



DISEÑO ESTRUCTURAL



FUNDACIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA



Ing E. Daniel Quiroga
Profesor Titular
Versión 2020

En esta versión 2020 se modifican las combinaciones de acciones según INPRES-CIRSOC 103 Parte I 2013 y su adenda modificatoria. Las combinaciones utilizadas en la verificación de las fundaciones son:

$$D + f_1.L + E_V + E_H$$

1. Introducción

Un muro de carga es un elemento que permite transmitir cargas (concentradas y distribuidas) hacia el terreno de fundación. Permite que las cargas concentradas puedan distribuirse en toda su altura, difundiéndose (ver sombra) llegando uniformemente repartidas a la base.

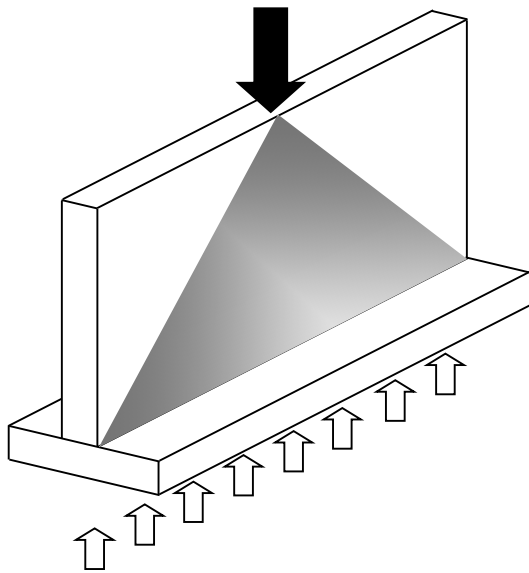


Figura 1. Acciones Verticales

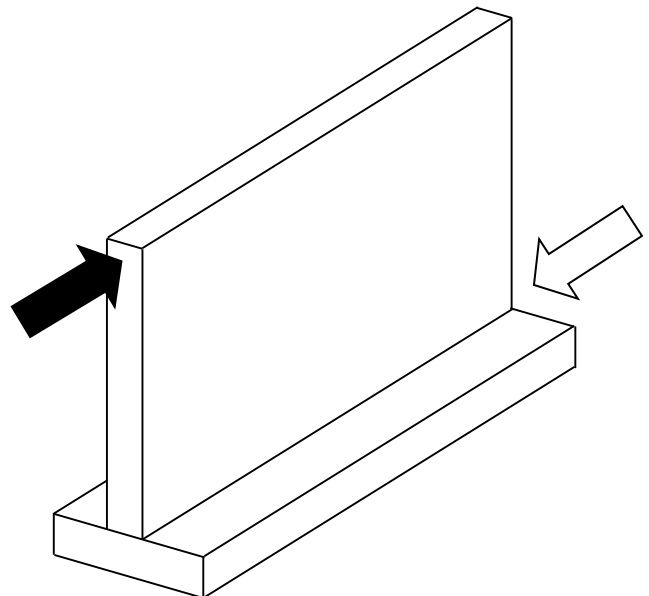


Figura 2. Acciones horizontales

Los muros pueden trasladar su propio peso, reacciones de entrepisos y cargas que deriven de otros muros superiores. Todas se van acumulando hasta llegar a la fundación. La condición de resistencia a cumplir es que no se supere la tensión admisible de compresión del mampuesto en la primer hilada. Para completar el análisis tampoco debe superarse la tensión admisible del suelo en la zona de contacto entre éste y la base o cimiento.

Los muros proporcionan también estabilidad para cargas horizontales en su plano. Un muro soporta las cargas horizontales y las transmite al suelo según el siguiente Diagrama de Cuerpo Libre, donde la acción intenta desplazar al muro hacia la derecha y se opone el suelo con una reacción horizontal opuesta. Como ambas fuerzas tienen distinto sentido y están separadas una distancia H , generan un momento de vuelco que debe ser soportado por la fundación. Ésta reacciona con compresión en la derecha (flechas blancas) y tiende a levantarse en la izquierda, pues el suelo no puede ejercer tracción sobre la fundación (flechas grises). Sólo una parte de la base (la que se encuentra bajo las flechas blancas) participará del equilibrio según se aprecia en las figura 3.

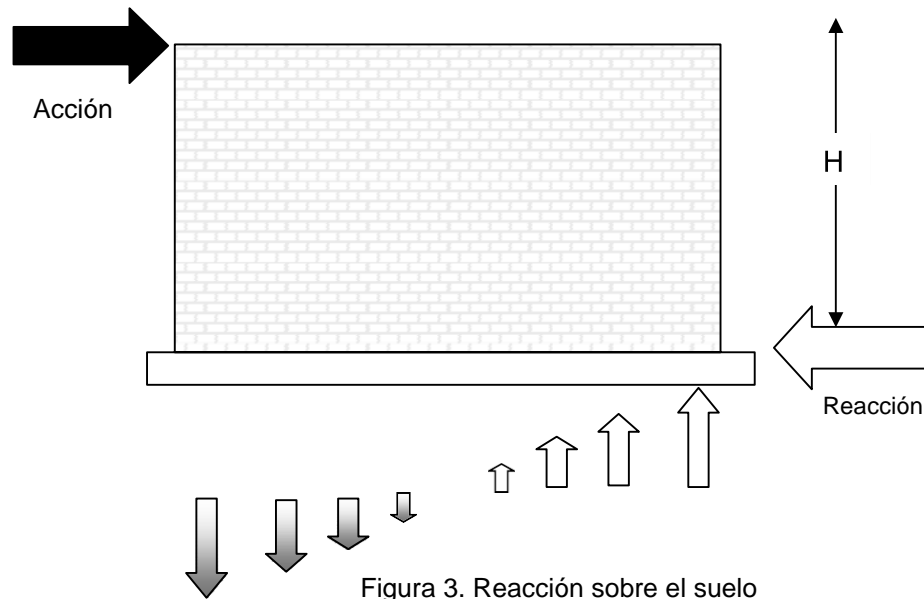


Figura 3. Reacción sobre el suelo

El esquema de fuerzas (verticales y horizontales) puede traducirse en fuerzas y momentos de vuelco a los que habrá de agregar los pesos propios del muro y de la fundación.

La situación de un muro sometido tanto a acciones verticales como horizontales, sumado a los propios pesos de los elementos estructurales (muro, base) se representa en la figura 4, como un **Diagrama de Cuerpo Libre** completo.

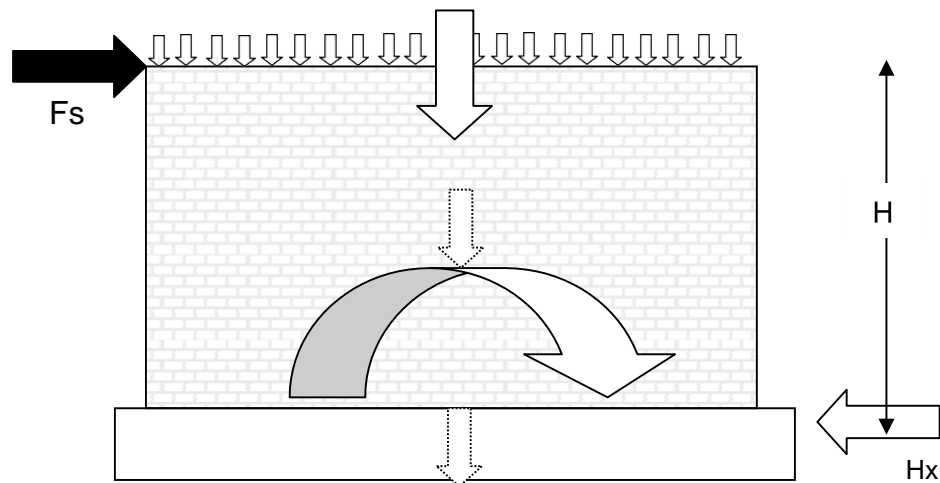


Figura 4. Diagrama de Cuerpo Libre

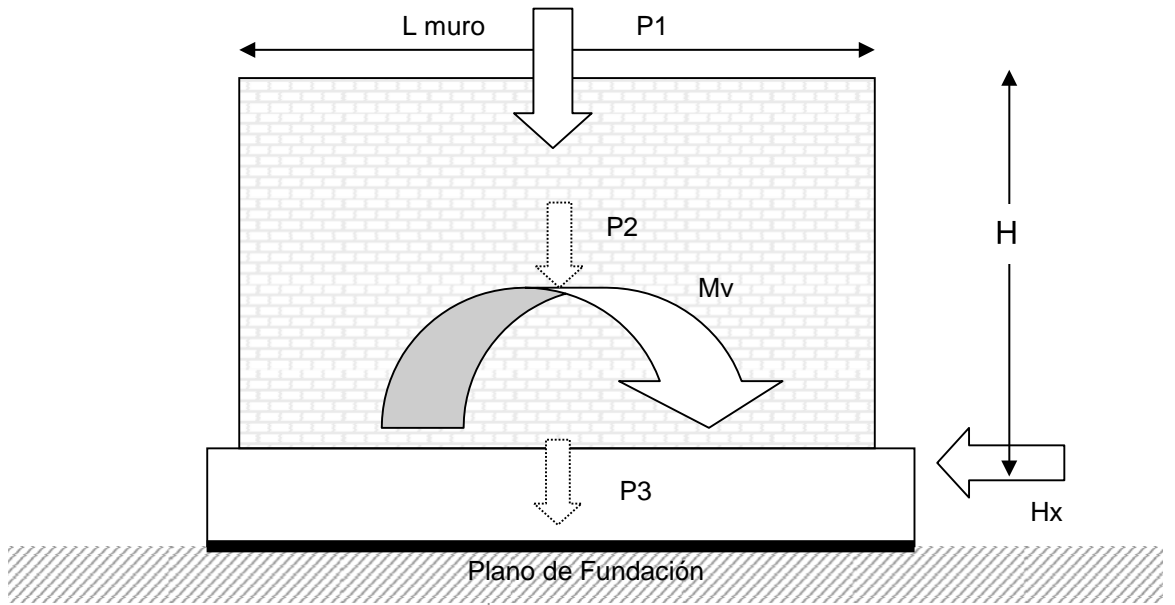
Para estudiar el equilibrio de la fundación se utiliza el concepto de **Área Efectiva**, dado que sólo participa una parte y no toda la superficie de apoyo de la fundación contra el terreno.

El Área Efectiva es una superficie cuyo baricentro coincide con el centro de presiones de las acciones exteriores (Figura 5)

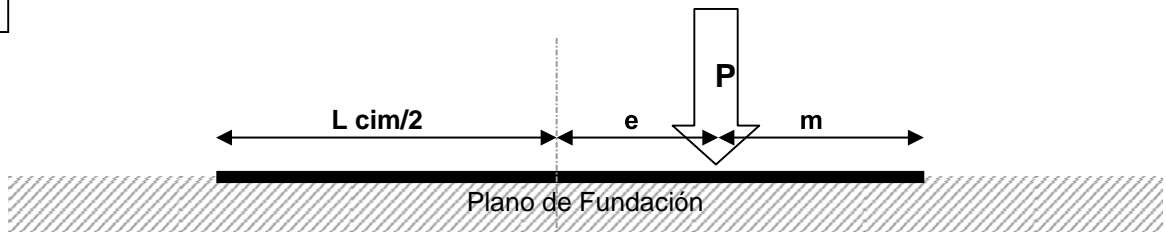
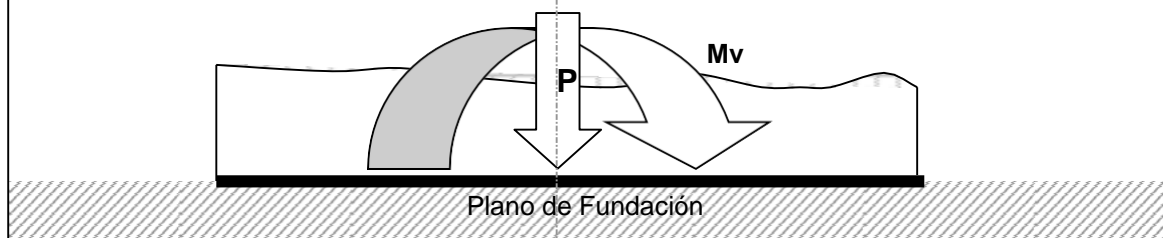
Como se observa el centro de presiones (posición de la fuerza resultantes desplazada una distancia por efecto del momento) coincide con la posición de la resultante de la presión del suelo. Esta igualdad permite determinar el Área Efectiva de Fundación.

El Área Efectiva es la superficie de fundación que apoya contra el suelo en compresión (figura 3, flechas blancas) y en lugar de tomar un diagrama triangular, se considera una distribución uniforme de la tensión del suelo (diagrama rectangular), asumiendo un comportamiento no lineal del suelo debido a acciones accidentales, como son las del sismo.

Vista lateral. Muro y base (cimiento)



Esquema de la Base



Área Efectiva de Fundación

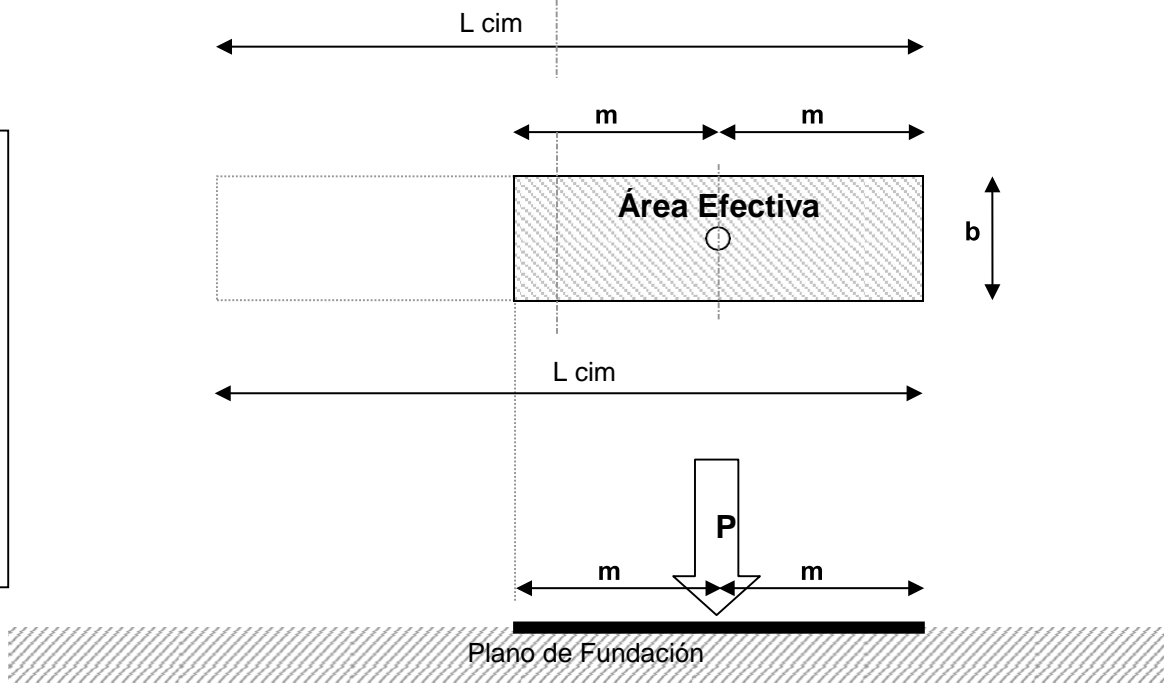


Figura 5. Área Efectiva de Fundación



2. Procedimiento de Verificación de las fundaciones de muros

Se debe tener un conocimiento cabal de los materiales intervinientes, desde la mampostería, hormigones hasta las características del suelo. Éste último se caracteriza a través de sus propiedades físicas características: ángulo de fricción interna, densidad y cohesión. A partir de ellos es posible determinar la tensión referencial, que tomará distintos valores en función de las acciones para las que se esté verificando: gravitatorias o sísmicas.

2.1. Sólo cargas gravitatorias

- 1) Determinación de acciones exteriores: losas, cubiertas de techo, muros de pisos superiores, columnas aisladas, etc.
- 2) Peso propio: muro y cimiento. Para este último elemento se deberá estimar un valor (del orden del 12%) para luego controlarlo al final del proceso.
- 3) Carga total sobre el plano de fundación
- 4) Determinación del área de base= Largo x ancho = $L_{base} \cdot b_{base}$
- 5) Verificación de la tensión de trabajo
- 6) Control de peso propio supuesto de la base en el punto 2.
- 7) Cálculo de armaduras (sólo fundaciones flexibles)

2.2. Cargas gravitatorias y sísmicas

- 1) Determinación de acciones exteriores: losas, cubiertas de techo, muros de pisos superiores, columnas aisladas, etc.
- 2) Peso propio: muro y de la base. Para este último elemento se deberá estimar un valor (del orden del 12%) para luego controlarlo al final del proceso.
- 3) Carga total sobre el plano de fundación = N
- 4) Determinación de la fuerza sísmica para el muro en estudio y momento de vuelco sobre el plano de fundación
- 5) Cálculo de la excentricidad. $e = \text{Momento de Vuelco} / \text{Carga total} = M/N$
- 6) Determinación del área efectiva de la base. $A_{ef} = (L_{cim} - (2 \cdot e)) \cdot b_{base}$
- 7) Verificación de la tensión de trabajo
- 8) Control de peso propio supuesto en el punto 2.
- 9) Cálculo de armaduras (sólo fundaciones flexibles)

3. Muros en “L” o “T”

El encuentro de muros genera formas “L” o “T” que colaboran y aportan rigidez al muro en estudio. Del mismo modo, la fundación también aporta a estos parámetros.

Así como se debe considerar el aporte del ala perpendicular del muro en la rigidez, se la puede considerar para la determinación de la presión del suelo. La dimensión perpendicular a considerar dependerá de la longitud perpendicular propia del muro o de la altura del mismo. Por ello la longitud máxima a considerar será L_{muro} o H_{muro} .

Para el análisis se puede tomar una sección **rectangular equivalente** (Base Rectangular Equivalente) a la forma real lo que facilita el análisis. Para ello se determinan las propiedades reales de la fundación (Baricentro, Área y Momento de Inercia) y luego se determina una base rectangular equivalente por medio de las siguientes expresiones:

$$Longitud_{equivalente} = L_{eq} = \sqrt{\frac{12 \cdot I_{real}}{A_{real}}} \quad Ancho_{equivalente} = b_{eq} = \frac{A_{real}}{L_{eq}}$$

El procedimiento de verificación es idéntico al descrito en el punto 2.2., pero a partir del paso 5 se trabaja con los valores equivalentes de la base determinados precedentemente.

Por ejemplo para un muro en "L" con un cimiento de 4.30 m en la dirección del muro y 1.60 m en dirección perpendicular. Para su verificación se determina la base rectangular equivalente con estos datos y obteniendo el área, baricentro y momento de inercia desde el cad:

$$L_{eq} = \sqrt{\frac{12 \cdot 4.17 \text{ m}^4}{2.20 \text{ m}^2}} = 4.77 \text{ m} \quad b_{eq} = \frac{2.20 \text{ m}^2}{4.77 \text{ m}} = 0.46 \text{ m}$$

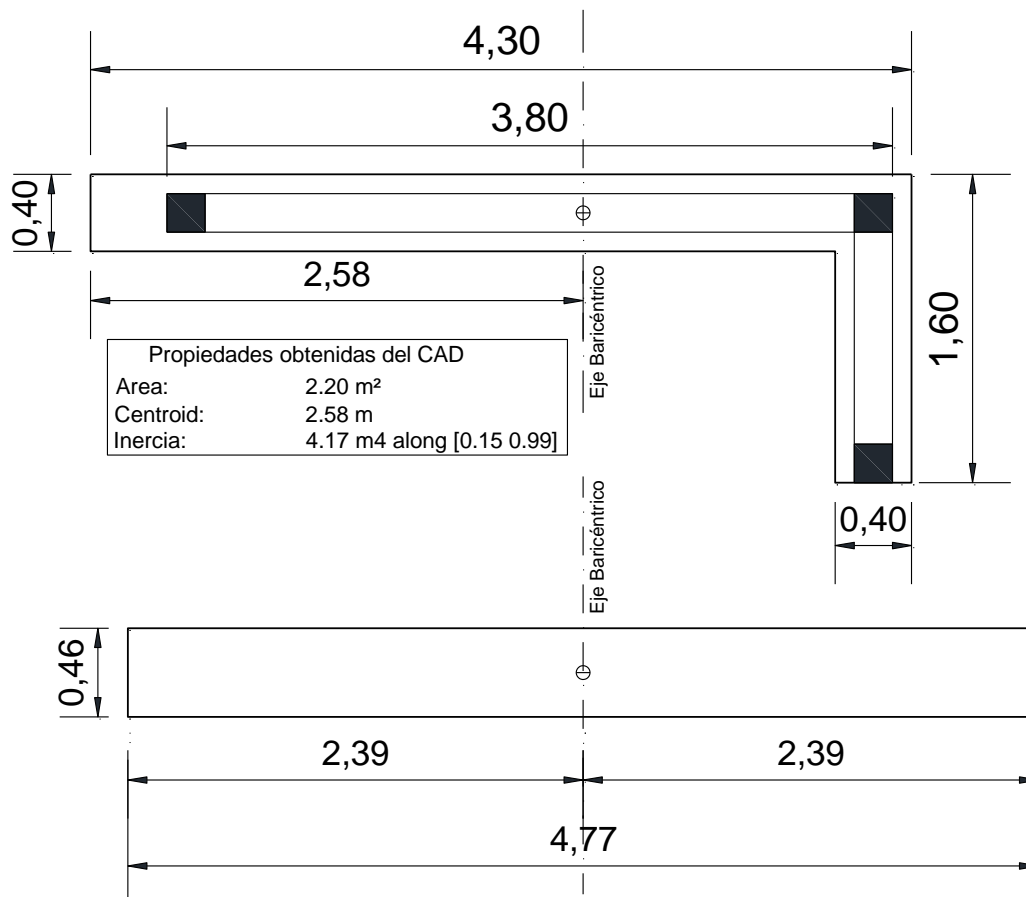


Figura 6. Geometría de la base real y Base Rectangular Equivalente

El cimiento propio del muro mide 4.30m por 0.40m. Si se verifica con esas dimensiones se estaría perdiendo de vista el comportamiento espacial de toda estructura dado que cuando el muro propio se mueva (desplazamiento y giro) necesariamente tiene que mover a los elementos que están directamente conectados a él. Por ello, en una visión tridimensional se debe incorporar la participación de los elementos perpendiculares: losas, muros y base.

La base rectangular equivalente de 4.77 m de largo por 0.46 m de ancho tendrá un comportamiento estructural similar a la base real. Para su análisis se representan gráficamente con el eje baricéntrico coincidente. El efecto del muro perpendicular y su base es contemplado en el cálculo por el desplazamiento hacia la derecha de la base rectangular.

Los valores obtenidos para este caso se utilizarán en el ejemplo

4. Ejemplo

Se desarrolla un ejemplo para un muro en "L" con la geometría como se indica en la figura 7. Las acciones aplicadas en la cubierta de: $D = 0.50 \text{ t/m}^2$; $L = 0.30 \text{ t/m}^2$. La acción sísmica (E) es de 8.0t (simétrica), fuerza aplicada a la altura de las losas. Se solicita verificar la tensiones del suelo bajo todos los estados posibles. Aplique INPRES-CIRSOC 103 parte I.

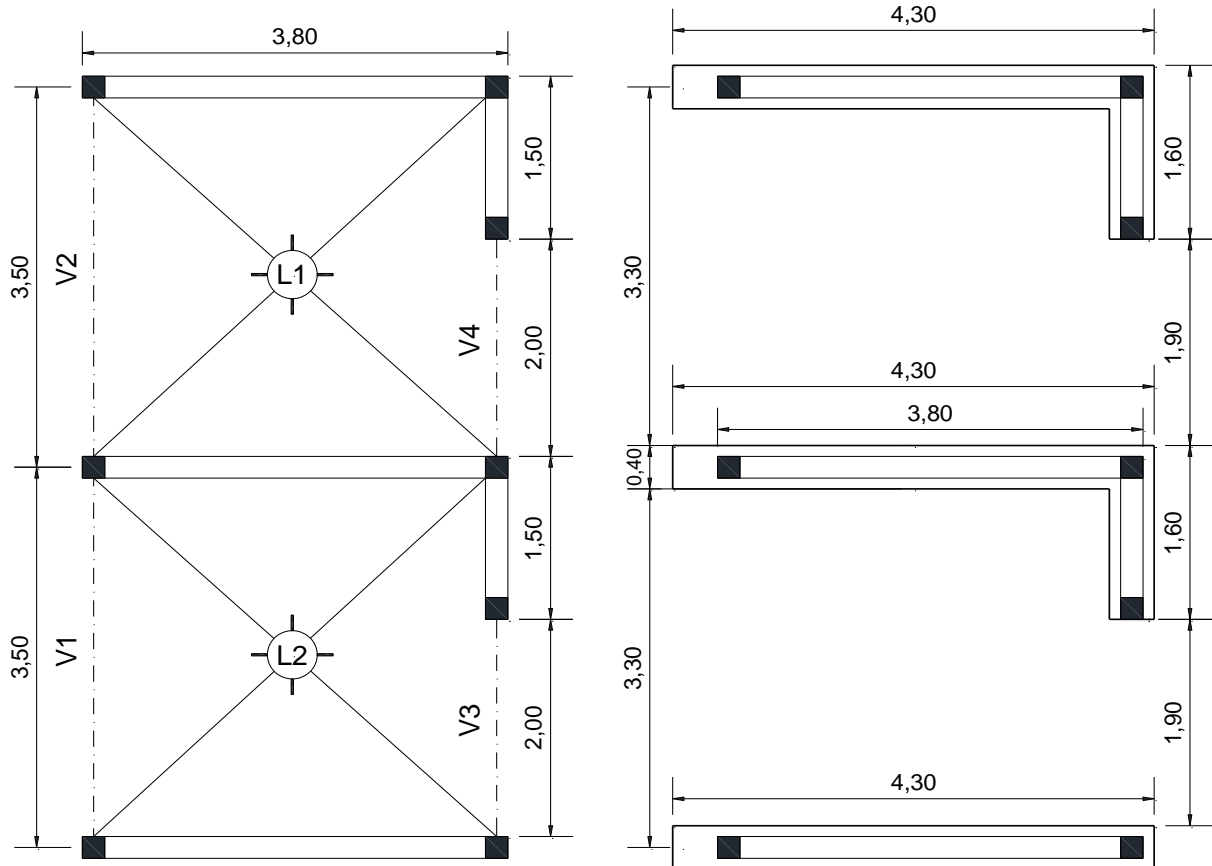


Figura 7. Planta de Estructuras y Planta de Fundación

4.1. Acciones sobre las losas

$$\begin{aligned} Q_{u1} \text{ (s/sismo)} &= 1.20 \cdot 0.50 \text{ t/m}^2 + 1.6 \cdot 0.30 \text{ t/m}^2 &= 1.08\text{t/m}^2 \\ Q_{u2} \text{ (c/sismo)} &= 1.20 \cdot 0.50 \text{ t/m}^2 + 0.25 \cdot 0.30 \text{ t/m}^2 &= 0.675\text{t/m}^2 \\ Q_{u3} \text{ (c/sismo)} &= 0.80 \cdot 0.50\text{t/m}^2 + 0.25 \cdot 0.30 \text{ t/m}^2 &= 0.475\text{t/m}^2 \end{aligned}$$

4.2. Reacción L1 y L2 sobre muros

$$\begin{aligned} R_{L1} \text{ (s/sismo)} &= [(3.50\text{m}/2 \cdot 3.80\text{m})/3.80\text{m}] \cdot 1.08\text{t/m}^2 &= 1.89\text{t/m} \\ R_{L1} \text{ (c/sismo)} &= [(3.50\text{m}/2 \cdot 3.80\text{m})/3.80\text{m}] \cdot 0.675\text{t/m}^2 &= 1.181\text{t/m} \\ R_{L1} \text{ (c/sismo)} &= [(3.50\text{m}/2 \cdot 3.80\text{m})/3.80\text{m}] \cdot 0.475\text{t/m}^2 &= 0.831\text{t/m} \end{aligned}$$

4.3. Reacción L1 y L2 sobre muro perpendicular

$$\begin{aligned} R_{\text{Muro Perp.}} \text{ (s/sismo)} &= [(3.50\text{m} \cdot 3.80\text{m}/2)/3.50\text{m}] \cdot 1.08\text{t/m}^2 \cdot 1.40\text{m} &= 2.87\text{t} \\ R_{\text{Muro Perp.}} \text{ (s/sismo)} &= [(3.50\text{m} \cdot 3.80\text{m}/2)/3.50\text{m}] \cdot 0.675\text{t/m}^2 \cdot 1.40\text{m} &= 1.795\text{t} \\ R_{\text{Muro Perp.}} \text{ (s/sismo)} &= [(3.50\text{m} \cdot 3.80\text{m}/2)/3.50\text{m}] \cdot 0.475\text{t/m}^2 \cdot 1.40\text{m} &= 1.263\text{t} \end{aligned}$$

4.4. Reacción L1 y L2 sobre vigas

$$\begin{aligned} R_{L1} \text{ (s/sismo)} &= [(3.50\text{m} \cdot 3.80\text{m}/2)/3.50\text{m}] \cdot 1.08\text{t/m}^2 &= 2.05\text{t/m} \\ R_{L1} \text{ (c/sismo)} &= [(3.50\text{m} \cdot 3.80\text{m}/2)/3.50\text{m}] \cdot 0.675\text{t/m}^2 &= 1.28\text{t/m} \\ R_{L1} \text{ (c/sismo)} &= [(3.50\text{m} \cdot 3.80\text{m}/2)/3.50\text{m}] \cdot 0.475\text{t/m}^2 &= 0.902\text{t/m} \end{aligned}$$

4.5. Reacción V1 y V2 sobre muros

$$R_{V1} (s/sismo) = 2.05t/m \cdot 3.50m / 2 = 3.59t = R_{V2}$$

$$R_{V1} (c/sismo) = 1.28t/m \cdot 3.50m / 2 = 2.24t = R_{V2}$$

$$R_{V1} (c/sismo) = 0.902t/m \cdot 3.50m / 2 = 1.58t = R_{V2}$$

4.6. Reacción V3 y V4 sobre muros

$$R_{V3} (s/sismo) = 1.89t/m \cdot 2.10m / 2 = 1.98t = R_{V4}$$

$$R_{V3} (c/sismo) = 1.181t/m \cdot 2.10m / 2 = 1.24t = R_{V4}$$

$$R_{V3} (c/sismo) = 0.831t/m \cdot 2.10m / 2 = 0.87t = R_{V4}$$

4.7. Peso propio de elementos

$$\text{Peso Propio}_{\text{muro}} = 3.80m \cdot 3.20m \cdot 0.18m \cdot 1.6t/m^3 = 3.50t$$

$$P_{u \text{ muro}} = 1.20 \cdot 3.50t = 4.20t; \quad P_{u \text{ muro}} = 0.80 \cdot 3.50t = 2.80t$$

$$\text{Peso Propio}_{\text{muro perpendicular}} = 1.50m \cdot 3.20m \cdot 0.18m \cdot 1.6t/m^3 = 1.38t$$

$$P_{u \text{ muro}} = 1.20 \cdot 1.38t = 1.66t; \quad P_{u \text{ muro}} = 0.80 \cdot 1.38t = 1.10t$$

$$\text{Peso Propio}_{\text{cimiento}} = (3.90 + 1.60) \cdot 0.4m \cdot 0.7m \cdot 2.0t/m^3 = 3.08t$$

$$P_{u \text{ cimiento}} = 1.20 \cdot 3.08t = 3.70t; \quad P_{u \text{ cimiento}} = 0.80 \cdot 3.08t = 2.46t$$

4.8. Verificaciones

Se plantean todos los posibles estados para la verificación de la fundación. Se consideran las acciones gravitatorias permanentes, variables y accidentales, lo que da lugar a varios estados posibles.

Se debe considerar el efecto de la aceleración vertical del sismo lo que se incorpora en las combinaciones aumentando o disminuyendo la magnitud de la carga permanente. Para la zona 4 y construcciones de orden común el efecto del sismo vertical es igual a 0.20 D.

Por ello los factores 1,20 y 0,90 pasan a $(1,20 + 0,20) = 1,40$ y $(0,90 - 0,20) = 0,70$, siendo estos los valores extremos. Las combinaciones a verificar son:

- C1 = 1.2 D + 1.6 L
- C2 = 1.0 D + f_1 · L + E_V + E_H
- C2-1 = 1.0 D + 0.25 L + 0.20 D + E_H = 1.2 D + 0.25 L + E_H
- C2-2 = 1.0 D + 0.25 L - 0.20 D + E_H = 0.8 D + 0.25 L + E_H
- C2-3 = 1.0 D + 0.25 L + 0.20 D - E_H = 1.2 D + 0.25 L - E_H
- C2-4 = 1.0 D + 0.25 L - 0.20 D - E_H = 0.8 D + 0.25 L - E_H

- Estado 1: Cargas permanentes
- Estado 2: Sismo derecha con máxima carga permanente
- Estado 3: Sismo derecha con mínima carga permanente
- Estado 4: Sismo izquierda máxima carga permanente
- Estado 5: Sismo izquierda con mínima carga permanente

Se presentan a continuación la secuencia de verificación ordenada en una planilla de cálculo y el gráfico correspondiente donde se indican las dimensiones, excentricidad, largo efectivo, área efectiva y tensión de trabajo. La ecuación de verificación del suelo es:

$$S_d \geq \phi \cdot S_n = \phi \cdot (q_u \cdot A_{ef})$$

4.8.1. ESTADO 1: Cargas permanentes:

ESTADO 1		Gravitatorio sin sismo		
Carga		Valor	Distancia	Momento
q	Reacción L1	7.18	-0.28	-2.01
q	Reacción L2	7.18	-0.28	-2.01
P1	R V1	3.59	-2.08	-7.47
P1	R V2	3.59	-2.08	-7.47
P2	R V3	1.98	1.52	3.01
P2	R V4	1.98	1.52	3.01
P2	PP. Muro Perp.	1.66	1.52	2.52
P2	R L1 (perp.)	2.87	1.52	4.36
P2	R L2 (perp.)	2.87	1.52	4.36
P3	P. Propio muro	4.20	-0.28	-1.18
P4	P. Propio ciment	3.70	-0.28	-1.04
E	Sismo	0.00	0	0.00
Suma P=		40.80	Suma M=	-3.90
		e=M/P	-0.10	m

ESTADO 1		Gravitatorio sin sismo	
Verificación Presión de suelo			
Leq=	4.77	m	
Beq=	0.46	m	
Lefec =	4.58	m	
Área efectiva = Beq . Leq	2.11	m ²	
Tensión = P / A. efectiva	19.37	t/m ²	
Tensión de trabajo menor que Tensión Admisible			
VERIFICA			
Tensión admisible			
Factor de carga	0.4		
Tensión última	50	t/m ²	
Tensión Admisible	20	t/m ²	

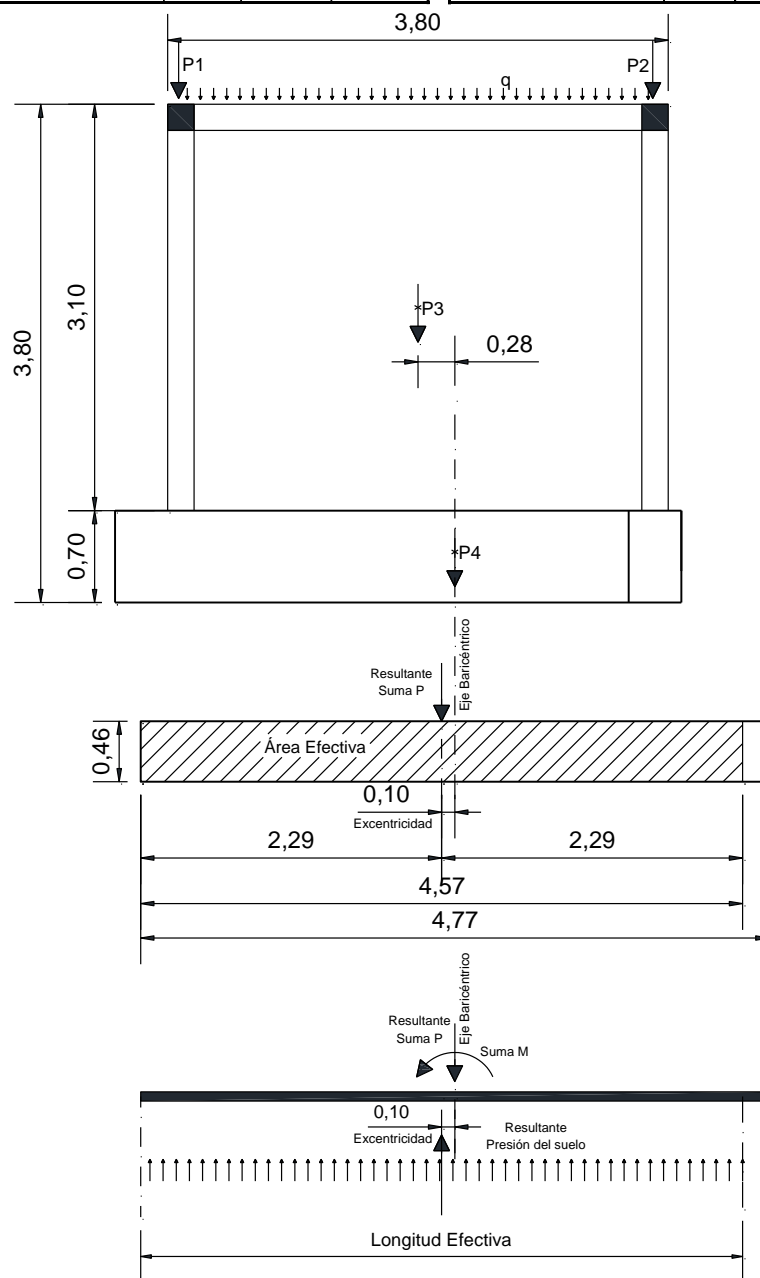


Figura 8. Estado 1

4.8.2. Estado 2: Sismo derecha con máxima carga permanente

ESTADO 2		Sismo Derecha. Máx. D			ESTADO 2		Sismo Derecha. Máx. D	
Carga		Valor	Distancia	Momento	Verificación Presión de suelo			
q	Reacción L1	4.49	-0.28	-1.26	Leq=		4.77	m
q	Reacción L2	4.49	-0.28	-1.26	Beq=		0.46	m
P1	R V1	2.24	-2.08	-4.66	Lefec =		2.84	m
P1	R V2	2.24	-2.08	-4.66	Área efectiva = Beq . Leq		1.31	m ²
P2	R V3	1.24	1.52	1.88	Tensión = P / A. efectiva		22.30	t/m ²
P2	R V4	1.24	1.52	1.88	Tensión de trabajo menor que Tensión Admisible			
P2	PP. Muro Perp.	1.66	1.52	2.52	VERIFICA			
P2	R L1 (perp.)	1.80	1.52	2.74	Tensión admisible			
P2	R L2 (perp.)	1.80	1.52	2.74	Factor de carga		0.7	
P3	P. Propio muro	4.20	-0.28	-1.18	Tensión última		50	t/m ²
P4	P. Propio cimiento	3.70	-0.28	-1.04	Tensión Admisible		35	t/m ²
E	Sismo	8.00	3.8	30.40				
Suma P=		29.10	Suma M=	28.12				
e=M/P		0.97	m					

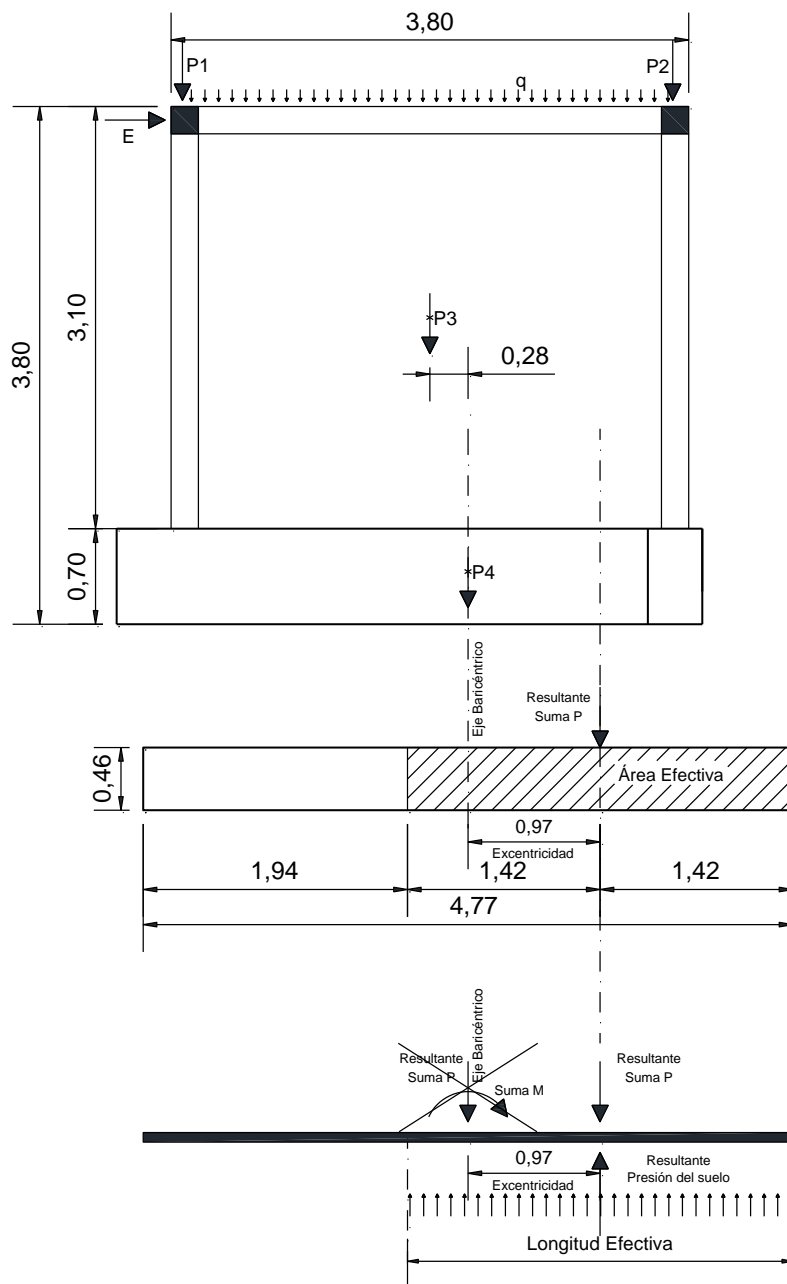


Figura 9. Estado 2

4.8.3. Estado 3: Sismo derecha con mínima carga permanente

ESTADO 3		Sismo Derecha. Mín. D		
Carga		Valor	Distancia	Momento
q	Reacción L1	3.16	-0.28	-0.88
q	Reacción L2	3.16	-0.28	-0.88
P1	R V1	1.58	-2.08	-3.29
P1	R V2	1.58	-2.08	-3.29
P2	R V3	0.87	1.52	1.32
P2	R V4	0.87	1.52	1.32
P2	PP. Muro Perp.	1.10	1.52	1.67
P2	R L1 (perp.)	1.26	1.52	1.92
P2	R L2 (perp.)	1.26	1.52	1.92
P3	P. Propio muro	2.80	-0.28	-0.78
P4	P. Propio ciment	2.46	-0.28	-0.69
E	Sismo	8.00	3.8	30.40
Suma P=		20.10	Suma M=	28.73
		e=M/P	1.43	m

ESTADO 3		Sismo Derecha. Mín. D	
Verificación Presión de suelo			
Leq=	4.77	m	
Beq=	0.46	m	
Lefec =	1.91	m	
Área efectiva = Beq . Leq	0.88	m ²	
Tensión = P / A. efectiva	22.87	t/m ²	
Tensión de trabajo menor que Tensión Admisible			
VERIFICA			
Tensión admisible			
Factor de carga	0.7		
Tensión última	50	t/m ²	
Tensión Admisible	35	t/m ²	

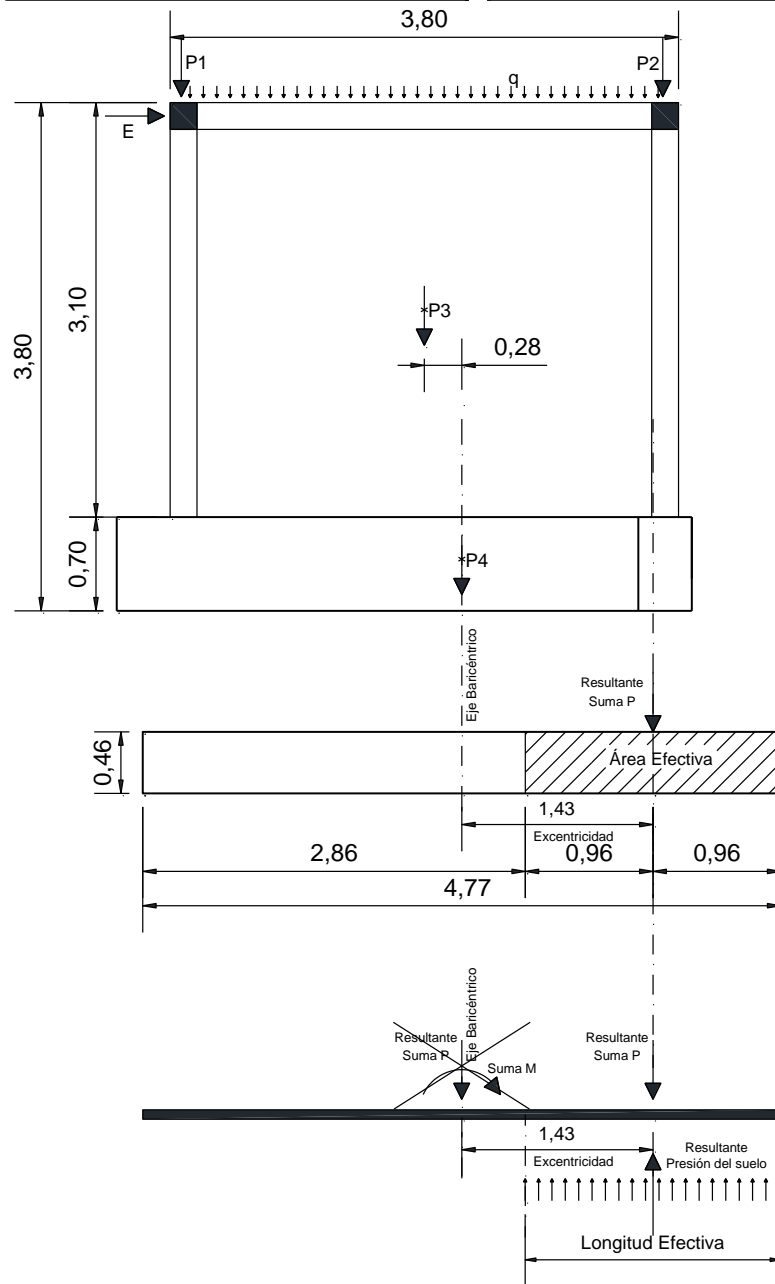


Figura 10. Estado 3

4.8.4. Estado 4: Sismo izquierda máxima carga permanente

ESTADO 4		Sismo Izquierda. Máx. D		
Carga		Valor	Distancia	Momento
q	Reacción L1	4.49	-0.28	-1.26
q	Reacción L2	4.49	-0.28	-1.26
P1	R V1	2.24	-2.08	-4.66
P1	R V2	2.24	-2.08	-4.66
P2	R V3	1.24	1.52	1.88
P2	R V4	1.24	1.52	1.88
P2	PP. Muro Perp.	1.66	1.52	2.52
P2	R L1 (perp.)	1.80	1.52	2.74
P2	R L2 (perp.)	1.80	1.52	2.74
P3	P. Propio muro	4.20	-0.28	-1.18
P4	P. Propio cimient	3.70	-0.28	-1.04
E	Sismo	-8.00	3.8	-30.40
Suma P=		29.10	Suma M=	-32.68
		e=M/P	-1.12	m

ESTADO 4		Sismo Izquierda. Máx. D	
Verificación Presión de suelo			
Leq=	4.77	m	
Beq=	0.46	m	
Lefec=	2.52	m	
Área efectiva = Beq . Leq	1.16	m ²	
Tensión = P / A. efectiva	25.06	t/m ²	
Tensión de trabajo menor que Tensión Admisible			
VERIFICA			
Tensión admisible			
Factor de carga	0.7		
Tensión última	50	t/m ²	
Tensión Admisible	35	t/m ²	

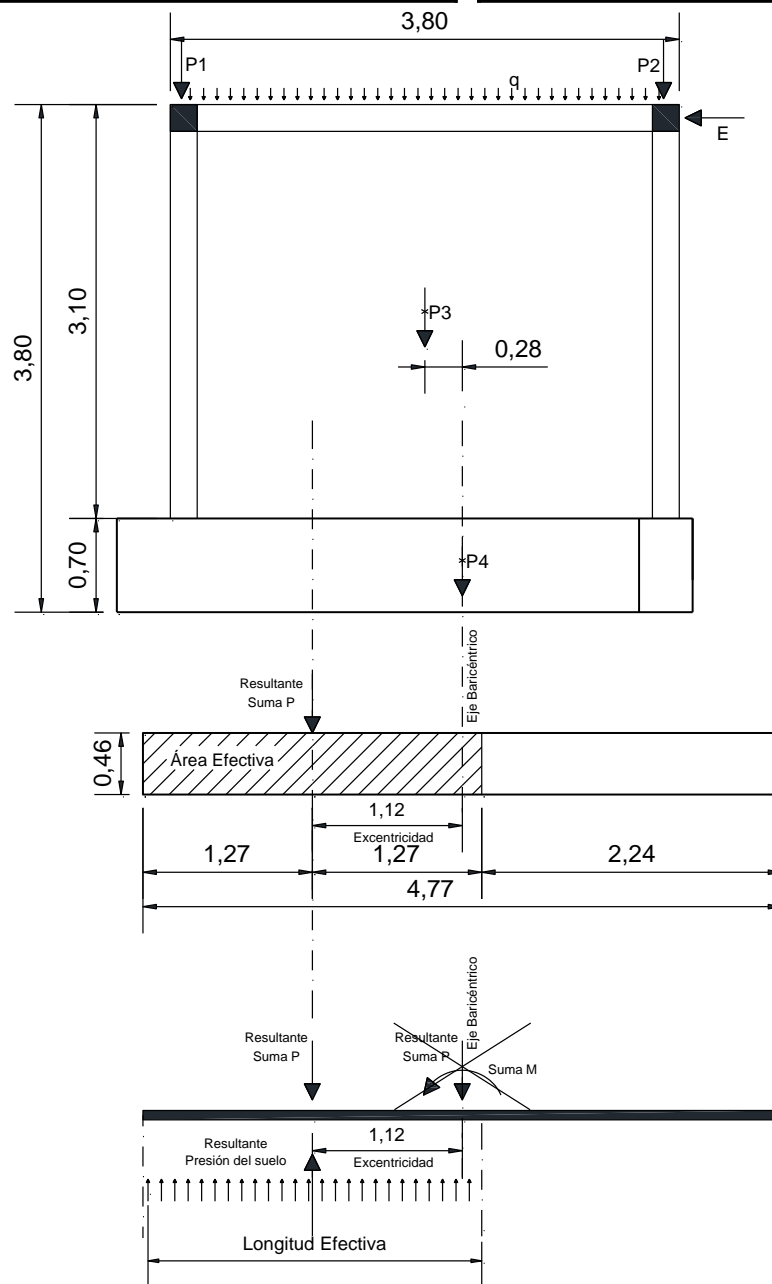


Figura 11. Estado 4

4.8.5. Estado 5: Sismo izquierda con mínima carga permanente

ESTADO 5		Sismo Izquierda. Mín. D		
Carga		Valor	Distancia	Momento
q	Reacción L1	3.16	-0.28	-0.88
q	Reacción L2	3.16	-0.28	-0.88
P1	R V1	1.58	-2.08	-3.29
P1	R V2	1.58	-2.08	-3.29
P2	R V3	0.87	1.52	1.32
P2	R V4	0.87	1.52	1.32
P2	PP. Muro Perp.	1.10	1.52	1.67
P2	R L1 (perp.)	1.26	1.52	1.92
P2	R L2 (perp.)	1.26	1.52	1.92
P3	P. Propio muro	2.80	-0.28	-0.78
P4	P. Propio ciment	2.46	-0.28	-0.69
E	Sismo	-8.00	3.8	-30.40
Suma P=		20.10	Suma M=	-32.07
		e=M/P	-1.60	m

ESTADO 5		Sismo Izquierda. Mín. D	
Verificación Presión de suelo			
Leq=	4.77	m	
Beq=	0.46	m	
Lefec=	1.58	m	
Área efectiva = Beq . Leq	0.73	m ²	
Tensión = P / A. efectiva	27.67	t/m ²	
Tensión de trabajo menor que Tensión Admisible			
VERIFICA			
Tensión admisible			
Factor de carga	0.7		
Tensión última	50	t/m ²	
Tensión Admisible	35	t/m ²	

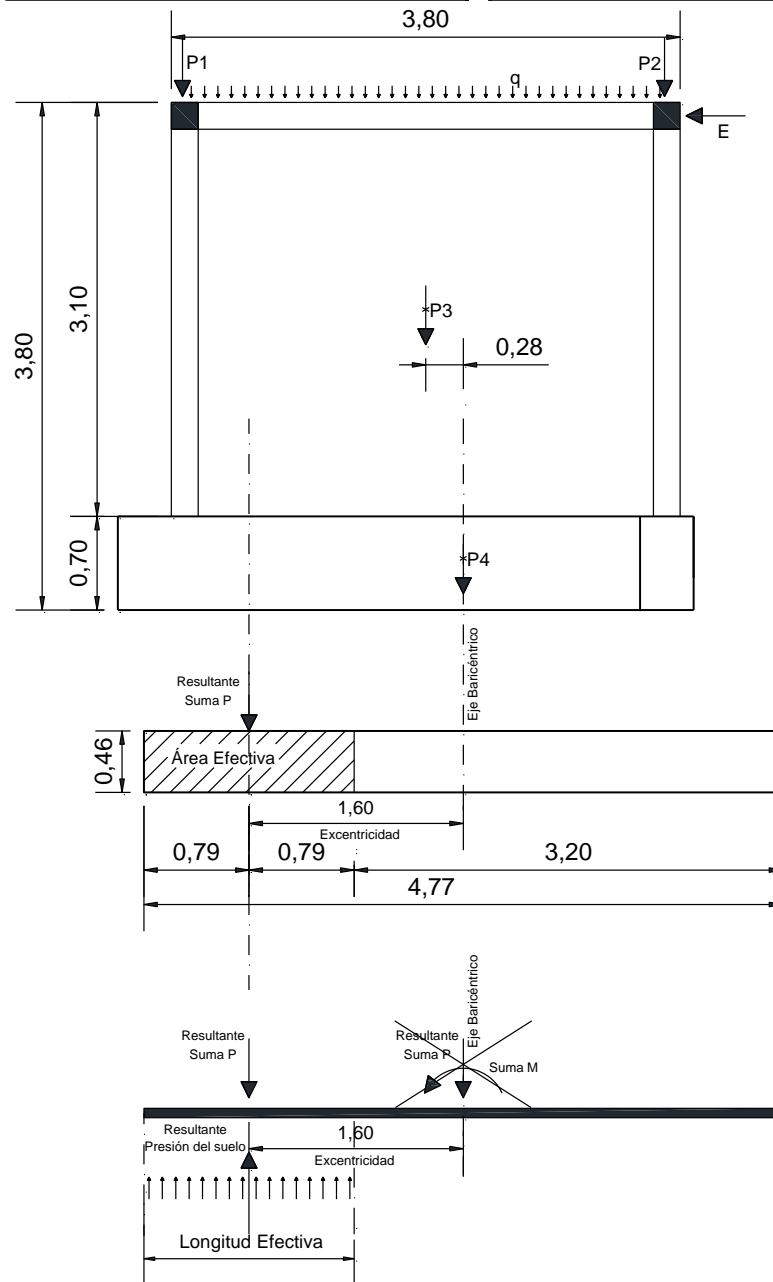


Figura 12. Estado 5

4.8.6. Resumen de Verificaciones

RESUMEN								
ESTADO		M	P	e	A efectiva	Tensión de trabajo	Tensión admisible	condición
ESTADO 1	Gravitatorio sin sismo	-3.90	40.80	-0.10	2.11	19.37	20	VERIFICA
ESTADO 2	Sismo Derecha. Máx. D	28.12	29.10	0.97	1.31	22.30	35	VERIFICA
ESTADO 3	Sismo Derecha. Mín. D	28.73	20.10	1.43	0.88	22.87	35	VERIFICA
ESTADO 4	Sismo Izquierda. Máx. D	-32.68	29.10	-1.12	1.16	25.06	35	VERIFICA
ESTADO 5	Sismo Izquierda. Mín. D	-32.07	20.10	-1.60	0.73	27.67	35	VERIFICA

En este resumen se observa que para el caso del estado 5 la tensión de trabajo está al 76% ($27.67/35$), mientras que si solo se hubiera considerado la geometría propia del cimiento ($4.30 \times 0.40 = 1.72\text{m}^2$), los valores de verificación quedarían:

- suma de P = 17t
- suma M = -38tm
- excentricidad e = 2.28m

La excentricidad indica la posición de la fuerza vertical y, en este caso, cae fuera del cimiento, por lo tanto no verifica. Esto muestra la importancia de la consideración espacial de la geometría del muro y de la fundación.

5. Conclusiones

Se ha presentado la metodología para la verificación de fundaciones de muros considerando la influencia de elementos perpendiculares.

Al tomar en cuenta la geometría propia y de los elementos que pudieran existir en dirección normal se está considerando la espacialidad de la transmisión de las acciones hasta el terreno de fundación.

Esto representa una ventaja desde el punto de vista de la resistencia de diseño dado que se está considerando un área mayor que es la que realmente transmitirá la presión a la fundación propia y la que se encuentre vinculada a ella. Esta ventaja se ve reflejada en el último punto donde al no considerar los elementos perpendiculares, la verificación de la fundación es insatisfactoria.

Este hecho muestra la importancia de evaluar la verdadera geometría espacial (tanto en planta como en vista) de los componentes para su verificación.

Febrero, 2020