

Tabla 6-10: Índice de daño para los elementos de la edificación de mampostería confinada de dos pisos, con desplazamientos verticales (MC-2p-S).

Combinación	Índice de Daño					
	Muros	Placas		Vigas de Cimentación	Vigas	Columnas
		Agrietamiento Concreto	Concreto Reforzado			
COMB_SBA	13.97%	1.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SBA0	36.97%	6.55%	0.00%	3.13%	0.00%	0.30%
COMB_SBA1	66.30%	15.55%	0.00%	8.85%	0.30%	0.89%
COMB_SBA2	73.49%	19.36%	0.18%	11.46%	0.60%	1.19%
COMB_SBA3	82.48%	28.27%	0.45%	14.06%	1.20%	2.98%
COMB_SBA4	88.60%	42.27%	1.09%	23.96%	2.11%	5.06%
COMB_SBA5	94.00%	66.73%	3.45%	37.50%	3.61%	8.93%
COMB_SLA	9.27%	0.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SLA0	23.20%	0.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SLA1	56.00%	4.73%	0.00%	3.13%	0.00%	0.00%
COMB_SLA2	65.28%	7.18%	0.00%	4.69%	0.00%	0.00%
COMB_SLA3	75.45%	14.36%	0.00%	10.42%	0.00%	0.30%
COMB_SLA4	86.32%	29.18%	0.00%	15.10%	0.00%	0.89%
COMB_SLA5	92.81%	55.18%	0.09%	32.81%	0.00%	5.36%
COMB_SBB	20.86%	4.17%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%
COMB_SBB0	46.71%	12.63%	0.00%	6.14%	0.00%	0.60%
COMB_SBB1	69.40%	22.01%	0.26%	12.28%	0.50%	1.19%
COMB_SBB2	77.92%	26.82%	0.39%	14.47%	1.25%	2.98%
COMB_SBB3	85.33%	36.65%	0.85%	19.30%	1.75%	5.06%
COMB_SBB4	90.63%	49.54%	2.41%	28.95%	2.00%	6.55%
COMB_SBB5	94.57%	71.29%	6.90%	40.35%	5.25%	10.71%
COMB_SLB	18.14%	0.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SLB0	39.23%	1.89%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SLB1	70.96%	8.46%	0.00%	4.82%	0.00%	0.00%
COMB_SLB2	76.63%	12.76%	0.00%	6.58%	0.00%	0.30%
COMB_SLB3	84.61%	21.68%	0.00%	13.60%	0.00%	0.60%
COMB_SLB4	92.15%	40.89%	0.00%	20.18%	0.00%	2.38%
COMB_SLB5	96.67%	66.21%	0.13%	42.11%	1.00%	8.63%
COMB_SBC	27.15%	11.01%	0.00%	2.65%	0.00%	0.00%
COMB_SBC0	52.67%	18.88%	0.00%	7.58%	0.00%	0.89%
COMB_SBC1	74.24%	29.01%	0.34%	12.88%	1.07%	2.98%
COMB_SBC2	80.00%	34.44%	0.59%	15.53%	1.28%	4.76%
COMB_SBC3	85.84%	42.66%	1.71%	24.24%	1.71%	5.95%
COMB_SBC4	91.19%	55.77%	3.72%	30.30%	2.99%	7.14%
COMB_SBC5	94.68%	74.12%	9.34%	39.39%	5.56%	12.20%
COMB_SLC	26.25%	4.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SLC0	53.84%	7.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
COMB_SLC1	77.33%	15.31%	0.00%	6.82%	0.00%	0.30%
COMB_SLC2	82.47%	22.16%	0.00%	10.23%	0.00%	0.30%
COMB_SLC3	94.36%	33.95%	0.00%	17.05%	0.00%	0.89%
COMB_SLC4	94.36%	49.36%	0.00%	23.86%	0.00%	2.38%
COMB_SLC5	97.47%	70.50%	0.15%	46.21%	1.50%	11.90%

6.3 Curvas de daño

Finalmente para dar cumplimiento al objeto de este proyecto, se relacionó el índice de daño obtenido con el valor de las presiones y los asentamientos aplicados, para generar las *curvas de daño o fragilidad* de cada estructura para cada carga aplicada.

En estas curvas, en el eje de las abscisas se representa la magnitud de cada tipo de amenaza evaluada, y en el eje de las ordenadas se grafica el valor del daño a través del índice calculado, donde cada uno de los escenarios propuestos y analizados representa un punto de las mismas.

Inicialmente se desarrollaron curvas para cada tipo de estructura a saber, de mampostería confinada de uno y dos pisos, y a su vez de mampostería simple de uno y dos pisos; y por cada tipo de carga como son presiones y desplazamientos. En cada uno de estos modelos se discriminó también la generación de estas curvas por cada elemento estructural que compone la edificación según corresponde: muros, placas, vigas de cimentación y confinamiento, y columnas. (Ver Anexo C)

Posteriormente se generaron otras curvas adicionales donde se obtuvo un solo índice de daño que reúne todos los elementos por cada material, concreto reforzado (placas, vigas y columnas) y mampostería (muros).

A continuación de la Figura 6-9 a la Figura 6-16 se presentan las curvas de obtenidas para los muros de mampostería y los elementos en concreto reforzado, de las estructuras de unos y dos pisos, en mampostería simple y confinada, sometidas a diferentes niveles de presiones que representan la magnitud del deslizamiento.

Para las estructuras confinadas con las presiones aplicadas se encontró que los elementos de confinamiento como son vigas y columnas no sufren ningún daño en las estructuras de un piso y todos los valores de índice de daño son iguales a 0.00%, en las de dos pisos se presenta un valor máximo del índice de daño de 4.5%. Mientras para los muros, el daño presentado es superior en tan solo entre 1% y 3% aproximadamente en las estructuras de mampostería simple respecto a las confinadas, pero debe tenerse en cuenta que estas últimas no presentan daños en sus elementos de confinamiento. En general los elementos en concreto presentan niveles de daño bajos (menor al 10%).

A su vez las estructuras de dos pisos presentan en general mayores daños que las de un piso, de igual manera es superior el factor de daño con la carga aplicada en el sentido largo de la estructura, esto es debido a la mayor área es decir presión.

Figura 6-9: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería confinada, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de B (ancho) - MC-1p-EB

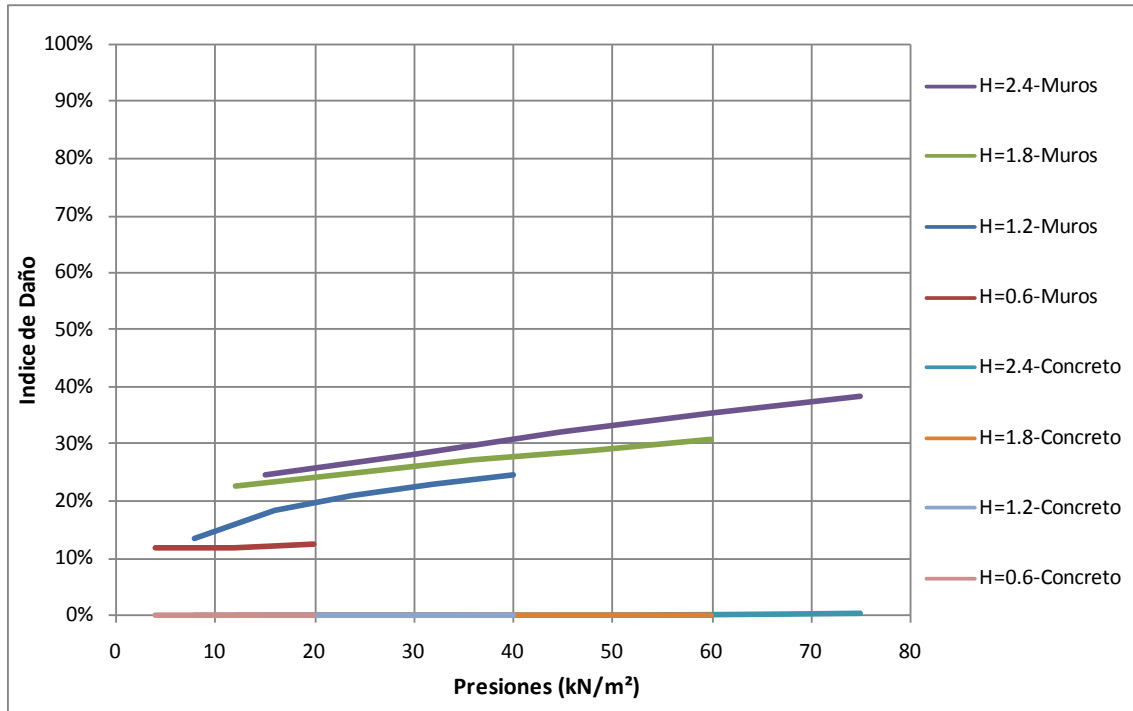


Figura 6-10: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería confinada, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de L (longitud) - MC-1p-EL

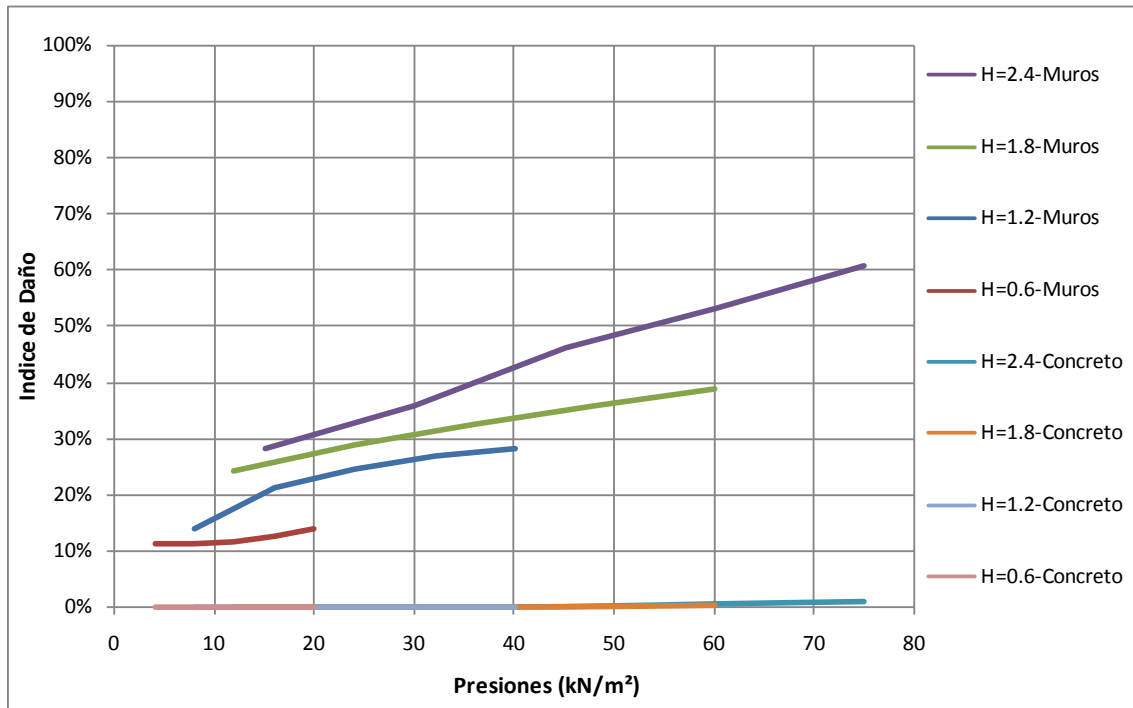


Figura 6-11: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería simple, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de B (ancho) - MS-1p-EB

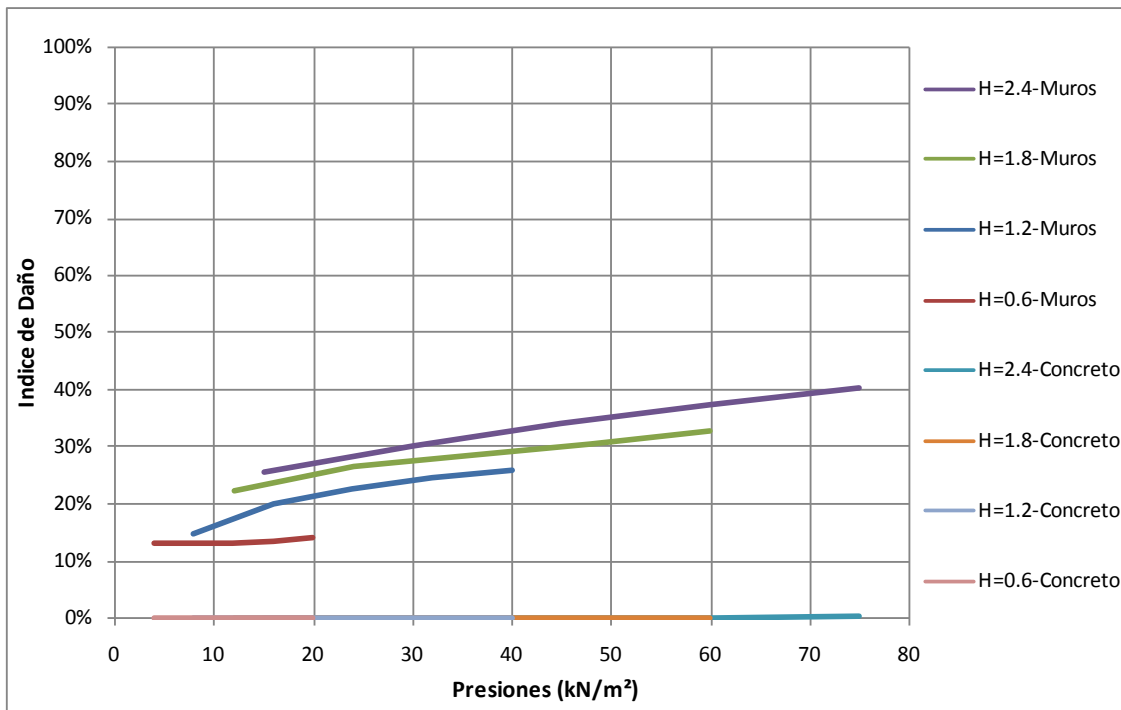


Figura 6-12: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería simple, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de L (longitud) - MS-1p-EL

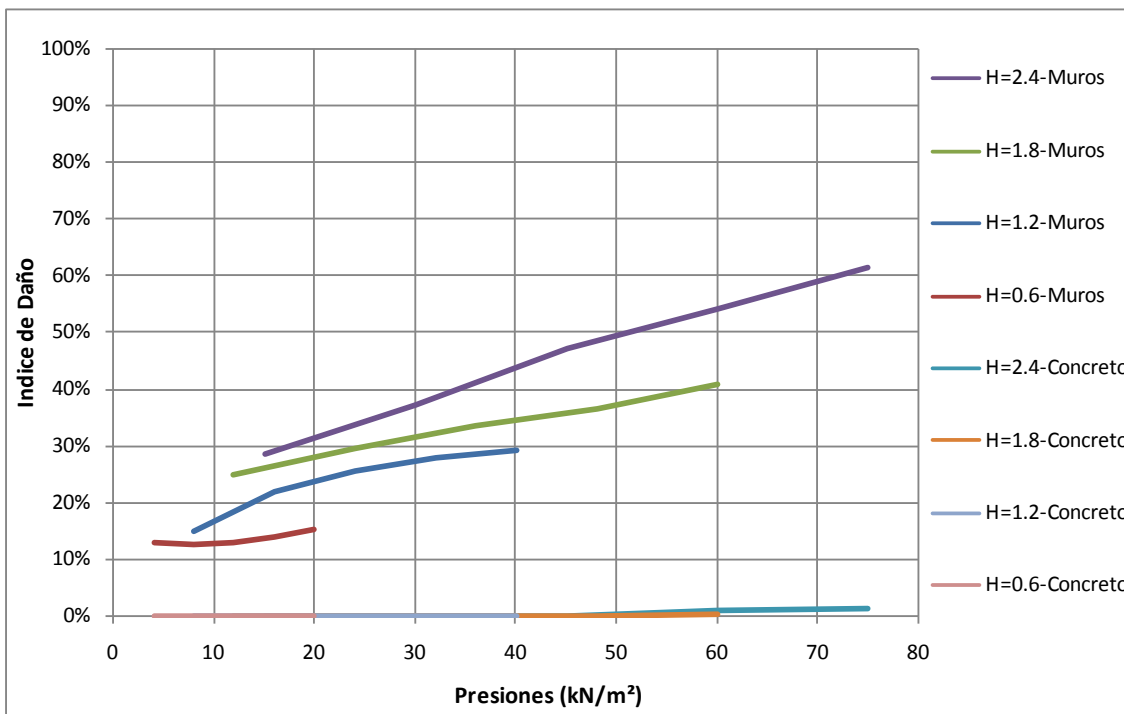


Figura 6-13: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería confinada, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de B (ancho) - MC-2p-EB

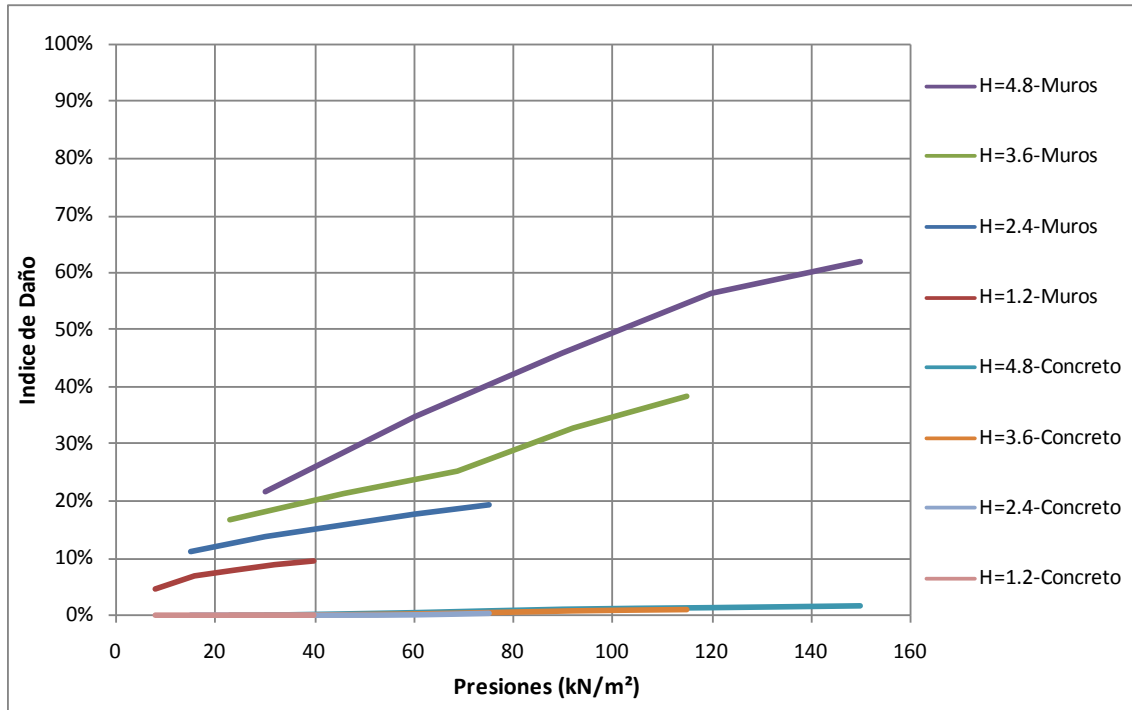


Figura 6-14: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería confinada, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de L (longitud) - MC-2p-EL

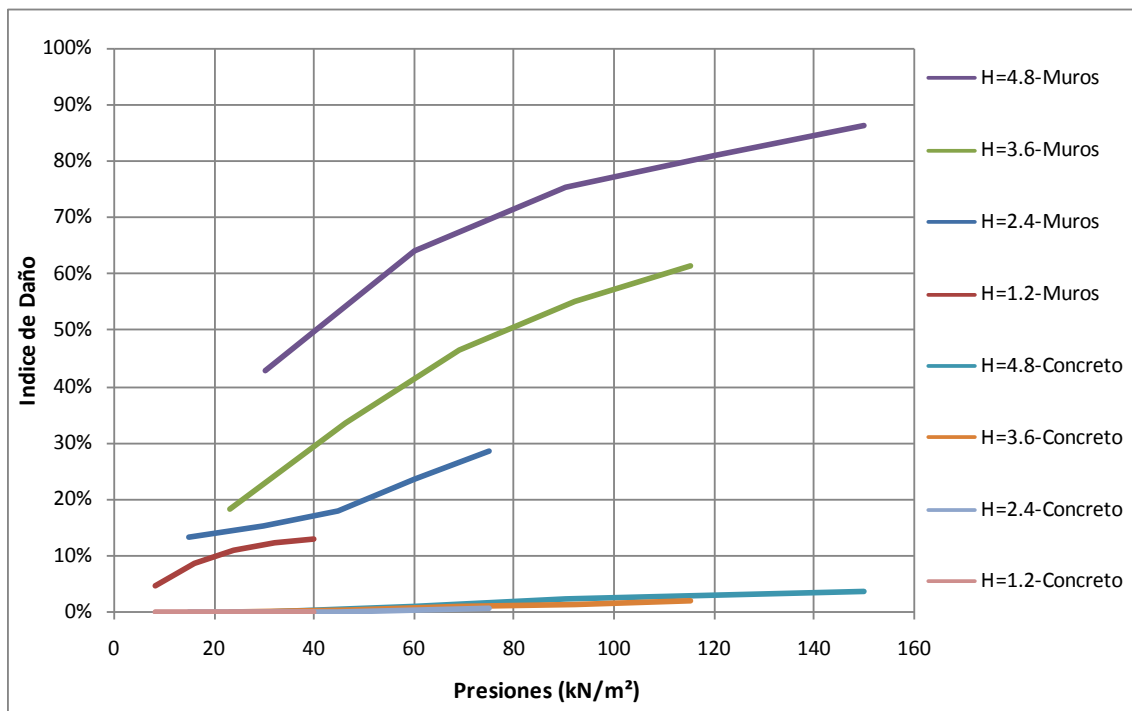


Figura 6-15: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería simple, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de B (ancho) - MS-2p-EB

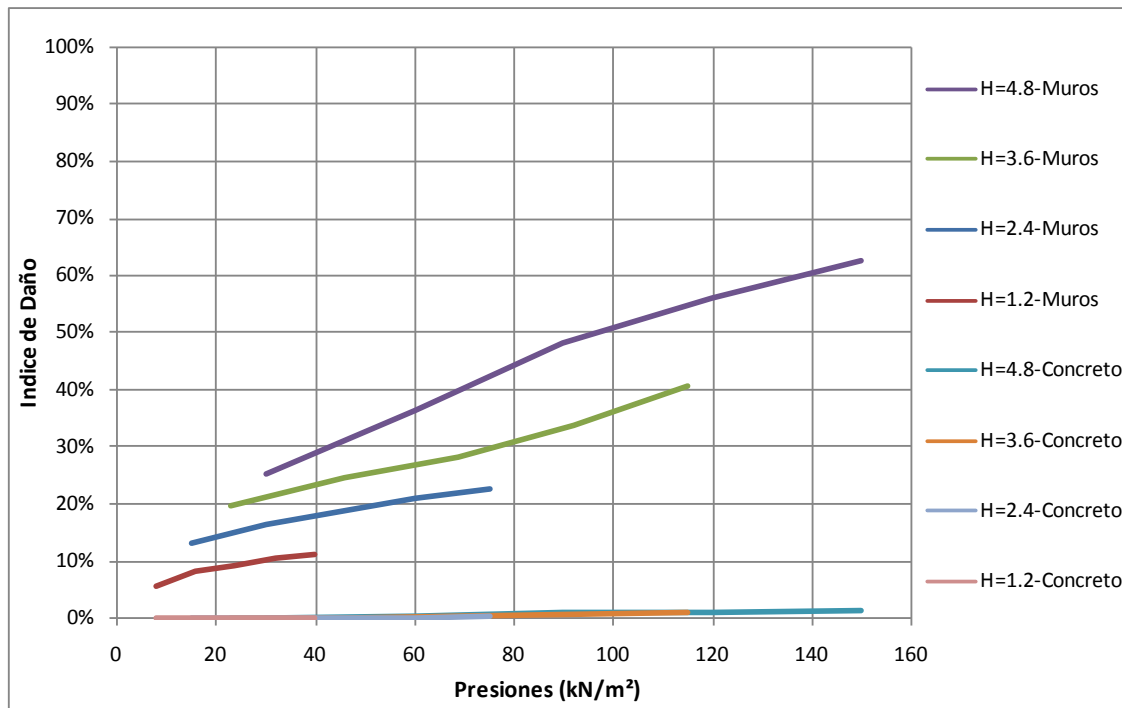
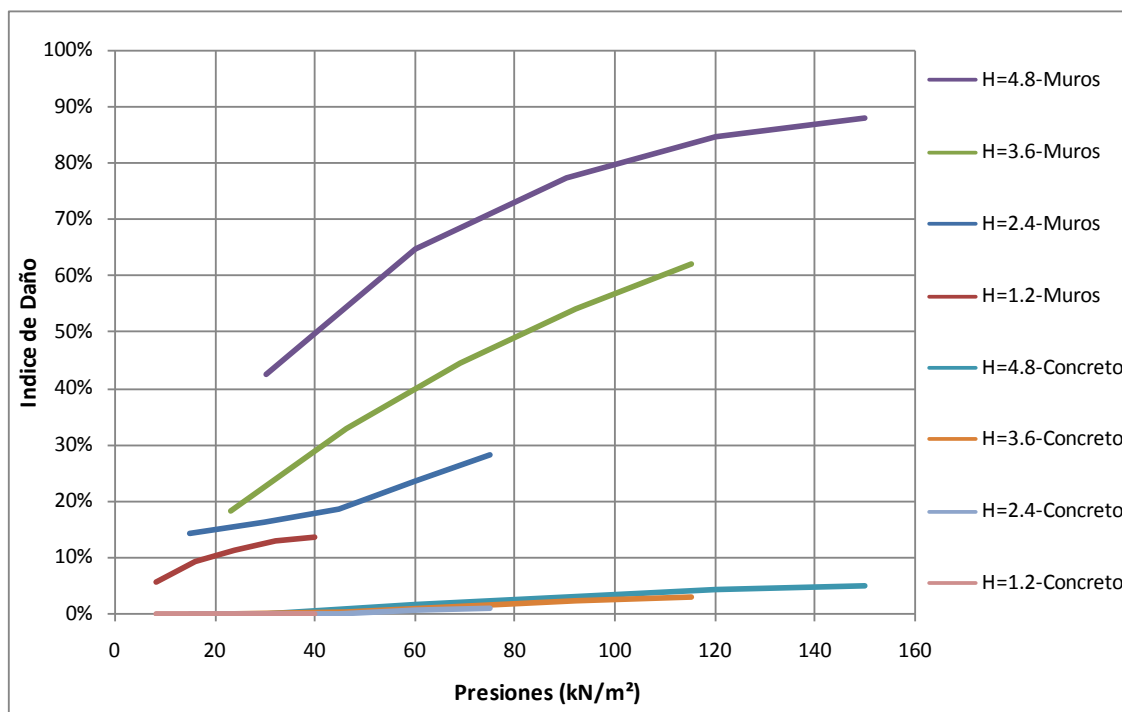


Figura 6-16: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería simple, con un rango de presiones aplicadas en el sentido de L (Longitud.) - MS-2p-EL



Se generaron curvas de fragilidad para los muros de mampostería, los elementos en concreto reforzado (placas, vigas de cimentación y confinamiento, y columnas) y para el agrietamiento de las placas (únicamente con las propiedades del concreto simple) de las estructuras de unos y dos pisos, y dimensiones variables, en mampostería simple y confinada, sometidas a diferentes rangos de desplazamientos, correspondientes a asentamientos diferenciales que representan la magnitud del deslizamiento se muestran de la Figura 6-17 a la Figura 6-24.

De acuerdo a los índices de daño encontrados bajo los desplazamientos aplicados para las estructuras confinadas se encontró que las vigas de confinamiento presentan rangos de daño bajos, menores al 7%, mientras las columnas presentan daños de hasta el 23% en estructuras de un piso y 12% para dos pisos. Para las vigas de cimentación el índice de daño alcanza valores desde 32% hasta 48% para las estructuras confinadas, y para las no confinadas desde 26% hasta 46%. Las placas presentan en todos los casos valores de daño menores al 12%.

Figura 6-17: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería confinada, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de B (ancho) - MC-1p-SB.

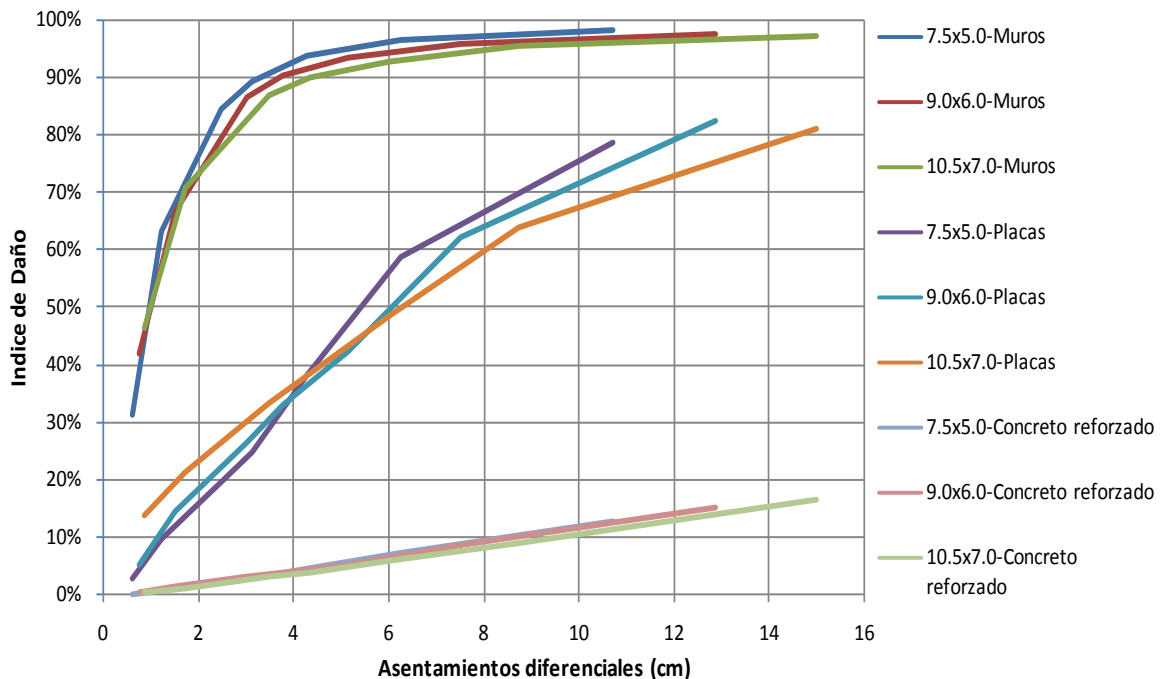


Figura 6-18: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería confinada, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de L (longitud) - MC-1p-L.

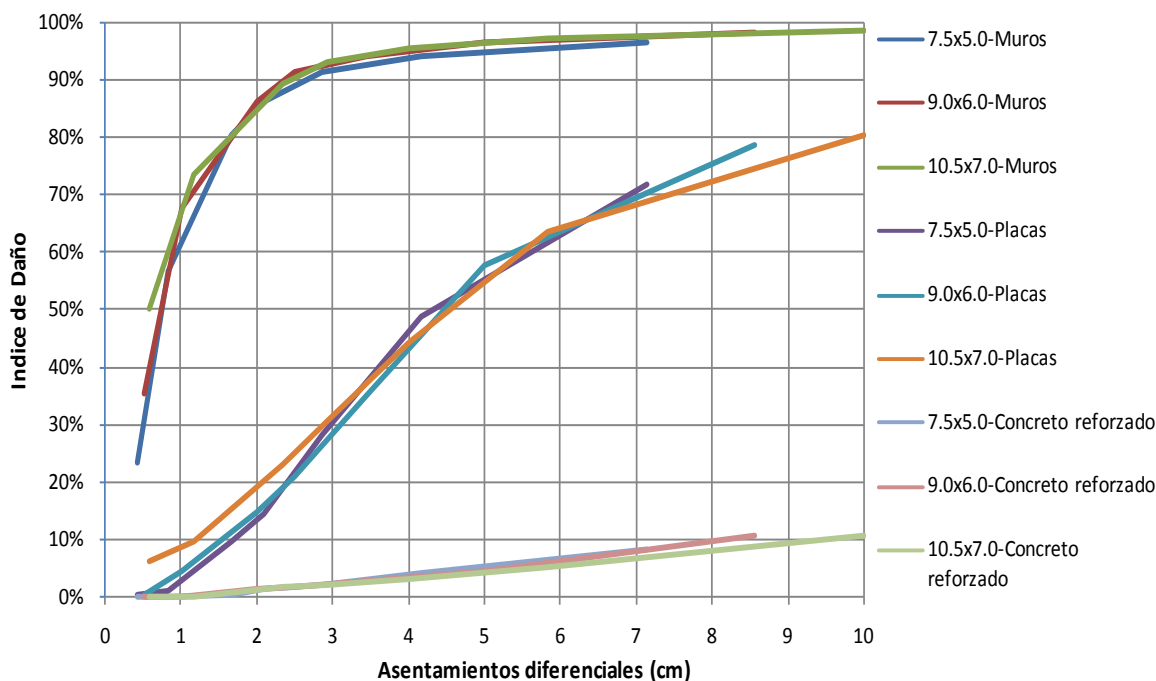


Figura 6-19: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería simple, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de B (ancho) - MS-1p-SB.

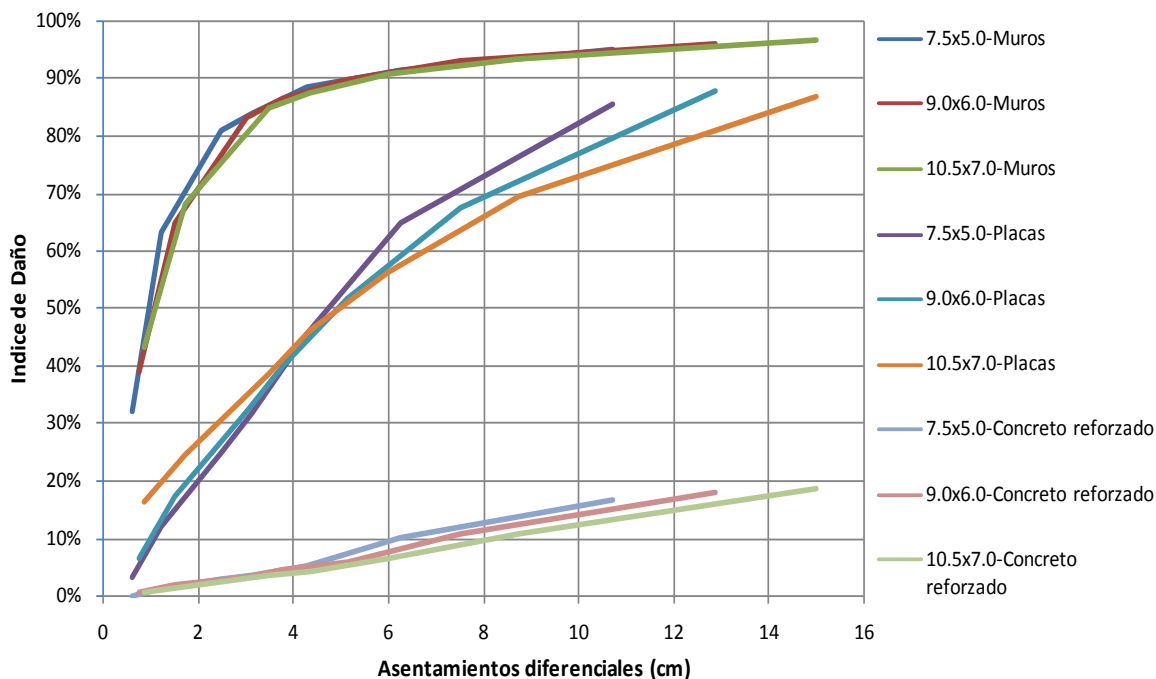


Figura 6-20: Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería simple, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de L (longitud) - MS-1p-SL.

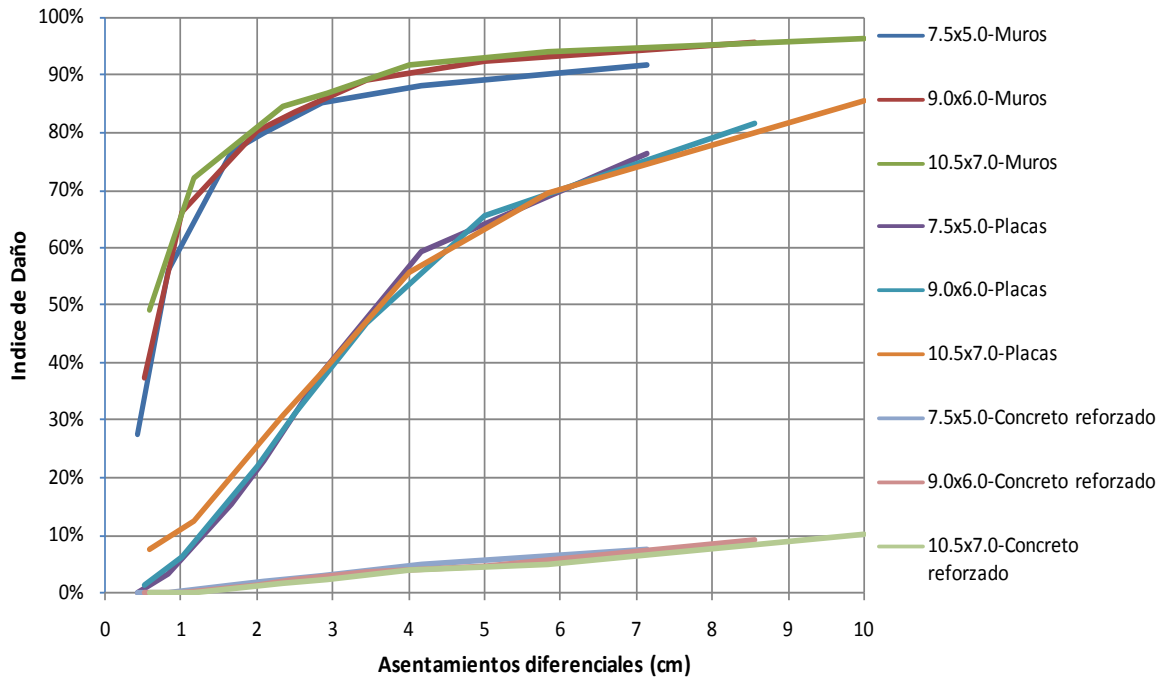


Figura 6-21: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería confinada, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de B (ancho) - MC-2p-SB.

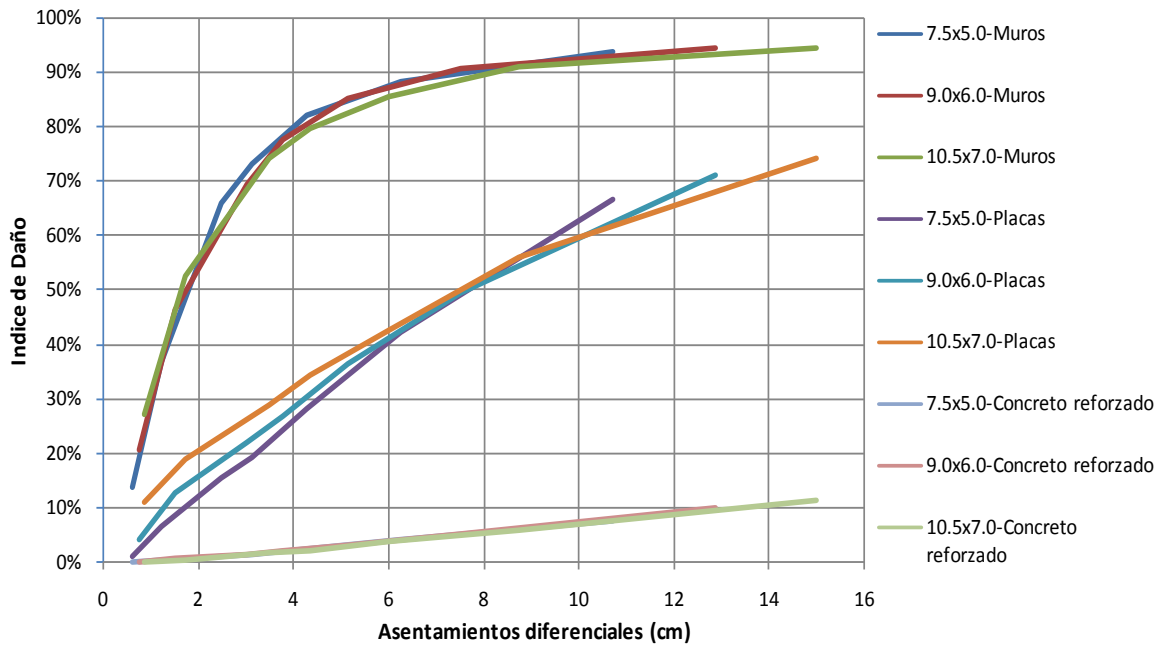


Figura 6-22: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería confinada, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de L (longitud) - MC-2p-SL.

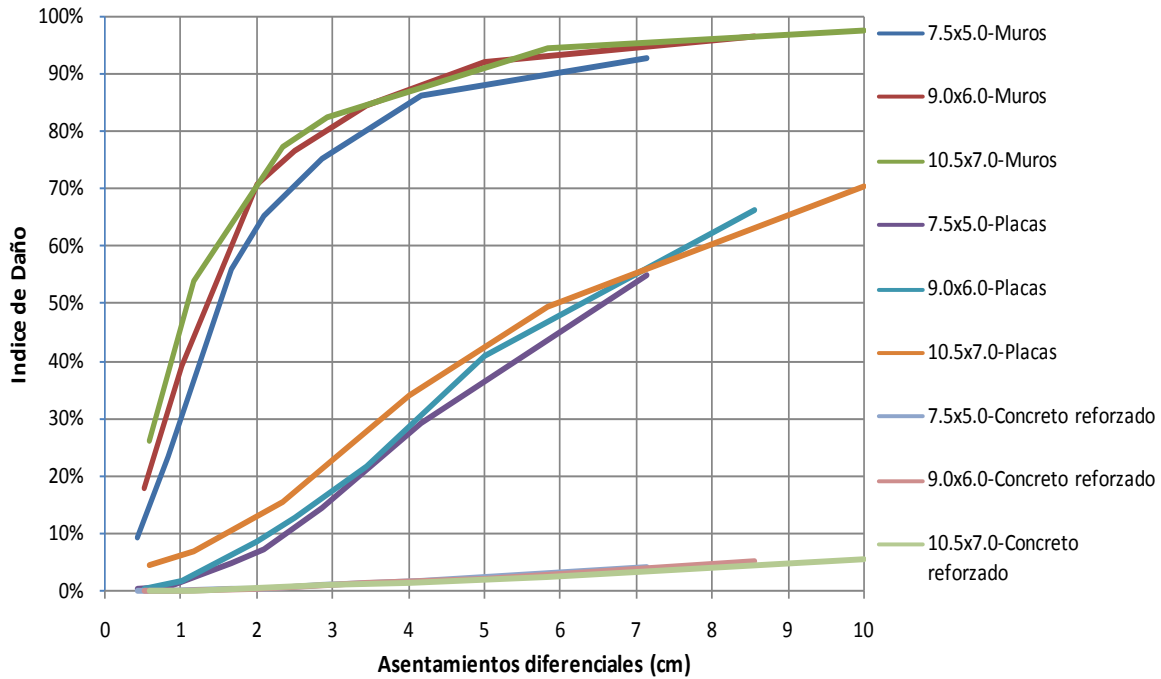


Figura 6-23: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería simple, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de B (ancho) - MS-2p-SB.

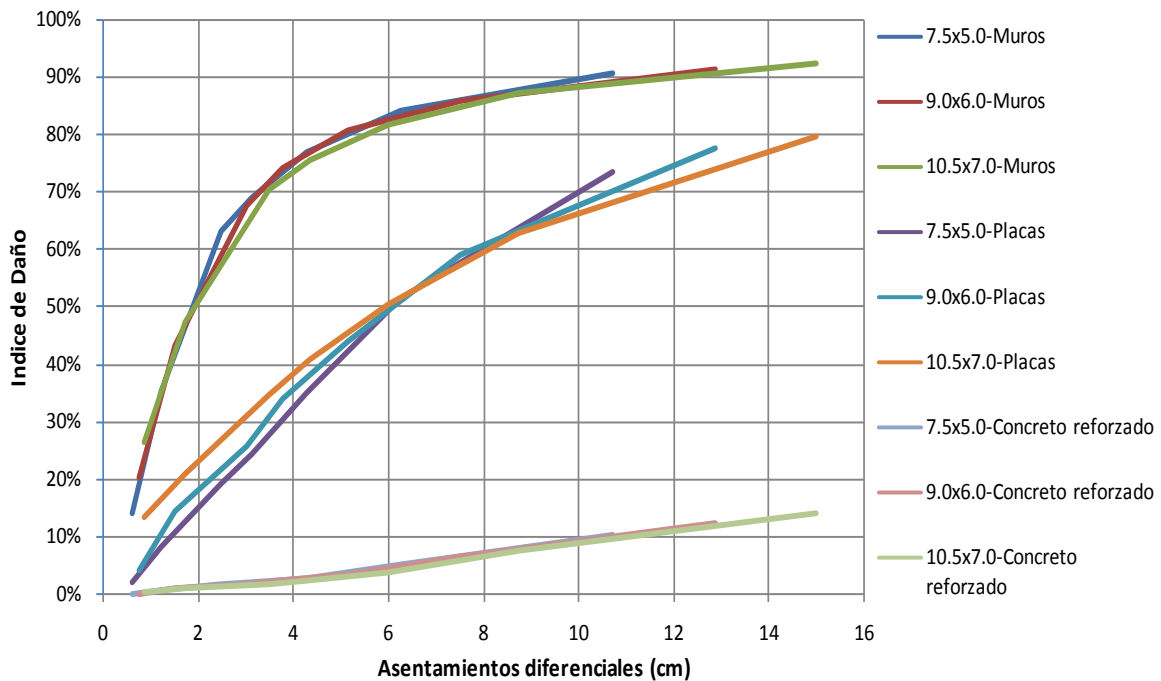
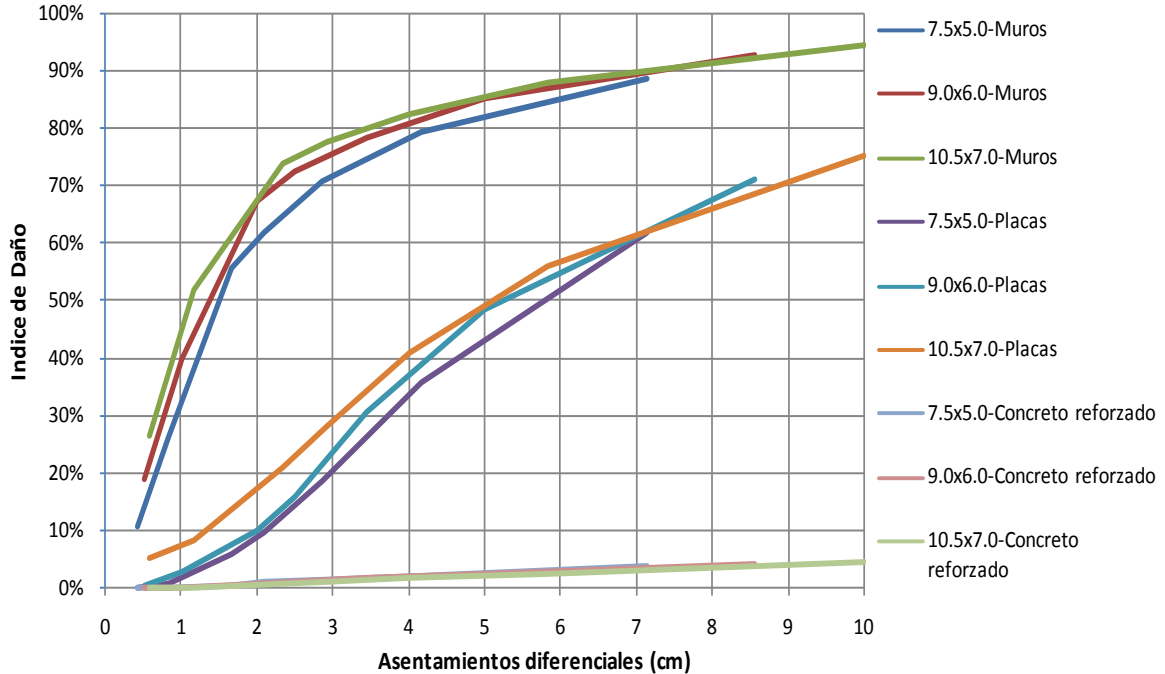


Figura 6-24: Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería simple, con diferentes niveles de desplazamientos en el sentido de L (longitud) - MS-2p-SL.



En forma general de las curvas de fragilidad obtenidas con asentamientos, los elementos en concreto reforzado presentan mayores daños en las estructuras de mampostería simple, mientras los muros de mampostería muestran valores un poco menores de índices de daño.

A su vez las estructuras de dos pisos presentan en general menores daños que las de un piso, aunque en un rango pequeño de variación, en tanto, el factor de daño con la carga aplicada en el sentido largo y ancho de la estructura, no presenta diferencias importantes, esto es debido a que los desplazamientos aplicados se calculan con respecto a L y B.

También se destaca la similitud en la tendencia y rangos de las curvas para las estructuras de diferentes tamaños, donde todas mantienen una relación largo-ancho (L/B) de 1.5, así como una distribución de muros que conserva la proporción con las dimensiones de la vivienda.

7. Conclusiones y recomendaciones

- A lo largo de la revisión bibliográfica realiza en el presente trabajo se encontró que existe una notoria diferencia en cuanto a la evaluación física de vulnerabilidad asociada a deslizamientos, respecto a otros procesos como son sismos, inundaciones y huracanes, amenazas sobre las cuales se ha centrado la investigación, definiendo metodologías que involucran curvas de vulnerabilidad, debido a que estos tipos de amenazas afectan mayores áreas por cada evento, la razón inicial para que la evaluación de vulnerabilidad por deslizamientos sea compleja, es que los deslizamientos se producen en lugares relativamente aislados que conducen a daños y perjuicios a escala local. Generalmente se asume que si ocurre el deslizamiento, las estructuras en su trayectoria son totalmente destruidas, esto toma una curva de fragilidad constante igual a la unidad para todos los valores diferentes a cero de los parámetros que caracterizan la amenaza.
- En la actualidad se observa un aumento en la cantidad y calidad de estudios desarrollados en la evaluación de vulnerabilidad física de estructuras ante los deslizamientos, los métodos probabilísticos se han hecho populares en particular con el aumento de la sofisticación de los sistemas de información geográfica, que permite la integración de datos recolectados de diversas fuentes y métodos y a diferentes escalas, también es más común el uso de programas para el modelamiento de la respuesta estructural dentro del desarrollo de las metodologías de evaluación de vulnerabilidad cuantitativas.
- La aplicación de metodologías estructurales, como son las evaluaciones de tipo no lineal que tendrían una representatividad más cercana a la realidad en cuanto a la falla de las estructuras, son de difícil aplicación debido a la complejidad en su modelamiento y procesamiento de información. La modelación es simplificada al no representar en conjunto la totalidad de la estructura sino con elementos por separado. Las curvas de daño o fragilidad una herramienta importante para la evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad física y consecuentemente del riesgo ante deslizamientos, permitiendo así identificar los diferentes niveles de daño presentados en las estructuras.
- Debido a que las afectaciones debidas a los deslizamientos están controladas por el comportamiento del terreno, los elementos expuestos y la vulnerabilidad de estos elementos, se definen unos escenarios de consecuencias para el desarrollo del proyecto, donde se tomaron los empujes generados por un deslizamiento teniendo en

cuenta que la estructura evaluada se encuentra fuera de la masa deslizada y los asentamientos diferenciales generados por los deslizamiento; la aplicación de estas solicitaciones en el modelo se realizó en términos de presiones laterales y desplazamientos verticales sobre la estructura de análisis.

- Se propone un modelo en el cual a partir de elementos finitos en 3D empleando el software SAP2000, se evaluó la respuesta de algunas estructuras ante cargas asociadas a deslizamientos, encontrando el nivel de daño para cada tipo de edificación considerada, y finalmente generando las curvas de daño, las cuales pueden ser empleadas en la evaluación de la vulnerabilidad física. Para la realización de estas curvas se consideraron viviendas en mampostería simple y confinada de uno y dos pisos, por ser los tipos de construcción de mayor dominio en nuestro entorno.
- Es claro que para las estructuras analizadas y las condiciones de carga evaluadas, se presentan mayores valores de daño en el caso de los desplazamientos verticales (asentamientos diferenciales), respecto a las presiones laterales aplicadas, esto es debido las estructuras afectadas por estos empujes presentan un daño más puntual concentrado en el muro de aplicación de la carga y por lo tanto trasmite menos cargas a los muros resistentes en el sentido transversal.
- De las curvas de vulnerabilidad generadas para el escenario en el que el deslizamiento produce una presión lateral sobre la edificación.
 - Para las presiones aplicadas, se presenta un mayor índice de daño en los muros de las estructuras de mampostería simple respecto la mampostería confinada, donde la variación es de tan solo entre 1% y 3% aproximadamente, es importante anotar que las edificaciones con sistema confinado no presentan daños en sus elementos de confinamiento.
 - En general los elementos en concreto de las estructuras consideradas presentan índices de daño menores al 10%, para este tipo de solicitación. En los muros de mampostería el daño varía entre el 40% y el 85%
 - También se encontró en las curvas generadas que las estructuras de dos pisos presentan mayores valores de daño que las de un piso, esto es debido a la mayor área y valor de la presión aplicada.
 - De acuerdo con las gráficas obtenidas se observa un valor superior de daño en los muros de más del 15%, en los casos donde se aplica la carga del empuje en el sentido longitudinal de la estructura, asociado a la mayor área de presión generada.

- De las curvas de vulnerabilidad generadas a partir de la aplicación desplazamientos verticales, que representan los asentamientos diferenciales producidos por un deslizamiento.
 - En el caso de los asentamientos, los elementos en concreto reforzado presentan mayores daños en las estructuras de mampostería simple, mientras los muros de mampostería muestran valores de índices de daño un poco menores en esta tipología de estructuras.
 - Los elementos en concreto de las viviendas presentan índices de daño menores al 20%, para este tipo de sollicitación. Mientras en los muros de mampostería los índices de daño son superiores al 90%
 - Contrario a los modelos de presiones para este tipo de carga las edificaciones de dos pisos presentaron de manera general menores valores de daño que las estructuras de un piso, aunque en un rango pequeño de variación.
 - Finalmente se resalta la similitud en la tendencia y rangos de las curvas generadas para las estructuras donde se varían las diferentes dimensiones en planta, pero en todos los casos se mantuvo la misma relación entre el largo y el ancho (L/B) de 1.5 y la distribución de muros conserva igual proporción con las dimensiones en planta.
 - El factor de daño cuando se aplica la carga aplicada en el sentido longitudinal y del ancho, no presenta diferencias significativas, esto se debe a que la magnitud de los desplazamientos aplicados se hallan con respecto a cada una estas dimensiones.

- Es importante destacar que la investigación desarrollada es tan solo uno de los primeros aportes en nuestro medio, que se realizan en la generación de curvas de vulnerabilidad, a partir de la modelación de la respuesta estructural ante sollicitaciones generadas por los deslizamientos, aun siendo esta una condición frecuente y común de riesgo, en nuestro entorno.

- Una vez obtenidos los resultados propuestos y objeto de esta investigación se identificó que es necesario para un mayor conocimiento acerca de la vulnerabilidad física por deslizamientos el profundizar en el modelamiento de los diferentes sistemas estructurales de mayor uso en nuestro medio, para poder contar con la diversidad de curvas necesarias para la evaluación del riesgo.

A. Anexo: Cálculo de las presiones

A continuación se presentan las tablas correspondientes al cálculo de presiones P_s , para diferentes rangos de los parámetros, que la definen. Las cuales sirven para en un caso dado donde se conozcan los valores de estos parámetros poder obtener de estas el valor de la presión para entrar a las curvas de daño calculadas.

		P_s (kN/m ²)													
γ	H	$\theta = 10^\circ$							$\theta = 20^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	$\phi = 45^\circ$
14.0	0.5	7.22	7.34	7.46	7.60	7.74	7.91	8.11	7.22	7.45	7.69	7.96	8.25	8.59	8.97
	1.0	14.44	14.67	14.92	15.19	15.49	15.83	16.22	14.44	14.90	15.39	15.92	16.51	17.17	17.94
	1.5	21.66	22.01	22.38	22.79	23.23	23.74	24.33	21.66	22.35	23.08	23.88	24.76	25.76	26.92
	2.0	28.88	29.34	29.84	30.38	30.98	31.65	32.44	28.88	29.80	30.78	31.84	33.02	34.35	35.89
	2.5	36.10	36.68	37.30	37.98	38.72	39.57	40.55	36.10	37.25	38.47	39.80	41.27	42.93	44.86
	3.0	43.32	44.02	44.76	45.57	46.47	47.48	48.66	43.32	44.70	46.17	47.76	49.53	51.52	53.83
	3.5	50.54	51.35	52.22	53.17	54.21	55.40	56.76	50.54	52.14	53.86	55.72	57.78	60.11	62.80
	4.0	57.75	58.69	59.68	60.76	61.96	63.31	64.87	57.75	59.59	61.55	63.68	66.03	68.69	71.78
	4.5	64.97	66.02	67.14	68.36	69.70	71.22	72.98	64.97	67.04	69.25	71.64	74.29	77.28	80.75
	5.0	72.19	73.36	74.60	75.95	77.45	79.14	81.09	72.19	74.49	76.94	79.60	82.54	85.87	89.72
	5.5	79.41	80.70	82.07	83.55	85.19	87.05	89.20	79.41	81.94	84.64	87.56	90.80	94.45	98.69
	6.0	86.63	88.03	89.53	91.15	92.94	94.96	97.31	86.63	89.39	92.33	95.52	99.05	103.04	107.66
	6.5	93.85	95.37	96.99	98.74	100.68	102.88	105.42	93.85	96.84	100.03	103.48	107.31	111.63	116.64
	7.0	101.07	102.71	104.45	106.34	108.43	110.79	113.53	101.07	104.29	107.72	111.44	115.56	120.21	125.61
7.5	108.29	110.04	111.91	113.93	116.17	118.70	121.64	108.29	111.74	115.41	119.40	123.81	128.80	134.58	
16.0	0.5	8.25	8.38	8.53	8.68	8.85	9.04	9.27	8.25	8.51	8.79	9.10	9.43	9.81	10.25
	1.0	16.50	16.77	17.05	17.36	17.70	18.09	18.54	16.50	17.03	17.59	18.19	18.87	19.63	20.51
	1.5	24.75	25.15	25.58	26.04	26.55	27.13	27.80	24.75	25.54	26.38	27.29	28.30	29.44	30.76
	2.0	33.00	33.54	34.10	34.72	35.40	36.18	37.07	33.00	34.05	35.17	36.39	37.73	39.25	41.01
	2.5	41.25	41.92	42.63	43.40	44.26	45.22	46.34	41.25	42.57	43.97	45.49	47.17	49.07	51.27
	3.0	49.50	50.30	51.16	52.08	53.11	54.26	55.61	49.50	51.08	52.76	54.58	56.60	58.88	61.52
	3.5	57.75	58.69	59.68	60.76	61.96	63.31	64.87	57.75	59.59	61.55	63.68	66.03	68.69	71.78
	4.0	66.01	67.07	68.21	69.44	70.81	72.35	74.14	66.01	68.11	70.35	72.78	75.47	78.51	82.03
	4.5	74.26	75.46	76.74	78.12	79.66	81.40	83.41	74.26	76.62	79.14	81.88	84.90	88.32	92.28
	5.0	82.51	83.84	85.26	86.81	88.51	90.44	92.68	82.51	85.13	87.93	90.97	94.33	98.13	102.54
	5.5	90.76	92.22	93.79	95.49	97.36	99.49	101.94	90.76	93.65	96.73	100.07	103.77	107.95	112.79
	6.0	99.01	100.61	102.31	104.17	106.21	108.53	111.21	99.01	102.16	105.52	109.17	113.20	117.76	123.04
	6.5	107.26	108.99	110.84	112.85	115.07	117.57	120.48	107.26	110.67	114.31	118.26	122.63	127.57	133.30
	7.0	115.51	117.38	119.37	121.53	123.92	126.62	129.75	115.51	119.19	123.11	127.36	132.07	137.39	143.55
7.5	123.76	125.76	127.89	130.21	132.77	135.66	139.01	123.76	127.70	131.90	136.46	141.50	147.20	153.81	
18.0	0.5	9.28	9.43	9.59	9.77	9.96	10.17	10.43	9.28	9.58	9.89	10.23	10.61	11.04	11.54
	1.0	18.56	18.86	19.18	19.53	19.92	20.35	20.85	18.56	19.16	19.79	20.47	21.23	22.08	23.07
	1.5	27.85	28.30	28.78	29.30	29.87	30.52	31.28	27.85	28.73	29.68	30.70	31.84	33.12	34.61
	2.0	37.13	37.73	38.37	39.06	39.83	40.70	41.70	37.13	38.31	39.57	40.94	42.45	44.16	46.14
	2.5	46.41	47.16	47.96	48.83	49.79	50.87	52.13	46.41	47.89	49.46	51.17	53.06	55.20	57.68
	3.0	55.69	56.59	57.55	58.59	59.75	61.05	62.56	55.69	57.47	59.36	61.41	63.68	66.24	69.21
	3.5	64.97	66.02	67.14	68.36	69.70	71.22	72.98	64.97	67.04	69.25	71.64	74.29	77.28	80.75
	4.0	74.26	75.46	76.74	78.12	79.66	81.40	83.41	74.26	76.62	79.14	81.88	84.90	88.32	92.28
4.5	83.54	84.89	86.33	87.89	89.62	91.57	93.83	83.54	86.20	89.03	92.11	95.51	99.36	103.82	

		P_s (kN/m ²)													
γ	H	$\theta = 10^\circ$							$\theta = 20^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	$\phi = 45^\circ$
18.0	5.0	92.82	94.32	95.92	97.66	99.58	101.75	104.26	92.82	95.78	98.93	102.34	106.13	110.40	115.35
	5.5	102.10	103.75	105.51	107.42	109.53	111.92	114.69	102.10	105.35	108.82	112.58	116.74	121.44	126.89
	6.0	111.38	113.19	115.10	117.19	119.49	122.10	125.11	111.38	114.93	118.71	122.81	127.35	132.48	138.42
	6.5	120.67	122.62	124.70	126.95	129.45	132.27	135.54	120.67	124.51	128.60	133.05	137.96	143.52	149.96
	7.0	129.95	132.05	134.29	136.72	139.41	142.45	145.97	129.95	134.09	138.50	143.28	148.58	154.56	161.50
7.5	139.23	141.48	143.88	146.48	149.36	152.62	156.39	139.23	143.66	148.39	153.52	159.19	165.60	173.03	
20.0	0.5	10.31	10.48	10.66	10.85	11.06	11.31	11.58	10.31	10.64	10.99	11.37	11.79	12.27	12.82
	1.0	20.63	20.96	21.32	21.70	22.13	22.61	23.17	20.63	21.28	21.98	22.74	23.58	24.53	25.63
	1.5	30.94	31.44	31.97	32.55	33.19	33.92	34.75	30.94	31.93	32.98	34.11	35.38	36.80	38.45
	2.0	41.25	41.92	42.63	43.40	44.26	45.22	46.34	41.25	42.57	43.97	45.49	47.17	49.07	51.27
	2.5	51.57	52.40	53.29	54.25	55.32	56.53	57.92	51.57	53.21	54.96	56.86	58.96	61.33	64.09
	3.0	61.88	62.88	63.95	65.10	66.38	67.83	69.51	61.88	63.85	65.95	68.23	70.75	73.60	76.90
	3.5	72.19	73.36	74.60	75.95	77.45	79.14	81.09	72.19	74.49	76.94	79.60	82.54	85.87	89.72
	4.0	82.51	83.84	85.26	86.81	88.51	90.44	92.68	82.51	85.13	87.93	90.97	94.33	98.13	102.54
	4.5	92.82	94.32	95.92	97.66	99.58	101.75	104.26	92.82	95.78	98.93	102.34	106.13	110.40	115.35
	5.0	103.13	104.80	106.58	108.51	110.64	113.05	115.85	103.13	106.42	109.92	113.72	117.92	122.67	128.17
	5.5	113.45	115.28	117.24	119.36	121.70	124.36	127.43	113.45	117.06	120.91	125.09	129.71	134.93	140.99
	6.0	123.76	125.76	127.89	130.21	132.77	135.66	139.01	123.76	127.70	131.90	136.46	141.50	147.20	153.81
	6.5	134.07	136.24	138.55	141.06	143.83	146.97	150.60	134.07	138.34	142.89	147.83	153.29	159.47	166.62
7.0	144.39	146.72	149.21	151.91	154.90	158.27	162.18	144.39	148.98	153.89	159.20	165.08	171.74	179.44	
7.5	154.70	157.20	159.87	162.76	165.96	169.58	173.77	154.70	159.63	164.88	170.57	176.88	184.00	192.26	
22.0	0.5	11.34	11.53	11.72	11.94	12.17	12.44	12.74	11.34	11.71	12.09	12.51	12.97	13.49	14.10
	1.0	22.69	23.06	23.45	23.87	24.34	24.87	25.49	22.69	23.41	24.18	25.02	25.94	26.99	28.20
	1.5	34.03	34.58	35.17	35.81	36.51	37.31	38.23	34.03	35.12	36.27	37.53	38.91	40.48	42.30
	2.0	45.38	46.11	46.89	47.74	48.68	49.74	50.97	45.38	46.82	48.36	50.03	51.88	53.97	56.40
	2.5	56.72	57.64	58.62	59.68	60.85	62.18	63.72	56.72	58.53	60.45	62.54	64.85	67.47	70.49
	3.0	68.07	69.17	70.34	71.61	73.02	74.61	76.46	68.07	70.24	72.55	75.05	77.83	80.96	84.59
	3.5	79.41	80.70	82.07	83.55	85.19	87.05	89.20	79.41	81.94	84.64	87.56	90.80	94.45	98.69
	4.0	90.76	92.22	93.79	95.49	97.36	99.49	101.94	90.76	93.65	96.73	100.07	103.77	107.95	112.79
	4.5	102.10	103.75	105.51	107.42	109.53	111.92	114.69	102.10	105.35	108.82	112.58	116.74	121.44	126.89
	5.0	113.45	115.28	117.24	119.36	121.70	124.36	127.43	113.45	117.06	120.91	125.09	129.71	134.93	140.99
	5.5	124.79	126.81	128.96	131.29	133.87	136.79	140.17	124.79	128.77	133.00	137.60	142.68	148.43	155.09
	6.0	136.14	138.34	140.68	143.23	146.04	149.23	152.92	136.14	140.47	145.09	150.10	155.65	161.92	169.19
	6.5	147.48	149.87	152.41	155.16	158.21	161.66	165.66	147.48	152.18	157.18	162.61	168.62	175.42	183.28
7.0	158.83	161.39	164.13	167.10	170.39	174.10	178.40	158.83	163.88	169.27	175.12	181.59	188.91	197.38	
7.5	170.17	172.92	175.85	179.04	182.56	186.54	191.15	170.17	175.59	181.36	187.63	194.56	202.40	211.48	

		P_s (kN/m ²)													
γ	H	$\theta = 30^\circ$							$\theta = 40^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	$\phi = 45^\circ$
14.0	0.5	7.00	7.34	7.69	8.08	8.51	9.00	9.56	6.57	7.00	7.46	7.96	8.51	9.14	9.86
	1.0	14.00	14.67	15.39	16.17	17.03	18.00	19.12	13.14	14.00	14.92	15.92	17.03	18.28	19.72
	1.5	21.00	22.01	23.08	24.25	25.54	27.00	28.69	19.70	21.00	22.38	23.88	25.54	27.41	29.59
	2.0	28.00	29.34	30.78	32.33	34.05	36.00	38.25	26.27	28.00	29.84	31.84	34.05	36.55	39.45
	2.5	35.00	36.68	38.47	40.41	42.56	45.00	47.81	32.84	35.00	37.30	39.80	42.56	45.69	49.31
	3.0	42.00	44.02	46.17	48.50	51.08	53.99	57.37	39.41	42.00	44.76	47.76	51.08	54.83	59.17
	3.5	49.00	51.35	53.86	56.58	59.59	62.99	66.94	45.98	49.00	52.22	55.72	59.59	63.96	69.03
	4.0	56.00	58.69	61.55	64.66	68.10	71.99	76.50	52.54	56.00	59.68	63.68	68.10	73.10	78.89
	4.5	63.00	66.02	69.25	72.75	76.62	80.99	86.06	59.11	63.00	67.14	71.64	76.62	82.24	88.76
	5.0	70.00	73.36	76.94	80.83	85.13	89.99	95.62	65.68	70.00	74.60	79.60	85.13	91.38	98.62
	5.5	77.00	80.70	84.64	88.91	93.64	98.99	105.18	72.25	77.00	82.07	87.56	93.64	100.52	108.48
	6.0	84.00	88.03	92.33	96.99	102.15	107.99	114.75	78.82	84.00	89.53	95.52	102.15	109.65	118.34
	6.5	91.00	95.37	100.03	105.08	110.67	116.99	124.31	85.38	91.00	96.99	103.48	110.67	118.79	128.20
7.0	98.00	102.71	107.72	113.16	119.18	125.99	133.87	91.95	98.00	104.45	111.44	119.18	127.93	138.07	

		P_s (kN/m ²)													
γ	H	$\theta = 30^\circ$							$\theta = 40^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	$\phi = 45^\circ$
16.0	7.5	105.00	110.04	115.41	121.24	127.69	134.99	143.43	98.52	105.00	111.91	119.40	127.69	137.07	147.93
	0.5	8.00	8.38	8.79	9.24	9.73	10.28	10.93	7.51	8.00	8.53	9.10	9.73	10.44	11.27
	1.0	16.00	16.77	17.59	18.48	19.46	20.57	21.86	15.01	16.00	17.05	18.19	19.46	20.89	22.54
	1.5	24.00	25.15	26.38	27.71	29.19	30.85	32.78	22.52	24.00	25.58	27.29	29.19	31.33	33.81
	2.0	32.00	33.54	35.17	36.95	38.92	41.14	43.71	30.02	32.00	34.10	36.39	38.92	41.77	45.08
	2.5	40.00	41.92	43.97	46.19	48.65	51.42	54.64	37.53	40.00	42.63	45.49	48.65	52.22	56.35
	3.0	48.00	50.30	52.76	55.43	58.37	61.71	65.57	45.04	48.00	51.16	54.58	58.37	62.66	67.62
	3.5	56.00	58.69	61.55	64.66	68.10	71.99	76.50	52.54	56.00	59.68	63.68	68.10	73.10	78.89
	4.0	64.00	67.07	70.35	73.90	77.83	82.28	87.43	60.05	64.00	68.21	72.78	77.83	83.55	90.17
	4.5	72.00	75.46	79.14	83.14	87.56	92.56	98.35	67.56	72.00	76.74	81.88	87.56	93.99	101.44
	5.0	80.00	83.84	87.93	92.38	97.29	102.85	109.28	75.06	80.00	85.26	90.97	97.29	104.43	112.71
	5.5	88.00	92.22	96.73	101.61	107.02	113.13	120.21	82.57	88.00	93.79	100.07	107.02	114.88	123.98
	6.0	96.00	100.61	105.52	110.85	116.75	123.42	131.14	90.07	96.00	102.31	109.17	116.75	125.32	135.25
	6.5	104.00	108.99	114.31	120.09	126.48	133.70	142.07	97.58	104.00	110.84	118.26	126.48	135.76	146.52
7.0	112.00	117.38	123.11	129.33	136.21	143.98	152.99	105.09	112.00	119.37	127.36	136.21	146.21	157.79	
7.5	120.00	125.76	131.90	138.56	145.94	154.27	163.92	112.59	120.00	127.89	136.46	145.94	156.65	169.06	
18.0	0.5	9.00	9.43	9.89	10.39	10.95	11.57	12.29	8.44	9.00	9.59	10.23	10.95	11.75	12.68
	1.0	18.00	18.86	19.79	20.78	21.89	23.14	24.59	16.89	18.00	19.18	20.47	21.89	23.50	25.36
	1.5	27.00	28.30	29.68	31.18	32.84	34.71	36.88	25.33	27.00	28.78	30.70	32.84	35.25	38.04
	2.0	36.00	37.73	39.57	41.57	43.78	46.28	49.18	33.78	36.00	38.37	40.94	43.78	46.99	50.72
	2.5	45.00	47.16	49.46	51.96	54.73	57.85	61.47	42.22	45.00	47.96	51.17	54.73	58.74	63.40
	3.0	54.00	56.59	59.36	62.35	65.67	69.42	73.77	50.67	54.00	57.55	61.41	65.67	70.49	76.08
	3.5	63.00	66.02	69.25	72.75	76.62	80.99	86.06	59.11	63.00	67.14	71.64	76.62	82.24	88.76
	4.0	72.00	75.46	79.14	83.14	87.56	92.56	98.35	67.56	72.00	76.74	81.88	87.56	93.99	101.44
	4.5	81.00	84.89	89.03	93.53	98.51	104.13	110.65	76.00	81.00	86.33	92.11	98.51	105.74	114.12
	5.0	90.00	94.32	98.93	103.92	109.45	115.70	122.94	84.45	90.00	95.92	102.34	109.45	117.49	126.79
	5.5	99.00	103.75	108.82	114.32	120.40	127.27	135.24	92.89	99.00	105.51	112.58	120.40	129.24	139.47
	6.0	108.00	113.19	118.71	124.71	131.34	138.84	147.53	101.33	108.00	115.10	122.81	131.34	140.98	152.15
	6.5	117.00	122.62	128.60	135.10	142.29	150.41	159.82	109.78	117.00	124.70	133.05	142.29	152.73	164.83
	7.0	126.00	132.05	138.50	145.49	153.23	161.98	172.12	118.22	126.00	134.29	143.28	153.23	164.48	177.51
7.5	135.00	141.48	148.39	155.88	164.18	173.55	184.41	126.67	135.00	143.88	153.52	164.18	176.23	190.19	
20.0	0.5	10.00	10.48	10.99	11.55	12.16	12.86	13.66	9.38	10.00	10.66	11.37	12.16	13.05	14.09
	1.0	20.00	20.96	21.98	23.09	24.32	25.71	27.32	18.77	20.00	21.32	22.74	24.32	26.11	28.18
	1.5	30.00	31.44	32.98	34.64	36.48	38.57	40.98	28.15	30.00	31.97	34.11	36.48	39.16	42.26
	2.0	40.00	41.92	43.97	46.19	48.65	51.42	54.64	37.53	40.00	42.63	45.49	48.65	52.22	56.35
	2.5	50.00	52.40	54.96	57.74	60.81	64.28	68.30	46.91	50.00	53.29	56.86	60.81	65.27	70.44
	3.0	60.00	62.88	65.95	69.28	72.97	77.13	81.96	56.30	60.00	63.95	68.23	72.97	78.32	84.53
	3.5	70.00	73.36	76.94	80.83	85.13	89.99	95.62	65.68	70.00	74.60	79.60	85.13	91.38	98.62
	4.0	80.00	83.84	87.93	92.38	97.29	102.85	109.28	75.06	80.00	85.26	90.97	97.29	104.43	112.71
	4.5	90.00	94.32	98.93	103.92	109.45	115.70	122.94	84.45	90.00	95.92	102.34	109.45	117.49	126.79
	5.0	100.00	104.80	109.92	115.47	121.61	128.56	136.60	93.83	100.00	106.58	113.72	121.61	130.54	140.88
	5.5	110.00	115.28	120.91	127.02	133.77	141.41	150.26	103.21	110.00	117.24	125.09	133.77	143.59	154.97
	6.0	120.00	125.76	131.90	138.56	145.94	154.27	163.92	112.59	120.00	127.89	136.46	145.94	156.65	169.06
	6.5	130.00	136.24	142.89	150.11	158.10	167.12	177.58	121.98	130.00	138.55	147.83	158.10	169.70	183.15
	7.0	140.00	146.72	153.89	161.66	170.26	179.98	191.24	131.36	140.00	149.21	159.20	170.26	182.76	197.24
7.5	150.00	157.20	164.88	173.21	182.42	192.84	204.90	140.74	150.00	159.87	170.57	182.42	195.81	211.32	
22.0	0.5	11.00	11.53	12.09	12.70	13.38	14.14	15.03	10.32	11.00	11.72	12.51	13.38	14.36	15.50
	1.0	22.00	23.06	24.18	25.40	26.75	28.28	30.05	20.64	22.00	23.45	25.02	26.75	28.72	30.99
	1.5	33.00	34.58	36.27	38.11	40.13	42.42	45.08	30.96	33.00	35.17	37.53	40.13	43.08	46.49
	2.0	44.00	46.11	48.36	50.81	53.51	56.57	60.11	41.28	44.00	46.89	50.03	53.51	57.44	61.99
	2.5	55.00	57.64	60.45	63.51	66.89	70.71	75.13	51.61	55.00	58.62	62.54	66.89	71.80	77.49
	3.0	66.00	69.17	72.55	76.21	80.26	84.85	90.16	61.93	66.00	70.34	75.05	80.26	86.16	92.98
	3.5	77.00	80.70	84.64	88.91	93.64	98.99	105.18	72.25	77.00	82.07	87.56	93.64	100.52	108.48
	4.0	88.00	92.22	96.73	101.61	107.02	113.13	120.21	82.57	88.00	93.79	100.07	107.02	114.88	123.98
	4.5	99.00	103.75	108.82	114.32	120.40	127.27	135.24	92.89	99.00	105.51	112.58	120.40	129.24	139.47
	5.0	110.00	115.28	120.91	127.02	133.77	141.41	150.26	103.21	110.00	117.24	125.09	133.77	143.59	154.97
5.5	121.00	126.81	133.00	139.72	147.15	155.55	165.29	113.53	121.00	128.96	137.60	147.15	157.95	170.47	

P_s (kN/m ²)															
γ	H	$\theta = 30^\circ$							$\theta = 40^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	$\phi = 45^\circ$
	6.0	132.00	138.34	145.09	152.42	160.53	169.70	180.32	123.85	132.00	140.68	150.10	160.53	172.31	185.97
	6.5	143.00	149.87	157.18	165.12	173.91	183.84	195.34	134.17	143.00	152.41	162.61	173.91	186.67	201.46
	7.0	154.00	161.39	169.27	177.82	187.28	197.98	210.37	144.49	154.00	164.13	175.12	187.28	201.03	216.96
	7.5	165.00	172.92	181.36	190.53	200.66	212.12	225.39	154.82	165.00	175.85	187.63	200.66	215.39	232.46

P_s (kN/m ²)															
γ	H	$\theta = 50^\circ$							$\theta = 60^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	$\phi = 45^\circ$
14.0	5.5	5.94	6.45	7.00	7.60	8.25	9.00	9.86	5.12	5.71	6.33	7.00	7.74	8.59	9.56
	1.0	11.87	12.90	14.00	15.19	16.51	18.00	19.72	10.25	11.41	12.65	14.00	15.49	17.17	19.12
	1.5	17.81	19.35	21.00	22.79	24.76	27.00	29.59	15.37	17.12	18.98	21.00	23.23	25.76	28.69
	2.0	23.75	25.80	28.00	30.38	33.02	36.00	39.45	20.50	22.83	25.31	28.00	30.98	34.35	38.25
	2.5	29.68	32.26	35.00	37.98	41.27	45.00	49.31	25.62	28.53	31.63	35.00	38.72	42.93	47.81
	3.0	35.62	38.71	42.00	45.57	49.53	53.99	59.17	30.75	34.24	37.96	42.00	46.47	51.52	57.37
	3.5	41.55	45.16	49.00	53.17	57.78	62.99	69.03	35.87	39.95	44.29	49.00	54.21	60.11	66.94
	4.0	47.49	51.61	56.00	60.76	66.03	71.99	78.89	40.99	45.65	50.61	56.00	61.96	68.69	76.50
	4.5	53.43	58.06	63.00	68.36	74.29	80.99	88.76	46.12	51.36	56.94	63.00	69.70	77.28	86.06
	5.0	59.36	64.51	70.00	75.95	82.54	89.99	98.62	51.24	57.06	63.27	70.00	77.45	85.87	95.62
	5.5	65.30	70.96	77.00	83.55	90.80	98.99	108.48	56.37	62.77	69.60	77.00	85.19	94.45	105.18
	6.0	71.24	77.41	84.00	91.15	99.05	107.99	118.34	61.49	68.48	75.92	84.00	92.94	103.04	114.75
	6.5	77.17	83.87	91.00	98.74	107.31	116.99	128.20	66.62	74.18	82.25	91.00	100.68	111.63	124.31
	7.0	83.11	90.32	98.00	106.34	115.56	125.99	138.07	71.74	79.89	88.58	98.00	108.43	120.21	133.87
7.5	89.05	96.77	105.00	113.93	123.81	134.99	147.93	76.87	85.60	94.90	105.00	116.17	128.80	143.43	
16.0	5.5	6.78	7.37	8.00	8.68	9.43	10.28	11.27	5.86	6.52	7.23	8.00	8.85	9.81	10.93
	1.0	13.57	14.75	16.00	17.36	18.87	20.57	22.54	11.71	13.04	14.46	16.00	17.70	19.63	21.86
	1.5	20.35	22.12	24.00	26.04	28.30	30.85	33.81	17.57	19.56	21.69	24.00	26.55	29.44	32.78
	2.0	27.14	29.49	32.00	34.72	37.73	41.14	45.08	23.43	26.09	28.92	32.00	35.40	39.25	43.71
	2.5	33.92	36.86	40.00	43.40	47.17	51.42	56.35	29.28	32.61	36.15	40.00	44.26	49.07	54.64
	3.0	40.71	44.24	48.00	52.08	56.60	61.71	67.62	35.14	39.13	43.38	48.00	53.11	58.88	65.57
	3.5	47.49	51.61	56.00	60.76	66.03	71.99	78.89	40.99	45.65	50.61	56.00	61.96	68.69	76.50
	4.0	54.28	58.98	64.00	69.44	75.47	82.28	90.17	46.85	52.17	57.85	64.00	70.81	78.51	87.43
	4.5	61.06	66.36	72.00	78.12	84.90	92.56	101.44	52.71	58.69	65.08	72.00	79.66	88.32	98.35
	5.0	67.84	73.73	80.00	86.81	94.33	102.85	112.71	58.56	65.22	72.31	80.00	88.51	98.13	109.28
	5.5	74.63	81.10	88.00	95.49	103.77	113.13	123.98	64.42	71.74	79.54	88.00	97.36	107.95	120.21
	6.0	81.41	88.47	96.00	104.17	113.20	123.42	135.25	70.28	78.26	86.77	96.00	106.21	117.76	131.14
	6.5	88.20	95.85	104.00	112.85	122.63	133.70	146.52	76.13	84.78	94.00	104.00	115.07	127.57	142.07
	7.0	94.98	103.22	112.00	121.53	132.07	143.98	157.79	81.99	91.30	101.23	112.00	123.92	137.39	152.99
7.5	101.77	110.59	120.00	130.21	141.50	154.27	169.06	87.85	97.82	108.46	120.00	132.77	147.20	163.92	
18.0	5.5	7.63	8.29	9.00	9.77	10.61	11.57	12.68	6.59	7.34	8.13	9.00	9.96	11.04	12.29
	1.0	15.26	16.59	18.00	19.53	21.23	23.14	25.36	13.18	14.67	16.27	18.00	19.92	22.08	24.59
	1.5	22.90	24.88	27.00	29.30	31.84	34.71	38.04	19.77	22.01	24.40	27.00	29.87	33.12	36.88
	2.0	30.53	33.18	36.00	39.06	42.45	46.28	50.72	26.35	29.35	32.54	36.00	39.83	44.16	49.18
	2.5	38.16	41.47	45.00	48.83	53.06	57.85	63.40	32.94	36.68	40.67	45.00	49.79	55.20	61.47
	3.0	45.79	49.77	54.00	58.59	63.68	69.42	76.08	39.53	44.02	48.81	54.00	59.75	66.24	73.77
	3.5	53.43	58.06	63.00	68.36	74.29	80.99	88.76	46.12	51.36	56.94	63.00	69.70	77.28	86.06
	4.0	61.06	66.36	72.00	78.12	84.90	92.56	101.44	52.71	58.69	65.08	72.00	79.66	88.32	98.35
	4.5	68.69	74.65	81.00	87.89	95.51	104.13	114.12	59.30	66.03	73.21	81.00	89.62	99.36	110.65
	5.0	76.32	82.94	90.00	97.66	106.13	115.70	126.79	65.88	73.37	81.35	90.00	99.58	110.40	122.94
	5.5	83.96	91.24	99.00	107.42	116.74	127.27	139.47	72.47	80.71	89.48	99.00	109.53	121.44	135.24
	6.0	91.59	99.53	108.00	117.19	127.35	138.84	152.15	79.06	88.04	97.61	108.00	119.49	132.48	147.53
	6.5	99.22	107.83	117.00	126.95	137.96	150.41	164.83	85.65	95.38	105.75	117.00	129.45	143.52	159.82
	7.0	106.85	116.12	126.00	136.72	148.58	161.98	177.51	92.24	102.72	113.88	126.00	139.41	154.56	172.12
7.5	114.49	124.42	135.00	146.48	159.19	173.55	190.19	98.83	110.05	122.02	135.00	149.36	165.60	184.41	
20.0	5.5	8.48	9.22	10.00	10.85	11.79	12.86	14.09	7.32	8.15	9.04	10.00	11.06	12.27	13.660

		Ps (kN/m ²)													
γ (kN/m ³)	H (m)	θ = 50°							θ = 60°						
		φ=15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	φ=45°
20.0	1.0	16.96	18.43	20.00	21.70	23.58	25.71	28.18	14.64	16.30	18.08	20.00	22.13	24.53	27.32
	1.5	25.44	27.65	30.00	32.55	35.38	38.57	42.26	21.96	24.46	27.12	30.00	33.19	36.80	40.98
	2.0	33.92	36.86	40.00	43.40	47.17	51.42	56.35	29.28	32.61	36.15	40.00	44.26	49.07	54.64
	2.5	42.40	46.08	50.00	54.25	58.96	64.28	70.44	36.60	40.76	45.19	50.00	55.32	61.33	68.30
	3.0	50.88	55.30	60.00	65.10	70.75	77.13	84.53	43.92	48.91	54.23	60.00	66.38	73.60	81.96
	3.5	59.36	64.51	70.00	75.95	82.54	89.99	98.62	51.24	57.06	63.27	70.00	77.45	85.87	95.62
	4.0	67.84	73.73	80.00	86.81	94.33	102.85	112.71	58.56	65.22	72.31	80.00	88.51	98.13	109.28
	4.5	76.32	82.94	90.00	97.66	106.13	115.70	126.79	65.88	73.37	81.35	90.00	99.58	110.40	122.94
	5.0	84.80	92.16	100.00	108.51	117.92	128.56	140.88	73.21	81.52	90.38	100.00	110.64	122.67	136.60
	5.5	93.29	101.38	110.00	119.36	129.71	141.41	154.97	80.53	89.67	99.42	110.00	121.70	134.93	150.26
	6.0	101.77	110.59	120.00	130.21	141.50	154.27	169.06	87.85	97.82	108.46	120.00	132.77	147.20	163.92
	6.5	110.25	119.81	130.00	141.06	153.29	167.12	183.15	95.17	105.98	117.50	130.00	143.83	159.47	177.58
	7.0	118.73	129.02	140.00	151.91	165.08	179.98	197.24	102.49	114.13	126.54	140.00	154.90	171.74	191.24
7.5	127.21	138.24	150.00	162.76	176.88	192.84	211.32	109.81	122.28	135.58	150.00	165.96	184.00	204.90	
22.0	5.5	9.33	10.14	11.00	11.94	12.97	14.14	15.50	8.05	8.97	9.94	11.00	12.17	13.49	15.03
	1.0	18.66	20.28	22.00	23.87	25.94	28.28	30.99	16.11	17.93	19.88	22.00	24.34	26.99	30.05
	1.5	27.99	30.41	33.00	35.81	38.91	42.42	46.49	24.16	26.90	29.83	33.00	36.51	40.48	45.08
	2.0	37.31	40.55	44.00	47.74	51.88	56.57	61.99	32.21	35.87	39.77	44.00	48.68	53.97	60.11
	2.5	46.64	50.69	55.00	59.68	64.85	70.71	77.49	40.26	44.84	49.71	55.00	60.85	67.47	75.13
	3.0	55.97	60.83	66.00	71.61	77.83	84.85	92.98	48.32	53.80	59.65	66.00	73.02	80.96	90.16
	3.5	65.30	70.96	77.00	83.55	90.80	98.99	108.48	56.37	62.77	69.60	77.00	85.19	94.45	105.18
	4.0	74.63	81.10	88.00	95.49	103.77	113.13	123.98	64.42	71.74	79.54	88.00	97.36	107.95	120.21
	4.5	83.96	91.24	99.00	107.42	116.74	127.27	139.47	72.47	80.71	89.48	99.00	109.53	121.44	135.24
	5.0	93.29	101.38	110.00	119.36	129.71	141.41	154.97	80.53	89.67	99.42	110.00	121.70	134.93	150.26
	5.5	102.61	111.51	121.00	131.29	142.68	155.55	170.47	88.58	98.64	109.36	121.00	133.87	148.43	165.29
	6.0	111.94	121.65	132.00	143.23	155.65	169.70	185.97	96.63	107.61	119.31	132.00	146.04	161.92	180.32
	6.5	121.27	131.79	143.00	155.16	168.62	183.84	201.46	104.68	116.57	129.25	143.00	158.21	175.42	195.34
7.0	130.60	141.93	154.00	167.10	181.59	197.98	216.96	112.74	125.54	139.19	154.00	170.39	188.91	210.37	
7.5	139.93	152.06	165.00	179.04	194.56	212.12	232.46	120.79	134.51	149.13	165.00	182.56	202.40	225.39	

		Ps (kN/m ²)							
γ (kN/m ³)	H (m)	θ = 45°							
		φ=15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	
14.0	5.5	6.28	6.75	7.26	7.81	8.42	9.10	9.90	
	1.0	12.55	13.50	14.52	15.61	16.83	18.21	19.80	
	1.5	18.83	20.25	21.77	23.42	25.25	27.31	29.70	
	2.0	25.10	27.01	29.03	31.23	33.66	36.41	39.60	
	2.5	31.38	33.76	36.29	39.04	42.08	45.52	49.50	
	3.0	37.66	40.51	43.55	46.84	50.49	54.62	59.40	
	3.5	43.93	47.26	50.80	54.65	58.91	63.72	69.30	
	4.0	50.21	54.01	58.06	62.46	67.32	72.82	79.20	
	4.5	56.48	60.76	65.32	70.27	75.74	81.93	89.10	
	5.0	62.76	67.51	72.58	78.07	84.16	91.03	98.99	
	5.5	69.04	74.26	79.84	85.88	92.57	100.13	108.89	
	6.0	75.31	81.02	87.09	93.69	100.99	109.24	118.79	
	6.5	81.59	87.77	94.35	101.50	109.40	118.34	128.69	
7.0	87.86	94.52	101.61	109.30	117.82	127.44	138.59		
7.5	94.14	101.27	108.87	117.11	126.23	136.55	148.49		
16.0	5.5	7.17	7.72	8.29	8.92	9.62	10.40	11.31	
	1.0	14.35	15.43	16.59	17.85	19.24	20.81	22.63	
	1.5	21.52	23.15	24.88	26.77	28.85	31.21	33.94	
	2.0	28.69	30.86	33.18	35.69	38.47	41.61	45.25	
	2.5	35.86	38.58	41.47	44.61	48.09	52.02	56.57	
	3.0	43.04	46.29	49.77	53.54	57.71	62.42	67.88	

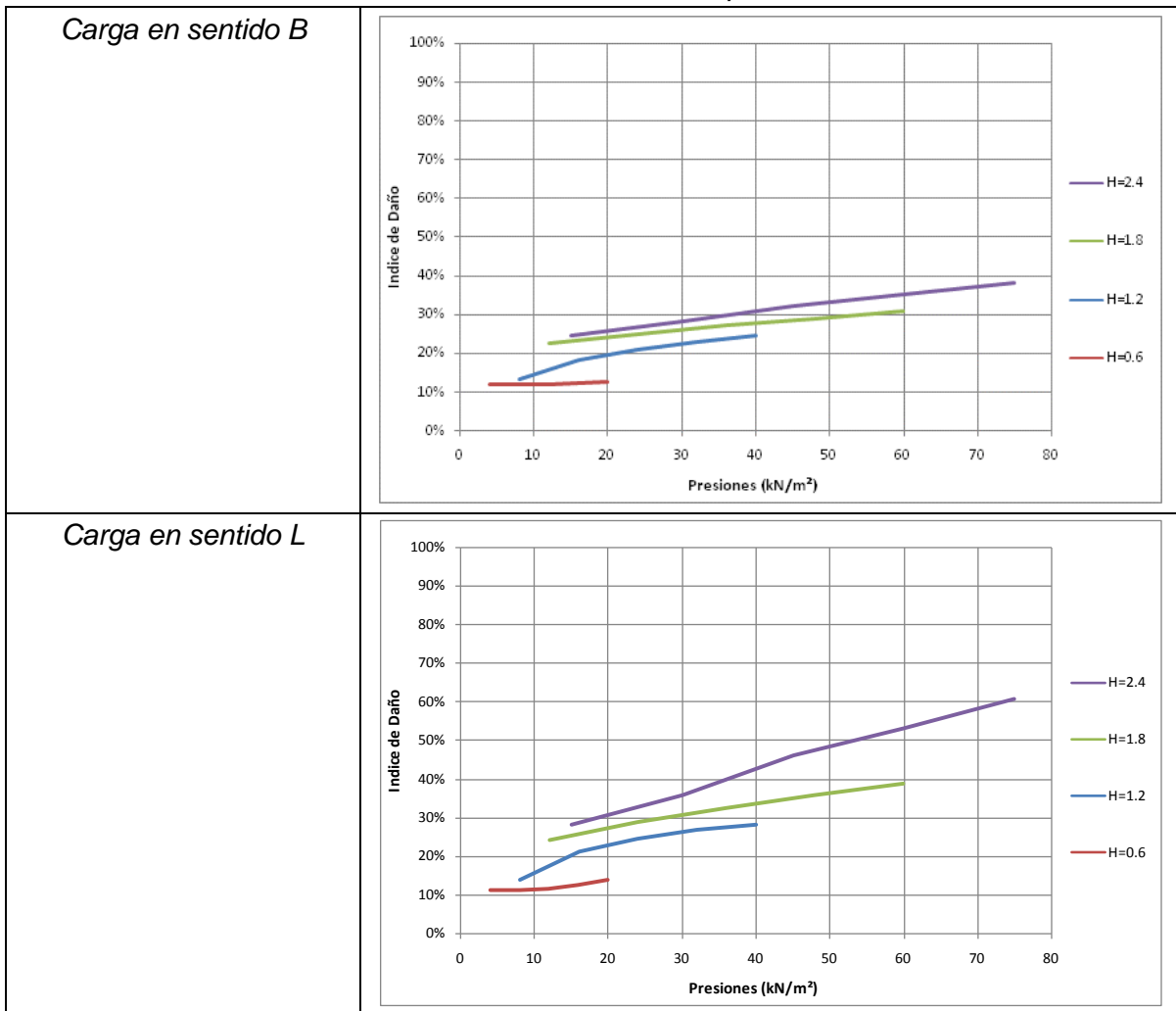
		<i>Ps (kN/m²)</i>						
γ	H	$\theta = 45^\circ$						
(kN/m ³)	(m)	$\phi = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°
16.0	3.5	50.21	54.01	58.06	62.46	67.32	72.82	79.20
	4.0	57.38	61.73	66.36	71.38	76.94	83.23	90.51
	4.5	64.55	69.44	74.65	80.31	86.56	93.63	101.82
	5.0	71.73	77.16	82.95	89.23	96.18	104.04	113.14
	5.5	78.90	84.87	91.24	98.15	105.80	114.44	124.45
	6.0	86.07	92.59	99.54	107.07	115.41	124.84	135.76
	6.5	93.24	100.31	107.83	116.00	125.03	135.25	147.08
	7.0	100.42	108.02	116.13	124.92	134.65	145.65	158.39
18.0	5.5	8.07	8.68	9.33	10.04	10.82	11.70	12.73
	1.0	16.14	17.36	18.66	20.08	21.64	23.41	25.46
	1.5	24.21	26.04	27.99	30.11	32.46	35.11	38.18
	2.0	32.28	34.72	37.33	40.15	43.28	46.82	50.91
	2.5	40.35	43.40	46.66	50.19	54.10	58.52	63.64
	3.0	48.42	52.08	55.99	60.23	64.92	70.22	76.37
	3.5	56.48	60.76	65.32	70.27	75.74	81.93	89.10
	4.0	64.55	69.44	74.65	80.31	86.56	93.63	101.82
	4.5	72.62	78.12	83.98	90.34	97.38	105.34	114.55
	5.0	80.69	86.80	93.32	100.38	108.20	117.04	127.28
	5.5	88.76	95.48	102.65	110.42	119.02	128.74	140.01
	6.0	96.83	104.16	111.98	120.46	129.84	140.45	152.74
20.0	5.5	8.97	9.64	10.37	11.15	12.02	13.00	14.14
	1.0	17.93	19.29	20.74	22.31	24.04	26.01	28.28
	1.5	26.90	28.93	31.11	33.46	36.07	39.01	42.43
	2.0	35.86	38.58	41.47	44.61	48.09	52.02	56.57
	2.5	44.83	48.22	51.84	55.77	60.11	65.02	70.71
	3.0	53.79	57.87	62.21	66.92	72.13	78.03	84.85
	3.5	62.76	67.51	72.58	78.07	84.16	91.03	98.99
	4.0	71.73	77.16	82.95	89.23	96.18	104.04	113.14
	4.5	80.69	86.80	93.32	100.38	108.20	117.04	127.28
	5.0	89.66	96.45	103.68	111.54	120.22	130.04	141.42
	5.5	98.62	106.09	114.05	122.69	132.25	143.05	155.56
	6.0	107.59	115.74	124.42	133.84	144.27	156.05	169.71
22.0	5.5	9.86	10.61	11.41	12.27	13.22	14.30	15.56
	1.0	19.72	21.22	22.81	24.54	26.45	28.61	31.11
	1.5	29.59	31.83	34.22	36.81	39.67	42.91	46.67
	2.0	39.45	42.44	45.62	49.08	52.90	57.22	62.23
	2.5	49.31	53.05	57.03	61.34	66.12	71.52	77.78
	3.0	59.17	63.66	68.43	73.61	79.35	85.83	93.34
	3.5	69.04	74.26	79.84	85.88	92.57	100.13	108.89
	4.0	78.90	84.87	91.24	98.15	105.80	114.44	124.45
	4.5	88.76	95.48	102.65	110.42	119.02	128.74	140.01
	5.0	98.62	106.09	114.05	122.69	132.25	143.05	155.56
	5.5	108.49	116.70	125.46	134.96	145.47	157.35	171.12
	6.0	118.35	127.31	136.86	147.23	158.69	171.66	186.68
	6.5	128.21	137.92	148.27	159.50	171.92	185.96	202.23
	7.0	138.07	148.53	159.67	171.76	185.14	200.27	217.79
	7.5	147.93	159.14	171.08	184.03	198.37	214.57	233.35

B. Anexo: Modelos estructurales en SAP2000 - en medio magnético

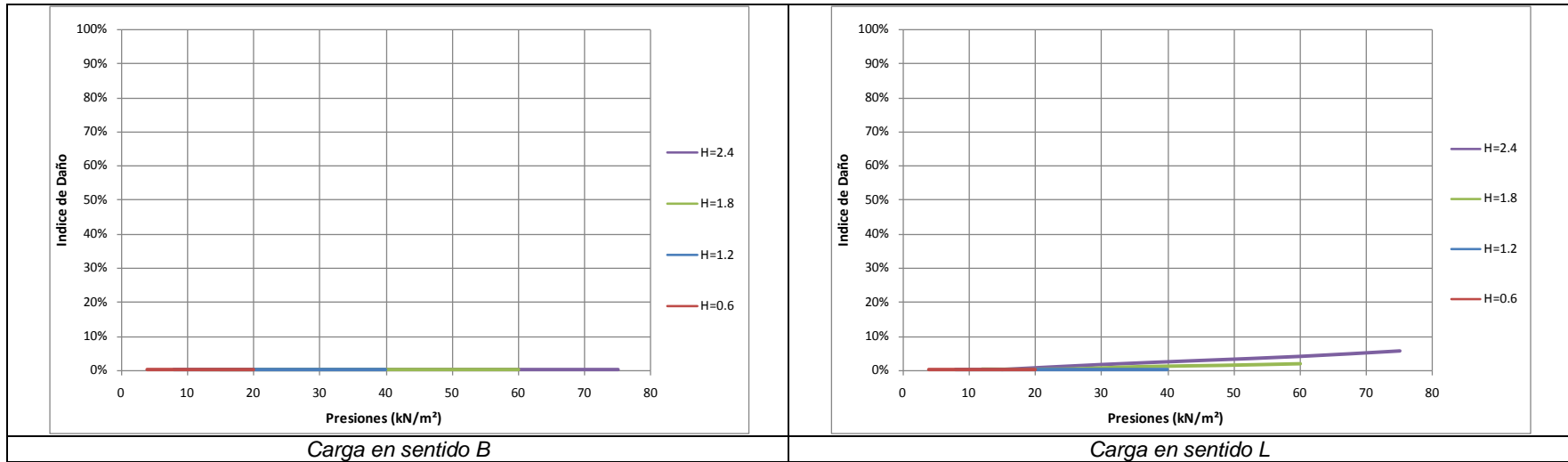
C. Anexo: Curvas de daño por cada tipo de elemento estructural

- *Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería confinada, con diferentes niveles de presiones - MC-1p-E.*

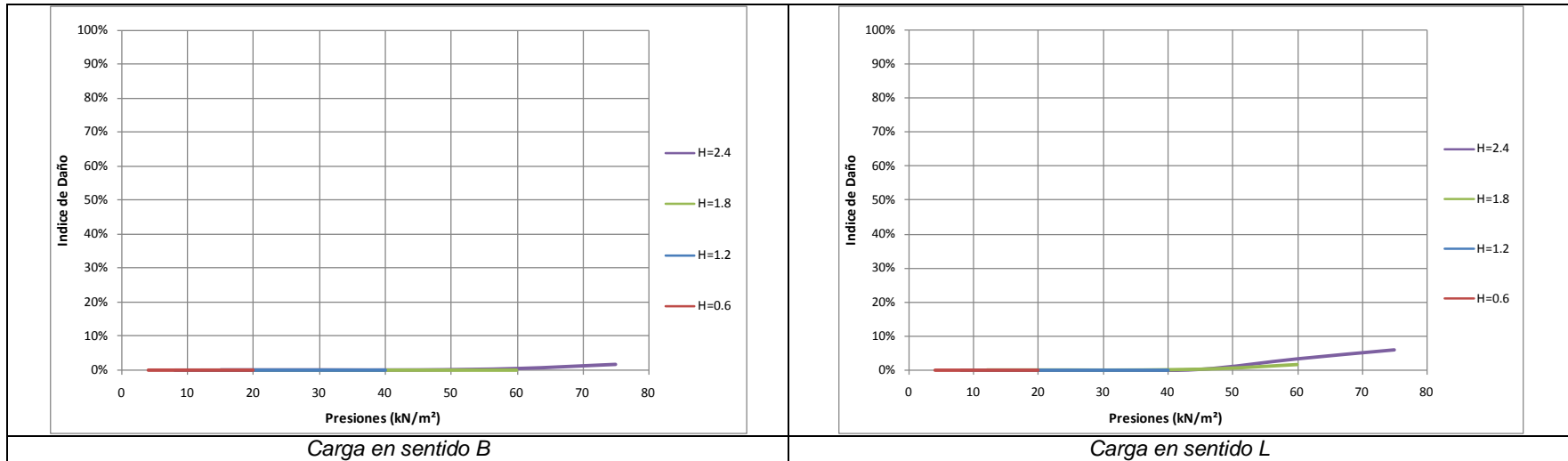
Curvas de los muros de mampostería



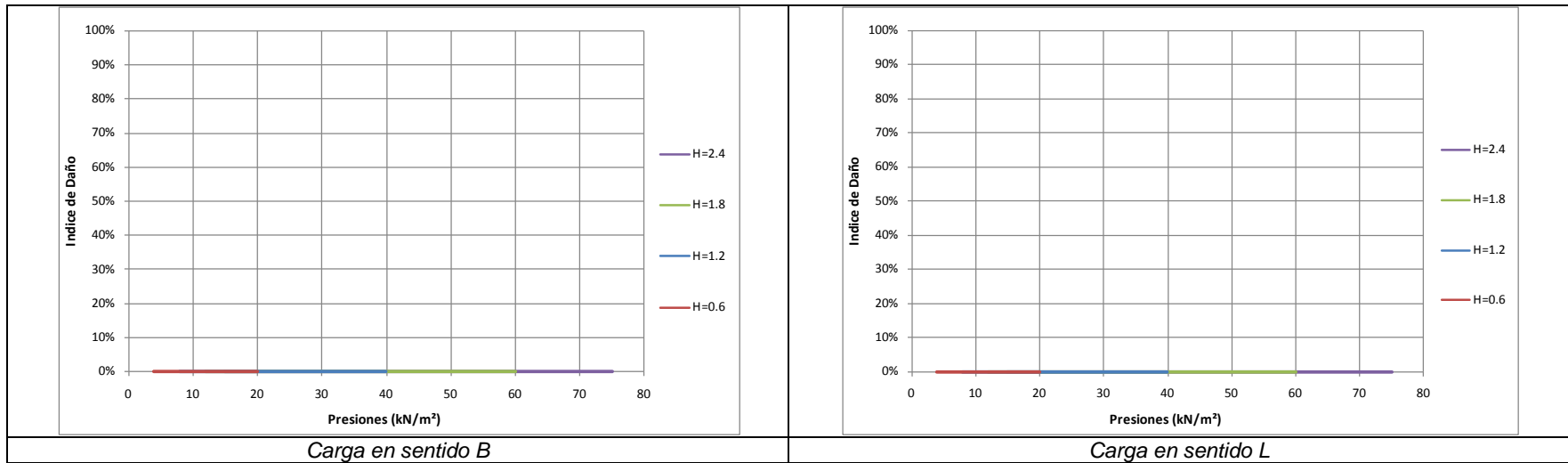
Curvas de placas



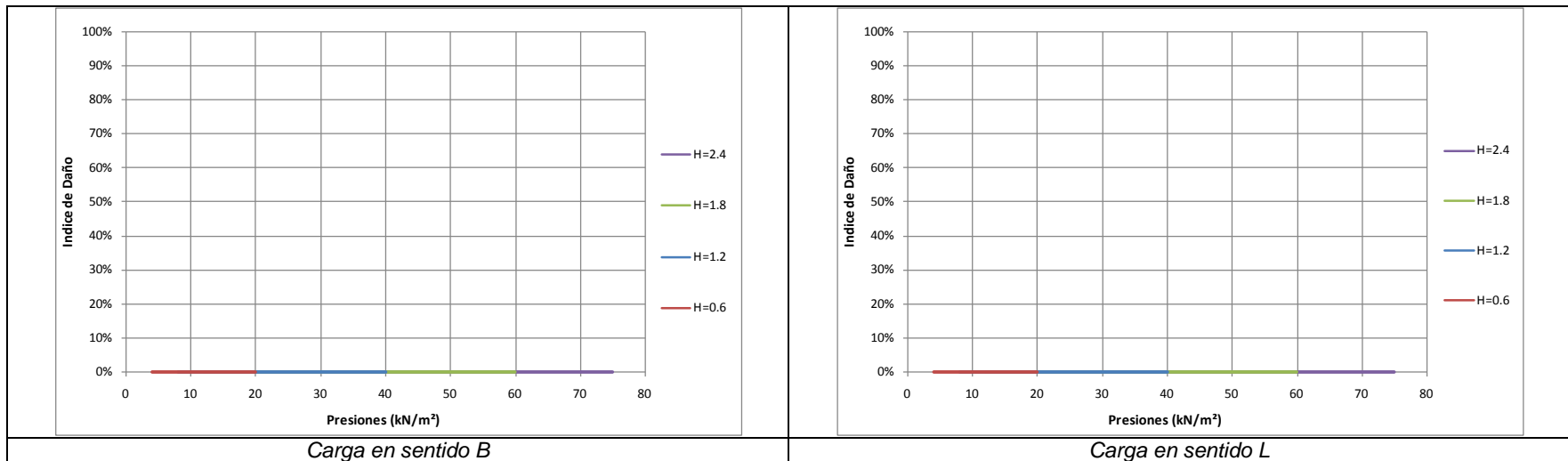
Curvas de vigas de cimentación



Curvas de vigas de confinamiento

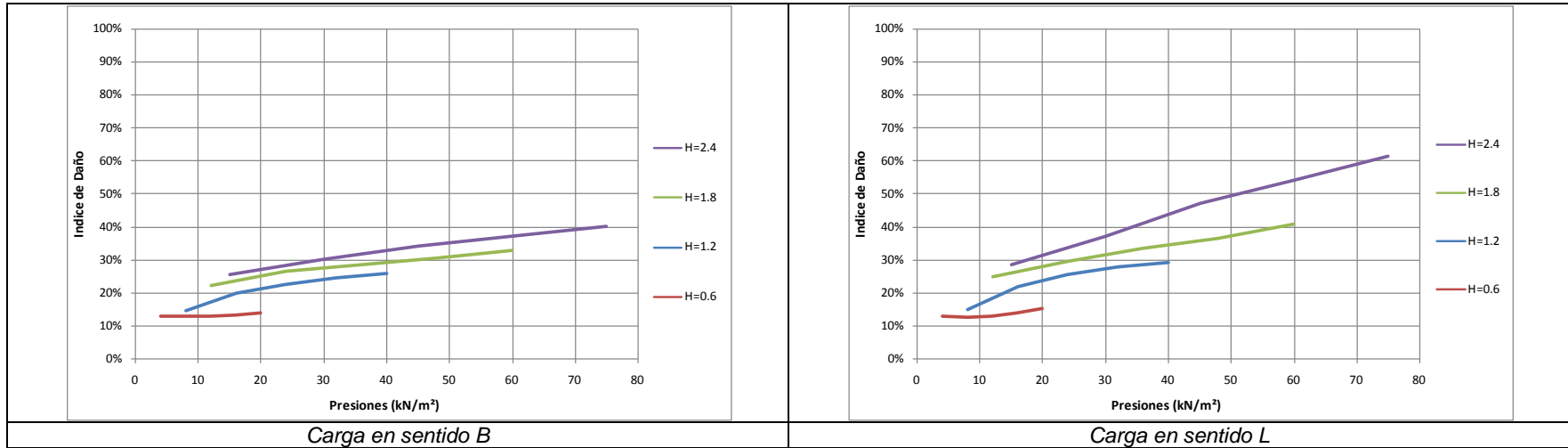


Curvas de columnas de confinamiento

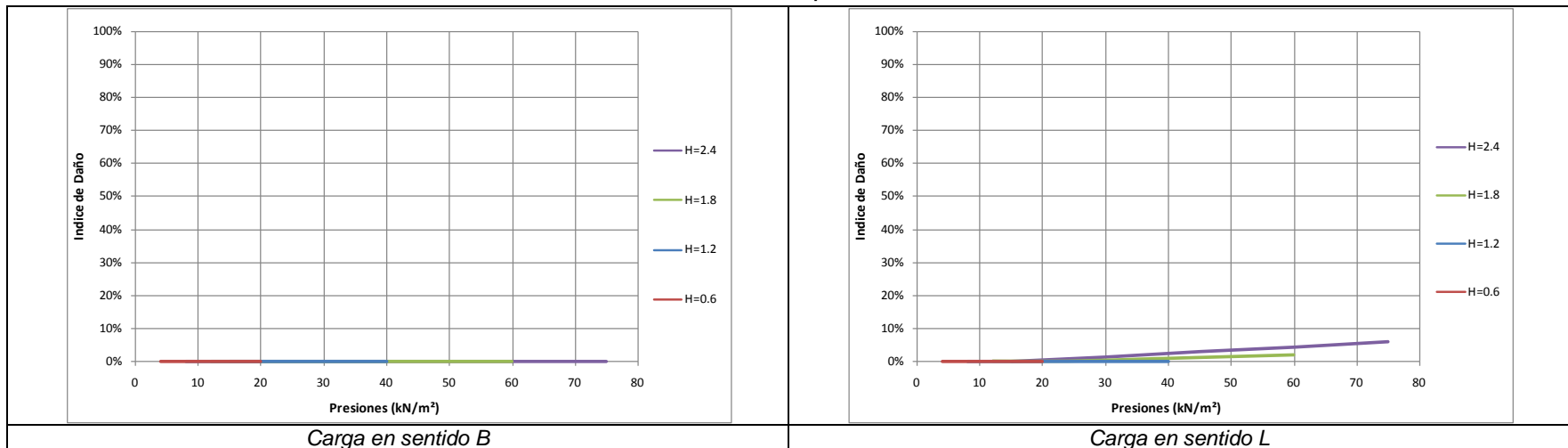


Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería simple, con diferentes niveles de presiones - MS-1p-E.

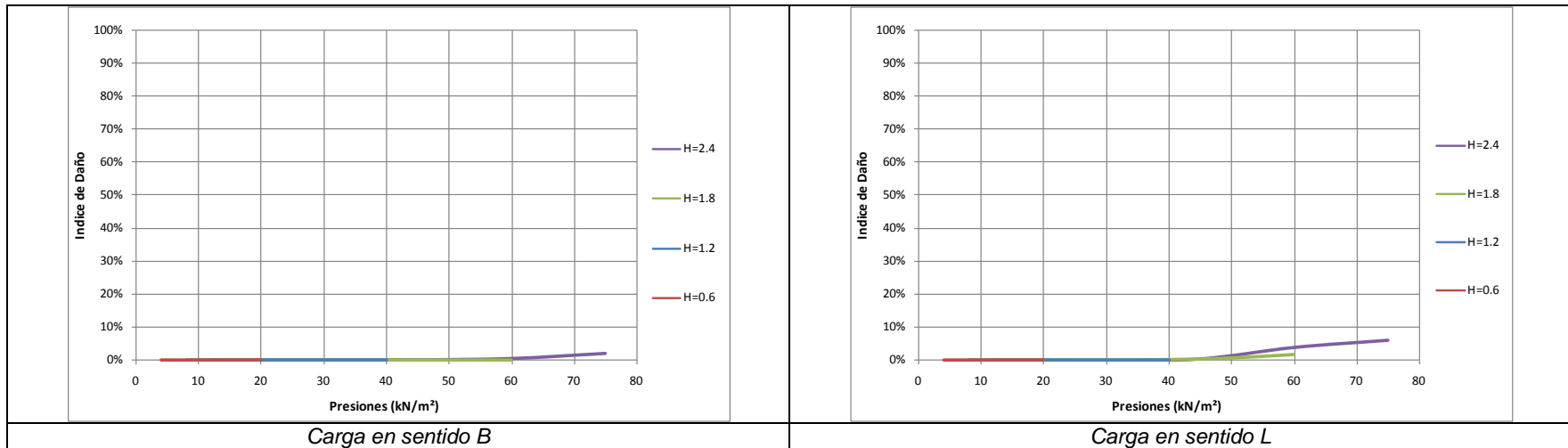
Curvas de los muros de mampostería



Curvas de placas

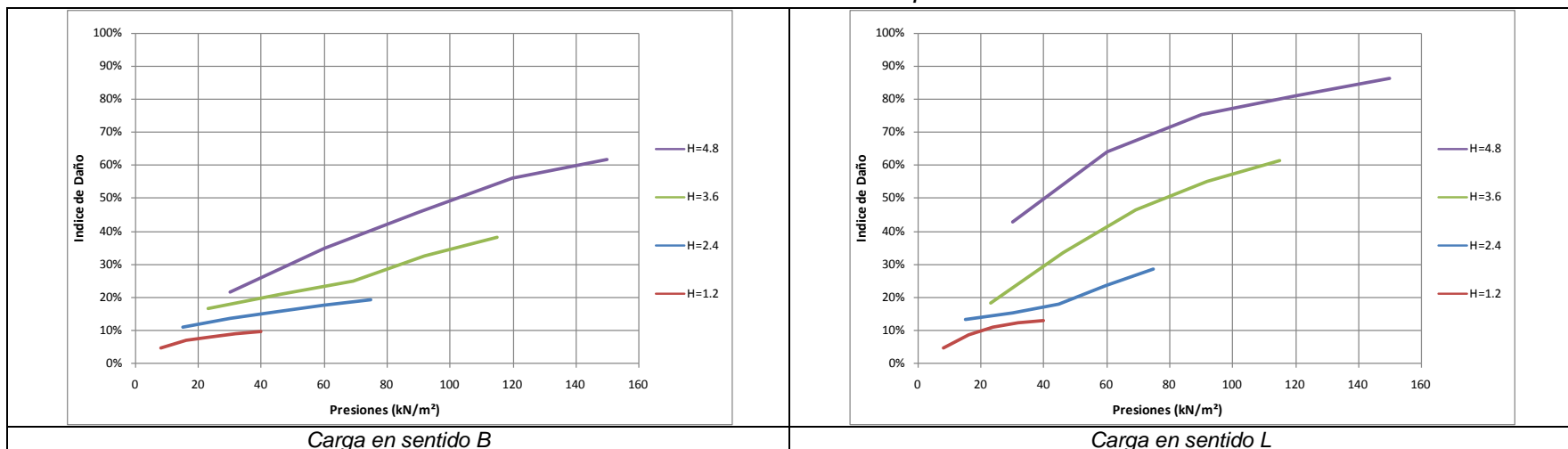


Curvas de vigas de cimentación

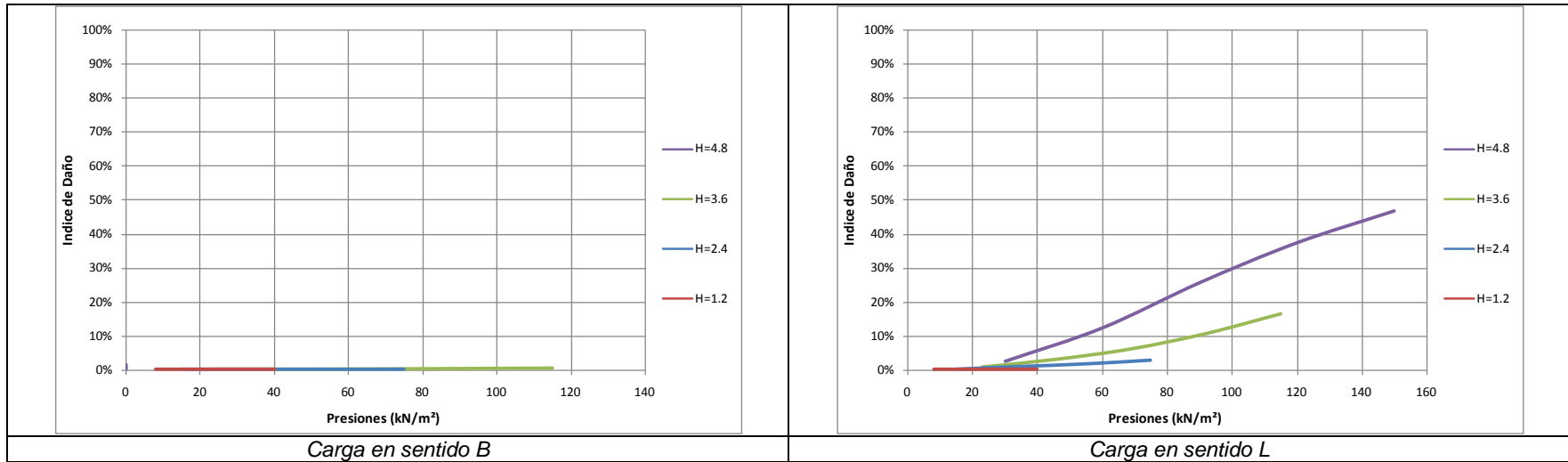


- **Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería confinada, con diferentes presiones - MC-2p-E.**

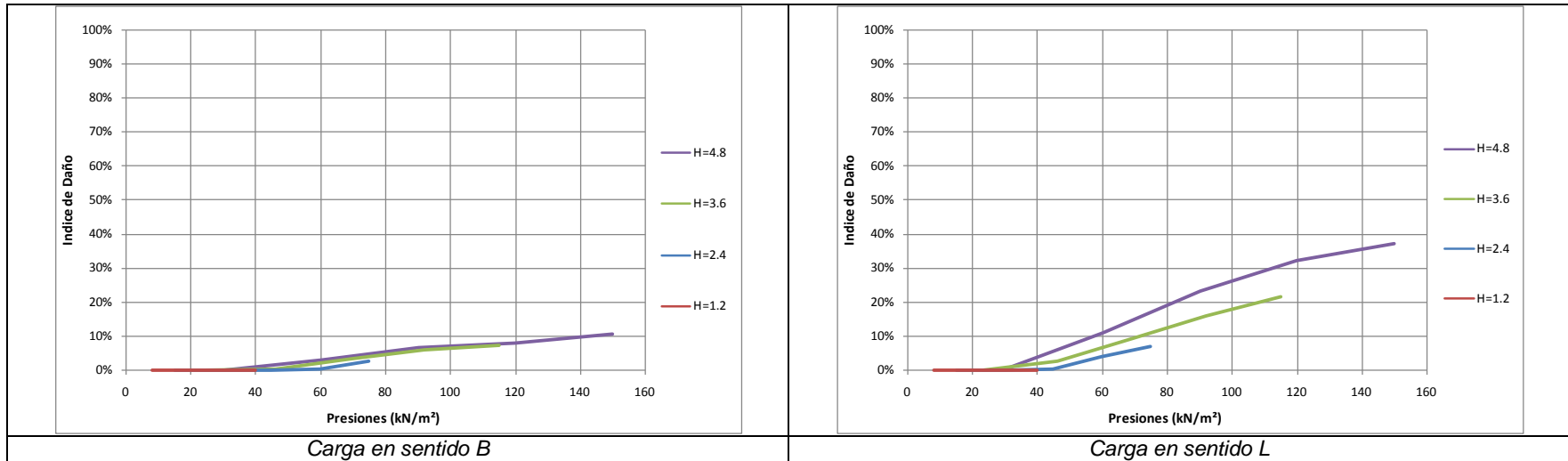
Curvas de los muros de mampostería



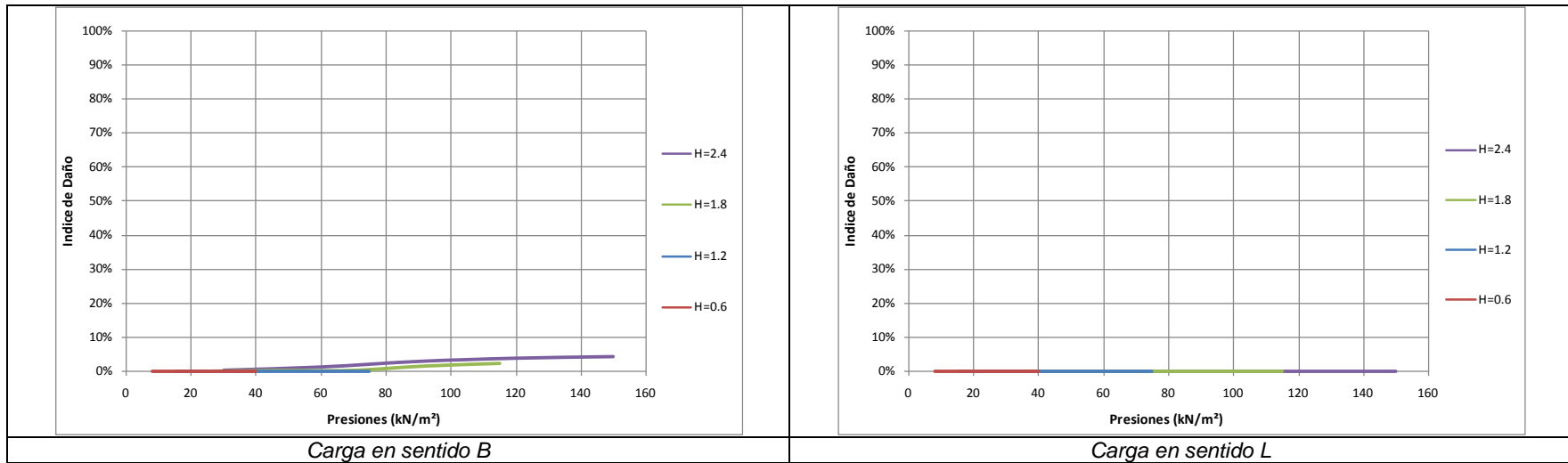
Curvas de placas



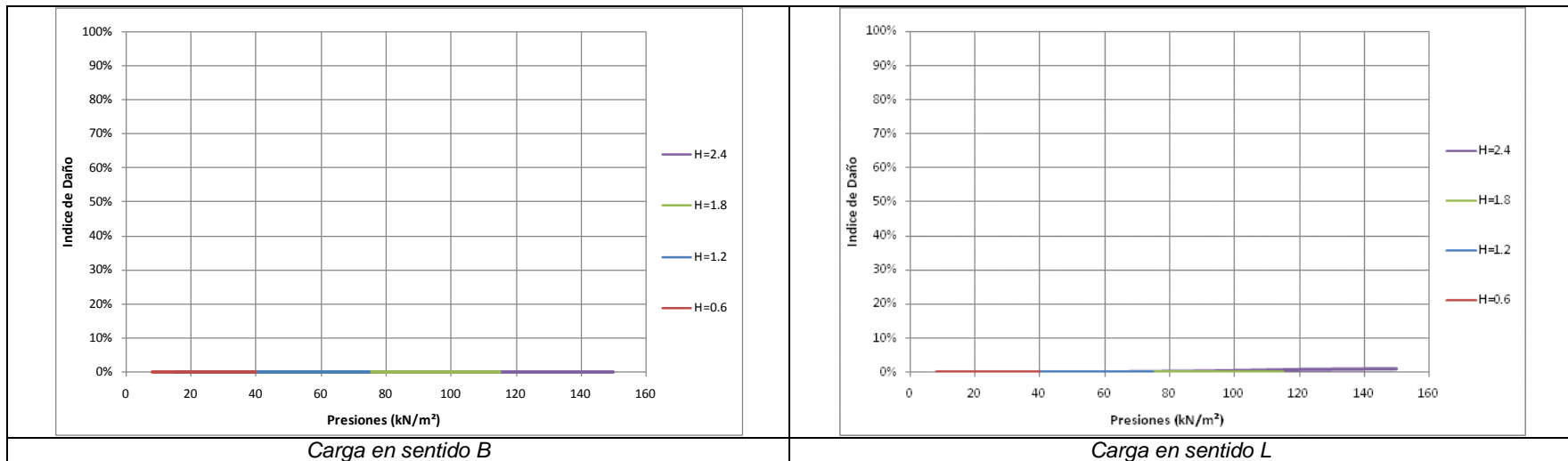
Curvas de vigas de cimentación



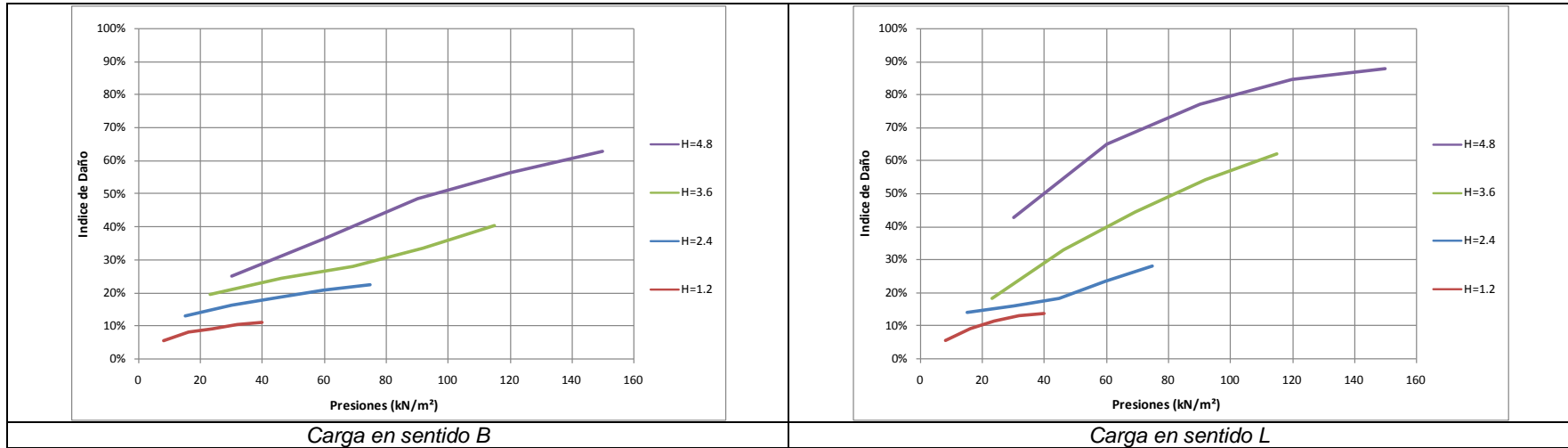
Curvas de vigas de confinamiento



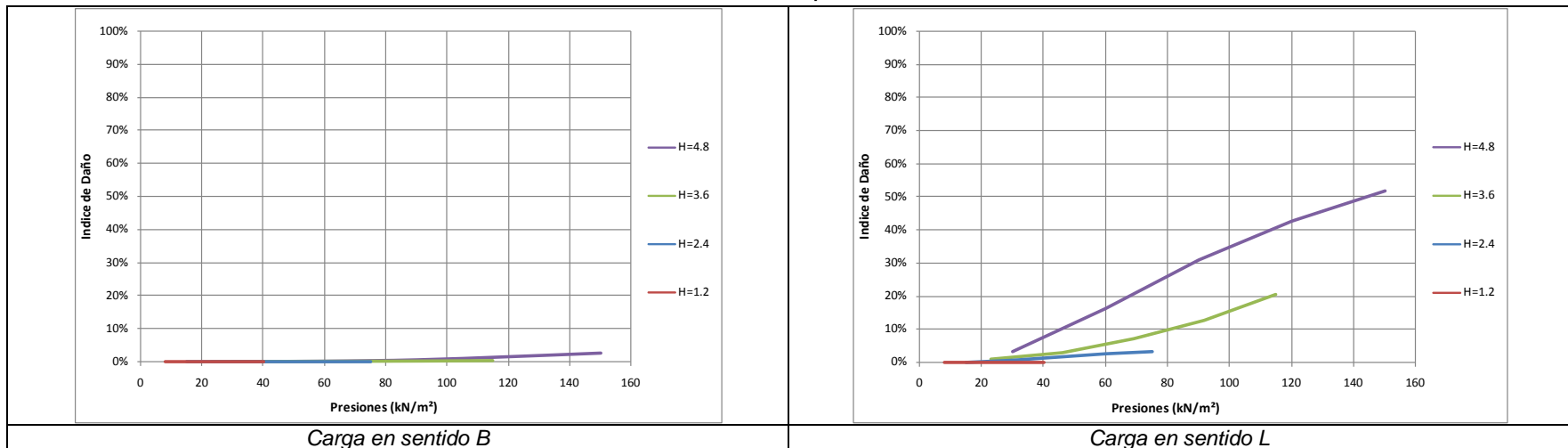
Curvas de columnas de confinamiento



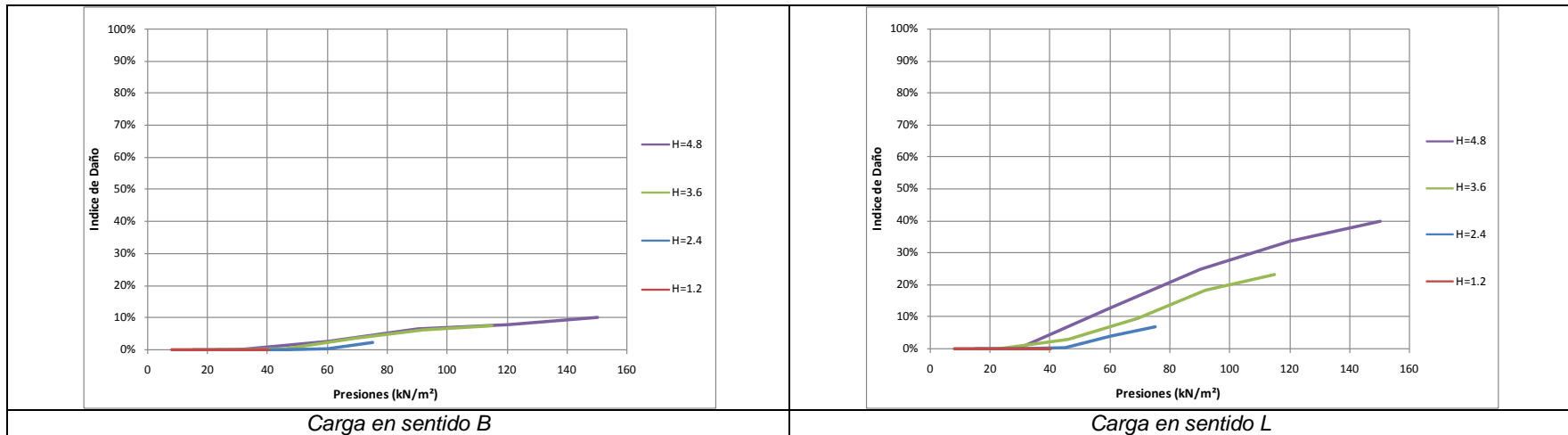
▪ **Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería simple, con diferentes niveles de presiones - MS-2p-E.**
Curvas de los muros de mampostería



Curvas de placas

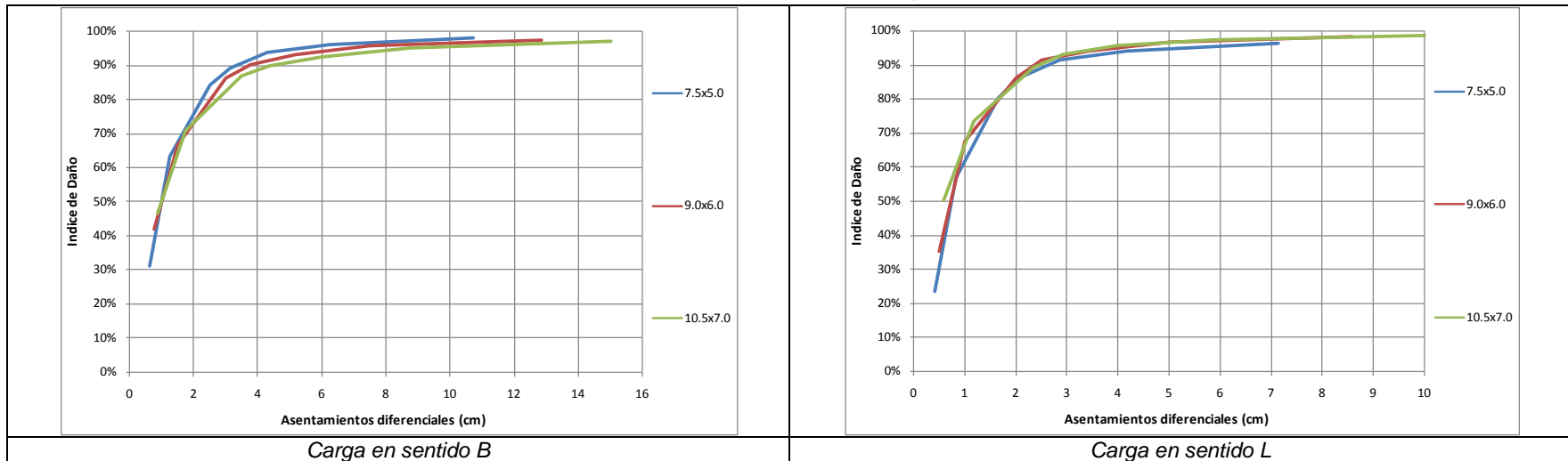


Curvas de vigas de cimentación

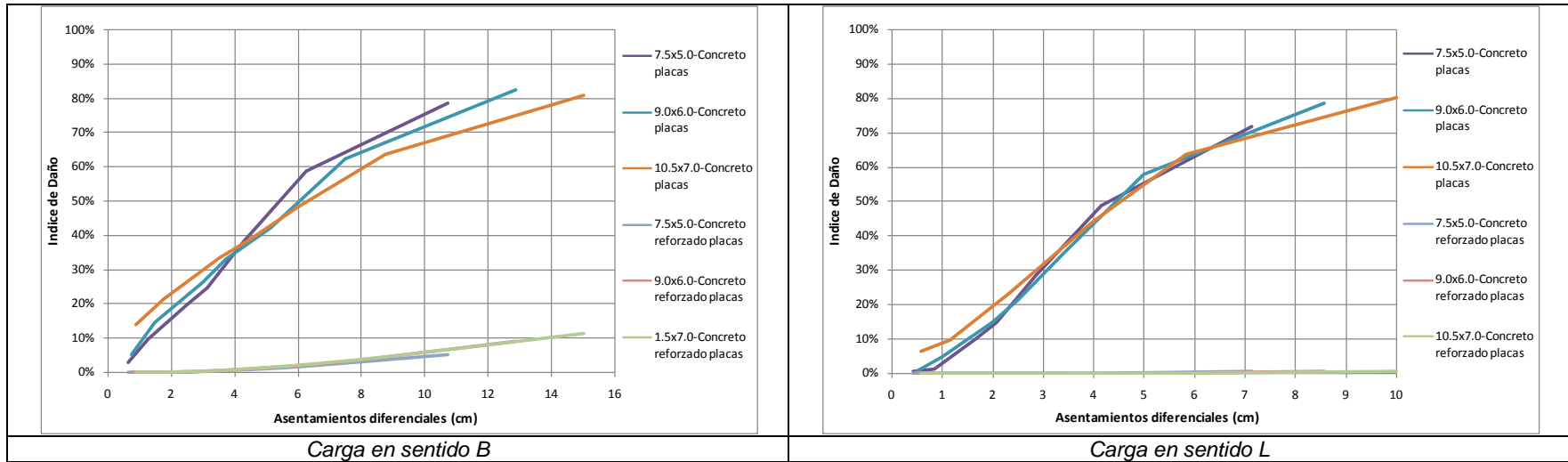


- Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería confinada, con desplazamientos verticales - MC-1p-S.

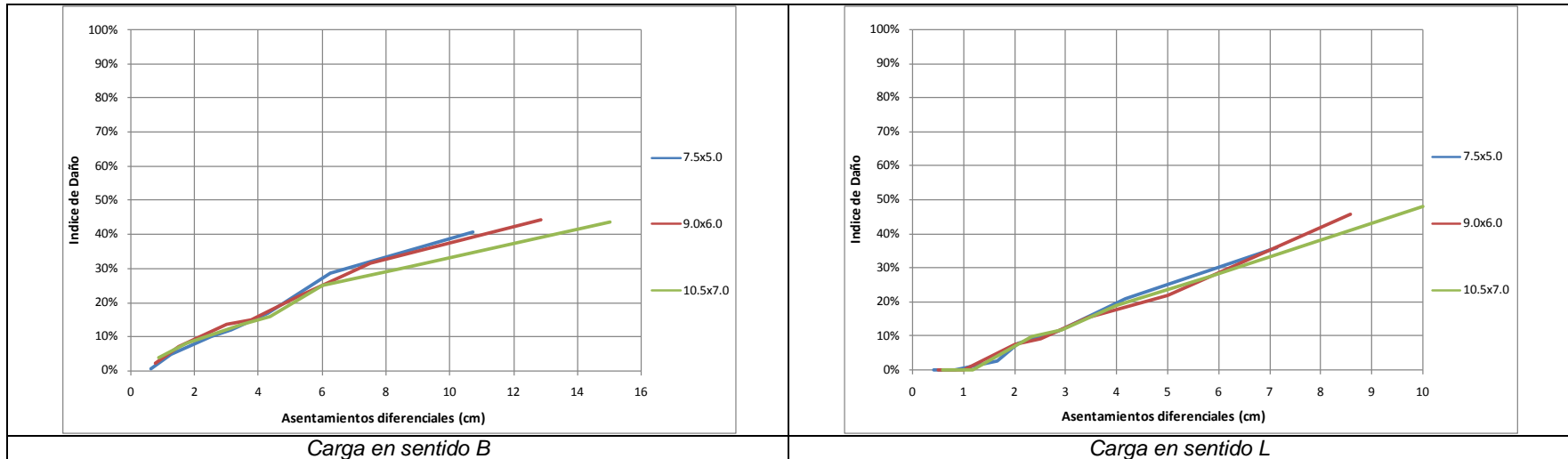
Curvas de los muros de mampostería



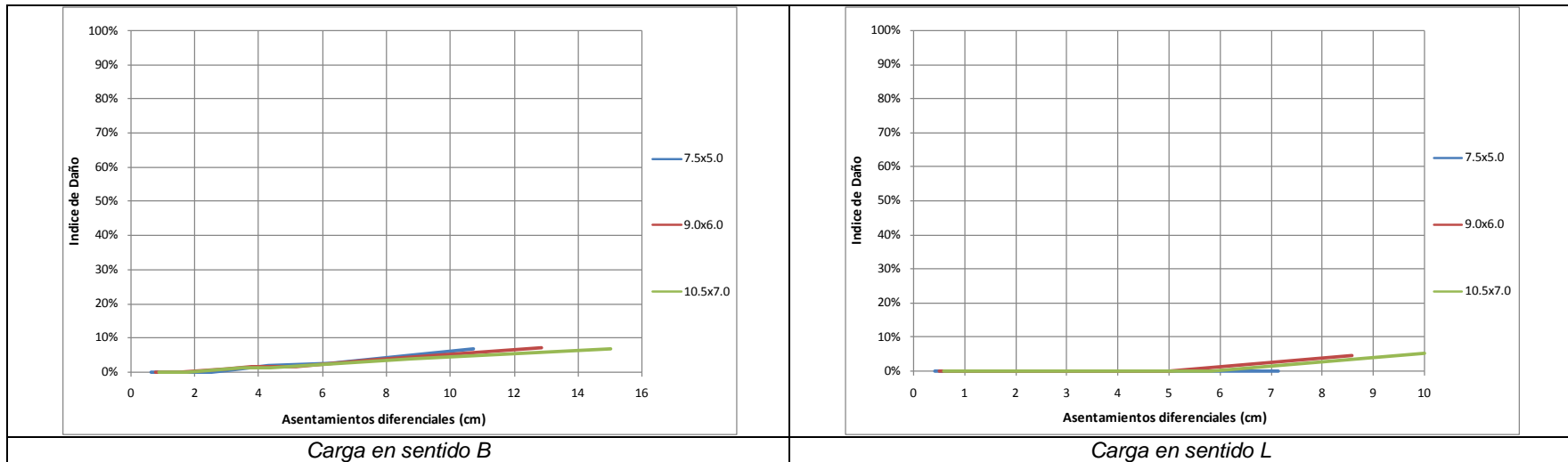
Curvas de placas



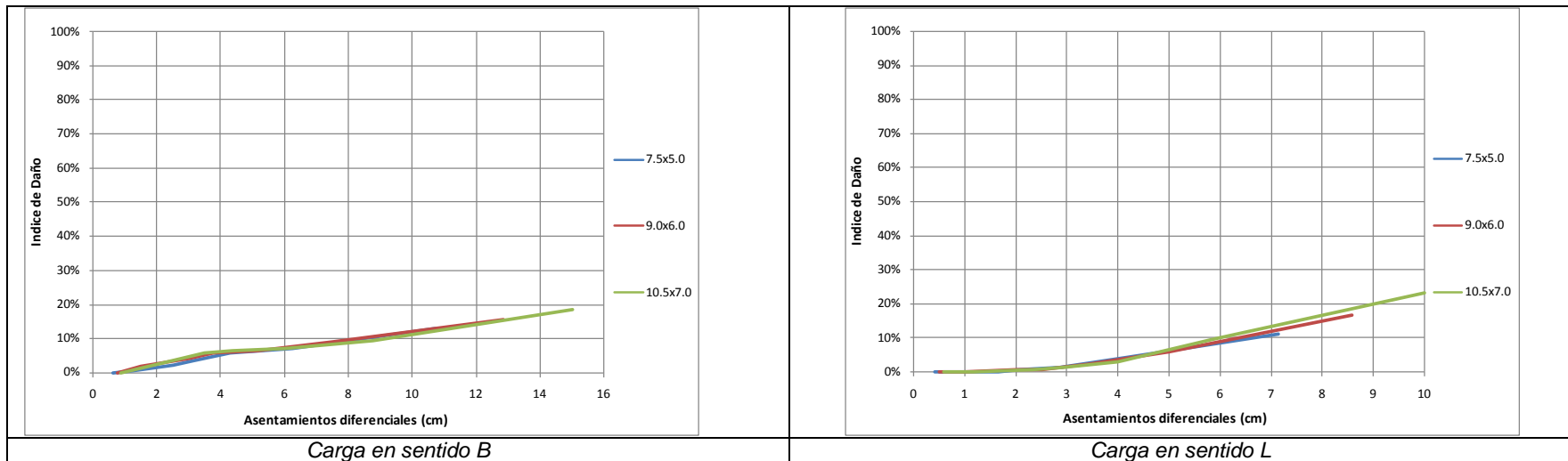
Curvas de vigas de cimentación



Curvas de vigas de confinamiento

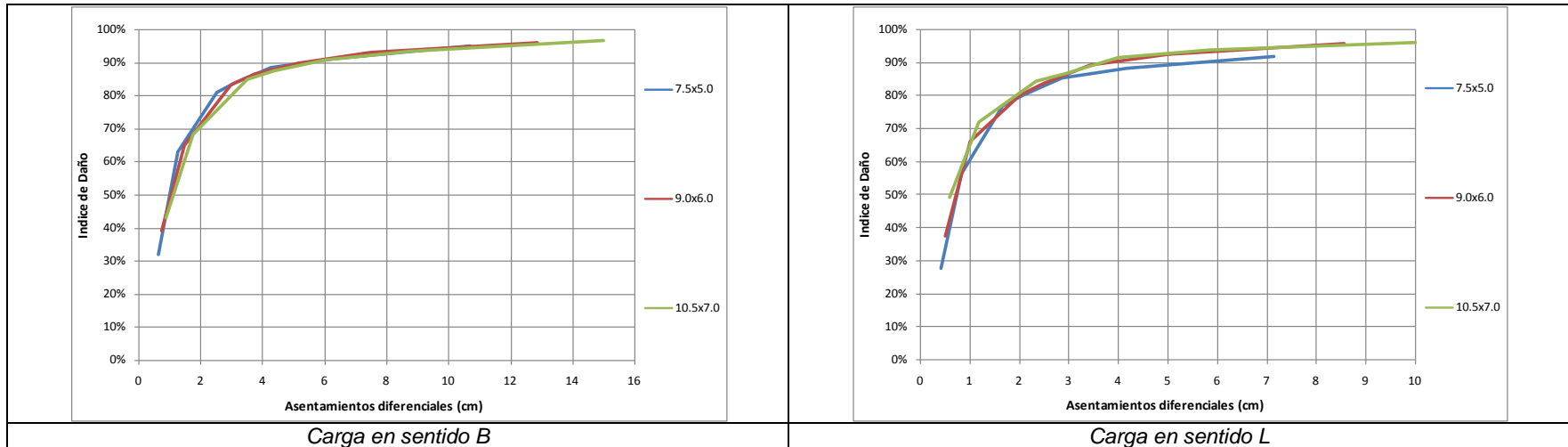


Curvas de columnas de confinamiento

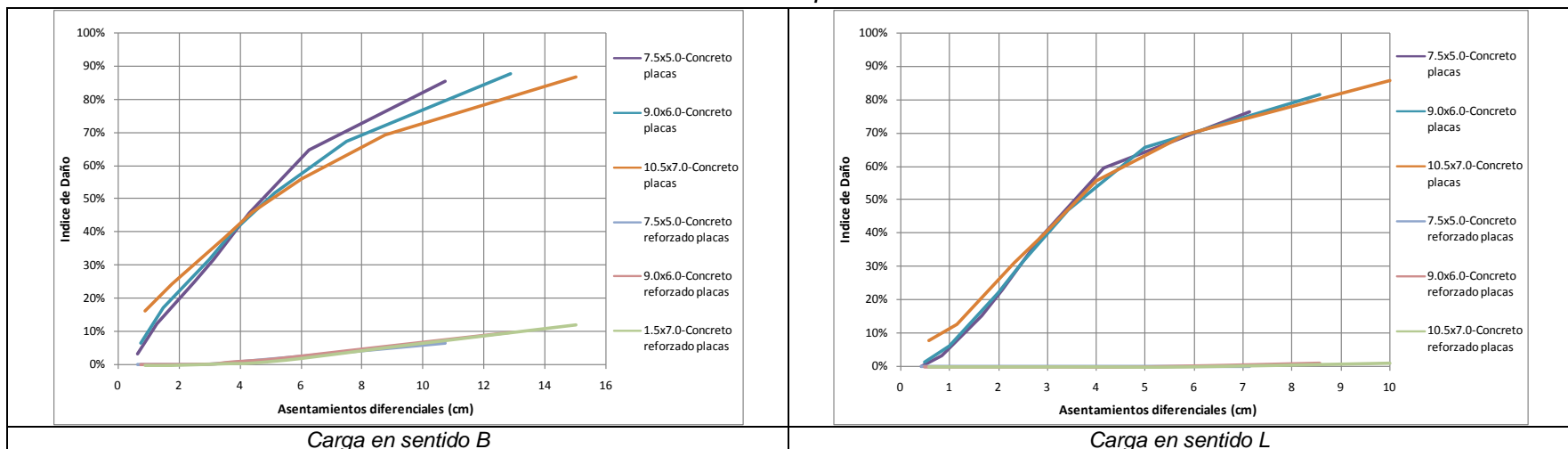


▪ **Curvas de daño para estructuras de un piso de mampostería simple, con desplazamientos verticales - MS-1p-S.**

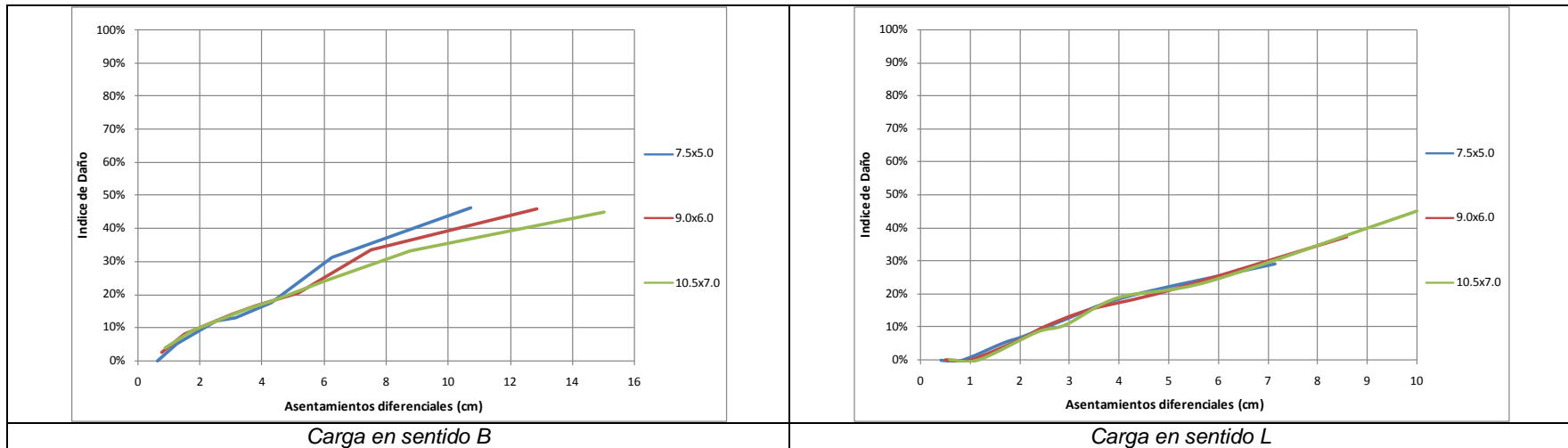
Curvas de los muros de mampostería



Curvas de placas

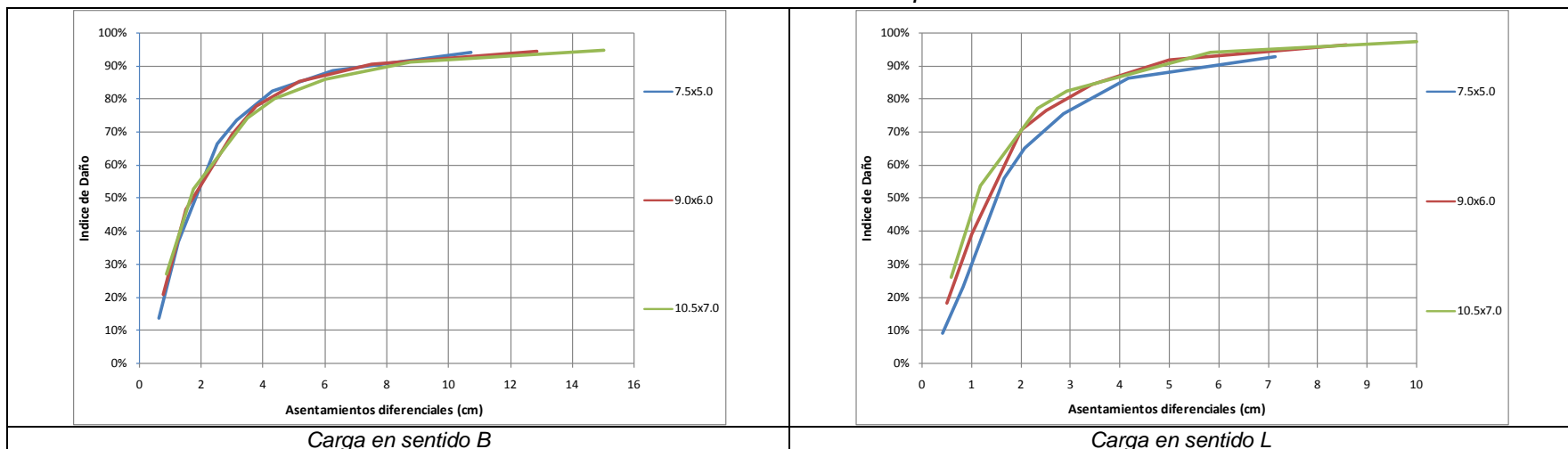


Curvas de vigas de cimentación

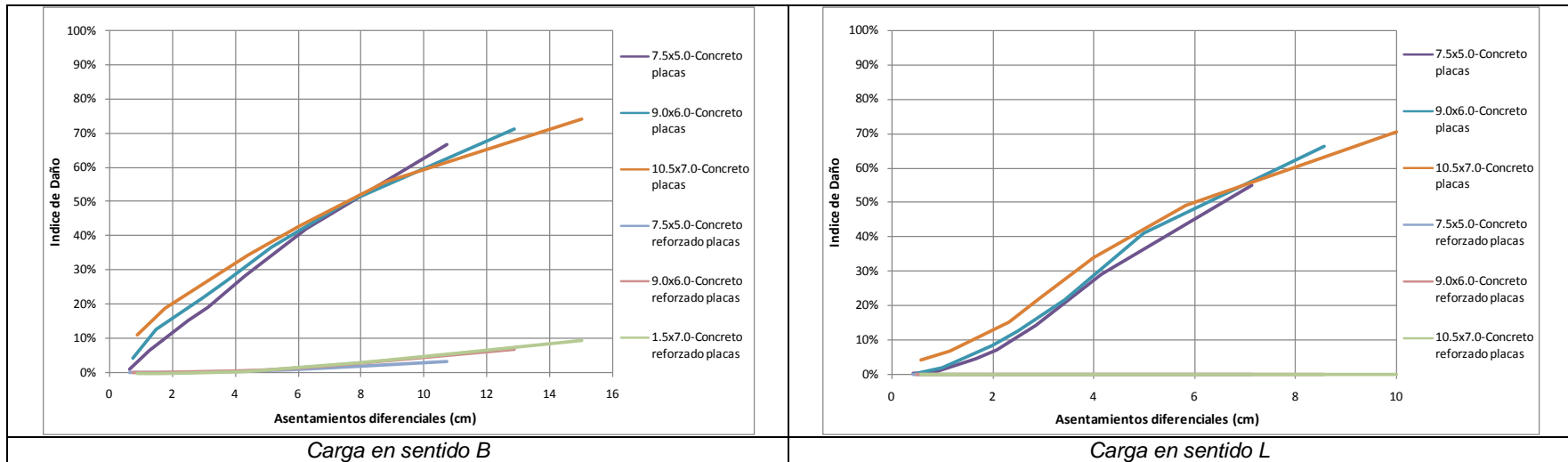


- **Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería confiada, con desplazamientos verticales - MC-2p-S.**

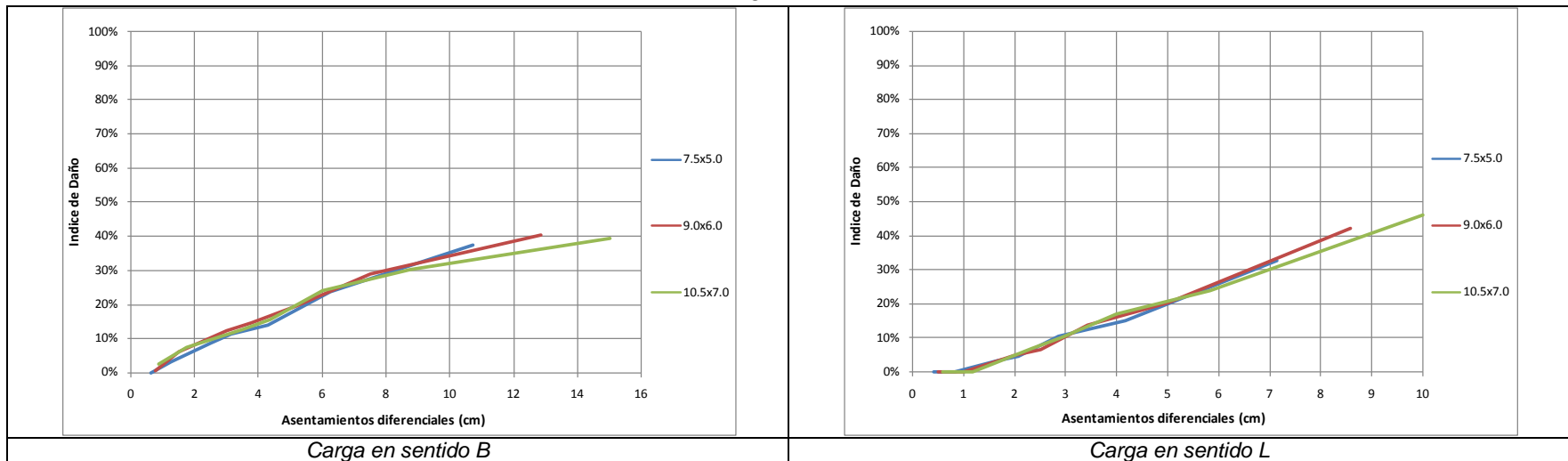
Curvas de los muros de mampostería



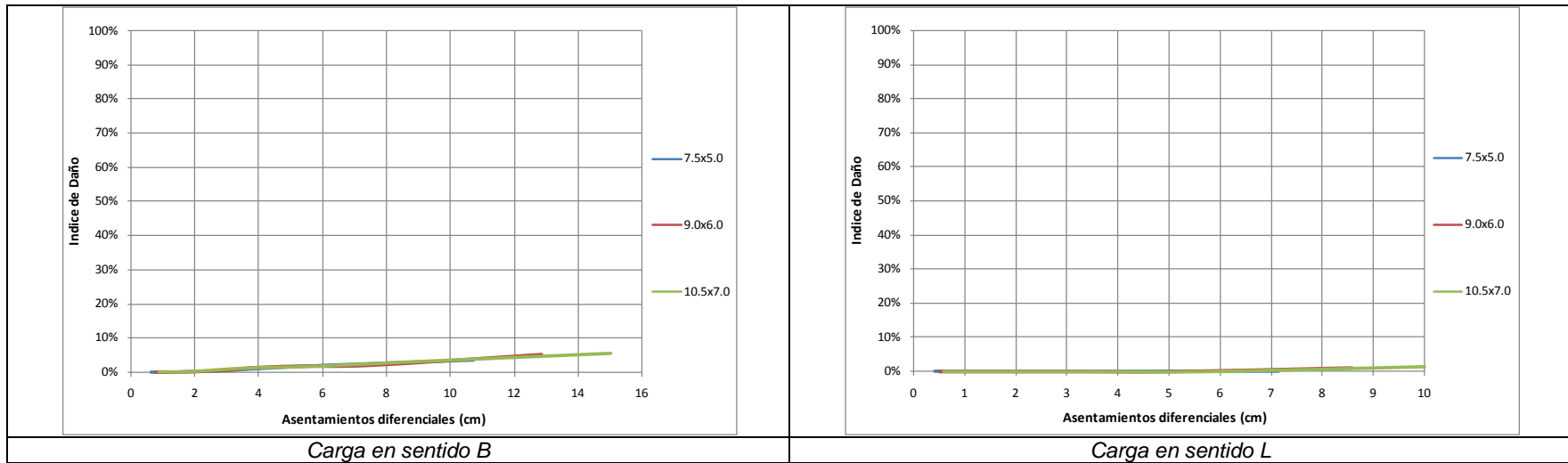
Curvas de placas



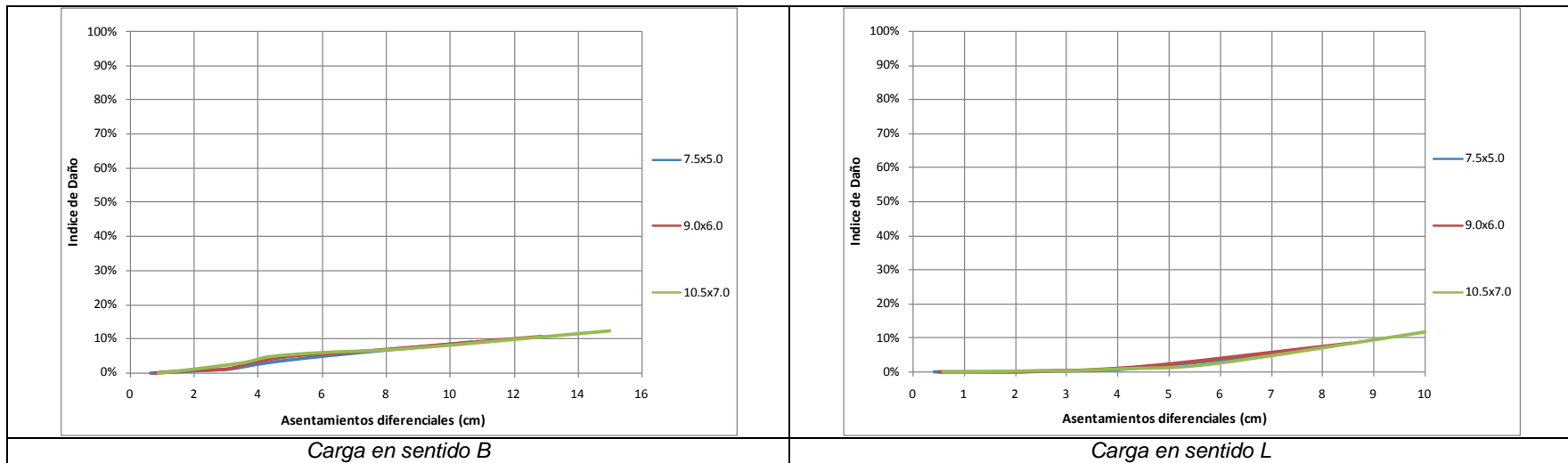
Curvas de vigas de cimentación



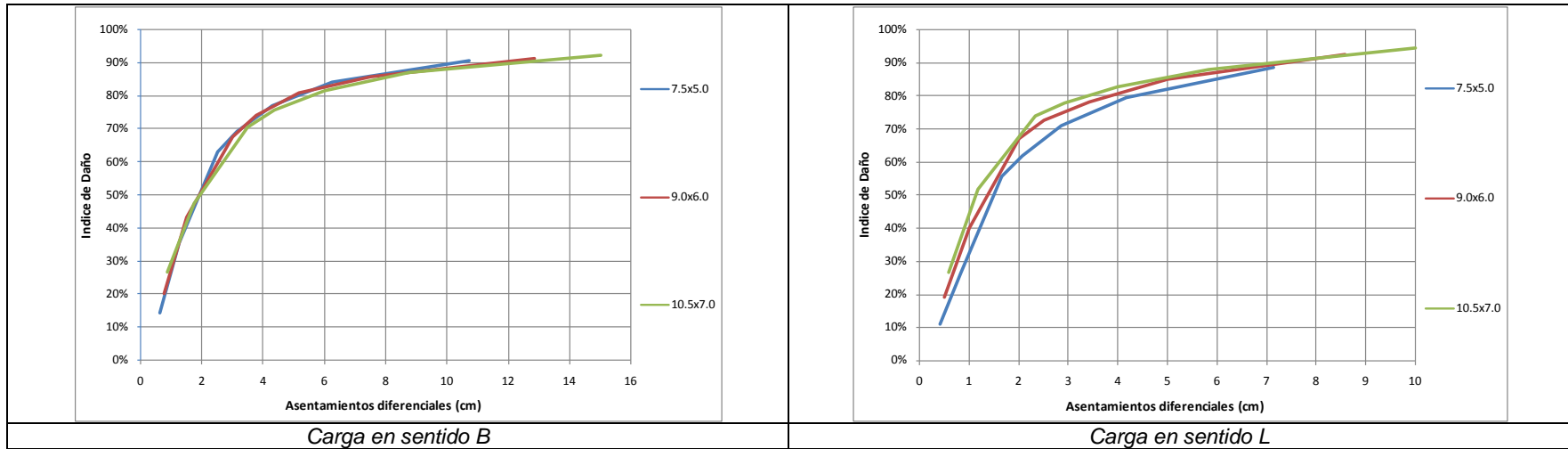
Curvas de vigas de confinamiento



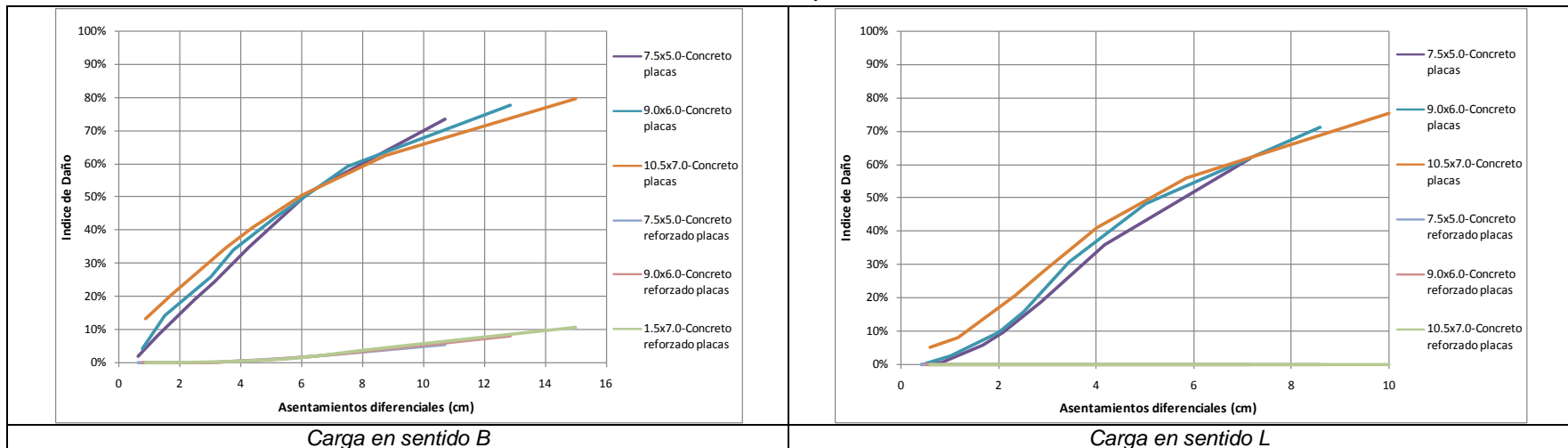
Curvas de columnas de confinamiento



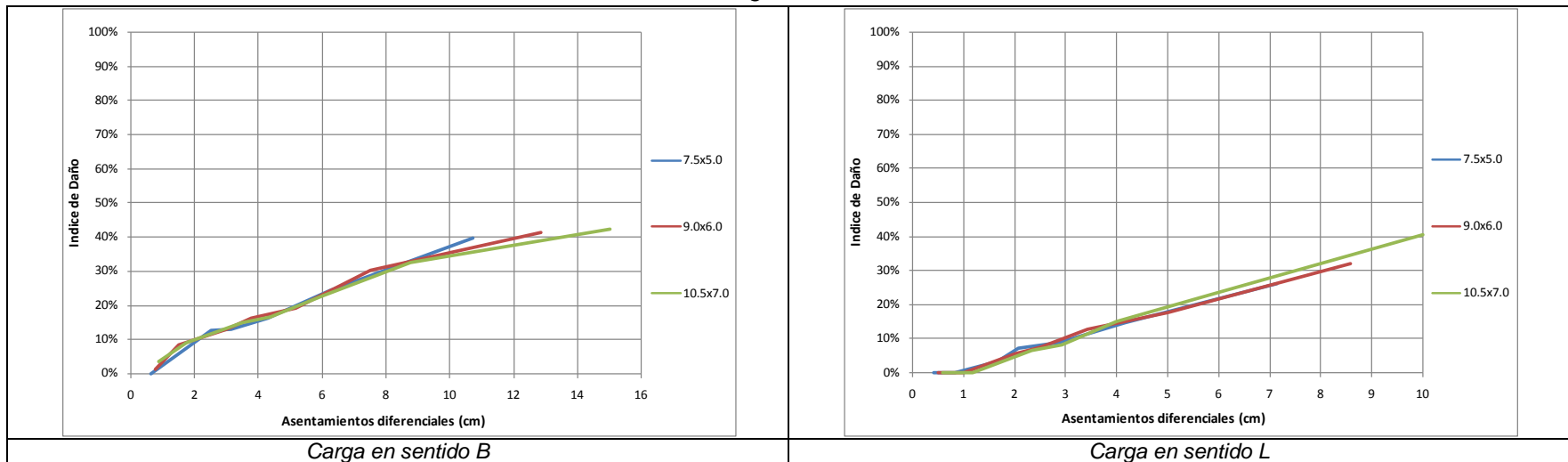
▪ **Curvas de daño para estructuras de dos pisos de mampostería simple, con desplazamientos verticales - MS-2p-S.**
Curvas de los muros de mampostería



Curvas de placas



Curvas de vigas de cimentación



Bibliografía

- Aleotti, P. and Polloni, G. (2005). Valutazione e mitigazione del rischio frane, Hevelius Edizioni, Benevento (Italy), p. 125.
- Alexander, D.E. (1986). Landslide damage to buildings. *Environmental Geology and Water Science*, 8: pp. 147-151.
- Alexander, D.E. (2002). Principles of Emergency Planning and Management. Terra, Harpenden.
- Audell H S. (1996). Geotechnical nomenclature and classification system for crack patterns in buildings. *Environmental & Engineering Geoscience*. Vol. II. No. 2, pp. 225-248.
- Australian Geomechanics Society (AGS) (2000). Landslide risk management concepts and guidelines. *Sub-committee on landslide risk management, Australian Geomechanics*, 35: pp. 49-92.
- Bell, R., Glade, T. (2004). Quantitative Risk Analysis for Landslides - Examples for BÍldudalur, NW-Iceland. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4:pp. 117-131.
- Bjerrum, L. (1963), Discussion on "Proceedings of the European conference on soil mechanics and foundation engineering. Vol. III", Norwegian Geotechnical institute publication No 98, Oslo, Norway, pp. 1-3.
- Bertrand, D., Naaim, M., Brun, M. (2010). Physical vulnerability of reinforced concrete buildings impacted by snow avalanches. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: pp. 1531–1545.
- Bird, J. F., Crowley, H., Pinho, R., and Brommer, J. J. (2005). Assessment of building response to liquefaction-induced differential ground deformations, Bull. *New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 38(4): pp. 20.
- Blong, R. (2003). Natural Hazards Risk Assessment: An Australian Perspective. Benfield Hazard Research Centre. University College London. Issues in Risk Sciences. Issue 4. p. 29.
- Bogget, A.D., Mapplebeck, N.J., Cullen, R.J. (2000). South Shore Cliffs, Whitehaven-geomorphological survey and emergency cliff stabilization works. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 33: pp. 213-226.

-
- Bonnard, Ch., Forlati, F., Scavia, C. (Ed) (2004). Identification and Mitigation of Large Landslide Risks in Europe. Balkema. p. 317.
 - Bonett, R.L. (2003). Capítulo 6. Comportamiento sísmico de edificios de mampostería no reforzada. *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica.
 - Boone S.J. (2001). Assessing construction and settlement-induced building damage: a return to fundamental principles. *Proceedings, Underground Construction, Institution of Mining and Metallurgy*. London, pp. 559-570.
 - Boone S.J. (1996). Ground-Movement-Related Building Damage. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, 122 (11): pp. 886-896.
 - Boscardin, M.D., Cording, E.J. (1989). Building response to excavation-induced settlement. *Journal of Geotechnical Engineering*. ASCE, 115(1):1-21.
 - Burland, J.B., Wroth, C.P. (1975). Settlement of buildings and associated damage. *Building Research Establishment Current Paper*, 33(75), Building Research Establishment, Watford, England, pp. 626-628.
 - Burland, J.B., Broms, B.B., DeMello, V.F.B. (1977). Behavior of foundations and structures: state of the art report. *Proceedings of the 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Japanese Geotechnical Society. Tokyo, Japan, pp. 495-546.
 - Canadian Standards Association (CSA) (1991). Risk analysis requirements and guidelines. Toronto, Ont. CAN/CSA-Q634-91.
 - Cardinali, M., Reichenbach P., Guzetti, F., Ardizzone, F., Antonini G., Galli, M., Cacciano, M., Castellani, M., Salvati, P. (2002). A geomorphological approach to estimate landslide hazard and risk in urban and rural areas in Umbria, central Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2: pp. 57-72.
 - Cardona, O. y Yamín L. (2006). Componente I, Información sobre el riesgo de desastre a través del estudio de casos piloto, Operación ATN/JF-7906-RG- Estudio Nacional de Colombia - Fase II. *Programa de Información e Indicadores de Gestión de Riesgos BID - CEPAL - IDEA*.
 - Cascini, L., Bonnard, Ch., Coromidas, J., Jibson, R., Montero-Olarte, J. (2005) Landslide hazard and risk zoning for urban planning and development. In: Hungr, O., Fell, R., Couture R., Eberhardt, E. (eds.), *Landslide Risk Management - Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management*, Vancouver, Canada. A.A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group, pp. 199-235.
 - CEDERI, (2005). Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C. Informe preparado para la DPAE, Bogotá.

- Chaparro, O.I. (2005). Evaluación de riesgo por flujo de lodo en la Quebrada La Chapa, Municipios de Taco y Socha-Boyacá. Tesis Maestría en Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia.
- Cruden, D.M., Varnes D.J. (1996). Landslides Types and Processes. In: Turner, A. K. and Schuster, R. L. (eds.), *Landslides, Investigation and Mitigation*. Special Report 247. Transportation Research Board. National Research Council, pp. 36 – 76.
- Dai, F. C., Lee, C. F., Ngai, Y. Y. (2002). Landslide risk assessment and management: An overview. *Engineering Geology*, 64: pp. 65–87.
- Day, R.W. (1998). Discussion on Ground-Movement-Related Building Damage. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Vol 124: p. 461
- Das, I., Kumar, G., Stein, A., Bagchi, A., Dadhwal, V.K.. (2010). Stochastic landslide vulnerability modeling in space and time in a part of the northern Himalayas, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, [online] Available at: <<http://www.springerlink.com/content/r84675l3k7232464/>> [Accessed 2 September 2010].
- DiPasquale, E., Cakmak, A. (1988). "Identification of the serviceability limit state and detection of seismic structural damage". *Technical report NCEER- 88-0022*. National Center for Earthquake Engineering Research. Princeton University. USA.
- DNP (2009). "Control Urbano en Aglomeraciones Urbanas". Dirección de Desarrollo Urbano.
- Douglas, J. (2007) Physical vulnerability modelling in natural hazard risk assessment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7: pp. 283–288.
- Düzgün, H. S. B, Lacasse, S. (2005). Vulnerability and acceptable risk in integrated risk assessment framework. In: Hungr, O., Fell, R., Couture R., Eberhardt, E (eds.), *Landslide Risk Management - Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management*, Vancouver, Canada. A.A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group, pp. 505-524.
- Einstein, H.H. (1988). Special Lecture: Landslide risk assessment procedure. In: Bonnard, C. (ed.). *Proceedings 5th International Symposium on Landslides*. Balkema, Rotterdam, 2: pp. 1075-1090.
- ERN, (2006). Estimación de pérdidas económicas para diferentes escenarios de riesgo en edificaciones públicas y privadas en Bogotá y análisis del riesgo residual en el Distrito Capital de Bogotá. Informes preparados para la Secretaria de Hacienda Distrital, el FONADE, el MAVDT y el Banco Mundial, Bogotá.
- Fell, R (1994). Landslide risk assessment and acceptable risk. *Canadian Geotechnical Journal*. 32, 2, pp. 261–272.
- Fell, R., Hatford, D. (1997). Landslide Risk Management; In *Landslide Risk Assessement*, Cruden and Fell (Eds). Balkema, Rotterdam; pp. 51-110.

-
- Fell, R., Ho, K.K.S., Lacase, S., Leroi, E. (2005). A framework for landslide risk assessment and management. In: Hungr, O., Fell, R., Couture R., Eberhardt, E (eds.), *Landslide Risk Management - Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management*, Vancouver, Canada. A.A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group, pp. 3-25
 - Fjeld, S. (1963). Settlement damage to a concrete-framed structure. *Proceeding of the European conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Vol 1. Norwegian Geotechnical Institute, Oslo, Norway, pp. 37-45.
 - Finlay, P.J, Mostyn, G.R. Fell, R. (1999). Landslide Risk Assessment: prediction of travel distance. *Canadian Geotechnical Journal*, 36: pp. 556-562.
 - Fuchs, S., Heiss, K., Hübl, J. (2007). Towards an empirical vulnerability function for use in debris flow risk assessment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7: pp. 495-506.
 - Fuchs, S, (2008). Vulnerability to torrent processes. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, Vol. 39, WIT Press www.witpress.com, ISSN 1743-3517 (on-line).
 - Galli, M., y Guzzetti, F. (2007). Landslide vulnerability criteria: A case study from Umbria, central Italy. *Environmental Management*, 40: pp. 649–664.
 - Gere, J.M., Timoshenko, S. (1974). *Mechanics of materials*. TWS Publishers, Boston, Mass.
 - Georiesgos, (2004). Plano 4 - Vectores de desplazamiento horizontal. Monitoreo y seguimiento a los deslizamientos activos que afectan el sector de Altos de la Estancia.
 - Glade, T. (2003). Vulnerability assessment in landslide risk analysis, *Die Erde - Beitrag zur Erdsystemforschung*, 134: pp.123–146.
 - Haehnel, R.B., Daly, F. (2004). Maximum impact force of woody debris on floodplain structures. *ASCE Journal of Hydraulic Engineering*, 30 (2): pp. 112-120.
 - Hayne, M., Michael-Leiba, M., Gordon, D., Lacey, R., Granger, K. (2000). Chapter 7: Landslide risks. In: *Natural hazards and the risks they pose to South-East Queensland* (eds. Granger K. and Hayne M.) Disponible en Geoscience Australia website: <<http://www.AGSO.gov.au>>
 - Heinimann, H.R. (1999). Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren – Fallbeispiele und Daten - Umwelt-Materialien, 107/II, Bern.
 - Hollenstein, K. (2005). Reconsidering the risk assessment concept: standardizing the impact description as a building block for vulnerability assessment, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5: pp. 301–307. Disponible en <<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/5/301/2005/>>

- Hungr, O. (1997). Some methods of landslide hazard intensity mapping. In Cruden, D. M. and Fell, R., (eds.), *Landslide risk assessment. Proceedings International Workshop on Landslide Risk Assessment*, Honolulu. Balkema, Rotterdam, pp. 215-226.
- Huschmidt, G., Crozier, M., Glade, T. (2005) Evolution of natural risk: Research framework and Perspectives. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5: pp. 375-387.
- International Union of Geological Sciences Working Group on Landslides, Committee on Risk Assessment (IUGS) (1997). Quantitative risk assessment for slopes and landslides—The state of the art. In Cruden D. and Fell R. (eds), *Proceedings of the International Workshop on Landslide Risk Assessment..* A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands, pp. 3-12.
- Jiménez, D. Y. (2005). *Evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones de uno y dos pisos ante desplazamientos inducidos por sismo en suelos volcánicos del eje cafetero*. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Kaynia, A. M., Papatoma-Kohle, M., Neuhäuser, B., Ratzinger, K., Wenzel, H., Medina-Cetina, Z. (2008). Probabilistic assessment of vulnerability to landslide: application to the village of Lichtenstein, Baden-Württemberg, Germany. *Engineering Geology*, 101: pp. 33-48.
- Keiler, M., Sailer, R., Jörg, P., Weber, C., Fuchs, S., Zischg, A., Sauer Moser, S. (2006). Avalanche risk assessment - A multi-temporal approach, results from Galtür, Austria. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6: pp. 637-651.
- Kelman, Ilan. (2002). Physical Flood Vulnerability of Residential Properties in Coastal, Eastern England. Trabajo de grado (PhD). University of Cambridge, U.K.
- Klaus, J., Schmidtke, R.F. (1990) Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandsküste – Modellgebiet Wesermarsch. Untersuchungsbericht an den Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn.
- Lee, E.M., Jones, D.K.C. (2004). *Landslide risk assessment*. Thomas Telford. London. p. 256.
- Leone, F. (1996). Concept de vulnerabilite appliqué a L`evaluation des risques generes por les phenomenes de mouvement de terrain, PhD Thesis en Risques Natureles. Universidad de Grenoble.
- Leroueil, S., Vaunat, J., Picarelli, L., Locat, J., Lee, H., Faure, R. (1996). Geotechnical characterization of slope movement. In: Senneset, K. (ed.), *Landslides*. Balkema, Rotterdam 1, pp. 53-74.

-
- Liu, X.L., Yue, Z.Q., Tham, L.G., Lee, C.F. (2002). Empirical assessment of debris flow risk on a regional scale in Yunnan Province, Southwestern China. *Environmental Management*, 30 (2): pp. 249-264.
 - Linero, D. y Garzón, D. (2010). *Elementos de la mecánica del medio continuo para cuerpos sólidos*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
 - Marulanda, M., Cardona, O. (2006). Análisis del impacto de desastres menores y moderados a nivel local en Colombia. ProVention Consortium, Universidad Nacional de Colombia - IDEA, La RED. Disponible en: <http://www.desenredando.org/public/varios/2007/varios_omar/Estudio_Colombia_BID-CEPAL.pdf>
 - Matskevitch, D.G. (1997). Eccentric impact of an ice feature: Linearized model. *Cold Regions Science and Technology*, 25: pp. 159-171.
 - Mavrouli, O., Corominas, J. (2008) Structural response and vulnerability assessment of buildings in front of the rock fall impact. *Geophysical Research Abstract*, 10.
 - Mavrouli, O. and Corominas, J. (2010a). Vulnerability of simple reinforced concrete buildings in front of the rockfall impact. *Landslides*, 7 (2): pp. 169–180.
 - Mavrouli, O. and Corominas, J. (2010b). Rockfall vulnerability assessment for reinforced concrete buildings. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: pp. 2055–2066.
 - Messner, F., Meyer, V. (2005). Flood damage, vulnerability and risk perception-challenges for flood damage research. *UFZ Discussion Papers*. p. 24.
 - Meyerhof, G.G. (1947). The settlement analysis of building frames. *The Structural Engineering*, 25 (8): p. 369.
 - Michael-Leiba, M., Baynes, F., and Scott, G. (1999), Quantitative landslide risk assessment of Cairns, *AGSO Record 1999/36*.
 - Michael-Leiba, M., Baynes, F., Scott, G., Granger, K. (2003) Regional landslide risk to the cairns community. *Natural Hazards*, 30: pp. 233–249.
 - Moon, A.T., Olds, R.J., Wilson, R.A., Burman, B.C. (1992). Debris flow zoning at Montrose, Victoria. In: *Landslides* (Ed. Bell, D.H.). Balkema, Rotterdam, 2:pp. 1015-1022.
 - Moriguchi, S., Borja, R., Yashima, A., Sawada, K. (2009). Estimating the impact force generated by granular flow on a rigid obstruction. *Acta Geotechnica*, 4: pp. 57-71.
 - NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities. (1990). Highway bridge design specification.
 - Negulescu, C., Foerster, E. (2010). Parametric studies and quantitative assessment of the vulnerability of a RC frame building exposed to differential settlements. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: pp. 1781–1792.

- Nilson, A., Winter, G. (1998). Diseño de estructuras en concreto. McGraw Hill. Undécima edición. p. 41.
- NTC 4205 — Unidades de mampostería de arcilla cocida (ladrillos y bloques) (ASTM C34, C56 y C62)
- Okura, Y., Kitahara, H., Sammori, T. (2000). Fluidization in dry landslides. *Engineering Geology*, 56: pp. 347-360.
- Papathoma-Köhle, M., Neuhäuser, B., Ratzinger, K., Wenzel, H., Dominey-Howes, D. (2007) Elements at risk as a framework for assessing the vulnerability of communities to landslides. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7: pp. 765–779.
- Papathoma-Köhle, M., Kappes, M, Keiler M. Glade T. (2010). Physical vulnerability assessment for alpine hazards: state of the art and future needs. *Natural Hazards*, [online] Disponible en <<http://www.springerlink.com/content/r84675l3k7232464/>> [Accessed 6 Octubre 2010]. p. 36.
- Pascale, S., Sdao, F., Sole, A. (2010). A model for assessing the systemic vulnerability in landslide prone areas. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: pp. 1575–1590.
- Paulay, T., Priestley, M.J.N. (1992). Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings. Ed. John Wiley Sons, INC:
- Penning-Rowse E.C. and Chatterton J.B. (1977) The benefits of flood alleviation: a manual of assessment techniques (The blue manual). Aldershot, UK: Gower Technical Press.
- Penning-Rowse E.C., Johnson C., Tunstall S., Tapsell S., Morris J., Chatterton J., Coker A., and Green C. (2003) The Benefits of flood and coastal defence: techniques and data for 2003. Flood Hazard Research Centre, Middlesex University.
- Peralta, H. (2002). Escenarios de vulnerabilidad y de daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio San Antonio, Cali, Colombia. Proyecto de Grado. Universidad del Valle - Facultad de Ingeniería.
- Petrucci, O., Gullà, G. (2009). A Support Analysis Framework for mass movement damage assessment: applications to case studies in Calabria (Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, pp. 315–326.
- Phipps, P.J., McGinnity, B.T. (2001). Classification and stability assessment for chalk cuttings: the Metropolitan Line case study. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 34 (4): pp. 353-370.
- Polshin D.E., Tokar R.A. (1957). Maximum allowable non-uniform settlement of structures, *Proceedings, 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Vol 1, London, England, pp.402-405.
- Rochel, r. (1999). Hormigón reforzado, primera parte. Editorial Universidad Pontificia Javeriana. Sexta Edición.

-
- Rodríguez, C., Jiménez, D. (2009). Vulnerabilidad física ante deslizamientos. V *Encuentro de Ingenieros de Suelos y Estructuras*. Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito Armero”. Bogotá.
 - Santana, I., (2007). Determinación de la resistencia a la compresión en muros existentes, mediante el corte y ensayo de prismas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
 - SAP 2000 Advanced 14.1, (2009). Analysis Reference Manual. Structural Analysis Program Basic. Computers and Structures Inc., University Avenue Berkeley California.
 - Secretaria distrital de Habitat, (2009). Foro DPAE “El Control Urbano como Instrumento de Prevención de Riesgos”. Alcaldía Mayor de Bogotá D. C.
 - Skempton, A.W., McDonald, D.H. (1956). The allowable settlements of buildings. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Part III*. The Institution of Civil Engineers. London, England, 5: 727-768.
 - Smith, K., Ward, R. (1998) Floods – Physical processes and human impacts. Chichester.
 - Swiss Re (1998). Floods-an insurable risk?, Zurich, p. 48.
 - Tomazevic, M. (2000). Earthquake-Resistant Design of Masonry Building. Imperial College Press. p. 214.
 - Universidad Nacional de Colombia (2008). *Análisis e investigación de procesos de avenidas torrenciales como eventos generadores de riesgo en la Cuenca Alta del Río San Cristóbal*. Informe Final Convenio 544-06. Universidad Nacional - DPAE.
 - Uzielli M, Nadim F, Lacasse S, Kaynia AM (2008) A conceptual framework for quantitative estimation of physical vulnerability to landslides. *Engineering Geology*, 101: pp. 251–256.
 - VanDine, D.F., Jordan, P., Boyer, D.C. (2002). An example of risk assessment from British Columbia, Canada. In: *Instability-Planning and Management*. (Eds McInnes, R.G., Jakeways, J). Thomas Telford, London, pp. 399-406.
 - VanDine, D.F, Moore, G., Wise, M., Vanbuskirk, C., Gerarth, R. (2004). Technical Terms and Methods, Chapter 3. In: Wise Et al, (eds), *Landslide Risk Case Studies in Forest Development Planning and Operations*. *Land Management Handbook 56*. British Columbia Ministry of Forest, pp. 13-26.
 - VanDine, D. F., Moore, G.D., Wise, M. P. (2005) A comparison of landslide risk terminology. In: Hungr, O., Fell, R., Couture R., Eberhardt, E (eds.), *Landslide Risk Management - Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management*, Vancouver, Canada. A.A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group, pp. 557-562.

- Varnes, D. J. (1984) Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazards*, 3, Paris, UNESCO, p. 63.
- Wilhelm, C. (1997). Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz, Mtt. Eidgenössisches Institut für Schnee und Lawinenforschung, Davos, p. 54.
- Wise, M.P., Moore, G.D, VanDine, D.F. (editors). (2004a). *Landslide risk case studies in forest development planning and operations*. *Land Management Handbook 56*, British Columbia Ministry of Forest, p. 119. Disponible en <<http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Lmh/Lmh56.htm>>.
- Wise, M.P., Moore, G.D, VanDine, D.F. (2004b). Definitions of terms and framework for landslide risk management, Chapter 2. In: Wise Et al, (eds), *Landslide Risk Case Studies in Forest Development Planning and Operations*. *Land Management Handbook 56*. British Columbia Ministry of Forest, pp. 5-12.