

# MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE MUROS DE RETENCIÓN

PROYECTO:

**ADECUACIÓN DE ÁREA PARA  
QUIRÓFANOS EN EL HOSPITAL  
SALDAÑA**

UBICACIÓN:

**KM 8 ½ CARRETERA A LOS PLANES DE RENDEROS,  
DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR**

SAN SALVADOR, 25 DE MARZO DE 2021



# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

---

## Tabla de contenido

1 Diseño de muro MZ1-1 .....	3
2 Diseño de muro MZ1-2 .....	6
3 Diseño de muro MZ1-3 .....	9
4 Diseño de muro MZ2-1 .....	12
5 Diseño de muro MZ2-2 .....	16
6 Diseño de muro MZ3-1 .....	19
7 Diseño de muro MZ3-2 .....	22
8 Diseño de muro MZ4-1 .....	25
9 Diseño de muro MZ4-2 .....	28
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31

## 1 Diseño de muro MZ1-1

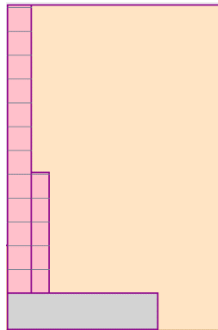
### DISEÑO DE MUROS DE RETENCIÓN Muro en Voladizo con pantalla de bloque de concreto sobre Suelo

ESTATUS GENERAL: **Todo bien**

#### RESUMEN DE ESTABILIDAD

Factor de seguridad Volteo = 2.5  
Factor de seguridad Deslizamiento = 2.33  
Factor de seguridad Cap. de SUELO = 1.73  
(Trabaja el 59% del ancho de la zapata)

#### DATOS DE ENTRADA



#### Datos Generales

Altura vista del muro (m) = 2  
Desplante de muro (m) = 0.70  
Altura total del muro (m) = 2.7  
Ancho de zapata (m) = 1.25  
Espesor de zapata (m) = 0.3  
Altura de pantalla (m) = 2.4  
Acero de refuerzo  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Considerar empuje pasivo : Desplante  $h_p$  (m) = 0.70  
Considerar diente : No

#### Datos del Relleno

Peso volumétrico del suelo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650  
Angulo de fricción interna del suelo  $\phi$  (°) = 30  
Angulo de inclinación de la cara interna del muro respecto a la vertical  $\theta$  (°) = 0  
Angulo de fricción entre pantalla de muro y relleno  $\delta$  (°) = 20 (Usar  $2/3 \phi$ )  
Angulo de inclinación del relleno respecto a la horizontal  $\beta$  (°) = 0  
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Empuje actuante sobre el muro = Activo  
**No se considera la componente de fricción del empuje activo para el análisis de la estabilidad global.**

#### Datos del Empuje Pasivo

Peso volumétrico del suelo del lado del empuje pasivo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo del lado del empuje  $\phi_p$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción entre muro y suelo del lado del empuje pasivo  $\delta_p$  (°) = 0

Angulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal  $\beta_p$  (°) = 0

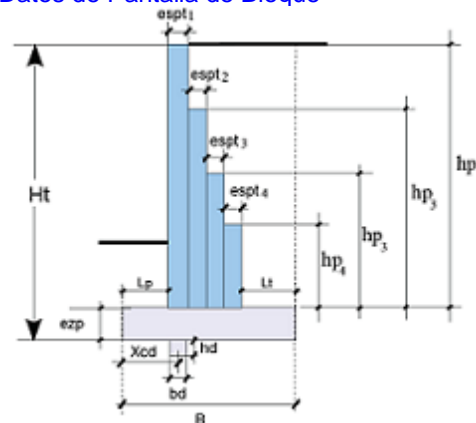
#### Datos del suelos de Fundación

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Peso volumétrico del suelo de fundación ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo de fundación  $\phi_f$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Coeficiente de fricción suelo-zapata ( $\mu$ )  $\mu = 0.45$   
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Capacidad de carga del suelo : Calculada

#### Datos de Zapata de Concreto

Ubicación del vecino: Lado del pasivo  
Longitud del pie (lado del empuje pasivo) (m) = 0.00  
Longitud del talón (lado del relleno) (m) = 0.90  
Ancho total de zapata (m) = 1.25  
Espesor de zapata (m) = 0.30  
Apoyo sobre: Suelo

#### Datos de Pantalla de Bloque

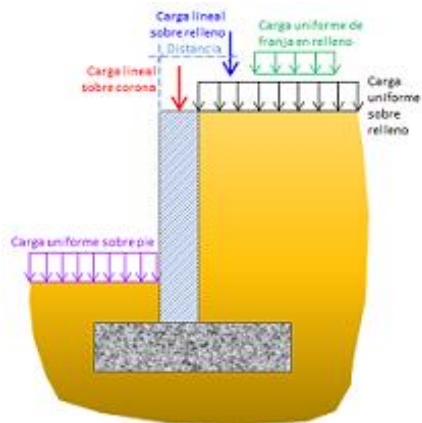


Resistencia mampostería  $f'_m = 70 \text{ kg/cm}^2$   
Arranque de concreto : No  
Huecos llenos: todos  
Pantallas enterradas (embebidas en el relleno)  
Número de pantallas = 2  
Pantalla 1:  
Espesor (cm) = 20  
Profundidad (m) = 0.00  
Refuerzo Vertical = # 4@40 cm  
Recubrimiento libre (cm) = 6  
Pantalla 2:  
Espesor (cm) = 15  
Profundidad (m) = 1.40  
Refuerzo Vertical = # 4@20 cm  
Recubrimiento libre (cm) = 6

#### Datos de Cargas

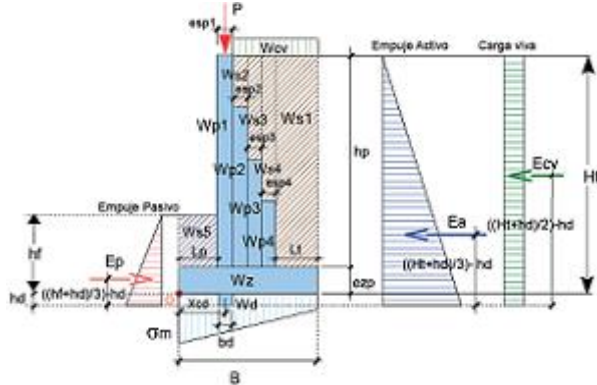


# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 552  
 Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
 Distancia (m) = 0  
 Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Distancia al inicio (m) = 0  
 Ancho de la franja (m) = 0  
 Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



### Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
 Peso Pantalla 1 (kg) = 926.4  
 Cent Pantalla 1 (m) = 0.1  
 Peso Pantalla 2 (kg) = 284.4  
 Cent Pantalla 2 (m) = 0.275

Base de la zapata (m) = 1.25  
 Peso zapata (kg) = 900.0001  
 Cent zapata (m) = 0.625

Peso diente (kg) = 0  
 Cent diente (m) = 1.15

Suelo del lado del empuje activo  
 Peso suelo (kg) = 3564  
 Cent suelo (m) = 0.8

Suelo sobre cada pantalla  
 Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0  
 Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.1  
 Peso suelo pantalla 2 (kg) = 346.5  
 Cent suelo Pantalla 2 (m) = 0.275

Peso cuña talud (kg) = 0  
 Cent cuña talud (m) = 0.95

Suelo del lado del empuje pasivo  
 Peso suelo (kg) = 0  
 Cent suelo (m) = 0

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
 Coeficiente empuje activo = 0.2973138  
 Empuje Activo (kg/m) = 1788.12  
 Posición empuje actuante = 0.9

Carga en la corona  
 Carga en la corona (kg/m) = 552  
 Posición carga en la corona (m) = 0.1

Coeficiente empuje pasivo = 3  
 Empuje Pasivo (kg) = 1212.75  
 Posición empuje pasivo = 0.2333333

Momento de volteo actuante (kg-m) = 1609.308  
 Momento de volteo resisten (kg-m) = 4018.013  
 Factor de seguridad al volteo = 2.496733

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
 Resultante de fuerzas verticales (kg) = 6573.3  
 Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
 Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
 para Suelos granulares con limo  
 Fuerza de fricción suelo-zapata = 2957.985  
 Empuje pasivo (kg) = 1212.75  
 Empuje activo = 1788.12  
 Factor de seguridad al deslizamiento = 2.332469

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Capacidad de suelo Calculada  
 Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
 Cohesión = 0

Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650

Desplante = 0.7

Ancho total de zapata = 1.25

Falla global

Factor Nc = 37.16244

Factor Nq = 22.45574

Factor Ny = 20.11598

Capacidad última falla global = 46680.99

Falla local

Cohesión local = 0

$\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$

Factor Nc' = 18.99137

Factor Nq' = 8.30978

Factor Ny' = 5.126533

Capacidad última falla local = 14884.53

Factor de seguridad = 3

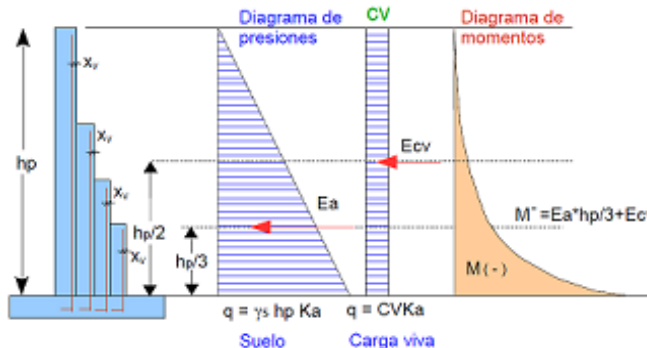
Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.556033



# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

Posición de la resultante (m) = 0.3664377  
Excentricidad de la resultante (m) = 0.2585623  
Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.8969192  
Ancho del rect. de pres. máx. actuantes (m) = 0.7329 (59% Ancho zapata)  
Factor de seguridad a cap. de carga = 1.734864

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

### Revisión de pantalla a la profundidad de 1.4m

Espesor total de pantalla en prof. 1.4m = 20  
Espesor equivalente (cm) = 19.3  
Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635  
Peso pantalla (kg) = 540.4

#### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 480.76  
Cortante actuante amplificado (kg/m) = 721.1347  
Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.5995218  
Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231  
Relación Esf. Corte = 0.26 - OK

#### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 9.38  
Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.97  
fm < fb ==> O.K.  
Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 224.35  
Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.33  
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

### Revisión de pantalla a la profundidad de 2.4m

Espesor total de pantalla en prof. 2.4m = 35  
Espesor equivalente (cm) = 33.52  
Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635  
Peso pantalla (kg) = 1557.3

#### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 1412.84  
Cortante actuante amplificado (kg/m) = 2119.253  
Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.8301519  
Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231

Relación Esf. Corte = 0.35 - OK

#### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 10.07  
Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.72  
fm < fb ==> O.K.  
Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 1130.27  
Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 3.18  
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 4.55  
Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 4.55  
Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 6.33 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.1579

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO

### Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 1.25  
Ancho del talón (m) = 0.9  
Peso cuña+suelo+talón (kg) = 4212

#### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 1895.4  
Momento último en talón (kg-m) = 3032.63984375  
Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 6.077921  
Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3  
Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 6.077921  
Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 3  
Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3

#### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 4212  
Cortante último actuante en talón (kg) = 6739.2  
Capacidad a corte en talón (kg) = 12672.71  
Relación de fuerzas cortantes = 0.53 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

#### Desarrollado por:

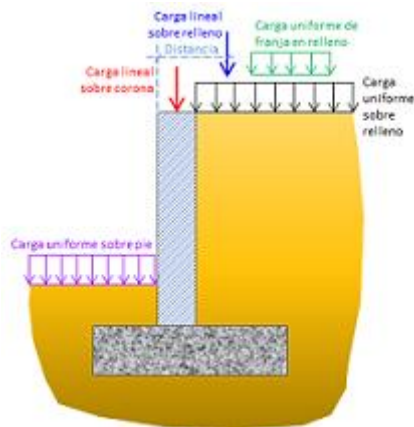
- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjívar de Torres





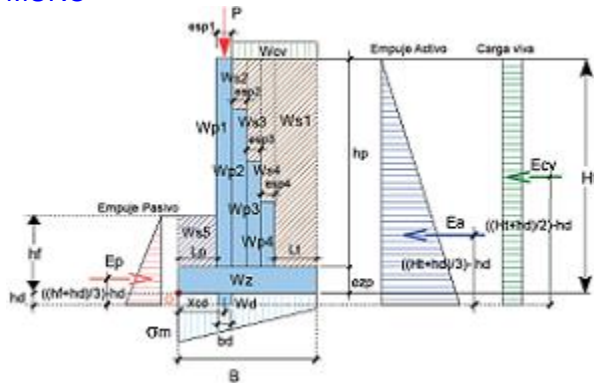


# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 552  
 Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
 Distancia (m) = 0  
 Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Distancia al inicio (m) = 0  
 Ancho de la franja (m) = 0  
 Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



### Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
 Peso Pantalla 1 (kg) = 540.4  
 Cent Pantalla 1 (m) = 0.1

Base de la zapata (m) = 0.7  
 Peso zapata (kg) = 420  
 Cent zapata (m) = 0.35

Peso diente (kg) = 0  
 Cent diente (m) = 1.15

Suelo del lado del empuje activo  
 Peso suelo (kg) = 1155  
 Cent suelo (m) = 0.45

Suelo sobre cada pantalla  
 Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0

Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.1

Peso cuña talud (kg) = 0  
 Cent cuña talud (m) = 0.5333333

Suelo del lado del empuje pasivo  
 Peso suelo (kg) = 0  
 Cent suelo (m) = 0

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
 Coeficiente empuje activo = 0.2973138  
 Empuje Activo (kg/m) = 667.7855  
 Posición empuje actuante = 0.55

Carga en la corona  
 Carga en la corona (kg/m) = 552  
 Posición carga en la corona (m) = 0.1

Coeficiente empuje pasivo = 3  
 Empuje Pasivo (kg) = 1045.687  
 Posición empuje pasivo = 0.2166667

Momento de volteo actuante (kg-m) = 367.282  
 Momento de volteo resisten (kg-m) = 1002.556  
 Factor de seguridad al volteo = 2.729662

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
 Resultante de fuerzas verticales (kg) = 2667.4  
 Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
 Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
 para Suelos granulares con limo  
 Fuerza de fricción suelo-zapata = 1200.33  
 Empuje pasivo (kg) = 1045.687  
 Empuje activo = 667.7855  
 Factor de seguridad al deslizamiento = 3.363382

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Capacidad de suelo Calculada  
 Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
 Cohesión = 0  
 Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
 Desplante = 0.65  
 Ancho total de zapata = 0.7  
 Falla global  
 Factor Nc = 37.16244  
 Factor Nq = 22.45574  
 Factor Ny = 20.11598  
 Capacidad última falla global = 35700.76  
 Falla local  
 Cohesión local = 0  
 $\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$   
 Factor Nc' = 18.99137  
 Factor Nq' = 8.30978  
 Factor Ny' = 5.126533  
 Capacidad última falla local = 11872.81  
 Factor de seguridad = 3  
 Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.190025

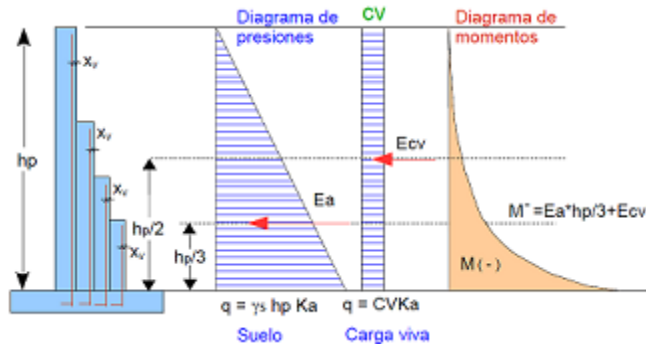
Posición de la resultante (m) = 0.2381621  
 Excentricidad de la resultante (m) = 0.1118379  
 Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.5599967  
 Ancho del rect. de pres. max. actuantes (m) = 0.4763 (68%)

CARLOS BIENVENIDO RAMÍREZ MORALES  
 IC-3037  
 INGENIERO CIVIL

# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

Ancho zapata)  
Factor de seguridad a cap. de carga = 2.125058

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

## Revisión de pantalla a la profundidad de 1.4m

Espesor total de pantalla en prof. 1.4m = 20  
Espesor equivalente (cm) = 19.3  
Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635  
Peso pantalla (kg) = 540.4

### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 480.76  
Cortante actuante amplificado (kg/m) = 721.1347  
Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.5995218  
Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231  
Relación Esf. Corte = 0.26 - OK

### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería  $f_m$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 9.38  
Esfuerzo admisible en la mampostería  $f_b$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.97  
 $f_m < f_b \Rightarrow$  O.K.  
Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 224.35  
Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.33  
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.0613

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO

### Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 0.7  
Ancho del talón (m) = 0.5  
Peso cuña+suelo+talón (kg) = 1455

### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 363.75  
Momento último en talón (kg-m) = 582  
Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 1.509493  
Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5  
Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5  
Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5  
Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 1455  
Cortante último actuante en talón (kg) = 2328  
Capacidad a corte en talón (kg) = 9792.548  
Relación de fuerzas cortantes = 0.24 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjívar de Torres



## 3 Diseño de muro MZ1-3

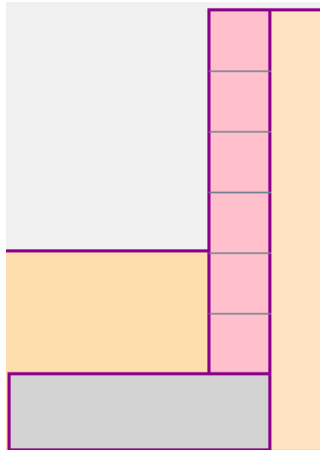
### DISEÑO DE MUROS DE RETENCIÓN Muro en Voladizo con pantalla de bloque de concreto sobre Suelo

ESTATUS GENERAL: **Todo bien**

#### RESUMEN DE ESTABILIDAD

Factor de seguridad Volteo = 5.39  
Factor de seguridad Deslizamiento = 3.73  
Factor de seguridad Cap. de SUELO = 3.77  
(Trabaja el 68% del ancho de la zapata)

#### DATOS DE ENTRADA



#### Datos Generales

Altura vista del muro (m) = 0.80  
Desplante de muro (m) = 0.65  
Altura total del muro (m) = 1.45  
Ancho de zapata (m) = 0.85  
Espesor de zapata (m) = 0.25  
Altura de pantalla (m) = 1.2  
Acero de refuerzo  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Considerar empuje pasivo : Desplante  $h_p (m) = 0.65$   
Considerar diente : No

#### Datos del Relleno

Peso volumétrico del suelo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650  
Angulo de fricción interna del suelo  $\phi (^\circ) = 30$   
Angulo de inclinación de la cara interna del muro respecto a la vertical  $\theta (^\circ) = 0$   
Angulo de fricción entre pantalla de muro y relleno  $\delta (^\circ) = 20$  (Usar  $2/3 \phi$ )  
Angulo de inclinación del relleno respecto a la horizontal  $\beta (^\circ) = 0$   
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Empuje actuante sobre el muro = Activo  
No se considera la componente de fricción del empuje activo para el análisis de la estabilidad global.

#### Datos del Empuje Pasivo

Peso volumétrico del suelo del lado del empuje pasivo

( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)

Angulo de fricción interna del suelo del lado del empuje  $\phi_p (^\circ) = 30$  (Igual al relleno)

Angulo de fricción entre muro y suelo del lado del empuje pasivo  $\delta_p (^\circ) = 0$

Angulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal  $\beta_p (^\circ) = 0$

#### Datos del suelos de Fundación

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0

Peso volumétrico del suelo de fundación ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)

Angulo de fricción interna del suelo de fundación  $\phi_f (^\circ) = 30$  (Igual al relleno)

Coefficiente de fricción suelo-zapata ( $\mu$ )  $\mu = 0.45$

Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990

para Suelos granulares con limo

Capacidad de carga del suelo : Calculada

#### Datos de Zapata de Concreto

Ubicación del vecino: Lado del relleno

Longitud del pie (lado del empuje pasivo) (m) = 0.65

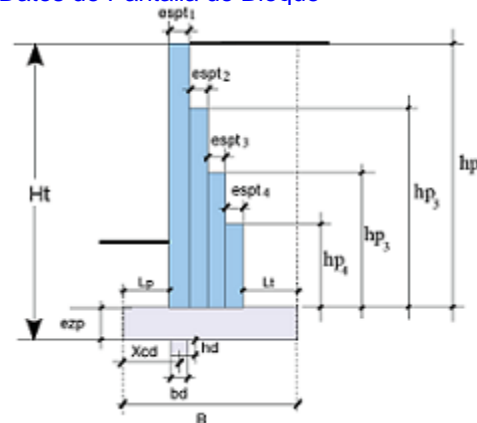
Longitud del talón (lado del relleno) (m) = 0.00

Ancho total de zapata (m) = 0.85

Espesor de zapata (m) = 0.25

Apoyo sobre: Suelo

#### Datos de Pantalla de Bloque



Resistencia mampostería  $f'_m = 70 \text{ kg/cm}^2$

Arranque de concreto : No

Huecos llenos: todos

Pantallas enterradas (embebidas en el relleno)

Número de pantallas = 1

Pantalla 1:

Espesor (cm) = 20

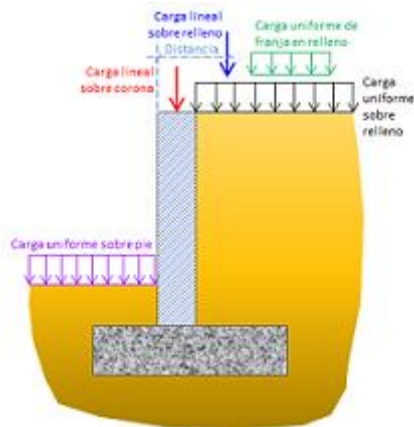
Profundidad (m) = 0.00

Refuerzo Vertical = # 4@40 cm Centrado

#### Datos de Cargas

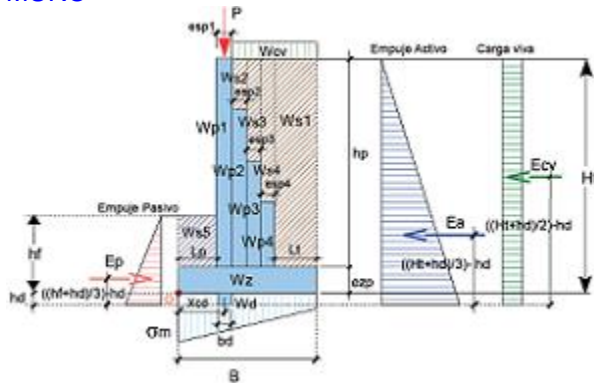


# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 552  
 Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
 Distancia (m) = 0  
 Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Distancia al inicio (m) = 0  
 Ancho de la franja (m) = 0  
 Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



### Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
 Peso Pantalla 1 (kg) = 463.2  
 Cent Pantalla 1 (m) = 0.75

Base de la zapata (m) = 0.85  
 Peso zapata (kg) = 510  
 Cent zapata (m) = 0.425

Peso diente (kg) = 0  
 Cent diente (m) = 1.15

Suelo del lado del empuje activo  
 Peso suelo (kg) = 0  
 Cent suelo (m) = 0.85

Suelo sobre cada pantalla  
 Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0

Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.75

Peso cuña talud (kg) = 0  
 Cent cuña talud (m) = 0.85

Suelo del lado del empuje pasivo  
 Peso suelo (kg) = 429  
 Cent suelo (m) = 0.325

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
 Coeficiente empuje activo = 0.2973138  
 Empuje Activo (kg/m) = 515.7095  
 Posición empuje actuante = 0.4833333

Carga en la corona  
 Carga en la corona (kg/m) = 552  
 Posición carga en la corona (m) = 0.75

Coeficiente empuje pasivo = 3  
 Empuje Pasivo (kg) = 1045.687  
 Posición empuje pasivo = 0.2166667

Momento de volteo actuante (kg-m) = 249.2596  
 Momento de volteo resisten (kg-m) = 1344.141  
 Factor de seguridad al volteo = 5.392533

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
 Resultante de fuerzas verticales (kg) = 1954.2  
 Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
 Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
 para Suelos granulares con limo  
 Fuerza de fricción suelo-zapata = 879.39  
 Empuje pasivo (kg) = 1045.687  
 Empuje activo = 515.7095  
 Factor de seguridad al deslizamiento = 3.732872

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Capacidad de suelo Calculada  
 Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
 Cohesión = 0  
 Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
 Desplante = 0.65  
 Ancho total de zapata = 0.85  
 Falla global  
 Factor Nc = 37.16244  
 Factor Nq = 22.45574  
 Factor Ny = 20.11598  
 Capacidad última falla global = 38190.11  
 Falla local  
 Cohesión local = 0  
 $\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$   
 Factor Nc' = 18.99137  
 Factor Nq' = 8.30978  
 Factor Ny' = 5.126533  
 Capacidad última falla local = 12507.22  
 Factor de seguridad = 3  
 Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.273004

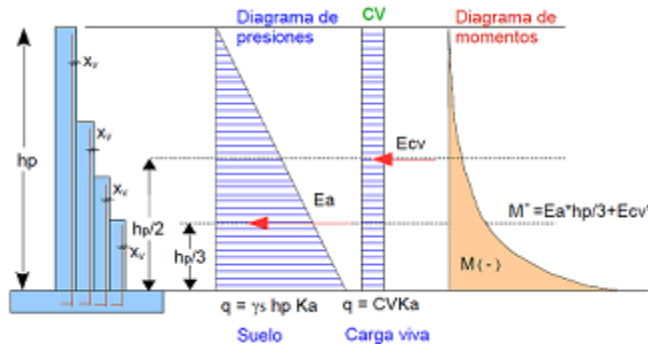
Posición de la resultante (m) = 0.5602707  
 Excentricidad de la resultante (m) = 0.1352707  
 Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.3372458  
 Ancho del rect. de pres. max. actuantes (m) = 0.5795 (68%)

# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

Ancho zapata)

Factor de seguridad a cap. de carga = 3.774706

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

### Revisión de pantalla a la profundidad de 1.2m

Espesor total de pantalla en prof. 1.2m = 20

Espesor equivalente (cm) = 19.3

Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 10

Peso pantalla (kg) = 463.2

### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 353.21

Cortante actuante amplificado (kg/m) = 529.8133

Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.5886815

Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231

Relación Esf. Corte = 0.25 - OK

### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería  $f_m$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 10.1

Esfuerzo admisible en la mampostería  $f_b$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 31.03

$f_m < f_b \Rightarrow$  O.K.

Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 141.28

Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.13

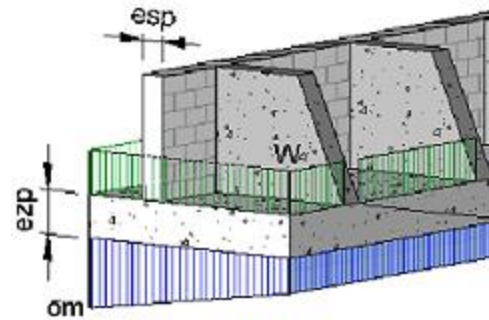
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.0298

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO



### Diseño del Pie

Ancho de zapata (m) = 0.85

Ancho del pie (m) = 0.65

Result. presión en el pie (kg) = 1954.2

Long. efectiva presión (m) = 0.5794586

### Flexión

Momento nominal en pie (kg-m) = 704.041

Momento último en pie (kg-m) = 1126.46552734375

Acero transv. req. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.921635

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.921635

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en pie (kg) = 1954.2

Cortante último actuante en pie (kg) = 3126.719921875

Capacidad a corte en pie (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.32 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjívar de Torres



## 4 Diseño de muro MZ2-1

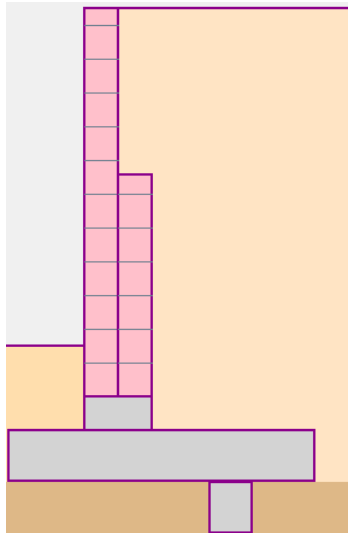
### DISEÑO DE MUROS DE RETENCIÓN Muro en Voladizo con pantalla de bloque de concreto sobre Suelo

ESTATUS GENERAL: **Todo bien**

#### RESUMEN DE ESTABILIDAD

Factor de seguridad Volteo = 1.93  
Factor de seguridad Deslizamiento = 1.54  
Factor de seguridad Cap. de SUELO = 2.62  
(Trabaja el 59% del ancho de la zapata)

#### DATOS DE ENTRADA



#### Datos Generales

Altura vista del muro (m) = 2  
Desplante de muro (m) = 0.80  
Altura total del muro (m) = 2.8  
Ancho de zapata (m) = 1.8  
Espesor de zapata (m) = 0.3  
Altura de pantalla (m) = 2.5  
Acero de refuerzo  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Considerar empuje pasivo : Desplante  $h_p$  (m) = 0.80  
Considerar diente : Sí  
Ancho (m) = 0.25  
Alto (m) = 0.30  
Distancia libre del extremo del pie al borde del diente (m)  
= 1.20

#### Datos del Relleno

Peso volumétrico del suelo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650  
Angulo de fricción interna del suelo  $\phi$  (°) = 30  
Angulo de inclinación de la cara interna del muro respecto a la vertical  $\theta$  (°) = 0  
Angulo de fricción entre pantalla de muro y relleno  $\delta$  (°) = 20 (Usar  $2/3 \phi$ )  
Angulo de inclinación del relleno respecto a la horizontal  $\beta$  (°) = 30

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0

Empuje actuante sobre el muro = Activo

No se considera la componente de fricción del empuje activo para el análisis de la estabilidad global.

#### Datos del Empuje Pasivo

Peso volumétrico del suelo del lado del empuje pasivo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo del lado del empuje  $\phi$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción entre muro y suelo del lado del empuje pasivo  $\delta_p$  (°) = 20 (Usar  $2/3 \phi$ )  
Angulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal  $\beta_p$  (°) = 0

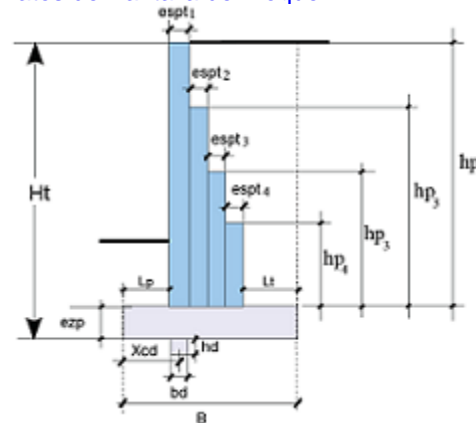
#### Datos del suelos de Fundación

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Peso volumétrico del suelo de fundación ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo de fundación  $\phi_f$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Coeficiente de fricción suelo-zapata ( $\mu$ )  $\mu = 0.45$   
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Capacidad de carga del suelo : Calculada

#### Datos de Zapata de Concreto

Ubicación del vecino: Sin colindancia  
Longitud del pie (lado del empuje pasivo) (m) = 0.45  
Longitud del talón (lado del relleno) (m) = 0.95  
Ancho total de zapata (m) = 1.8  
Espesor de zapata (m) = 0.30  
Apoyo sobre: Suelo

#### Datos de Pantalla de Bloque



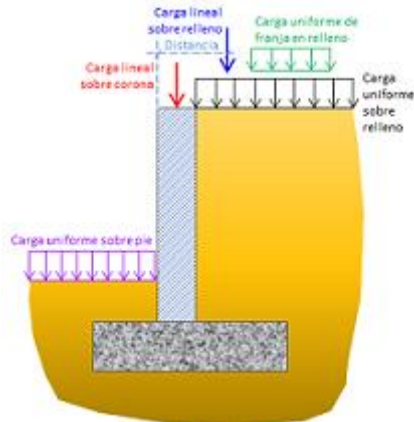
Resistencia mampostería  $f_m = 70 \text{ kg/cm}^2$   
Arranque de concreto : Sí  
Altura (m) = 0.20  
Huecos llenos: todos  
Pantallas enterradas (embebidas en el relleno)  
Número de pantallas = 2  
Pantalla 1:  
Espesor (cm) = 20  
Profundidad (m) = 0.00



# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

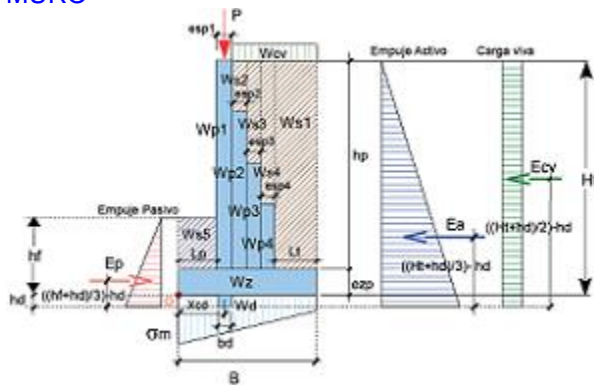
Refuerzo Vertical = # 4@40 cm  
Recubrimiento libre (cm) = 6  
Pantalla 2:  
Espesor (cm) = 20  
Profundidad (m) = 1  
Refuerzo Vertical = # 5@20 cm  
Recubrimiento libre (cm) = 6

## Datos de Cargas



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 0  
Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
Distancia (m) = 0  
Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
Distancia al inicio (m) = 0  
Ancho de la franja (m) = 0  
Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



## Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
Peso Pantalla 1 (kg) = 964.9999  
Cent Pantalla 1 (m) = 0.55  
Peso Pantalla 2 (kg) = 578.9999  
Cent Pantalla 2 (m) = 0.75

Base de la zapata (m) = 1.8  
Peso zapata (kg) = 1296

Cent zapata (m) = 0.9

Peso diente (kg) = 180  
Cent diente (m) = 1.325

Suelo del lado del empuje activo  
Peso suelo (kg) = 3918.75  
Cent suelo (m) = 1.325

Suelo sobre cada pantalla  
Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0  
Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.55  
Peso suelo pantalla 2 (kg) = 330  
Cent suelo Pantalla 2 (m) = 0.75

Peso cuña talud (kg) = 429.8734  
Cent cuña talud (m) = 1.483333

Suelo del lado del empuje pasivo  
Peso suelo (kg) = 371.25  
Cent suelo (m) = 0.225

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
Coeficiente empuje activo = 0.7981333  
Empuje Activo (kg/m) = 6327.8  
Posición empuje actuante = 0.7333333

Coeficiente empuje pasivo = 6.105358  
Empuje Pasivo (kg) = 6094.674  
Posición empuje pasivo = 0.06666666

Momento de volteo actuante (kg-m) = 4640.387  
Momento de volteo resisten (kg-m) = 8937.231  
Factor de seguridad al volteo = 1.925967

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
Resultante de fuerzas verticales (kg) = 8069.873  
Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Fuerza de fricción suelo-zapata = 3631.443  
Empuje pasivo (kg) = 6094.674  
Empuje activo = 6327.8  
Factor de seguridad al deslizamiento = 1.537045

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Capacidad de suelo Calculada  
Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
Cohesión = 0  
Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
Desplante = 0.8  
Ancho total de zapata = 1.8  
Falla global  
Factor Nc = 37.16244  
Factor Nq = 22.45574  
Factor Ny = 20.11598  
Capacidad última falla global = 59513.81  
Falla local  
Cohesión local = 0  
 $\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$   
Factor Nc' = 18.99137  
Factor Nq' = 8.30978

INSTITUTO VENEZOLANO DE ARQUITECTOS E INGENIEROS  
CARLOS BIENVENIDO RAMÍREZ MORALES  
IC-3037  
INGENIERO CIVIL

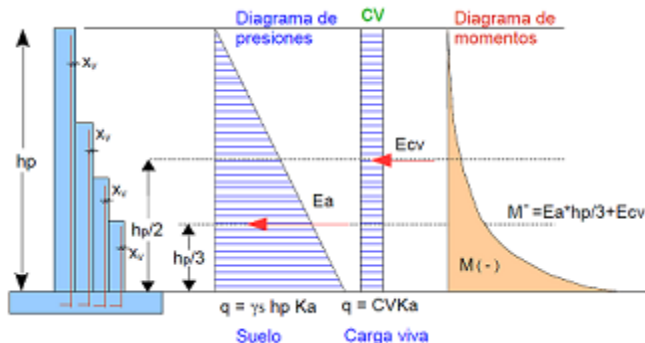


# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

Factor  $Ny' = 5.126533$   
 Capacidad última falla local = 18581.81  
 Factor de seguridad = 3  
 Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.983794

Posición de la resultante (m) = 0.5324551  
 Excentricidad de la resultante (m) = 0.3675449  
 Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.7577985  
 Ancho del rect. de pres. máx. actuantes (m) = 1.0649 (59%)  
 Ancho zapata  
 Factor de seguridad a cap. de carga = 2.617838

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



### Diseño del arranque de concreto

Espesor arranque en prof. 2.5m (cm) = 40  
 Altura de arranque (m) = 0.2  
 Recubrimiento (cm) = 6.79375  
 Revisión por Cortante  
 Cortante actuante factorado (kg/m) = 6584.6  
 Cortante resistente factorado (kg/m) = 19127.87 - OK  
 Revisión refuerzo mínimo  
 Acero mínimo requerido (cm<sup>2</sup>) = 8  
 Acero mínimo proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 13.06 - OK  
 Revisión por flexión  
 Momento actuante factorado (kg-m) = 5487.17  
 Acero por flexión requerido (cm<sup>2</sup>) = 7.29  
 Acero por flexión proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 9.9 - OK

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

### Revisión de pantalla a la profundidad de 1m

Espesor total de pantalla en prof. 1m = 20  
 Espesor equivalente (cm) = 19.3  
 Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635  
 Peso pantalla (kg) = 386

Cortante  
 Cortante actuante (kg/m) = 658.46  
 Cortante actuante amplificado (kg/m) = 987.69  
 Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.8211249  
 Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231  
 Relación Esf. Corte = 0.35 - OK

Flexión  
 Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 9.25  
 Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 31.08  
 fm < fb ==> O.K.  
 Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 219.49

Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.3  
 Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
 Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
 Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

### Revisión de pantalla a la profundidad de 2.3m

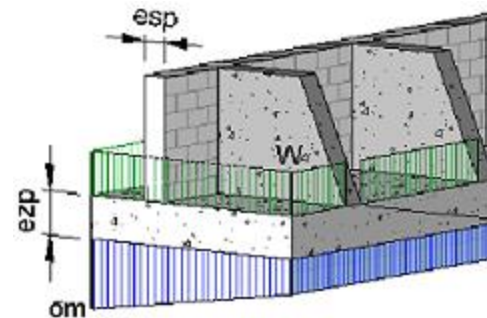
Espesor total de pantalla en prof. 2.3m = 40  
 Espesor equivalente (cm) = 38.6  
 Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.79375  
 Peso pantalla (kg) = 1719.6

Cortante  
 Cortante actuante (kg/m) = 3483.25  
 Cortante actuante amplificado (kg/m) = 5224.88  
 Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.748292  
 Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231  
 Relación Esf. Corte = 0.75 - OK

Flexión  
 Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 14.4  
 Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.75  
 fm < fb ==> O.K.  
 Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 2670.49  
 Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 6.59  
 Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 5.2  
 Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 6.59284  
 Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 9.9 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.4136

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO

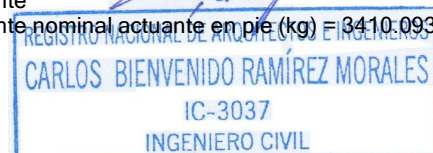


### Diseño del Pie

Ancho de zapata (m) = 1.8  
 Ancho del pie (m) = 0.45  
 Result. presión en el pie (kg) = 3410.093  
 Long. efectiva presión (m) = 0.45

Flexión  
 Momento nominal en pie (kg-m) = 767.2709  
 Momento último en pie (kg-m) = 1227.63349609375  
 Acero transv. req. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.460384  
 Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3  
 Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 3  
 Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 3  
 Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3

Cortante  
 Cortante nominal actuante en pie (kg) = 3410.093



# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

---

Cortante último actuante en pie (kg) = 5456.148828125  
Capacidad a corte en pie (kg) = 12672.71  
Relación de fuerzas cortantes = 0.43 - OK

## Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 1.8  
Ancho del talón (m) = 0.95  
Peso cuña+suelo+talón (kg) = 5032.623

## Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 2458.559  
Momento último en talón (kg-m) = 3933.694921875  
Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 7.883788  
Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3  
Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 7.883788  
Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 3  
Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3

## Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 5032.623  
Cortante último actuante en talón (kg) = 8052.196875  
Capacidad a corte en talón (kg) = 12672.71  
Relación de fuerzas cortantes = 0.64 - OK

## Diseño del Diente

Ancho del diente (m) = 0.25  
Altura del diente (m) = 0.3  
Peso del diente (kg) = 180  
Presión pasiva en la base del diente (kg/m<sup>2</sup>) = 11081.23  
Presión pasiva en la interfase diente-zapata (kg/m<sup>2</sup>) = 8059.07  
Empuje resultante en el diente (kg) = 2871.04  
Posición del empuje respecto a la interfase suelo-zapata (m) = 0.157895

Cortante nominal en el diente (kg) = 2871.04  
Cortante último en el diente (kg) = 4593.67  
Resistencia al corte del diente (kg) = 14400.81 - OK  
Momento nominal en el diente (kg-m) = 453.32  
Momento último en el diente (kg-m) = 725.32  
Acero requerido por flexión en el diente (cm<sup>2</sup>) = 1.68  
Acero mínimo requerido en el diente (cm<sup>2</sup>) = 2.5  
Acero a proporcionar en el diente (cm<sup>2</sup>) = 2.5

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

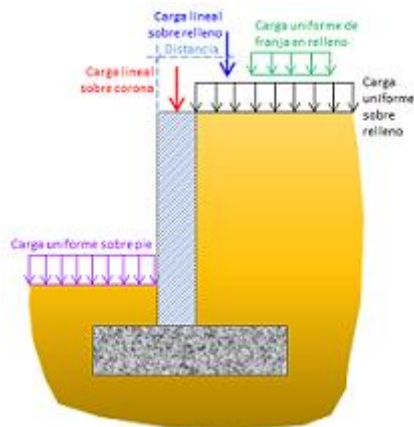
## Desarrollado por:

- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjívar de Torres



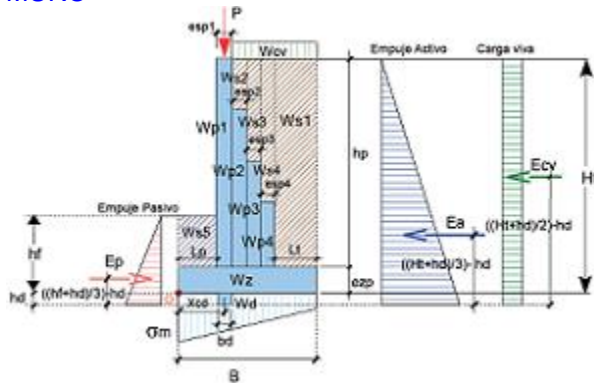


# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 0  
 Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
 Distancia (m) = 0  
 Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Distancia al inicio (m) = 0  
 Ancho de la franja (m) = 0  
 Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



### Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
 Peso Pantalla 1 (kg) = 540.4  
 Cent Pantalla 1 (m) = 0.3

Base de la zapata (m) = 0.85  
 Peso zapata (kg) = 510  
 Cent zapata (m) = 0.425

Peso diente (kg) = 0  
 Cent diente (m) = 1.35

Suelo del lado del empuje activo  
 Peso suelo (kg) = 1039.5  
 Cent suelo (m) = 0.625

Suelo sobre cada pantalla  
 Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0

Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.3

Peso cuña talud (kg) = 96.45358  
 Cent cuña talud (m) = 0.7

Suelo del lado del empuje pasivo  
 Peso suelo (kg) = 132  
 Cent suelo (m) = 0.1

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
 Coeficiente empuje activo = 0.7981333  
 Empuje Activo (kg/m) = 1792.657  
 Posición empuje actuante = 0.55

Coeficiente empuje pasivo = 6.105358  
 Empuje Pasivo (kg) = 2128.099  
 Posición empuje pasivo = 0.2166667

Momento de volteo actuante (kg-m) = 985.9615  
 Momento de volteo resisten (kg-m) = 1570.363  
 Factor de seguridad al volteo = 1.592723

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
 Resultante de fuerzas verticales (kg) = 2318.354  
 Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
 Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
 para Suelos granulares con limo  
 Fuerza de fricción suelo-zapata = 1043.259  
 Empuje pasivo (kg) = 2128.099  
 Empuje activo = 1792.657  
 Factor de seguridad al deslizamiento = 1.769082

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Capacidad de suelo Calculada  
 Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
 Cohesión = 0  
 Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
 Desplante = 0.65  
 Ancho total de zapata = 0.85  
 Falla global  
 Factor Nc = 37.16244  
 Factor Nq = 22.45574  
 Factor Ny = 20.11598  
 Capacidad última falla global = 38190.12  
 Falla local  
 Cohesión local = 0  
 $\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$   
 Factor Nc' = 18.99137  
 Factor Nq' = 8.30978  
 Factor Ny' = 5.126533  
 Capacidad última falla local = 12507.22  
 Factor de seguridad = 3  
 Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.273004

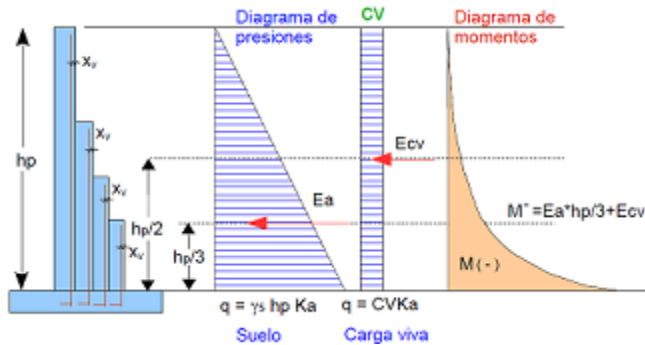
Posición de la resultante (m) = 0.2520761  
 Excentricidad de la resultante (m) = 0.1729239  
 Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.4598519  
 Ancho del rect. de pres. máx. actuantes (m) = 0.5042 (59% Ancho zapata)  
 Factor de seguridad a cap. de carga = 2.768291

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE





# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

## Revisión de pantalla a la profundidad de 1.4m

Espesor total de pantalla en prof. 1.4m = 20

Espesor equivalente (cm) = 19.3

Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635

Peso pantalla (kg) = 540.4

### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 1290.58

Cortante actuante amplificado (kg/m) = 1935.872

Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.609405

Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231

Relación Esf. Corte = 0.69 - OK

### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 18.08

Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.97  
fm < fb ==> O.K.

Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 602.27

Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 3.77

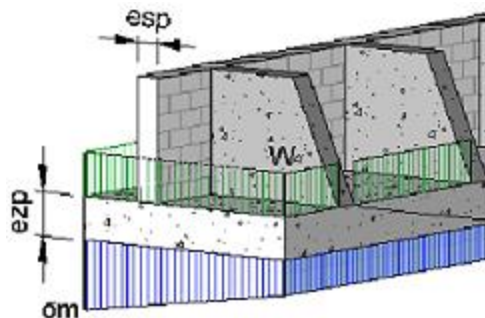
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 3.766821

Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 6.33 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.1646

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO



Diseño del Pie

Ancho de zapata (m) = 0.85

Ancho del pie (m) = 0.2

Result. presión en el pie (kg) = 919.7037

Long. efectiva presión (m) = 0.2

### Flexión

Momento nominal en pie (kg-m) = 91.97038

Momento último en pie (kg-m) = 147.152600097656

Acero transv. req. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 0.3816594

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en pie (kg) = 919.7037

Cortante último actuante en pie (kg) = 1471.5259765625

Capacidad a corte en pie (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.15 - OK

## Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 0.85

Ancho del talón (m) = 0.45

Peso cuña+suelo+talón (kg) = 1405.954

### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 323.5735

Momento último en talón (kg-m) = 517.71767578125

Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 1.342768

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 1405.954

Cortante último actuante en talón (kg) = 2249.52578125

Capacidad a corte en talón (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.23 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjivar de Torres





## 6 Diseño de muro MZ3-1

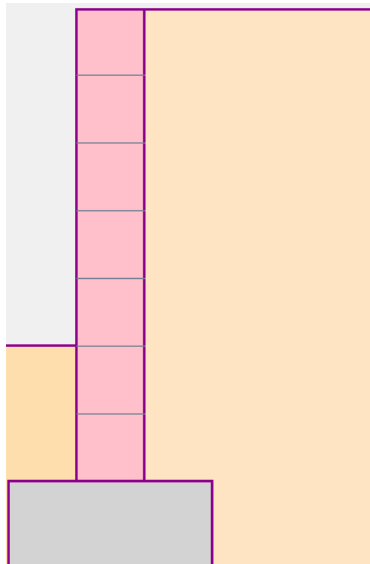
### DISEÑO DE MUROS DE RETENCIÓN Muro en Voladizo con pantalla de bloque de concreto sobre Suelo

ESTATUS GENERAL: **Todo bien**

#### RESUMEN DE ESTABILIDAD

Factor de seguridad Volteo = 2.02  
Factor de seguridad Deslizamiento = 2.57  
Factor de seguridad Cap. de SUELO = 3.8  
(Trabaja el 83% del ancho de la zapata)

#### DATOS DE ENTRADA



#### Datos Generales

Altura vista del muro (m) = 1  
Desplante de muro (m) = 0.65  
Altura total del muro (m) = 1.65  
Ancho de zapata (m) = 0.6  
Espesor de zapata (m) = 0.25  
Altura de pantalla (m) = 1.4  
Acero de refuerzo  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Considerar empuje pasivo : Desplante  $h_p$  (m) = 0.65  
Considerar diente : No

#### Datos del Relleno

Peso volumétrico del suelo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650  
Angulo de fricción interna del suelo  $\phi$  (°) = 30  
Angulo de inclinación de la cara interna del muro respecto a la vertical  $\theta$  (°) = 0  
Angulo de fricción entre pantalla de muro y relleno  $\delta$  (°) = 20 (Usar 2/3  $\phi$ )  
Angulo de inclinación del relleno respecto a la horizontal  $\beta$  (°) = 0  
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0

Empuje actuante sobre el muro = Activo  
No se considera la componente de fricción del empuje activo para el análisis de la estabilidad global.

#### Datos del Empuje Pasivo

Peso volumétrico del suelo del lado del empuje pasivo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo del lado del empuje  $\phi_p$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción entre muro y suelo del lado del empuje pasivo  $\delta_p$  (°) = 0  
Angulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal  $\beta_p$  (°) = 0

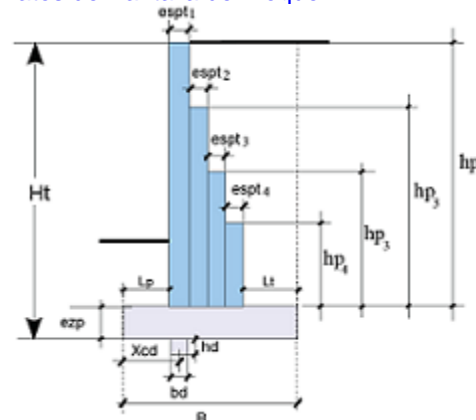
#### Datos del suelos de Fundación

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Peso volumétrico del suelo de fundación ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo de fundación  $\phi_f$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Coeficiente de fricción suelo-zapata ( $\mu$ )  $\mu = 0.45$   
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Capacidad de carga del suelo : Calculada

#### Datos de Zapata de Concreto

Ubicación del vecino: Sin colindancia  
Longitud del pie (lado del empuje pasivo) (m) = 0.20  
Longitud del talón (lado del relleno) (m) = 0.20  
Ancho total de zapata (m) = 0.6  
Espesor de zapata (m) = 0.25  
Apoyo sobre: Suelo

#### Datos de Pantalla de Bloque

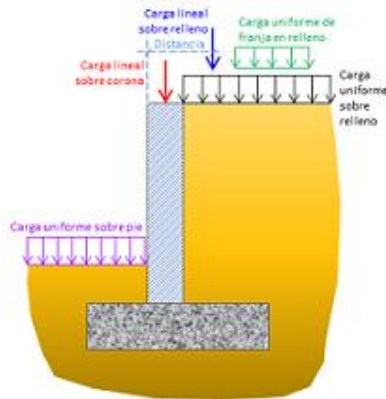


Resistencia mampostería  $f_m = 70 \text{ kg/cm}^2$   
Arranque de concreto : No  
Huecos llenos: todos  
Pantallas enterradas (embebidas en el relleno)  
Número de pantallas = 1  
Pantalla 1:  
Espesor (cm) = 20  
Profundidad (m) = 0.00  
Refuerzo Vertical = # 4 @ 40 cm

# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

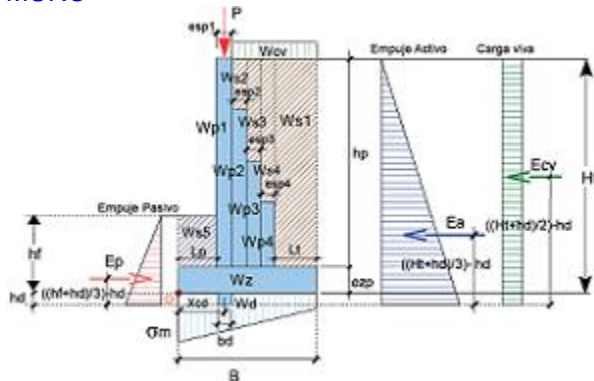
Recubrimiento libre (cm) = 6

## Datos de Cargas



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 0  
Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
Distancia (m) = 0  
Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
Distancia al inicio (m) = 0  
Ancho de la franja (m) = 0  
Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



## Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
Peso Pantalla 1 (kg) = 540.4  
Cent Pantalla 1 (m) = 0.3

Base de la zapata (m) = 0.6  
Peso zapata (kg) = 360  
Cent zapata (m) = 0.3

Peso diente (kg) = 0  
Cent diente (m) = 0.3

Suelo del lado del empuje activo  
Peso suelo (kg) = 462  
Cent suelo (m) = 0.5

Suelo sobre cada pantalla  
Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0  
Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.3

Peso cuña talud (kg) = 0  
Cent cuña talud (m) = 0.5333334

Suelo del lado del empuje pasivo  
Peso suelo (kg) = 132  
Cent suelo (m) = 0.1

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
Coeficiente empuje activo = 0.2973138  
Empuje Activo (kg/m) = 667.7855  
Posición empuje actuante = 0.55

Coeficiente empuje pasivo = 3  
Empuje Pasivo (kg) = 1045.687  
Posición empuje pasivo = 0.2166667

Momento de volteo actuante (kg-m) = 367.282  
Momento de volteo resisten (kg-m) = 740.8856  
Factor de seguridad al volteo = 2.017212

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
Resultante de fuerzas verticales (kg) = 1494.4  
Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Fuerza de fricción suelo-zapata = 672.4799  
Empuje pasivo (kg) = 1045.687  
Empuje activo = 667.7855  
Factor de seguridad al deslizamiento = 2.572933

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Capacidad de suelo Calculada  
Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
Cohesión = 0

Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
Desplante = 0.65

Ancho total de zapata = 0.6

Falla global

Factor  $N_c = 37.16244$

Factor  $N_q = 22.45574$

Factor  $N_\gamma = 20.11598$

Capacidad última falla global = 34041.2

Falla local

Cohesión local = 0

$\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$

Factor  $N_c' = 18.99137$

Factor  $N_q' = 8.30978$

Factor  $N_\gamma' = 5.126533$

Capacidad última falla local = 11449.87

Factor de seguridad = 3

Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.134706

Posición de la resultante (m) = 0.2500024

Excentricidad de la resultante (m) = 0.04999757

Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.2988771

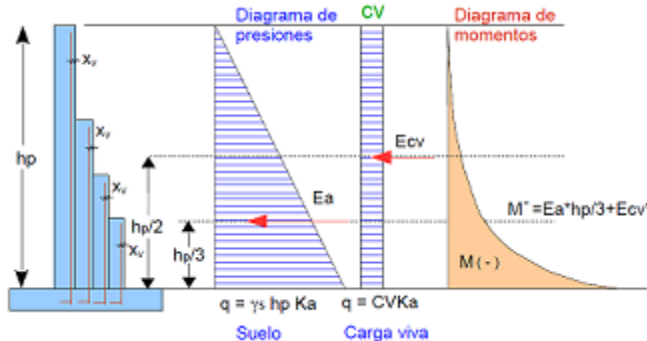
Ancho del rect. de pres. máx. actuantes (m) = 0.5 (83% Ancho zapata)

Factor de seguridad a cap. de carga = 3.796566

CARLOS BIENVENIDO RAMIREZ MORALES  
IC-3037  
INGENIERO CIVIL

# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

### Revisión de pantalla a la profundidad de 1.4m

Espesor total de pantalla en prof. 1.4m = 20

Espesor equivalente (cm) = 19.3

Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635

Peso pantalla (kg) = 540.4

### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 480.76

Cortante actuante amplificado (kg/m) = 721.1347

Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.5995218

Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231

Relación Esf. Corte = 0.26 - OK

### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería  $f_m$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 9.38

Esfuerzo admisible en la mampostería  $f_b$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.97

$f_m < f_b \Rightarrow$  O.K.

Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 224.35

Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.33

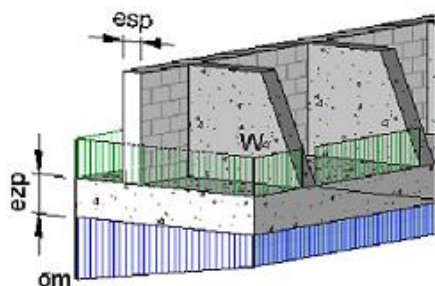
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.0613

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO



## Diseño del Pie

Ancho de zapata (m) = 0.6

Ancho del pie (m) = 0.2

Result. presión en el pie (kg) = 597.7542

Long. efectiva presión (m) = 0.2

### Flexión

Momento nominal en pie (kg-m) = 59.77542

Momento último en pie (kg-m) = 95.6406677246094

Acero transv. req. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 0.2480565

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en pie (kg) = 597.7542

Cortante último actuante en pie (kg) = 956.406640625

Capacidad a corte en pie (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.1 - OK

## Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 0.6

Ancho del talón (m) = 0.2

Peso cuña+suelo+talón (kg) = 582

### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 58.2

Momento último en talón (kg-m) = 93.1200012207031

Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 0.2415188

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 582

Cortante último actuante en talón (kg) = 931.2

Capacidad a corte en talón (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.1 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

• MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales

• Ing. Issa Guadalupe Menjivar de Torres



## 7 Diseño de muro MZ3-2

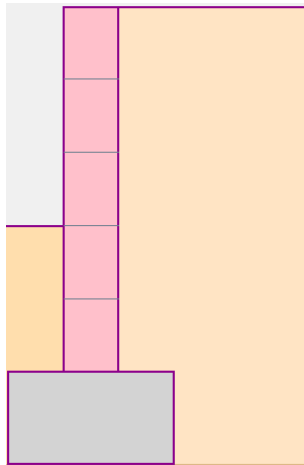
### DISEÑO DE MUROS DE RETENCIÓN Muro en Voladizo con pantalla de bloque de concreto sobre Suelo

ESTATUS GENERAL: **Todo bien**

#### RESUMEN DE ESTABILIDAD

Factor de seguridad Volteo = 2.83  
Factor de seguridad Deslizamiento = 3.79  
Factor de seguridad Cap. de SUELO = 2.94  
(Trabaja el 56% del ancho de la zapata)

#### DATOS DE ENTRADA



#### Datos Generales

Altura vista del muro (m) = 0.60  
Desplante de muro (m) = 0.65  
Altura total del muro (m) = 1.25  
Ancho de zapata (m) = 0.45  
Espesor de zapata (m) = 0.25  
Altura de pantalla (m) = 1  
Acero de refuerzo  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Considerar empuje pasivo : Desplante  $h_p$  (m) = 0.65  
Considerar diente : No

#### Datos del Relleno

Peso volumétrico del suelo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650  
Angulo de fricción interna del suelo  $\phi$  (°) = 30  
Angulo de inclinación de la cara interna del muro respecto a la vertical  $\theta$  (°) = 0  
Angulo de fricción entre pantalla de muro y relleno  $\delta$  (°) = 20 (Usar  $2/3 \phi$ )  
Angulo de inclinación del relleno respecto a la horizontal  $\beta$  (°) = 0  
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Empuje actuante sobre el muro = Activo  
No se considera la componente de fricción del empuje activo para el análisis de la estabilidad global.

#### Datos del Empuje Pasivo

Peso volumétrico del suelo del lado del empuje pasivo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo del lado del empuje  $\phi_p$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción entre muro y suelo del lado del empuje pasivo  $\delta_p$  (°) = 0  
Angulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal  $\beta_p$  (°) = 0

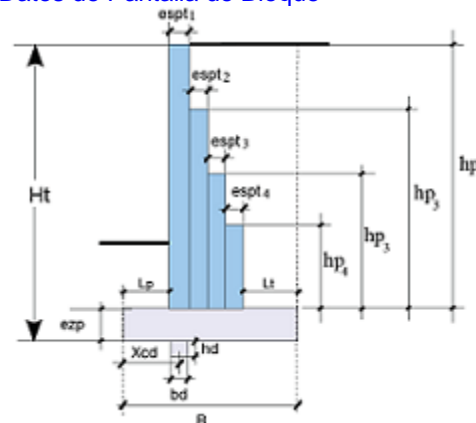
#### Datos del suelos de Fundación

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Peso volumétrico del suelo de fundación ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo de fundación  $\phi_f$  (°) = 30 (Igual al relleno)  
Coeficiente de fricción suelo-zapata ( $\mu$ )  $\mu = 0.45$   
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Capacidad de carga del suelo : Calculada

#### Datos de Zapata de Concreto

Ubicación del vecino: Sin colindancia  
Longitud del pie (lado del empuje pasivo) (m) = 0.15  
Longitud del talón (lado del relleno) (m) = 0.15  
Ancho total de zapata (m) = 0.45  
Espesor de zapata (m) = 0.25  
Apoyo sobre: Suelo

#### Datos de Pantalla de Bloque



Resistencia mampostería  $f'_m = 70 \text{ kg/cm}^2$   
Arranque de concreto : No  
Huecos llenos: todos  
Pantallas enterradas (embebidas en el relleno)  
Número de pantallas = 1  
Pantalla 1:  
Espesor (cm) = 15  
Profundidad (m) = 0.00  
Refuerzo Vertical = # 4@40 cm  
Recubrimiento libre (cm) = 6

#### Datos de Cargas

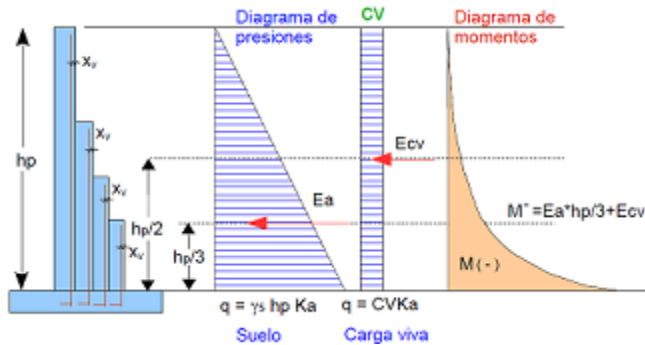








# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

## Revisión de pantalla a la profundidad de 1m

Espesor total de pantalla en prof. 1m = 15

Espesor equivalente (cm) = 14.22

Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635

Peso pantalla (kg) = 284.4

### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 245.28

Cortante actuante amplificado (kg/m) = 367.9259

Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.4887107

Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231

Relación Esf. Corte = 0.21 - OK

### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 8.96

Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 31.08  
fm < fb ==> O.K.

Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 81.76

Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 0.77

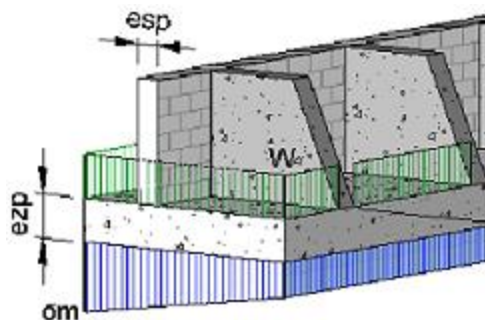
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 1.95

Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 1.95

Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.0321

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO



Diseño del Pie

Ancho de zapata (m) = 0.45

Ancho del pie (m) = 0.15

Result. presión en el pie (kg) = 536.0679

Long. efectiva presión (m) = 0.15

### Flexión

Momento nominal en pie (kg-m) = 40.20509

Momento último en pie (kg-m) = 64.3281494140625

Acero transv. req. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 0.1668434

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en pie (kg) = 536.0679

Cortante último actuante en pie (kg) = 857.70859375

Capacidad a corte en pie (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.09 - OK

## Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 0.45

Ancho del talón (m) = 0.15

Peso cuña+suelo+talón (kg) = 337.5

### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 25.3125

Momento último en talón (kg-m) = 40.5000030517578

Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 0.105042

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 2.5

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 2.5

### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 337.5

Cortante último actuante en talón (kg) =

540.000048828125

Capacidad a corte en talón (kg) = 9792.548

Relación de fuerzas cortantes = 0.06 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badiño y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

• MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales

• Ing. Issa Guadalupe Menjívar de Torres



## 8 Diseño de muro MZ4-1

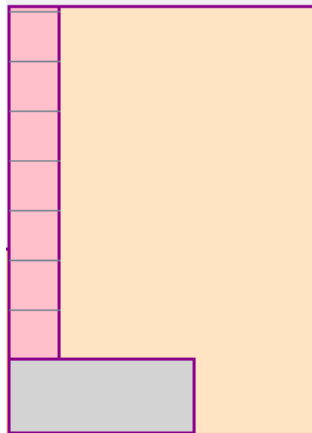
### DISEÑO DE MUROS DE RETENCIÓN Muro en Voladizo con pantalla de bloque de concreto sobre Suelo

ESTATUS GENERAL: **Todo bien**

#### RESUMEN DE ESTABILIDAD

Factor de seguridad Volteo = 2.21  
Factor de seguridad Deslizamiento = 1.91  
Factor de seguridad Cap. de SUELO = 2.45  
(Trabaja el 59% del ancho de la zapata)

#### DATOS DE ENTRADA



#### Datos Generales

Altura vista del muro (m) = 1  
Desplante de muro (m) = 0.75  
Altura total del muro (m) = 1.75  
Ancho de zapata (m) = 0.75  
Espesor de zapata (m) = 0.3  
Altura de pantalla (m) = 1.45  
Acero de refuerzo  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$   
Resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Considerar empuje pasivo : Desplante  $h_p (m) = 0.75$   
Considerar diente : No

#### Datos del Relleno

Peso volumétrico del suelo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650  
Angulo de fricción interna del suelo  $\phi (^\circ) = 30$   
Angulo de inclinación de la cara interna del muro respecto a la vertical  $\theta (^\circ) = 0$   
Angulo de fricción entre pantalla de muro y relleno  $\delta (^\circ) = 20$  (Usar  $2/3 \phi$ )  
Angulo de inclinación del relleno respecto a la horizontal  $\beta (^\circ) = 0$   
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Empuje actuante sobre el muro = Activo  
No se considera la componente de fricción del empuje activo para el análisis de la estabilidad global.

#### Datos del Empuje Pasivo

Peso volumétrico del suelo del lado del empuje pasivo ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo del lado del empuje  $\phi_p (^\circ) = 30$  (Igual al relleno)  
Angulo de fricción entre muro y suelo del lado del empuje pasivo  $\delta_p (^\circ) = 0$   
Angulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal  $\beta_p (^\circ) = -30$

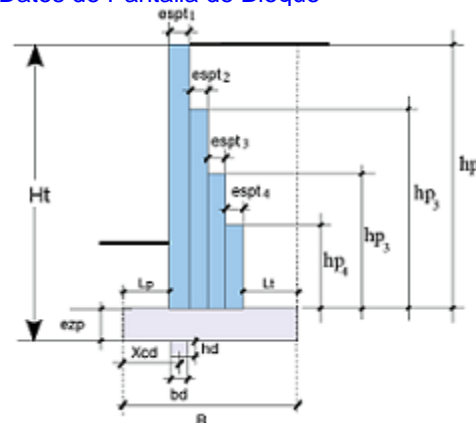
#### Datos del suelos de Fundación

Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 0  
Peso volumétrico del suelo de fundación ( $\text{kg/m}^3$ ) = 1650 (Igual al relleno)  
Angulo de fricción interna del suelo de fundación  $\phi_f (^\circ) = 30$  (Igual al relleno)  
Coeficiente de fricción suelo-zapata ( $\mu$ )  $\mu = 0.45$   
Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
para Suelos granulares con limo  
Capacidad de carga del suelo : Calculada

#### Datos de Zapata de Concreto

Ubicación del vecino: Sin colindancia  
Longitud del pie (lado del empuje pasivo) (m) = 0  
Longitud del talón (lado del relleno) (m) = 0.55  
Ancho total de zapata (m) = 0.75  
Espesor de zapata (m) = 0.30  
Apoyo sobre: Suelo

#### Datos de Pantalla de Bloque

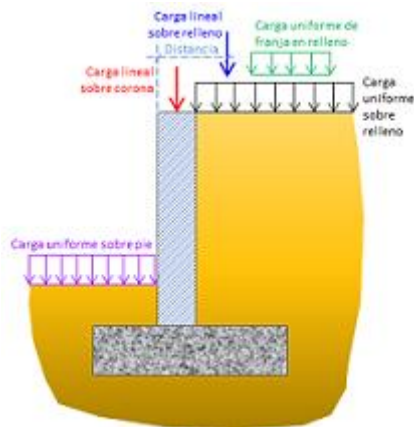


Resistencia mampostería  $f'_m = 70 \text{ kg/cm}^2$   
Arranque de concreto : No  
Huecos llenos: todos  
Pantallas enterradas (embebidas en el relleno)  
Número de pantallas = 1  
Pantalla 1:  
Espesor (cm) = 20  
Profundidad (m) = 0.00  
Refuerzo Vertical = # 4@40 cm  
Recubrimiento libre (cm) = 6

#### Datos de Cargas

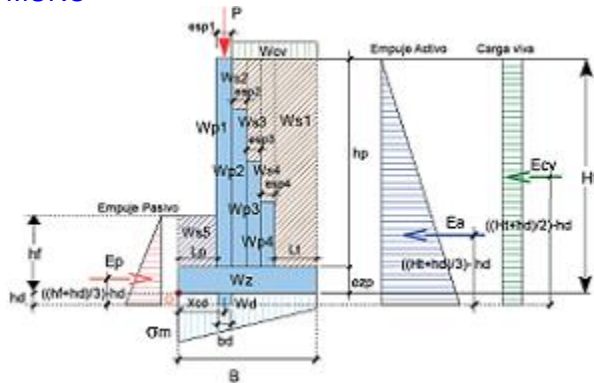


# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 0  
 Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
 Distancia (m) = 0  
 Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Distancia al inicio (m) = 0  
 Ancho de la franja (m) = 0  
 Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



### Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
 Peso Pantalla 1 (kg) = 559.7  
 Cent Pantalla 1 (m) = 0.1

Base de la zapata (m) = 0.75  
 Peso zapata (kg) = 540  
 Cent zapata (m) = 0.375

Peso diente (kg) = 0  
 Cent diente (m) = 1.15

Suelo del lado del empuje activo  
 Peso suelo (kg) = 1315.875  
 Cent suelo (m) = 0.475

Suelo sobre cada pantalla  
 Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0

Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.1

Peso cuña talud (kg) = 0  
 Cent cuña talud (m) = 0.5666667

Suelo del lado del empuje pasivo  
 Peso suelo (kg) = 0  
 Cent suelo (m) = 0

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
 Coeficiente empuje activo = 0.2973138  
 Empuje Activo (kg/m) = 751.182  
 Posición empuje actuante = 0.5833333

Coeficiente empuje pasivo = 0.75  
 Empuje Pasivo (kg) = 348.0469  
 Posición empuje pasivo = 0.25

Momento de volteo actuante (kg-m) = 438.1895  
 Momento de volteo resisten (kg-m) = 970.5223  
 Factor de seguridad al volteo = 2.214846

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
 Resultante de fuerzas verticales (kg) = 2415.575  
 Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
 Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
 para Suelos granulares con limo  
 Fuerza de fricción suelo-zapata = 1087.009  
 Empuje pasivo (kg) = 348.0469  
 Empuje activo = 751.182  
 Factor de seguridad al deslizamiento = 1.910397

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

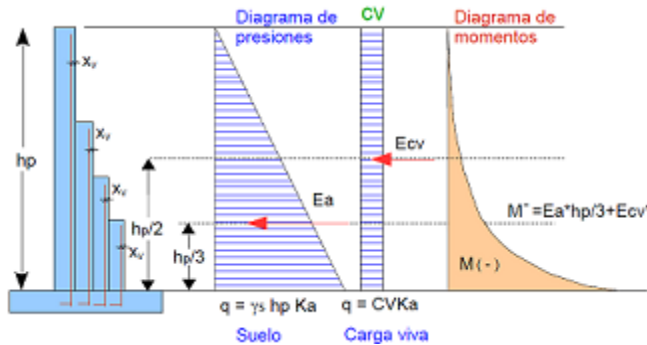
Capacidad de suelo Calculada  
 Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
 Cohesión = 0  
 Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
 Desplante = 0.75  
 Ancho total de zapata = 0.75  
 Falla global  
 Factor Nc = 37.16244  
 Factor Nq = 22.45574  
 Factor Ny = 20.11598  
 Capacidad última falla global = 40235.75  
 Falla local  
 Cohesión local = 0  
 $\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$   
 Factor Nc' = 18.99137  
 Factor Nq' = 8.30978  
 Factor Ny' = 5.126533  
 Capacidad última falla local = 13455.39  
 Factor de seguridad = 3  
 Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.341192

Posición de la resultante (m) = 0.2203752  
 Excentricidad de la resultante (m) = 0.1546248  
 Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.5480596  
 Ancho del rect. de pres. máx. actuantes (m) = 0.4408 (59% Ancho zapata)  
 Factor de seguridad a cap. de carga = 2.447163

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

## Revisión de pantalla a la profundidad de 1.45m

Espesor total de pantalla en prof. 1.45m = 20

Espesor equivalente (cm) = 19.3

Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635

Peso pantalla (kg) = 559.7

### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 515.71

Cortante actuante amplificado (kg/m) = 773.5642

Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.6431094

Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231

Relación Esf. Corte = 0.27 - OK

### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería  $f_m$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 10.02

Esfuerzo admisible en la mampostería  $f_b$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.95

$f_m < f_b \Rightarrow$  O.K.

Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 249.26

Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.49

Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6

Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla (cm) = 0.0766

## DISEÑO DE ZAPATA

## SOBRE SUELO

### Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 0.75

Ancho del talón (m) = 0.55

Peso cuña+suelo+talón (kg) = 1711.875

### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 470.7657

Momento último en talón (kg-m) = 753.225048828125

Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 1.50959

Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3

Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 3

Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 3

Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3

### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 1711.875

Cortante último actuante en talón (kg) = 2739

Capacidad a corte en talón (kg) = 12672.71

Relación de fuerzas cortantes = 0.22 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjívar de Torres

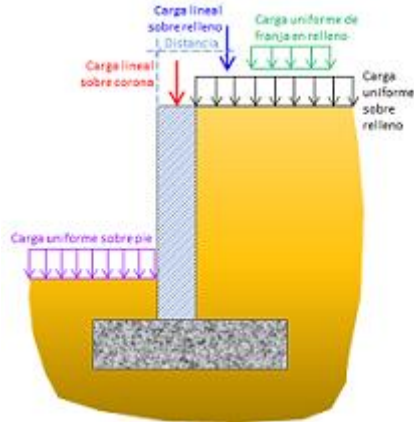






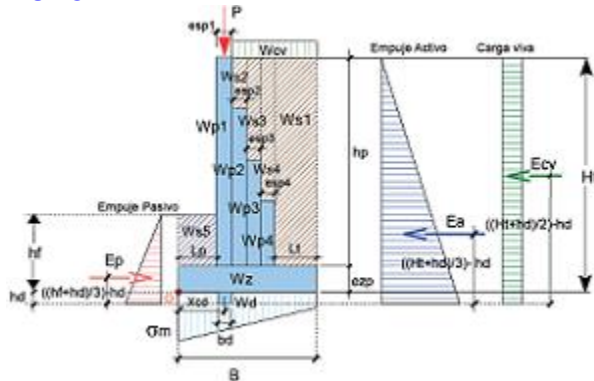
# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

## Datos de Cargas



Carga lineal sobre corona (kg/m) = 0  
 Carga lineal sobre relleno (kg/m) = 0  
 Distancia (m) = 0  
 Carga uniforme sobre relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Carga uniforme de franja en relleno (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 Distancia al inicio (m) = 0  
 Ancho de la franja (m) = 0  
 Carga uniforme sobre el pie (kg/m<sup>2</sup>) = 0  
 La distribución de presiones laterales debidas a cargas externas se basa en el método de Boussinesq.

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO



## Pesos y centroides

Pantallas de bloque  
 Peso Pantalla 1 (kg) = 791.2999  
 Cent Pantalla 1 (m) = 0.1  
 Peso Pantalla 2 (kg) = 298.62  
 Cent Pantalla 2 (m) = 0.275

Base de la zapata (m) = 1.2  
 Peso zapata (kg) = 864.0001  
 Cent zapata (m) = 0.6

Peso diente (kg) = 0  
 Cent diente (m) = 1.15

Suelo del lado del empuje activo  
 Peso suelo (kg) = 2875.125

Cent suelo (m) = 0.775

Suelo sobre cada pantalla  
 Peso suelo pantalla 1 (kg) = 0  
 Cent suelo Pantalla 1 (m) = 0.1  
 Peso suelo pantalla 2 (kg) = 247.5  
 Cent suelo Pantalla 2 (m) = 0.275

Peso cuña talud (kg) = 0  
 Cent cuña talud (m) = 0.9166667

Suelo del lado del empuje pasivo  
 Peso suelo (kg) = 0  
 Cent suelo (m) = 0

## FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

Empuje actuante: Activo  
 Coeficiente empuje activo = 0.2973138  
 Empuje Activo (kg/m) = 1354.58  
 Posición empuje actuante = 0.7833333

Coeficiente empuje pasivo = 0.75  
 Empuje Pasivo (kg) = 348.0469  
 Posición empuje pasivo = 0.25

Momento de volteo actuante (kg-m) = 1061.088  
 Momento de volteo resiten (kg-m) = 3062.947  
 Factor de seguridad al volteo = 2.88661

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Zapata sobre suelo  
 Resultante de fuerzas verticales (kg) = 5076.545  
 Coeficiente de fricción suelo-zapata = 0.45  
 Tomado de Crespo Villalaz 4a. Ed. 1990  
 para Suelos granulares con limo  
 Fuerza de fricción suelo-zapata = 2284.445  
 Empuje pasivo (kg) = 348.0469  
 Empuje activo = 1354.58  
 Factor de seguridad al deslizamiento = 1.9434

## FACTOR DE SEGURIDAD DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

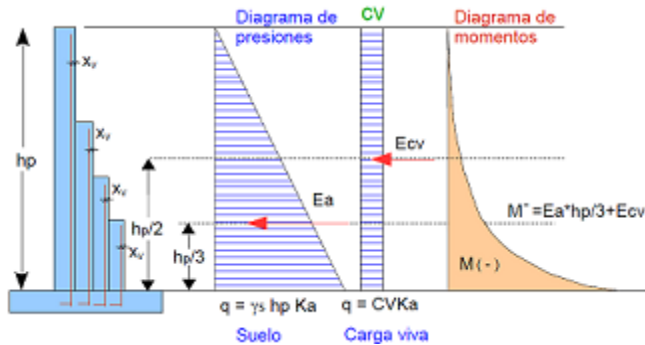
Capacidad de suelo Calculada  
 Utilizando la teoría del Dr. Karl Von Terzaghi (1943)  
 Cohesión = 0  
 Peso volumétrico del suelo de fundación = 1650  
 Desplante = 0.75  
 Ancho total de zapata = 1.2  
 Falla global  
 Factor Nc = 37.16244  
 Factor Nq = 22.45574  
 Factor Ny = 20.11598  
 Capacidad última falla global = 47703.8  
 Falla local  
 Cohesión local = 0  
 $\phi' (^{\circ}) = 21.0517256069627$   
 Factor Nc' = 18.99137  
 Factor Nq' = 8.30978  
 Factor Ny' = 5.126533  
 Capacidad última falla local = 15358.62  
 Factor de seguridad = 3  
 Capacidad admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>) = 1.590127

Posición de la resultante (m) = 0.3943349  
 Excentricidad de la resultante (m) = 0.2056651

# Proyecto ADECUACION DE AREA PARA QUIROFANOS EN EL HOSPITAL SALDAÑA

Presión actuante máxima (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.6436844  
Ancho del rect. de pres. máx. actuantes (m) = 0.7887 (66%  
Ancho zapata)  
Factor de seguridad a cap. de carga = 2.470351

## DISEÑO DE PANTALLA DE BLOQUE



No tiene arranque de concreto

Todos los huecos llenos

Las pantallas están enterradas (embebidas en el relleno)

### Revisión de pantalla a la profundidad de 1m

Espesor total de pantalla en prof. 1m = 20  
Espesor equivalente (cm) = 19.3  
Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635  
Peso pantalla (kg) = 386

#### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 245.28  
Cortante actuante amplificado (kg/m) = 367.9259  
Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.3058784  
Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231  
Relación Esf. Corte = 0.13 - OK

#### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 5.08  
Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 31.08  
fm < fb ==> O.K.  
Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 81.76  
Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 0.47  
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 2.6  
Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 3.17 - OK

### Revisión de pantalla a la profundidad de 2.05m

Espesor total de pantalla en prof. 2.05m = 35  
Espesor equivalente (cm) = 33.52  
Recubrimiento al centroide de la barra (cm) = 6.635  
Peso pantalla (kg) = 1337.42

#### Cortante

Cortante actuante (kg/m) = 1030.81  
Cortante actuante amplificado (kg/m) = 1546.208  
Esf. corte act. (kg/cm<sup>2</sup>) = 0.6056793  
Esf. corte adm. (kg/cm<sup>2</sup>) = 2.339231  
Relación Esf. Corte = 0.26 - OK

#### Flexión

Esfuerzo actuante en la mampostería fm (kg/cm<sup>2</sup>) = 7.49  
Esfuerzo admisible en la mampostería fb (kg/cm<sup>2</sup>) = 30.81  
fm < fb ==> O.K.  
Momento actuante (cm<sup>2</sup>) = 704.38  
Acero calculado (cm<sup>2</sup>) = 1.94  
Acero mínimo (cm<sup>2</sup>) = 4.55  
Acero Requerido (cm<sup>2</sup>) = 4.55  
Acero Proporcionado (cm<sup>2</sup>) = 6.33 - OK

Deformación lateral en el extremo superior de la pantalla  
(cm) = 0.0746

## DISEÑO DE ZAPATA SOBRE SUELO

### Diseño del Talón

Ancho de zapata (m) = 1.2  
Ancho del talón (m) = 0.85  
Peso cuña+suelo+talón (kg) = 3487.125

#### Flexión

Momento nominal en talón (kg-m) = 1482.028  
Momento último en talón (kg-m) = 2371.2451171875  
Acero transv. req. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 4.752375  
Acero mínimo en cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3  
Acero trans. a prop. lecho sup. (cm<sup>2</sup>) = 4.752375  
Acero trans. a prop. lecho inf. (cm<sup>2</sup>) = 3  
Acero longi. a prop. cada lecho (cm<sup>2</sup>) = 3

#### Cortante

Cortante nominal actuante en talón (kg) = 3487.125  
Cortante último actuante en talón (kg) = 5579.4  
Capacidad a corte en talón (kg) = 12672.71  
Relación de fuerzas cortantes = 0.44 - OK

## REFERENCIAS

- Mecánica de Suelos. Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 2a. Edición. 1979.
- Mecánica de suelos y Cimentaciones. Crespo Villalaz. 4a. Edición. 1990.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das. 4a. Edición. 2001.
- Foundation Design. Principles and Practices. Second Edition. Donald P. Coduto. 2001.
- Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 318 2011.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes de la República de El Salvador. 1996.
- Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería de la República de El Salvador. 1996.
- Reinforced Masonry Engineering Handbook. Sixth Edition. James E. Amrhein. 2009.

### Desarrollado por:

- MIE Ing. Carlos Bienvenido Ramírez Morales
- Ing. Issa Guadalupe Menjivar de Torres



## **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Los métodos de análisis y diseño estructural utilizados corresponden con los últimos avances en el desarrollo de las investigaciones en el campo de la ingeniería estructural.
- La estructura satisface los requerimientos mínimos de resistencia y serviciabilidad establecidos en el Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones de nuestro país.
- El detallamiento de la estructura, tanto en dimensiones como en cantidades de acero de refuerzo están conforme a los requerimientos establecidos en los códigos, reglamentos y normativas aplicables para este tipo de estructuras, por lo tanto, el diseño se considera adecuado.

### **RECOMENDACIONES**

- El constructor debe realizar un estudio detallado del juego de planos del proyecto para lograr una comprensión y conocimiento completos de la edificación, lo que le permitirá definir y ejecutar las estrategias más efectivas y eficientes de acuerdo al tipo de estructura durante el proceso constructivo.
- Tener durante el proceso constructivo un control detallado y suficiente de la calidad de todos los materiales constituyentes de la edificación realizando ensayos de laboratorio, puesto que de ello depende la calidad de la estructura construida, siguiendo las normativas aplicables para su fabricación.
- Se debe contar con una supervisión de campo durante la construcción con el fin de reducir los vicios durante el proceso constructivo y al mismo tiempo mejorar la calidad de la obra construida.