

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO



Análisis y Diseño de Cimentaciones Superficiales

“Manual del Usuario”

M.I. Francisco José Luna Rodríguez
Dr. Julio César Leal Vaca

Veranos de la ciencia 2021

El menú también contiene la pestaña de cargas donde se solicitará indicar el tipo de estructura Grupo A o Grupo B y de igual manera se indicará si la Zona es Sísmica o no lo es. Por último, se agregan las cargas actuantes sobre la zapata en la tabla.

Datos de Entrada

Propiedades Cargas

Cargas Actuantes

Tipo de Estructura Zona Sísmica

	P(ton)	Mx(ton-m)	My(ton-m)	Vx(ton)	Vy(ton)
C. Muerta	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C. Viva Maxima	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C. Viva Instantanea	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C. Viento x	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C. Viento y	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C. Sismo x	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C. Sismo y	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

OK Cancelar

Ilustración 4.- Datos de Entrada Cargas

Nota: La fuerza P que comprime la zapata se indica con signo positivo pero actúa hacia abajo mientras que el signo a considerar para los momentos será positivo si estos actúan en el sentido que indica la siguiente figura. El cortante en x será positivo si este va en dirección positiva al eje x de lo contrario será negativo, caso similar para el cortante en y si va en dirección positiva al eje y será positivo de lo contrario será negativo.

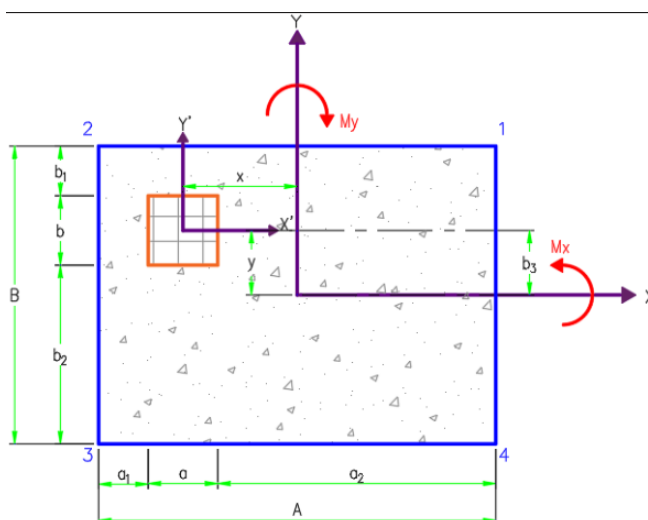


Ilustración 5.- Consideraciones de Signos



Para guardar los datos se presiona el botón “OK”, posterior a esto se consulta la pestaña de resultados para corroborar que el diseño cumpla con las condiciones y en caso contrario se oprime el botón de revisión para que redimensione la zapata.

Las celdas de color rojo son los datos que son ingresados en el menú anteriormente expuesto y el resto son calculados automáticamente. La capacidad de carga es calculada mediante una función basada en la teoría de Meyerhof.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS			CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Tipo de Zapata		Caso 1	Resistencia del concreto	$f'c$	250.00 kg/cm ²
Lado A de la Zapata	A	1.000 m	Resistencia del acero	f_y	4,200.00 kg/cm ²
Lado B de la Zapata	B	1.000 m	Peso Vol. Concreto	$\gamma_{concreto}$	2.40 ton/m ³
Lado C ₁ del Dado	a (C ₁)	0.200 m	Peso Vol. Relleno	$\gamma_{relleno}$	1.80 ton/m ³
Lado C ₂ del Dado	b (C ₂)	0.200 m	Peso Vol. Del Suelo	γ_{suelo}	1.64 ton/m ³
Distancia a paño	a ₁	0.400 m	Ángulo de fricción	ϕ	30.00 °
Distancia a paño	a ₂	0.400 m	Cohesión del suelo	c'	3.00 kg/cm ²
Excentricidad	x = a ₃	0.000 m	Facto de Seguridad del suelo	F.S.	3
Distancia a paño	b ₁	0.400 m	Capacidad del Terreno	q_{terr}	603.03 ton/m ²
Distancia a paño	b ₂	0.400 m	Coefficiente pasivo	Kp	3.00
Excentricidad	y = b ₃	0.000 m	Considerar Empuje pasivo:		SI
Nivel de Desplante	D _f	1.000 m			
Altura libre del Dado	h'	0.000 m			
Peralte de la Zapata	h	0.100 m			
Recubrimiento en zapata	r	0.050 m			
Peralte efectivo	d	0.050 m			

Ilustración 7.- Características de los materiales

Ilustración 6.- Características Geométricas

Teniendo los datos de la geometría, la hoja de Excel grafica la sección real de la zapata en planta y en corte mediante coordenadas referidas a la geometría.

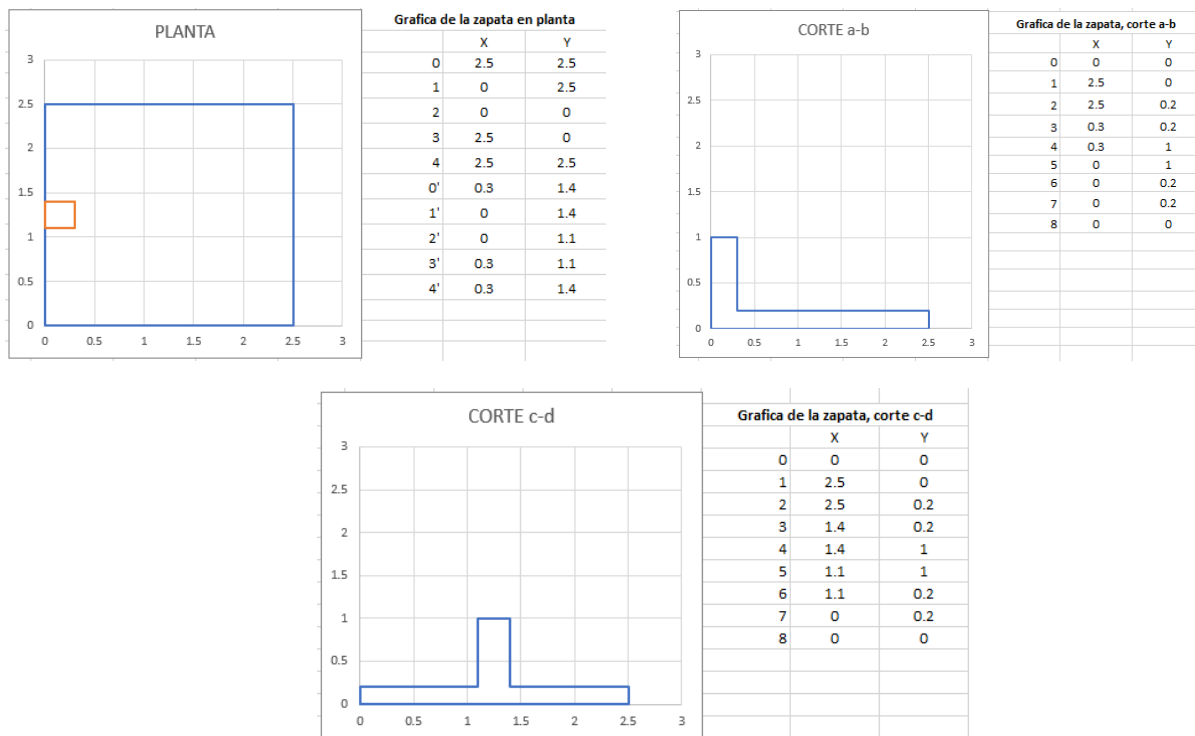


Ilustración 8.- Corte Sección Zapata



La hoja contiene la sección de Elementos Mecánicos Actuantes donde se muestran las combinaciones de servicio y de diseño correspondientes.

ELEMENTOS MECÁNICOS ACTUANTES					
Tipo de estructura	Grupo A		Zona Sísmica	NO	
Cargas Actuantes	P (ton)	M _x (ton-m)	M _y (ton-m)	V _x (ton)	V _y (ton)
C. Muerta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C. Viva Maxima	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
C. Viva Instantanea	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
C. Viento x	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
C. Viento y	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
C. Sismo x	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
C. Sismo y	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Combinaciones de servicio					
Servicio 01	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Servicio 02	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Servicio 03	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Servicio 04	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
Servicio 05	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
Combinaciones de diseño					
Diseño 01	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90
Diseño 02	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Diseño 03	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Diseño 04	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31
Diseño 05	14.08	14.08	14.08	14.08	14.08

Ilustración 9.- Elementos Mecánicos actuantes

Con un condicional, la tabla revisa si hay alguna combinación que no aplique, por ejemplo, si hay alguna carga que sea igual a cero o no se esté considerando, se tendrá una combinación menos y no arrojará ningún valor.

Para el caso de las combinaciones de diseño, con un condicional, aplica los factores de seguridad dependiendo del tipo de estructura indicada.

COMBINACIÓN POR SERVICIO

Servicio 01	$CM + CV$
Servicio 02	$CM + CV_{inst} + Viento_x$
Servicio 03	$CM + CV_{inst} + Viento_y$
Servicio 04	$CM + CV_{inst} + Sismo_x + 0.3Sismo_y$
Servicio 05	$CM + CV_{inst} + Sismo_x + 0.3Sismo_y$

Ilustración 10.- Combinación por Servicio



	Grupo B	Grupo A
Diseño 01	1.3CM + 1.5CV	1.5CM + 1.7CV
Diseño 02	1.1CM + 1.1CV _{inst} + 1.1Viento _x	
Diseño 03	1.1CM + 1.1CV _{inst} + 1.1Viento _y	
Diseño 04	1.1CM + 1.1CV _{inst} + 1.1Sismo _x + 0.3Sismo _y	
Diseño 05	1.1CM + 1.1CV _{inst} + 1.1Sismo _y + 0.3Sismo _x	

Ilustración 11.- Combinación por Diseño

Constantes para el cálculo

La hoja se encarga de calcular algunas constantes que serán necesarias más adelante en el cálculo. Esto con base en las (Normas Técnicas Complementarias , 2017).

CONSTANTES PARA EL CÁLCULO					
Resistencia del Concreto	f'c	212.50 kg/cm ²			
Factor β ₁	β ₁	0.85	$f''c = 0.85 f'c$		$\rho_b = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000\beta_1}{6000 + f_y}$
Porcentaje de Acero Min.	P _{min}	0.00264	$\beta_1 = 0.85 \text{ ó } 1.05 - \frac{f''c}{1400}$		$\rho_{max} = F_R \rho_b$
Porcentaje balanceado	ρ _b	0.02530			
Porcentaje de Acero Max	P _{max}	0.0190	$\rho_{min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{f_y}$		$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 D^2 K_p + 2c'_{2} \sqrt{K_p} D$

Ilustración 12.- Constantes para el cálculo

Estabilidad de la estructura por cargas de servicio

Se realizará el cálculo de los momentos de equilibrio, de volteo y los factores de seguridad, tanto en sentido “x” como en “y”.

ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA POR CARGAS DE SERVICIO						
Elemento	Carga (ton)	Brazos		Momentos Estabilizantes		
		x (m)	y (m)	M _{Ry} (ton-m)	M _{Rx} (ton-m)	
Peso de la Zapata	W _{zap}	0.240	0.500	-0.120	-0.120	
Peso del Dado	W _{dado}	0.086	0.500	-0.043	-0.043	
Peso del Relleno	W _{Relleno}	1.555	0.500	-0.778	-0.778	
Peso por carga Axial	P	11.200	0.500	-5.600	-5.600	
	13.08 ton			-6.54 ton-m	-6.54 ton-m	

MOMENTOS DE EQUILIBRIO	
M _{ey} =	-6.54 ton-m
M _{ex} =	-6.54 ton-m

MOMENTOS DE VOLTEO	
M _{vy} =	0.00 ton-m
M _{vx} =	0.00 ton-m

FACTORES DE SEGURIDAD AL VOLTEO		
FS _{vx} =	1.50	= 1.5, OK!
FS _{vy} =	1.50	= 1.5, OK!

Ilustración 13.- Estabilidad de la Estructura por Cargas de Servicio



En la primera parte se muestra una tabla donde se realiza el cálculo de las cargas que estabilizan la zapata, y a la par el cálculo de los momentos estabilizantes. Posterior a eso se muestran los momentos de equilibrio obtenidos de la suma de los momentos estabilizantes, y los momentos de volteo.

Para el cálculo de los momentos de equilibrio, primero se revisa hacia qué sentido se podría voltear la zapata, tanto en sentido x como y, ya que de esto depende el sentido del momento y por lo tanto el punto respecto al cual se tome este. Con un condicional se revisa el signo del momento de volteo, y con base en eso se decide respecto a qué punto se calcula el momento. Por ejemplo, si el Momento de Volteo en y (M_{Vy}) es negativo, entonces se voltearía respecto a la izquierda y respecto a ese punto se toma el momento de equilibrio correspondiente.

Por último, se realiza el cálculo de los factores de seguridad y con un condicional, Se verifica si pasa o no pasa. Si el Factor de Seguridad obtenido es menor a 1.5 entonces mostrará el texto “OK!” y si no es así mostrará el texto “No pasa!”

Esfuerzos de contacto sobre el suelo

A continuación, se calculan los esfuerzos que generaran las cargas al suelo, considerando algunas propiedades geométricas de la zapata (área de contacto, momentos de inercia). Para el cálculo de los esfuerzos en cada punto se utilizó una macro, con la cual se creó una función que realiza el cálculo de los esfuerzos (q), con el fin de optimizar el procesamiento de la hoja de cálculo.

Los resultados de los esfuerzos serán positivos lo cual indica Compresión o negativos que indica Tensión. El esfuerzo máximo en la zapata tendrá que ser menor al esfuerzo admisible, ¡si es el caso la hoja nos dará un “OK!”, y en caso de presentarse tensión, la cual no puede ser soportada por nuestro suelo, se indicará con la leyenda “Redimensionar”.

ESFUERZOS DE CONTACTO SOBRE EL SUELO					
PROPIEDADES DE LA ZAPATA					
Área de contacto	A	1.000 m ²	$A = A \times B$	$I_x = \frac{AB^3}{12}$	$I_y = \frac{BA^3}{12}$
Momento de Inercia X	I _x	0.083 m ⁴			
Momento de Inercia Y	I _y	0.083 m ⁴	$M'_x = M_{Vy} + P(b_2)$	$M'_y = M_{Vx} + P(a_2)$	
ESFUERZOS MÁXIMOS					
M total alrededor de X	M' _x	0.00 ton-m			
M total alrededor de Y	M' _y	0.00 ton-m			
			$q_i = \frac{P_s}{A} + \frac{M_{sx}y}{I_x} + \frac{M_{sy}x}{I_y}$	q1 =	13.082 ton/m ²
				q2 =	13.082 ton/m ²
				q3 =	13.082 ton/m ²
				q4 =	13.082 ton/m ²
			Esfuerzo Máximo	qmax	13.08 ton/m ²
			Capacidad del Terreno	qadm	603.03 ton/m ²
					Ok!
			Esfuerzo Mínimo	qmin	13.08 ton/m ²
					Ok!

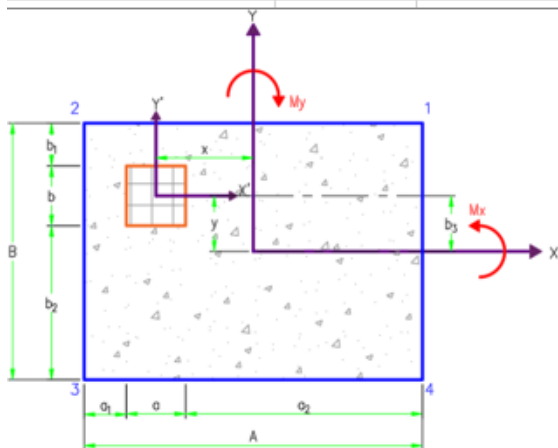
Ilustración 14.- Esfuerzos de Contacto sobre el Suelo por Cargas de Servicio

Estabilidad de la estructura por cargas de diseño

La hoja cuenta con un factor de carga (F.C.=1.1) de acuerdo con la NTC2017 el cual se multiplica por las cargas obtenidas anteriormente y se realizará el cálculo de los momentos de equilibrio, de volteo y los factores de seguridad, tanto en sentido “x” como en “y”.

ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA POR CARGAS DE DISEÑO

Elemento	Carga (ton)	Brazos		Momentos Estabilizantes	
		x (m)	y (m)	M _{Ry} (ton-m)	M _{Rx} (ton-m)
Peso de la Zapata	W _{zap}	0.264	0.500	-0.132	-0.132
Peso del Dado	W _{dado}	0.095	0.500	-0.048	-0.048
Peso del Relleno	W _{Relleno}	1.711	0.500	-0.855	-0.855
Peso por carga Axial	P _u	12.320	0.500	-6.160	-6.160
	14.390 ton			-7.195 ton-m	-7.195 ton-m



MOMENTOS DE EQUILIBRIO

$$M_{ey} = -7.19 \text{ ton-m}$$

$$M_{ex} = -7.19 \text{ ton-m}$$

MOMENTOS DE VOLTEO

$$M_{vy} = 0.00 \text{ ton-m}$$

$$M_{vx} = 0.00 \text{ ton-m}$$

FACTORES DE SEGURIDAD AL VOLTEO

$$FS_{vx} = 1.50 = 1.5, \text{ OK!}$$

$$FS_{vy} = 1.50 = 1.5, \text{ OK!}$$

Ilustración 15.-Estabilidad de la Estructura por Cargas de Diseño

Las consideraciones para el cálculo de estabilidad por cargas de diseño serán las mismas que las expuestas anteriormente en estabilidad por cargas de servicio.

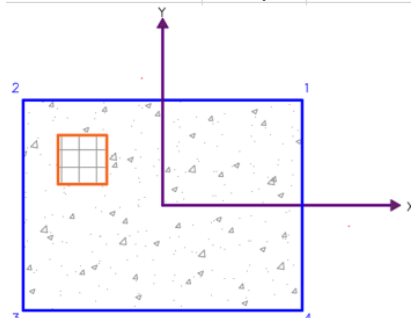
Esfuerzos de contacto sobre el suelo

A continuación, se calculan los esfuerzos que generaran las cargas al suelo, considerando algunas propiedades geométricas de la zapata (área de contacto, momentos de inercia). Para el cálculo de los esfuerzos en cada punto se utilizó una macro, con la cual se creó una función que realiza el cálculo de los esfuerzos (q), con el fin de optimizar el procesamiento de la hoja de cálculo. Se realiza el cálculo de cortante último (V_u) el cual es igual a la carga menos el promedio de los esfuerzos obtenidos multiplicado por C_{xp} y C_{yp}.

ESFUERZOS DE CONTACTO SOBRE EL SUELO

ESFUERZOS MÁXIMOS

M total alrededor de X	M' _x	0.00 ton-m
M total alrededor de Y	M' _y	0.00 ton-m



$$q_i = \frac{P_u}{A} + \frac{M_{ux}y}{I_x} + \frac{M_{uy}x}{I_y}$$

qu1 =	14.390 ton/m ²
qu2 =	14.390 ton/m ²
qu3 =	14.390 ton/m ²
qu4 =	14.390 ton/m ²

Cortante último	V _u	11.53 ton
-----------------	----------------	-----------

Ilustración 16.-Esfuerzos de Contacto Sobre el Suelo por Cargas de Diseño



Diseño del armado

La hoja de cálculo propondrá el número de varilla a utilizar, el usuario podrá cambiar dicho número de varilla si así lo desea. Con el número de varilla que el usuario seleccionó se calcula la separación para el diseño del armado en sentido x , y y por cambios volumétricos.

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO X			CORTANTE POR TENSIÓN DIAGONAL EN SENTIDO X		
Ancho a analizar	b	100.000 cm	Separación empleada	Sep.	10.000 cm
Peralte Total	h	10.000 cm	Área de acero empleada	A_s	7.04 cm ²
Peralte Efectivo	d	5.000 cm	ρ empleado	ρ	0.01408
Factor de Reducción flexión	F_R	0.9	$\rho = \frac{f_c''}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f_c''}} \right]$		
Porcentaje de Acero Min.	ρ_{min}	0.00264			
Indice de refuerzo	q	0.23389			
Pocentaje de Acero	ρ	0.01183			
ρ a utilizar	ρ	0.01408	Cortante crítico	V_{CR}	2,855.36 kg
Area de acero	A_s	7.04 cm ²	Cortante último presente	V_{up}	4,320.32 kg
Varilla a utilizar	#	3	<p style="text-align: center;"><i>El peralte propuesto no es adecuado</i> <i>Utilizar varillas no. 3 @ 10 cm</i></p>		
Área de la varilla	A_v	0.71 cm ²			
Separación necesaria	Sep.	10.123 cm			

Ilustración 17.- Diseño del armado en sentido X

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO Y			CORTANTE POR TENSIÓN DIAGONAL EN SENTIDO Y		
Ancho a analizar	b	100.000 cm	Separación empleada	Sep.	10.000 cm
Peralte Total	h	10.000 cm	Área de acero empleada	A_s	7.04 cm ²
Peralte Efectivo	d	5.000 cm	ρ empleado	ρ	0.01408
Factor de Reducción flexión	F_R	0.9	$q = 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f_c''}} \quad \rho = \frac{f_c''}{f_y} q$		
Porcentaje de Acero Min.	ρ_{min}	0.00264			
Indice de refuerzo	q	0.23389			
Pocentaje de Acero	ρ	0.01183			
ρ a utilizar	ρ	0.01408	Cortante crítico	V_{CR}	2,855.36 kg
Area de acero	A_s	7.04 cm ²	Cortante último presente	V_{up}	4,320.32 kg
Varilla a utilizar	#	3	<p style="text-align: center;"><i>El peralte propuesto no es adecuado</i> <i>Utilizar varillas no. 3 @ 10 cm</i></p>		
Área de la varilla	A_v	0.71 cm ²			
Separación necesaria	Sep.	10.123 cm			

Ilustración 18.- Diseño del armado en sentido y

DISEÑO POR CAMBIOS VOLUMÉTRICOS (ACERO POR TEMPERATURA)					
Esfuerzo de fluencia	f_y	4200.0000	$a_{sl} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)}$		
Espesor de la losa	x_1	5.000 cm			
Area de acero	A_s	0.0112			
Se armará en dos lechos					
Porcentaje de acero por t.	ρ_t	0.0022 cm ²	<p style="text-align: center;"><i>Utilizar varillas no. 3 @ 50 cm por temperatura</i></p>		
Varilla a utilizar	#	3			
Área de la varilla	A_v	0.71 cm ²			
Separación necesaria	Sep.	50.000 cm			

Ilustración 19.- Diseño del armado por cambios volumétricos

Revisión del cortante por penetración

La hoja mostrará el caso de punzonamiento para el diseño de la zapata propuesta.

Revisión del cortante por penetración			
	CASO :	Caso 1	
1. Distancias del área de punzonamiento	$C_{xp} =$	0.250 m	Actualizar Punzonamiento
	$C_{yp} =$	0.250 m	
2. Factor de transferencia de flexión por cortante	$\alpha_y =$	0.4012	
	$\alpha_x =$	0.4012	
3. Área de punzonamiento	$A_{CR} =$	0.050 m ²	
4. Distancias del centroide del área a punzonamiento a los bordes	$C_{23} =$	0.125 m	
	$C_{14} =$	0.125 m	
	$C_{34} =$	0.125 m	
	$C_{12} =$	0.125 m	
5. Momentos polares de inercia respecto a los ejes centroidales	$J_{cy} =$	0.001 m ⁴	
	$J_{cx} =$	0.001 m ⁴	
6. Distancias del centroide de cortante al centroide del dado	$g_x =$	0.000 m	
	$g_y =$	0.000 m	
7. Momentos respecto al centroide del área de cortante	$M_{px} =$	0.00 ton-m	
	$M_{py} =$	0.00 ton-m	
8. Esfuerzos en las esquinas de la zona de punzonamiento	$\tau_{u1} =$	230.61 ton/m ²	
	$\tau_{u2} =$	230.61 ton/m ²	
	$\tau_{u3} =$	230.61 ton/m ²	
	$\tau_{u4} =$	230.61 ton/m ²	

Ilustración 20.- Revisión del Cortante por Penetración

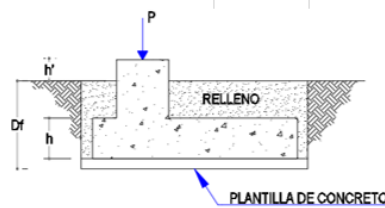
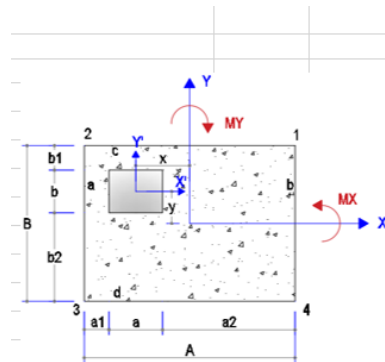
Posteriormente se realiza una comparación entre el esfuerzo último de punzonamiento y el cortante resistente del concreto por punzonamiento. Si el esfuerzo último de punzonamiento es mayor que el cortante resistente del concreto por punzonamiento aparecerá la leyenda “El peralte propuesto no es adecuado” de lo contrario aparecerá la leyenda “El peralte propuesto es adecuado”.

Esfuerzo ultimo de punzonamiento	$\tau_u =$	23.06 kg/cm ²	$V_{CR} = 0.4F_R bd \sqrt{f'_c}$
Cortante resistente del concreto por punzonamiento	$V_{CR} =$	4.74 kg/cm ²	
<i>El peralte propuesto no es adecuado</i>			

Ilustración 21.- Comprobación por punzonamiento

Hoja de resultados

El archivo de Excel cuenta con una pestaña llamada “Resultados” en donde el usuario podrá consultar un resumen de los cálculos antes expuestos como lo son: geometría de la zapata, características de los materiales, capacidad de carga del suelo, revisión por estabilidad de la estructura por cargas de servicio, esfuerzos de contacto sobre el suelo, cortante por tensión diagonal en sentido x y y , revisión del cortante por penetración, así como el acero de refuerzo en sentido x , y y por temperatura.



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Lado A de la Zapata	A	2.700 m
Lado B de la Zapata	B	2.700 m
Lado C ₁ del Dado	a (C ₁)	0.400 m
Lado C ₂ del Dado	b (C ₂)	0.400 m
Distancia a paño	a ₁	1.150 m
Distancia a paño	a ₂	1.150 m
Excentricidad	x = a ₃	0.000 m
Distancia a paño	b ₁	1.150 m
Distancia a paño	b ₂	1.150 m
Excentricidad	y = b ₃	0.000 m
Nivel de Desplante	D _f	1.500 m
Altura libre del Dado	h'	0.000 m
Peralte de la Zapata	h	0.400 m
Recubrimiento en zapata	r	0.050 m
Peralte efectivo	d	0.350 m

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Resistencia del concreto	f'c	250.00 kg/cm ²
Resistencia del acero	fy	4,200.00 kg/cm ²
Peso Vol. Concreto	Yconcreto	2.40 ton/m ³
Peso Vol. Relleno	Yrelleno	1.80 ton/m ³
Peso Vol. Del Suelo	Ysuelo	1.64 ton/m ³
Ángulo de fricción	φ	30.00
Cohesión del suelo	c'	0.50 kg/cm ²
Facto de Seguridad del sue	F.S.	3.00
Capacidad del Terreno	q terr	132.16 ton/m ²
Coefficiente pasivo	Kp	3.00

Ilustración 23.- Hoja de resultados características

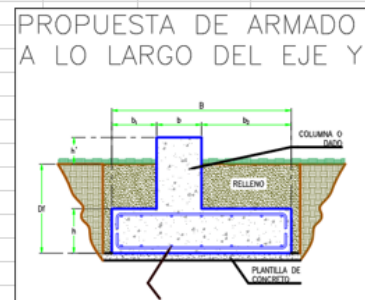
REVISIONES

ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA POR CARGAS DE SERVICIO:			
	FS v _x =	6.57	> 1.5, OK!
	FS v _y =	6.57	> 1.5, OK!
ESFUERZOS DE CONTACTO SOBRE EL SUELO:			
	Esfuerzo Máximo	q _{max}	9.01 ton/m ²
	Capacidad del Terreno	q _{adm}	132.16 ton/m ²
			Ok!
	Esfuerzo Mínimo	q _{min}	0.41 ton/m ²
			Ok!
CORTANTE POR TENSIÓN DIAGONAL EN SENTIDO X:			
	V _{cr} =	20,752.45 kg	
	V _{ap} =	2,909.66 kg	
			<i>El peralte propuesto es adecuado</i>
CORTANTE POR TENSIÓN DIAGONAL EN SENTIDO Y:			
	V _{cr} =	20,752.45 kg	
	V _{ap} =	20,752.45 kg	
Revisión del cortante por penetración:			
	τ _u =	3.44 kg/cm ²	
	V _{cr} =	4.11 kg/cm ²	
			<i>El peralte propuesto es adecuado</i>

ACERO DE REFUERZO



En sentido X:
Utilizar varillas no. 6 @ 30 cm



En sentido y:
Utilizar varillas no. 6 @ 30 cm

Acero por temperatura
Utilizar varillas no. 3 @ 25 cm por temperatura

Ilustración 22.- Hoja de resultados revisiones