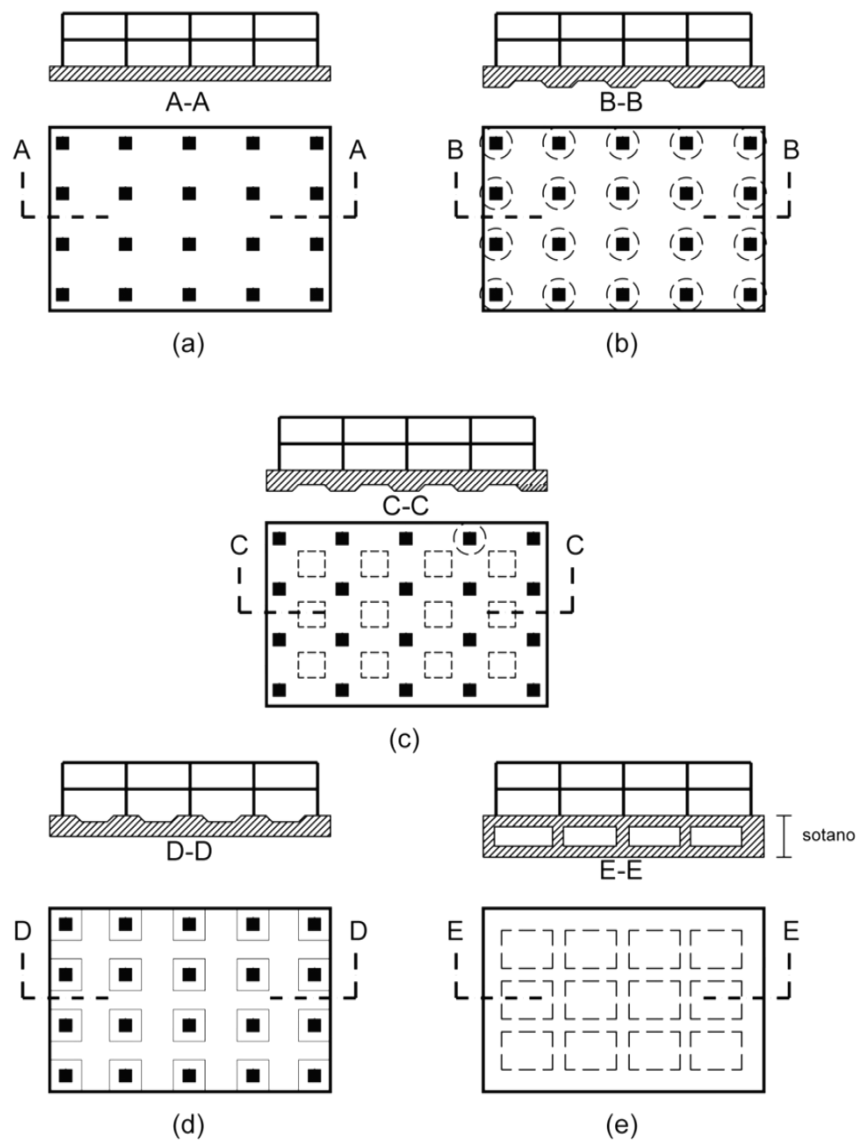


Figura 3. 4¹⁴

¹³American Concrete Institute (ACI 336.2R-88), Suggested Analysis and Design Procedures for Combined Footings and Mats, Comité 336.

¹⁴ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

3.3 Plinto aislado.

Es un tipo de cimentación superficial que soporta solamente una columna, de modo que esta plinto amplía la superficie de contacto de la columna con el suelo bajo la cimentación, hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que se le transmite.

3.3.1 Plinto cuadrado.

Es un elemento estructural que tiene como función distribuir la carga total transmitida por la columna, pilar o pared (incluido el peso propio de la cimentación) sobre un área suficiente de suelo para mantener la presión de contacto dentro de los límites admisibles del estrato considerado.

Necesariamente el plinto deberá estar sujeto a una carga concéntrica, es decir la carga resultante aplicada sobre el plinto debe coincidir con la del prisma de presiones del suelo con el fin de evitar excentricidades.

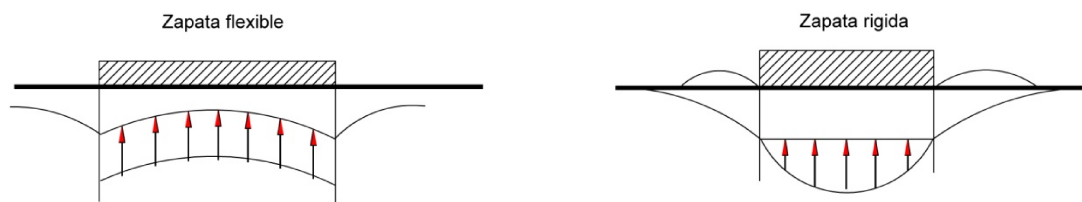
La presión admisible del suelo (q_a) es usualmente recomendada por un ingeniero geotécnico, o definida por estatutos de códigos de construcción como capacidad portante admisible del estrato para cargas de servicio, las cuales son el resultando de la adición de la carga muerta más la carga viva¹⁵.

Es importante tener en cuenta que la distribución de presión bajo una cimentación cargada concéntricamente no es uniforme, hecho fundamentado en la teoría de

¹⁵ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

“Análisis Elástico” formulada por *Borowicka* en 1963, que argumenta que dicha distribución depende de la rigidez la zapata, y el tipo de suelo¹⁶.

Suelos no cohesivos (granulares), ($e=0$)



Suelos cohesivos ($c = 0$)

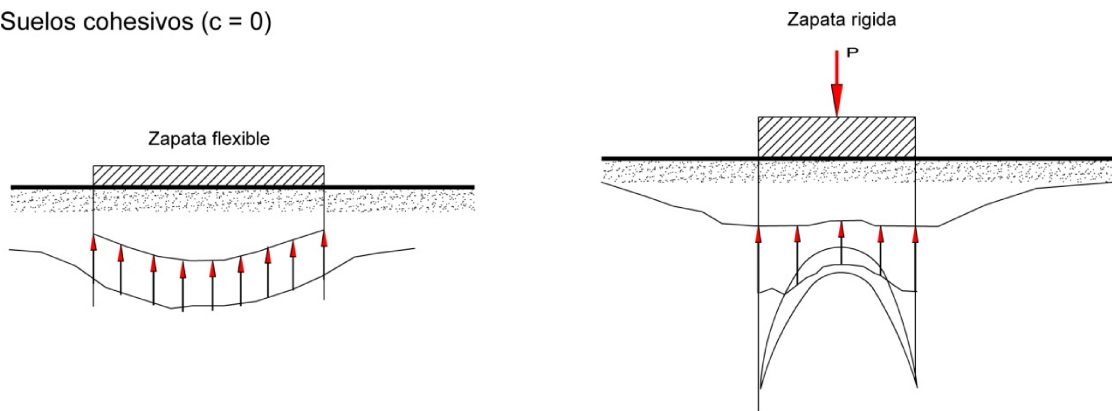


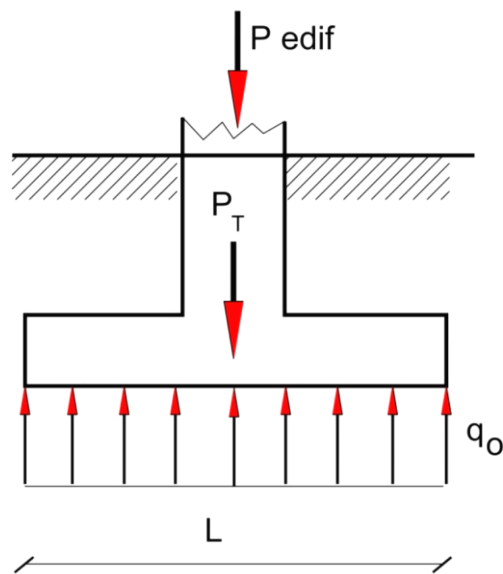
Figura 3. 5

Si se considera que la zapata será rígida, estas variaciones de presión pueden dar origen a dos casos, el primero de ellos ocasionado en suelos no cohesivos (granulares) donde dicha presión es alta directamente debajo de la columna, y disminuye en los bordes de la zapata, debido a que las partículas cercanas a los bordes tienden a desplazarse lateralmente, mientras que las del interior se encuentran relativamente confinadas, ocasionando que el momento flector se reduzca. El segundo de ellos ocasionado en suelos cohesivos, donde la distribución de presión es

¹⁶ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

alta cerca de los bordes de la zapata y leve en el centro, fenómeno que puede ser explicado conociendo que el corte en el borde de la zapata ocurrirá antes de que se produzca cualquier asentamiento, ocasionando un incremento en el momento flector.

Sin embargo, al diseñar una zapata suficientemente rígida, lo cual se consigue al diseñar la altura de la zapata de manera que la resistencia al cortante sea provista solamente por el hormigón sin producirse fuerza de corte. La distribución de presiones puede ser razonablemente asumida como de variación lineal, reemplazando las áreas complejas de esfuerzos, por figuras geométricas sencillas que producirán efectos equivalentes:



Distribucion de presiones asumida

Figura 3. 6

En la práctica, la mayor parte de las zapatas son usualmente cuadradas, y centradas bajo la columna que soportan, por ello los diseños tabulados han sido enfatizados en este tipo de cimentación.

3.3.1.1 Consideraciones de diseño

(1) Selección de materiales. El hormigón de peso normal con una resistencia específica a la compresión de 210 kg/cm^2 es usualmente la opción más económica, ya que resistencias mayores de este material solo son justificadas cuando el espesor o peso de la zapata son demasiado grandes y además no comprometen la rigidez del elemento, propiedad fundamental para obtener una distribución de presiones uniforme; de otra manera, bajo ninguna circunstancia el ahorro en el volumen de hormigón compensa el precio unitario más alto¹⁷.

Es importante tener presente que resistencias menores del hormigón traerán como consecuencia la reducción de los efectos de corte e incrementarán las longitudes de desarrollo necesarias.

En cuanto al acero de refuerzo, las varillas grado 60 ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$) son el grado estándar recomendado para obtener diseños económicos.

¹⁷ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

(2) Diseñar para cargas concéntricas. Solo diseños especiales consideran la transferencia del momento desde la columna hacia la zapata, los cuales están fuera del alcance de los diseños tabulados en el presente trabajo.

(3) Tamaño de la columna. De manera conservadora, se dedujo el tamaño de la columna considerando una cuantía del refuerzo de 3%, para un elemento sujeto a flexo-compresión de hormigón armado con refuerzo transversal de estribos, ya que comúnmente para las cargas de diseño en las zapatas se utilizarán columnas de igual o mayor tamaño (consecuencia de controlar las derivas debido a efectos sísmicos, proveyendo de una adecuada rigidez a la estructura), con la consiguiente reducción de los efectos de corte y momento mayorados.

$$\phi P_{n(max)} = 0.80 \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

$$A_{st} = \rho A_g$$

$$\phi P_{n(max)}/A_g = 0.442 f'_c (1 - \rho) + 0.520 f_y \rho$$

(4) Altura efectiva (d). Se ha utilizado la altura efectiva promedio tanto en el cálculo del diseño resistente al cortante, como en el cálculo del refuerzo requerido por flexión.

Al tratarse de diseños exclusivamente para zapatas cuadradas, el refuerzo por flexión será idéntico en ambos sentidos.

(5) *Corte*. Tanto el corte bidireccional como el unidireccional han sido considerados, teniendo en cuenta que en este tipo de cimentaciones los efectos causados por corte bidireccional son los que rigen el diseño.

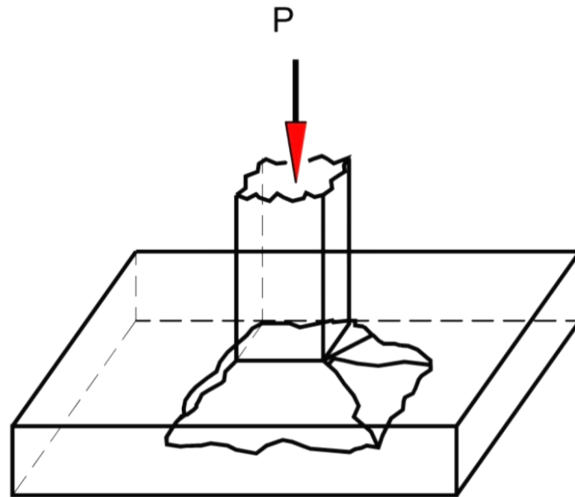
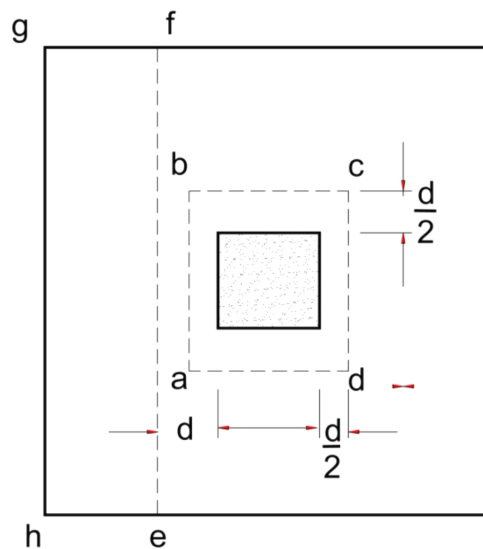


Figura 3. 7



Secciones Críticas de Corte

Figura 3. 8

(6) **Longitud de las barras de refuerzo.** Para cada diseño, el tamaño de la varilla es el máximo para la longitud de desarrollo disponible y el espaciamiento mínimo. Para zapatas muy grandes, pueden usarse varillas de longitud variable, pero se requiere un paso adicional en el diseño para satisfacer las exigencias del código para barras cortadas en zonas de tensión (ACI 12.10.5).

(7) **El área mínima de refuerzo por contracción y temperatura será:**

$$A_s = 0,0018bh \text{ (ACI 10.5.4 and ACI 7.12).}$$

Cabe recalcar que ninguna tabla o método de computación puede remplazar el juicio de ingeniería, especialmente lidiando con las condiciones del suelo. La selección del diseño de la zapata para una apropiada capacidad de carga del suelo, debe estar basado en el conocimiento de las características del estrato.

3.3.1.2 Alcance.

Los diseños proporcionan un rango en cuanto a la capacidad portante del suelo que va desde $0,50 \text{ kg/cm}^2$ a $5,0 \text{ kg/cm}^2$ en incrementos de $0,25 \text{ kg/cm}^2$, que se consideró adecuado para incluir a los suelos más pobres comúnmente encontrados y aquellos de alta capacidad de carga.

Las áreas de planta provistas a las zapatas, cubren un rango que va desde 1 m^2 hasta 5 m^2 , considerados adecuados para la mayoría de las estructuras que utilizan este tipo de cimentación.

3.3.1.3 Base de los diseños tabulados.

Véase las figuras 3.9 y 3.10 para la resistencia de los materiales, el recubrimiento de hormigón, la altura efectiva d , la disposición de varillas de refuerzo, y el diseño resistente al cortante usado en la preparación de los diseños tabulados.

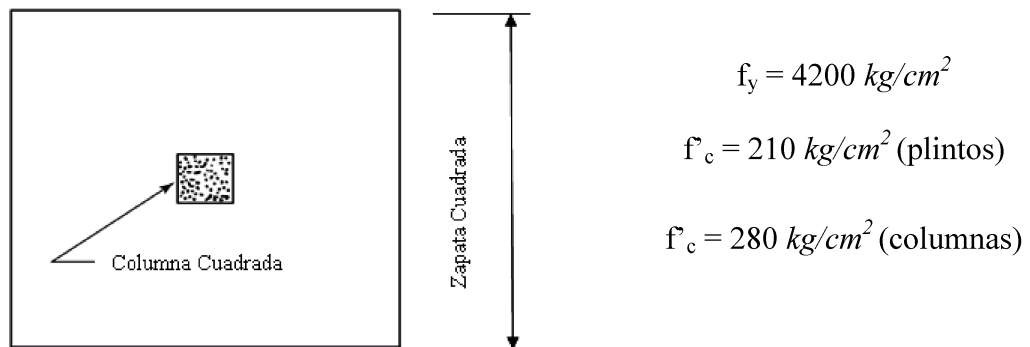


Figura 3. 9¹⁶

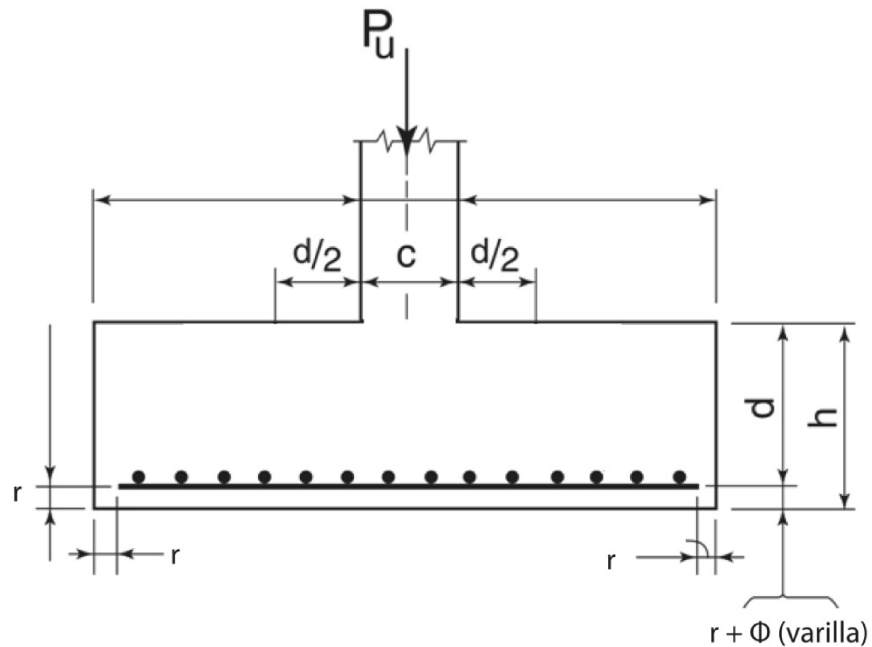


Figura 3. 10¹⁸

¹⁸ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

3.3.1.4 Uso de los diseños tabulados.

Los diseños tabulados más el detallamiento presente en las figuras están desarrollados para proveer un diseño completo para plintos cuadrados. Se debe proceder a seleccionar la tabla apropiada en función de la capacidad portante del suelo, ubicando en la misma la máxima carga mayorada de la columna, $P_u = 1.2D + 1.6L$, avanzar a través de las columnas de la tabla, y seleccionar aquella columna diseñada para una capacidad mayor que la carga mayorada. Para las estimaciones rápidas, el volumen de hormigón, el tamaño y el número de varillas, y el peso total el refuerzo se incluyen en los diseños existentes en las tablas. Cabe señalar que el proceso de preparación de los diseños invierte el procedimiento normal del mismo. Empezando con escoger un incremento en el tamaño de la zapata y la capacidad portante admisible del suelo, se determina el tamaño mínimo de la columna, espesor, y el refuerzo necesario en la zapata.

Todas las cargas muertas deberán ser multiplicadas por un factor de 1.2, según lo requerido por ACI 9.2.1, u otro factor según el requerimiento de combinación de carga y lo estipulado en el ASCE7-05; deben ser incluidos en este factor de carga todos los acabados del piso, cielos rasos, sistemas de tuberías, ductos, paredes, equipo mecánico fijo, o cualquier carga similar permanente, conocida, e invariable.

De modo semejante, todas las cargas vivas deberán ser incrementadas por un factor de 1.6 según lo dispuesto por ACI 9.2.1, u otro factor según el requerimiento de combinación de carga y lo requerido en el American Society of Civil Engineers (ASCE7-05).

Adicionalmente, los efectos de viento, terremoto y otras cargas que deban ser usadas en el diseño de una columna serán similarmente calculados y apropiadamente incrementados para considerar su efecto sobre la cimentación.

3.3.1.5 Desarrollo de los pasadores (chicotes) en las zapatas.

La tabla 3.1 provee la mínima longitud de desarrollo, l_d , para varillas corrugadas grado 60 ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$) sujetas a compresión, embebidas en hormigón con $f'_c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$.

l_d a compresión (cm)									
Φ 10	Φ 12	Φ 14	Φ 16	Φ 18	Φ 20	Φ 22	Φ 25	Φ 28	Φ 32
21,74	26,08	30,43	34,78	39,13	43,47	47,82	54,34	60,86	69,56

Tabla 3.1

Citando al CRSI Design Handbook¹⁹, de presentarse un caso en el cual la longitud de desarrollo a compresión necesaria exceda a aquella disponible en el espesor de de la zapata, existen tres posibilidades:

- (1) Añadir una capa monolítica de hormigón con el suficiente espesor para proveer la longitud de desarrollo necesaria.
- (2) Usar mayor número de pasadores de diámetro menor, incrementando el área de contacto con el hormigón, y por ende reduciendo la longitud de desarrollo necesaria.

¹⁹ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

(3) Incrementar la altura de la zapata para proveer la longitud de desarrollo necesaria.

Las pasadores son necesarias para transmitir toda la fuerza de compresión que exceda de la resistencia al aplastamiento del hormigón de la zapata, o de la sección bruta de la columna; además deben proveer al menos un área de 0.005 veces A_g (Área bruta de la columna).

El factor de reducción de capacidad, $\phi = 0.65$, es idéntico a aquel usado para efectos de compresión en columnas con estribos (ACI9.3.2.2-b).

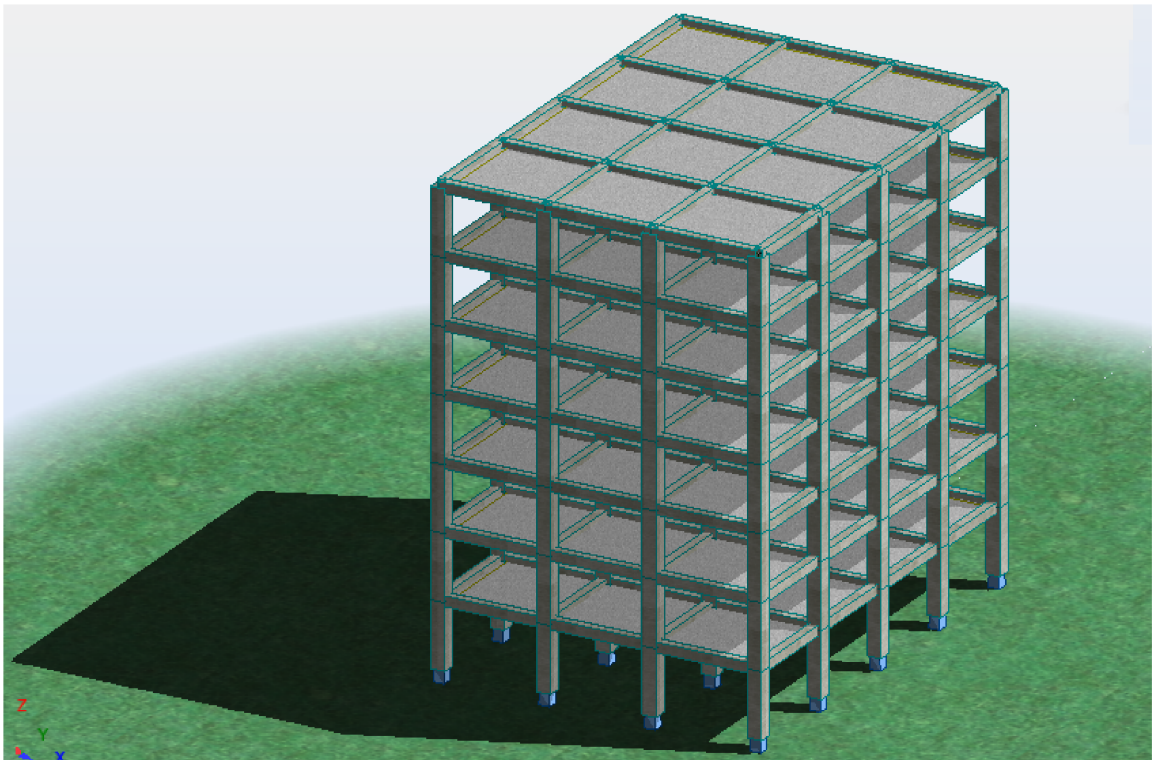
La resistencia al aplastamiento de la sección de hormigón (al igual que en la base de la columna) es $\phi(0.85 \times f'_c \times A_1)$ (ACI 10.14.1), pero si el área cargada, A_1 , es la mitad o menos que el área cargada resistente, A_2 , la resistencia al aplastamiento será:
 $2\phi(0.85 \times f'_c \times A_1)$.

3.3.1.6 Ejemplo de aplicación.

Se propone diseñar aquellos plintos cuyas condiciones puedan ser satisfechas por un solo diseño correspondientes a un edificio de 7 plantas a ser construido en Ecuador, por lo que su análisis, detallamiento y diseño serán los correspondientes a un pórtico especial de hormigón armado resistente a momento, con las peculiaridades de la zona sísmica del lugar (0.40g).

Al ser de uso residencial, su factor de importancia, y las cargas a las que estará sujeto serán conformes a lo indicado en el ASCE 7.

PÓRTICO ESPECIAL A MOMENTO DE HORMIGÓN ARMADO



▪ **Elementos Estructurales:**

ELEMENTO	SECCIÓN TÍPICA (cm)
VIGAS	35 x 40
COLUMNAS	50 x 50
LOSAS MACIZAS _(ESPESOR)	15

▪ **Materiales:**

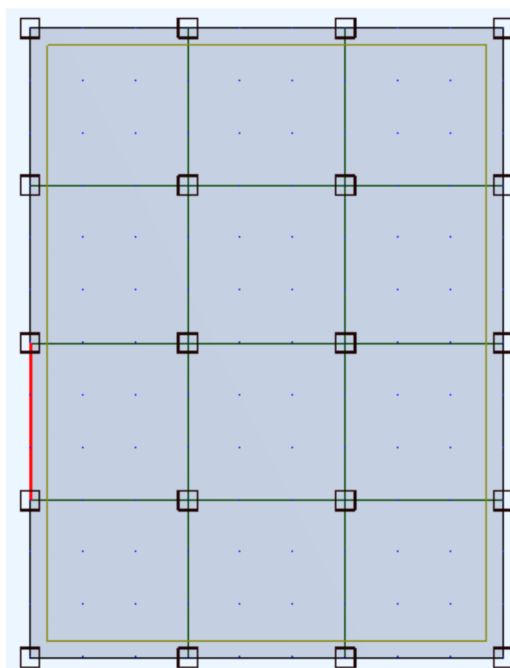
HORMIGÓN	f'_c	$E = 12000 \times (f'_c)^{1/2}$
	280 kg/cm ²	200800 kg/cm ²

ACERO _{GRADO 60}	f_y	E
	4200 kg/cm ²	$2,1 \times 10^6$ kg/cm ²

▪ **Cargas (ASCE 7):**

DESCRIPCIÓN	CARGA MUERTA	CARGA VIVA
ENTREPISO	250 kg/m ²	200 kg/m ²
CUBIERTA	100 kg/m ²	100 kg/m ²

PLANTA TÍPICA

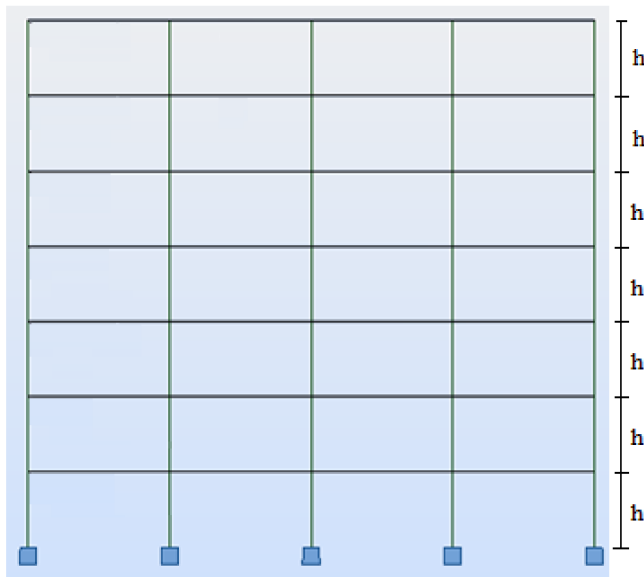


LONGITUD ENTRE EJES
(X & Y)

$$L = 6,0 \text{ m}$$



ELEVACIÓN TÍPICA

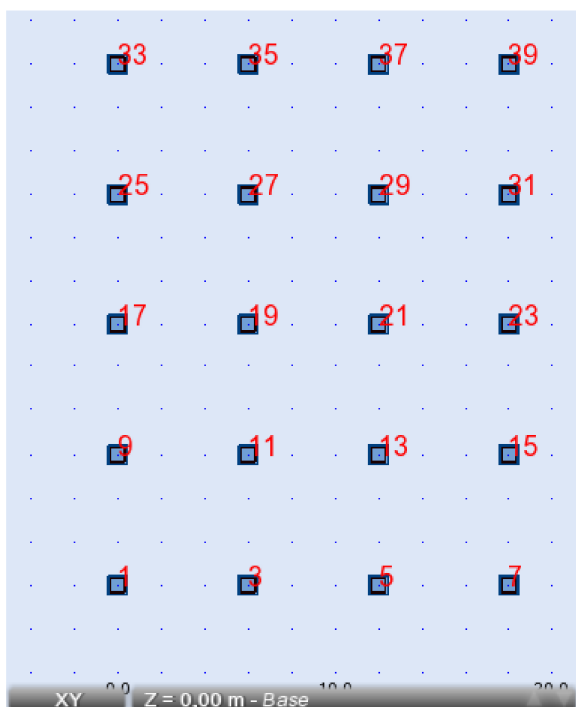


ALTURA DE TODOS
LOS ENTREPISOS

$$h = 3,20 \text{ m}$$



Se procederá a diseñar los plintos correspondientes a los apoyos (empotramiento) 3, 5, 9, 15, 17, 23, 25, 31, 35, 37 resaltados en las tablas de resultados, que por la similitud de las condiciones a las que están sometidos requerirán que se realice un solo diseño para todos ellos.



Se realiza el análisis estructural utilizando el programa “Robot Structural Analysis 2010”, el cual presenta los siguientes resultados.

▪ **Reacciones en los apoyos para Cargas de Servicio.**

NUDO / CASO	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T x m)	MY (T x m)	MZ (T x m)
1/17 (C)	1,02	1,02	70,97	-1,15	1,15	0,00
3/17 (C)	-0,10	2,04	130,32	-2,29	-0,10	-0,01
5/17 (C)	0,10	2,04	130,32	-2,29	0,10	0,01
7/17 (C)	-1,02	1,02	70,97	-1,15	-1,15	0,00
9/17 (C)	2,04	-0,08	130,14	0,08	2,29	0,01
11/17 (C)	-0,22	-0,19	246,60	0,19	-0,23	0,00
13/17 (C)	0,22	-0,19	246,60	0,19	0,23	0,00
15/17 (C)	-2,04	-0,08	130,14	0,08	-2,29	-0,01
17/17 (C)	1,99	0,00	127,88	0,00	2,23	0,00
19/17 (C)	-0,22	0,00	242,63	0,00	-0,23	0,00
21/17 (C)	0,22	0,00	242,63	0,00	0,23	0,00
23/17 (C)	-1,99	0,00	127,88	0,00	-2,23	0,00
25/17 (C)	2,04	0,08	130,14	-0,08	2,29	-0,01
27/17 (C)	-0,22	0,19	246,60	-0,19	-0,23	0,00
29/17 (C)	0,22	0,19	246,60	-0,19	0,23	0,00
31/17 (C)	-2,04	0,08	130,14	-0,08	-2,29	0,01
33/17 (C)	1,02	-1,02	70,97	1,15	1,15	0,00
35/17 (C)	-0,10	-2,04	130,32	2,29	-0,10	0,01
37/17 (C)	0,10	-2,04	130,32	2,29	0,10	-0,01
39/17 (C)	-1,02	-1,02	70,97	1,15	-1,15	0,00
Caso 17 (C)	Servicio					
Suma final	0	0	3053,18	0	0	0
Suma de reacciones <	0	0	3053,18	36638,17	-27478,63	0
Suma de esfuerzos	0	0	-3053,18	-36638,17	27478,63	0
Verificación	0	0	0	0	0	0
Precisión:	6,23E-07	9,13E-24				



▪ Reacciones en los apoyos para Cargas Últimas.

NUDO / CASO	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T x m)	MY (T x m)	MZ (T x m)
1/19 (C)	1,31	1,31	89,36	-1,48	1,47	0,00
3/19 (C)	-0,13	2,63	165,55	-2,96	-0,13	-0,01
5/19 (C)	0,13	2,63	165,55	-2,96	0,13	0,01
7/19 (C)	-1,31	1,31	89,36	-1,48	-1,47	0,00
9/19 (C)	2,63	-0,11	165,32	0,11	2,95	0,01
11/19 (C)	-0,28	-0,24	315,51	0,25	-0,30	0,00
13/19 (C)	0,28	-0,24	315,51	0,25	0,30	0,00
15/19 (C)	-2,63	-0,11	165,32	0,11	-2,95	-0,01
17/19 (C)	2,57	0,00	162,40	0,00	2,87	0,00
19/19 (C)	-0,28	0,00	310,37	0,00	-0,29	0,00
21/19 (C)	0,28	0,00	310,37	0,00	0,29	0,00
23/19 (C)	-2,57	0,00	162,40	0,00	-2,87	0,00
25/19 (C)	2,63	0,11	165,32	-0,11	2,95	-0,01
27/19 (C)	-0,28	0,24	315,51	-0,25	-0,30	0,00
29/19 (C)	0,28	0,24	315,51	-0,25	0,30	0,00
31/19 (C)	-2,63	0,11	165,32	-0,11	-2,95	0,01
33/19 (C)	1,31	-1,31	89,36	1,48	1,47	0,00
35/19 (C)	-0,13	-2,63	165,55	2,96	-0,13	0,01
37/19 (C)	0,13	-2,63	165,55	2,96	0,13	-0,01
39/19 (C)	-1,31	-1,31	89,36	1,48	-1,47	0,00
Caso 19 (C)	1,2 CM + 1,6 CV					
Suma final	0	0	3888,46	0	0	0
Suma de reacciones <	0	0	3888,46	46661,48	-34996,11	0
Suma de esfuerzos	0	0	-3888,46	-46661,48	34996,11	0
Verificación	0	0	0	0	0	0
Precisión:	8,36E-07	1,20E-23				



Diseño de los Plintos

Parámetros del Estudio de Suelos:

$$q_a = 25.0 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Profundidad de Cimentación} = D_f = 2.00 \text{ m}$$

➤ Diseño del plinto mediante el procedimiento manual convencional.

Asumiendo $h_{\text{suelo}} = 2.00 \text{ m}$ y despreciando en primera instancia el peso del plinto para la primera aproximación se tiene:

$$q = \frac{P}{A}$$

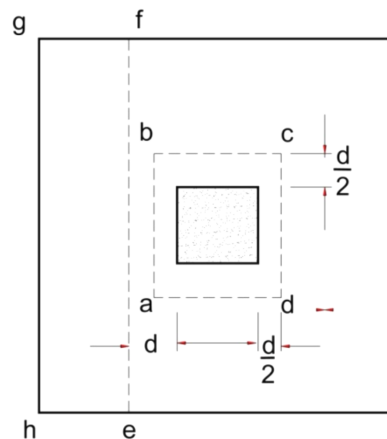
$$D_f \gamma_s B^2 + P = q_a B^2$$

$$\rightarrow 2.0 (1.80) B^2 + 130.32 = 25B^2$$

$$\text{Resolviendo: } B = 2.46 \text{ m}$$

$$\therefore B = 2.50 \text{ m}$$

▪ Determinación del peralte requerido por el Plinto.



- Corte Unidireccional:

$$V_n = 0.53 \sqrt{f'c} b d \quad ; \quad V_u = qsu \left(\left(\frac{B-t}{2} \right) - d \right) \quad ; \quad \phi V_n \geq V_u$$

$$0.75 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 2.50 \times d = \frac{165.55}{2.50^2} \left(\frac{2.50 - 0.50}{2} - d \right) 2.50$$

Resolviendo: $d = 31.50 \text{ cm}$

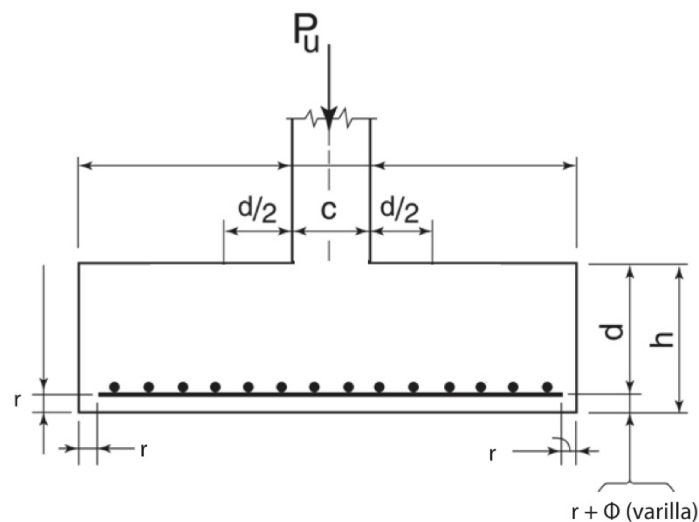
- Corte Bidireccional:

$$V_n = 1.06 \times \sqrt{f'c} \times b_o \times d \quad ; \quad V_u = P_u - qsu \times (A_o) \quad ; \quad \phi V_n \geq V_u$$

$$\begin{aligned} V_n &= 0.75 \times 1.06 \times \sqrt{210} \times 10 \times 4(0.50 + d) \times d \\ &= 165.55 - \frac{165.55}{2.50^2} \times (0.50 + d)^2 \end{aligned}$$

Resolviendo: $d = 36.54 \text{ cm}$

Se procede a calcular la altura necesaria de Plinto.



$$H = d + r + \phi_{\text{varilla}} = 36.54 + 7.5 + 2 \text{ (asumiendo } \phi = 20\text{mm)}$$

$$H = 50.0 \text{ cm (Redondeada a dimensiones constructivas).}$$

Una vez definido el valor práctico (constructivo) para H , se determina ahora el valor del peralte efectivo “ d ” provisto.

$$d = 50 - 7.5 - 2$$

$$d = 40.50 \text{ cm}$$

$$P_{\text{neto}} = P_{\text{edificación}} + P_{\text{relleno}} + P_{\text{plinto}}$$

$$P_{\text{neto}} = 130.32 + \gamma_s(Df - t)B^2 + \gamma_H H B^2$$

$$P_{\text{neto}} = 130.32 + 1.80 (2.00 - 0.50) 2.50^2 + 2.40 \times 0.50 \times 2.50^2 = 154.70 \text{ T}$$

$$\therefore B = \sqrt{\frac{154.70}{25,00}} = 2.49 \approx 2.50 \text{ m} \rightarrow \text{ok}$$

➤ **Diseño del Plinto mediante la utilización de las tablas de diseño:**

Ya que existirá una disminución en q_a debido a la presión del relleno sobre el plinto, se localiza un diseño preliminar en la tabla con un q_a inmediatamente inferior, buscando aquella celda en la cual el diseño pueda resistir un P_u mayor o igual al requerido, con el fin de tener una altura preliminar del plinto y realizar la comprobación.

$$fm = \frac{165.55}{130.32} = 1.27$$

Por lo tanto se selecciona el plinto que corresponde a la tabla que posee $q_a = 2.25$ y un $fm = 1.3$.

Se procede verificar:

$$q_{a(TABLA)} = q_{a(REAL)} - \gamma_s(Df - H) = 25,00 - 1,80(2,00 - 0,55)$$

$$q_{a(TABLA)} = 22,39 \text{ T/m}^2 = 2,24 \text{ kg/cm}^2 \cong 2,25 \text{ kg/cm}^2$$

Se ubica la tabla la tabla correspondiente a un $q_a = 2.25 \text{ kg/cm}^2$, $fm = 1.30$, y se localiza una capacidad de carga última mayor a $165,55 \text{ T}$, se escoge $172,00 \text{ T}$, correspondiente a un plinto de las siguientes dimensiones:

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 2,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	28,00
1,2	30	25	5,05	5 ϕ 12	4,7	0,43	40,50
1,4	35	25	6,92	5 ϕ 14	7,6	0,69	55,00
1,5	35	25	8,77	8 ϕ 12	9,6	0,79	63,00
1,6	40	25	9,05	6 ϕ 14	10,5	1,02	71,50
1,8	45	25	11,50	6 ϕ 16	15,6	1,46	90,00
2,0	45	30	15,38	10 ϕ 14	22,4	1,80	111,00
2,2	50	30	18,70	6 ϕ 20	30,3	2,42	134,00
2,4	55	35	20,93	7 ϕ 20	38,8	3,17	158,50
2,5	55	35	24,05	8 ϕ 20	46,4	3,44	172,00
2,6	60	35	24,44	8 ϕ 20	48,3	4,06	185,00
2,8	60	40	30,03	8 ϕ 22	63,3	4,70	214,50
3,0	65	40	34,05	9 ϕ 22	76,5	5,85	244,50
3,2	70	45	37,22	10 ϕ 22	91,0	7,17	277,00
3,4	70	45	45,65	10 ϕ 25	125,2	8,09	312,50
3,5	70	50	48,69	10 ϕ 25	129,1	8,58	331,50
3,6	75	50	48,90	10 ϕ 25	132,9	9,72	348,50
3,8	80	50	53,93	11 ϕ 25	154,7	11,55	386,00
4,0	80	55	62,24	13 ϕ 25	192,9	12,80	428,00
4,2	85	55	68,16	14 ϕ 25	218,5	14,99	469,00
4,4	90	60	71,96	15 ϕ 25	245,7	17,42	511,50
4,5	90	60	77,62	16 ϕ 25	268,2	18,23	535,00
4,6	90	60	83,65	14 ϕ 28	301,1	19,04	559,50
4,8	95	65	87,72	18 ϕ 25	322,5	21,89	605,50
5,0	100	65	94,12	12 ϕ 32	367,4	25,00	653,00

Dimensiones finales del

Plinto:

Lado: B = 2.50 m

Altura: H = 55 cm

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$			$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		
$q_a = 0,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 0,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	5,50	1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	8,50
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,73	0,43	8,00	1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,7	0,43	12,50
1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,55	0,59	10,50	1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,5	0,59	17,00
1,5	30	25	5,54	5 ϕ 12	5,99	0,68	12,50	1,5	30	25	5,54	5 ϕ 12	6,0	0,68	19,50
1,6	30	25	5,90	6 ϕ 12	7,72	0,77	14,00	1,6	30	25	5,90	6 ϕ 12	7,7	0,77	22,50
1,8	30	25	6,64	6 ϕ 12	8,79	0,97	18,00	1,8	30	25	6,64	6 ϕ 12	8,8	0,97	28,50
2,0	30	25	7,38	7 ϕ 12	11,50	1,20	22,00	2,0	30	25	8,90	8 ϕ 12	13,1	1,20	35,00
2,2	30	25	7,92	8 ϕ 12	14,56	1,45	26,50	2,2	30	25	12,61	12 ϕ 12	21,8	1,45	42,50
2,4	30	25	10,49	7 ϕ 14	19,03	1,73	32,00	2,4	35	25	12,98	9 ϕ 14	24,5	2,02	49,50
2,5	30	25	11,92	8 ϕ 14	22,72	1,88	34,50	2,5	35	25	14,93	10 ϕ 14	28,4	2,19	54,00
2,6	30	25	13,63	9 ϕ 14	26,65	2,03	37,50	2,6	35	25	17,01	7 ϕ 18	34,3	2,37	58,50
2,8	35	25	13,23	9 ϕ 14	28,82	2,74	42,00	2,8	40	25	17,50	7 ϕ 18	37,1	3,14	66,50
3,0	35	25	16,66	11 ϕ 14	37,88	3,15	48,50	3,0	40	25	21,95	11 ϕ 16	49,5	3,60	76,50
3,2	35	25	20,72	14 ϕ 14	51,60	3,58	55,00	3,2	45	25	22,64	9 ϕ 18	54,8	4,61	85,00
3,4	40	25	20,19	14 ϕ 14	54,98	4,62	60,50	3,4	45	25	27,54	11 ϕ 18	71,4	5,20	96,00
3,5	40	25	22,12	9 ϕ 18	60,23	4,90	64,00	3,5	45	30	29,36	12 ϕ 18	80,3	5,51	102,00
3,6	40	25	24,32	10 ϕ 18	68,92	5,18	68,00	3,6	50	30	27,41	11 ϕ 18	75,8	6,48	106,00
3,8	40	25	28,83	12 ϕ 18	87,49	5,78	75,50	3,8	50	30	32,61	13 ϕ 18	94,8	7,22	118,00
4,0	45	25	28,05	14 ϕ 16	85,07	7,20	81,50	4,0	50	30	38,56	13 ϕ 20	123,4	8,00	131,00
4,2	45	25	33,04	13 ϕ 18	105,17	7,94	89,50	4,2	55	35	38,32	13 ϕ 20	129,8	9,70	141,50
4,4	45	30	37,48	12 ϕ 20	125,77	8,71	98,50	4,4	55	35	44,60	12 ϕ 22	152,2	10,65	155,50
4,5	45	30	40,28	13 ϕ 20	139,46	9,11	103,00	4,5	55	35	47,92	13 ϕ 22	168,7	11,14	162,50
4,6	50	30	36,31	12 ϕ 20	131,69	10,58	104,50	4,6	60	35	45,04	12 ϕ 22	159,3	12,70	166,50
4,8	50	30	41,48	17 ϕ 18	157,91	11,52	113,50	4,8	60	35	51,71	14 ϕ 22	194,3	13,82	181,50
5,0	50	30	47,39	13 ϕ 22	188,14	12,50	123,50	5,0	60	40	57,53	12 ϕ 25	224,3	15,00	196,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		
$q_a = 1,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	12,00
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,73	0,43	17,00
1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,55	0,59	23,50
1,5	30	25	5,54	5 ϕ 12	5,99	0,68	27,00
1,6	30	25	5,90	6 ϕ 12	7,72	0,77	30,50
1,8	30	25	8,66	8 ϕ 12	11,72	0,97	39,00
2,0	35	25	9,68	9 ϕ 12	14,78	1,40	47,50
2,2	35	25	13,58	9 ϕ 14	22,30	1,69	57,50
2,4	40	25	14,73	6 ϕ 18	26,97	2,30	67,50
2,5	40	25	16,79	7 ϕ 18	32,86	2,50	73,00
2,6	40	25	19,10	10 ϕ 16	38,67	2,70	79,00
2,8	45	25	20,42	7 ϕ 20	45,75	3,53	90,50
3,0	45	30	24,63	8 ϕ 20	56,23	4,05	104,00
3,2	50	30	26,33	11 ϕ 18	67,02	5,12	117,00
3,4	50	30	32,07	9 ϕ 22	87,28	5,78	132,00
3,5	50	35	34,15	9 ϕ 22	89,97	6,13	140,00
3,6	55	35	32,56	9 ϕ 22	92,65	7,13	146,00
3,8	55	35	38,81	13 ϕ 20	117,02	7,94	162,50
4,0	60	35	40,54	13 ϕ 20	123,43	9,60	178,00
4,2	60	40	46,57	10 ϕ 25	156,06	10,58	196,00
4,4	65	40	48,23	13 ϕ 22	164,87	12,58	212,00
4,5	65	40	51,96	14 ϕ 22	181,73	13,16	222,00
4,6	65	40	55,81	15 ϕ 22	199,18	13,75	232,00
4,8	65	45	62,57	13 ϕ 25	232,94	14,98	252,50
5,0	70	45	64,16	17 ϕ 22	246,03	17,50	270,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		
$q_a = 1,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	15,00
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,7	0,43	22,00
1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,5	0,59	30,00
1,5	30	25	5,86	4 ϕ 14	6,5	0,68	34,00
1,6	30	25	7,38	5 ϕ 14	8,8	0,77	39,00
1,8	35	25	8,70	8 ϕ 12	11,7	1,13	49,00
2,0	35	25	12,40	11 ϕ 12	18,1	1,40	60,50
2,2	40	25	14,21	6 ϕ 18	24,6	1,94	72,50
2,4	45	25	15,96	8 ϕ 16	28,4	2,59	85,50
2,5	45	25	18,20	12 ϕ 14	34,1	2,81	92,50
2,6	45	30	19,79	10 ϕ 16	38,7	3,04	100,00
2,8	50	30	21,78	7 ϕ 20	45,7	3,92	115,00
3,0	50	30	27,33	11 ϕ 18	62,6	4,50	132,00
3,2	55	35	28,64	8 ϕ 22	72,8	5,63	148,50
3,4	55	35	35,06	12 ϕ 20	96,2	6,36	168,00
3,5	60	35	34,08	9 ϕ 22	90,0	7,35	176,00
3,6	60	35	37,34	12 ϕ 20	102,1	7,78	186,00
3,8	60	40	43,29	14 ϕ 20	126,0	8,66	207,50
4,0	65	40	45,82	10 ϕ 25	148,4	10,40	227,50
4,2	65	45	52,66	14 ϕ 22	169,2	11,47	250,50
4,4	70	45	55,33	15 ϕ 22	190,2	13,55	272,00
4,5	70	45	59,57	16 ϕ 22	207,7	14,18	284,50
4,6	70	45	64,07	11 ϕ 28	236,6	14,81	297,50
4,8	75	50	65,21	18 ϕ 22	249,8	17,28	320,00
5,0	75	50	74,64	16 ϕ 25	299,0	18,75	347,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		
$q_a = 1,50 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	18,50
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,73	0,43	26,50
1,4	30	25	5,63	5 ϕ 12	5,55	0,59	36,00
1,5	30	25	7,19	5 ϕ 14	8,16	0,68	41,50
1,6	35	25	7,34	5 ϕ 14	8,76	0,90	47,00
1,8	35	25	10,62	7 ϕ 14	13,96	1,13	59,50
2,0	40	25	12,46	12 ϕ 12	19,71	1,60	73,00
2,2	45	25	14,66	6 ϕ 18	24,57	2,18	87,50
2,4	45	30	18,59	6 ϕ 20	33,29	2,59	104,00
2,5	50	30	18,38	12 ϕ 14	34,08	3,13	112,00
2,6	50	30	20,91	7 ϕ 20	42,29	3,38	121,00
2,8	50	35	25,67	7 ϕ 22	55,35	3,92	140,50
3,0	55	35	28,30	8 ϕ 22	68,04	4,95	160,00
3,2	60	35	31,30	10 ϕ 20	75,22	6,14	180,50
3,4	60	40	36,90	12 ϕ 20	96,18	6,94	203,50
3,5	60	40	40,60	11 ϕ 22	109,96	7,35	215,50
3,6	65	40	39,93	13 ϕ 20	110,61	8,42	226,00
3,8	65	45	46,34	10 ϕ 25	140,65	9,39	252,00
4,0	70	45	49,70	14 ϕ 22	160,84	11,20	277,00
4,2	75	45	53,49	11 ϕ 25	171,67	13,23	302,50
4,4	75	50	60,73	16 ϕ 22	202,91	14,52	332,00
4,5	75	50	65,38	11 ϕ 28	231,29	15,19	347,00
4,6	80	50	64,41	11 ϕ 28	236,61	16,93	359,50
4,8	80	55	72,36	15 ϕ 25	268,77	18,43	391,50
5,0	85	55	76,27	16 ϕ 25	299,02	21,25	421,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		
$q_a = 1,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	21,50
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,7	0,43	31,00
1,4	30	25	6,68	6 ϕ 12	6,7	0,59	42,50
1,5	35	25	6,89	7 ϕ 12	8,4	0,79	48,50
1,6	35	25	8,35	8 ϕ 12	10,3	0,90	55,00
1,8	40	25	10,32	7 ϕ 14	14,0	1,30	69,50
2,0	45	25	12,78	12 ϕ 12	19,7	1,80	85,00
2,2	45	30	16,43	7 ϕ 18	28,7	2,18	103,00
2,4	50	30	19,03	10 ϕ 16	35,5	2,88	122,00
2,5	50	30	21,75	7 ϕ 20	40,6	3,13	132,00
2,6	50	35	23,72	8 ϕ 20	48,3	3,38	143,00
2,8	55	35	26,66	11 ϕ 18	58,2	4,31	164,50
3,0	60	35	29,81	8 ϕ 22	68,0	5,40	187,50
3,2	60	40	35,86	10 ϕ 22	91,0	6,14	213,50
3,4	65	40	39,42	13 ϕ 20	104,2	7,51	239,50
3,5	65	45	41,94	9 ϕ 25	116,2	7,96	253,50
3,6	65	45	46,15	10 ϕ 25	132,9	8,42	268,50
3,8	70	45	49,94	14 ϕ 22	152,5	10,11	296,50
4,0	75	50	52,51	14 ϕ 22	160,8	12,00	326,50
4,2	75	50	62,22	13 ϕ 25	202,9	13,23	360,00
4,4	80	55	64,82	11 ϕ 28	226,0	15,49	392,00
4,5	80	55	69,88	15 ϕ 25	251,4	16,20	410,00
4,6	85	55	69,30	15 ϕ 25	257,2	17,99	425,00
4,8	85	55	79,88	13 ϕ 28	292,2	19,58	463,00
5,0	90	60	82,76	17 ϕ 25	317,7	22,50	498,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 2,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	25,00
1,2	30	25	4,48	4 ϕ 12	3,73	0,43	36,00
1,4	35	25	6,43	6 ϕ 12	6,66	0,69	48,50
1,5	35	25	7,77	4 ϕ 16	8,52	0,79	56,00
1,6	35	25	9,68	5 ϕ 16	11,44	0,90	63,50
1,8	40	25	11,92	6 ϕ 16	15,63	1,30	80,00
2,0	45	30	13,53	9 ϕ 14	20,12	1,80	98,00
2,2	50	30	16,42	7 ϕ 18	28,67	2,42	118,00
2,4	50	35	20,94	7 ϕ 20	38,84	2,88	140,50
2,5	55	35	21,11	7 ϕ 20	40,57	3,44	151,50
2,6	55	35	24,12	8 ϕ 20	48,34	3,72	164,00
2,8	60	35	27,51	11 ϕ 18	58,23	4,70	189,00
3,0	60	40	33,31	9 ϕ 22	76,54	5,40	217,00
3,2	65	40	37,33	10 ϕ 22	91,01	6,66	245,00
3,4	70	45	40,03	13 ϕ 20	104,19	8,09	275,00
3,5	70	45	44,14	9 ϕ 25	116,18	8,58	291,50
3,6	70	45	48,53	10 ϕ 25	132,94	9,07	308,50
3,8	75	50	51,44	14 ϕ 22	152,48	10,83	341,50
4,0	80	50	56,13	12 ϕ 25	178,03	12,80	376,00
4,2	80	55	64,62	11 ϕ 28	215,34	14,11	414,50
4,4	85	55	69,72	15 ϕ 25	245,65	16,46	452,00
4,5	85	60	73,18	15 ϕ 25	251,43	17,21	472,50
4,6	85	60	78,84	13 ϕ 28	279,63	17,99	494,00
4,8	90	60	84,28	14 ϕ 28	314,67	20,74	534,00
5,0	95	65	87,85	18 ϕ 25	336,40	23,75	575,50

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 2,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	28,00
1,2	30	25	5,05	5 ϕ 12	4,7	0,43	40,50
1,4	35	25	6,92	5 ϕ 14	7,6	0,69	55,00
1,5	35	25	8,77	8 ϕ 12	9,6	0,79	63,00
1,6	40	25	9,05	6 ϕ 14	10,5	1,02	71,50
1,8	45	25	11,50	6 ϕ 16	15,6	1,46	90,00
2,0	45	30	15,38	10 ϕ 14	22,4	1,80	111,00
2,2	50	30	18,70	6 ϕ 20	30,3	2,42	134,00
2,4	55	35	20,93	7 ϕ 20	38,8	3,17	158,50
2,5	55	35	24,05	8 ϕ 20	46,4	3,44	172,00
2,6	60	35	24,44	8 ϕ 20	48,3	4,06	185,00
2,8	60	40	30,03	8 ϕ 22	63,3	4,70	214,50
3,0	65	40	34,05	9 ϕ 22	76,5	5,85	244,50
3,2	70	45	37,22	10 ϕ 22	91,0	7,17	277,00
3,4	70	45	45,65	10 ϕ 25	125,2	8,09	312,50
3,5	70	50	48,69	10 ϕ 25	129,1	8,58	331,50
3,6	75	50	48,90	10 ϕ 25	132,9	9,72	348,50
3,8	80	50	53,93	11 ϕ 25	154,7	11,55	386,00
4,0	80	55	62,24	13 ϕ 25	192,9	12,80	428,00
4,2	85	55	68,16	14 ϕ 25	218,5	14,99	469,00
4,4	90	60	71,96	15 ϕ 25	245,7	17,42	511,50
4,5	90	60	77,62	16 ϕ 25	268,2	18,23	535,00
4,6	90	60	83,65	14 ϕ 28	301,1	19,04	559,50
4,8	95	65	87,72	18 ϕ 25	322,5	21,89	605,50
5,0	100	65	94,12	12 ϕ 32	367,4	25,00	653,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,3$			
$q_a = 2,50 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	31,50
1,2	30	25	5,63	5 ϕ 12	4,66	0,43	45,00
1,4	35	25	7,75	4 ϕ 16	7,89	0,69	61,50
1,5	40	25	8,24	8 ϕ 12	9,59	0,90	70,00
1,6	40	25	10,16	9 ϕ 12	11,59	1,02	80,00
1,8	45	30	12,00	6 ϕ 16	15,63	1,46	100,50
2,0	50	30	14,94	6 ϕ 18	22,17	2,00	123,50
2,2	50	35	19,81	10 ϕ 16	32,36	2,42	149,50
2,4	55	35	23,44	8 ϕ 20	44,39	3,17	177,00
2,5	55	40	25,65	7 ϕ 22	49,09	3,44	192,00
2,6	60	40	26,18	7 ϕ 22	51,18	4,06	207,00
2,8	65	40	30,29	8 ϕ 22	63,26	5,10	238,50
3,0	65	45	36,78	10 ϕ 22	85,05	5,85	274,00
3,2	70	45	41,78	11 ϕ 22	100,11	7,17	310,00
3,4	75	50	45,29	12 ϕ 22	116,38	8,67	348,50
3,5	75	50	49,94	14 ϕ 22	139,95	9,19	369,00
3,6	75	55	53,16	11 ϕ 25	146,24	9,72	390,50
3,8	80	55	58,81	12 ϕ 25	168,78	11,55	433,00
4,0	85	60	62,83	13 ϕ 25	192,86	13,60	477,50
4,2	90	60	69,26	15 ϕ 25	234,09	15,88	523,50
4,4	90	65	78,90	13 ϕ 28	267,06	17,42	574,50
4,5	95	65	79,46	13 ϕ 28	273,34	19,24	598,00
4,6	95	65	85,56	14 ϕ 28	301,14	20,10	624,50
4,8	100	70	90,23	15 ϕ 28	337,15	23,04	676,50
5,0	105	70	97,38	16 ϕ 28	375,09	26,25	730,50

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,3$			
$q_a = 2,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	34,50
1,2	30	25	6,27	6 ϕ 12	5,6	0,43	50,00
1,4	35	25	8,53	8 ϕ 12	8,9	0,69	67,50
1,5	40	25	8,99	8 ϕ 12	9,6	0,90	77,50
1,6	40	25	11,20	6 ϕ 16	13,7	1,02	88,00
1,8	45	30	13,29	9 ϕ 14	17,9	1,46	111,00
2,0	50	30	16,55	7 ϕ 18	25,9	2,00	136,50
2,2	55	35	19,31	10 ϕ 16	32,4	2,66	164,50
2,4	55	40	24,74	8 ϕ 20	44,4	3,17	196,00
2,5	60	40	25,35	7 ϕ 22	49,1	3,75	211,50
2,6	60	40	29,04	8 ϕ 22	58,5	4,06	229,00
2,8	65	45	32,19	9 ϕ 22	71,2	5,10	264,00
3,0	70	45	37,08	10 ϕ 22	85,0	6,30	302,00
3,2	75	50	40,89	11 ϕ 22	100,1	7,68	342,00
3,4	80	50	46,26	10 ϕ 25	125,2	9,25	384,00
3,5	80	55	49,33	13 ϕ 22	130,0	9,80	407,00
3,6	80	55	54,32	9 ϕ 28	150,1	10,37	430,50
3,8	85	60	58,55	12 ϕ 25	168,8	12,27	477,50
4,0	90	60	64,94	11 ϕ 28	204,7	14,40	527,00
4,2	90	65	74,90	13 ϕ 28	254,5	15,88	581,00
4,4	95	65	81,92	14 ϕ 28	287,6	18,39	634,50
4,5	95	70	86,07	14 ϕ 28	294,4	19,24	663,50
4,6	100	70	86,90	11 ϕ 32	309,0	21,16	690,00
4,8	105	70	94,46	12 ϕ 32	352,3	24,19	748,00
5,0	105	75	105,91	18 ϕ 28	422,0	26,25	811,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$fm = 1,3$			$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$fm = 1,3$		
$q_a = 3,00 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 3,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4φ12	3,02	0,30	38,00	1,0	30	25	3,81	4φ12	3,0	0,30	41,00
1,2	35	25	5,51	5φ12	4,66	0,50	54,50	1,2	35	25	5,91	4φ14	5,1	0,50	59,00
1,4	40	25	7,71	4φ16	7,89	0,78	73,50	1,4	40	25	8,41	8φ12	8,9	0,78	80,00
1,5	40	25	9,82	5φ16	10,65	0,90	84,50	1,5	45	25	9,59	5φ16	10,7	1,01	91,50
1,6	45	25	10,44	7φ14	12,27	1,15	96,00	1,6	45	30	10,54	7φ14	12,3	1,15	104,50
1,8	45	30	14,58	6φ18	19,78	1,46	121,50	1,8	50	30	13,77	9φ14	17,9	1,62	131,50
2,0	50	35	17,09	7φ18	25,87	2,00	149,50	2,0	50	35	18,62	6φ20	27,4	2,00	162,50
2,2	55	35	21,17	7φ20	35,39	2,66	180,00	2,2	55	40	21,84	7φ20	35,4	2,66	196,00
2,4	60	40	24,18	8φ20	44,39	3,46	213,50	2,4	60	40	26,39	7φ22	47,0	3,46	232,50
2,5	60	40	27,88	9φ20	52,16	3,75	232,00	2,5	60	45	28,89	8φ22	56,1	3,75	252,00
2,6	60	45	30,38	8φ22	58,49	4,06	250,50	2,6	65	45	29,84	8φ22	58,5	4,39	271,50
2,8	65	45	35,39	12φ20	78,42	5,10	289,50	2,8	70	50	33,58	9φ22	71,2	5,49	314,00
3,0	70	50	39,12	8φ25	87,86	6,30	331,00	3,0	75	50	39,09	8φ25	87,9	6,75	359,00
3,2	75	50	44,94	10φ25	117,53	7,68	375,00	3,2	75	55	47,22	10φ25	117,5	7,68	408,50
3,4	80	55	49,12	13φ22	126,08	9,25	421,50	3,4	80	55	53,67	11φ25	137,8	9,25	459,50
3,5	80	55	54,31	9φ28	145,73	9,80	447,00	3,5	85	60	53,01	11φ25	142,0	10,41	485,00
3,6	80	60	57,84	12φ25	159,53	10,37	473,00	3,6	85	60	58,44	12φ25	159,5	11,02	513,00
3,8	85	60	64,48	11φ28	194,07	12,27	524,50	3,8	90	65	63,45	13φ25	182,8	13,00	569,50
4,0	90	65	69,38	15φ25	222,53	14,40	579,00	4,0	95	65	70,79	15φ25	222,5	15,20	628,50
4,2	95	65	77,00	13φ28	254,49	16,76	635,50	4,2	100	70	76,59	13φ28	254,5	17,64	690,00
4,4	100	70	82,29	14φ28	287,60	19,36	694,50	4,4	105	70	84,60	14φ28	287,6	20,33	754,50
4,5	100	70	88,90	15φ28	315,40	20,25	726,50	4,5	105	75	88,91	15φ28	315,4	21,26	789,00
4,6	105	70	90,06	15φ28	322,65	22,22	755,50	4,6	105	75	95,94	12φ32	337,1	22,22	824,50
4,8	105	75	101,60	13φ32	381,64	24,19	823,00	4,8	110	80	102,11	13φ32	381,6	25,34	894,00
5,0	110	80	107,50	18φ28	421,98	27,50	889,00	5,0	115	80	111,22	14φ32	428,7	28,75	966,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$			$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		
$q_a = 3,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 3,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	4,15	4 ϕ 12	3,02	0,30	44,50	1,0	30	25	4,44	4 ϕ 12	3,0	0,30	47,50
1,2	35	25	6,37	6 ϕ 12	5,59	0,50	63,50	1,2	35	25	6,88	4 ϕ 16	6,6	0,50	68,50
1,4	40	25	9,11	6 ϕ 14	9,06	0,78	86,50	1,4	45	25	8,95	8 ϕ 12	8,9	0,88	92,50
1,5	40	30	10,68	7 ϕ 14	11,42	0,90	99,50	1,5	45	30	9,76	5 ϕ 16	10,7	1,01	106,50
1,6	45	30	11,37	6 ϕ 16	13,73	1,15	112,50	1,6	45	30	12,25	5 ϕ 18	14,5	1,15	121,00
1,8	50	35	13,90	7 ϕ 16	18,23	1,62	142,00	1,8	50	35	14,95	6 ϕ 18	19,8	1,62	152,50
2,0	55	35	17,77	7 ϕ 18	25,87	2,20	175,00	2,0	55	35	19,13	10 ϕ 16	29,2	2,20	188,00
2,2	60	40	21,09	7 ϕ 20	35,39	2,90	211,00	2,2	60	40	22,68	6 ϕ 22	36,7	2,90	226,50
2,4	60	45	27,10	6 ϕ 25	52,02	3,46	251,00	2,4	65	45	26,32	7 ϕ 22	47,0	3,74	269,00
2,5	65	45	28,20	9 ϕ 20	52,16	4,06	271,50	2,5	65	45	30,39	8 ϕ 22	56,1	4,06	292,00
2,6	65	45	32,33	9 ϕ 22	65,80	4,39	293,50	2,6	65	50	33,18	9 ϕ 22	65,8	4,39	315,50
2,8	70	50	36,38	10 ϕ 22	79,08	5,49	339,50	2,8	75	50	35,88	10 ϕ 22	79,1	5,88	363,50
3,0	75	55	40,61	11 ϕ 22	93,55	6,75	388,00	3,0	75	55	43,78	9 ϕ 25	98,8	6,75	417,50
3,2	80	55	47,12	10 ϕ 25	117,53	8,19	440,00	3,2	80	60	48,86	10 ϕ 25	117,5	8,19	473,50
3,4	85	60	51,93	11 ϕ 25	137,76	9,83	495,00	3,4	85	60	55,97	15 ϕ 22	145,5	9,83	532,50
3,5	85	60	57,44	12 ϕ 25	154,91	10,41	524,50	3,5	85	65	59,78	10 ϕ 28	161,9	10,41	564,50
3,6	90	60	58,96	10 ϕ 28	166,76	11,66	553,00	3,6	90	65	61,40	10 ϕ 28	166,8	11,66	595,00
3,8	90	65	68,78	15 ϕ 25	210,97	13,00	616,00	3,8	95	70	67,11	11 ϕ 28	194,1	13,72	661,00
4,0	95	70	74,48	13 ϕ 28	241,92	15,20	680,50	4,0	100	70	75,35	13 ϕ 28	241,9	16,00	730,00
4,2	100	70	83,15	14 ϕ 28	274,07	17,64	747,50	4,2	105	75	81,94	14 ϕ 28	274,1	18,52	802,00
4,4	105	75	89,27	15 ϕ 28	308,15	20,33	817,00	4,4	105	80	93,66	12 ϕ 32	322,0	20,33	880,00
4,5	105	75	96,56	16 ϕ 28	336,42	21,26	855,00	4,5	110	80	95,64	12 ϕ 32	329,6	22,28	917,50
4,6	110	80	95,68	12 ϕ 32	337,13	23,28	890,00	4,6	110	80	103,25	13 ϕ 32	365,2	23,28	958,50
4,8	115	80	104,93	18 ϕ 28	404,58	26,50	965,50	4,8	115	85	110,42	18 ϕ 28	404,6	26,50	1040,50
5,0	115	85	117,87	15 ϕ 32	459,30	28,75	1047,50	5,0	120	90	117,76	15 ϕ 32	459,3	30,00	1125,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE															
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$fm = 1,3$				$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$fm = 1,3$			
$q_a = 4,00 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 4,25 \text{ kg/cm}^2$															
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu								
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T								
1,0	30	25	4,77	5 ϕ 12	3,77	0,30	51,00	1,0	35	25	4,59	3 ϕ 14	3,1	0,35	54,00								
1,2	40	25	6,59	6 ϕ 12	5,59	0,58	73,00	1,2	40	25	6,59	6 ϕ 12	5,6	0,58	77,50								
1,4	40	30	9,56	5 ϕ 16	9,86	0,78	99,00	1,4	45	30	8,95	8 ϕ 12	8,9	0,88	105,50								
1,5	45	30	10,42	7 ϕ 14	11,42	1,01	113,50	1,5	45	30	11,13	6 ϕ 16	12,8	1,01	121,00								
1,6	50	30	11,66	6 ϕ 16	13,73	1,28	129,00	1,6	50	30	12,12	5 ϕ 18	14,5	1,28	137,00								
1,8	50	35	16,01	8 ϕ 16	20,83	1,62	163,00	1,8	55	35	15,06	6 ϕ 18	19,8	1,78	173,00								
2,0	55	40	19,23	10 ϕ 16	29,20	2,20	201,00	2,0	55	40	20,51	7 ϕ 20	31,9	2,20	214,00								
2,2	60	40	24,32	8 ϕ 20	40,44	2,90	242,50	2,2	60	45	24,46	8 ϕ 20	40,4	2,90	258,00								
2,4	65	45	28,18	6 ϕ 25	52,02	3,74	287,50	2,4	65	45	30,09	8 ϕ 22	53,7	3,74	306,50								
2,5	70	45	29,59	8 ϕ 22	56,10	4,38	311,00	2,5	70	50	30,03	8 ϕ 22	56,1	4,38	331,50								
2,6	70	50	32,34	9 ϕ 22	65,80	4,73	336,50	2,6	70	50	34,51	11 ϕ 20	66,5	4,73	358,50								
2,8	75	55	36,76	10 ϕ 22	79,08	5,88	389,00	2,8	75	55	39,24	8 ϕ 25	81,7	5,88	414,50								
3,0	80	55	43,29	9 ϕ 25	98,84	7,20	445,50	3,0	80	60	44,27	12 ϕ 22	102,1	7,20	474,50								
3,2	85	60	48,53	10 ϕ 25	117,53	8,70	505,00	3,2	85	60	51,83	11 ϕ 25	129,3	8,70	538,50								
3,4	85	65	57,84	12 ϕ 25	150,28	9,83	570,00	3,4	90	65	57,53	12 ϕ 25	150,3	10,40	606,00								
3,5	90	65	59,69	10 ϕ 28	161,93	11,03	602,50	3,5	95	65	59,62	10 ϕ 28	161,9	11,64	640,50								
3,6	95	65	61,62	13 ϕ 25	172,82	12,31	635,50	3,6	95	70	63,54	13 ϕ 25	172,8	12,31	677,50								
3,8	95	70	72,01	15 ϕ 25	210,97	13,72	708,00	3,8	100	70	72,17	15 ϕ 25	211,0	14,44	752,50								
4,0	100	75	78,37	13 ϕ 28	241,92	16,00	782,00	4,0	105	75	78,83	13 ϕ 28	241,9	16,80	831,50								
4,2	105	75	87,92	11 ϕ 32	281,26	18,52	859,00	4,2	110	80	86,12	14 ϕ 28	274,1	19,40	914,00								
4,4	110	80	94,91	12 ϕ 32	321,98	21,30	940,00	4,4	110	85	98,57	13 ϕ 32	348,8	21,30	1003,00								
4,5	115	80	97,18	16 ϕ 28	336,42	23,29	980,00	4,5	115	85	101,04	13 ϕ 32	357,0	23,29	1046,00								
4,6	115	85	102,11	13 ϕ 32	365,23	24,33	1024,00	4,6	115	85	109,18	18 ϕ 28	387,2	24,33	1093,00								
4,8	120	85	112,47	14 ϕ 32	411,00	27,65	1111,50	4,8	120	90	117,17	15 ϕ 32	440,4	27,65	1186,50								
5,0	125	90	120,29	15 ϕ 32	459,30	31,25	1202,50	5,0	125	95	125,42	16 ϕ 32	489,9	31,25	1283,50								

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,3$			
$q_a = 4,50 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	4,59	3φ14	3,08	0,35	57,00
1,2	40	25	6,86	4φ16	6,63	0,58	82,00
1,4	45	30	9,20	6φ14	9,06	0,88	111,50
1,5	45	30	11,79	4φ20	13,32	1,01	128,00
1,6	50	35	11,89	6φ16	13,73	1,28	145,50
1,8	55	35	15,99	8φ16	20,83	1,78	183,50
2,0	60	40	19,48	10φ16	29,20	2,40	226,50
2,2	65	45	23,45	8φ20	40,44	3,15	273,00
2,4	65	50	30,30	8φ22	53,71	3,74	325,00
2,5	70	50	31,89	9φ22	63,11	4,38	351,50
2,6	75	50	33,63	9φ22	65,80	5,07	379,50
2,8	75	55	41,72	7φ28	89,66	5,88	440,00
3,0	80	60	47,09	10φ25	109,82	7,20	504,00
3,2	85	65	52,94	11φ25	129,28	8,70	571,50
3,4	90	65	61,19	10φ28	157,09	10,40	643,50
3,5	95	70	61,13	10φ28	161,93	11,64	680,00
3,6	95	70	67,58	11φ28	183,44	12,31	719,50
3,8	100	75	74,27	13φ28	229,36	14,44	799,50
4,0	105	80	81,27	14φ28	260,53	16,80	883,50
4,2	110	80	91,64	15φ28	293,64	19,40	971,00
4,4	115	85	99,35	13φ32	348,81	22,26	1063,00
4,5	120	85	102,08	13φ32	357,02	24,30	1108,50
4,6	120	90	107,32	18φ28	387,18	25,39	1158,50
4,8	125	95	115,55	19φ28	427,05	28,80	1257,50
5,0	130	95	127,33	16φ32	489,92	32,50	1361,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,3$			
$q_a = 4,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	4,59	3φ14	3,1	0,35	60,50
1,2	40	25	7,29	5φ14	6,3	0,58	87,00
1,4	45	30	9,75	5φ16	9,9	0,88	118,00
1,5	50	30	10,94	10φ12	12,0	1,13	135,00
1,6	50	35	12,60	5φ18	14,5	1,28	154,00
1,8	55	40	15,80	8φ16	20,8	1,78	194,50
2,0	60	40	20,63	7φ20	31,9	2,40	239,50
2,2	65	45	24,86	8φ20	40,4	3,15	289,00
2,4	70	50	29,22	6φ25	52,0	4,03	343,00
2,5	70	50	33,80	9φ22	63,1	4,38	372,00
2,6	75	55	33,92	9φ22	65,8	5,07	401,50
2,8	80	55	40,79	7φ28	89,7	6,27	464,50
3,0	85	60	46,25	10φ25	109,8	7,65	531,50
3,2	90	65	52,30	11φ25	129,3	9,22	603,50
3,4	90	70	62,46	13φ25	162,8	10,40	681,00
3,5	95	70	64,82	11φ28	178,1	11,64	720,00
3,6	100	70	67,25	11φ28	183,4	12,96	759,50
3,8	105	75	74,16	13φ28	229,4	15,16	844,00
4,0	105	80	86,19	14φ28	260,5	16,80	935,50
4,2	110	85	94,30	12φ32	306,8	19,40	1028,50
4,4	115	90	102,38	13φ32	348,8	22,26	1126,00
4,5	120	90	105,30	18φ28	378,5	24,30	1174,50
4,6	120	90	113,85	19φ28	408,7	25,39	1227,00
4,8	125	95	122,63	20φ28	449,5	28,80	1332,50
5,0	130	100	131,71	22φ28	515,8	32,50	1442,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$	
$q_a = 5,00 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 5,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i> ²	<i>mm</i>	<i>kg</i>	<i>m</i> ³	<i>T</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i> ²	<i>mm</i>	<i>kg</i>	<i>m</i> ³	<i>T</i>
1,0	35	25	4,75	5φ12	3,77	0,35	63,50	1,0	35	25	5,02	5φ12	3,8	0,35	67,00
1,2	40	25	7,67	5φ14	6,34	0,58	91,50	1,2	40	25	8,06	5φ16	8,3	0,58	96,00
1,4	45	30	10,30	7φ14	10,57	0,88	124,50	1,4	45	30	10,86	10φ12	11,1	0,88	131,00
1,5	45	35	12,10	4φ20	13,32	1,01	143,00	1,5	50	35	11,07	6φ16	12,8	1,13	150,00
1,6	50	35	13,28	9φ14	15,77	1,28	162,00	1,6	50	35	13,99	7φ16	16,0	1,28	170,50
1,8	55	40	16,67	7φ18	23,07	1,78	205,00	1,8	55	40	17,55	7φ18	23,1	1,78	215,50
2,0	60	45	20,41	7φ20	31,94	2,40	252,50	2,0	60	45	21,48	7φ20	31,9	2,40	265,50
2,2	65	45	26,23	7φ22	42,82	3,15	304,50	2,2	65	50	26,05	7φ22	42,8	3,15	320,50
2,4	70	50	30,84	10φ20	55,49	4,03	361,50	2,4	70	50	32,50	9φ22	60,4	4,03	380,50
2,5	70	55	33,90	9φ22	63,11	4,38	392,50	2,5	75	55	32,71	9φ22	63,1	4,69	411,50
2,6	75	55	35,82	10φ22	73,11	5,07	423,50	2,6	75	55	37,74	10φ22	73,1	5,07	445,50
2,8	80	60	41,15	7φ28	89,66	6,27	490,00	2,8	80	60	43,35	9φ25	91,9	6,27	515,50
3,0	85	65	46,82	10φ25	109,82	7,65	561,00	3,0	85	65	49,30	13φ22	110,6	7,65	590,00
3,2	90	65	55,23	9φ28	132,68	9,22	636,50	3,2	90	70	55,90	15φ22	136,5	9,22	670,00
3,4	95	70	61,76	13φ25	162,80	10,98	717,00	3,4	95	70	65,08	11φ28	172,8	10,98	754,50
3,5	100	70	64,33	11φ28	178,12	12,25	758,00	3,5	100	75	65,32	11φ28	178,1	12,25	797,50
3,6	100	75	68,58	9φ32	196,03	12,96	801,50	3,6	100	75	72,32	9φ32	196,0	12,96	844,00
3,8	105	80	75,79	13φ28	229,36	15,16	891,00	3,8	105	80	79,90	13φ28	229,4	15,16	938,00
4,0	110	80	86,07	14φ28	260,53	17,60	985,00	4,0	110	85	87,86	11φ32	267,4	17,60	1037,00
4,2	115	85	94,42	12φ32	306,83	20,29	1083,00	4,2	115	90	96,54	16φ28	313,2	20,29	1140,50
4,4	120	90	102,74	13φ32	348,81	23,23	1185,50	4,4	120	90	108,35	18φ28	369,8	23,23	1248,50
4,5	120	90	111,34	14φ32	384,48	24,30	1240,00	4,5	125	95	108,59	18φ28	378,5	25,31	1303,00
4,6	125	95	111,40	14φ32	393,32	26,45	1292,50	4,6	125	95	117,51	15φ32	421,4	26,45	1361,50
4,8	125	100	126,29	16φ32	469,71	28,80	1407,50	4,8	130	100	127,02	16φ32	469,7	29,95	1479,00
5,0	135	100	133,10	22φ28	515,75	33,75	1519,50	5,0	135	105	136,81	23φ28	539,2	33,75	1600,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,3$			
$q_a = 5,50 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm ²	mm	kg	m ³	T
1,0	35	25	5,25	5φ12	3,77	0,35	70,00
1,2	40	30	7,60	5φ14	6,34	0,58	101,00
1,4	50	30	10,21	7φ14	10,57	0,98	137,00
1,5	50	35	11,60	4φ20	13,32	1,13	157,00
1,6	50	35	14,71	6φ18	17,38	1,28	179,00
1,8	55	40	18,43	6φ20	24,41	1,78	226,00
2,0	60	45	22,57	6φ22	33,12	2,40	278,50
2,2	65	50	27,34	6φ25	47,40	3,15	336,00
2,4	70	55	32,31	9φ22	60,43	4,03	399,00
2,5	75	55	34,38	11φ20	63,75	4,69	432,00
2,6	80	55	36,55	10φ22	73,11	5,41	466,00
2,8	85	60	42,24	7φ28	89,66	6,66	539,50
3,0	90	65	48,31	10φ25	109,82	8,10	618,00
3,2	90	70	58,73	10φ28	147,43	9,22	703,00
3,4	95	75	65,83	11φ28	172,80	10,98	792,00
3,5	100	75	68,68	9φ32	190,35	12,25	837,50
3,6	100	80	73,30	12φ28	200,11	12,96	886,00
3,8	110	80	79,37	13φ28	229,36	15,88	982,50
4,0	115	85	87,53	11φ32	267,37	18,40	1086,50
4,2	120	90	96,41	12φ32	306,83	21,17	1195,00
4,4	120	95	110,65	18φ28	369,77	23,23	1311,50
4,5	125	95	114,20	19φ28	399,50	25,31	1368,50
4,6	125	100	120,14	15φ32	421,42	26,45	1430,00
4,8	135	100	127,64	16φ32	469,71	31,10	1550,00
5,0	140	105	137,77	23φ28	539,19	35,00	1678,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,3$			
$q_a = 5,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm ²	mm	kg	m ³	T
1,0	35	25	5,52	3φ16	4,0	0,35	73,50
1,2	40	30	7,95	4φ16	6,6	0,58	105,50
1,4	45	35	10,84	10φ12	11,1	0,88	143,50
1,5	50	35	12,16	4φ20	13,3	1,13	164,50
1,6	55	35	13,57	9φ14	15,8	1,41	186,50
1,8	60	40	17,26	7φ18	23,1	1,94	236,00
2,0	65	45	21,34	7φ20	31,9	2,60	290,50
2,2	70	50	26,10	7φ22	42,8	3,39	351,00
2,4	75	55	31,07	10φ20	55,5	4,32	417,00
2,5	75	55	36,06	10φ22	70,1	4,69	452,50
2,6	80	60	36,43	10φ22	73,1	5,41	488,00
2,8	80	65	45,52	10φ25	102,1	6,27	566,00
3,0	90	65	50,64	11φ25	120,8	8,10	647,00
3,2	95	70	57,66	12φ25	141,0	9,73	735,00
3,4	100	75	64,86	11φ28	172,8	11,56	828,00
3,5	100	80	69,35	9φ32	190,3	12,25	877,00
3,6	105	80	72,44	15φ25	199,4	13,61	926,00
3,8	110	85	80,44	14φ28	247,0	15,88	1029,50
4,0	115	90	88,87	15φ28	279,1	18,40	1138,50
4,2	120	90	101,17	13φ32	332,4	21,17	1252,50
4,4	125	95	110,52	18φ28	369,8	24,20	1371,50
4,5	125	100	116,42	19φ28	399,5	25,31	1434,50
4,6	130	100	120,24	15φ32	421,4	27,51	1495,50
4,8	135	105	130,39	22φ28	494,5	31,10	1625,00
5,0	140	110	140,91	23φ28	539,2	35,00	1759,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,3$	
$q_a = 6,00 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 6,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	5,75	3φ16	4,02	0,35	76,50	1,0	40	25	5,49	3φ16	4,0	0,40	80,00
1,2	40	30	8,33	8φ12	7,46	0,58	110,50	1,2	45	30	7,67	5φ14	6,3	0,65	114,50
1,4	45	35	11,34	6φ16	11,84	0,88	150,00	1,4	50	35	10,28	7φ14	10,6	0,98	156,00
1,5	50	35	12,70	5φ18	13,48	1,13	171,50	1,5	50	35	13,27	9φ14	14,7	1,13	179,00
1,6	50	40	14,81	6φ18	17,38	1,28	195,50	1,6	55	40	13,65	9φ14	15,8	1,41	203,50
1,8	60	40	18,05	6φ20	24,41	1,94	246,50	1,8	60	45	17,49	7φ18	23,1	1,94	257,00
2,0	65	45	22,32	6φ22	33,12	2,60	303,50	2,0	65	50	21,78	7φ20	31,9	2,60	316,50
2,2	70	50	27,28	6φ25	47,40	3,39	366,50	2,2	70	50	28,50	6φ25	47,4	3,39	382,50
2,4	75	55	32,49	9φ22	60,43	4,32	435,50	2,4	75	55	33,94	7φ25	60,7	4,32	454,50
2,5	75	60	35,74	10φ22	70,12	4,69	472,50	2,5	75	60	37,34	10φ22	70,1	4,69	493,00
2,6	80	60	38,12	8φ25	75,53	5,41	510,00	2,6	80	60	39,81	7φ28	82,9	5,41	532,00
2,8	85	65	44,21	12φ22	94,89	6,66	590,50	2,8	85	65	46,17	10φ25	102,1	6,66	616,00
3,0	90	70	50,72	11φ25	120,80	8,10	676,50	3,0	90	70	52,95	11φ25	120,8	8,10	705,50
3,2	95	75	57,87	12φ25	141,03	9,73	768,00	3,2	95	75	60,46	10φ28	147,4	9,73	801,50
3,4	100	75	67,88	9φ32	184,67	11,56	865,50	3,4	100	80	68,18	9φ32	184,7	11,56	903,00
3,5	105	80	68,41	9φ32	190,35	12,86	915,00	3,5	105	80	71,48	9φ32	190,3	12,86	955,00
3,6	105	80	75,82	13φ28	216,79	13,61	968,00	3,6	105	85	76,36	13φ28	216,8	13,61	1010,50
3,8	110	85	84,22	14φ28	247,00	15,88	1076,50	3,8	110	90	84,96	14φ28	247,0	15,88	1123,50
4,0	115	90	93,04	12φ32	291,68	18,40	1190,50	4,0	120	90	92,36	15φ28	279,1	19,20	1240,00
4,2	120	95	102,64	13φ32	332,40	21,17	1309,50	4,2	125	95	102,10	13φ32	332,4	22,05	1364,00
4,4	125	100	112,32	14φ32	375,64	24,20	1434,50	4,4	130	100	111,94	14φ32	375,6	25,17	1494,00
4,5	130	100	116,26	19φ28	399,50	26,33	1497,00	4,5	130	105	117,99	15φ32	411,9	26,33	1563,00
4,6	130	105	122,38	20φ28	430,20	27,51	1564,50	4,6	135	105	122,24	20φ28	430,2	28,57	1630,00
4,8	135	105	136,58	17φ32	499,07	31,10	1700,00	4,8	140	110	132,92	22φ28	494,5	32,26	1771,00
5,0	140	110	147,58	24φ28	562,64	35,00	1840,50	5,0	145	115	144,06	18φ32	551,2	36,25	1918,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 6,50 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	5,49	3φ16	4,02	0,40	83,00
1,2	45	30	7,70	4φ16	6,63	0,65	119,50
1,4	50	35	10,72	7φ14	10,57	0,98	162,50
1,5	50	35	13,84	4φ22	16,11	1,13	186,50
1,6	55	40	14,20	6φ18	17,38	1,41	211,50
1,8	60	45	18,22	6φ20	24,41	1,94	267,50
2,0	65	50	22,70	6φ22	33,12	2,60	329,50
2,2	70	55	27,92	6φ25	47,40	3,39	398,00
2,4	75	60	33,43	9φ22	60,43	4,32	473,00
2,5	80	60	35,93	10φ22	70,12	5,00	512,50
2,6	80	60	41,50	7φ28	82,90	5,41	554,00
2,8	85	65	48,13	10φ25	102,11	6,66	641,50
3,0	90	70	55,23	9φ28	123,98	8,10	735,00
3,2	100	75	59,21	10φ28	147,43	10,24	833,00
3,4	105	80	66,99	11φ28	172,80	12,14	938,50
3,5	105	85	71,71	9φ32	190,35	12,86	994,50
3,6	110	85	75,27	13φ28	216,79	14,26	1050,50
3,8	115	90	83,97	14φ28	247,00	16,61	1168,00
4,0	120	95	93,18	12φ32	291,68	19,20	1292,00
4,2	125	100	103,18	13φ32	332,40	22,05	1421,50
4,4	130	105	113,29	19φ28	390,32	25,17	1557,00
4,5	130	105	123,07	20φ28	420,53	26,33	1628,50
4,6	135	105	127,51	16φ32	449,51	28,57	1698,50
4,8	140	110	138,70	23φ28	516,96	32,26	1846,00
5,0	145	115	150,31	19φ32	581,77	36,25	1999,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 6,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	5,49	3φ16	4,0	0,40	86,50
1,2	45	30	8,00	4φ16	6,6	0,65	124,00
1,4	50	35	11,12	6φ16	11,8	0,98	168,50
1,5	50	40	13,12	9φ14	14,7	1,13	193,50
1,6	55	40	14,79	6φ18	17,4	1,41	220,00
1,8	60	45	18,95	5φ22	24,6	1,94	278,00
2,0	65	50	23,62	8φ20	36,5	2,60	342,50
2,2	70	55	29,07	6φ25	47,4	3,39	414,00
2,4	75	60	34,77	6φ28	65,3	4,32	491,50
2,5	80	60	37,37	10φ22	70,1	5,00	532,50
2,6	80	65	41,00	7φ28	82,9	5,41	576,00
2,8	85	70	47,73	10φ25	102,1	6,66	667,00
3,0	90	75	54,93	9φ28	124,0	8,10	764,00
3,2	100	75	61,66	8φ32	154,0	10,24	866,50
3,4	105	80	69,78	9φ32	184,7	12,14	976,50
3,5	105	85	74,68	13φ28	210,5	12,86	1034,50
3,6	110	85	78,36	13φ28	216,8	14,26	1092,50
3,8	115	90	87,45	11φ32	253,5	16,61	1215,00
4,0	120	95	97,03	16φ28	297,8	19,20	1344,00
4,2	125	100	107,47	18φ28	352,4	22,05	1479,00
4,4	130	105	118,00	15φ32	402,5	25,17	1620,00
4,5	135	105	122,54	20φ28	420,5	27,34	1691,50
4,6	135	110	129,02	21φ28	451,7	28,57	1767,50
4,8	140	115	140,51	23φ28	517,0	32,26	1921,00
5,0	145	120	152,46	19φ32	581,8	36,25	2080,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 7,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	5,60	3 ϕ 16	4,02	0,40	89,50
1,2	45	30	8,33	8 ϕ 12	7,46	0,65	129,00
1,4	50	35	11,56	4 ϕ 20	12,33	0,98	175,00
1,5	50	40	13,64	9 ϕ 14	14,68	1,13	201,00
1,6	55	40	15,37	5 ϕ 20	17,88	1,41	228,50
1,8	60	45	19,69	10 ϕ 16	26,04	1,94	288,50
2,0	65	50	24,54	8 ϕ 20	36,50	2,60	355,50
2,2	70	55	30,19	8 ϕ 22	48,94	3,39	429,50
2,4	75	60	36,15	6 ϕ 28	65,25	4,32	510,50
2,5	80	60	38,85	8 ϕ 25	72,44	5,00	553,00
2,6	85	65	39,56	7 ϕ 28	82,90	5,75	597,00
2,8	90	70	46,25	10 ϕ 25	102,11	7,06	691,00
3,0	95	75	53,47	11 ϕ 25	120,80	8,55	792,00
3,2	100	80	61,41	10 ϕ 28	147,43	10,24	899,50
3,4	105	85	69,70	9 ϕ 32	184,67	12,14	1014,00
3,5	110	85	73,41	12 ϕ 28	194,31	13,48	1072,50
3,6	110	90	78,45	13 ϕ 28	216,79	14,26	1134,50
3,8	115	95	87,73	11 ϕ 32	253,48	16,61	1262,00
4,0	120	95	100,89	13 ϕ 32	315,98	19,20	1396,00
4,2	130	100	106,62	18 ϕ 28	352,37	22,93	1533,50
4,4	135	105	117,30	15 ϕ 32	402,48	26,14	1680,00
4,5	135	110	123,65	16 ϕ 32	439,41	27,34	1757,00
4,6	140	110	128,48	16 ϕ 32	449,51	29,62	1833,00
4,8	145	115	140,13	23 ϕ 28	516,96	33,41	1992,00
5,0	150	120	152,31	19 ϕ 32	581,77	37,50	2158,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,3$			
$q_a = 7,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	5,82	3 ϕ 16	4,0	0,40	93,00
1,2	45	30	8,62	8 ϕ 12	7,5	0,65	133,50
1,4	50	35	12,00	4 ϕ 20	12,3	0,98	181,50
1,5	50	40	14,16	4 ϕ 22	16,1	1,13	208,50
1,6	55	40	15,93	8 ϕ 16	18,3	1,41	236,50
1,8	60	45	20,42	7 ϕ 20	28,5	1,94	299,00
2,0	65	50	25,46	7 ϕ 22	38,6	2,60	368,50
2,2	75	55	28,75	6 ϕ 25	47,4	3,63	444,50
2,4	80	60	34,65	6 ϕ 28	65,3	4,61	528,50
2,5	80	65	38,15	8 ϕ 25	72,4	5,00	573,00
2,6	85	65	41,05	7 ϕ 28	82,9	5,75	619,00
2,8	90	70	48,00	10 ϕ 25	102,1	7,06	716,50
3,0	95	75	55,52	15 ϕ 22	127,6	8,55	821,50
3,2	100	80	63,76	8 ϕ 32	154,0	10,24	933,00
3,4	105	85	72,35	9 ϕ 32	184,7	12,14	1051,50
3,5	110	85	76,22	13 ϕ 28	210,5	13,48	1112,50
3,6	110	90	81,47	14 ϕ 28	233,5	14,26	1177,00
3,8	115	95	91,09	15 ϕ 28	264,6	16,61	1309,00
4,0	120	100	101,26	13 ϕ 32	316,0	19,20	1448,00
4,2	130	105	107,20	18 ϕ 28	352,4	22,93	1591,00
4,4	135	110	118,11	15 ϕ 32	402,5	26,14	1743,00
4,5	135	110	128,43	16 ϕ 32	439,4	27,34	1823,00
4,6	140	115	129,53	22 ϕ 28	473,2	29,62	1901,50
4,8	145	120	141,48	23 ϕ 28	517,0	33,41	2067,00
5,0	150	125	153,94	20 ϕ 32	612,4	37,50	2239,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 0,50 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	5,50
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,73	0,43	8,50
1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,55	0,59	11,50
1,5	30	25	5,54	5 ϕ 12	5,99	0,68	13,00
1,6	30	25	5,90	6 ϕ 12	7,72	0,77	15,00
1,8	30	25	6,64	6 ϕ 12	8,79	0,97	19,00
2,0	30	25	7,38	7 ϕ 12	11,50	1,20	23,50
2,2	30	25	8,51	8 ϕ 12	14,56	1,45	29,00
2,4	30	25	11,33	6 ϕ 16	21,31	1,73	34,50
2,5	30	25	12,81	9 ϕ 14	25,56	1,88	37,00
2,6	30	25	14,76	10 ϕ 14	29,61	2,03	40,50
2,8	35	25	14,37	13 ϕ 12	30,59	2,74	45,50
3,0	35	25	17,89	9 ϕ 16	40,48	3,15	52,00
3,2	40	25	17,86	9 ϕ 16	43,33	4,10	57,50
3,4	40	25	21,73	11 ϕ 16	56,43	4,62	65,00
3,5	40	25	23,90	12 ϕ 16	63,45	4,90	69,00
3,6	40	25	26,17	11 ϕ 18	75,81	5,18	73,00
3,8	45	25	25,63	13 ϕ 16	74,89	6,50	79,00
4,0	45	25	30,18	12 ϕ 18	92,29	7,20	87,50
4,2	50	25	29,95	12 ϕ 18	97,08	8,82	93,50
4,4	50	30	33,83	11 ϕ 20	115,29	9,68	102,50
4,5	50	30	36,45	12 ϕ 20	128,73	10,13	107,50
4,6	50	30	39,16	13 ϕ 20	142,67	10,58	112,50
4,8	50	30	44,87	12 ϕ 22	166,51	11,52	122,50
5,0	55	30	43,51	14 ϕ 20	167,45	13,75	128,50

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 0,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	9,00
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,7	0,43	13,50
1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,5	0,59	18,50
1,5	30	25	5,54	5 ϕ 12	6,0	0,68	21,00
1,6	30	25	5,90	6 ϕ 12	7,7	0,77	24,00
1,8	30	25	6,73	6 ϕ 12	8,8	0,97	30,50
2,0	30	25	9,55	9 ϕ 12	14,8	1,20	37,50
2,2	35	25	10,56	7 ϕ 14	17,3	1,69	45,00
2,4	35	25	14,06	7 ϕ 16	24,9	2,02	53,50
2,5	35	25	16,07	8 ϕ 16	29,7	2,19	58,00
2,6	40	25	14,77	10 ϕ 14	29,6	2,70	61,50
2,8	40	25	18,86	10 ϕ 16	41,8	3,14	71,50
3,0	45	25	19,66	10 ϕ 16	45,0	4,05	80,50
3,2	45	25	24,55	8 ϕ 20	60,2	4,61	92,00
3,4	45	30	28,79	12 ϕ 18	77,9	5,20	103,50
3,5	50	30	27,02	11 ϕ 18	73,6	6,13	108,00
3,6	50	30	29,53	12 ϕ 18	82,7	6,48	114,00
3,8	50	30	35,17	12 ϕ 20	108,0	7,22	127,00
4,0	50	35	40,45	13 ϕ 20	123,4	8,00	141,00
4,2	55	35	41,38	11 ϕ 22	132,9	9,70	152,50
4,4	60	35	42,09	14 ϕ 20	146,7	11,62	164,00
4,5	60	35	45,24	12 ϕ 22	155,8	12,15	171,50
4,6	60	35	48,65	13 ϕ 22	172,6	12,70	179,50
4,8	60	40	54,38	15 ϕ 22	208,1	13,82	195,00
5,0	65	40	54,95	15 ϕ 22	217,1	16,25	207,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,4$				$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,4$			
$q_a = 1,00 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 1,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	12,50	1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	16,00
1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,73	0,43	18,50	1,2	30	25	4,43	4 ϕ 12	3,7	0,43	23,50
1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,55	0,59	25,00	1,4	30	25	5,17	5 ϕ 12	5,5	0,59	32,00
1,5	30	25	5,54	5 ϕ 12	5,99	0,68	29,00	1,5	30	25	6,39	6 ϕ 12	7,2	0,68	37,00
1,6	30	25	6,22	6 ϕ 12	7,72	0,77	33,00	1,6	30	25	7,97	8 ϕ 12	10,3	0,77	42,00
1,8	30	25	9,35	5 ϕ 16	13,02	0,97	42,00	1,8	35	25	9,34	5 ϕ 16	13,0	1,13	52,50
2,0	35	25	10,41	7 ϕ 14	15,65	1,40	51,00	2,0	40	25	10,98	6 ϕ 16	17,5	1,60	64,50
2,2	40	25	11,91	6 ϕ 16	19,41	1,94	61,00	2,2	40	25	15,32	10 ϕ 14	24,8	1,94	78,00
2,4	40	25	15,85	8 ϕ 16	28,41	2,30	72,50	2,4	45	25	17,21	7 ϕ 18	31,5	2,59	92,00
2,5	40	25	18,21	12 ϕ 14	34,08	2,50	79,00	2,5	45	30	18,73	10 ϕ 16	37,1	2,81	99,50
2,6	45	25	17,29	7 ϕ 18	34,26	3,04	84,00	2,6	45	30	21,42	7 ϕ 20	42,3	3,04	108,00
2,8	45	30	21,16	7 ϕ 20	45,75	3,53	97,50	2,8	50	30	23,53	8 ϕ 20	52,3	3,92	124,00
3,0	50	30	22,77	9 ϕ 18	51,24	4,50	110,50	3,0	50	35	28,35	8 ϕ 22	68,0	4,50	142,00
3,2	50	30	28,41	8 ϕ 22	72,81	5,12	126,00	3,2	55	35	30,92	10 ϕ 20	75,2	5,63	160,00
3,4	50	35	33,43	9 ϕ 22	87,28	5,78	142,00	3,4	60	35	33,37	9 ϕ 22	87,3	6,94	178,50
3,5	55	35	32,01	9 ϕ 22	89,97	6,74	148,50	3,5	60	40	35,58	12 ϕ 20	99,1	7,35	189,50
3,6	55	35	35,08	12 ϕ 20	102,10	7,13	157,00	3,6	60	40	39,06	13 ϕ 20	110,6	7,78	200,50
3,8	60	35	37,02	12 ϕ 20	108,02	8,66	173,00	3,8	65	40	41,75	11 ϕ 22	119,8	9,39	221,00
4,0	60	40	42,47	14 ϕ 20	132,93	9,60	191,50	4,0	65	40	49,45	14 ϕ 22	160,8	10,40	245,00
4,2	60	40	50,24	14 ϕ 22	169,20	10,58	211,00	4,2	70	45	51,24	14 ϕ 22	169,2	12,35	267,00
4,4	65	40	52,09	14 ϕ 22	177,55	12,58	228,50	4,4	70	45	59,72	16 ϕ 22	202,9	13,55	293,00
4,5	65	40	56,05	15 ϕ 22	194,71	13,16	239,00	4,5	75	45	58,35	12 ϕ 25	201,1	15,19	303,00
4,6	65	45	58,80	12 ϕ 25	205,77	13,75	250,00	4,6	75	50	61,15	13 ϕ 25	222,9	15,87	316,50
4,8	70	45	60,61	16 ϕ 22	222,01	16,13	268,00	4,8	75	50	70,44	15 ϕ 25	268,8	17,28	345,00
5,0	70	45	69,30	15 ϕ 25	280,33	17,50	291,00	5,0	80	50	73,56	15 ϕ 25	280,3	20,00	370,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$	
$q_a = 1,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 1,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,69	4φ12	3,02	0,30	19,50	1,0	30	25	3,69	4φ12	3,0	0,30	23,00
1,2	30	25	4,43	4φ12	3,73	0,43	28,50	1,2	30	25	4,43	4φ12	3,7	0,43	33,50
1,4	30	25	6,11	4φ14	6,04	0,59	39,00	1,4	30	25	7,25	5φ14	7,6	0,59	46,00
1,5	30	25	7,73	4φ16	8,52	0,68	44,50	1,5	35	25	7,21	5φ14	8,2	0,79	52,00
1,6	35	25	7,65	5φ14	8,76	0,90	50,50	1,6	35	25	9,05	6φ14	10,5	0,90	59,50
1,8	35	25	11,45	6φ16	15,63	1,13	64,00	1,8	40	25	11,15	6φ16	15,6	1,30	75,00
2,0	40	25	13,42	9φ14	20,12	1,60	78,50	2,0	45	25	13,39	9φ14	20,1	1,80	91,50
2,2	45	25	15,78	8φ16	25,88	2,18	94,00	2,2	45	30	17,74	7φ18	28,7	2,18	111,00
2,4	45	30	20,07	8φ18	35,96	2,59	112,00	2,4	50	30	20,47	7φ20	38,8	2,88	131,00
2,5	50	30	19,81	10φ16	37,09	3,13	120,50	2,5	50	35	22,44	9φ18	42,2	3,13	142,50
2,6	50	30	22,59	9φ18	44,05	3,38	130,50	2,6	55	35	22,47	9φ18	44,0	3,72	153,00
2,8	55	35	24,25	8φ20	52,28	4,31	150,00	2,8	55	35	28,82	8φ22	63,3	4,31	177,50
3,0	55	35	30,49	12φ18	68,32	4,95	172,00	3,0	60	40	30,95	10φ20	70,3	5,40	202,00
3,2	60	40	32,50	9φ22	81,91	6,14	194,00	3,2	65	40	34,76	12φ20	90,3	6,66	228,50
3,4	60	40	39,79	13φ20	104,19	6,94	219,00	3,4	65	45	41,03	11φ22	106,7	7,51	257,50
3,5	65	40	39,24	13φ20	107,40	7,96	230,00	3,5	65	45	45,26	12φ22	120,0	7,96	273,00
3,6	65	40	43,11	9φ25	119,65	8,42	243,50	3,6	70	45	45,06	12φ22	123,5	9,07	287,00
3,8	70	45	45,20	12φ22	130,70	10,11	269,00	3,8	70	50	52,29	14φ22	152,5	10,11	319,50
4,0	70	45	53,58	11φ25	163,19	11,20	298,00	4,0	75	50	56,64	12φ25	178,0	12,00	351,50
4,2	75	50	56,10	12φ25	187,27	13,23	325,50	4,2	80	50	61,51	10φ28	195,8	14,11	384,50
4,4	75	50	65,53	11φ28	225,97	14,52	357,50	4,4	80	55	69,93	15φ25	245,7	15,49	422,00
4,5	80	50	64,63	11φ28	231,29	16,20	370,50	4,5	85	55	69,49	15φ25	251,4	17,21	438,00
4,6	80	55	67,74	14φ25	240,06	16,93	387,00	4,6	85	55	74,75	16φ25	274,4	17,99	457,50
4,8	80	55	78,07	16φ25	286,69	18,43	421,50	4,8	85	60	84,12	14φ28	314,7	19,58	498,50
5,0	85	55	82,32	17φ25	317,71	21,25	453,50	5,0	90	60	89,25	15φ28	351,6	22,50	536,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE															
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$f_m = 1,4$				$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$f_m = 1,4$			
$q_a = 2,00 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 2,25 \text{ kg/cm}^2$															
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu								
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T								
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	26,50	1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	30,00								
1,2	30	25	4,79	5 ϕ 12	4,66	0,43	38,50	1,2	30	25	5,43	5 ϕ 12	4,7	0,43	43,50								
1,4	35	25	6,59	6 ϕ 12	6,66	0,69	52,50	1,4	35	25	7,43	5 ϕ 14	7,6	0,69	59,00								
1,5	35	25	8,34	8 ϕ 12	9,59	0,79	60,00	1,5	40	25	8,24	8 ϕ 12	9,6	0,90	67,50								
1,6	40	25	8,78	8 ϕ 12	10,30	1,02	68,00	1,6	40	25	9,77	5 ϕ 16	11,4	1,02	77,00								
1,8	45	25	11,50	6 ϕ 16	15,63	1,46	85,50	1,8	45	30	11,58	6 ϕ 16	15,6	1,46	97,00								
2,0	45	30	14,60	6 ϕ 18	22,17	1,80	105,50	2,0	45	30	16,59	7 ϕ 18	25,9	1,80	119,50								
2,2	50	30	17,70	7 ϕ 18	28,67	2,42	127,00	2,2	50	35	19,06	10 ϕ 16	32,4	2,42	144,00								
2,4	50	35	22,62	6 ϕ 22	40,28	2,88	151,50	2,4	55	35	22,56	6 ϕ 22	40,3	3,17	170,50								
2,5	55	35	22,76	9 ϕ 18	42,25	3,44	163,00	2,5	60	35	23,07	8 ϕ 20	46,4	3,75	184,00								
2,6	55	35	26,01	7 ϕ 22	51,18	3,72	176,50	2,6	60	40	25,15	7 ϕ 22	51,2	4,06	199,00								
2,8	60	40	28,45	8 ϕ 22	63,26	4,70	203,50	2,8	60	40	32,41	9 ϕ 22	71,2	4,70	231,00								
3,0	65	40	32,27	9 ϕ 22	76,54	5,85	232,00	3,0	65	45	35,33	12 ϕ 20	84,3	5,85	263,50								
3,2	65	45	38,85	8 ϕ 25	94,02	6,66	264,00	3,2	70	45	40,12	13 ϕ 20	97,8	7,17	298,00								
3,4	70	45	43,17	9 ϕ 25	112,71	8,09	296,00	3,4	75	50	43,49	9 ϕ 25	112,7	8,67	335,00								
3,5	70	45	47,64	10 ϕ 25	129,09	8,58	314,00	3,5	75	50	47,99	10 ϕ 25	129,1	9,19	355,00								
3,6	70	50	50,64	11 ϕ 25	146,24	9,07	332,00	3,6	75	50	52,79	11 ϕ 25	146,2	9,72	375,50								
3,8	75	50	55,46	15 ϕ 22	163,38	10,83	367,50	3,8	80	55	56,44	12 ϕ 25	168,8	11,55	416,00								
4,0	80	55	58,73	12 ϕ 25	178,03	12,80	404,50	4,0	85	55	62,03	13 ϕ 25	192,9	13,60	458,00								
4,2	85	55	64,36	11 ϕ 28	215,34	14,99	443,50	4,2	85	60	71,49	15 ϕ 25	234,1	14,99	505,00								
4,4	85	60	73,20	15 ϕ 25	245,65	16,46	486,50	4,4	90	60	77,67	16 ϕ 25	262,0	17,42	551,00								
4,5	90	60	73,23	15 ϕ 25	251,43	18,23	505,50	4,5	90	65	81,62	14 ϕ 28	294,4	18,23	576,50								
4,6	90	60	78,82	13 ϕ 28	279,63	19,04	528,00	4,6	95	65	81,91	14 ϕ 28	301,1	20,10	598,50								
4,8	90	65	88,72	15 ϕ 28	337,15	20,74	575,00	4,8	100	65	88,51	15 ϕ 28	337,1	23,04	648,00								
5,0	95	65	94,83	12 ϕ 32	367,44	23,75	620,00	5,0	100	70	99,22	13 ϕ 32	398,1	25,00	703,50								

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE															
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$f_m = 1,4$				$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$f_m = 1,4$			
$q_a = 2,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 2,75 \text{ kg/cm}^2$															
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu								
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T								
1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,02	0,30	33,50	1,0	30	25	3,69	4 ϕ 12	3,0	0,30	37,00								
1,2	30	25	6,08	4 ϕ 14	5,08	0,43	48,50	1,2	35	25	5,51	5 ϕ 12	4,7	0,50	53,50								
1,4	35	25	8,34	8 ϕ 12	8,88	0,69	66,00	1,4	40	25	7,69	5 ϕ 14	7,6	0,78	72,50								
1,5	40	25	8,75	8 ϕ 12	9,59	0,90	75,50	1,5	40	25	9,70	5 ϕ 16	10,7	0,90	83,50								
1,6	40	25	10,94	10 ϕ 12	12,87	1,02	86,00	1,6	45	25	10,28	7 ϕ 14	12,3	1,15	94,50								
1,8	45	30	12,98	9 ϕ 14	17,94	1,46	108,50	1,8	45	30	14,33	6 ϕ 18	19,8	1,46	119,50								
2,0	50	30	16,12	11 ϕ 14	24,59	2,00	133,00	2,0	50	35	16,80	7 ϕ 18	25,9	2,00	147,00								
2,2	55	35	18,76	6 ϕ 20	30,33	2,66	160,00	2,2	55	35	20,81	7 ϕ 20	35,4	2,66	177,00								
2,4	55	40	24,03	8 ϕ 20	44,39	3,17	190,50	2,4	60	40	23,77	8 ϕ 20	44,4	3,46	210,00								
2,5	60	40	24,68	8 ϕ 20	46,36	3,75	206,00	2,5	60	40	27,39	11 ϕ 18	51,6	3,75	228,00								
2,6	60	40	28,20	9 ϕ 20	54,38	4,06	222,50	2,6	65	40	28,16	9 ϕ 20	54,4	4,39	245,00								
2,8	65	45	31,32	9 ϕ 22	71,17	5,10	257,00	2,8	65	45	34,76	12 ϕ 20	78,4	5,10	284,50								
3,0	70	45	36,01	10 ϕ 22	85,05	6,30	293,50	3,0	70	50	38,39	8 ϕ 25	87,9	6,30	325,00								
3,2	70	50	43,44	9 ϕ 25	105,77	7,17	334,00	3,2	75	50	44,08	9 ϕ 25	105,8	7,68	368,00								
3,4	75	50	48,83	10 ϕ 25	125,23	8,67	375,00	3,4	80	55	48,16	10 ϕ 25	125,2	9,25	413,50								
3,5	75	55	52,08	11 ϕ 25	142,00	9,19	397,50	3,5	80	55	53,25	11 ϕ 25	142,0	9,80	438,50								
3,6	80	55	52,77	11 ϕ 25	146,24	10,37	418,50	3,6	85	55	54,24	9 ϕ 28	150,1	11,02	461,50								
3,8	85	55	58,69	12 ϕ 25	168,78	12,27	464,00	3,8	85	60	63,22	13 ϕ 25	182,8	12,27	514,50								
4,0	85	60	67,76	14 ϕ 25	207,70	13,60	514,00	4,0	90	65	67,97	14 ϕ 25	207,7	14,40	567,50								
4,2	90	65	72,65	15 ϕ 25	234,09	15,88	564,00	4,2	95	65	75,38	13 ϕ 28	254,5	16,76	622,50								
4,4	95	65	79,40	13 ϕ 28	267,06	18,39	615,50	4,4	100	70	80,52	14 ϕ 28	287,6	19,36	680,00								
4,5	95	65	85,74	14 ϕ 28	294,37	19,24	644,00	4,5	100	70	87,02	11 ϕ 32	302,1	20,25	711,50								
4,6	95	70	90,01	15 ϕ 28	322,65	20,10	673,00	4,6	100	70	93,83	12 ϕ 32	337,1	21,16	743,50								
4,8	100	70	97,36	16 ϕ 28	359,62	23,04	728,50	4,8	105	75	99,38	13 ϕ 32	381,6	24,19	805,50								
5,0	105	75	102,56	13 ϕ 32	398,06	26,25	786,50	5,0	110	75	107,73	18 ϕ 28	422,0	27,50	870,00								

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 3,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	3,77	4φ12	3,02	0,30	40,50
1,2	35	25	5,85	4φ14	5,08	0,50	58,50
1,4	40	25	8,36	8φ12	8,88	0,78	79,50
1,5	45	25	9,59	5φ16	10,65	1,01	91,00
1,6	45	30	10,44	7φ14	12,27	1,15	103,50
1,8	50	30	13,66	9φ14	17,94	1,62	130,50
2,0	50	35	18,44	6φ20	27,37	2,00	161,00
2,2	55	40	21,61	7φ20	35,39	2,66	194,00
2,4	60	40	26,10	7φ22	47,00	3,46	230,00
2,5	60	45	28,59	8φ22	56,10	3,75	249,50
2,6	65	45	29,56	8φ22	58,49	4,39	269,00
2,8	70	45	34,70	12φ20	78,42	5,49	310,50
3,0	75	50	38,64	8φ25	87,86	6,75	355,00
3,2	75	55	46,69	10φ25	117,53	7,68	404,00
3,4	80	55	53,01	11φ25	137,76	9,25	454,00
3,5	80	60	56,60	12φ25	154,91	9,80	481,50
3,6	85	60	57,74	12φ25	159,53	11,02	507,00
3,8	90	65	62,65	13φ25	182,84	13,00	562,50
4,0	95	65	69,87	15φ25	222,53	15,20	620,50
4,2	95	70	80,72	14φ28	274,07	16,76	684,50
4,4	100	70	88,80	15φ28	308,15	19,36	748,00
4,5	105	75	87,76	11φ32	302,09	21,26	779,00
4,6	105	75	94,69	12φ32	337,13	22,22	814,00
4,8	110	80	100,76	13φ32	381,64	25,34	882,50
5,0	115	80	109,63	18φ28	421,98	28,75	953,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 3,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	30	25	4,10	4φ12	3,0	0,30	44,00
1,2	35	25	6,37	6φ12	5,6	0,50	63,50
1,4	40	25	9,11	6φ14	9,1	0,78	86,50
1,5	40	30	10,63	7φ14	11,4	0,90	99,00
1,6	45	30	11,37	6φ16	13,7	1,15	112,50
1,8	50	35	13,85	9φ14	17,9	1,62	141,50
2,0	55	35	17,72	7φ18	25,9	2,20	174,50
2,2	60	40	20,99	7φ20	35,4	2,90	210,00
2,4	60	45	26,99	6φ25	52,0	3,46	250,00
2,5	65	45	28,10	9φ20	52,2	4,06	270,50
2,6	65	45	32,21	9φ22	65,8	4,39	292,50
2,8	70	50	36,22	10φ22	79,1	5,49	338,00
3,0	75	50	42,16	9φ25	98,8	6,75	386,50
3,2	80	55	46,90	10φ25	117,5	8,19	438,00
3,4	85	60	51,66	11φ25	137,8	9,83	492,50
3,5	85	60	57,16	12φ25	154,9	10,41	522,00
3,6	90	60	58,63	12φ25	159,5	11,66	550,00
3,8	90	65	68,43	14φ25	196,9	13,00	613,00
4,0	95	70	74,03	13φ28	241,9	15,20	676,50
4,2	100	70	82,63	14φ28	274,1	17,64	743,00
4,4	105	75	88,76	15φ28	308,1	20,33	812,50
4,5	105	75	95,92	12φ32	329,6	21,26	849,50
4,6	110	80	95,07	12φ32	337,1	23,28	884,50
4,8	115	80	104,21	13φ32	381,6	26,50	959,00
5,0	115	85	117,06	15φ32	459,3	28,75	1040,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE															
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$fm = 1,4$				$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$fm = 1,4$			
$q_a = 3,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 3,75 \text{ kg/cm}^2$															
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu								
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T								
1,0	30	25	4,44	4φ12	3,02	0,30	47,50	1,0	30	25	4,77	5φ12	3,8	0,30	51,00								
1,2	35	25	6,88	4φ16	6,63	0,50	68,50	1,2	40	25	6,59	6φ12	5,6	0,58	73,50								
1,4	45	25	8,95	8φ12	8,88	0,88	93,00	1,4	40	30	9,66	5φ16	9,9	0,78	100,00								
1,5	45	30	9,76	5φ16	10,65	1,01	106,50	1,5	45	30	10,51	7φ14	11,4	1,01	114,50								
1,6	45	30	12,30	5φ18	14,48	1,15	121,50	1,6	50	30	11,66	6φ16	13,7	1,28	130,00								
1,8	50	35	15,00	6φ18	19,78	1,62	153,00	1,8	50	35	16,16	11φ14	21,9	1,62	164,50								
2,0	55	35	19,18	10φ16	29,20	2,20	188,50	2,0	55	40	19,38	10φ16	29,2	2,20	202,50								
2,2	60	40	22,73	6φ22	36,70	2,90	227,00	2,2	60	40	24,48	8φ20	40,4	2,90	244,00								
2,4	65	45	26,37	7φ22	47,00	3,74	269,50	2,4	65	45	28,38	6φ25	52,0	3,74	289,50								
2,5	65	45	30,44	12φ18	56,33	4,06	292,50	2,5	70	45	29,78	8φ22	56,1	4,38	313,00								
2,6	65	50	33,23	9φ22	65,80	4,39	316,00	2,6	70	50	32,59	9φ22	65,8	4,73	339,00								
2,8	75	50	35,93	10φ22	79,08	5,88	364,00	2,8	75	55	37,00	10φ22	79,1	5,88	391,50								
3,0	75	55	43,84	9φ25	98,84	6,75	418,00	3,0	80	55	43,53	9φ25	98,8	7,20	448,00								
3,2	80	60	48,91	10φ25	117,53	8,19	474,00	3,2	85	60	48,82	10φ25	117,5	8,70	508,00								
3,4	85	60	56,03	12φ25	150,28	9,83	533,00	3,4	85	65	58,21	12φ25	150,3	9,83	573,50								
3,5	85	65	59,83	10φ28	161,93	10,41	565,00	3,5	90	65	60,05	10φ28	161,9	11,03	606,00								
3,6	90	65	61,46	10φ28	166,76	11,66	595,50	3,6	95	65	61,97	13φ25	172,8	12,31	639,00								
3,8	95	70	67,11	11φ28	194,07	13,72	661,00	3,8	95	70	72,43	15φ25	211,0	13,72	712,00								
4,0	100	70	75,35	13φ28	241,92	16,00	730,00	4,0	100	75	78,78	13φ28	241,9	16,00	786,00								
4,2	105	75	81,94	14φ28	274,07	18,52	802,00	4,2	105	75	88,39	11φ32	281,3	18,52	863,50								
4,4	105	80	93,66	12φ32	321,98	20,33	880,00	4,4	110	80	95,37	12φ32	322,0	21,30	944,50								
4,5	110	80	95,59	12φ32	329,56	22,28	917,00	4,5	115	80	97,63	16φ28	336,4	23,29	984,50								
4,6	110	80	103,25	13φ32	365,23	23,28	958,50	4,6	115	85	102,62	13φ32	365,2	24,33	1029,00								
4,8	115	85	110,31	18φ28	404,58	26,50	1039,50	4,8	120	85	112,99	19φ28	427,1	27,65	1116,50								
5,0	120	90	117,65	15φ32	459,30	30,00	1124,00	5,0	125	90	120,81	20φ28	468,9	31,25	1207,50								

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,4$			
$q_a = 4,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	4,59	3φ14	3,08	0,35	54,50
1,2	40	25	6,59	6φ12	5,59	0,58	78,50
1,4	45	30	8,95	8φ12	8,88	0,88	106,50
1,5	45	30	11,27	6φ16	12,78	1,01	122,50
1,6	50	30	12,30	5φ18	14,48	1,28	139,00
1,8	55	35	15,23	6φ18	19,78	1,78	175,00
2,0	55	40	20,76	7φ20	31,94	2,20	216,50
2,2	60	45	24,76	8φ20	40,44	2,90	261,00
2,4	70	45	27,69	6φ25	52,02	4,03	309,00
2,5	70	50	30,35	8φ22	56,10	4,38	335,00
2,6	70	50	34,91	12φ20	72,50	4,73	362,50
2,8	75	55	39,67	7φ28	89,66	5,88	419,00
3,0	80	60	44,74	12φ22	102,05	7,20	479,50
3,2	85	60	52,38	11φ25	129,28	8,70	544,00
3,4	90	65	58,12	12φ25	150,28	10,40	612,00
3,5	95	65	60,19	10φ28	161,93	11,64	646,50
3,6	95	70	64,16	11φ28	183,44	12,31	684,00
3,8	100	70	72,90	15φ25	210,97	14,44	760,00
4,0	105	75	79,61	13φ28	241,92	16,80	839,50
4,2	110	80	86,94	11φ32	281,26	19,40	922,50
4,4	110	85	99,53	13φ32	348,81	21,30	1012,50
4,5	115	85	101,98	13φ32	357,02	23,29	1055,50
4,6	120	85	104,56	17φ28	365,67	25,39	1099,50
4,8	120	90	118,24	15φ32	440,36	27,65	1197,00
5,0	125	95	126,58	16φ32	489,92	31,25	1295,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,4$			
$q_a = 4,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	4,59	3φ14	3,1	0,35	58,00
1,2	40	25	6,99	4φ16	6,6	0,58	83,50
1,4	45	30	9,37	5φ16	9,9	0,88	113,50
1,5	45	30	11,98	4φ20	13,3	1,01	130,00
1,6	50	35	12,10	5φ18	14,5	1,28	148,00
1,8	55	35	16,26	7φ18	23,1	1,78	186,50
2,0	60	40	19,75	10φ16	29,2	2,40	229,50
2,2	65	45	23,80	8φ20	40,4	3,15	277,00
2,4	70	50	28,00	6φ25	52,0	4,03	329,00
2,5	70	50	32,40	9φ22	63,1	4,38	357,00
2,6	75	50	34,13	9φ22	65,8	5,07	385,00
2,8	80	55	39,04	8φ25	81,7	6,27	445,00
3,0	80	60	47,77	10φ25	109,8	7,20	511,00
3,2	85	65	53,75	11φ25	129,3	8,70	580,00
3,4	95	65	58,04	12φ25	150,3	10,98	650,50
3,5	95	70	62,01	13φ25	167,8	11,64	689,50
3,6	95	70	68,55	9φ32	196,0	12,31	729,50
3,8	100	75	75,32	13φ28	229,4	14,44	810,50
4,0	105	80	82,40	14φ28	260,5	16,80	895,50
4,2	110	80	92,90	12φ32	306,8	19,40	984,00
4,4	115	85	100,70	13φ32	348,8	22,26	1077,00
4,5	115	90	105,99	18φ28	378,5	23,29	1126,50
4,6	120	90	108,75	18φ28	387,2	25,39	1173,50
4,8	125	95	117,10	15φ32	440,4	28,80	1274,00
5,0	130	95	128,96	21φ28	492,3	32,50	1378,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE															
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$f_m = 1,4$				$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				$f_m = 1,4$			
$q_a = 4,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 4,75 \text{ kg/cm}^2$															
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu								
<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm}^2</i>	<i>mm</i>	<i>kg</i>	<i>m}^3</i>	<i>T</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm}^2</i>	<i>mm</i>	<i>kg</i>	<i>m}^3</i>	<i>T</i>								
1,0	35	25	4,60	3φ14	3,08	0,35	61,50	1,0	35	25	4,86	5φ12	3,8	0,35	65,00								
1,2	40	25	7,41	5φ14	6,34	0,58	88,50	1,2	40	25	7,84	4φ16	6,6	0,58	93,50								
1,4	45	30	9,97	5φ16	9,86	0,88	120,50	1,4	45	30	10,52	7φ14	10,6	0,88	127,00								
1,5	50	30	11,05	6φ16	12,78	1,13	137,50	1,5	45	35	12,36	4φ20	13,3	1,01	146,00								
1,6	50	35	12,81	9φ14	15,77	1,28	156,50	1,6	50	35	13,57	9φ14	15,8	1,28	165,50								
1,8	55	40	16,09	11φ14	21,93	1,78	198,00	1,8	55	40	17,01	7φ18	23,1	1,78	209,00								
2,0	60	40	20,98	7φ20	31,94	2,40	243,50	2,0	60	45	20,82	7φ20	31,9	2,40	257,50								
2,2	65	45	25,30	7φ22	42,82	3,15	294,00	2,2	65	45	26,81	6φ25	47,4	3,15	311,00								
2,4	70	50	29,74	8φ22	53,71	4,03	349,00	2,4	70	50	31,49	9φ22	60,4	4,03	369,00								
2,5	75	50	31,58	9φ22	63,11	4,69	378,00	2,5	70	55	34,61	12φ20	69,5	4,38	400,50								
2,6	75	55	34,52	11φ20	66,46	5,07	408,50	2,6	75	55	36,60	10φ22	73,1	5,07	432,50								
2,8	80	60	39,64	7φ28	89,66	6,27	472,50	2,8	80	60	42,01	7φ28	89,7	6,27	500,00								
3,0	85	60	47,10	10φ25	109,82	7,65	541,00	3,0	85	65	47,80	10φ25	109,8	7,65	572,50								
3,2	90	65	53,23	11φ25	129,28	9,22	614,00	3,2	90	65	56,39	12φ25	141,0	9,22	649,50								
3,4	95	70	59,46	10φ28	157,09	10,98	691,00	3,4	95	70	63,04	13φ25	162,8	10,98	731,50								
3,5	95	70	65,98	11φ28	178,12	11,64	732,50	3,5	95	75	67,42	11φ28	178,1	11,64	775,50								
3,6	95	75	70,39	9φ32	196,03	12,31	775,00	3,6	100	75	70,03	9φ32	196,0	12,96	818,00								
3,8	105	75	75,47	13φ28	229,36	15,16	858,50	3,8	105	80	77,36	13φ28	229,4	15,16	909,00								
4,0	110	80	82,80	14φ28	260,53	17,60	948,50	4,0	110	85	85,03	14φ28	260,5	17,60	1004,50								
4,2	115	85	90,84	15φ28	293,64	20,29	1043,00	4,2	115	85	96,34	12φ32	306,8	20,29	1104,50								
4,4	115	90	104,11	13φ32	348,81	22,26	1144,50	4,4	120	90	104,83	18φ28	369,8	23,23	1209,00								
4,5	120	90	107,09	18φ28	378,48	24,30	1194,00	4,5	120	95	110,38	18φ28	378,5	24,30	1264,50								
4,6	125	90	110,15	18φ28	387,18	26,45	1244,00	4,6	125	95	113,66	19φ28	408,7	26,45	1318,00								
4,8	125	95	124,71	16φ32	469,71	28,80	1354,50	4,8	130	100	122,83	20φ28	449,5	29,95	1431,50								
5,0	130	100	133,92	22φ28	515,75	32,50	1465,50	5,0	135	100	135,75	17φ32	520,5	33,75	1549,00								

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,4$			
$q_a = 5,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	5,13	5 ϕ 12	3,77	0,35	68,50
1,2	40	30	7,41	5 ϕ 14	6,34	0,58	98,50
1,4	45	30	11,11	6 ϕ 16	11,84	0,88	134,00
1,5	50	35	11,33	6 ϕ 16	12,78	1,13	153,50
1,6	50	35	14,33	6 ϕ 18	17,38	1,28	174,50
1,8	55	40	17,97	6 ϕ 20	24,41	1,78	220,50
2,0	60	45	21,98	7 ϕ 20	31,94	2,40	271,50
2,2	65	50	26,68	11 ϕ 18	45,05	3,15	328,00
2,4	70	55	31,52	9 ϕ 22	60,43	4,03	389,50
2,5	75	55	33,53	9 ϕ 22	63,11	4,69	421,50
2,6	75	55	38,65	8 ϕ 25	75,53	5,07	456,00
2,8	80	60	44,39	12 ϕ 22	94,89	6,27	527,50
3,0	85	65	50,50	11 ϕ 25	120,80	7,65	604,00
3,2	90	70	57,23	12 ϕ 25	141,03	9,22	685,50
3,4	95	75	64,12	11 ϕ 28	172,80	10,98	772,00
3,5	100	75	66,87	11 ϕ 28	178,12	12,25	816,00
3,6	105	75	69,72	9 ϕ 32	196,03	13,61	861,00
3,8	105	80	81,78	14 ϕ 28	247,00	15,16	959,50
4,0	110	85	89,90	15 ϕ 28	279,14	17,60	1060,50
4,2	115	90	98,80	13 ϕ 32	332,40	20,29	1166,50
4,4	120	95	107,66	18 ϕ 28	369,77	23,23	1277,00
4,5	125	95	111,07	14 ϕ 32	384,48	25,31	1332,00
4,6	130	95	114,62	19 ϕ 28	408,69	27,51	1388,50
4,8	130	100	129,93	22 ϕ 28	494,48	29,95	1512,00
5,0	135	105	139,98	23 ϕ 28	539,19	33,75	1636,50

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$fm = 1,4$			
$q_a = 5,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	5,40	5 ϕ 12	3,8	0,35	72,00
1,2	40	30	7,79	4 ϕ 16	6,6	0,58	103,50
1,4	45	35	10,64	7 ϕ 14	10,6	0,88	141,00
1,5	50	35	11,94	4 ϕ 20	13,3	1,13	161,50
1,6	55	35	13,31	9 ϕ 14	15,8	1,41	183,00
1,8	60	40	16,93	7 ϕ 18	23,1	1,94	231,50
2,0	60	45	23,15	8 ϕ 20	36,5	2,40	285,50
2,2	70	50	25,56	7 ϕ 22	42,8	3,39	344,00
2,4	70	55	33,18	9 ϕ 22	60,4	4,03	409,50
2,5	75	55	35,32	12 ϕ 20	69,5	4,69	443,50
2,6	75	60	38,68	8 ϕ 25	75,5	5,07	479,50
2,8	85	60	43,37	9 ϕ 25	91,9	6,66	553,50
3,0	90	65	49,59	14 ϕ 22	119,1	8,10	634,00
3,2	95	70	56,41	12 ϕ 25	141,0	9,73	719,50
3,4	100	75	63,45	13 ϕ 25	162,8	11,56	810,50
3,5	100	75	70,49	9 ϕ 32	190,3	12,25	859,00
3,6	105	80	70,88	9 ϕ 32	196,0	13,61	906,50
3,8	110	85	78,68	13 ϕ 28	229,4	15,88	1007,50
4,0	115	85	89,81	15 ϕ 28	279,1	18,40	1114,00
4,2	120	90	98,89	13 ϕ 32	332,4	21,17	1225,00
4,4	125	95	108,04	18 ϕ 28	369,8	24,20	1341,50
4,5	125	95	117,16	15 ϕ 32	411,9	25,31	1403,00
4,6	130	100	117,52	15 ϕ 32	421,4	27,51	1462,50
4,8	135	105	127,38	16 ϕ 32	469,7	31,10	1588,50
5,0	140	110	137,62	23 ϕ 28	539,2	35,00	1719,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$fm = 1,4$		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$fm = 1,4$	
$q_a = 5,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 5,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T	m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	35	25	5,67	3φ16	4,02	0,35	75,50	1,0	35	25	5,94	3φ16	4,0	0,35	79,00
1,2	40	30	8,18	4φ18	8,39	0,58	108,50	1,2	40	30	8,57	8φ12	7,5	0,58	113,50
1,4	45	35	11,15	6φ16	11,84	0,88	147,50	1,4	50	35	10,21	7φ14	10,6	0,98	154,00
1,5	50	35	12,51	4φ20	13,32	1,13	169,00	1,5	50	35	13,11	9φ14	14,7	1,13	177,00
1,6	50	40	14,57	6φ18	17,38	1,28	192,50	1,6	55	40	13,48	9φ14	15,8	1,41	201,00
1,8	60	40	17,75	7φ18	23,07	1,94	242,50	1,8	60	45	17,28	7φ18	23,1	1,94	254,00
2,0	65	45	21,98	7φ20	31,94	2,60	299,00	2,0	65	45	23,03	8φ20	36,5	2,60	313,00
2,2	70	50	26,86	6φ25	47,40	3,39	361,00	2,2	70	50	28,16	6φ25	47,4	3,39	378,00
2,4	75	55	31,99	9φ22	60,43	4,32	429,00	2,4	75	55	33,52	9φ22	60,4	4,32	449,00
2,5	75	55	37,13	10φ22	70,12	4,69	465,50	2,5	75	60	36,87	10φ22	70,1	4,69	487,00
2,6	80	60	37,50	10φ22	73,11	5,41	502,00	2,6	80	60	39,34	7φ28	82,9	5,41	526,00
2,8	85	65	43,48	9φ25	91,90	6,66	581,00	2,8	85	65	45,59	10φ25	102,1	6,66	608,50
3,0	90	70	49,87	14φ22	119,06	8,10	665,50	3,0	90	70	52,30	11φ25	120,8	8,10	697,00
3,2	95	70	59,31	10φ28	147,43	9,73	755,50	3,2	95	75	59,69	10φ28	147,4	9,73	791,50
3,4	100	75	66,71	11φ28	172,80	11,56	851,00	3,4	100	80	67,29	11φ28	172,8	11,56	891,50
3,5	100	80	71,38	9φ32	190,35	12,25	902,00	3,5	105	80	70,52	9φ32	190,3	12,86	942,50
3,6	105	80	74,53	13φ28	216,79	13,61	952,00	3,6	105	85	75,35	13φ28	216,8	13,61	997,50
3,8	110	85	82,77	14φ28	247,00	15,88	1058,50	3,8	110	85	86,83	11φ32	253,5	15,88	1109,00
4,0	115	90	91,39	15φ28	279,14	18,40	1170,00	4,0	115	90	95,89	12φ32	291,7	18,40	1226,00
4,2	120	95	100,82	13φ32	332,40	21,17	1287,00	4,2	125	95	100,68	13φ32	332,4	22,05	1345,50
4,4	125	100	110,27	18φ28	369,77	24,20	1409,00	4,4	125	100	115,74	19φ28	390,3	24,20	1477,00
4,5	130	100	114,15	19φ28	399,50	26,33	1470,50	4,5	130	100	119,81	15φ32	411,9	26,33	1541,50
4,6	130	100	123,63	16φ32	449,51	27,51	1536,50	4,6	130	105	126,08	16φ32	449,5	27,51	1610,50
4,8	135	105	134,06	22φ28	494,48	31,10	1669,50	4,8	135	110	136,88	23φ28	517,0	31,10	1750,00
5,0	140	110	144,82	24φ28	562,64	35,00	1807,00	5,0	140	115	148,06	19φ32	581,8	35,00	1894,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 6,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	5,49	3φ16	4,02	0,40	82,50
1,2	45	30	7,67	5φ14	6,34	0,65	118,50
1,4	50	35	10,62	7φ14	10,57	0,98	161,00
1,5	50	35	13,72	9φ14	14,68	1,13	185,00
1,6	55	40	14,10	6φ18	17,38	1,41	210,00
1,8	60	45	18,08	6φ20	24,41	1,94	265,50
2,0	65	50	22,52	6φ22	33,12	2,60	327,00
2,2	70	55	27,71	6φ25	47,40	3,39	395,00
2,4	75	55	35,05	6φ28	65,25	4,32	469,00
2,5	80	60	35,61	12φ20	69,55	5,00	508,00
2,6	80	60	41,15	7φ28	82,90	5,41	549,50
2,8	85	65	47,71	10φ25	102,11	6,66	636,00
3,0	90	70	54,73	9φ28	123,98	8,10	728,50
3,2	95	75	62,44	8φ32	154,05	9,73	827,00
3,4	100	80	70,43	9φ32	184,67	11,56	932,00
3,5	105	80	73,83	12φ28	194,31	12,86	985,50
3,6	105	85	78,85	13φ28	216,79	13,61	1042,50
3,8	110	90	87,76	11φ32	253,48	15,88	1159,50
4,0	115	95	97,10	16φ28	297,75	18,40	1282,00
4,2	125	100	102,14	13φ32	332,40	22,05	1407,50
4,4	130	100	115,59	19φ28	390,32	25,17	1541,50
4,5	130	105	121,83	20φ28	420,53	26,33	1612,50
4,6	135	105	126,16	16φ32	449,51	28,57	1681,00
4,8	140	110	137,20	23φ28	516,96	32,26	1826,50
5,0	145	115	148,69	19φ32	581,77	36,25	1978,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 6,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	5,49	3φ16	4,0	0,40	86,00
1,2	45	30	7,96	4φ16	6,6	0,65	123,50
1,4	50	35	11,09	6φ16	11,8	0,98	168,00
1,5	50	40	13,08	9φ14	14,7	1,13	193,00
1,6	55	40	14,72	6φ18	17,4	1,41	219,00
1,8	60	45	18,85	6φ20	24,4	1,94	276,50
2,0	65	50	23,51	8φ20	36,5	2,60	341,00
2,2	70	55	28,93	6φ25	47,4	3,39	412,00
2,4	75	60	34,59	6φ28	65,3	4,32	489,00
2,5	80	60	37,19	10φ22	70,1	5,00	530,00
2,6	80	65	40,78	7φ28	82,9	5,41	573,00
2,8	85	70	47,48	10φ25	102,1	6,66	663,50
3,0	95	70	53,51	11φ25	120,8	8,55	758,50
3,2	100	75	61,29	10φ28	147,4	10,24	861,50
3,4	105	80	69,34	9φ32	184,7	12,14	970,50
3,5	105	85	74,23	13φ28	210,5	12,86	1028,50
3,6	110	85	77,88	13φ28	216,8	14,26	1086,00
3,8	115	90	86,89	11φ32	253,5	16,61	1207,50
4,0	120	95	96,36	12φ32	291,7	19,20	1335,00
4,2	125	100	106,72	18φ28	352,4	22,05	1469,00
4,4	130	105	117,17	15φ32	402,5	25,17	1609,00
4,5	135	105	121,69	20φ28	420,5	27,34	1680,00
4,6	135	110	128,12	16φ32	449,5	28,57	1755,50
4,8	140	115	139,50	23φ28	517,0	32,26	1907,50
5,0	145	120	151,33	19φ32	581,8	36,25	2065,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE								PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$	
$q_a = 6,50 \text{ kg/cm}^2$								$q_a = 6,75 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu	B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i> ²	<i>mm</i>	<i>kg</i>	<i>m</i> ³	<i>T</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i> ²	<i>mm</i>	<i>kg</i>	<i>m</i> ³	<i>T</i>
1,0	40	25	5,60	3φ16	4,02	0,40	89,50	1,0	40	25	5,82	3φ16	4,0	0,40	93,00
1,2	45	30	8,29	8φ12	7,46	0,65	128,50	1,2	45	30	8,62	8φ12	7,5	0,65	133,50
1,4	50	35	11,56	4φ20	12,33	0,98	175,00	1,4	50	35	12,00	4φ20	12,3	0,98	181,50
1,5	50	40	13,60	9φ14	14,68	1,13	200,50	1,5	50	40	14,16	4φ22	16,1	1,13	208,50
1,6	55	40	15,34	5φ20	17,88	1,41	228,00	1,6	55	40	15,96	8φ16	18,3	1,41	237,00
1,8	60	45	19,65	10φ16	26,04	1,94	288,00	1,8	60	45	20,46	7φ20	28,5	1,94	299,50
2,0	65	50	24,50	8φ20	36,50	2,60	355,00	2,0	65	50	25,50	7φ22	38,6	2,60	369,00
2,2	70	55	30,16	8φ22	48,94	3,39	429,00	2,2	75	55	28,78	6φ25	47,4	3,63	445,00
2,4	75	60	36,08	6φ28	65,25	4,32	509,50	2,4	80	60	34,65	6φ28	65,3	4,61	528,50
2,5	80	60	38,74	8φ25	72,44	5,00	551,50	2,5	80	65	38,18	8φ25	72,4	5,00	573,50
2,6	85	65	39,45	7φ28	82,90	5,75	595,50	2,6	85	65	41,09	7φ28	82,9	5,75	619,50
2,8	90	70	46,14	10φ25	102,11	7,06	689,50	2,8	90	70	48,03	10φ25	102,1	7,06	717,00
3,0	95	75	53,33	11φ25	120,80	8,55	790,00	3,0	95	75	55,52	15φ22	127,6	8,55	821,50
3,2	100	80	61,24	10φ28	147,43	10,24	897,00	3,2	100	80	63,76	8φ32	154,0	10,24	933,00
3,4	105	85	69,48	9φ32	184,67	12,14	1011,00	3,4	105	85	72,35	9φ32	184,7	12,14	1051,50
3,5	110	85	73,16	12φ28	194,31	13,48	1069,00	3,5	110	85	76,18	13φ28	210,5	13,48	1112,00
3,6	110	90	78,20	13φ28	216,79	14,26	1131,00	3,6	110	90	81,43	14φ28	233,5	14,26	1176,50
3,8	115	90	90,63	15φ28	264,64	16,61	1258,00	3,8	115	95	91,06	15φ28	264,6	16,61	1308,50
4,0	120	95	100,52	13φ32	315,98	19,20	1391,00	4,0	120	100	101,18	13φ32	316,0	19,20	1447,00
4,2	130	100	106,22	18φ28	352,37	22,93	1528,00	4,2	130	105	107,10	18φ28	352,4	22,93	1589,50
4,4	135	105	116,83	19φ28	390,32	26,14	1673,50	4,4	135	110	118,01	15φ32	402,5	26,14	1741,50
4,5	135	110	123,18	16φ32	439,41	27,34	1750,50	4,5	135	110	128,32	16φ32	439,4	27,34	1821,50
4,6	140	110	127,98	16φ32	449,51	29,62	1826,00	4,6	140	115	129,42	22φ28	473,2	29,62	1900,00
4,8	145	115	139,55	23φ28	516,96	33,41	1984,00	4,8	145	120	141,34	23φ28	517,0	33,41	2065,00
5,0	150	120	151,66	19φ32	581,77	37,50	2149,00	5,0	150	120	158,01	20φ32	612,4	37,50	2236,50

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,4$			
$q_a = 7,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	6,04	4 ϕ 14	4,11	0,40	96,50
1,2	45	30	8,96	8 ϕ 12	7,46	0,65	138,50
1,4	50	35	12,48	4 ϕ 20	12,33	0,98	188,50
1,5	55	40	12,99	9 ϕ 14	14,68	1,24	216,00
1,6	55	40	16,58	7 ϕ 18	20,28	1,41	246,00
1,8	65	45	19,19	10 ϕ 16	26,04	2,11	310,00
2,0	70	50	24,16	8 ϕ 20	36,50	2,80	382,50
2,2	75	55	29,91	8 ϕ 22	48,94	3,63	462,00
2,4	80	60	35,99	6 ϕ 28	65,25	4,61	548,50
2,5	80	65	39,69	7 ϕ 28	79,51	5,00	595,50
2,6	85	65	42,69	7 ϕ 28	82,90	5,75	643,00
2,8	90	70	49,92	14 ϕ 22	110,71	7,06	744,50
3,0	95	75	57,70	12 ϕ 25	131,78	8,55	853,00
3,2	100	80	66,30	11 ϕ 28	162,17	10,24	969,00
3,4	110	85	71,11	9 ϕ 32	184,67	12,72	1090,00
3,5	110	90	76,17	13 ϕ 28	210,51	13,48	1155,00
3,6	115	90	80,27	10 ϕ 32	217,81	14,90	1220,00
3,8	120	95	89,95	15 ϕ 28	264,64	17,33	1356,50
4,0	125	100	100,20	13 ϕ 32	315,98	20,00	1500,50
4,2	130	105	111,39	14 ϕ 32	357,97	22,93	1651,50
4,4	135	110	122,71	20 ϕ 28	410,86	26,14	1809,00
4,5	135	115	129,46	22 ϕ 28	462,58	27,34	1892,50
4,6	140	115	134,61	22 ϕ 28	473,21	29,62	1974,00
4,8	145	120	147,01	24 ϕ 28	539,44	33,41	2145,50
5,0	150	125	159,95	20 ϕ 32	612,39	37,50	2324,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$f_m = 1,4$			
$q_a = 7,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	30	5,49	3 ϕ 16	4,0	0,40	100,00
1,2	45	35	8,26	8 ϕ 12	7,5	0,65	143,50
1,4	50	40	11,72	4 ϕ 20	12,3	0,98	195,50
1,5	55	40	13,49	9 ϕ 14	14,7	1,24	224,00
1,6	55	45	15,77	8 ϕ 16	18,3	1,41	255,00
1,8	60	50	20,39	7 ϕ 20	28,5	1,94	322,00
2,0	65	55	25,64	7 ϕ 22	38,6	2,60	397,00
2,2	75	60	29,14	6 ϕ 25	47,4	3,63	479,00
2,4	80	65	35,27	6 ϕ 28	65,3	4,61	569,00
2,5	85	65	38,24	8 ϕ 25	72,4	5,31	616,50
2,6	85	70	41,99	7 ϕ 28	82,9	5,75	666,50
2,8	90	75	49,32	13 ϕ 22	102,8	7,06	772,00
3,0	95	80	57,19	12 ϕ 25	131,8	8,55	884,50
3,2	100	85	65,88	11 ϕ 28	162,2	10,24	1004,50
3,4	105	90	74,97	13 ϕ 28	204,2	12,14	1132,50
3,5	110	90	79,09	13 ϕ 28	210,5	13,48	1198,00
3,6	115	95	80,18	10 ϕ 32	217,8	14,90	1265,00
3,8	120	100	90,06	15 ϕ 28	264,6	17,33	1407,00
4,0	125	105	100,51	13 ϕ 32	316,0	20,00	1556,50
4,2	130	105	115,65	19 ϕ 28	371,9	22,93	1713,00
4,4	140	110	122,03	20 ϕ 28	410,9	27,10	1873,50
4,5	140	115	128,74	21 ϕ 28	441,6	28,35	1960,00
4,6	145	115	134,07	22 ϕ 28	473,2	30,68	2044,50
4,8	150	120	146,63	24 ϕ 28	539,4	34,56	2222,00
5,0	155	125	159,77	20 ϕ 32	612,4	38,75	2407,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 7,00 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	25	6,04	4φ14	4,11	0,40	96,50
1,2	45	30	8,96	8φ12	7,46	0,65	138,50
1,4	50	35	12,48	4φ20	12,33	0,98	188,50
1,5	55	40	12,99	9φ14	14,68	1,24	216,00
1,6	55	40	16,58	7φ18	20,28	1,41	246,00
1,8	65	45	19,19	10φ16	26,04	2,11	310,00
2,0	70	50	24,16	8φ20	36,50	2,80	382,50
2,2	75	55	29,91	8φ22	48,94	3,63	462,00
2,4	80	60	35,99	6φ28	65,25	4,61	548,50
2,5	80	65	39,69	7φ28	79,51	5,00	595,50
2,6	85	65	42,69	7φ28	82,90	5,75	643,00
2,8	90	70	49,92	14φ22	110,71	7,06	744,50
3,0	95	75	57,70	12φ25	131,78	8,55	853,00
3,2	100	80	66,30	11φ28	162,17	10,24	969,00
3,4	110	85	71,11	9φ32	184,67	12,72	1090,00
3,5	110	90	76,17	13φ28	210,51	13,48	1155,00
3,6	115	90	80,27	10φ32	217,81	14,90	1220,00
3,8	120	95	89,95	15φ28	264,64	17,33	1356,50
4,0	125	100	100,20	13φ32	315,98	20,00	1500,50
4,2	130	105	111,39	14φ32	357,97	22,93	1651,50
4,4	135	110	122,71	20φ28	410,86	26,14	1809,00
4,5	135	115	129,46	22φ28	462,58	27,34	1892,50
4,6	140	115	134,61	22φ28	473,21	29,62	1974,00
4,8	145	120	147,01	24φ28	539,44	33,41	2145,50
5,0	150	125	159,95	20φ32	612,39	37,50	2324,00

PLINTOS CUADRADOS AISLADOS CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE							
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$			$f_m = 1,4$		
$q_a = 7,25 \text{ kg/cm}^2$							
B	H	t_{\min}	As requerido	varillas	Peso varillas	Volumen Hormigón	Pu
m	cm	cm	cm^2	mm	kg	m^3	T
1,0	40	30	5,49	3φ16	4,0	0,40	100,00
1,2	45	35	8,26	8φ12	7,5	0,65	143,50
1,4	50	40	11,72	4φ20	12,3	0,98	195,50
1,5	55	40	13,49	9φ14	14,7	1,24	224,00
1,6	55	45	15,77	8φ16	18,3	1,41	255,00
1,8	60	50	20,39	7φ20	28,5	1,94	322,00
2,0	65	55	25,64	7φ22	38,6	2,60	397,00
2,2	75	60	29,14	6φ25	47,4	3,63	479,00
2,4	80	65	35,27	6φ28	65,3	4,61	569,00
2,5	85	65	38,24	8φ25	72,4	5,31	616,50
2,6	85	70	41,99	7φ28	82,9	5,75	666,50
2,8	90	75	49,32	13φ22	102,8	7,06	772,00
3,0	95	80	57,19	12φ25	131,8	8,55	884,50
3,2	100	85	65,88	11φ28	162,2	10,24	1004,50
3,4	105	90	74,97	13φ28	204,2	12,14	1132,50
3,5	110	90	79,09	13φ28	210,5	13,48	1198,00
3,6	115	95	80,18	10φ32	217,8	14,90	1265,00
3,8	120	100	90,06	15φ28	264,6	17,33	1407,00
4,0	125	105	100,51	13φ32	316,0	20,00	1556,50
4,2	130	105	115,65	19φ28	371,9	22,93	1713,00
4,4	140	110	122,03	20φ28	410,9	27,10	1873,50
4,5	140	115	128,74	21φ28	441,6	28,35	1960,00
4,6	145	115	134,07	22φ28	473,2	30,68	2044,50
4,8	150	120	146,63	24φ28	539,4	34,56	2222,00
5,0	155	125	159,77	20φ32	612,4	38,75	2407,00

Notas. 1. La cantidad de acero de refuerzo no incluye el requerido por los pasadores (clavijas).
2. Debe considerarse el efecto producido por el relleno sobre el suelo de cimentación.

MUROS DE CONTENCIÓN

4.1 Definición.

Un muro de contención es un elemento estructural encargado de soportar la presión o empuje lateral de tierra u otros materiales produciendo un efecto estabilizador.

La necesidad de contención se produce cuando las masas a ser estabilizadas presentan condiciones que les impide asumir sus pendientes naturales (ángulo natural de reposo). Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por límites de propiedad o utilización del espacio.

Este elemento estructural permite aligerar la pendiente entre niveles, en casos donde la utilización de taludes no es satisfactoria debido a una inclinación muy pronunciada que puede ocasionar derrumbes e interrumpir el adecuado desarrollo de la obra.²⁰

4.2 Clasificación.

A. Muros de gravedad.

Contrarrestan el empuje del terreno mediante su peso propio. Para lograr esta condición suelen requerir grandes dimensiones, y por ende gran rigidez, siendo mínimos los esfuerzos flectores por lo que no suelen requerir refuerzo de acero. Son comúnmente utilizados para alturas que oscilan entre los tres y cinco metros.

El muro de gravedad más utilizado es el de gaviones, se encuentra conformado por contenedores de piedras retenidas mediante una malla de alambre, que se colocan a

²⁰ TORRES, Patricio, Manual de Diseño de Cimentaciones, Quito, 2010.

pie de la obra desarmados y, una vez en su sitio, se rellenan con piedras del lugar o transportadas de otro sitio.²¹

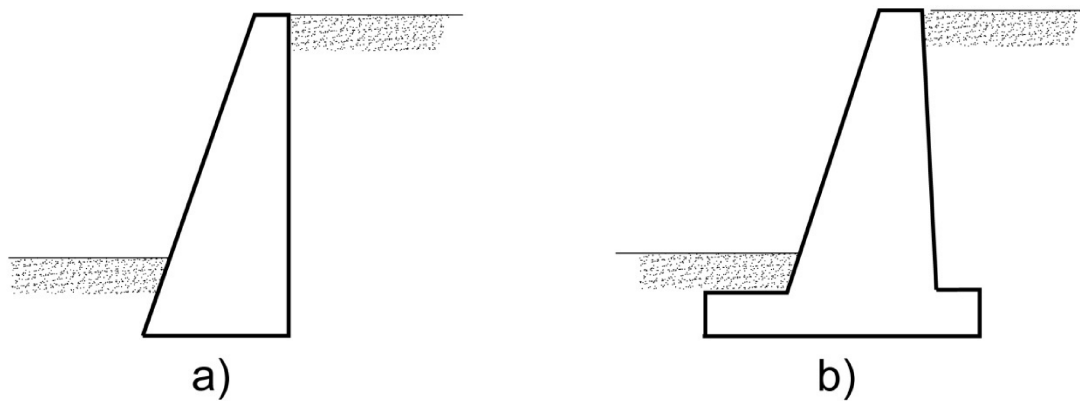


Figura 4. 1¹⁹

B. Muros en Cantiliver.

Son muros de hormigón armado comúnmente utilizados para alturas de entre tres y nueve metros, poseen elementos diseñados para resistir las distintas solicitaciones lógicamente previsible en la estructura (volcamiento, deslizamiento, esfuerzos de corte y flexión), elementos entre los cuales se encuentran la *pantalla*, definida como la parte principal del muro, ya que resiste directamente las cargas externas, el *talón* sobre el cual se apoya la masa del terreno a ser retenida, el *dedo* (puntera) que puede ser requerido dependiendo de las necesidades, características y restricciones en el diseño, y la llave de corte (diente) utilizado eventualmente cuando los demás elementos estructurales no garantizan la estabilidad del muro.

²¹ TORRES, Patricio, Manual de Diseño de Cimentaciones, Quito, 2010.

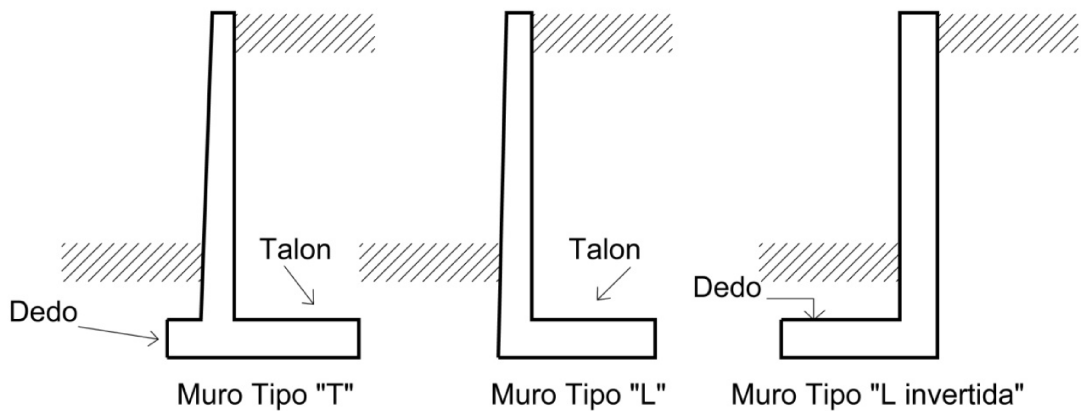


Figura 4. 2²⁰

C. Muros con contrafuertes.

Su uso se hace necesario a medida que el muro crece en altura, y por ello presenta mayor flexión. Con el fin de evitar este problema se diseñan el muro con contrafuertes espaciados entre sí a distancias iguales.

Son comúnmente utilizados para alturas superiores a los nueve metros.²²

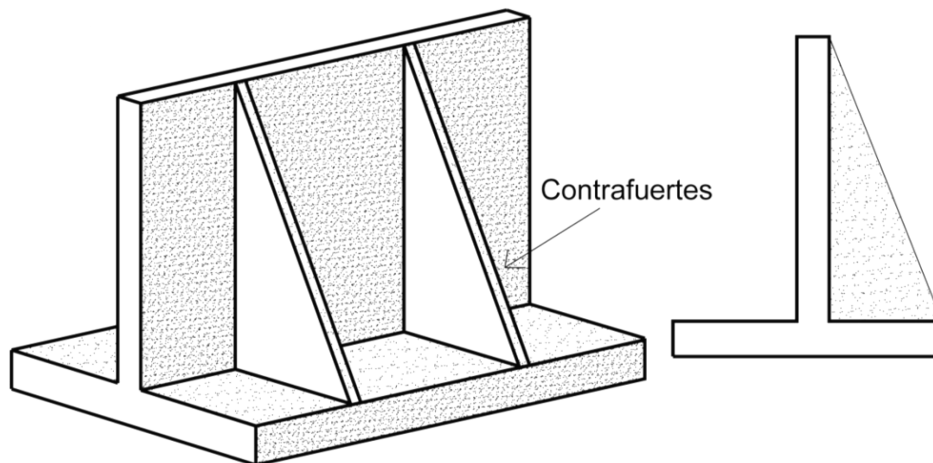


Figura 4. 3²⁰

²² TORRES, Patricio, Manual de Diseño de Cimentaciones, Quito, 2010.

D. Muros anclados y de Corte.

Los muros anclados son comúnmente utilizados en edificios de gran altura como muro de sostenimiento durante los procesos de excavación.

Los muros de corte actúan como elemento estructural de la edificación, diseñado esencialmente para resistir fuerzas laterales y aportar a la rigidez de la estructura, controlando derivas excesivas que comprometen su adecuado funcionamiento.

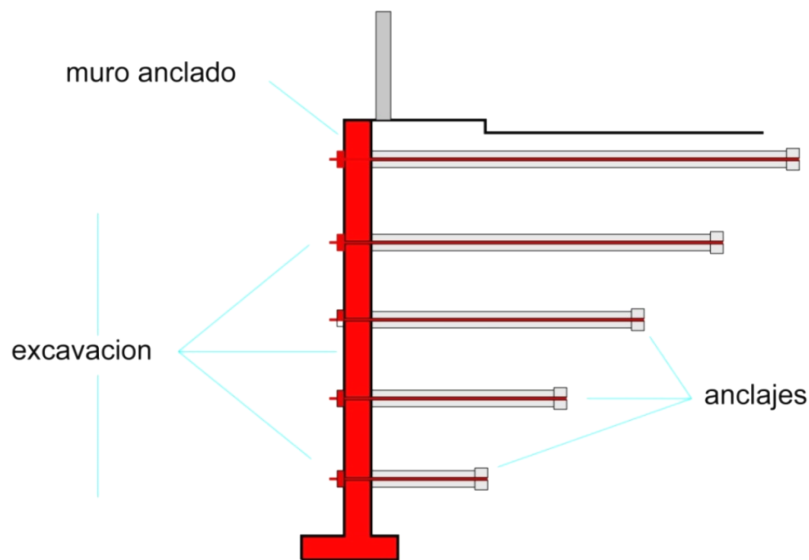


Figura 4. 4

4.3 Criterios para selección.

La utilización apropiada de los distintos tipos de muros en determinado caso depende de una variedad de condiciones como la disponibilidad local y precio de los materiales de construcción además de los derechos de propiedad. En general, los muros de gravedad son económicos sólo para alturas relativamente bajas, menores de

3,0 m. Los muros en voladizo son económicos para alturas entre 3 y 6 m, mientras que los muros con contrafuertes se utilizan para alturas mayores²³.

4.4 Muro en Cantiliver.

4.4.1 Generalidades.

Los diseños tabulados presentados en este documento, proveen dimensiones completas y detalle del refuerzo de los elementos del muro, para muros en cantiliver con alturas que varían entre 1 y 7 m, medidos desde la parte superior de la base. Se consideran dos condiciones de relleno: a nivel y con pendiente.

Adicionalmente, se presentan las presiones existentes en el suelo, en el dedo y en el talón, los factores de seguridad contra deslizamiento y volcamiento, y la deflexión existente en la parte superior de la pantalla para varias propiedades del suelo y condiciones de relleno listadas en la tabla 4.1.

CONDICIÓN DE RELLENO	ÁNGULO DE FRICCIÓN, ϕ	DENSIDAD DEL RELLENO, γ	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO, μ	PENDIENTE DEL RELLENO, β
A NIVEL	30° ; 35° ; 40°	1,80; 2,00 T/m ³	tg ϕ	-
CON PENDIENTE	30° ; 35° ; 40°	1,80; 2,00 T/m ³	tg ϕ	10° ; 20° ; 30°

Tabla 4.1

De existir una sobrecarga debida al tráfico automotor, la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) recomienda adicionar 60cm a la altura del relleno del muro como la carga equivalente a dicha sobrecarga de la vía, en este caso, será conveniente seleccionar aquel diseño tabulado que

²³ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, 2001.

considerase *60cm* adicionales a los de la altura real, del relleno y reducir las cantidades de refuerzo y hormigón que habrían correspondido a los *60cm* de incremento teórico.²⁴

El material de relleno empleado en la cresta de un muro, a menudo puede diferir de aquel asumido en este para su diseño, ocasionando que las diferencias resultantes en las fuerzas aplicadas sean considerables, y como resultado el muro podría ser sobredimensionado o peor aún sub dimensionado.

Un adecuado sistema de drenaje en el muro es muy importante, sin embargo esto no significa que se deba exagerar en su colocación, para este propósito se puede recurrir a la utilización de orificios de drenaje en el sentido vertical en la pantalla a intervalos de alrededor de *3m*, o utilizar un sistema de drenaje francés conformado por grava, piedra triturada, o un material de propiedades similares, de alrededor de *30cm* de espesor.

Además, se debe proveer juntas de contracción a intervalos de *7,5m*, y una junta de dilatación cada cuatro juntas de contracción; sin embargo, pueden presentarse casos particulares donde el espaciamiento exacto de las juntas dependerá del correcto juicio del ingeniero, quien deberá considerar los diversos factores presentes en obra, siendo los más significativos de ellos, el clima y la exposición a los que estará sometida la pantalla del muro.²⁵

²⁴ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

²⁵ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

Para la elaboración de las juntas, es aconsejable utilizar tiras de caucho colocadas verticalmente a lo largo de toda la pantalla del muro (en ambas caras), pues las propiedades de este material hacen que no sea necesario retirarlas posteriormente, pero es también perfectamente válido utilizar tiras de madera, colocadas de manera similar, con la diferencia que deben ser eventualmente retiradas y el espacio resultante relleno con masilla epóxica.

Los muros diseñados en este capítulo proveen estabilidad ante los efectos de deslizamiento y volcamiento (con respecto a la parte inferior externa del muro) producidos por las cargas de servicio, el mínimo factor de seguridad contra el volcamiento será 2,0, y contra deslizamiento 1,5.²⁶

El uso de la llave de corte para controlar el fenómeno de deslizamiento por lo general añade costos de excavación, encofrado, u operaciones de hormigonado, y en algunos casos los tres simultáneamente. Algunos Ingenieros cuestionan la eficiencia de este elemento, a menos de que sean colocados de manera vertical y en un suelo no alterado.

Los muros han sido diseñados con el fin de obtener los resultados más económicos, es decir la menor cantidad posible de material, para lo cual se han investigado tres configuraciones distintas:

²⁶ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

1. La longitud de la base varía desde $0,40h_p$ hasta $1,0h_p$, mientras que el espesor de la base y la pantalla varían hasta un máximo de 60cm cuando no existe llave de corte¹⁹.
2. La longitud de la base varía desde $0,67h_p$ hasta $1,0h_p$, mientras que la profundidad de la llave de corte varía de 40cm a 160cm , y el espesor de la base y la pantalla varían hasta un máximo de 60cm cuando no existe llave de corte¹⁹.
3. La longitud de la base varía desde $1,0h_p$ hasta $1,5h_p$, mientras que la profundidad de la llave e corte varía de 40cm a 160cm , y el espesor de la base y la pantalla varían hasta un máximo de 60cm cuando no existe llave de corte²⁷.

Si para una altura específica del muro, cualquiera de los requisitos de diseño (factor de seguridad contra deslizamiento, volcamiento, o deflexión en la parte superior de la pantalla del muro) no pueden ser cumplidos a pesar de las diversas dimensiones usadas en las iteraciones, el programa utilizado para realizar los diseños pasa por alto esta configuración y se detiene emitiendo un mensaje de error.

Puede ser necesario rediseñar el muro, cuando el suelo utilizado no provee un coeficiente de fricción adecuado, es decir cuando su valor es muy bajo del mismo, o cuando está constituido principalmente de un material arcilloso, donde los valores de cohesión son poco confiables o muy reducidos. Esto ocasiona que la profundidad

²⁷ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

requerida para la llave de corte resulte impráctica; en estos casos es conveniente considerar la utilización de pilas en la base del muro.

4.4.2 Parámetros del suelo y propiedades asumidas.

Para la elaboración de los diseños se utilizarán tres ángulos diferentes de fricción interna del suelo, dos densidades de material, y coeficientes de fricción que serán función de $\tan \phi$.

El empuje lateral que ejerce el suelo sobre el muro, se define con la utilización de la teoría de *Rankine*, la cual determina que a una altura “ h ”, las presiones activa y pasiva del suelo son respectivamente:

$$P_a = K_a(h) \gamma$$

$$P_p = K_p(h) \gamma$$

$$\text{donde: } K_a = \cos\beta \left[\frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}} \right], \text{ para } \beta \neq 0^\circ$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2), \text{ para } \beta = 0^\circ$$

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

Donde K_a y K_p son los coeficientes de presión activa y pasiva respectivamente.

Para facilitar los cálculos, la tabla 4.2 presenta los valores de varios coeficientes de presión activa y pasiva, basados en las fórmulas de *Rankine*.

COEFICIENTES DE PRESIÓN ACTIVA Y PASIVA

Ángulo Fricción Interna Φ (grados)	Coeficiente de presión Activa , K_a , para varias inclinaciones del relleno										Coeficiente de Presión Pasiva K_p
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
5	0.8397	0.9962	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.1910
10	0.7041	0.7352	0.9848	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.4203
15	0.5888	0.6046	0.6636	0.9659	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.6984
20	0.4903	0.4996	0.5312	0.6028	0.9397	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.0396
25	0.4059	0.4117	0.4309	0.4695	0.5469	0.9063	N/A	N/A	N/A	N/A	2.4639
30	0.3333	0.3372	0.3495	0.3729	0.4142	0.4936	0.8660	N/A	N/A	N/A	3.0000
35	0.2710	0.2736	0.2818	0.2968	0.3216	0.3631	0.4416	0.8192	N/A	N/A	3.6902
40	0.2174	0.2192	0.2247	0.2346	0.2504	0.2750	0.3151	0.3906	0.7660	N/A	4.5989
45	0.1716	0.1716	0.1765	0.1831	0.1934	0.2088	0.2321	0.2695	0.3404	0.7071	5.8284

Tabla 4.2

Por motivos prácticos de cálculo y diseño es común asumir que el material del suelo es homogéneo, y que la presión aplicada sobre la pantalla del muro es equivalente a la de un fluido, de lo cual se obtiene:

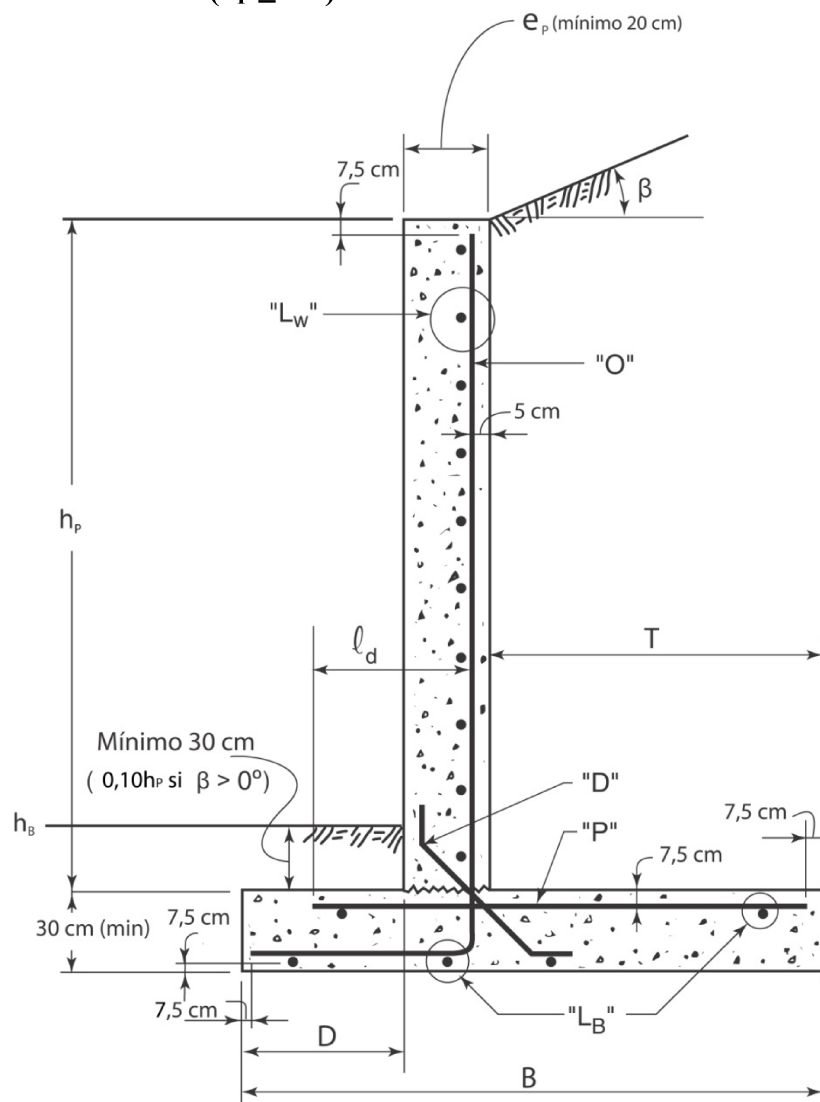
- γ_a = Presión activa del suelo = $K_a x \gamma$
- γ_p = Presión pasiva del suelo = $K_p x \gamma$

El uso de cualquiera de los diseños desarrollados en este capítulo requiere el conocimiento previo de propiedades del suelo como el ángulo de fricción interna (ϕ) y el peso específico del suelo (γ). Sin embargo, de presentarse el caso en el cual estos factores sean desconocidos, pero se conozca la presión activa y pasiva del suelo, es posible determinar ϕ y γ (solo para el caso que el relleno se encuentra a nivel) mediante las siguientes ecuaciones:

$$\phi = 2 \tan^{-1} \left[\frac{1 - \sqrt{\gamma_a/\gamma_p}}{1 + \sqrt{\gamma_a/\gamma_p}} \right]$$

$$\gamma = \gamma_a / \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

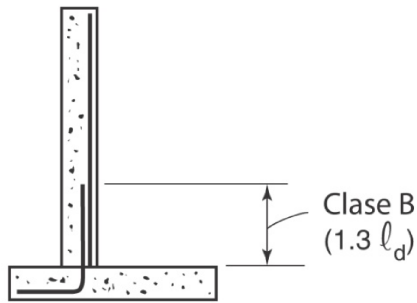
4.4.3 Notación para las Dimensiones y Refuerzo para Muros de alturas menores ($h_p \leq 3m$).



DETALLE TÍPICO

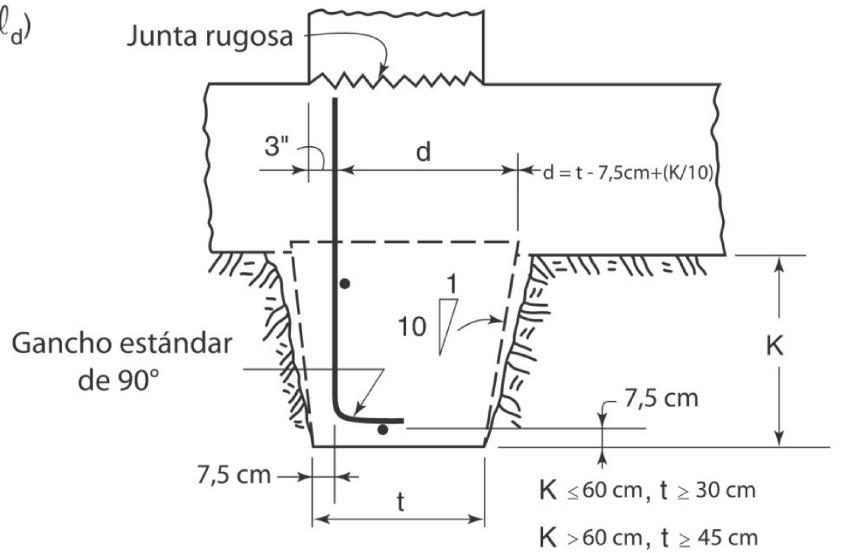
Figura 4. 5²⁸

²⁸ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.



Traslape Opcional

Figura 4. 6²⁷



Llave de Corte (de requerirse)

Figura 4. 7²⁷

4.4.4 Notación para las Dimensiones y Refuerzo de Muros de alturas mayores ($h_p > 3m$).

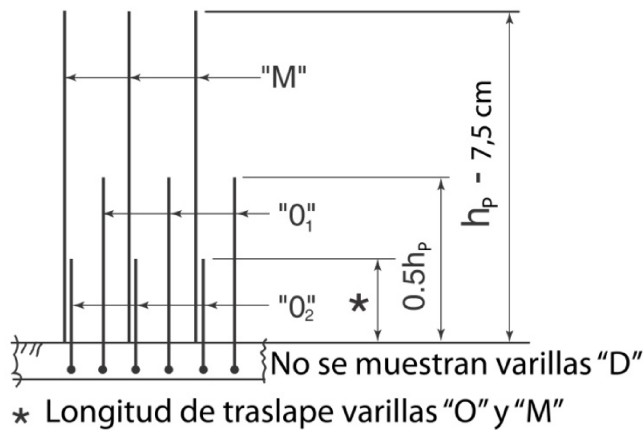
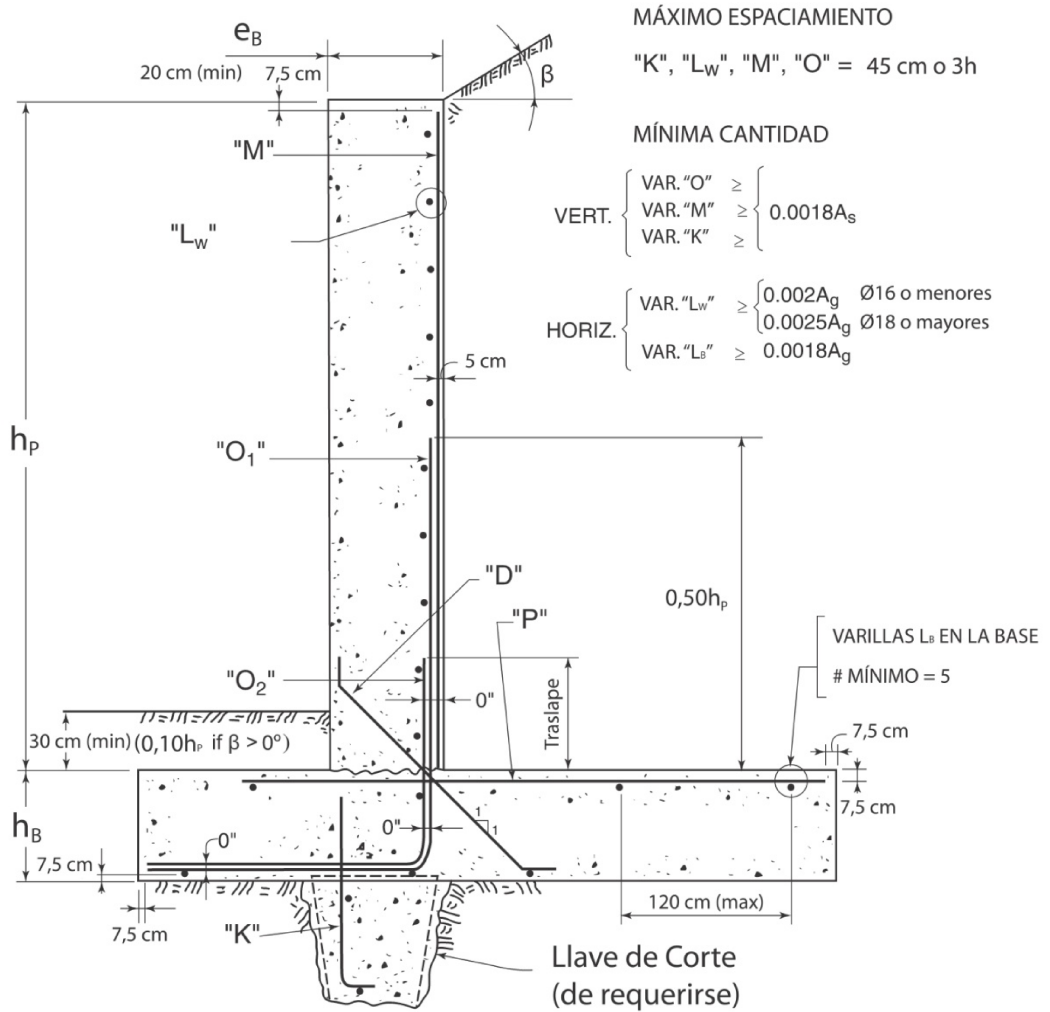


Figura 4. 8²⁹

ELEVACIÓN - REFUERZO PANTALLA

²⁹ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.



DETALLE TÍPICO

Figura 4. 9³⁰

4.4.5 Consideraciones del Costo en el Diseño.

4.4.5.1 Menor espesor – Mayor Refuerzo a Flexión.

El uso del mínimo espesor posible en la pantalla de un muro permite rara vez obtener un diseño económico, ya que el costo del acero de refuerzo suele ser el rubro más representativo en el costo total.

³⁰ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

Un espesor en la pantalla menor a 20cm hace muy difícil la colocación tanto del hormigón como del acero incluso cuando se utiliza únicamente una capa simple de refuerzo, y aún peor en la existencia de casos particulares donde se requiera un recubrimiento mayor de hormigón.

Para muros de mayor altura, y para muros sometidos a cargas de mayor magnitud, el proveer a la pantalla de un mayor espesor permite obtener diseños más económicos, pues la reducción en la cantidad del acero de refuerzo a flexión es directamente proporcional al incremento en la altura efectiva (d), aproximadamente un 15% por cada 2,5cm añadidos, sin embargo, en contra parte la cantidad de refuerzo horizontal (por contracción y temperatura) se incrementa aproximadamente en un 15% por los mismos 2,5 cm de espesor adicionados.³¹

4.4.5.2 Mayor espesor – Mayor Refuerzo horizontal (contracción y temperatura).

Para muros de altura considerable, o aquellos que requieran una pantalla doblemente armada debido a que el empuje lateral del suelo pueda presentarse en cualquiera de las caras, o donde se requieran dos capas de refuerzo horizontal (por contracción y temperatura), es aconsejable que el espesor en la pantalla no sea menor a 30cm, con la finalidad de proveer un espacio adecuado para la colocación del hormigón y el acero.

En general, el espesor de la pantalla del muro escogido en los diseños elaborados en este capítulo, provee un adecuado balance entre la cantidad de refuerzo horizontal y de flexión para lograr un diseño económico en la estructura.

³¹ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

Si bien utilizar muros con inclinación en la pantalla para alturas superiores a los 3m permite lograr algún ahorro en la cantidad de hormigón, y por ende en el refuerzo horizontal, se debe considerar que el uso de esta configuración complica considerablemente la construcción de la estructura, por lo que su uso rara vez permitirá alcanzar economía en general.³²

4.4.5.3 Control de Agrietamiento.

El ancho de las fisuras verticales puede ser controlado incrementando el acero de refuerzo horizontal (incrementando el costo del refuerzo), o reduciendo el espacio entre las juntas de construcción (incrementando el tiempo de construcción), si dicho espaciamiento es muy reducido (entre 3,0m y 4,5 m) puede suceder que este valor coincida con el intervalo natural de agrietamiento del hormigón, entonces, teóricamente el refuerzo horizontal para controlar este fenómeno no sería necesario, desafortunadamente el llamado “intervalo natural de agrietamiento” es función de la resistencia a tracción del hormigón durante los primeros instantes del *curado*, por lo que es totalmente impredecible.

Las grietas comúnmente se presentan durante la primera noche posterior a la fundición, especialmente si existe una alta caída de la temperatura durante este periodo crucial.

Es importante recalcar que los requerimientos estipulados en el *Código ACI* son valores mínimos, es decir el uso de estas cantidades mínimas de acero destinadas al control de grietas siguen siendo necesarias incluso cuando se presentan juntas de

³² CRSI, Desing Handbook, Schaumburg, 2008.

construcción muy cercanas entre sí, que teóricamente eliminarían la necesidad del acero de refuerzo destinado a este objetivo.

El uso de estas cuantías mínimas de acero, puede ser razonablemente extendido a muros con mayor separación entre juntas, o inclusive con la ausencia de ellas.

4.4.5.4 Refuerzo Horizontal.

Los muros en cantiliver usualmente requieren de alguna cantidad de acero de refuerzo horizontal destinada a eliminar o minimizar el tamaño de las grietas por razones de servicialidad de la estructura.

La cuantía de este tipo de refuerzo depende en gran medida de las condiciones a las que se encontrará expuesta la pantalla del muro, además del aspecto estético que se desea obtener del elemento, todas estas consideraciones por lo general conllevan a la necesidad de realizar un control de agrietamiento en ambas caras, y por ende recurrir al uso de refuerzo vertical “constructivo” que permita sujetar el refuerzo horizontal colocado en la cara no sometida a flexión.

Este tipo de refuerzo para muros en cantiliver debe cumplir con las especificaciones del *Código ACI*, respecto a los requerimientos de cuantía mínima al utilizar varillas grado 60 (ACI 14.3.3).

- Varillas $\phi 16$ y menores $\rho = 0.020$
- Otras varillas $\rho = 0.025$

Para la base del muro, los efectos de contracción y temperatura son comúnmente menos severos que para la pantalla, y lógicamente en este caso la apariencia del elemento no se encuentra dentro de los requisitos de diseño.

Se recomienda utilizar varillas espaciadas entre sí a no más 1.20m, en la parte superior e inferior de la base, como un soporte práctico que permite mantener en su lugar tanto al refuerzo de flexión como al diagonal durante la construcción, sin embargo no es recomendable utilizar menos de 5 varillas por propósitos prácticos constructivos.

Las varillas destinadas como refuerzo horizontal en la pantalla del muro deben proveer la cuantía mínima de 0,002, cuidando que el espaciamiento “s” al que se encuentran colocadas no exceda los 45cm, este refuerzo de acero además permite mantener las varillas verticales de flexión en una posición adecuada.

Los diseños presentes en las tablas han sido elaborados considerando condiciones óptimas, es decir, bajo exposiciones moderadas del hormigón, bajo un adecuado control para el fenómeno de contracción (juntas de contracción) a intervalos cortos, y ante la presencia de un adecuado drenaje para la estructura, por esta razón de presentarse alguna condición especial, puede ser necesario utilizar una cantidad mayor de refuerzo longitudinal.

4.4.6 Control de Agrietamiento en Muros en Cantiliver.

4.4.6.1 Generalidades.

Observaciones realizadas en muros de contención, muestran que los agrietamientos horizontales significativos son muy raros, y de presentarse están comúnmente

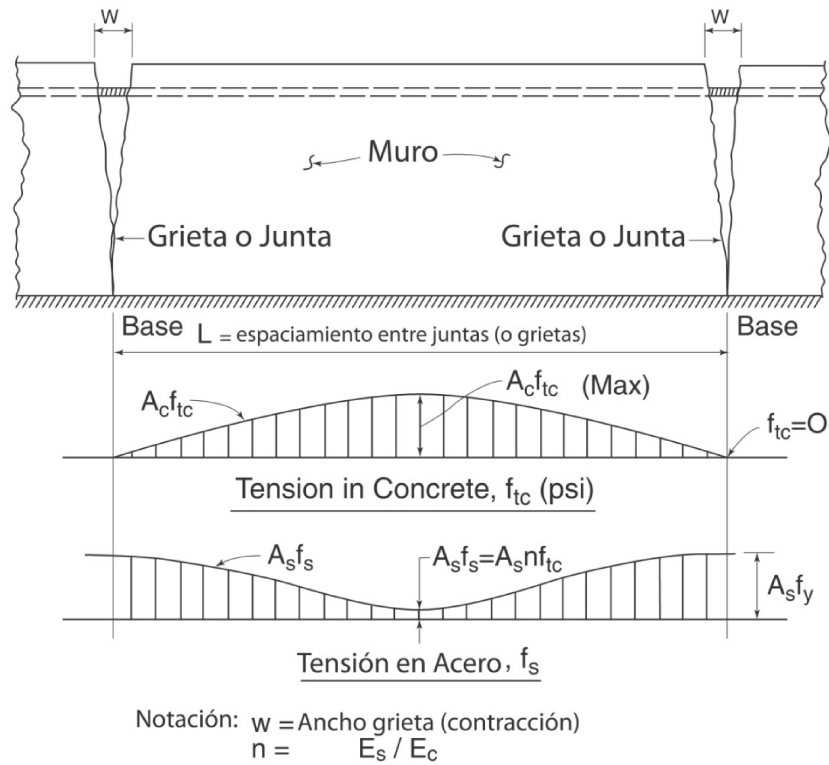
asociados con una deficiencia estructural, por otra parte los verticales son bastante comunes³³. Como se mencionó previamente, las grietas verticales están relacionadas con la distancia que existe entre las juntas de construcción, las cuales conjuntamente con la capacidad resistente del refuerzo longitudinal ($A_s f_y$) permiten disipar los esfuerzos de tensión debidos al fenómeno de contracción del hormigón.

El esfuerzo de tensión existente entre las grietas se incrementa como consecuencia de los efectos de contracción en el hormigón y las variaciones de temperatura, dicho esfuerzo varía desde un valor mínimo igual a cero en cada grieta vertical, hasta un máximo localizado en el punto medio entre dichas grietas, si eventualmente el valor de este esfuerzo excede la resistencia a tracción del hormigón, se producirá una nueva grieta. Cuando la fuerza máxima en el acero de refuerzo horizontal ($A_s f_y$) es menor que la fuerza de tensión soportada por el hormigón, la formación de grietas cercanas entre sí se detiene, en contraparte, la fluencia del acero de refuerzo localizado entre las grietas, provee la relajación necesaria para disipar el esfuerzo de tensión en el hormigón adyacente.

Ya que no es posible determinar con precisión el ancho de las grietas, pues son función de las condiciones en los primeros instantes del curado como ya se mencionó, las curvas de la grafica 4.11 deben ser consideradas como una simple guía, útil para aplicaciones prácticas.³⁴

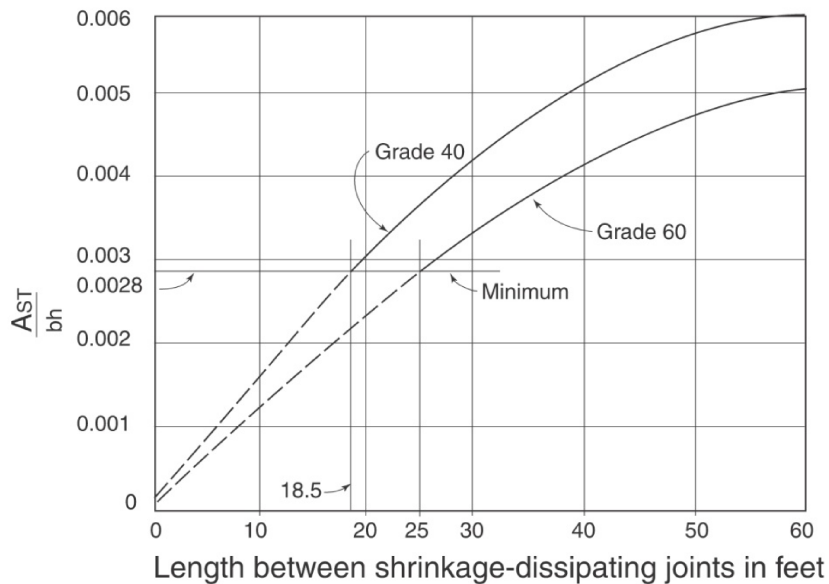
³³ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

³⁴ CRSI, Desing Handbook, Schaumburg, 2008.



ESPACIAMIENTO DE LAS JUNTAS RELACIONADO CON EL REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA

Figura 4. 10³⁵



Longitud entre Juntas para disipar efectos de contracción (ft)

Figura 4. 11³³

³⁵ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

4.4.6.2 Refuerzo Vertical (Flexión).

Los muros han sido clasificados como “bajos” ($h_p \leq 3,0 \text{ m}$) y “altos” ($h_p > 3,0 \text{ m}$), cada uno con su respectivo arreglo de varillas.

En muros bajos, los traslapes en el refuerzo vertical pueden ser suprimidos por completo, por esta razón las varillas son de tipo “L” y sirven simultáneamente como refuerzo a flexión de la pantalla, como clavija, y refuerzo de la base.³⁶

Para muros altos, solo el 50% del refuerzo principal a flexión es trasladado hasta la base, mediante el uso de traslapes clase “B”.²⁴

Las dimensiones del muro, la base, y llave de corte (de requerirse) como se muestran en las figuras 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.12, están incluidos en los diseños de las tablas.

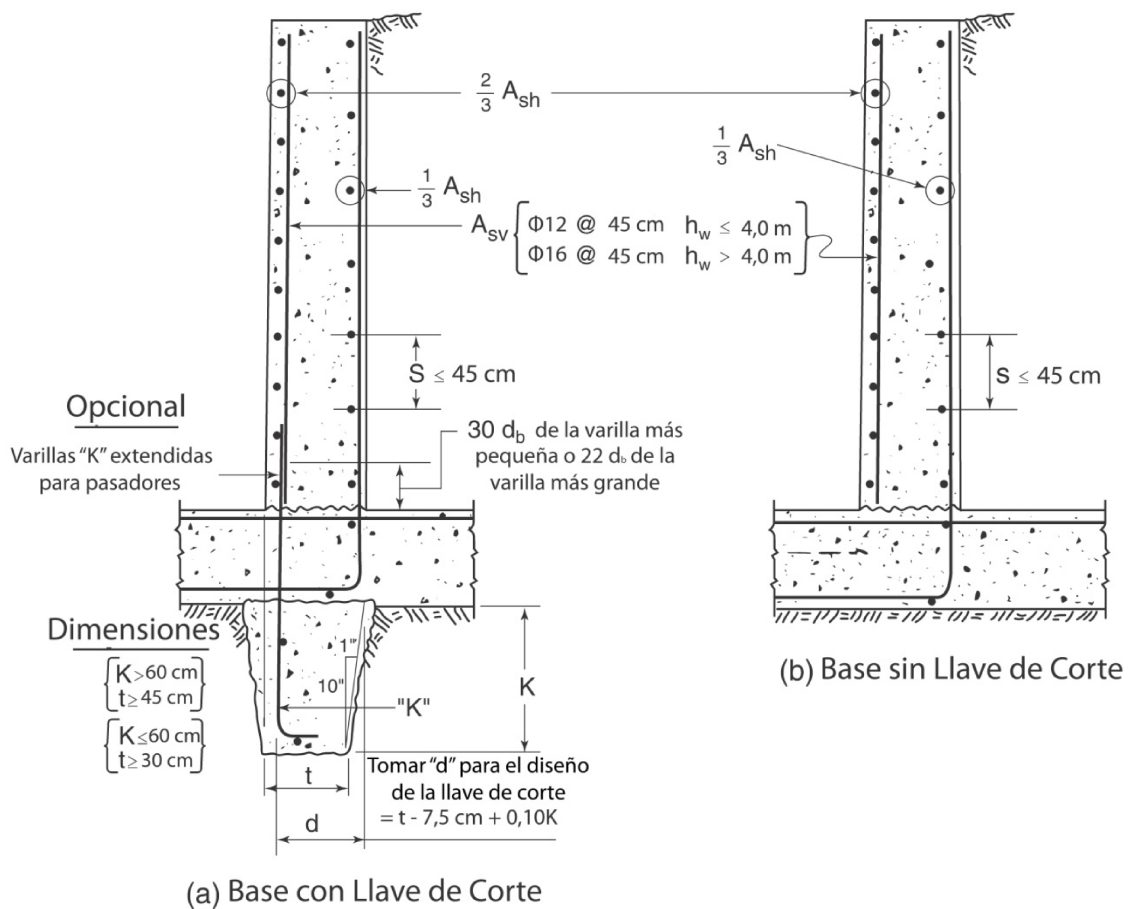
4.4.6.3 Refuerzo Vertical (Cara Frontal).

Cuando se utilizan varillas horizontales como refuerzo por contracción y temperatura en ambas caras, el refuerzo vertical en la cara frontal cumple el propósito práctico de permitir espaciar y soportar dichas barras.

Considerando que de alguna manera la cara posterior de la pantalla se encuentra protegida del efecto directo de los cambios de temperatura, que causan deformaciones en el material y por lo tanto esfuerzos, es pertinente que dos tercios de la totalidad del refuerzo horizontal sea colocado en la cara frontal.³⁷

³⁶ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

³⁷ TORRES, Patricio, Manual de Diseño de Cimentaciones, Quito, 2010.



REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA EN LA CARA EXPUESTA

Figura 4. 12

4.4.6.4 Requerimientos del Código ACI para el Control el Agrietamiento.

Los requerimientos del Código para la "Distribución de Refuerzo para Flexión" (ACI 10.6) proveen normas para controlar el agrietamiento en vigas o losas bajo exposición ordinaria, sin embargo, esta normativa puede ser razonablemente extendida al diseño de muros en cantiliver.

En todas las ocasiones en que la zona tensionada se encuentre en la parte posterior de la pantalla, no es necesario realizar un control especial de agrietamiento (mediante el espaciamiento de las varillas) pues la aparición de grietas horizontales en este sector es permisible.

En cuanto a la base del muro, estudios han demostrado que el ancho de las grietas en este sector puede reducirse hasta un 76% cuando se colocan varillas diagonales (varillas tipo “D”) para reforzar esta zona.³⁸

Finalmente, el espaciamiento para varillas destinadas a controlar los efectos de contracción y temperatura estará dado por 5h o 45cm (ACI 7.12.2.2), y para varillas principales por 3h o 45 cm (ACI 14.3.5).

4.4.7 Información de Diseño presente en las Tablas.

Los diseños de las tablas presentan la siguiente información:

- Dimensiones y Volumen del Hormigón._ Dimensiones de la pantalla, la base y llave de corte (de requerirse), además de las cantidades de hormigón.
- Análisis de Cargas de Servicio._ Presión del suelo en el dedo y talón, factores de seguridad contra deslizamiento y volcamiento, y cálculo de la deflexión en la parte superior de la pantalla.
- Refuerzo de la Pantalla._ Tamaño y espaciamiento para varillas tipo “O”, “M”, “D” y “L_w”.
- Refuerzo de la Base. Tamaño y espaciamiento para varillas tipo “P”, “L_b”, y “K” (de ser necesarias).
- Peso total del acero.

³⁸ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

Se ha considerado razonable preparar los diseños para un relleno mínimo de 30cm sobre la base del dedo (relleno frontal), teniendo en cuenta que este valor puede incrementarse hasta $0,10h_p$ de existir pendiente en el relleno posterior.

4.4.8 Procedimientos de Análisis y Diseño para Muros en Cantiliver.

4.4.8.1 Análisis.

Se efectuó un análisis utilizando las cargas de servicio para establecer las dimensiones del hormigón que controlarán la deflexión en la parte superior de la pantalla, limitar los esfuerzos del suelo, las deformaciones en la base, y proveer los factores de seguridad (mínimos) de 1,5 contra deslizamiento y 2,0 contra volcamiento (con respecto al dedo).

4.4.8.2 Control de Deflexiones.

Para determinar la deflexión, es necesario encontrar el momento de inercia efectivo, I_e , que proporciona una transición entre los límites superior e inferior de I_g (momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide sin tomar en cuenta el refuerzo) e I_{cr} (momento de Inercia de la sección fisurada transformada a hormigón).

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

Sin embargo investigaciones realizadas en muros en cantiliver demuestran que la relación I_{cr}/I_g se encuentra en un radio entre 0,28 y 0,38, por lo que es perfectamente razonable asumirla como 0,32.³⁹

Por lo tanto se obtiene que:

$$I_e \cong 0,32t^3$$

$$\Delta = \frac{W(h_B)^4}{30EI}$$

$$H = k_a(h_B) \gamma \cos\beta$$

$$E_c = 12000\sqrt{f'c}$$

Donde:

- t: espesor promedio de la pantalla
- Δ : Máxima deflexión lateral en la parte superior de la pantalla.
- H: Fuerza lateral total.

Sustituyendo:

$$\Delta = \frac{k_a(h_B)^5 \gamma \cos\beta}{30EI}$$

Se ha usado un espesor mínimo uniforme de 20cm en la pantalla, el cual permite considerar el recubrimiento necesario de 5cm en el hormigón y dos capas teóricas de refuerzo en la cara posterior de la pantalla que conjuntamente ocuparán un espacio de alrededor de 9cm, lo que dejará como resultado un espacio libre de 11cm para colocar y vibrar el hormigón evitando que se produzcan vacíos debido a un fallo del

³⁹ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

mortero para cubrir con eficacia los espacios entre las partículas gruesas de los agregados (honeycomb area effect).

Uno de los criterios que determina el espesor de la pantalla es el de limitar la deflexión a un valor $h_p/240$, obteniendo el valor a partir de las cargas de servicio, la sección agrietada, la inercia efectiva I_e (ACI 318), y sin considerar el efecto del flujo plástico del hormigón (creep).

4.4.8.3 Análisis de Estabilidad para deslizamiento y volcamiento mediante cargas de servicio.

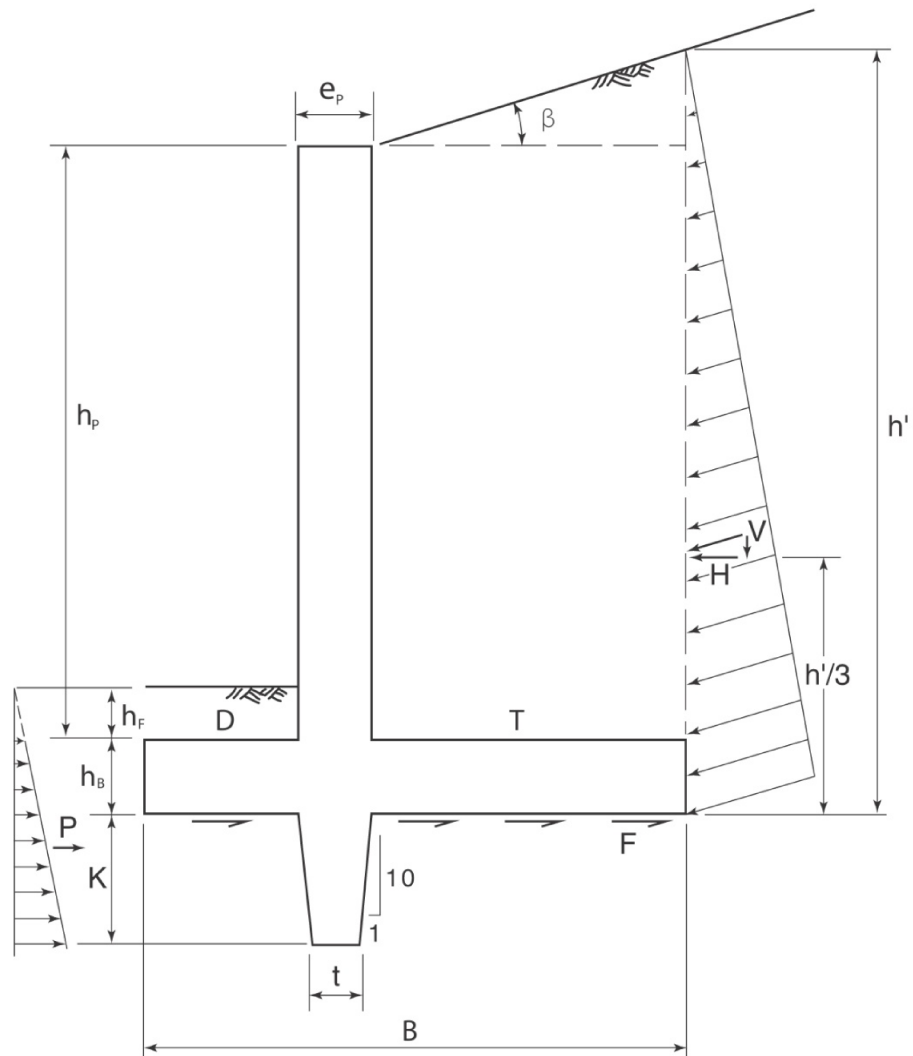
La resistencia contra el deslizamiento y volcamiento es determinada al analizar la configuración de cada muro de contención en particular (espesor de la pantalla, longitud de la base, y la presencia o no de la llave de corte). Para determinar el volcamiento, se calculan las fuerzas y los momentos resultantes (sobre el dedo), comparando aquellos producidos por la presión del suelo sobre el muro con aquellos producidos por el efecto estabilizador del muro sobre sí mismo y del suelo de relleno. Para determinar los efectos de deslizamiento, se comparan, la fuerza de fricción calculada debida al peso del suelo sobre la base y el peso propio del muro, más los efectos de la fuerza pasiva producida por el suelo en la cara frontal, con la fuerza horizontal del suelo que actúa en la cara posterior.

4.4.8.4 Consideraciones y Suposiciones utilizadas en el Análisis de Cargas de Servicio.

1. Se debe recalcar que la configuración presente en los muros busca obtener el diseño más económico posible, que comúnmente será aceptable para la mayoría de los suelos, sin embargo si la presión ejercida sobre el suelo es muy grande, se deberá modificar el diseño de la base, o realizar un mejoramiento de las características del material destinado a soportar el muro. Condiciones muy pobres del suelo pueden incluso hacer necesaria la utilización de pilas para sustentar la base del muro.
2. Los cálculos de resistencia ante deslizamiento están basados en los coeficientes de fricción, μ (entre el hormigón y el suelo), presentes en la tabla 4.1. Algunos suelos constituidos principalmente por materiales cohesivos, pueden no desarrollar un coeficiente de fricción adecuado, de presentarse esta situación se puede calcular el deslizamiento en base a pruebas, o de manera más sencilla asumir una resistencia de cohesión conservadora igual a 1000 lb/SF (máx.).⁴⁰
3. Se ha considerado pertinente colocar una altura mínima del relleno sobre la parte superior del dedo igual a 30cm, para muros que soportan un relleno con pendiente, se ha incluido una altura de $0,10h_p$ (mínimo 30cm) sobre la parte superior del dedo para el cálculo de las presiones pasivas sobre el dedo y el talón.

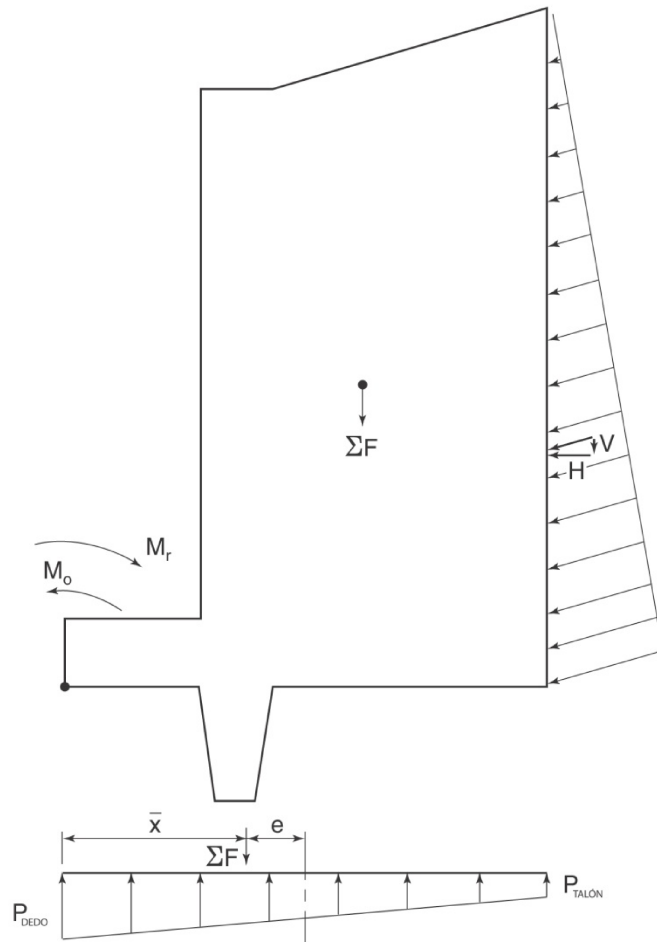
⁴⁰ CRSI, Design Handbook, Schaumburg, 2008.

4. La longitud de la base, B , se selecciona de tal manera que las presiones tanto en el dedo como en el talón sean positivas.
5. La longitud del dedo fue asumida igual a $0,20h_p$ (mínimo 30cm).
6. La altura máxima de la llave de corte fue establecida en $0,25h_p$ o 150cm .



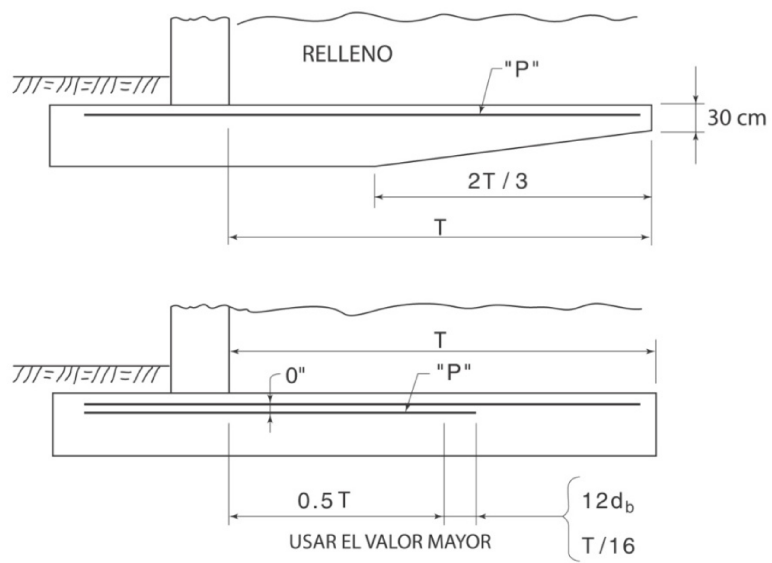
PROPORCIONAMIENTO DE LAS DIMENSIONES DE LA BASE
BAJO CONDICIONES DE SERVICIO

Figura 4. 13



PROPORCIONAMIENTO DE LAS DIMENSIONES DE LA BASE BAJO CONDICIONES DE SERVICIO

Figura 4.14



MODIFICACIONES PARA LA BASE (TALÓN)

Figura 4.15

4.4.9 Procedimientos de diseño para Cargas Mayoradas.

Lo muros de contención diseñados en este capítulo son estructuras completas, de hecho un muro en cantiliver es una estructura que consta de tres distintos elementos estructurales conectados, cuatro en el caso de requerirse llave de corte.

Bajo los requerimientos del *ACI 318* deben ser consideradas algunas combinaciones de carga, pero aquella que controlará el diseño será razonablemente asumida como $1,2D + 1,6H$.

Por otra parte, existe la necesidad lógica de que los momentos $M_{UP}, M_{UD}, M_{UT}, M_{UK}$ (alrededor de la pantalla, dedo, talón y llave respectivamente) se encuentren en equilibrio, es decir, $M_{UP} + M_{UD} + M_{UT} + M_{UK} = 0$, donde el momento mayorado de la pantalla, M_{UP} es función directa de la carga con un factor de mayoración de 1,6.

La pantalla es el elemento principal del muro, ya que resiste directamente las cargas externas, siendo su reacción ante dichas cargas la que crea indirectamente los cortes y momentos en el resto de los elementos.

El momento mayorado del dedo M_{UD} , se basa en una carga de 1,6 veces la reacción resultante de las condiciones de servicio del suelo bajo el dedo; el momento mayorado del talón, M_{UT} , se calcula a partir del peso del relleno (con un factor de mayoración de 1,6), más 1,2 veces la carga muerta del talón sobre sí mismo, menos 1,6 veces la fuerza producida por la presión de servicio del suelo bajo el talón, la misma que es conservadoramente reducida un 25% (es decir la reacción del suelo es 0,75 veces su magnitud); este momento mayorado del elemento se compara con el “momento global” M_{UT} , obtenido de $M_{UP} + M_{UK} - M_{UD}$, y se toma el mayor de los valores para determinar el refuerzo requerido en el talón; finalmente se aplica un límite superior de $M_{UP} \leq M_{UT}$.

El objetivo de estas consideraciones especiales es prevenir que la falla del dedo, talón o llave de corte se produzca antes de que la pantalla soporte la máxima carga lógicamente previsible $1,6H$, por ende se asegura que la sobrecarga $(1,6 / \phi)$ es soportada por la estructura como un todo.

Cabe mencionar que las varillas tipo “D” serán diseñadas para soportar los efectos de corte producidos tanto en la base de la pantalla, como en la cara del talón, asumiendo que el hormigón no proporciona ninguna contribución para resistir cortante, por tratarse de una sección crítica e imprescindible para la adecuada funcionalidad del muro.


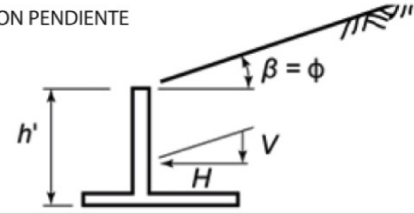
RELLENO A NIVEL	RELLENO CON PENDIENTE
 $H = \left(\frac{1}{2}\right) K_a \gamma (h')^2$ $M = H(h'/3) = \left(\frac{1}{6}\right) K_a \gamma (h')^3$	 $H = \left(\frac{1}{2}\right) K_a \gamma \cos(\beta) (h')^2$ $V = \left(\frac{1}{2}\right) K_a \gamma \sin(\beta) (h')^2$ $M = H(h'/3) = \left(\frac{1}{6}\right) K_a \gamma \cos(\beta) (h')^3$

Figura 4.15

4.4.9.1 Pantalla.

El diseño de este elemento es bastante simple, consiste en utilizar un factor de mayoración de 1,6 en el momento crítico localizado en el la parte superior de la base.

Fig. 4.17a.

4.4.9.2 Dedo.

Se usan las presiones de suelo calculadas en el análisis de cargas de servicio y tanto el peso del relleno frontal como el de la carga muerta del dedo sobre sí mismo es conservadoramente ignorado, finalmente se multiplica a la reacción del suelo por un factor de 1,6. Ver figura 4.17d. Si las varillas tipo “O” no tienen disponible el suficiente espacio para alcanzar la longitud de desarrollo requerida, deben ser provistas de un gancho o un cabezal; en el caso particular de las tablas, se señala esta deficiencia mediante la presencia una marca “H” colocada en la fila y columna correspondientes a este tipo de refuerzo

4.4.9.3 Llave de Corte.

La llave de corte es diseñado para resistir el empuje pasivo del suelo en la cara frontal, utilizando un factor conservador de mayoración de carga de 1,6. Figura. 4.17e.

4.4.9.4 Talón.

El talón está diseñado para resistir la carga del suelo situado sobre él, más la carga muerta que este elemento produce sobre sí mismo, menos la fuerza debida a la reacción del suelo sobre el cual está asentado. Como una medida conservadora, se reduce un 25% a la reacción del suelo y se usa un factor de mayoración de carga de 1,6, este momento mayorado del se compara con el “momento global” M_{UT} , obtenido de $M_{UP} + M_{UK} - M_{UD}$, y se toma el mayor de estos dos valores para determinar el refuerzo requerido en el talón; finalmente se aplica un límite superior de $M_{UP} \leq M_{UT}$. Figura 4.17f y 14.17g.

4.4.10 Diseño.

Una vez establecidas todas las dimensiones que permitan obtener una adecuada rigidez en la estructura que controlen las deflexiones, y además provean estabilidad necesaria ante los efectos producidos por las cargas de servicio sin exceder las propiedades disponibles del suelo, se utiliza el método última resistencia para encontrar el refuerzo grado 60 de acero requerido. Ver figuras 4.16 y 4.17.

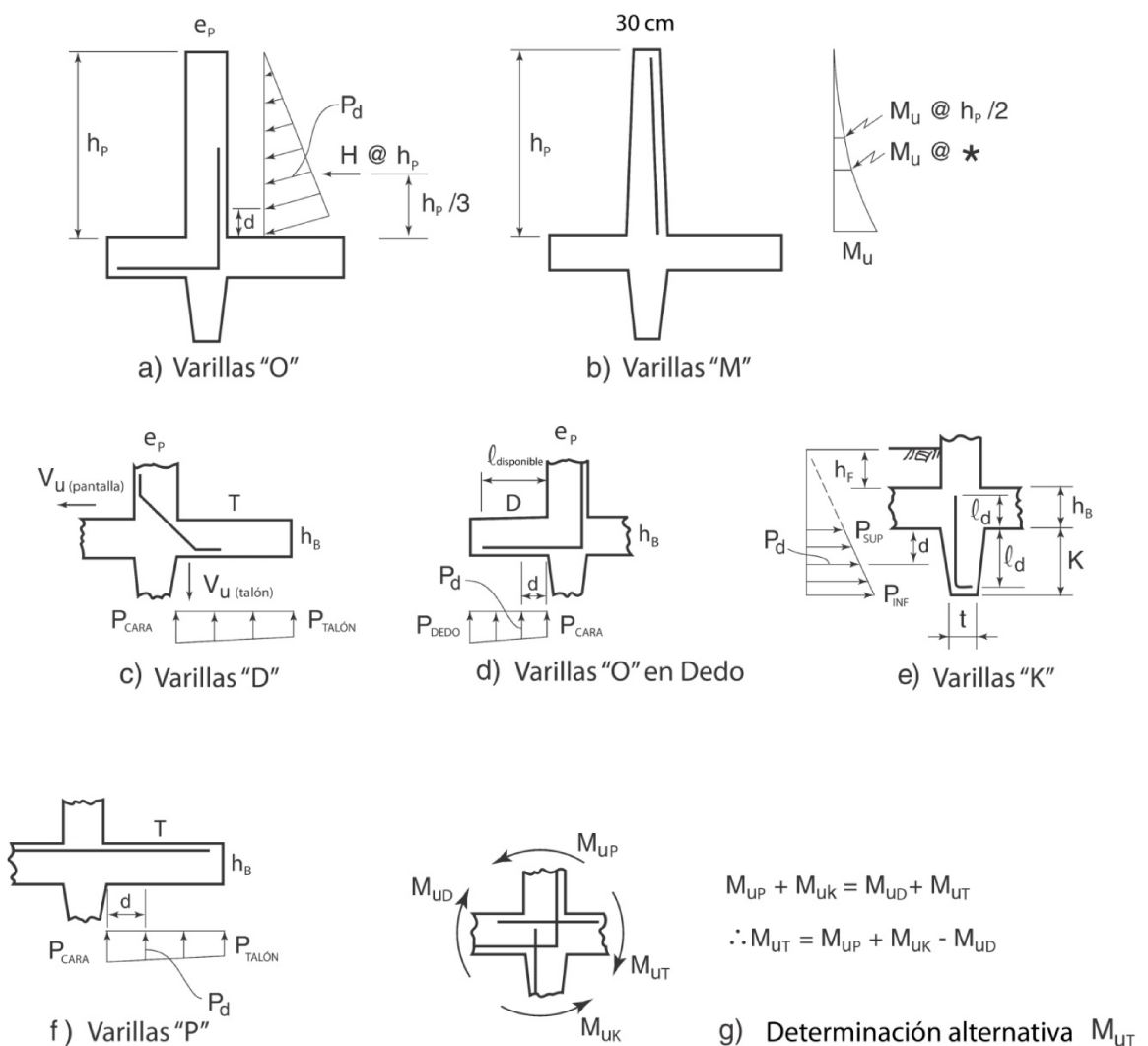


Figura 4. 17

4.4.11 Ejemplo de aplicación.

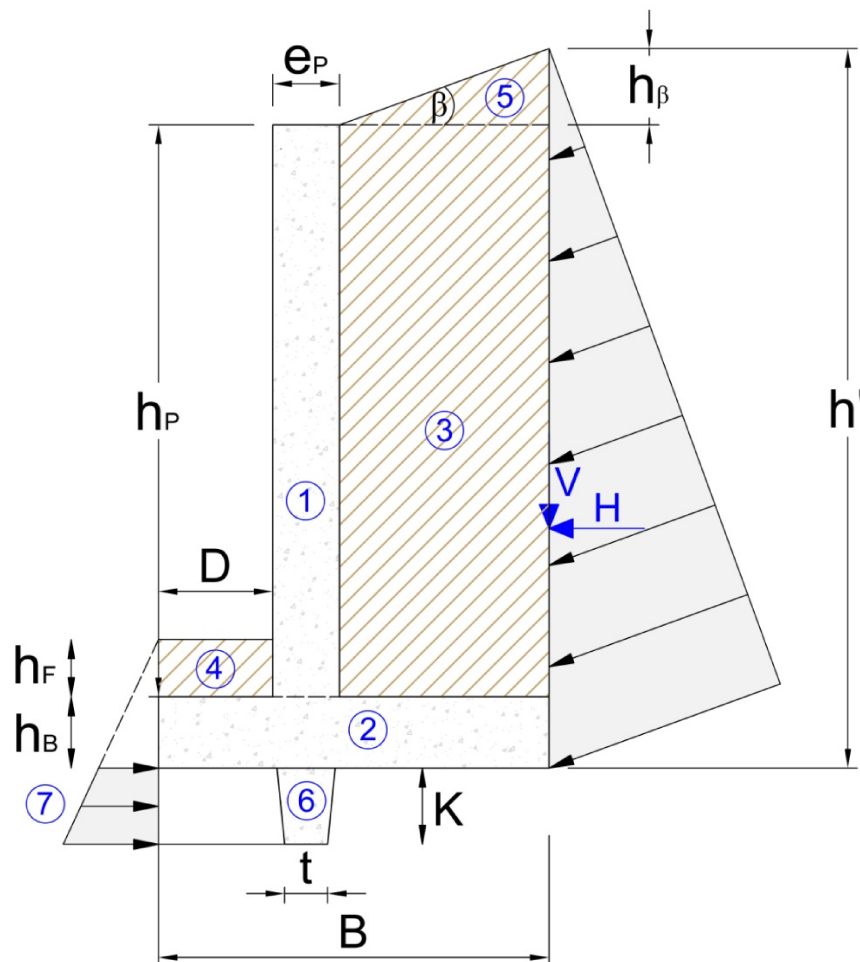
➤ **Parámetros de Diseño:**

$$h_P = 7.0 \text{ m} \quad \phi = 35^\circ \quad \gamma = 1.85 \text{ T/m}^3 \quad \mu = \tan \phi \quad \beta = 15^\circ \quad h_F = 0.70 \text{ m}$$

➤ **Dimensiones:**

$$B = 4.70 \text{ m} \quad e_P = 65 \text{ cm} \quad h_B = 0.65 \text{ m} \quad T = 2.65 \text{ m} \quad t = 30 \text{ cm} \quad K = 40 \text{ cm}$$

$$h' = h_P + e_P + h_\beta = 7.0 + 0.65 + 2.65 (\tan 15^\circ) \quad \therefore h' = 8.36 \text{ m}$$



De manera conservadora y tratando de prever las condiciones lógicas a las que se verá sometido el muro en el futuro, se desprecian los efectos producidos por el relleno frontal.

➤ **Coefficientes de presión activa y pasiva:**

$$k_a = \cos\beta \left[\frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}} \right] = \cos 15^\circ \left[\frac{\cos 15^\circ - \sqrt{\cos^2 15^\circ - \cos^2 35^\circ}}{\cos 15^\circ + \sqrt{\cos^2 15^\circ - \cos^2 35^\circ}} \right]$$

$$k_a = 0,297 \text{ (Tabla 4.2)}$$

$$k_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2) = \tan^2(45^\circ + 35^\circ/2)$$

$$k_p = 3,690 \text{ (Tabla 4.2)}$$

➤ **Estabilidad del muro:**

FUERZAS VERTICALES			
ELEMENTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO
V	$\frac{1}{2} k_a \gamma_S \text{sen}\beta h'^2$ $= \frac{1}{2} (0.297) 1.85 (\text{sen } 15^\circ) 8.36^2$ 4.97 T	B $= 4.70 \text{ m}$	23.34 T.m
1	$\gamma_H h_p e_p$ $= 2.40 (7.0) 0.65$ $= 10.92 \text{ T}$	$D + e_p/2$ $= 1.40 + \frac{0.65}{2}$ $= 1.73 \text{ m}$	18.84 T.m
2	$\gamma_H h_B B$ $= 2.40 (0.65) 4.70$ $= 7.33 \text{ T}$	$B/2$ $= \frac{4.70}{2}$ $= 2.35 \text{ m}$	17.23 T.m
3	$\gamma_S h_p T$ $= 1.85 (7.00) 2.65$ $= 34.32 \text{ T}$	$B - T/2$ $= 4.70 - \frac{2.65}{2}$ $= 3.38 \text{ m}$	115.82 T.m
5	$\gamma_S T^2 \tan(\beta)/2$ $= 1.85 (2.65)^2 \tan(15^\circ)/2$ $= 1.74 \text{ T}$	$B - T/3$ $= 4.70 - \frac{2.65}{3}$ $= 3.82 \text{ m}$	6.64 T.m
6	$\gamma_H K \left(t + \frac{K}{10} \right)$ $= 2.40 (0.40) \left(0.30 + \frac{0.40}{10} \right)$ $= 0.33 \text{ T}$	$D + e_p/2$ $= 1.40 + \frac{0.65}{2}$ $= 1.73 \text{ m}$	1.56 T.m
Σ	56.00 T		182.44 T.m

FUERZAS HORIZONTALES			
H	$-\frac{1}{2} k_a h'^2 \gamma_S \cos\beta$ $= -\frac{1}{2} (0.297) 8.36^2 (1.85) \cos 15^\circ$ $= -18.53 T$	$\frac{h'/3}{3}$ $= \frac{8.36}{3}$ $= 2.79 m$	$-51.65 T.m$
7	$-\frac{1}{2} \gamma_S k_p [(h_F + h_B + K)^2 - h_F^2]$ $= -\frac{1}{2} (1.85) 3.69 [(0.60 + 0.65$ $+ 0.40)^2 - 0.70^2]$ $= 8.78 T$	$-\frac{2}{3}(h_F + h_B + K) + h_F + h_B$ $= -\frac{2}{3}(0.70 + 0.65 + 0.40)$ $+ 1.35$ $= 0.18 T$	$1.61 T.m$

$$\rightarrow M_{resistente} = 184.04 T.m$$

$$\rightarrow M_{volcamiento} = 51.65 T.m$$

$$\rightarrow F_{vertical} = 59.60 T$$

$$\rightarrow F_{horizontal} = 18.53 T$$

$$\rightarrow F_{rozamiento} = F_{vertical} \mu + F_x = 59.60(0.700) + 8.78$$

$$\therefore F_{rozamiento} = 50.52 T$$

$$FS_{deslizamiento} = \frac{50.52}{18.53}$$

$$\therefore FS_{deslizamiento} = 2.73 > 1.50 \rightarrow ok$$

$$FS_{volcamiento} = \frac{184.04}{51.65}$$

$$\therefore FS_{volcamiento} = 3.56 > 2.00 \rightarrow ok$$

➤ **Excentricidad:**

$$e_{max} = \frac{B}{6} = \frac{4.70}{6}$$

$$e_{max} = 0,78 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_{resistente} - M_{volcamiento}}{F_{vertical}} = \frac{4.70}{2} - \frac{184.04 - 51.65}{59.60}$$

$$e = 0.13 \text{ m} < 0.68 \rightarrow ok$$

➤ **Presiones sobre el suelo:**

▪ **Condiciones de Servicio.**

$$q_{DEDO} = \frac{P}{1 B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{59.60}{1(4.70)} \left(1 + \frac{6(0.13)}{4.70} \right) \rightarrow (\text{extremo del dedo})$$

$$q_{DEDO} = 14.76 \text{ T/m}^2$$

$$q_{TALÓN} = \frac{P}{1 B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = \frac{59.60}{1(4.70)} \left(1 - \frac{6(0.13)}{4.70} \right) \rightarrow (\text{extremo del talón})$$

$$q_{TALÓN} = 10.60 \text{ T/m}^2$$

$$q_{DEDO(d)} = \left(\frac{q_{DEDO} - q_{TALÓN}}{B} \right) x + q_{TALÓN} \rightarrow (\text{a "d" de la cara de la pantalla})$$

donde: $\leftarrow x$ (se mide desde el extremo del talón hacia el dedo)

$$q_{DEDO(d)} = \left(\frac{14.76 - 10.60}{4.70} \right) (2.70 + 0.65 + (0.65 - 0.075 - 0.01)) + 10.60$$

$$\rightarrow q_{DEDO(d)} = 14.02 \text{ T/m}^2$$

$$q_{DEDO(cara)} = \left(\frac{q_{DEDO} - q_{TALÓN}}{B} \right) x + q_{TALÓN} \rightarrow (\text{en la cara de la pantalla})$$

$$q_{DEDO(cara)} = \left(\frac{14.76 - 10.60}{4.70} \right) (2.65 + 0.65) + 10.60$$

$$\rightarrow q_{DEDO(cara)} = 13.52 T/m^2$$

$$q_{TALÓN(d)} = \left(\frac{q_{DEDO} - q_{TALÓN}}{B} \right) x + q_{TALÓN} \rightarrow (\text{a "d" de la cara de la pantalla})$$

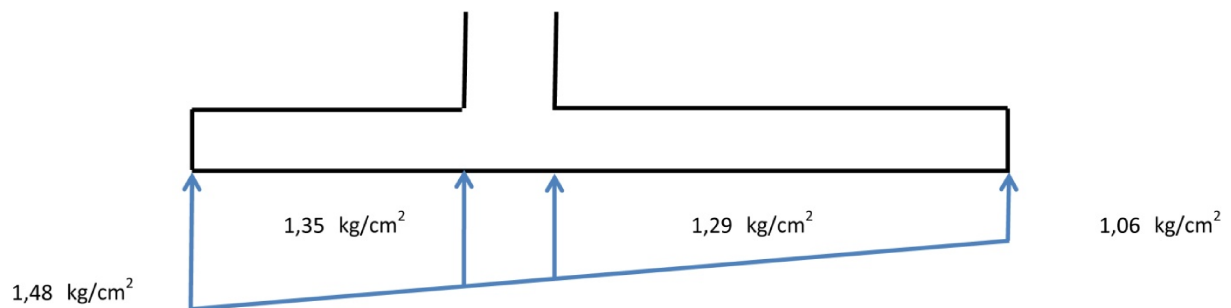
donde: $\leftarrow x$ (se mide desde el extremo del talón hacia el dedo)

$$q_{TALÓN(d)} = \left(\frac{14.76 - 10.60}{4.70} \right) (2.65 - (0.65 - 0.075 - 0.01)) + 10.60$$

$$\rightarrow q_{TALÓN(d)} = 12.45 T/m^2$$

$$q_{TALÓN(cara)} = \left(\frac{14.76 - 10.60}{4.70} \right) (2.65) + 10.60$$

$$\rightarrow q_{TALÓN(cara)} = 12.95 T/m^2$$



▪ **Condiciones últimas.**

$$qu_{DEDO} = 14.76 \times f.m = 14.76 \times 1.6$$

$$qu_{DEDO} = 23.62 T/m^2$$

$$qu_{TALÓN} = 10.60 \times f.m = 10.60 \times 1.6$$

$$qu_{TALÓN} = 16.96 T/m^2$$

$$qu_{DEDO(d)} = 14.02 \times fm = 14.02 \times 1.6$$

$$qu_{DEDO(d)} = 22.44 T/m^2$$

$$qu_{DEDO(cara)} = 13.52 \times fm = 13.52 \times 1.6$$

$$qu_{DEDO(cara)} = 21.64 T/m^2$$

$$qu_{TALÓN(d)} = 12.45 \times fm = 12.45 \times 1.6$$

$$qu_{TALÓN(d)} = 19.91 T/m^2$$

$$qu_{TALÓN(cara)} = 12.95 \times fm = 12.95 \times 1.6$$

$$qu_{TALÓN(cara)} = 20.72 T/m^2$$

➤ **Efectos de Corte y Momento:**

▪ **Pantalla.**

• **Corte.**

- A "d" de la base de la pantalla (garganta)

$$Vu = \frac{k_a \gamma \cos\beta x^2}{2} fm$$

donde: ↓ x (se mide desde la parte superior de la pantalla).

$$= \frac{0.297(1.85)\cos 15^\circ (7 - (0.65 - 0.05 - 0.01))^2}{2} (1.6)$$

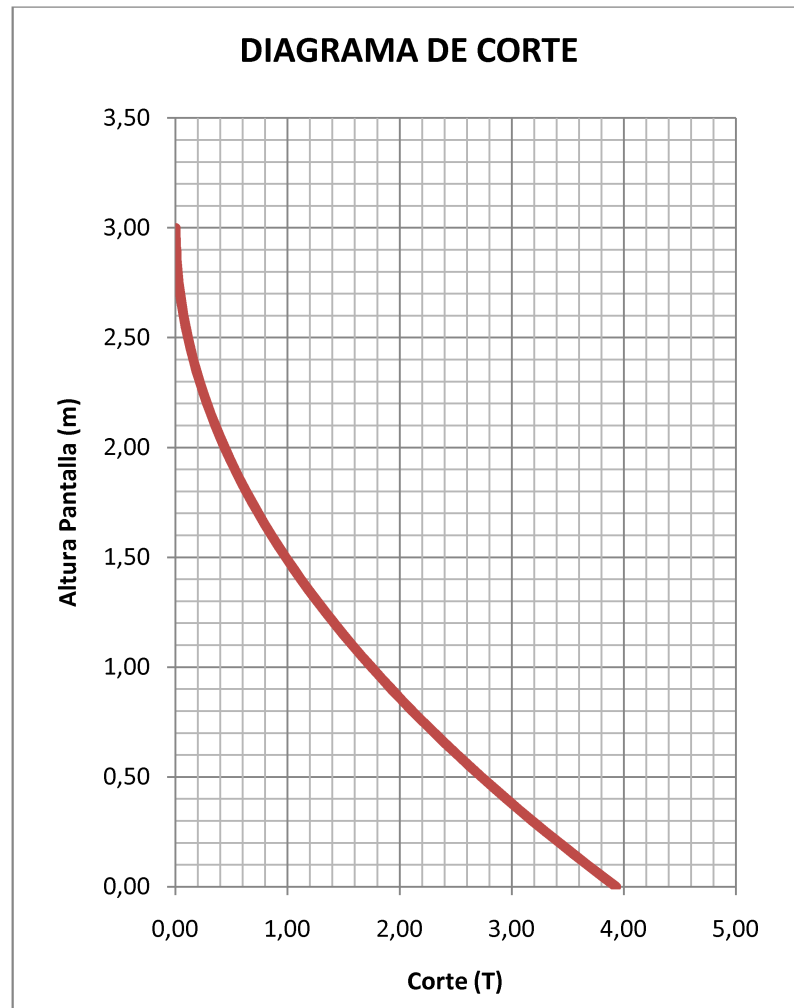
$$Vu = 17.43 T.m$$

Donde necesariamente: $\phi V_n \geq V_u$

$$V_n = 0.53\sqrt{f'c} b d$$

$$\phi V_n = 0.53 \sqrt{210} (10) (0.65 - 0.05 - 0.01) 0.75$$

$$\phi V_n = 40.00 > 17.93 \rightarrow ok$$



- **Momento.**

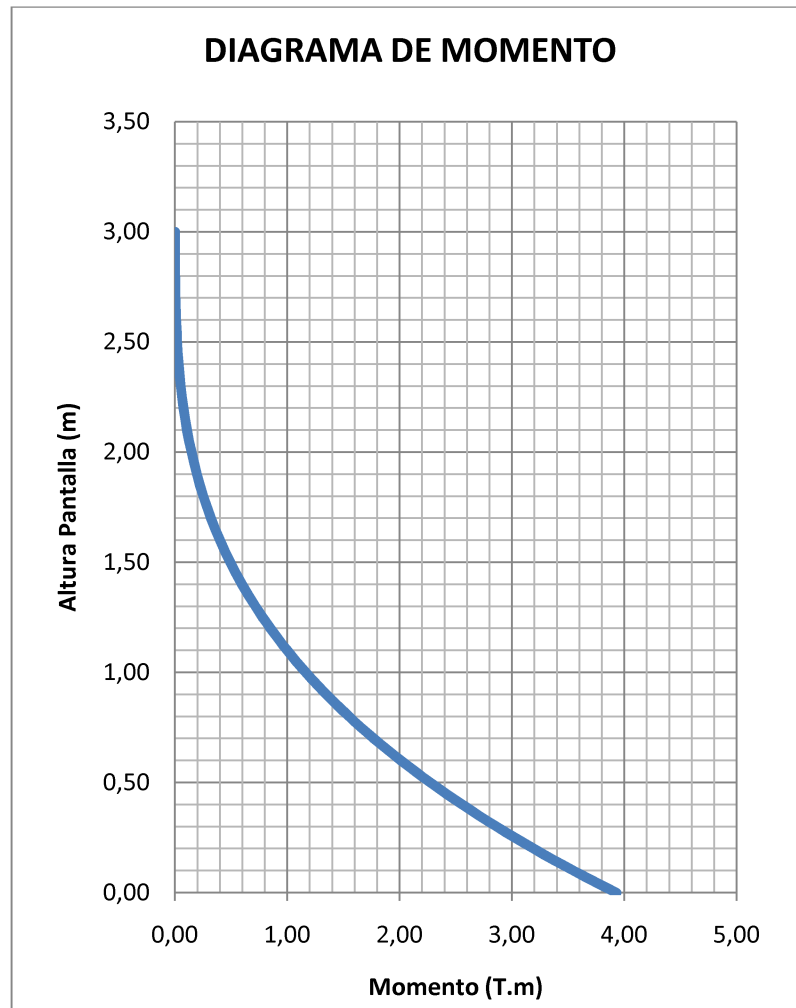
- En la base de la pantalla (garganta).

$$Mu = \frac{k_a \gamma \cos\beta x^3}{6} fm$$

donde: $\downarrow x$ (se mide desde la parte superior de la pantalla).

$$= \frac{0.297(1.85)\cos 15^\circ (7)^3}{6} (1.6)$$

$$\mathbf{Mu = 48.51 T.m}$$



- En $0.50 h_p$:

$$Mu = \frac{k_a \gamma \cos\beta x^3}{6} fm = \frac{0.297(1.85)\cos 15^\circ (3.50)^3}{6} \quad (1.6)$$

$$Mu = 6.06 \text{ T.m}$$

- En x' (mayor entre traslape varillas tipo "M" y longitud de desarrollo de varillas tipo "O").

$$Mu = \frac{k_a \gamma \cos\beta x^3}{6} fm = \frac{0.297(1.85)\cos 15^\circ (7 - 1.70)^3}{6} \quad (1.6)$$

$$Mu = 21.06 \text{ T.m}$$

▪ **Dedo.**

• **Corte.**

- A “d” de la cara de la pantalla.

$$Vu = \frac{q_{DEDO} + q_{DEDO(d)}}{2} (D - d) = \frac{23.62 + 22.44}{2} (1.40 - (0.65 - 0.075 - 0.01))$$

$$Vu = 19.23 T$$

$$V_n = 0.53 \sqrt{f'c} b d$$

$$\phi V_n = 0.53 \sqrt{210} (10) (0.65 - 0.075 - 0.01) 0.75$$

$$\phi V_n = 32.55 > 30.15 \rightarrow ok$$

• **Momento.**

- En la cara de la pantalla.

$$Mu = \frac{q_{DEDO} + q_{DEDO(carra)}}{2} D \left[D - \frac{D (2q_{DEDO(carra)} + q_{DEDO})}{3 (q_{DEDO(carra)} + q_{DEDO})} \right]$$

$$Mu = \frac{23.62 + 21.64}{2} (1.40) \left[1.40 - \frac{1.40 (2 \times 21.64 + 23.62)}{3 (21.64 + 23.62)} \right]$$

$$Mu = 22.50 T.m$$

▪ **Talón.**

• **Corte**

- A “d” de la cara de la pantalla.

$$Vu = -0.75 \frac{q_{TALÓN} + q_{TALÓN(d)}}{2} (T - d)$$

$$+ (\gamma_S h_p (T - d) + \gamma_S (T - d)^2 \tan \beta) f m_S + \gamma_H (T - d) h_B f m_{CM}$$

Se procede a realizar la operación términos, donde:

$$-0.75 \times \frac{16.96 + 19.91}{2} (2.65 - (0.65 - 0.075 - 0.01)) = -28.83$$

$$(1.85 \times 7.0 (2.65 - 0.565) + 1.85 \times (2.65 - 0.565)^2 \times \tan 15^\circ) \times 1.6 = 46.65$$

$$2.40 (2.65 - 0.565) 0.65 \times 1.2 = 90$$

$$\rightarrow Vu = -28.83 + 46.65 + 3.90$$

$$\therefore Vu = 21.72 T$$

$$V_n = 0.53 \sqrt{f'c} b d$$

$$\phi V_n = 0.53 \sqrt{210} (10) (0.65 - 0.075 - 0.01) 0.75 <$$

$$\phi V_n = 32.55 > 21.72 \rightarrow ok$$

- **Momento**

- En la cara de la pantalla.

$$Mu = -0.75 \frac{q_{TALÓN} + q_{TALÓN(cará)}}{2} T \left[\frac{T (2q_{TALÓN} + q_{TALÓN(cará)})}{3(q_{TALÓN} + q_{TALÓN(cará)})} \right] \\ + \left(\gamma_S h_P \frac{T^2}{2} + \gamma_S T^2 \left(\frac{2T}{3} \right) \tan \beta \right) fm_S + \gamma_H \frac{T^2}{2} h_B fm_{CM}$$

Se procede a realizar la operación términos, donde:

$$-0.75 \frac{16.96 + 20.72}{2} 2.65 \left[\frac{2.65 (2 \times 16.96 + 20.72)}{3(16.96 + 20.72)} \right] = -47.96$$

$$\left(1.85 \times 7.0 \frac{2.65^2}{2} + 1.85 \times (2.65)^2 \frac{2 \times 2.65}{3} \tan 15^\circ \right) 1.6 = 82.60$$

$$2.40 \frac{2.65^2}{2} 0.65 \times 1.2 = 6.57$$

$$\rightarrow Mu = -47.96 + 82.60 + 6.57$$

$$Mu = 41.21 T.m$$

$$Mu_h = Mu_p + Mu_K - Mu_D = 48.51 + 1.41 - 22.50$$

$$Mu = 27.42 T.m$$

$$\therefore \mathbf{Mu = 41.21 T.m}$$

▪ Llave de Corte.

• **Corte.**

- A "d" de la cara de la pantalla.

$$Pu_{superior} = k_p \gamma (h_F + h_B) f m_S$$

$$Pu_{superior} = 3.690(1.85)(0.70 + 0.65)1.6$$

$$\mathbf{Pu_{superior} = 14.75 T}$$

$$Pu_{inferior} = 3.690(1.85) \left(0.70 + 0.65 + \left(0.30 - 0.075 + \frac{0.40}{10} \right) \right) 1.6$$

$$\mathbf{Pu_d = 17.64 T}$$

$$Pu_{inferior} = k_p \gamma (h_F + h_B + K) f m_S$$

$$Pu_{inferior} = 3.690(1.85)(0.70 + 0.65 + 0.40)1.6$$

$$\mathbf{Pu_{inferior} = 19.12 T}$$

$$Vu = \frac{(Pu_d + Pu_{inferior})}{2} (K - d)$$

$$Vu = \frac{(17.64 + 19.12)}{2} \left(0.40 - \left(0.30 - 0.075 + \frac{0.40}{10} \right) \right)$$

$$\therefore \mathbf{Vu = 2.48 T}$$

$$V_n = 0.53\sqrt{f'_c} b d$$

$$\phi V_n = 0.53\sqrt{210} (10) \left(0.30 - 0.075 + \frac{0.40}{10}\right) 0.75$$

$$\phi V_n = 15.26 > 2.48 \rightarrow ok$$

- **Momento.**

- *En la cara de la base.*

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{(P_{u_{superior}} + P_{u_{inferior}})}{2} K \left[K - \frac{K(2P_{superior} + P_{inferior})}{3(P_{superior} + P_{inferior})} \right] \\ &= \frac{(14.75 + 19.12)}{2} (0.40) * \left[0.40 - \frac{0.40(2 \times 14.75 + 19.12)}{3(14.75 + 19.12)} \right] \end{aligned}$$

$$\therefore M_u = 1.41 T.m$$

➤ **Cálculo del Acero de Refuerzo.**

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} b d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 M_u}{0.9 b d^2 f'_c}} \right)$$

- **Varillas O (Dedo-Pantalla).**

- *Para el Dedo:*

$$A_s = 0.85 \frac{210}{4200} 100 (56.5) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 (22.50) 10^5}{0.9 (100) 56.5^2 (210)}} \right)$$

$$A_s = 10.81 cm^2$$

$$A_{s \min} = 0.0018 h_B b = 0.0018(65)100$$

$$A_{s \min} = 11.70 \text{ cm}^2$$

- *Para la pantalla.*

$$A_s = 0,85 \frac{210}{4200} 100 (59) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 (48.51) 10^5}{0,9 (100) 59^2 (210)}} \right)$$

$$A_s = 22.86 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \min} = 0.0018 e_p b = 0.0018(65)100$$

$$A_{s \min} = 11.70 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s = 22.86 \text{ cm}^2 \rightarrow 5\phi 25/m$$

- **Longitud de desarrollo.**

En la pantalla:

$$l_d = \frac{f_y}{3.5 \lambda \sqrt{f'c}} \left(\frac{\Psi_t \Psi_e \Psi_s}{\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}} \right) d_b$$

Donde:

$\lambda = 1 \rightarrow$ Hormigón de Peso normal.

$\Psi_e = 1 \rightarrow$ varillas sin recubrimiento epóxico.

$\Psi_t = 1 \rightarrow$ varillas verticales.

$K_{tr} = 0 \rightarrow$ como simplificación.

$$(C_b + K_{tr}) / d_b \leq 2.50$$

$$\frac{c_b}{d_b} = \frac{5.0 + 2.5/2}{2.0} = 3.13$$

$$\therefore \frac{c_b}{d_b} = 2.50$$

$$\therefore l_d = \frac{f_y}{3.5 \sqrt{f'c}} \left(\frac{\psi_s}{\frac{c_b}{d_b}} \right) d_b = \frac{4200}{3.5 \sqrt{210}} \left(\frac{1.0}{2.50} \right) 2.5$$

$$\therefore l_d = \mathbf{82.81 \text{ cm}}$$

- **Varillas O_2 (Pantalla).**

$$\# \text{ varillas } O_2 = \frac{\# \text{ varillas } O}{2} = \frac{6}{2}$$

$$\therefore \mathbf{3\phi 25/m}$$

- **Varillas O_1 (Pantalla).**

$$A_s = 0,85 \frac{210}{4200} 100 (59) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 (21.06) 10^5}{0,9 (100) 59^2 (210)}} \right)$$

$$A_s = 9.66 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 11.70 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s = \mathbf{11.70 \text{ cm}^2} \rightarrow \mathbf{2\phi 25/m}$$

Controlando: $2\phi 25 + 3\phi 25 = 24.54 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{ok}$

- **Varillas M (Pantalla).**

$$A_s = 0,85 \frac{210}{4200} 100 (59) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 (6.06) 10^5}{0,9 (100) 59^2 (210)}} \right)$$

$$A_s = 2.74 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 11.70 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s = 11.70 \text{ cm}^2 \rightarrow 3\phi 25/\text{m}$$

$$\frac{c_b}{d_b} = \frac{5.0 + 2.5/2}{2.5} = 2.50$$

$$\therefore \frac{c_b}{d_b} = 2.50$$

$$l_d = \frac{f_y}{3.5 \sqrt{f'_c}} \left(\frac{\psi_s}{\frac{c_b}{d_b}} \right) d_b = \frac{4200}{3.5 \sqrt{210}} \left(\frac{1.0}{2.50} \right) 2.5$$

$$l_d = 82.81 \text{ cm}$$

Siendo necesario un traslape clase B = $1.30 l_d$

$$\mathbf{1.3 l_d = 107.65 \text{ cm}}$$

- **Varillas P.**

$$A_s = 0,85 \frac{210}{4200} 100 (56.5) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 (41.21) 10^5}{0,9 (100) 56.5^2 (210)}} \right)$$

$$A_s = 20.20 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 11.70 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s = 20.20 \text{ cm}^2 \rightarrow 7\phi 20/m$$

- **Longitud de desarrollo.**

$$\frac{c_b}{d_b} = \frac{7.5 + 2.0/2}{2.0} = 4.25 \rightarrow 2.50$$

$$l_d = \frac{f_y}{3.5 \sqrt{f'_c}} \left(\frac{\Psi_s \Psi_t}{\frac{c_b}{d_b}} \right) d_b = \frac{4200}{3.5 \sqrt{210}} \left(\frac{1.0 \times 1.3}{2.50} \right) 2.0$$

$$l_d = 86.12 \text{ cm}$$

- **Varillas D (Pantalla-Talón).**

$$A_s = \frac{V_u}{0.707 (f_y) \phi_{\text{corte}}} = \frac{28.00 (1000)}{0.707 (4200) 0.75}$$

$$\therefore A_s = 12.57 \text{ cm}^2 \rightarrow 5\phi 18/m$$

- **Varillas L_w (Pantalla).**

$$A_s = 0.0020 e_p b = 0.0020(65)100$$

$$\therefore A_s = \mathbf{13.00 \text{ cm}^2} \rightarrow \mathbf{17\phi 10}$$
 (en toda la pantalla)

- **Varillas L_b (Dedo-Talón).**

$$A_s = 0.0018 h_B b = 0.0018 (65)100$$

$$\therefore A_s = \mathbf{11.70 \text{ cm}^2} \rightarrow \mathbf{6\phi 16}$$
 (en toda la base)

4.4.12 Ejemplo de Aplicación.

Se propone diseñar dos muros de similares características, cuya diferencia radique en la presión admisible de suelo, con el fin de ilustrar el incremento en el costo de la estructura ante este tipo de particularidades.

Tomando como valores iniciales los siguientes:

➤ Parámetros de Diseño (Muro # 1):

$$h_p = 5.0 \text{ m} \quad \phi = 40^\circ \quad \gamma = 2.00 \text{ T/m}^3 \quad \mu = \tan \phi \quad \beta = 0^\circ \quad q_a = 1,30 \text{ kg/cm}^2$$

Mediante las tablas de diseño se obtienen los siguientes valores:

$$B = 2.20 \text{ m} \quad e_p = 40 \text{ cm} \quad h_B = 0.40 \text{ m} \quad T = 1.00 \text{ m} \quad D = 0.80 \text{ cm}$$

$$V_H = 2,72 \text{ m}^3/\text{m} \text{ (f'c = 210 kg/cm}^2\text{) (tabla)}$$

$$\text{Peso Acero} = 98,87 \text{ kg/m (tabla)}$$

$$V_H = 0,22 \text{ m}^3/\text{m} \text{ (f'c = 140 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{Volumen excavación} = 1.10 \text{ m}^3/\text{m}$$

Se procede a realizar un análisis de costos:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
f'c = 140 en replantillo	0,22	m ³	\$ 70,89	\$ 15,60
f'c = 210 en muro	2,72	m ³	\$ 120,50	\$ 327,76
Acero fy = 4200 kg/cm ²	98,87	kg	\$ 1,24	\$ 122,60
Excavación	1,10	m ³	\$ 3,95	\$ 4,35
Σ				\$ 470,30

➤ Parámetros de Diseño (Muro # 2):

$$h_p = 5.0 \text{ m} \quad \phi = 40^\circ \quad \gamma = 2.00 \text{ T/m}^3 \quad \mu = \tan \phi \quad \beta = 0^\circ \quad q_a = 0,80 \text{ kg/cm}^2$$

Mediante el programa de diseño se obtienen los siguientes valores:

$$B = 3.30 \text{ m} \quad e_p = 40 \text{ cm} \quad h_B = 0.40 \text{ m} \quad T = 1.90 \text{ m} \quad D = 1.00 \text{ cm}$$

$$V_H = 3,16 \text{ m}^3/\text{m} \text{ (f'c = 210 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{Peso Acero} = 117.12 \text{ kg/m}$$

$$V_H = 0,33 \text{ m}^3/\text{m} \text{ (f'c = 140 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{Volumen excavación} = 1,65 \text{ m}^3/\text{m}$$

Se procede a realizar un análisis de costos:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
f'c = 140 en replantillo	0,33	m ³	\$ 70,89	\$ 23,39
f'c = 210 en muro	3,16	m ³	\$ 120,50	\$ 380,78
Acero fy = 4200 kg/cm ²	117,12	kg	\$ 1,24	\$ 145,23
Excavación	1,65	m ³	\$ 3,95	\$ 6,52
Σ				\$ 555,92

$$\% \text{ Incremento en el costo} = \frac{555.92}{470.30} (100) - 100$$

$$\% \text{ Incremento en el costo} = 18.21\%$$

Se puede observar que un decremento de 38,46% en la presión admisible del suelo, causa un incremento de 18.21% en el costo de construcción del muro, lo que permite deducir que ante la presencia de suelos pobres es necesario contemplar alternativas distintas a incrementar las dimensiones del muro, es decir investigar la posibilidad de realizar un mejoramiento de suelo, o en sitios más complejos recurrir a la colocación de pilotes en la base del muro

MUROS EN GANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 30^\circ$ $\mu = 0,5774$
 PENDIENTE DEL RELLENO: NIVEL

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	$cm \times cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$			ϕmm	$\phi mm/m$	ϕmm	$\phi mm/m$		kg/m
1,5	20	0,30	0,80	30	-	0,48	0,48	0,04	2,00	2,04	0,041	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,97
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,52	0,05	1,81	2,13	0,102	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64
2,0	20	0,50	1,10	30	-	0,67	0,61	0,04	1,75	2,13	0,173	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,97
2,2	20	0,55	1,20	30	-	0,74	0,66	0,02	1,65	2,09	0,278	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,52
2,5	20	0,70	1,40	30	-	0,86	0,71	0,06	1,63	2,22	0,528	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,96
2,8	20	0,80	1,60	30	-	0,98	0,73	0,09	1,56	2,30	0,930	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	38,28
3,0	25	0,85	1,70	30	-	1,19	0,81	0,09	1,57	2,32	0,672	-	6φ12	-	-	3φ12	7φ10	5φ12	5φ12	-	38,04
3,2	25	0,90	1,80	30	-	1,27	0,85	0,09	1,52	2,29	0,928	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	45,59
3,5	25	1,05	2,00	30	-	1,40	0,89	0,12	1,52	2,38	1,453	45	3φ14	4φ14	4φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	55,29
3,8	30	1,20	2,30	30	-	1,74	0,86	0,23	1,59	2,70	1,268	60	3φ14	4φ14	3φ16	4φ12	9φ10	3φ18	5φ12	-	69,45
4,0	30	1,20	2,30	30	-	1,80	0,98	0,16	1,50	2,45	1,639	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	9φ10	8φ12	5φ12	-	76,76
4,2	35	1,30	2,50	35	-	2,22	1,01	0,22	1,58	2,61	1,317	65	3φ16	3φ16	3φ18	5φ12	10φ10	7φ12	6φ12	-	87,64
4,5	35	1,35	2,60	35	-	2,36	1,11	0,19	1,51	2,47	1,860	65	3φ18	3φ18	3φ18	5φ12	10φ10	3φ20	6φ12	-	103,92
4,8	40	1,40	2,80	40	-	2,88	1,17	0,21	1,51	2,49	1,720	65	3φ18	3φ18	3φ18	3φ16	11φ10	6φ14	5φ14	-	113,33
5,0	45	1,45	2,90	45	-	3,35	1,29	0,20	1,54	2,46	1,482	90	3φ18	3φ18	3φ20	6φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	127,88
5,2	45	1,60	3,10	45	-	3,53	1,27	0,27	1,58	2,61	1,803	50	5φ14	6φ14	6φ14	3φ18	12φ10	7φ14	6φ14	-	141,86
5,5	50	1,60	3,20	50	-	4,10	1,42	0,22	1,54	2,48	1,740	90	3φ18	4φ18	3φ20	7φ12	13φ10	7φ14	6φ14	-	154,68
5,8	50	1,70	3,40	50	-	4,35	1,43	0,26	1,52	2,51	2,269	90	5φ16	5φ16	3φ20	8φ12	13φ10	8φ14	6φ14	-	176,01
6,0	55	1,75	3,50	55	-	4,92	1,55	0,25	1,54	2,49	2,020	60	5φ16	5φ16	5φ16	3φ20	15φ10	6φ16	5φ16	-	187,27
6,2	55	1,80	3,60	55	-	5,09	1,59	0,25	1,52	2,46	2,380	70	3φ20	4φ20	4φ18	4φ18	15φ10	7φ16	5φ16	-	206,77
6,5	60	1,90	3,80	60	-	5,82	1,68	0,27	1,54	2,50	2,321	95	3φ22	3φ22	3φ22	3φ22	16φ10	3φ25	6φ16	-	233,15
6,8	65	2,55	4,60	65	30×40	7,12	1,51	0,64	1,99	3,37	2,288	110	2φ25	3φ25	3φ25	4φ20	17φ10	5φ22	6φ16	3φ16	299,97
7,0	65	2,65	4,70	65	30×40	7,32	1,58	0,63	1,98	3,34	2,645	90	3φ22	4φ22	4φ20	9φ14	17φ10	7φ20	6φ16	3φ16	315,98

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN GANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$					REFUERZO EN LA BASE										
							PENDIENTE DEL RELLENO: NIVEL					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$										
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla	Clavijas dentro de la pantalla	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			O(O ₁)	O ₂	M	D	L _w	P	L _b		K	
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m ³ /m	kg/cm ²				cm	cm	φmm / m					φmm	φmm/m		φmm	φmm/m
1,5	20	0,20	0,70	30	-	0,45	0,40	0,10	2,70	2,04	0,033	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,53	
1,8	20	0,30	0,90	30	-	0,57	0,45	0,10	2,45	2,17	0,083	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	23,19	
2,0	20	0,40	1,00	30	-	0,64	0,54	0,09	2,39	2,20	0,141	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,53	
2,2	20	0,45	1,10	30	-	0,71	0,58	0,08	2,26	2,17	0,226	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,08	
2,5	20	0,60	1,30	30	-	0,83	0,63	0,12	2,24	2,36	0,429	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,52	
2,8	20	0,60	1,40	30	-	0,92	0,70	0,07	1,99	2,13	0,756	-	3φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	32,43	
3,0	20	0,70	1,50	30	-	0,99	0,77	0,07	2,00	2,17	1,067	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	39,00	
3,2	25	0,70	1,60	30	-	1,21	0,80	0,08	1,97	2,19	0,754	50	3φ12	3φ12	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	42,17	
3,5	25	0,75	1,70	30	-	1,31	0,91	0,04	1,85	2,07	1,181	50	3φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	50,83	
3,8	30	0,80	1,90	30	-	1,62	0,91	0,10	1,85	2,19	1,031	60	3φ14	3φ14	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	59,95	
4,0	30	0,90	2,00	30	-	1,71	0,97	0,11	1,88	2,23	1,332	60	2φ16	3φ16	3φ16	4φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	64,91	
4,2	30	0,95	2,10	30	-	1,80	1,00	0,12	1,84	2,22	1,700	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	10φ10	3φ16	5φ12	-	73,94	
4,5	35	0,95	2,20	35	-	2,22	1,14	0,07	1,82	2,11	1,512	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	86,82	
4,8	40	1,00	2,40	40	-	2,72	1,18	0,12	1,85	2,19	1,399	65	3φ16	3φ16	3φ18	5φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	97,31	
5,0	40	1,00	2,40	40	-	2,80	1,32	0,03	1,77	2,03	1,715	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	105,83	
5,2	40	1,05	2,50	40	-	2,92	1,35	0,03	1,75	2,03	2,087	65	3φ18	3φ18	3φ18	3φ16	12φ10	3φ18	5φ14	-	114,33	
5,5	45	1,15	2,70	45	-	3,49	1,41	0,09	1,82	2,13	1,940	90	2φ20	3φ20	3φ20	6φ12	13φ10	3φ20	6φ14	-	136,88	
5,8	50	1,10	2,80	50	-	4,05	1,52	0,03	1,77	2,02	1,845	90	4φ16	4φ16	3φ20	3φ18	13φ10	8φ12	6φ14	-	146,58	
6,0	50	1,20	2,90	50	-	4,20	1,59	0,04	1,78	2,05	2,185	90	3φ18	4φ18	3φ20	7φ12	14φ10	6φ14	6φ14	-	158,15	
6,2	50	1,25	3,00	50	-	4,35	1,62	0,05	1,77	2,05	2,575	90	5φ16	5φ16	3φ20	8φ12	14φ10	8φ12	6φ14	-	172,62	
6,5	55	1,35	3,20	55	-	5,03	1,68	0,10	1,83	2,13	2,450	65	4φ18	4φ18	4φ18	6φ14	15φ10	5φ16	5φ16	-	190,71	
6,8	60	1,30	3,30	60	-	5,70	1,79	0,05	1,78	2,05	2,365	95	3φ20	4φ20	3φ22	5φ16	16φ10	3φ22	6φ16	-	221,00	
7,0	60	1,40	3,40	60	-	5,88	1,86	0,06	1,79	2,07	2,734	95	2φ25	3φ25	3φ22	7φ14	16φ10	3φ22	6φ16	-	238,22	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 40^\circ$ $\mu = 0,8391$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$									
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m^3/m	kg/cm ²		miento	miento	cm	cm	φmm / m			φmm	φmm/m	φmm	φmm/m		kg/m
1,5	20	0,10	0,60	30	-	0,42	0,27	0,21	3,64	2,08	0,027	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,09
1,8	20	0,20	0,80	30	-	0,54	0,35	0,17	3,32	2,22	0,067	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	22,75
2,0	20	0,30	0,90	30	-	0,61	0,45	0,15	3,26	2,27	0,113	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	24,08
2,2	20	0,35	1,00	30	-	0,68	0,49	0,14	3,08	2,26	0,182	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	25,63
2,5	20	0,40	1,10	30	-	0,77	0,60	0,09	2,80	2,09	0,344	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	27,63
2,8	20	0,50	1,30	30	-	0,89	0,60	0,14	2,74	2,27	0,606	-	5φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	30,91
3,0	20	0,60	1,40	30	-	0,96	0,66	0,15	2,76	2,35	0,856	-	3φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	33,38
3,2	20	0,55	1,40	30	-	1,00	0,76	0,06	2,47	2,02	1,182	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	42,71
3,5	25	0,65	1,60	30	-	1,28	0,78	0,14	2,58	2,26	0,948	50	3φ12	3φ12	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	44,32
3,8	25	0,65	1,70	30	-	1,39	0,83	0,10	2,37	2,11	1,429	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	53,62
4,0	30	0,70	1,80	30	-	1,65	0,89	0,13	2,45	2,20	1,069	60	2φ14	3φ14	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	57,31
4,2	30	0,75	1,90	30	-	1,74	0,91	0,15	2,41	2,22	1,364	60	4φ12	4φ12	3φ16	3φ12	10φ10	5φ12	5φ12	-	63,77
4,5	35	0,75	2,00	35	-	2,15	1,04	0,12	2,40	2,14	1,213	60	4φ12	4φ12	4φ16	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	78,53
4,8	35	0,75	2,10	35	-	2,29	1,09	0,08	2,25	2,03	1,675	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	11φ10	6φ12	6φ12	-	91,06
5,0	35	0,85	2,20	35	-	2,40	1,14	0,10	2,30	2,09	2,055	65	2φ18	3φ18	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	6φ12	-	97,73
5,2	40	0,85	2,30	40	-	2,84	1,20	0,11	2,34	2,10	1,675	65	3φ16	3φ16	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	102,09
5,5	40	0,90	2,40	40	-	3,00	1,29	0,08	2,27	2,04	2,217	65	3φ18	3φ18	3φ18	5φ12	13φ10	3φ18	5φ14	-	118,19
5,8	45	0,95	2,60	45	-	3,58	1,30	0,16	2,34	2,14	2,030	90	3φ18	3φ18	3φ20	3φ16	13φ10	6φ14	6φ14	-	138,65
6,0	45	0,95	2,60	45	-	3,67	1,44	0,06	2,25	2,01	2,405	50	5φ14	6φ14	6φ14	6φ12	14φ10	8φ12	6φ14	-	147,91
6,2	50	0,95	2,70	50	-	4,20	1,50	0,08	2,29	2,03	2,066	90	2φ20	3φ20	3φ20	6φ12	14φ10	3φ20	6φ14	-	150,83
6,5	50	1,10	2,90	50	-	4,45	1,50	0,16	2,35	2,14	2,617	90	3φ20	3φ20	3φ20	3φ18	15φ10	3φ20	6φ14	-	171,78
6,8	55	1,05	3,00	55	-	5,09	1,60	0,12	2,29	2,07	2,463	95	3φ20	3φ20	3φ22	7φ12	16φ10	5φ16	5φ16	-	194,22
7,0	55	1,15	3,10	55	-	5,25	1,65	0,15	2,33	2,11	2,848	70	3φ20	4φ20	4φ18	8φ12	16φ10	5φ16	5φ16	-	207,33

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUIROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 30^\circ$ $\mu = 0,5774$					REFUERZO EN LA BASE											
							PENDIENTE DEL RELLENO: NIVEL					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$											
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m			
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO					
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			O(O ₁)	O ₂	M	D	L _w	P	L _b		K		
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m ³ /m	kg/cm ²		miento	miento	cm	cm	φmm / m					φmm	φmm/m		φmm	φmm/m	φmm/m
1,5	20	0,40	0,90	30	-	0,51	0,45	0,12	2,12	2,44	0,046	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	21,42		
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,56	0,04	1,74	2,05	0,113	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64		
2,0	20	0,50	1,10	30	-	0,67	0,66	0,02	1,69	2,05	0,192	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,97		
2,2	20	0,55	1,20	30	-	0,74	0,71	0,01	1,59	2,02	0,309	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,52		
2,5	20	0,70	1,40	30	-	0,86	0,77	0,05	1,57	2,16	0,586	-	3φ16	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	29,92		
2,8	20	0,80	1,60	30	-	0,98	0,79	0,09	1,51	2,24	1,033	-	4φ16	-	-	3φ12	7φ10	5φ12	5φ12	-	39,66		
3,0	25	0,85	1,70	30	-	1,19	0,87	0,09	1,52	2,26	0,747	-	3φ18	-	-	3φ12	7φ10	3φ16	5φ12	-	41,05		
3,2	25	1,00	1,90	30	-	1,30	0,85	0,17	1,57	2,50	1,031	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	48,56		
3,5	30	1,10	2,10	30	-	1,59	0,91	0,21	1,58	2,60	0,934	60	4φ12	4φ12	3φ16	4φ12	8φ10	6φ12	5φ12	-	59,00		
3,8	30	1,20	2,30	30	-	1,74	0,93	0,24	1,54	2,63	1,409	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	9φ10	8φ12	5φ12	-	74,86		
4,0	35	1,25	2,40	35	-	2,12	1,05	0,23	1,57	2,59	1,147	50	5φ12	5φ12	5φ14	5φ12	9φ10	5φ14	6φ12	-	81,66		
4,2	35	1,30	2,50	35	-	2,22	1,09	0,23	1,53	2,55	1,464	65	2φ18	3φ18	3φ18	5φ12	10φ10	6φ14	6φ12	-	91,76		
4,5	40	1,40	2,70	40	-	2,72	1,19	0,26	1,56	2,58	1,384	65	4φ14	5φ14	3φ18	3φ16	11φ10	8φ12	5φ14	-	103,28		
4,8	40	1,50	2,90	40	-	2,92	1,21	0,29	1,53	2,61	1,912	65	3φ18	4φ18	3φ18	3φ18	11φ10	3φ22	5φ14	-	128,04		
5,0	45	1,55	3,00	45	-	3,40	1,33	0,28	1,55	2,58	1,647	90	4φ16	4φ16	3φ20	3φ18	12φ10	7φ14	6φ14	-	135,51		
5,2	45	1,60	3,10	45	-	3,53	1,37	0,28	1,52	2,54	2,003	90	3φ20	3φ20	3φ20	6φ14	12φ10	6φ16	6φ14	-	153,72		
5,5	50	1,70	3,30	50	-	4,15	1,47	0,30	1,55	2,57	1,933	90	3φ20	3φ20	3φ20	6φ14	13φ10	4φ20	6φ14	-	165,11		
5,8	55	1,75	3,50	55	-	4,81	1,53	0,33	1,54	2,57	1,894	60	5φ16	5φ16	5φ16	5φ16	15φ10	11φ12	5φ16	-	185,86		
6,0	55	1,85	3,60	55	-	4,98	1,61	0,33	1,54	2,57	2,244	70	3φ20	4φ20	4φ18	7φ14	15φ10	3φ25	5φ16	-	205,05		
6,2	60	1,85	3,70	60	-	5,58	1,70	0,32	1,53	2,52	2,036	95	3φ20	4φ20	3φ22	3φ22	16φ10	7φ16	6φ16	-	220,53		
6,5	60	2,00	3,90	60	-	5,88	1,75	0,35	1,54	2,56	2,579	95	3φ22	4φ22	3φ22	5φ18	16φ10	7φ18	6φ16	-	261,52		
6,8	65	2,55	4,60	65	30x40	7,12	1,61	0,68	1,93	3,29	2,542	90	3φ22	4φ22	4φ20	3φ25	17φ10	7φ20	6φ16	3φ16	311,49		
7,0	70	2,60	4,70	70	30x40	7,84	1,73	0,67	1,93	3,23	2,353	110	3φ22	4φ22	3φ25	4φ22	18φ10	7φ20	5φ18	3φ16	334,69		

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$									
							PENDIENTE DEL RELLENO: NIVEL					$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$									
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	$cm \times cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$					$\phi mm/m$	ϕmm		$\phi mm/m$
1,5	20	0,30	0,80	30	-	0,48	0,37	0,18	2,89	2,47	0,037	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,97
1,8	20	0,30	0,90	30	-	0,57	0,49	0,09	2,35	2,07	0,092	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	23,19
2,0	20	0,40	1,00	30	-	0,64	0,58	0,08	2,30	2,11	0,156	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,53
2,2	20	0,45	1,10	30	-	0,71	0,63	0,07	2,17	2,09	0,251	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,08
2,5	20	0,60	1,30	30	-	0,83	0,68	0,11	2,16	2,28	0,476	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,52
2,8	20	0,60	1,40	30	-	0,92	0,76	0,06	1,92	2,06	0,840	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	34,57
3,0	20	0,70	1,50	30	-	0,99	0,83	0,06	1,93	2,11	1,186	-	4φ16	-	-	3φ12	7φ10	5φ12	5φ12	-	40,48
3,2	25	0,70	1,60	30	-	1,21	0,87	0,07	1,89	2,12	0,838	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	44,70
3,5	25	0,75	1,70	30	-	1,31	0,99	0,02	1,79	2,00	1,312	50	3φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	50,83
3,8	30	0,80	1,90	30	-	1,62	0,98	0,09	1,78	2,12	1,146	60	3φ14	3φ14	3φ16	4φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	60,74
4,0	30	0,90	2,00	30	-	1,71	1,05	0,10	1,81	2,16	1,480	45	5φ12	5φ12	5φ12	4φ12	9φ10	3φ16	5φ12	-	67,42
4,2	35	0,90	2,10	35	-	2,08	1,13	0,10	1,82	2,14	1,190	65	3φ14	4φ14	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	79,10
4,5	35	0,95	2,20	35	-	2,22	1,24	0,05	1,75	2,05	1,680	65	2φ18	3φ18	3φ18	5φ12	10φ10	3φ18	6φ12	-	90,93
4,8	40	1,00	2,40	40	-	2,72	1,28	0,10	1,78	2,12	1,554	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	102,93
5,0	40	1,10	2,50	40	-	2,84	1,34	0,11	1,80	2,15	1,906	65	3φ18	3φ18	3φ18	6φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	112,04
5,2	45	1,10	2,60	45	-	3,31	1,42	0,11	1,81	2,13	1,629	90	3φ18	3φ18	3φ20	6φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	128,99
5,5	45	1,15	2,70	45	-	3,49	1,53	0,06	1,75	2,06	2,156	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	13φ10	6φ14	6φ14	-	144,92
5,8	50	1,20	2,90	50	-	4,10	1,57	0,11	1,77	2,11	2,050	90	3φ20	3φ20	3φ20	6φ14	13φ10	3φ20	6φ14	-	160,55
6,0	50	1,30	3,00	50	-	4,25	1,64	0,12	1,79	2,14	2,428	90	5φ16	5φ16	3φ20	8φ12	14φ10	5φ16	6φ14	-	170,94
6,2	55	1,30	3,10	55	-	4,81	1,72	0,12	1,80	2,12	2,149	60	5φ16	5φ16	5φ16	3φ20	15φ10	5φ16	5φ16	-	182,93
6,5	60	1,30	3,20	60	-	5,46	1,87	0,06	1,78	2,05	2,097	95	3φ20	4φ20	3φ22	9φ12	16φ10	3φ22	6φ16	-	213,27
6,8	60	1,40	3,40	60	-	5,76	1,86	0,12	1,77	2,11	2,627	95	2φ25	3φ25	3φ22	3φ22	16φ10	3φ22	6φ16	-	235,37
7,0	65	2,65	4,70	65	30x40	7,32	1,43	0,94	2,86	4,01	2,389	110	2φ25	3φ25	3φ25	7φ16	17φ10	7φ20	6φ16	3φ16	318,37

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 40^\circ$ $\mu = 0,8391$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$						
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave t_x K	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla	Clavijas dentro de la pantalla	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			O(O ₁)	O ₂	M	D	L _w	P	L _b		K
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m ³ /m	kg/cm ²				cm	φmm / m					φmm	φmm/m	φmm		φmm/m
1,5	20	0,20	0,70	30	-	0,45	0,25	0,27	3,93	2,54	0,030	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,53
1,8	20	0,20	0,80	30	-	0,54	0,38	0,16	3,18	2,11	0,074	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	22,75
2,0	20	0,30	0,90	30	-	0,61	0,48	0,14	3,13	2,18	0,125	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	24,08
2,2	20	0,35	1,00	30	-	0,68	0,53	0,13	2,96	2,17	0,202	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	25,63
2,5	20	0,40	1,10	30	-	0,77	0,65	0,07	2,69	2,01	0,382	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	27,63
2,8	20	0,50	1,30	30	-	0,89	0,65	0,13	2,63	2,19	0,674	-	5φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	30,91
3,0	20	0,60	1,40	30	-	0,96	0,71	0,15	2,67	2,27	0,951	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	35,64
3,2	20	0,65	1,50	30	-	1,03	0,74	0,16	2,60	2,28	1,314	45	3φ12	4φ12	4φ12	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	43,36
3,5	25	0,65	1,60	30	-	1,28	0,84	0,13	2,48	2,19	1,053	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	47,00
3,8	30	0,60	1,70	30	-	1,56	0,91	0,09	2,30	2,06	0,919	60	2φ14	3φ14	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	55,31
4,0	30	0,70	1,80	30	-	1,65	0,97	0,12	2,35	2,13	1,188	60	4φ12	4φ12	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	60,70
4,2	30	0,75	1,90	30	-	1,74	0,99	0,13	2,32	2,15	1,516	60	2φ16	3φ16	3φ16	4φ12	10φ10	5φ12	5φ12	-	67,22
4,5	35	0,75	2,00	35	-	2,15	1,13	0,10	2,30	2,06	1,348	50	4φ12	5φ12	5φ14	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	80,57
4,8	35	0,85	2,20	35	-	2,33	1,10	0,17	2,31	2,18	1,861	65	2φ18	3φ18	3φ18	5φ12	11φ10	3φ18	6φ12	-	95,84
5,0	40	0,80	2,20	40	-	2,72	1,29	0,07	2,26	2,01	1,529	65	3φ16	3φ16	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	98,87
5,2	40	0,85	2,30	40	-	2,84	1,31	0,09	2,24	2,03	1,861	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	108,07
5,5	45	0,95	2,50	45	-	3,40	1,36	0,17	2,36	2,16	1,730	60	4φ14	5φ14	5φ16	4φ14	13φ10	8φ12	6φ14	-	130,15
5,8	45	0,95	2,60	45	-	3,58	1,42	0,13	2,24	2,06	2,256	50	5φ14	6φ14	6φ14	6φ12	13φ10	8φ12	6φ14	-	144,51
6,0	50	1,00	2,70	50	-	4,10	1,52	0,15	2,32	2,10	1,948	90	4φ16	4φ16	3φ20	3φ18	14φ10	8φ12	6φ14	-	149,23
6,2	50	1,05	2,80	50	-	4,25	1,54	0,16	2,31	2,12	2,296	90	3φ18	4φ18	3φ20	5φ14	14φ10	6φ14	6φ14	-	160,75
6,5	55	1,05	2,90	55	-	4,87	1,67	0,12	2,29	2,06	2,184	95	3φ20	3φ20	3φ22	6φ14	15φ10	5φ16	5φ16	-	188,10
6,8	55	1,15	3,10	55	-	5,14	1,65	0,20	2,30	2,14	2,737	70	3φ20	4φ20	4φ18	6φ14	16φ10	5φ16	5φ16	-	204,24
7,0	60	1,10	3,10	60	-	5,70	1,83	0,10	2,26	2,02	2,437	95	3φ20	4φ20	3φ22	5φ16	16φ10	3φ22	6φ16	-	222,72

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 30^\circ$ $\mu = 0,5774$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$						
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave t_x K	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	$cm \times cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$					$\phi mm / m$	ϕmm		$\phi mm / m$
1,5	20	0,30	0,80	30	-	0,48	0,50	0,07	1,94	2,06	0,042	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,97
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,55	0,09	1,75	2,13	0,105	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64
2,0	20	0,50	1,10	30	-	0,67	0,64	0,07	1,69	2,11	0,178	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,97
2,2	20	0,55	1,20	30	-	0,74	0,70	0,06	1,60	2,07	0,287	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,52
2,5	20	0,70	1,40	30	-	0,86	0,75	0,09	1,56	2,18	0,545	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,96
2,8	20	0,80	1,60	30	-	0,98	0,77	0,13	1,50	2,25	0,960	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	38,28
3,0	25	0,95	1,80	30	-	1,22	0,80	0,20	1,59	2,51	0,694	-	6φ12	-	-	3φ12	7φ10	5φ12	5φ12	-	38,49
3,2	25	1,00	1,90	30	-	1,30	0,84	0,20	1,55	2,47	0,958	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	48,56
3,5	30	1,10	2,10	30	-	1,59	0,90	0,25	1,57	2,56	0,868	60	3φ14	3φ14	3φ16	3φ12	8φ10	3φ16	5φ12	-	57,53
3,8	30	1,20	2,30	30	-	1,74	0,92	0,29	1,54	2,59	1,310	60	3φ14	4φ14	3φ16	4φ12	9φ10	3φ18	5φ12	-	69,45
4,0	35	1,25	2,40	35	-	2,12	1,03	0,28	1,57	2,55	1,066	50	4φ12	5φ12	5φ14	4φ12	9φ10	5φ14	6φ12	-	77,80
4,2	35	1,30	2,50	35	-	2,22	1,07	0,29	1,54	2,52	1,360	65	3φ16	3φ16	3φ18	3φ14	10φ10	7φ12	6φ12	-	86,80
4,5	40	1,40	2,70	40	-	2,72	1,17	0,32	1,58	2,55	1,287	65	2φ18	3φ18	3φ18	5φ12	11φ10	6φ14	5φ14	-	99,97
4,8	40	1,50	2,90	40	-	2,92	1,18	0,36	1,55	2,58	1,777	65	3φ18	3φ18	3φ18	3φ16	11φ10	5φ16	5φ14	-	115,75
5,0	45	1,45	2,90	45	-	3,35	1,35	0,28	1,53	2,40	1,530	90	3φ18	3φ18	3φ20	6φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	127,88
5,2	45	1,60	3,10	45	-	3,53	1,34	0,35	1,56	2,52	1,862	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	12φ10	7φ14	6φ14	-	145,63
5,5	50	1,60	3,20	50	-	4,10	1,48	0,32	1,54	2,41	1,797	90	3φ18	4φ18	3φ20	7φ12	13φ10	7φ14	6φ14	-	154,68
5,8	50	1,70	3,40	50	-	4,35	1,50	0,36	1,52	2,44	2,343	90	3φ20	4φ20	3φ20	8φ12	13φ10	4φ20	6φ14	-	183,89
6,0	55	1,75	3,50	55	-	4,92	1,62	0,35	1,55	2,42	2,086	65	4φ18	4φ18	4φ18	6φ14	15φ10	6φ16	5φ16	-	188,62
6,2	55	1,80	3,60	55	-	5,09	1,66	0,36	1,52	2,41	2,457	95	3φ22	3φ22	3φ22	5φ16	15φ10	3φ25	5φ16	-	217,61
6,5	60	1,90	3,80	60	-	5,82	1,75	0,39	1,55	2,43	2,397	95	2φ25	3φ25	3φ22	3φ22	16φ10	3φ25	6φ16	-	240,71
6,8	65	2,55	4,60	65	30x40	7,12	1,58	0,75	1,96	3,14	2,362	90	4φ20	4φ20	4φ20	4φ20	17φ10	4φ25	6φ16	3φ16	293,40
7,0	65	2,65	4,70	65	30x40	7,32	1,66	0,75	1,94	3,11	2,731	110	3φ25	3φ25	3φ25	7φ16	17φ10	6φ22	6φ16	3φ16	344,34

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 30^\circ$ $\mu = 0,5774$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$						
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	$cm \times cm$	m^3/m	kg/cm^2						$\phi mm / m$			$\phi mm/m$	ϕmm	$\phi mm/m$	kg/m		
1,5	20	0,40	0,90	30	-	0,51	0,51	0,15	1,85	2,27	0,048	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	21,42
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,63	0,09	1,58	2,01	0,119	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64
2,0	20	0,60	1,20	30	-	0,70	0,67	0,14	1,60	2,24	0,202	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	25,41
2,2	20	0,65	1,30	30	-	0,77	0,73	0,14	1,52	2,19	0,325	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,97
2,5	20	0,90	1,60	30	-	0,92	0,76	0,23	1,55	2,46	0,616	-	3φ16	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	30,81
2,8	20	1,10	1,90	30	-	1,07	0,75	0,33	1,54	2,69	1,086	-	8φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	43,23
3,0	25	1,15	2,00	30	-	1,28	0,83	0,33	1,54	2,66	0,785	-	3φ18	-	-	3φ12	7φ10	3φ16	5φ12	-	42,47
3,2	25	1,30	2,20	30	-	1,39	0,84	0,39	1,55	2,79	1,084	50	3φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	6φ12	5φ12	-	52,24
3,5	30	1,40	2,40	30	-	1,68	0,91	0,43	1,55	2,82	0,982	60	2φ16	3φ16	3φ16	4φ12	8φ10	8φ12	5φ12	-	66,67
3,8	30	1,50	2,60	30	-	1,83	0,94	0,47	1,52	2,81	1,481	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	9φ10	7φ14	5φ12	-	80,18
4,0	35	1,55	2,70	35	-	2,22	1,06	0,47	1,54	2,75	1,205	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	9φ10	5φ16	6φ12	-	88,83
4,2	35	1,70	2,90	35	-	2,36	1,07	0,52	1,55	2,84	1,538	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	10φ10	8φ14	6φ12	-	104,13
4,5	40	1,70	3,00	40	-	2,84	1,21	0,51	1,53	2,70	1,455	65	3φ16	4φ16	3φ18	3φ16	11φ10	6φ16	5φ14	-	110,94
4,8	45	1,75	3,20	45	-	3,40	1,27	0,55	1,53	2,70	1,411	90	3φ18	3φ18	3φ20	6φ12	12φ10	3φ22	6φ14	-	132,40
5,0	45	1,85	3,30	45	-	3,53	1,36	0,55	1,52	2,66	1,730	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	12φ10	9φ14	6φ14	-	151,11
5,2	45	2,00	3,50	45	-	3,71	1,37	0,60	1,53	2,74	2,105	90	2φ22	3φ22	3φ20	3φ18	12φ10	5φ20	6φ14	-	165,67
5,5	50	2,00	3,60	50	-	4,30	1,52	0,58	1,51	2,63	2,032	90	5φ16	5φ16	3φ20	8φ12	13φ10	6φ18	6φ14	-	178,06
5,8	55	2,15	3,90	55	-	5,03	1,54	0,68	1,54	2,73	1,991	70	3φ20	4φ20	4φ18	6φ14	15φ10	5φ20	5φ16	-	206,07
6,0	55	2,15	3,90	55	-	5,14	1,67	0,62	1,51	2,60	2,358	95	2φ25	3φ25	3φ22	5φ16	15φ10	3φ28	5φ16	-	234,29
6,2	60	2,25	4,10	60	-	5,82	1,71	0,68	1,54	2,67	2,140	95	2φ25	3φ25	3φ22	7φ14	16φ10	3φ28	6φ16	-	248,10
6,5	65	2,45	4,40	65	30x40	6,80	1,80	0,76	1,73	2,76	2,132	110	2φ25	3φ25	3φ25	6φ16	17φ10	6φ20	6φ16	3φ16	287,44
6,8	65	2,55	4,60	65	30x40	7,12	1,83	0,80	1,70	2,76	2,671	110	3φ25	3φ25	3φ25	7φ16	17φ10	7φ20	6φ16	3φ16	335,14
7,0	70	2,60	4,70	70	30x40	7,84	1,95	0,80	1,71	2,73	2,472	110	3φ25	3φ25	3φ25	7φ16	18φ10	7φ20	5φ18	3φ16	346,50

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 10^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave t_x K	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m^3/m	kg/cm ²					cm	φmm / m					φmm	φmm/m		φmm
1,5	20	0,20	0,70	30	-	0,45	0,41	0,14	2,66	2,09	0,034	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,53
1,8	20	0,30	0,90	30	-	0,57	0,46	0,14	2,41	2,20	0,085	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	23,19
2,0	20	0,40	1,00	30	-	0,64	0,56	0,12	2,33	2,20	0,144	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,53
2,2	20	0,45	1,10	30	-	0,71	0,61	0,11	2,21	2,18	0,232	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,08
2,5	20	0,50	1,20	30	-	0,80	0,73	0,06	2,02	2,01	0,439	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,08
2,8	20	0,60	1,40	30	-	0,92	0,73	0,11	1,96	2,13	0,774	-	3φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	32,43
3,0	20	0,70	1,50	30	-	0,99	0,80	0,11	1,96	2,16	1,093	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	39,00
3,2	25	0,70	1,60	30	-	1,21	0,84	0,13	1,94	2,19	0,772	50	3φ12	3φ12	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	42,17
3,5	25	0,75	1,70	30	-	1,31	0,94	0,10	1,86	2,08	1,209	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	50,16
3,8	30	0,80	1,90	30	-	1,62	0,93	0,17	1,87	2,21	1,056	60	4φ12	4φ12	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	59,49
4,0	30	0,80	1,90	30	-	1,68	1,07	0,08	1,78	2,02	1,364	60	2φ16	3φ16	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	63,67
4,2	30	0,85	2,00	30	-	1,77	1,10	0,09	1,76	2,03	1,741	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	10φ10	5φ12	5φ12	-	72,95
4,5	35	0,95	2,20	35	-	2,22	1,17	0,16	1,85	2,14	1,548	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	86,82
4,8	40	0,90	2,30	40	-	2,68	1,27	0,12	1,81	2,04	1,432	65	3φ16	3φ16	3φ18	3φ14	11φ10	3φ18	5φ14	-	95,75
5,0	40	1,00	2,40	40	-	2,80	1,34	0,13	1,83	2,06	1,756	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	105,83
5,2	40	1,05	2,50	40	-	2,92	1,37	0,14	1,81	2,07	2,137	70	2φ20	3φ20	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	115,45
5,5	45	1,05	2,60	45	-	3,44	1,51	0,10	1,81	2,01	1,987	90	4φ16	4φ16	3φ20	4φ14	13φ10	8φ12	6φ14	-	136,14
5,8	50	1,10	2,80	50	-	4,05	1,53	0,17	1,85	2,07	1,889	90	3φ18	4φ18	3φ20	6φ12	13φ10	6φ14	6φ14	-	152,63
6,0	50	1,20	2,90	50	-	4,20	1,60	0,18	1,86	2,09	2,238	90	3φ20	3φ20	3φ20	3φ18	14φ10	3φ20	6φ14	-	162,28
6,2	55	1,20	3,00	55	-	4,76	1,67	0,19	1,88	2,09	1,981	95	3φ20	3φ20	3φ22	5φ14	15φ10	5φ16	5φ16	-	181,30
6,5	55	1,25	3,10	55	-	4,98	1,78	0,15	1,84	2,04	2,509	70	3φ20	4φ20	4φ18	8φ12	15φ10	5φ16	5φ16	-	196,67
6,8	60	1,30	3,30	60	-	5,70	1,80	0,22	1,87	2,10	2,421	95	3φ20	4φ20	3φ22	6φ14	16φ10	3φ22	6φ16	-	219,88
7,0	60	1,40	3,40	60	-	5,88	1,87	0,23	1,88	2,11	2,799	95	2φ25	3φ25	3φ22	5φ16	16φ10	3φ22	6φ16	-	237,23

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$									
							PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 20^\circ$					$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$									
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	$cm \times cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$					$\phi mm / m$	ϕmm	$\phi mm / m$	kg/m
1,5	20	0,20	0,70	30	-	0,45	0,45	0,16	2,50	2,05	0,037	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,53
1,8	20	0,30	0,90	30	-	0,57	0,51	0,16	2,26	2,14	0,093	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	23,19
2,0	20	0,40	1,00	30	-	0,64	0,62	0,14	2,17	2,12	0,157	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,53
2,2	20	0,45	1,10	30	-	0,71	0,67	0,13	2,06	2,10	0,252	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,08
2,5	20	0,60	1,30	30	-	0,83	0,73	0,17	2,02	2,21	0,478	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,52
2,8	20	0,60	1,40	30	-	0,92	0,81	0,13	1,84	2,06	0,843	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	34,57
3,0	20	0,70	1,50	30	-	0,99	0,90	0,13	1,83	2,07	1,190	-	4φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	39,86
3,2	25	0,70	1,60	30	-	1,21	0,92	0,16	1,83	2,10	0,841	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	44,03
3,5	25	0,75	1,70	30	-	1,31	1,04	0,12	1,75	2,01	1,317	50	3φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	50,83
3,8	30	0,80	1,90	30	-	1,62	1,03	0,20	1,76	2,13	1,150	60	3φ14	3φ14	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	59,95
4,0	30	0,90	2,00	30	-	1,71	1,11	0,21	1,77	2,13	1,486	45	5φ12	5φ12	5φ12	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	66,10
4,2	35	0,90	2,10	35	-	2,08	1,18	0,22	1,81	2,14	1,194	65	3φ14	4φ14	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	79,10
4,5	35	0,95	2,20	35	-	2,22	1,29	0,19	1,75	2,06	1,686	45	6φ12	6φ12	6φ12	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	88,17
4,8	40	1,00	2,40	40	-	2,72	1,32	0,26	1,79	2,13	1,560	65	4φ14	5φ14	3φ18	3φ14	11φ10	3φ18	5φ14	-	101,97
5,0	40	1,10	2,50	40	-	2,84	1,40	0,26	1,80	2,14	1,913	65	3φ18	3φ18	3φ18	5φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	110,98
5,2	45	1,00	2,50	45	-	3,26	1,54	0,19	1,76	2,01	1,635	90	3φ18	3φ18	3φ20	5φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	127,08
5,5	45	1,15	2,70	45	-	3,49	1,58	0,24	1,78	2,08	2,164	90	3φ18	4φ18	3φ20	6φ12	13φ10	6φ14	6φ14	-	144,03
5,8	50	1,10	2,80	50	-	4,05	1,68	0,22	1,75	2,02	2,057	90	3φ20	3φ20	3φ20	6φ12	13φ10	3φ20	6φ14	-	156,99
6,0	50	1,20	2,90	50	-	4,20	1,77	0,22	1,76	2,03	2,437	90	5φ16	5φ16	3φ20	3φ18	14φ10	8φ12	6φ14	-	166,43
6,2	55	1,20	3,00	55	-	4,76	1,83	0,24	1,78	2,03	2,158	60	5φ16	5φ16	5φ16	3φ18	15φ10	5φ16	5φ16	-	179,88
6,5	60	1,30	3,20	60	-	5,46	1,90	0,31	1,83	2,09	2,105	95	3φ20	4φ20	3φ22	8φ12	16φ10	3φ22	6φ16	-	211,72
6,8	60	1,30	3,30	60	-	5,70	1,97	0,28	1,77	2,04	2,637	95	2φ25	3φ25	3φ22	6φ14	16φ10	3φ22	6φ16	-	231,50
7,0	65	2,65	4,70	65	30x60	7,40	1,58	1,05	2,69	3,34	2,398	110	2φ25	3φ25	3φ25	4φ20	17φ10	7φ20	6φ16	3φ16	317,07

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 30^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA						REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla	Clavijas dentro de la pantalla	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			O(O ₁)	O ₂	M	D	L _w	P	L _b	K		
							kg/cm^2															cm
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m^3/m	kg/cm^2		Deslizamiento	Volcamiento	cm	cm	$\phi mm / m$					ϕmm	$\phi mm / m$	ϕmm	$\phi mm / m$	kg/m
1,5	20	0,30	0,80	30	-	0,48	0,53	0,20	2,20	2,13	0,047	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,97	
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,59	0,22	1,99	2,17	0,117	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64	
2,0	20	0,50	1,10	30	-	0,67	0,72	0,19	1,91	2,12	0,198	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,97	
2,2	20	0,55	1,20	30	-	0,74	0,79	0,19	1,82	2,08	0,319	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,52	
2,5	20	0,70	1,40	30	-	0,86	0,87	0,22	1,77	2,14	0,605	-	3φ16	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	29,92	
2,8	20	0,70	1,50	30	-	0,95	0,96	0,19	1,64	2,02	1,067	-	3φ20H	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	42,90	
3,0	25	0,75	1,60	30	-	1,16	1,06	0,20	1,66	2,04	0,771	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	39,90	
3,2	25	0,80	1,70	30	-	1,24	1,11	0,21	1,63	2,03	1,065	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	47,00	
3,5	30	0,90	1,90	30	-	1,53	1,16	0,28	1,65	2,12	0,965	60	3φ14	3φ14	3φ16	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	56,10	
3,8	30	0,90	2,00	30	-	1,65	1,24	0,26	1,57	2,03	1,455	60	3φ16	3φ16	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	67,27	
4,0	35	0,95	2,10	35	-	2,01	1,24	0,26	1,62	2,03	1,184	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	9φ10	6φ12	6φ12	-	79,35	
4,2	35	1,00	2,20	35	-	2,12	1,43	0,27	1,60	2,03	1,511	65	4φ14	5φ14	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	87,97	
4,5	40	1,10	2,40	40	-	2,60	1,53	0,33	1,64	2,08	1,430	65	4φ14	5φ14	3φ18	4φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	97,36	
4,8	40	1,10	2,50	40	-	2,76	1,61	0,30	1,58	2,01	1,974	65	3φ18	4φ18	3φ18	5φ12	11φ10	5φ14	5φ14	-	116,07	
5,0	45	1,15	2,60	45	-	3,22	1,75	0,30	1,62	2,01	1,700	90	3φ18	4φ18	3φ20	5φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	132,92	
5,2	45	1,20	2,70	45	-	3,35	1,80	0,31	1,60	2,01	2,069	90	3φ20	3φ20	3φ20	3φ16	12φ10	3φ20	6φ14	-	141,52	
5,5	50	1,30	2,90	50	-	3,95	1,90	0,37	1,64	2,05	1,996	90	5φ16	5φ16	3φ20	6φ12	13φ10	6φ14	6φ14	-	156,01	
5,8	55	1,35	3,10	55	-	4,59	1,94	0,44	1,65	2,09	1,956	70	3φ20	4φ20	4φ18	3φ18	15φ10	5φ16	5φ16	-	181,53	
6,0	55	1,45	3,20	55	-	4,76	2,05	0,44	1,65	2,08	2,317	95	3φ22	3φ22	3φ22	3φ18	15φ10	3φ22	5φ16	-	197,76	
6,2	60	1,45	3,30	60	-	5,34	2,12	0,45	1,67	2,08	2,103	95	3φ22	3φ22	3φ22	4φ16	16φ10	3φ22	6φ16	-	208,53	
6,5	60	1,50	3,40	60	-	5,58	2,27	0,41	1,63	2,03	2,664	95	3φ22	4φ22	3φ22	8φ12	16φ10	4φ20	6φ16	-	236,51	
6,8	65	2,55	4,60	65	30x60	7,20	1,89	1,09	2,15	2,77	2,625	110	3φ25	3φ25	3φ25	3φ22	17φ10	4φ25	6φ16	3φ16	324,07	
7,0	70	2,60	4,70	70	30x60	7,92	2,02	1,10	2,16	2,74	2,430	110	3φ25	3φ25	3φ25	6φ16	18φ10	4φ25	5φ18	3φ16	336,00	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUIROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 40^\circ$ $\mu = 0,8391$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$										
							PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 10^\circ$					$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$										
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K	
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m^3/m	kg/cm ²		miento	miento	cm	cm	$\phi mm / m$					ϕmm	$\phi mm/m$		ϕmm	$\phi mm/m$
1,5	20	0,10	0,60	30	-	0,42	0,26	0,26	3,66	2,16	0,027	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,09	
1,8	20	0,20	0,80	30	-	0,54	0,35	0,21	3,31	2,28	0,068	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	22,75	
2,0	20	0,30	0,90	30	-	0,61	0,45	0,19	3,22	2,30	0,115	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	24,08	
2,2	20	0,35	1,00	30	-	0,68	0,50	0,18	3,05	2,29	0,185	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	25,63	
2,5	20	0,40	1,10	30	-	0,77	0,61	0,13	2,78	2,13	0,350	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	27,63	
2,8	20	0,50	1,30	30	-	0,89	0,61	0,19	2,71	2,29	0,617	-	5φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	30,91	
3,0	20	0,50	1,30	30	-	0,93	0,75	0,10	2,51	2,03	0,871	-	3φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	32,93	
3,2	20	0,55	1,40	30	-	1,00	0,78	0,11	2,48	2,06	1,203	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	42,71	
3,5	25	0,65	1,60	30	-	1,28	0,79	0,20	2,59	2,28	0,964	50	3φ12	3φ12	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	44,32	
3,8	25	0,65	1,70	30	-	1,39	0,84	0,18	2,42	2,16	1,455	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	53,62	
4,0	30	0,70	1,80	30	-	1,65	0,90	0,21	2,50	2,24	1,088	60	3φ12	4φ12	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	57,86	
4,2	30	0,65	1,80	30	-	1,71	0,99	0,13	2,32	2,03	1,389	60	3φ14	3φ14	3φ16	3φ12	10φ10	5φ12	5φ12	-	63,82	
4,5	35	0,75	2,00	35	-	2,15	1,03	0,22	2,49	2,19	1,235	65	3φ14	3φ14	3φ18	3φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	76,72	
4,8	35	0,75	2,10	35	-	2,29	1,08	0,19	2,36	2,10	1,705	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	11φ10	6φ12	6φ12	-	91,06	
5,0	40	0,80	2,20	40	-	2,72	1,17	0,22	2,48	2,15	1,401	65	3φ14	4φ14	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	93,68	
5,2	40	0,85	2,30	40	-	2,84	1,19	0,24	2,46	2,17	1,704	65	2φ18	3φ18	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	103,24	
5,5	40	0,90	2,40	40	-	3,00	1,28	0,21	2,40	2,11	2,256	65	3φ18	3φ18	3φ18	5φ12	13φ10	3φ18	5φ14	-	118,19	
5,8	45	0,85	2,50	45	-	3,53	1,36	0,20	2,36	2,05	2,066	90	3φ18	3φ18	3φ20	5φ12	13φ10	6φ14	6φ14	-	137,53	
6,0	45	0,95	2,60	45	-	3,67	1,42	0,22	2,39	2,08	2,448	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ16	14φ10	6φ14	6φ14	-	151,73	
6,2	50	0,95	2,70	50	-	4,20	1,46	0,25	2,45	2,11	2,103	90	4φ16	4φ16	3φ20	4φ14	14φ10	8φ12	6φ14	-	150,90	
6,5	50	1,00	2,80	50	-	4,40	1,55	0,22	2,39	2,06	2,663	90	3φ20	3φ20	3φ20	3φ18	15φ10	3φ20	6φ14	-	171,04	
6,8	55	0,95	2,90	55	-	5,03	1,63	0,20	2,37	2,01	2,507	95	2φ22	3φ22	3φ22	3φ18	16φ10	4φ18	5φ16	-	194,04	
7,0	55	1,05	3,00	55	-	5,20	1,69	0,22	2,39	2,04	2,898	70	3φ20	4φ20	4φ18	7φ12	16φ10	5φ16	5φ16	-	205,11	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 40^\circ$ $\mu = 0,8391$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 20^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m	
Altura sobre la base h_p m	Espesor de la pantalla e_p cm	Talón T m	Longitud de la Base B m	Altura de la Base h_B cm	Llave t_x K cm x cm	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
							kg/cm ²						φmm / m			φmm	φmm/m	φmm	φmm/m		kg/m
1,5	20	0,10	0,60	30	-	0,42	0,27	0,29	3,54	2,17	0,029	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,09
1,8	20	0,20	0,80	30	-	0,54	0,37	0,24	3,19	2,27	0,072	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	22,75
2,0	20	0,30	0,90	30	-	0,61	0,48	0,22	3,07	2,26	0,122	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	24,08
2,2	20	0,35	1,00	30	-	0,68	0,54	0,21	2,91	2,25	0,197	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	25,63
2,5	20	0,40	1,10	30	-	0,77	0,66	0,16	2,67	2,10	0,372	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	27,63
2,8	20	0,50	1,30	30	-	0,89	0,66	0,22	2,59	2,24	0,656	-	5φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	30,91
3,0	20	0,50	1,30	30	-	0,93	0,81	0,13	2,43	2,01	0,927	-	4φ14	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	33,31
3,2	20	0,55	1,40	30	-	1,00	0,83	0,15	2,39	2,03	1,280	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	42,71
3,5	25	0,65	1,60	30	-	1,28	0,85	0,24	2,49	2,23	1,025	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	46,32
3,8	25	0,65	1,70	30	-	1,39	0,90	0,22	2,34	2,12	1,547	50	3φ14	3φ14	3φ14	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	54,34
4,0	30	0,70	1,80	30	-	1,65	0,96	0,26	2,41	2,20	1,157	60	4φ12	4φ12	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	60,70
4,2	30	0,65	1,80	30	-	1,71	1,06	0,18	2,26	2,01	1,477	60	2φ16	3φ16	3φ16	3φ12	10φ10	5φ12	5φ12	-	65,97
4,5	35	0,75	2,00	35	-	2,15	1,10	0,27	2,40	2,16	1,313	65	2φ16	3φ16	3φ18	3φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	79,06
4,8	35	0,75	2,10	35	-	2,29	1,15	0,25	2,29	2,08	1,813	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	11φ10	6φ12	6φ12	-	91,06
5,0	40	0,80	2,20	40	-	2,72	1,25	0,28	2,40	2,12	1,490	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	97,82
5,2	40	0,85	2,30	40	-	2,84	1,27	0,30	2,37	2,13	1,812	65	4φ14	5φ14	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	107,01
5,5	45	0,85	2,40	45	-	3,35	1,39	0,30	2,39	2,10	1,685	60	4φ14	5φ14	5φ16	5φ12	13φ10	8φ12	6φ14	-	128,91
5,8	45	0,85	2,50	45	-	3,53	1,44	0,27	2,30	2,04	2,197	90	4φ16	4φ16	3φ20	5φ12	13φ10	8φ12	6φ14	-	140,28
6,0	50	0,90	2,60	50	-	4,05	1,53	0,31	2,39	2,08	1,898	90	2φ20	3φ20	3φ20	5φ12	14φ10	H3φ20	6φ14	-	145,45
6,2	50	0,95	2,70	50	-	4,20	1,56	0,32	2,37	2,09	2,236	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ16	14φ10	6φ14	6φ14	-	158,10
6,5	55	0,95	2,80	55	-	4,81	1,68	0,32	2,38	2,06	2,127	65	3φ18	4φ18	4φ18	6φ12	15φ10	5φ16	5φ16	-	173,58
6,8	55	0,95	2,90	55	-	5,03	1,73	0,29	2,31	2,01	2,666	65	4φ18	4φ18	4φ18	6φ12	16φ10	5φ16	5φ16	-	192,26
7,0	60	1,00	3,00	60	-	5,64	1,82	0,33	2,38	2,04	2,374	90	5φ16	5φ16	4φ20	3φ18	16φ10	10φ12	6φ16	-	215,92

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 1,80 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 40^\circ$ $\mu = 0,8391$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 30^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			O(O ₁)	O ₂	M	D	L _w	P	L _b		K	
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m ³ /m	kg/cm ²		miento	miento	cm	cm	φmm / m					φmm	φmm/m		φmm	φmm/m
1,5	20	0,10	0,60	30	-	0,42	0,34	0,30	3,22	2,07	0,034	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,09	
1,8	20	0,20	0,80	30	-	0,54	0,44	0,26	2,88	2,15	0,084	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	22,75	
2,0	20	0,30	0,90	30	-	0,61	0,58	0,23	2,76	2,12	0,142	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	24,08	
2,2	20	0,35	1,00	30	-	0,68	0,63	0,22	2,62	2,10	0,228	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	25,63	
2,5	20	0,50	1,20	30	-	0,80	0,71	0,26	2,55	2,22	0,432	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,08	
2,8	20	0,50	1,30	30	-	0,89	0,78	0,23	2,35	2,10	0,761	-	3φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	31,99	
3,0	20	0,60	1,40	30	-	0,96	0,87	0,24	2,34	2,11	1,075	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	38,53	
3,2	25	0,60	1,50	30	-	1,18	0,89	0,28	2,34	2,16	0,760	50	3φ12	3φ12	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	41,73	
3,5	25	0,65	1,60	30	-	1,28	1,00	0,26	2,26	2,08	1,189	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	49,04	
3,8	30	0,60	1,70	30	-	1,56	1,04	0,26	2,18	2,05	1,038	60	4φ12	4φ12	3φ16	3φ10	9φ10	5φ12	5φ12	-	57,87	
4,0	30	0,70	1,80	30	-	1,65	1,13	0,28	2,20	2,06	1,342	60	2φ16	3φ16	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	63,22	
4,2	30	0,75	1,90	30	-	1,74	1,16	0,30	2,18	2,07	1,712	60	3φ16	3φ16	3φ16	3φ12	10φ10	5φ12	5φ12	-	71,70	
4,5	35	0,75	2,00	35	-	2,15	1,29	0,29	2,20	2,03	1,523	65	3φ16	3φ16	3φ18	3φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	84,82	
4,8	40	0,80	2,20	40	-	2,64	1,29	0,39	2,26	2,13	1,408	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	95,06	
5,0	40	0,90	2,30	40	-	2,76	1,38	0,40	2,27	2,13	1,727	65	4φ14	5φ14	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	104,18	
5,2	40	0,85	2,30	40	-	2,84	1,49	0,32	2,18	2,02	2,102	65	3φ18	3φ18	3φ18	4φ12	12φ10	3φ18	5φ14	-	111,73	
5,5	45	0,95	2,50	45	-	3,40	1,54	0,42	2,26	2,10	1,954	90	2φ20	3φ20	3φ20	5φ12	13φ10	3φ20	6φ14	-	134,22	
5,8	50	0,90	2,60	50	-	3,95	1,61	0,42	2,25	2,07	1,858	50	5φ14	6φ14	6φ14	5φ12	13φ10	8φ12	6φ14	-	145,29	
6,0	50	1,00	2,70	50	-	4,10	1,70	0,43	2,25	2,08	2,201	90	3φ20	3φ20	3φ20	5φ12	14φ10	3φ20	6φ14	-	158,52	
6,2	55	1,00	2,80	55	-	4,65	1,75	0,48	2,29	2,10	1,948	65	3φ18	4φ18	4φ18	3φ16	15φ10	5φ16	5φ16	-	167,43	
6,5	55	1,05	2,90	55	-	4,87	1,87	0,45	2,25	2,05	2,467	70	3φ20	4φ20	4φ18	6φ12	15φ10	5φ16	5φ16	-	192,24	
6,8	60	1,00	3,00	60	-	5,52	1,94	0,45	2,24	2,03	2,381	95	3φ20	4φ20	3φ22	3φ18	16φ10	H3φ22	6φ16	-	214,99	
7,0	60	1,10	3,10	60	-	5,70	2,03	0,46	2,25	2,04	2,753	95	2φ25	3φ25	3φ22	3φ18	16φ10	3φ22	6φ16	-	231,22	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 30^\circ$ $\mu = 0,5774$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 10^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero kg/m		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t \times K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K	
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m^3/m	kg/cm ²		miento	miento	cm	cm	φmm / m					φmm	φmm/m		φmm	φmm/m
1,5	20	0,40	0,90	30	-	0,51	0,48	0,15	2,02	2,39	0,047	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	21,42	
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,59	0,08	1,69	2,06	0,117	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64	
2,0	20	0,50	1,10	30	-	0,67	0,69	0,06	1,63	2,05	0,198	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,97	
2,2	20	0,55	1,20	30	-	0,74	0,75	0,05	1,54	2,01	0,319	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,52	
2,5	20	0,70	1,40	30	-	0,86	0,82	0,08	1,51	2,12	0,605	-	3φ16	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	29,92	
2,8	20	0,90	1,70	30	-	1,01	0,78	0,21	1,55	2,45	1,067	-	3φ20H	-	-	3φ12	7φ10	3φ16	5φ12	-	44,46	
3,0	25	0,95	1,80	30	-	1,22	0,86	0,21	1,55	2,45	0,771	-	3φ18	-	-	3φ12	7φ10	3φ16	5φ12	-	41,53	
3,2	25	1,00	1,90	30	-	1,30	0,91	0,21	1,51	2,41	1,065	45	4φ12	4φ12	4φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	48,56	
3,5	30	1,10	2,10	30	-	1,59	0,97	0,26	1,52	2,50	0,964	60	3φ14	3φ14	3φ16	4φ12	8φ10	6φ12	5φ12	-	59,43	
3,8	30	1,30	2,40	30	-	1,77	0,94	0,37	1,56	2,74	1,455	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	9φ10	6φ14	5φ12	-	75,89	
4,0	35	1,25	2,40	35	-	2,12	1,11	0,30	1,53	2,50	1,184	65	3φ16	3φ16	3φ18	5φ12	9φ10	5φ14	6φ12	-	83,42	
4,2	35	1,40	2,60	35	-	2,26	1,11	0,37	1,56	2,64	1,511	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	10φ10	5φ16	6φ12	-	97,06	
4,5	40	1,40	2,70	40	-	2,72	1,26	0,33	1,53	2,49	1,430	65	4φ14	5φ14	3φ18	3φ16	11φ10	6φ14	5φ14	-	103,65	
4,8	40	1,50	2,90	40	-	2,92	1,28	0,38	1,51	2,52	1,974	65	3φ18	4φ18	3φ18	6φ12	11φ10	3φ22	5φ14	-	127,25	
5,0	45	1,55	3,00	45	-	3,40	1,40	0,37	1,53	2,49	1,700	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	12φ10	7φ14	6φ14	-	141,20	
5,2	45	1,60	3,10	45	-	3,53	1,45	0,37	1,51	2,47	2,069	90	3φ20	3φ20	3φ20	4φ16	12φ10	6φ16	6φ14	-	152,47	
5,5	50	1,70	3,30	50	-	4,15	1,54	0,41	1,54	2,49	1,996	90	5φ16	5φ16	3φ20	8φ12	13φ10	4φ20	6φ14	-	169,48	
5,8	55	1,75	3,50	55	-	4,81	1,60	0,44	1,54	2,50	1,956	70	3φ20	4φ20	4φ18	5φ16	15φ10	4φ20	5φ16	-	194,15	
6,0	55	1,85	3,60	55	-	4,98	1,69	0,44	1,54	2,49	2,317	95	3φ22	3φ22	3φ22	7φ14	15φ10	3φ25	5φ16	-	214,05	
6,2	60	1,85	3,70	60	-	5,58	1,77	0,44	1,54	2,46	2,103	95	3φ22	3φ22	3φ22	3φ22	16φ10	3φ25	6φ16	-	225,72	
6,5	60	2,00	3,90	60	-	5,88	1,83	0,48	1,54	2,49	2,663	95	3φ22	4φ22	3φ22	16φ10	16φ10	7φ18	6φ16	-	261,30	
6,8	70	2,50	4,60	70	30x60	7,71	1,76	0,78	2,04	3,05	2,102	110	4φ20	4φ20	3φ25	3φ25	18φ10	10φ16	5φ18	3φ16	315,35	
7,0	70	2,60	4,70	70	30x60	7,92	1,84	0,79	2,02	3,02	2,429	110	3φ25	3φ25	3φ25	4φ22	18φ10	6φ22	5φ18	3φ16	352,10	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 30^\circ$ $\mu = 0,5774$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 20^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLUMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero	
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO			
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K
m	cm	m	m	cm	$cm_x cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$				ϕmm	$\phi mm/m$	ϕmm		$\phi mm/m$
1,5	20	0,40	0,90	30	-	0,51	0,55	0,15	1,79	2,21	0,053	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	21,42
1,8	20	0,50	1,10	30	-	0,63	0,61	0,17	1,62	2,24	0,132	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,08
2,0	20	0,60	1,20	30	-	0,70	0,73	0,15	1,56	2,19	0,224	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	25,41
2,2	20	0,75	1,40	30	-	0,80	0,73	0,22	1,56	2,38	0,361	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	27,41
2,5	20	0,90	1,60	30	-	0,92	0,82	0,25	1,51	2,41	0,684	-	6φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	32,72
2,8	25	1,05	1,90	30	-	1,20	0,80	0,36	1,52	2,67	0,618	-	6φ12	-	-	3φ12	7φ10	5φ12	5φ12	-	37,87
3,0	25	1,25	2,10	30	-	1,31	0,86	0,41	1,56	2,81	0,872	-	8φ12	-	-	3φ12	7φ10	6φ12	5φ12	-	48,34
3,2	25	1,30	2,20	30	-	1,39	0,91	0,42	1,52	2,74	1,204	45	4φ12	5φ12	4φ12	4φ12	8φ10	5φ14	5φ12	-	56,06
3,5	30	1,40	2,40	30	-	1,68	0,98	0,47	1,51	2,77	1,091	60	3φ14	4φ14	3φ16	4φ12	8φ10	5φ16	5φ12	-	69,98
3,8	35	1,55	2,70	35	-	2,15	1,01	0,56	1,55	2,91	1,036	50	5φ12	5φ12	5φ14	5φ12	9φ10	5φ16	6φ12	-	85,91
4,0	35	1,65	2,80	35	-	2,26	1,11	0,56	1,54	2,85	1,339	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	9φ10	6φ16	6φ12	-	99,21
4,2	35	1,70	2,90	35	-	2,36	1,16	0,57	1,51	2,80	1,709	65	3φ18	3φ18	3φ18	3φ16	10φ10	9φ14	6φ12	-	111,47
4,5	40	1,80	3,10	40	-	2,88	1,27	0,61	1,53	2,79	1,617	70	2φ20	3φ20	3φ18	6φ12	11φ10	7φ16	5φ14	-	123,53
4,8	45	1,85	3,30	45	-	3,44	1,33	0,65	1,52	2,77	1,568	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	12φ10	9φ14	6φ14	-	148,24
5,0	45	1,95	3,40	45	-	3,58	1,43	0,65	1,51	2,73	1,923	90	3φ20	3φ20	3φ20	4φ16	12φ10	5φ20	6φ14	-	160,63
5,2	50	2,05	3,60	50	-	4,15	1,47	0,71	1,55	2,80	1,705	90	3φ20	3φ20	3φ20	6φ14	13φ10	5φ20	6φ14	-	171,16
5,5	50	2,10	3,70	50	-	4,35	1,59	0,69	1,50	2,69	2,257	90	3φ22	3φ22	3φ20	5φ16	13φ10	7φ18	6φ14	-	198,66
5,8	55	2,25	4,00	55	-	5,09	1,62	0,79	1,53	2,78	2,212	95	2φ25	3φ25	3φ22	7φ14	15φ10	6φ20	5φ16	-	234,04
6,0	60	2,30	4,10	60	-	5,70	1,75	0,79	1,54	2,74	2,018	95	2φ25	3φ25	3φ22	3φ22	16φ10	3φ28	6φ16	-	244,28
6,2	60	2,35	4,20	60	-	5,88	1,80	0,79	1,52	2,71	2,378	95	3φ22	4φ22	3φ22	6φ16	16φ10	8φ18	6φ16	-	265,83
6,5	70	2,40	4,40	70	30x60	7,36	2,00	0,79	1,80	2,69	1,897	110	4φ20	4φ20	3φ25	9φ14	18φ10	6φ20	5φ18	3φ16	298,31
6,8	70	2,50	4,60	70	30x60	7,71	2,03	0,84	1,76	2,69	2,377	110	3φ25	3φ25	3φ25	3φ25	18φ10	7φ20	5φ18	3φ16	342,13
7,0	75	2,55	4,70	75	30x60	8,43	2,16	0,83	1,76	2,66	2,234	110	3φ25	3φ25	3φ25	4φ22	20φ10	7φ20	7φ16	3φ16	355,54

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$										
							PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 10^\circ$					$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$										
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla	Clavijas dentro de la pantalla	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			O(O ₁)	O ₂	M	D	L _w	P	L _b		K	
m	cm	m	m	cm	cm x cm	m ³ /m	kg/cm ²		miento	miento	cm	cm	φmm / m					φmm	φmm/m		φmm	φmm/m
1,5	20	0,20	0,70	30	-	0,45	0,44	0,13	2,56	2,00	0,038	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,53	
1,8	20	0,30	0,90	30	-	0,57	0,50	0,13	2,32	2,11	0,094	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	23,19	
2,0	20	0,40	1,00	30	-	0,64	0,60	0,12	2,25	2,13	0,160	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,53	
2,2	20	0,45	1,10	30	-	0,71	0,65	0,11	2,13	2,10	0,257	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,08	
2,5	20	0,60	1,30	30	-	0,83	0,71	0,15	2,10	2,26	0,488	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,52	
2,8	20	0,60	1,40	30	-	0,92	0,79	0,11	1,89	2,07	0,860	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	34,57	
3,0	20	0,70	1,50	30	-	0,99	0,87	0,11	1,90	2,11	1,214	-	3φ20H	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	44,38	
3,2	25	0,70	1,60	30	-	1,21	0,91	0,13	1,88	2,13	0,858	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	44,70	
3,5	25	0,75	1,70	30	-	1,31	1,02	0,09	1,80	2,03	1,343	50	2φ16	3φ16	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	52,62	
3,8	30	0,80	1,90	30	-	1,62	1,01	0,17	1,80	2,15	1,173	60	2φ16	3φ16	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	61,93	
4,0	30	0,90	2,00	30	-	1,71	1,09	0,18	1,82	2,17	1,516	60	3φ16	3φ16	3φ16	4φ12	9φ10	3φ16	5φ12	-	70,48	
4,2	35	0,90	2,10	35	-	2,08	1,16	0,19	1,85	2,16	1,218	65	3φ14	4φ14	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	79,10	
4,5	35	0,95	2,20	35	-	2,22	1,27	0,15	1,79	2,08	1,720	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	92,87	
4,8	40	1,00	2,40	40	-	2,72	1,30	0,21	1,83	2,15	1,591	65	4φ14	5φ14	3φ18	5φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	102,93	
5,0	40	1,00	2,40	40	-	2,80	1,45	0,11	1,77	2,01	1,952	65	3φ18	3φ18	3φ18	3φ16	12φ10	3φ18	5φ14	-	110,74	
5,2	45	1,00	2,50	45	-	3,26	1,52	0,12	1,79	2,00	1,668	90	3φ18	3φ18	3φ20	4φ14	12φ10	6φ14	6φ14	-	127,61	
5,5	45	1,15	2,70	45	-	3,49	1,56	0,19	1,82	2,09	2,207	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	13φ10	6φ14	6φ14	-	144,92	
5,8	50	1,10	2,80	50	-	4,05	1,67	0,15	1,78	2,01	2,099	90	3φ20	3φ20	3φ20	3φ18	13φ10	3φ20	6φ14	-	157,97	
6,0	50	1,20	2,90	50	-	4,20	1,74	0,16	1,79	2,03	2,486	90	3φ20	4φ20	3φ20	8φ12	14φ10	5φ16	6φ14	-	177,55	
6,2	55	1,20	3,00	55	-	4,76	1,81	0,16	1,81	2,03	2,201	65	4φ18	4φ18	4φ18	8φ12	15φ10	5φ16	5φ16	-	183,30	
6,5	60	1,30	3,20	60	-	5,46	1,88	0,23	1,87	2,10	2,147	95	3φ20	4φ20	3φ22	5φ16	16φ10	3φ22	6φ16	-	213,10	
6,8	60	1,30	3,30	60	-	5,70	1,95	0,19	1,80	2,03	2,690	95	2φ25	3φ25	3φ22	7φ14	16φ10	3φ22	6φ16	-	233,61	
7,0	75	2,55	4,70	75	30x60	8,43	1,57	1,05	3,05	3,66	1,592	95	4φ18	4φ18	4φ22	9φ14	20φ10	7φ18	7φ16	3φ16	296,99	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER

PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$
 PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 20^\circ$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K	
m	cm	m	m	cm	$cm_x cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$					ϕmm	$\phi mm/m$		ϕmm	$\phi mm/m$
1,5	20	0,30	0,80	30	-	0,48	0,43	0,23	2,58	2,35	0,041	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,97	
1,8	20	0,30	0,90	30	-	0,57	0,55	0,15	2,18	2,06	0,103	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	23,19	
2,0	20	0,40	1,00	30	-	0,64	0,67	0,13	2,10	2,05	0,174	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,53	
2,2	20	0,45	1,10	30	-	0,71	0,72	0,13	1,99	2,04	0,280	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,08	
2,5	20	0,60	1,30	30	-	0,83	0,79	0,17	1,96	2,16	0,531	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,52	
2,8	20	0,60	1,40	30	-	0,92	0,88	0,13	1,78	2,01	0,937	-	3φ18	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	37,33	
3,0	25	0,65	1,50	30	-	1,13	0,96	0,15	1,80	2,06	0,677	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	36,48	
3,2	25	0,70	1,60	30	-	1,21	1,00	0,16	1,77	2,05	0,935	45	3φ12	4φ12	4φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	44,92	
3,5	30	0,80	1,80	30	-	1,50	1,04	0,23	1,81	2,18	0,847	60	4φ12	4φ12	3φ16	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	55,23	
3,8	30	0,80	1,90	30	-	1,62	1,12	0,20	1,71	2,07	1,278	60	3φ14	4φ14	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	63,69	
4,0	30	0,90	2,00	30	-	1,71	1,21	0,21	1,72	2,09	1,651	60	2φ18	3φ18	3φ16	4φ12	9φ10	4φ14	5φ12	-	72,31	
4,2	35	0,90	2,10	35	-	2,08	1,28	0,22	1,75	2,08	1,327	65	3φ16	3φ16	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	82,59	
4,5	35	0,95	2,20	35	-	2,22	1,41	0,18	1,70	2,01	1,874	65	3φ18	3φ18	3φ18	5φ12	10φ10	3φ18	6φ12	-	98,22	
4,8	40	1,00	2,40	40	-	2,72	1,43	0,26	1,73	2,08	1,733	65	3φ18	3φ18	3φ18	5φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	107,37	
5,0	45	1,05	2,50	45	-	3,17	1,55	0,27	1,78	2,09	1,493	90	3φ18	3φ18	3φ20	3φ16	12φ10	6φ14	6φ14	-	124,20	
5,2	45	1,10	2,60	45	-	3,31	1,60	0,28	1,76	2,08	1,816	90	3φ18	4φ18	3φ20	6φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	137,68	
5,5	50	1,10	2,70	50	-	3,85	1,75	0,24	1,76	2,03	1,753	90	3φ18	4φ18	3φ20	3φ18	13φ10	6φ14	6φ14	-	147,16	
5,8	50	1,20	2,90	50	-	4,10	1,75	0,31	1,75	2,08	2,286	90	4φ18	4φ18	3φ20	3φ18	13φ10	6φ14	6φ14	-	164,12	
6,0	55	1,25	3,00	55	-	4,65	1,87	0,32	1,79	2,09	2,035	60	5φ16	5φ16	5φ16	8φ12	15φ10	5φ16	5φ16	-	177,71	
6,2	55	1,30	3,10	55	-	4,81	1,91	0,33	1,77	2,09	2,397	70	3φ20	4φ20	4φ18	8φ12	15φ10	4φ18	5φ16	-	191,11	
6,5	60	1,30	3,20	60	-	5,46	2,07	0,29	1,77	2,04	2,339	95	2φ25	3φ25	3φ22	5φ16	16φ10	3φ22	6φ16	-	224,22	
6,8	75	2,45	4,60	75	30x60	8,20	1,66	1,14	2,72	3,29	1,500	95	4φ18	4φ18	4φ22	5φ18	20φ10	8φ16	7φ16	3φ16	283,77	
7,0	75	2,55	4,70	75	30x60	8,43	1,74	1,15	2,69	3,26	1,734	110	3φ22	3φ22	3φ25	7φ16	20φ10	3φ28	7φ16	3φ16	308,98	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 35^\circ$ $\mu = 0,7002$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$										
							PENDIENTE DEL RELLENO: $\beta = 30^\circ$					$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$										
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Deslizamiento	Volcamiento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K	
m	cm	m	m	cm	$cm \times cm$	m^3/m	kg/cm^2					cm	$\phi mm / m$					ϕmm	$\phi mm/m$		ϕmm	$\phi mm/m$
1,5	20	0,30	0,80	30	-	0,48	0,57	0,20	2,13	2,07	0,052	-	5φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	20,97	
1,8	20	0,40	1,00	30	-	0,60	0,64	0,22	1,93	2,12	0,130	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	23,64	
2,0	20	0,50	1,10	30	-	0,67	0,78	0,20	1,86	2,07	0,220	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	24,97	
2,2	20	0,55	1,20	30	-	0,74	0,85	0,19	1,77	2,04	0,355	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	26,52	
2,5	20	0,70	1,40	30	-	0,86	0,95	0,23	1,73	2,10	0,673	-	6φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	31,83	
2,8	25	0,75	1,60	30	-	1,11	0,96	0,31	1,69	2,19	0,607	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	35,86	
3,0	25	0,85	1,70	30	-	1,19	1,08	0,30	1,67	2,16	0,857	-	3φ20H	-	-	3φ10	7φ10	3φ16	5φ12	-	45,83	
3,2	25	0,90	1,80	30	-	1,27	1,13	0,31	1,64	2,15	1,183	50	2φ16	3φ16	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	50,40	
3,5	30	0,90	1,90	30	-	1,53	1,26	0,29	1,60	2,08	1,072	45	4φ12	5φ12	5φ12	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	57,18	
3,8	35	0,95	2,10	35	-	1,94	1,31	0,37	1,63	2,13	1,018	65	3φ14	4φ14	3φ18	4φ12	9φ10	6φ12	6φ12	-	73,97	
4,0	35	1,05	2,20	35	-	2,05	1,43	0,36	1,62	2,12	1,316	65	2φ18	3φ18	3φ18	4φ12	9φ10	3φ18	6φ12	-	82,90	
4,2	35	1,10	2,30	35	-	2,15	1,48	0,37	1,60	2,10	1,679	65	3φ18	3φ18	3φ18	4φ12	10φ10	3φ18	6φ12	-	93,70	
4,5	40	1,10	2,40	40	-	2,60	1,66	0,34	1,60	2,04	1,588	70	2φ20	3φ20	3φ18	5φ12	11φ10	4φ16	5φ14	-	104,56	
4,8	45	1,15	2,60	45	-	3,13	1,71	0,41	1,62	2,08	1,541	50	5φ14	6φ14	6φ14	5φ12	12φ10	8φ12	6φ14	-	126,16	
5,0	45	1,25	2,70	45	-	3,26	1,83	0,41	1,61	2,07	1,889	90	3φ20	3φ20	3φ20	4φ14	12φ10	3φ20	6φ14	-	137,95	
5,2	50	1,25	2,80	50	-	3,75	1,91	0,42	1,63	2,06	1,676	90	3φ20	3φ20	3φ20	6φ12	13φ10	3φ20	6φ14	-	145,89	
5,5	50	1,30	2,90	50	-	3,95	2,06	0,38	1,59	2,01	2,218	90	3φ20	4φ20	3φ20	3φ18	13φ10	3φ22	6φ14	-	168,37	
5,8	55	1,35	3,10	55	-	4,59	2,10	0,46	1,61	2,05	2,173	95	3φ22	3φ22	3φ22	7φ12	15φ10	3φ22	5φ16	-	193,64	
6,0	60	1,40	3,20	60	-	5,16	2,25	0,46	1,63	2,04	1,983	95	3φ22	3φ22	3φ22	6φ14	16φ10	3φ22	6φ16	-	204,80	
6,2	60	1,45	3,30	60	-	5,34	2,31	0,46	1,62	2,03	2,337	95	3φ22	4φ22	3φ22	8φ12	16φ10	4φ20	6φ16	-	228,66	
6,5	75	2,35	4,40	75	30×60	7,83	2,06	1,13	2,20	2,72	1,515	110	3φ22	3φ22	3φ25	3φ22	20φ10	4φ22	7φ16	3φ16	277,38	
6,8	75	2,45	4,60	75	30×60	8,20	2,09	1,20	2,16	2,72	1,899	110	3φ22	4φ22	3φ25	4φ20	20φ10	7φ18	7φ16	3φ16	316,80	
7,0	75	2,55	4,70	75	30×60	8,43	2,19	1,20	2,14	2,69	2,195	110	3φ25	3φ25	3φ25	7φ16	20φ10	4φ25	7φ16	3φ16	345,38	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

MUROS EN CANTILIVER							PROPIEDADES DEL SUELO: $\gamma = 2,00 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 40^\circ$ $\mu = 0,8391$					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$										
DIMENSIONES Y VOLÚMENES DE HORMIGÓN							ANÁLISIS DE CARGAS DE SERVICIO					REFUERZO EN LA PANTALLA					REFUERZO EN LA BASE			Peso total Acero		
Altura sobre la base h_p	Espesor de la pantalla e_p	Talón T	Longitud de la Base B	Altura de la Base h_B	Llave $t_x K$	Volumen de Hormigón m^3/m	Presión en el Suelo		Factores de Seguridad		Deflexión extremo superior pantalla cm	Clavijas dentro de la pantalla cm	VARILLAS TIPO					VARILLAS TIPO				
							Dedo	Talón	Desliza- miento	Volca- miento			$O(O_1)$	O_2	M	D	L_w	P	L_b		K	
m	cm	m	m	cm	$cm_x cm$	m^3/m	kg/cm^2		m	m	cm	cm	$\phi mm / m$					ϕmm	$\phi mm/m$		ϕmm	$\phi mm/m$
1,5	20	0,20	0,70	35	-	0,48	0,31	0,42	3,47	2,35	0,037	-	6φ12H	-	-	3φ10	6φ10	H6φ12	6φ12	-	24,01	
1,8	20	0,20	0,80	30	-	0,54	0,48	0,26	2,78	2,07	0,093	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	22,75	
2,0	20	0,30	0,90	30	-	0,61	0,62	0,23	2,67	2,06	0,157	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	24,08	
2,2	20	0,35	1,00	30	-	0,68	0,69	0,22	2,53	2,05	0,253	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	H5φ12	5φ12	-	25,63	
2,5	20	0,50	1,20	30	-	0,80	0,76	0,27	2,48	2,17	0,480	-	5φ12	-	-	3φ10	6φ10	5φ12	5φ12	-	28,08	
2,8	20	0,50	1,30	30	-	0,89	0,85	0,24	2,28	2,05	0,846	-	6φ12	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	34,13	
3,0	20	0,60	1,40	30	-	0,96	0,95	0,24	2,27	2,06	1,194	-	4φ16	-	-	3φ10	7φ10	5φ12	5φ12	-	39,41	
3,2	25	0,60	1,50	30	-	1,18	0,96	0,29	2,27	2,11	0,844	50	2φ14	3φ14	3φ14	3φ10	8φ10	5φ12	5φ12	-	43,58	
3,5	25	0,65	1,60	30	-	1,28	1,09	0,26	2,19	2,04	1,321	50	2φ16	3φ16	3φ14	3φ12	8φ10	5φ12	5φ12	-	52,18	
3,8	30	0,70	1,80	30	-	1,59	1,06	0,37	2,21	2,17	1,154	60	2φ16	3φ16	3φ16	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	61,49	
4,0	30	0,70	1,80	30	-	1,65	1,23	0,28	2,13	2,02	1,491	45	5φ12	5φ12	5φ12	3φ12	9φ10	5φ12	5φ12	-	65,21	
4,2	35	0,70	1,90	35	-	2,01	1,28	0,32	2,18	2,04	1,198	65	3φ14	4φ14	3φ18	3φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	77,11	
4,5	35	0,85	2,10	35	-	2,19	1,33	0,40	2,21	2,13	1,692	65	4φ14	5φ14	3φ18	4φ12	10φ10	6φ12	6φ12	-	91,41	
4,8	40	0,80	2,20	40	-	2,64	1,41	0,40	2,19	2,07	1,565	65	4φ14	5φ14	3φ18	4φ12	11φ10	3φ18	5φ14	-	100,68	
5,0	40	0,90	2,30	40	-	2,76	1,50	0,41	2,20	2,09	1,919	65	3φ18	3φ18	3φ18	3φ14	12φ10	3φ18	5φ14	-	108,82	
5,2	45	0,90	2,40	45	-	3,22	1,55	0,45	2,24	2,10	1,640	90	3φ18	3φ18	3φ20	5φ12	12φ10	6φ14	6φ14	-	126,36	
5,5	45	0,95	2,50	45	-	3,40	1,68	0,42	2,19	2,05	2,171	90	3φ18	4φ18	3φ20	5φ12	13φ10	6φ14	6φ14	-	141,41	
5,8	50	0,90	2,60	50	-	3,95	1,76	0,42	2,17	2,01	2,064	90	3φ20	3φ20	3φ20	5φ12	13φ10	H3φ20	6φ14	-	154,21	
6,0	50	1,00	2,70	50	-	4,10	1,86	0,43	2,18	2,03	2,445	90	4φ18	4φ18	3φ20	6φ12	14φ10	6φ14	6φ14	-	165,38	
6,2	55	1,00	2,80	55	-	4,65	1,91	0,47	2,22	2,04	2,164	60	5φ16	5φ16	5φ16	6φ12	15φ10	5φ16	5φ16	-	177,23	
6,5	60	1,00	2,90	60	-	5,28	2,05	0,46	2,22	2,01	2,111	95	3φ20	4φ20	3φ22	3φ18	16φ10	H3φ22	6φ16	-	207,09	
6,8	60	1,10	3,10	60	-	5,58	2,03	0,55	2,22	2,07	2,646	95	2φ25	3φ25	3φ22	7φ12	16φ10	3φ22	6φ16	-	227,90	
7,0	75	2,55	4,70	75	30x60	8,43	1,64	1,53	3,43	3,42	1,566	90	5φ16	5φ16	5φ20	8φ14	20φ10	11φ14	7φ16	3φ16	292,81	

1. Si la letra "H" aparece antes de las varillas de refuerzo tipo "O" o "P" se usarán ganchos estándar en el dedo, de presentarse después de las varillas de refuerzo tipo "P", se usarán ganchos estándar en el talón.

2. Las varillas de refuerzo tipo "K" están diseñadas para tener ganchos estándar de 90° en la base de la llave de corte (dentellón).

BIBLIOGRAFÍA

- ✚ BOWLES, Joseph, Foundation Analysis and Design, McGraw Hill, New York, 1997.
- ✚ BRAJA M. Das, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, International Thompson editores, Méjico, 2001.
- ✚ NILSON, Arthur, Diseño de Estructuras de Hormigón, McGraw Hill, Bogotá, 2001.
- ✚ MacGINLEY, T y CHOO, B, Reinforced Concrete: Design theory and examples, Taylor and Francis, 1990.
- ✚ CALAVERA, J, Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón tomo II, Intemac, España, 1999.
- ✚ MONTOYA, Pedro, Hormigón Armado, Gustavo Gili, Barcelona, 2000.
- ✚ BRAJA M, Das, Shallow Foundations, CRC, New York, 1999.
- ✚ CRSI, Design Handbook tenth edition, Concrete Reinforcing Steel Institute, United States of America, 2008.
- ✚ American Concrete Institute, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-08) y Comentario, United States of America, 2009.