

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

- I. Este boletín informativo establece un criterio de diseño de muro de contención simple sin análisis específico del sitio. Los Artículos 1610.1 y 1807.2 del Código de Construcción de la Ciudad de Los Ángeles (LABC) cubre el diseño de los muros de contención como se indica a continuación:

CARGAS LATERALES DEL SUELO

LABC 1610.1 Los muros de fundación y de contención deben diseñarse para resistir las cargas laterales del suelo. Las cargas de suelos especificadas en la Tabla 1610.1 se usarán como cargas laterales mínimas de diseño, salvo que una investigación geotécnica de acuerdo con el Artículo 1803 determine otra cosa. Los muros de fundación y otros muros en los que el movimiento horizontal está restringido en la parte superior deben diseñarse para el empuje en reposo. Los muros de contención con libertad de movimiento y giro en la parte superior podrán diseñarse para el empuje activo. A las cargas laterales del empuje del terreno debe añadirse el empuje lateral de diseño generado por las recargas. Si los suelos en el sitio son expansivos, debe aumentarse el empuje lateral de diseño. Los muros de fundación deben diseñarse para que soporten el peso de todo el empuje hidrostático de un relleno sin drenaje a menos que se instale un sistema de drenaje de acuerdo con el Artículo 1805.4.2 y 1805.4.3.

Excepción: Los muros de fundación que no se extiendan más de 8 pies por debajo del nivel del suelo y que se apoyen lateralmente en diafragmas flexibles en la parte superior podrán diseñarse para el empuje activo.

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

Cargas laterales de diseño generadas por el suelo según 1807.2.2 de LABC. Los muros de contención deben diseñarse para las cargas laterales del suelo establecidas en el Artículo 1610.

Factor de seguridad del Art. 1807.2.3 de LABC. Los muros de contención deben diseñarse para resistir el deslizamiento y vuelco por la acción lateral del suelo con un factor de seguridad mínimo de 1.5 en cada caso. Las combinaciones de carga del Artículo 1605 no se aplicarán a este requisito. En cambio, el diseño se basará en 0.7 veces la carga sísmica nominal, 1.0 veces otras cargas nominales y la investigación con uno o más cargas variables en cero. El factor de seguridad contra el deslizamiento lateral se tomará como la resistencia del suelo en la base del muro de contención dividida por la fuerza lateral neta aplicada al muro de contención.

Excepción: Cuando se incluyen cargas sísmicas, el factor de seguridad mínimo del muro de contención contra deslizamiento y vuelco debe ser de 1.1.

Sin embargo, estos artículos del código no abordan los métodos para determinar las recargas del muro de contención.

Por lo tanto, este boletín informativo está destinado a tratar este tema. Pueden aprobarse requisitos de diseño alternativo junto con un informe geotécnico aprobado por el departamento.

II. REQUISITO GENERAL

Los muros de contención deben diseñarse para resistir el empuje lateral del material retenido determinado según la Tabla 1610.1 de LABC.

Las características del suelo y los criterios de diseño necesarios para dicha determinación deben obtenerse mediante investigación, exploración, análisis e informes del subsuelo por un ingeniero de suelos, y someterse a la aprobación del departamento.

Excepción: Los muros independientes que no superen los 12 pies (3660 mm) de altura se pueden diseñar según los requisitos establecidos en este boletín informativo.

III. PRESIONES DE DISEÑO DEL FLUIDO SOBRE LOS MUROS DE CONTENCIÓN QUE SOPORTAN SUELO NO NIVELADO

Los muros que soportan tierra drenada¹ y caen dentro de los límites de la excepción anterior pueden calcularse para un equivalente de presión de tierra asumida (P_a) hasta la ejercida por un peso equivalente del fluido (γ_{EF}) no menor que la que se muestra en la Tabla 1 y la Figura 1. Un componente vertical igual a un tercio de la fuerza horizontal así obtenida se puede suponer en el plano de contacto entre el suelo retenido y la superficie del muro cuando se considera el momento resistente total tomado en la puntera del muro. No se permitirá ese componente vertical cuando se utiliza tela filtrante detrás de los muros de contención.

La profundidad de la tierra retenida será la distancia vertical por debajo de la superficie de la tierra medida en la cara del muro de diseño o medida en el talón de la zapata para vuelco y deslizamiento.

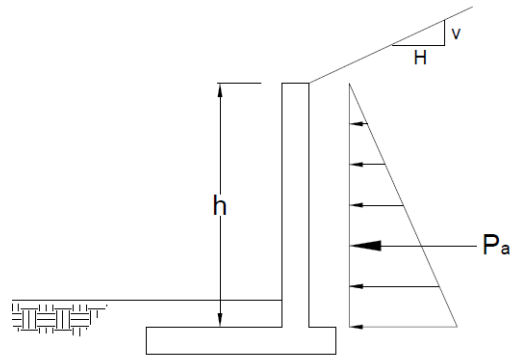
¹ El sistema de drenaje deberá instalarse según los Artículos 1805.4.2 y 1805.4.3 de LABC.

TABLA 1
PESO DEL FLUIDO EQUIVALENTE A LA PRESIÓN DE LA TIERRA
PARA EL DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

PENDIENTE DE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL RETENIDO ^a HORIZONTAL (H) A VERTICAL (v)	PESO DEL FLUIDO EQUIVALENTE ^b γ_{EF} (libras por pie cúbico)
NIVEL (ángulo 0°)	30
5 a 1	32
4 a 1	35
3 a 1	38
2 a 1	43
1.5 a 1	55
1 a 1 (ángulo 45°)	80

Para unidades de SI: 1 libra por pie cúbico = 157 N/m³

- ^a Cuando la pendiente de la superficie de la tierra varía, la pendiente de diseño debe obtenerse mediante la conexión de una línea desde la parte superior del muro hasta el punto más alto de la pendiente, cuyos límites están dentro de una distancia horizontal del alzado igual a la altura del alzado del muro.
- ^b El peso del fluido equivalente no será inferior al determinado con la Tabla 1610.1 del LABC 2014.



$$P_a = 0.5 \gamma_{EF} h^2 \quad \text{donde } \sigma_h = \gamma_{EF} h$$

Figura 1

IV. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE RECARGAS EN MUROS

Cualquier carga agregada, excepto la tierra retenida, será considerada recarga y debe tenerse en cuenta en el diseño. Las cargas uniformemente distribuidas se pueden considerar como la profundidad equivalente añadida de tierra retenida. Las recargas debidas a zapatas continuas o aisladas deben determinarse con las fórmulas siguientes (ecuación 1) o por un método equivalente aprobado por el Oficial de Edificios. Las siguientes fórmulas se limitan a los muros de contención autorizados para ser

diseñados para el empuje activo² y para residencias unifamiliares o dúplex. Este método también se limitará al diseño de muro de contención con recarga vertical. Los muros de contención con recarga lateral deberán estar diseñados por un ingeniero civil/estructural licenciado con aprobación del departamento. El Oficial de Edificios puede exigir una investigación geotécnica especial antes de aprobar un permiso para este tipo de muros.

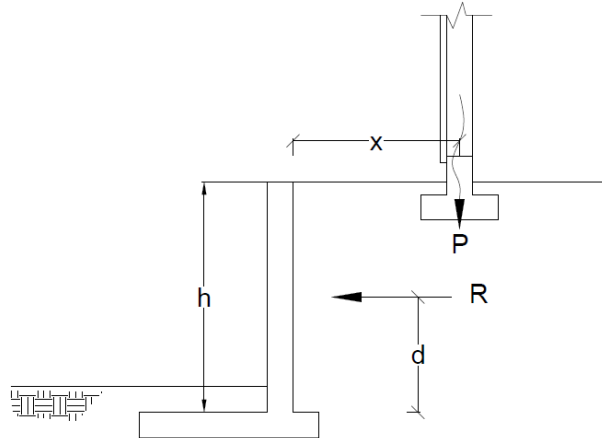


Figura 2

Fuerza lateral resultante:

$$R = \frac{0.3 P h^2}{x^2 + h^2}$$

Ubicación de la resultante lateral:

$$d = \left[\left(\frac{x^2}{h^2} + 1 \right) \left(\tan^{-1} \frac{h}{x} \right) - \left(\frac{x}{h} \right) \right]$$

Donde:

R = fuerza lateral resultante medida en libras por pie (N/m) de ancho del muro.

P = recarga resultante de zapatas continuas o aisladas, medidas en libras por pie (N/m) de longitud paralela al muro.

X = distancia de la carga resultante respecto de la cara posterior del muro medido en pies (mm).

h = profundidad por debajo del punto de aplicación de la recarga hasta la parte superior de la zapatas del muro medida en pies (mm).

d = profundidad de la resultante lateral por debajo del punto de aplicación de la recarga medida en pies (mm).

$\tan^{-1} h/x$ = ángulo en radianes cuya tangente es igual a h/x.

² Según el Artículo 1610.1 de LABC: Los muros de contención con libertad de movimiento y giro en la parte superior podrán diseñarse para el empuje activo.

Las cargas aplicadas dentro de una distancia horizontal igual a la altura del alzado del muro (es decir, $x \leq h$), medida desde la cara posterior de la pared, se considerarán como recargas.

Para zapatas aisladas con un ancho paralelo al muro menor de 3 pies (914 mm), "R" puede reducirse a un sexto del valor calculado.

La fuerza resultante "R" se asume uniforme para la longitud de la zapata paralela al muro y disminuyendo uniformemente hasta cero a la distancia "x" más allá de los extremos de la base (Figura 2).

La presión vertical debida a la recarga aplicada en la parte superior de la zapata del muro puede considerarse uniformemente repartida dentro de los límites del alzado del muro y los planos que forman un ángulo de 45 grados con la vertical.

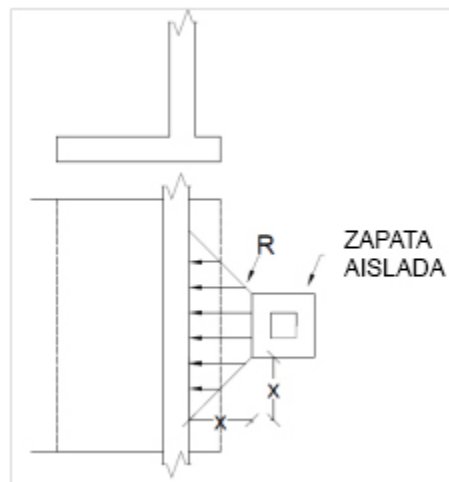


Figura 2

V. CRITERIOS DE PRÁCTICA DE INGENIERÍA ACEPTADOS PARA EL DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

LABC 1807.2.1 Los muros de contención deberán diseñarse para garantizar la estabilidad contra vuelco, deslizamiento, excesiva presión sobre la fundación y subpresión de agua.

a. Resistencia a la presión y el vuelco

La máxima presión de soporte vertical *utilizada en el diseño de* muros de contención no debe superar *los valores previstos de resistencia de carga*³ dados en la Tabla 1806.2 de LABC a menos que se suministren datos de una investigación geotécnica aprobada que justifiquen el uso de valores mayores. La resultante de las cargas verticales y los empujes laterales debe pasar por el tercio medio de la base.

³ Según 1806.2 de LABC: Barro, limo orgánico, arcilla orgánica, turba o **relleno no preparado** no se presumirán con capacidad de carga.

b. Empujes laterales

El deslizamiento de los muros de contención debe evitarse mediante la resistencia lateral contra el deslizamiento de la base contra la tierra, la capacidad de soportar los empujes laterales contra el suelo o una combinación de las dos⁴. Los valores admisibles de resistencia lateral y resistencia lateral contra el deslizamiento no deben superar las permitidas en el Capítulo 18 del LABC, salvo que una investigación geotécnica aprobada justifique el uso de valores mayores.

Cuando se utilicen tacones, se asumirá que bajan el plano de resistencia lateral contra deslizamiento y la profundidad de la resistencia lateral al nivel de la parte inferior del tacón. Se presumirá que los empujes laterales actúan en un plano vertical situado en la puntera de la zapata.

VI. CONDICIÓN ESPECIAL

Siempre que, en opinión del Oficial de Edificios, la adecuación de los materiales de fundación para soportar el muro sea cuestionable, exista una situación de recarga inusual, como empuje por filtración o cuando la tierra retenida esté tan estratificada o sea de tal carácter que invalide la hipótesis de diseño normal, el Oficial de Edificios puede requerir una investigación especial del suelo antes de aprobar el permiso para un muro en esas condiciones.

Además, a menos que se haya presentado un informe de suelo al departamento que indique que no existen suelos expansivos —y se haya aprobado—, las zapatas de todos los muros de contención deben extenderse un mínimo de 24 pulgadas por debajo del nivel natural y terminado conforme a los requisitos contenidos en el boletín informativo P/BC 2014-116 para condiciones de suelos expansivos.

⁴ Referencia del LABC, Artículo 1806.3.1.