MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

GOBERNACIÓN DEL CESAR

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALVARO ARAUJO NOGUERA, MUNICIPIO DE ASTREA - CESAR

ZONA ACCESO – PORTERIA - CERRAMIENTO

NORMA DE DISEÑO
NSR-10

William Fuentes

INGENIERO CALCULISTA
ING. WILLIAM FUENTES LACOUTURE
M.P. 25202150640 CND

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALVARO ARAUJO NOGUERA, MUNICIPIO DE ASTREA - CESAR

ZONA ACCESO – PORTERIA - CERRAMIENTO

CONTROL DE REVISIONES		
REV	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN**
1	06/26	Edición Inicial

CONTROL DE COPIAS	
NUMERO	**DESTINATARIO**
1	Propietario/Responsable

Elaboró: Ing. – **INGENIERO CALCULISTA** **ING. WILLIAM FUENTES LACOUTURE** **M.P. 25202150640 CND**	Revisó: Ing. I, Civil M.P.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LUIS ALVARO ARAUJO NOGUERA, MUNICIPIO DE ASTREA – CESAR - ZONA CUARTO ELECTRICO

Contenido

LOCALIZACIÓN 5

NORMAS 5

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA 5

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO 6

CARACTERISTICAS DE MATERIALES 7

- Resistencia a compresión del concreto 7
- Módulo de elasticidad del concreto 7
- Acero de refuerzo 7

CARGAS 7

IDENTIFICACIÓN DE CARGAS EN MODELO 8

COMBINACIONES DE CARGA 8

MODELO ANÁLITICO 10

CARGAS INCLUIDAS EN EL MODELO 11

ANÁLISIS SÍSMICO 12

- Verificación de fuerza sísmica en la base 12
- Porcentaje de participación de masas 12

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS ESPECIALES ACORDE AL CAPITULO A.12 NSR-10 14

- DERIVAS POR UMBRAL DE DAÑO 15

ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES 16

- Irregularidades en planta 16
- Irregularidades en altura 18
- Ausencia de redundancia 19

DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 20

- Diseño de elementos en concreto reforzado 20
- Diseño de elementos de cimentación. 21

DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.....27

LOCALIZACIÓN

El presente proyecto se refiere a los MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

NORMAS

Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios

- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010
- Decreto 2525 del 13 de julio de 2010
- Decreto 092 del 17 de enero de 2011
- Decreto 340 del 13 de febrero de 2012
- Decreto 945 del 5 de junio de 2017
- Decreto 2113 del 25 de noviembre de 2019
- Resolución 0017 del 4 de diciembre de 2017

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura de la zona de cuarto electrico se compone por sistema estructural porticado. La cimentación será superficial. La cubierta será en losa maciza.

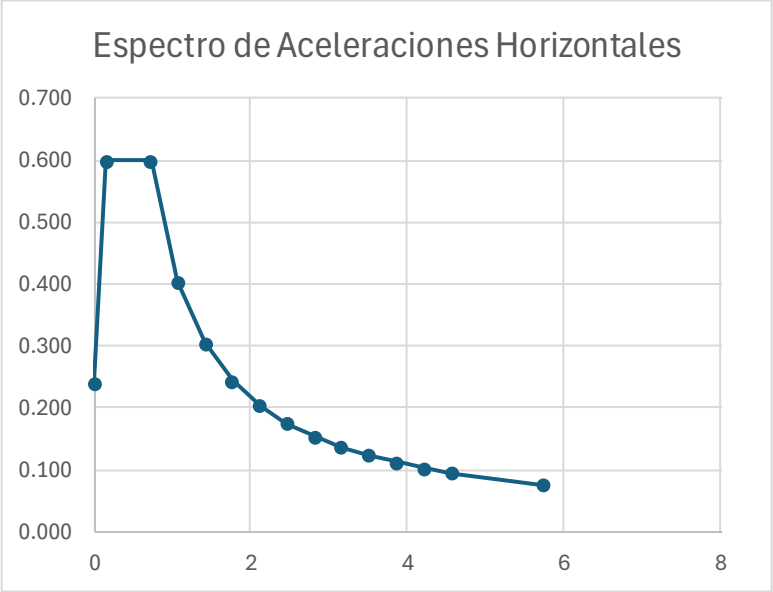
CIMENTACIÓN	"Dada las características del proyecto se considera entonces viable el uso de un sistema de cimentación superficial para la transmisión de las cargas de las estructuras al terreno por medio de zapatas desplantadas a una profundidad mínima de 1.50 metros y unidas entre sí por vigas de amarre diseñadas por el ingeniero estructural. La capacidad admisible del terreno será de 16.0 Ton/m2."
SISTEMA ESTRUCTURAL	Sistema de pórticos.
SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA	Porticos en concreto reforzado. DMO.
COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA BÁSICO	5.00
FACTOR DE SOBRE RESISTENCIA	3.00
ALTURA MÁXIMA	Sin límite.
GRADO DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	Moderado – DMO

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO

PERFIL DE SUELO	D
ACELERACIÓN HORIZONTAL PICO EFECTIVA Aa	0.10
VELOCIDAD HORIZONTAL PICO EFECTIVA Av	0.10
COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN SÍSMICA EN PERIODOS CORTOS Fa	1.60
COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN SÍSMICA EN PERIODOS MEDIOS Fv	2.40
GRUPO DE USO	IV – Edificaciones Indispensables
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	1.50

ESPECTRO DE DISEÑO					
UBICACIÓN	Astrea - Cesar				
DATOS					
GRUPO DE USO	IV	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA			1.5
PERFIL DE SUELO	D	Fa	1.6	Fv	2.4
AaFal	0.24	Aa	0.1	Av	0.1
Sa	0.6	T0	0.15	Tc	0.72

T (s)	Sad (g)
0	0.240
0.15	0.600
0.72	0.600
1.07	0.404
1.42	0.304
1.77	0.244
2.12	0.204
2.47	0.175
2.82	0.153
3.17	0.136
3.52	0.123
3.87	0.112
4.22	0.102
4.57	0.095
5.76	0.075



CARACTERISTICAS DE MATERIALES

Los elementos estructurales de la estructura se analizaron con las siguientes características:

Resistencia a compresión del concreto

La resistencia a la compresión del concreto establecida es de:

Columnas y vigas: 21 MPa.
Cimentación: 21 MPa.

Módulo de elasticidad del concreto

El agregado usado para el concreto estructural deberá ser de origen metamórfico.

Su módulo de elasticidad se calcula según lo indica C.8.5.1.

Módulo de elasticidad del concreto: 3900√21MPa=17872.04 MPa

Acero de refuerzo

El refuerzo de los elementos de concreto y muros de perforación vertical consiste en varillas corrugadas de acero con diámetros desde 4mm hasta 1" y las siguientes resistencias a tensión fy.

Varillas de refuerzo: 420 MPa.
Mallas Electrosoldadas: 480 MPa.
Perfiles estructurales Tipo I: ASTM A572 G50 Fy=345 MPa Fu= 450 Mpa
Tuberia estructural: ASTM A500 Fy=345 MPa Fu=425 MPa
Platinas: ASTM A36
Tornillos y Pernos: A325

El acero de refuerzo utilizado debe cumplir con la norma NTC-2289, con módulo de elasticidad de 200000 MPa

CARGAS

Peso propio de los elementos estructurales:

Todos los elementos de concreto reforzado: 2400 Kg/m3
Todos los elementos en acero: 7800 Kg/m3

$$Losa\ Maciza\ 12cm = 0.12m * \frac{2.4Ton}{m3} = 0.288\ Ton/m2$$

Cargas adicionales al peso propio de los elementos estructurales (gravitacionales):

Carga viva en cubierta: 200 Kg/m2
Carga muerta sobreimpuesta en cubierta: 200 kg/m2

IDENTIFICACIÓN DE CARGAS EN MODELO

Condiciones de carga:

D	Carga muerta – Peso Propio
DS	Carga muerta sobreimpuesta
L	Carga Viva
SX	Cargas sísmicas En dirección X
SY	Cargas sísmicas En dirección Y
W	Carga de viento

COMBINACIONES DE CARGA

Name	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF
CIM 0,6D	Dead	0.6	DS	0.6				
CIM 0,6D+0.7SX	Dead	0.6	DS	0.6	SX	0.7		
CIM 0,6D+0.7SY	Dead	0.6	DS	0.6	SY	0.7		
CIM 1.0D	Dead	1	DS	1				
CIM 1.0D+0.7SX	Dead	1	DS	1	SX	0.7		
CIM 1.0D+0.7SY	Dead	1	DS	1	SY	0.7		
CIM 1.0D+0.75L+0.5SX	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SX	0.5
CIM 1.0D+0.75L+0.5SY	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SY	0.5
CIM 1.0D+1.0L	Dead	1	DS	1	Live	1		
DES 0.6D+1.0SX	Dead	0.6	DS	0.6	SX	1		
DES 0.6D+1.0SY	Dead	0.6	DS	0.6	SY	1		
DES 1.0D+0.75L+0.75SX	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SX	0.75
DES 1.0D+0.75L+0.75SY	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SY	0.75
DES 1.0D+1.0SX	Dead	1	DS	1	SX	1		
DES 1.0D+1.0SY	Dead	1	DS	1	SY	1		
ELS 0.6D+0.7SX	Dead	0.6	DS	0.6	SX	0.7		
ELS 0.6D+0.7SY	Dead	0.6	DS	0.6	SY	0.7		
ELS 0.6D+1.0W1	Dead	0.6	DS	0.6	W1	1		
ELS 0.6D+1.0W2	Dead	0.6	DS	0.6	W2	1		
ELS 1.0D	Dead	1	DS	1				
ELS 1.0D+0.7SX	Dead	1	DS	1	SX	0.7		
ELS 1.0D+0.7SY	Dead	1	DS	1	SY	0.7		
ELS 1.0D+0.75L	Dead	1	DS	1	Live	0.75		
ELS 1.0D+0.75L+0.525SX	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SX	0.525
ELS 1.0D+0.75L+0.525SY	Dead	1	DS	1	Live	0.75	SY	0.525

Name	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF
ELS 1.0D+0.75W1+0.75L	Dead	1	DS	1	Live	0.75	W1	0.75
ELS 1.0D+0.75W2+0.75L	Dead	1	DS	1	Live	0.75	W2	0.75
ELS 1.0D+1.0L	Dead	1	DS	1	Live	1		
ELS 1.0D+1.0W1	Dead	1	DS	1	W1	1		
ELS 1.0D+1.0W2	Dead	1	DS	1	W2	1		
ELU 0.9D	Dead	0.9	DS	0.9				
ELU 0.9D-1.0SX-0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-1	SY	-0.3
ELU 0.9D-1.0SX+0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-1	SY	0.3
ELU 0.9D-1.0SY-0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-0.3	SY	-1
ELU 0.9D-1.0SY+0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	0.3	SY	-1
ELU 0.9D+1.0SX-0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	1	SY	-0.3
ELU 0.9D+1.0SX+0.3SY	Dead	0.9	DS	0.9	SX	1	SY	0.3
ELU 0.9D+1.0SY-0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	-0.3	SY	1
ELU 0.9D+1.0SY+0.3SX	Dead	0.9	DS	0.9	SX	0.3	SY	1
ELU 0.9D+1.6W1	Dead	0.9	DS	0.9	W1	1.6		
ELU 0.9D+1.6W2	Dead	0.9	DS	0.9	W2	1.6		
ELU 1.2D+0.8W1	Dead	1.2	DS	1.2	W1	0.8		
ELU 1.2D+0.8W2	Dead	1.2	DS	1.2	W2	0.8		
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX-0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-1
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX-0.3SY							SY	-0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX+0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-1
ELU 1.2D+1.0L-1.0SX+0.3SY							SY	0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY-0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY-0.3SX							SY	-1
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY+0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	0.3
ELU 1.2D+1.0L-1.0SY+0.3SX							SY	-1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX-0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX-0.3SY							SY	-0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX+0.3SY	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SX+0.3SY							SY	0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY-0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	-0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY-0.3SX							SY	1
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY+0.3SX	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	SX	0.3
ELU 1.2D+1.0L+1.0SY+0.3SX							SY	1
ELU 1.2D+1.6L	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1.6		

Name	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF	Load Name	SF
ELU 1.2D+1.6W1+1.0L	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	W1	1.6
ELU 1.2D+1.6W2+1.0L	Dead	1.2	DS	1.2	Live	1	W2	1.6
ELU 1.4D	Dead	1.4	DS	1.4				

MODELO ANÁLITICO

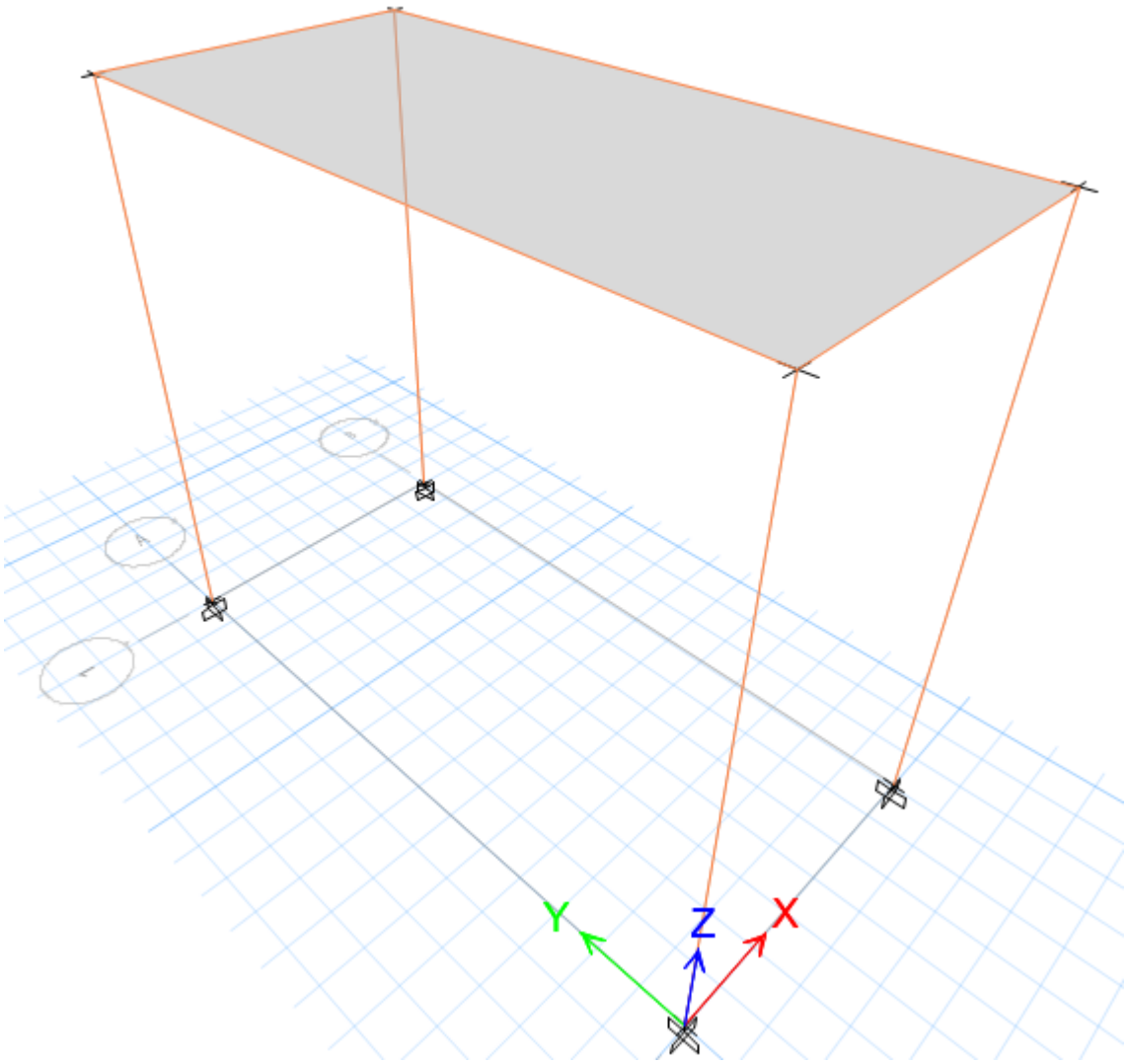


IMAGEN 1: Modelo tridimensional.

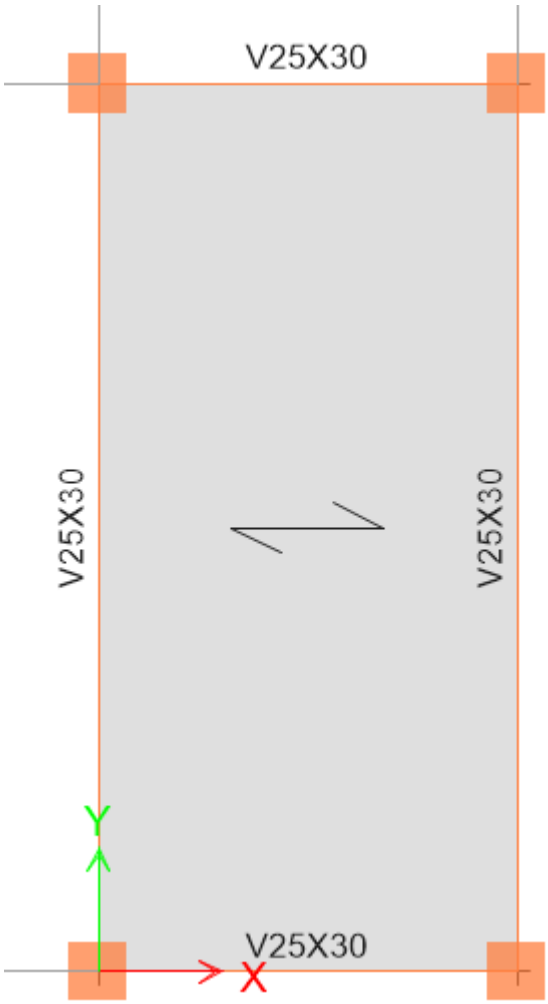


IMAGEN 2: Planta estructural de vigas aéreas– Identificación de elementos.

CARGAS INCLUIDAS EN EL MODELO

Story	Label	UniqueName	Load Pattern	Direction	Load
					kgf/m²
Story1	F1	1	L	Gravity	200
Story1	F1	1	DS	Gravity	200

ANÁLISIS SÍSMICO

Del programa de análisis estructural se obtienen los valores de cortante basal en las direcciones X y Y, además del valor de masa participante en el sísmo.

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ
			tonf	tonf	tonf
Dead	LinStatic		0	0	5.67
Live	LinStatic		0	0	1.32
SX	LinRespSpec	Max	3.8	0	0
SY	LinRespSpec	Max	0	3.8	0
SXEST	LinStatic		-3.81	0	0
SYEST	LinStatic		0	-3.81	0
DS	LinStatic		0	0	1.32
W1	LinStatic		0	0	0
W2	LinStatic		0	0	0

PESO DE LA ESTRUCTURA:	6.99 Ton	Sa:	0.6
Vs Estático:	4.19 Ton	Vs Dinámico:	3.77
CORTANTE SÍSMICO:	3.81 Ton	Factor de corrección:	1.10
CORTANTE DINÁMICO X:	3.80 Ton	Factor de corrección:	N/A
CORTANTE DINÁMICO Y:	3.80 Ton	Factor de corrección:	N/A

Verificación de fuerza sísmica en la base

Aplicados los factores de corrección obtenemos la fuerza sísmica corregida en la base.

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			tonf	tonf
SX	LinRespSpec	Max	3.8	0
SY	LinRespSpec	Max	0	3.8
SXEST	LinStatic		-4.2	0
SYEST	LinStatic		0	-4.2

Porcentaje de participación de masas

Número De Modos De Vibración: Deben incluirse en el análisis dinámico todos los modos de vibración que contribuyan de una manera significativa a la respuesta dinámica de la estructura. Se considera que se ha cumplido este requisito cuando se demuestra que, con el número de modos empleados, p, se ha

incluido en el cálculo de la respuesta, de cada una de las direcciones horizontales de análisis, j, por lo menos el 90% de la masa participante de la estructura. La masa participante, Mj, en cada una de las direcciones de análisis, j, para el número de modos empleados, p.

Para nuestro caso se alcanzó el 90% de aportes de masa en el modo 2 en X y en el modo 1 en Y.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
		sec					
Modal	1	0.184	0	1	0	0	1
Modal	2	0.175	1	0	0	1	1
Modal	3	0.161	0	0	0	1	1
Modal	4	0.007	0	0	0	1	1
Modal	5	0.005	0	0	0	1	1
Modal	6	0.005	0	0	0	1	1
Modal	7	0.004	0	0	0	1	1
Modal	8	0.003	0	0	0	1	1

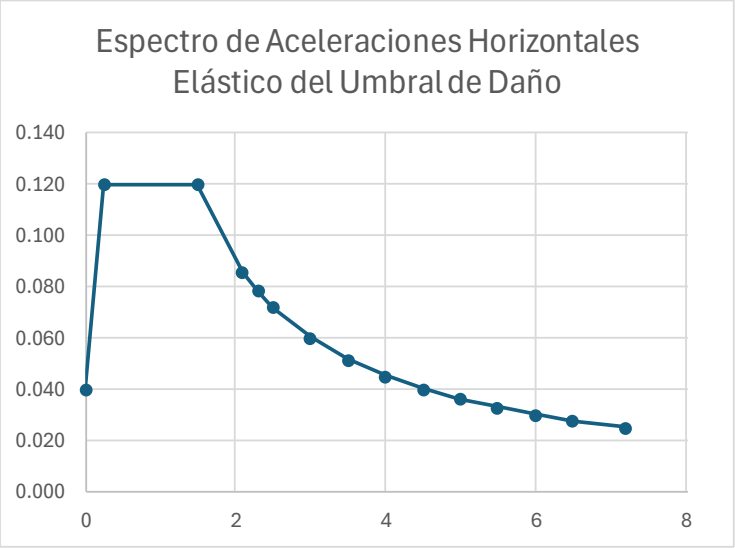
Verificación valor periodo de vibración	
H=	3.25 m
Ta=	0.136
Cu=	1.412
Cu*Ta=	0.192
T=	0.184
T<CuTa	CUMPLE

Se verifica el valor de Sa para el periodo de vibración más significativo en la tabla de participación de masa, donde se comprueba que la aceleración no cambia para el periodo significativo.

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS ESPECIALES ACORDE AL CAPITULO A.12 NSR-10

UMBRAL DE DAÑO					
UBICACIÓN	Astrea - Cesar				
DATOS					
GRUPO DE USO	IV	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA			1.5
PERFIL DE SUELO	D	Fa	1.6	Fv	2.4
AaFaI	0.096	Ad	0.04	S	3
Sa	0.24				

T (s)	Sad (g)
0	0.040
0.25	0.120
1.5	0.120
2.1	0.086
2.3	0.078
2.5	0.072
3	0.060
3.5	0.051
4	0.045
4.5	0.040
5	0.036
5.5	0.033
6	0.030
6.5	0.028
7.2	0.025



Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ
			tonf	tonf	tonf
Dead	LinStatic		0	0	5.67
Live	LinStatic		0	0	1.32
DS	LinStatic		0	0	1.32
W1	LinStatic		0	0	0
W2	LinStatic		0	0	0
SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	0.61	0	0
SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	0	0.63	0
SX-UMBRAL1	LinStatic		-0.76	0	0
SY-UMBRAL1	LinStatic		0	-0.76	0

PESO DE LA ESTRUCTURA:	6.99 Ton	Sa:	0.12
Vs Estático:	0.84 Ton	Vs Dinámico:	0.75
CORTANTE SÍSMICO:	0.76 Ton	Factor de corrección:	1.10
CORTANTE DINÁMICO X:	0.61 Ton	Factor de corrección:	1.24
CORTANTE DINÁMICO Y:	0.63 Ton	Factor de corrección:	1.20

Aplicados los factores de corrección obtenemos:

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			tonf	tonf
SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	0.75	0
SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	0	0.75
SX-UMBRAL-EST	LinStatic		-0.84	0
SY-UMBRAL-EST	LinStatic		0	-0.84

DERIVAS POR UMBRAL DE DAÑO

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Verificación	
Story1	SX	LinRespSpec	Max	X	0.14%	<1.0%	OK
Story1	SY	LinRespSpec	Max	Y	0.16%	<1.0%	OK
Story1	SXEST	LinStatic		X	0.15%	<1.0%	OK
Story1	SYEST	LinStatic		Y	0.17%	<1.0%	OK
Story1	SX-UMBRAL	LinRespSpec	Max	X	0.03%	<0.4%	OK
Story1	SY-UMBRAL	LinRespSpec	Max	Y	0.03%	<0.4%	OK
Story1	SX-UMBRAL-EST	LinStatic		X	0.03%	<0.4%	OK
Story1	SY-UMBRAL-EST	LinStatic		Y	0.03%	<0.4%	OK

ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES

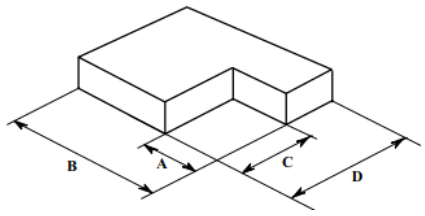
Irregularidades en planta

Tipo 1aP y 1Bp

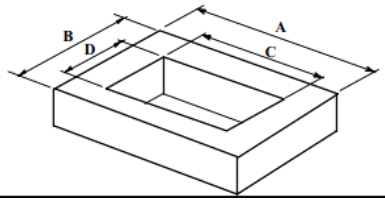
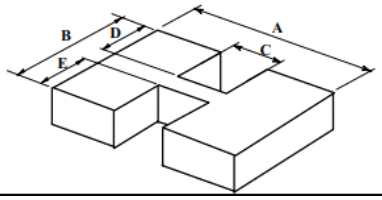
IRREGULARIDAD TORSIONAL - TIPO 1aP			IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA - TIPO 1bP			
$\phi p = 0.90$			$\phi p = 0.80$			
$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right) \geq \Delta 1 > 1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)$			$\Delta 1 > 1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)$			
SISMO X					Tipo 1aP	Tipo 1bP
PISO 1	Δ1	5.02 mm	1.4((Δ1+Δ2)/2)	7.03 mm	OK	OK
	Δ2	5.02 mm	1.2((Δ1+Δ2)/2)	6.02 mm		

IRREGULARIDAD TORSIONAL - TIPO 1aP			IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA - TIPO 1bP			
$\phi p = 0.90$			$\phi p = 0.80$			
$1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right) \geq \Delta 1 > 1.2\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)$			$\Delta 1 > 1.4\left(\frac{\Delta 1+\Delta 2}{2}\right)$			
SISMO Y					Tipo 1aP	Tipo 1bP
PISO 1	Δ1	5.57 mm	1.4((Δ1+Δ2)/2)	7.80 mm	OK	OK
	Δ2	5.57 mm	1.2((Δ1+Δ2)/2)	6.68 mm		

Tipo 2P

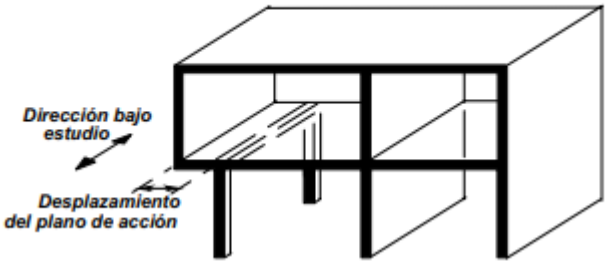
NO APLICA	RETROCESO EN LAS ESQUINAS - TIPO 2P			
	Φp=0.90			
				
	DATOS DE ENTRADA			
	A=	0	mm	STORY1
	B=	0	mm	
	C=	0	mm	
	D=	0	mm	
	A>0.15B	NO CUMPLE OP=1,0		
	C>0.15D	NO CUMPLE OP=1,0		

Tipo 3P

NO APLICA	IRREGULARIDAD DEL DIAFRAGMA - TIPO 3P				NO APLICA	IRREGULARIDAD DEL DIAFRAGMA - TIPO 3P			
	Φp=0.90					Φp=0.90			
	1) $C \times D > 0.5\,A \times B$					2) $(C \times D + C \times E) > 0.5\,A \times B$			
									
	DATOS DE ENTRADA					DATOS DE ENTRADA			
	A=	0	mm	STORY1		A=	0	mm	STORY1
	B=	0	mm			B=	0	mm	
	C=	0	mm			C=	0	mm	
	D=	0	mm			D=	0	mm	
						E=	0	mm	
	C*D=	0	0.5A*B=	0					
	iNO CUMPLE! OP=1.00					(C*D+C*E)=	0	0.5A*B=	0

Tipo 4P

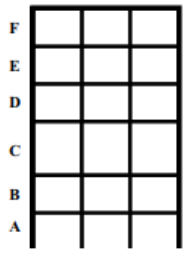
Tipo 4P — Desplazamiento de los planos de Acción — $\phi_p = 0.8$



No aplica

Irregularidades en altura

Tipo 1aA y 1bA

Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_a = 0.9$ 0.60 Rigidez $K_D \leq$ Rigidez $K_C < 0.70$ Rigidez K_D o $0.70\ (K_D+K_E+K_F)/3 \leq$ Rigidez $K_C < 0.80\ (K_D+K_E+K_F)/3$	
Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_a = 0.8$ Rigidez $K_C < 0.60$ Rigidez K_D o Rigidez $K_C < 0.70\ (K_D+K_E+K_F)/3$	

No aplica.

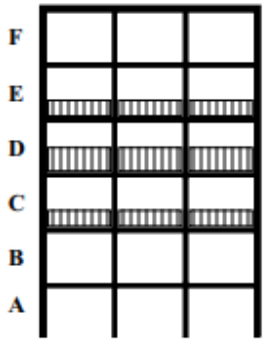
Tipo 2A

Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_a = 0.9$

$$m_D > 1.50\ m_E$$

o

$$m_D > 1.50\ m_C$$

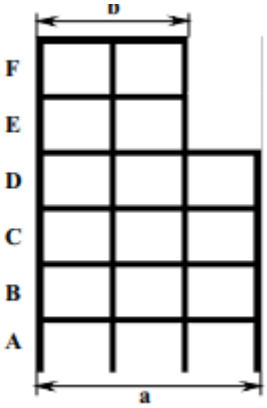


No aplica.

Tipo 3A

Tipo 3A — Geométrica — $\phi_a = 0.9$

$$a > 1.30\ b$$

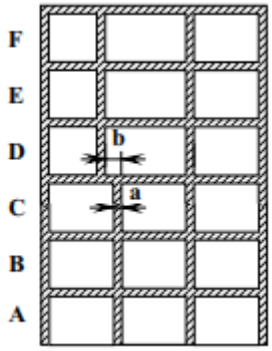


No Aplica

Tipo 4A

Tipo 4A — Desplazamiento dentro del plano de acción — $\phi_a = 0.8$

b > a



No aplica.

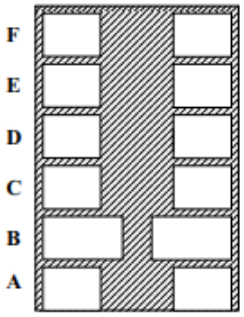
Tipo 5aA – Tipo 5bA

Tipo 5aA — Piso débil
$\phi_a = 0.9$

0.65 Resist. Piso C ≤ Resist. Piso B < 0.80 Resist. Piso C

Tipo 5bA — Piso débil extremo
$\phi_a = 0.8$

Resistencia Piso B < 0.65 Resistencia Piso C



No aplica

Ausencia de redundancia

Acorde a lo mencionado en el articulo A.3.3.8 de la norma NSR-10, se evalua que el factor de reducción por ausencia de redundancia será:

$$\emptyset rx = 0.75$$
$$\emptyset ry = 0.75$$

En conclusión, los factores de reducción de sismo quedan asi:

$$\emptyset a = 1.0$$
$$\emptyset px = 1.0$$
$$\emptyset py = 1.0$$
$$\emptyset rx = 0.75$$
$$\emptyset ry = 0.75$$

DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Verificados los chequeos de deflexiones y análisis, procedemos a reducir el sismo de acuerdo con el capitulo A3 de la norma NSR-10.

Acorde a lo mencionado en la descripción de la estructura y análisis de irregularidades,

$$\mathrm{Ro} = 5.00$$

$$\emptyset a = 1.0$$

$$\emptyset px = 1.0$$

$$\emptyset py = 1.0$$

$$\emptyset rx = 0.75$$

$$\emptyset ry = 0.75$$

$$Rx = Ro * \emptyset a * \emptyset p * \emptyset rx = 3.75$$

$$Ry = Ro * \emptyset a * \emptyset p * \emptyset ry = 3.75$$

Aplicados los valores de reducción en el sísmo procedemos a diseñar.

Diseño de elementos en concreto reforzado

Se aporta anexo donde se verifica el diseño estructural de los elementos tipo viga y columna.

DISEÑO LOSA MACIZA EN UNA DIRECCIÓN			
Fc	21.00 MPa	CM	0.20 Ton/m2
Fy	420.00 MPa	CV	0.20 Ton/m2
Espesor	0.12 m	Recubrimiento	0.04 m
Ldiseño	1.77 m	H-efectiva	0.08 m
AVALUO DE CARGA		CARGA ÚLTIMA DE DISEÑO	
Losa	0.29 Ton/m	Cu	1.34 Ton/m
CM Adicional	0.35 Ton/m	Mu	0.52 Ton-m
CV Adicional	0.35 Ton/m		
CM Total	0.64 Ton/m		
ANÁLISIS DE SECCIÓN			
a	0.00 m	Asmin	2.64 cm2/m
As	1.78 cm2/m	As Temp	2.16 cm2/m
DISTRIBUCIÓN DE ACERO PRINCIPAL			
Barra	#3	Área barra	0.71 cm2
#Barras/m	4	Sbarras	25.00 cm
DISTRIBUCIÓN DE ACERO SECUNDARIO			
Barra	#3	Área barra	0.71 cm2
#Barras/m	4	Sbarras	25.00 cm

Diseño de elementos de cimentación.

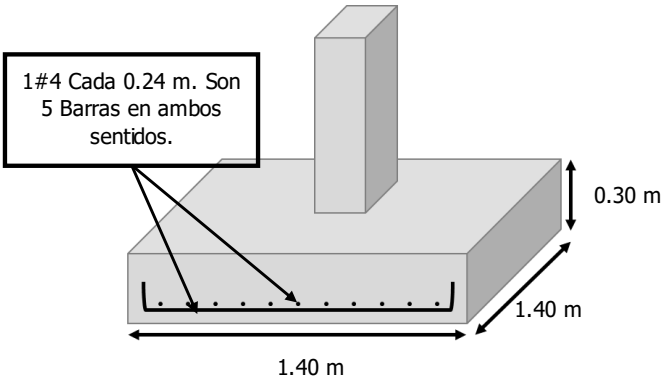
Cargas en la base para diseño de cimentaciones.

Story	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FZ	MX	MY
					tonf	tonf-m	tonf-m
Base	2	Live	LinStatic		0.33	-0.06	0.00
Base	2	SX	LinRespSpec	Max	0.62	0.00	0.61
Base	2	SY	LinRespSpec	Max	0.28	0.64	0.00
Base	2	CIM 1.0D	Combination		1.75	-0.20	0.01
Base	4	Live	LinStatic		0.33	0.06	0.00
Base	4	SX	LinRespSpec	Max	0.62	0.00	0.61
Base	4	SY	LinRespSpec	Max	0.28	0.64	0.00
Base	4	CIM 1.0D	Combination		1.75	0.20	0.01

Story	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FZ	MX	MY
					tonf	tonf-m	tonf-m
Base	6	Live	LinStatic		0.33	-0.06	0.00
Base	6	SX	LinRespSpec	Max	0.62	0.00	0.61
Base	6	SY	LinRespSpec	Max	0.28	0.64	0.00
Base	6	CIM 1.0D	Combination		1.75	-0.20	-0.01
Base	8	Live	LinStatic		0.33	0.06	0.00
Base	8	SX	LinRespSpec	Max	0.62	0.00	0.61
Base	8	SY	LinRespSpec	Max	0.28	0.64	0.00
Base	8	CIM 1.0D	Combination		1.75	0.20	-0.01

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATA AISLADA CUADRADA - ZAPATA TIPO

DIMENSIONES DE COLUMNA	
Base	0.25 m
Largo	0.25 m
CARGAS DE DISEÑO	
C. Muerta CM:	5.22 Ton
C. Viva CV:	0.33 Ton
Momento MX:	0.64 Ton-m
Momento MY:	0.61 Ton-m
PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO	
Capacidad Portante:	16.00 Ton/m2
MATERIALES	
Concreto:	21.00 MPa
Acero de Refuerzo:	420.00 MPa



REVISIÓN DE LA PRESIÓN DE CONTACTO

$Pu = 1.2CM + 1.6CV =$	6.79 Ton
$\emptyset * 0.85 * f'c * A1 =$	725.16 Ton
$Pu \leq \emptyset 0.85 * f'c * A1$	**¡CUMPLE!**
$Ps = Cm + Cv =$	5.55 Ton

No se necesita pedestal. El área de acero pasante será la mínima (0.005Ag) y no se requiere fuerza adicional proporcionada por el refuerzo para la transferencia de la carga.

CÁLCULO DE LAS EXCENTRICIDADES

$e_x = \frac{My}{Ps} =$ 0.11 m $\qquad e_y = \frac{Mx}{Ps} =$ 0.12 m

CÁLCULO DE LA PRESIÓN ÚLTIMA DEL TERRENO

La zapata se dimensiona de tal manera que no se sobrepase el esfuerzo admisible del suelo, pero igualmente que tampoco se presenten esfuerzos negativos en la zapata. Para esto, se presta especial atención a los puntos 1 y 3. El máximo esfuerzo se presenta para el punto 3 y el mínimo para el punto 1 y se calculan como:

$$\sigma_1 = \frac{P}{BH}\left(1 - \frac{6e_x}{H} - \frac{6e_Y}{B}\right) \geq 0 \qquad \sigma_2 = \frac{P}{BH}\left(1 - \frac{6e_x}{H} + \frac{6e_Y}{B}\right) \qquad \sigma_3 = \frac{P}{BH}\left(1 + \frac{6e_x}{H} + \frac{6e_Y}{B}\right) \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_4 = \frac{P}{BH}\left(1 + \frac{6e_x}{H} - \frac{6e_Y}{B}\right)$$

Lado H=	1.40 m
Lado B=	1.40 m

$\overline{I_X}$	$\overline{I_Y}$	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
0.32 m4	0.32 m4	0.10 Ton-m2	2.90 Ton-m2	5.56 Ton-m2	2.77 Ton-m2
		¡CUMPLE!		**¡CUMPLE!**	

Altura h' asumida para la zapata:	0.30 m
Altura efectiva d:	0.22 m

$A.Z. = \frac{P.S.}{q_u} =$ 0.35 m $\quad \sigma_{ult} = \frac{Pu}{AZ} =$ 3.47 Ton/m2

VERIFICACIÓN DE LAS EXCENTRICIDADES

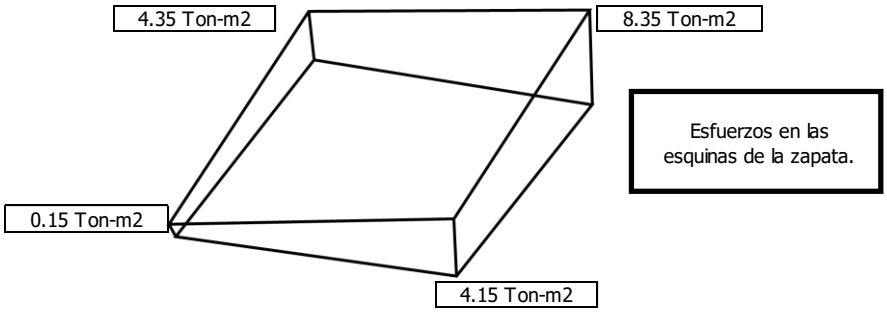
$e_x \leq \frac{H}{6} =$ 0.23 m **¡CUMPLE!**

$e_Y \leq \frac{B}{6} =$ 0.23 m **¡CUMPLE!**

Cálculo de los esfuerzos últimos sobre la zapata. Se asume un coeficiente de mayoración de 1.5 para Ps.

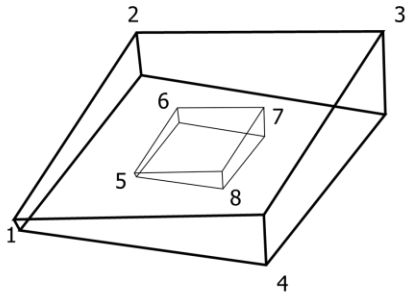
$1.5Ps =$	8.33 Ton

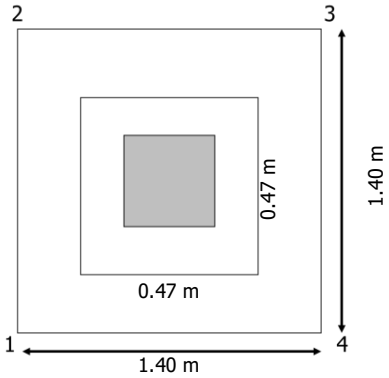
σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
0.15 Ton-m2	4.35 Ton-m2	8.35 Ton-m2	4.15 Ton-m2



CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

El cortante se evalua a una distancia d/2 de la cara de la columna.

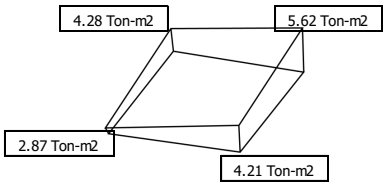




Para esto se deben calcular los esfuerzo en los puntos 5, 6, 7 y 8. Estos esfuerzos pueden calcularse directamente por medio de:

$$\sigma = \frac{Pu}{A} \pm \frac{M_{uy} L_x}{I_y} \pm \frac{M_{ux} L_y}{I_x}$$

σ_5	σ_6	σ_7	σ_8
2.87 Ton-m2	4.28 Ton-m2	5.62 Ton-m2	4.21 Ton-m2



VERIFICACIÓN DEL ESPESOR ASUMIDO

$Vu = Pu - \sigma A =$ 7.39 Ton

$b_0 = 2(h+d) + 2(b+d) =$ 188.00 cm

$$d1 = \frac{Vu}{0.75 * 0.17 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 2.24 \text{ cm}$$

$d > d1$ **¡CUMPLE!**

$$d2 = \frac{Vu}{0.75 * 0.083 * \left(\frac{\alpha_s * d_2}{b_0} + 2\right) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 2.38 \text{ cm}$$

$d > d2$ **¡CUMPLE!**

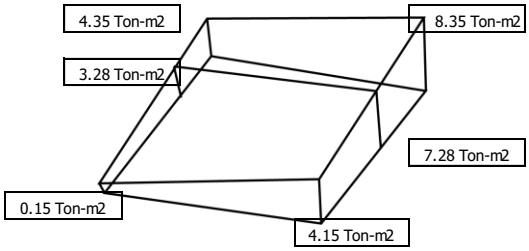
$$d3 = \frac{Vu}{0.75 * 0.33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_0} = 3.46 \text{ cm}$$

$d > d3$ **¡CUMPLE!**

CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN

Se analiza el cortante en la dirección paralela a la que se presentan los esfuerzos mayores (2-3). El cortante se evalua a una distancia *d* de la cara de la columna.

σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_{1-2}	σ_{3-4}
0.15 Ton-m2	4.35 Ton-m2	8.35 Ton-m2	4.15 Ton-m2	3.28 Ton-m2	7.28 Ton-m2



$Vu = \sigma_{ult} * A =$ 2.89 Ton

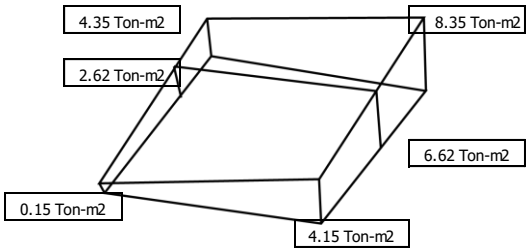
$$d \geq \frac{Vu}{0.75 * 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * B} = 3.53 \text{ cm}$$

¡CUMPLE!

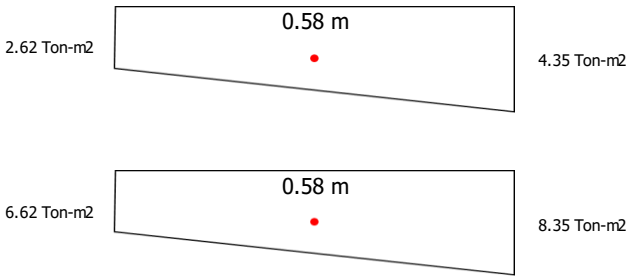
DISEÑO A FLEXIÓN

Se diseña para la seción más cargada, o sea para una linea paralela a 2-3 pasando por la cara de la columna.

σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_{1-2}	σ_{3-4}
0.15 Ton-m2	4.35 Ton-m2	8.35 Ton-m2	4.15 Ton-m2	2.62 Ton-m2	6.62 Ton-m2



$Vu = \sigma_{ult} * A =$ 4.41 Ton



$\bar{X}_1 =$ 0.31 m

$\bar{X}_2 =$ 0.30 m

$\bar{X}_{PROMEDIO} =$ 0.30 m

$Mu = Vu * \bar{X}_{PROMEDIO} =$ 1.35 Ton-m

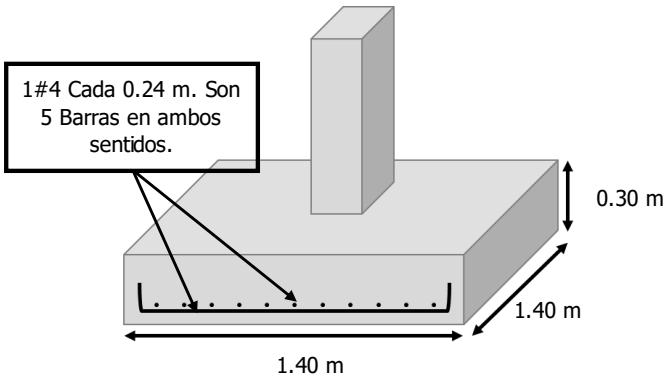
$$Rn = \frac{Mu}{0.9 * b * d^2} = 0.22 \text{ N/mm2}$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn}{0.85 * f'c}}\right) = 0.0005$$

$As = \rho * b * d =$ 5.54 cm2

$\rho min =$ 0.0018

Ref. Barra	Área	N° de Barras	Separación
#4	1.29 cm2	5	0.24 m



DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
Grado de desempeño				
Grupo de uso	III	**Superior**	Sa	0.844
Aa	0.15		I	1.5
Fuerza sísmica de diseño				
As	0.28	ax	1.239774011	
hx	3.25	ap	1	
hn	2.95	Tipo de anclaje	No ductiles	
heq	2.21	Rp	1.5	
Fp	0.83	0.1125		
Masa del elemento no estructural				
Peso Unitario	2150 Kg/m3	Largo	1.00 m	
Altura	2.95 m	Mp	5.24 Ton/m	
PISO	**ALTURA**	**hx**	**ax**	**Fp**
Story1	3.25 m	3.25 m	1.24	4.33 Ton/m

DISEÑO A FLEXIÓN DE MURO EN MAMPOSTERIA DE PERFORACIÓN VERTICAL PARCIALMENTE REFORZADA							
ID:	MURO NO ESTRUCTURAL - PISO 1						
ALTURA DE MURO=			2.95 m	Vu=	13.45 Ton	Mu=	39.66 Ton-m
ESPESOR DE MURO=			0.14 m	Pu=	3.11 Ton	Mn=	868.9 Ton-m
LONGITUD DE MURO=			3.50 m			CUMPLE	
PROPIEDADES DE UNIDAD DE MAMPOSTERIA							
ALTURA=	0.19 m	BASE=	0.14 m	LARGO=	0.39 m	F'm=	7.71 MPa
Aneta=	30.03 mm2	t-efectivo=	84.00 mm	d=	29.14 m	Fy=	420.00 MPa
Consideración: celdas parcialmente llenas con refuerzo cada=					1.20 m	Mu-1.2=	47.60 Ton-m
$\rho = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2{,}5 * Mu}{0{,}8 * f'm * b * d^2}}\right) * \frac{f'm}{1{,}25 * fy} = 0.000012$					As=	0.49 cm2	
					Barra=	#3	
					Área de barra=	0.71 cm2	
a=	4.03 mm	c=	4.74 mm	**Refuerzo de muro: 1#3 C/1.2m**			
Verificación por carga axial							
Ae=	2937.48 cm2	h'/t=	21.07	<25 OK	Re=	0.748	
f'mAe=	226.39 Ton	Po=	184.05 Ton	PoRe=	137.73 Ton	ϕPoRe=	82.64 Ton
Pn=	66.11 Ton	CUMPLE					
Verificación para esfuerzos a cortante							
M/Vd=	0.10	<1	Fv=	0.27 MPa	Fv=	0.35 MPa	
Fs=	170.00 MPa	fv=	0.07 MPa	No necesita acero de refuerzo para cortante			