



Hundimiento de muros de contención

1. DESCRIPCIÓN

La estabilidad de los muros de fábrica está garantizada por su propio peso. Un espesor insuficiente y/o una mala evacuación de aguas de riego son causa de numerosos hundimientos.

2. INTRODUCCIÓN

Se trata de pequeñas obras anexas a las edificaciones, destinadas a la contención de masas de terreno de poca altura (entre 1 y 2 m en general). Están constituidas por tabiques de poco grosor de adoquines (piedras de pequeñas dimensiones) o bloques de hormigón, cimentados con zapatas de hormigón situadas a poca profundidad.

Los daños que normalmente sufren estas obras pueden de hecho limitarse a grietas, acompañadas o no de deformaciones en el plano del muro (se dice “que tiene un abombamiento”). En los casos graves, se produce el vuelco de una parte del muro o, peor aún, la caída del conjunto del muro. Estos fallos tienen orígenes diversos, en relación con errores de dimensionamiento de las obras o deficiencias en su realización pero, en todos los casos, aparecen dos fuentes principales generadoras de la acción: el empuje del terreno y la acción del agua.

3. SUTIL APRECIACIÓN DEL EMPUJE DEL TERRENO

Dos parámetros específicos y esenciales:

- El primero, es la densidad del suelo retenido, es decir, el peso por unidad de volumen de este suelo, fácilmente calculable en laboratorio. Un suelo corriente puede pesar entre 1.6 y 1.8 toneladas / metro cúbico y, por supuesto, cuánto más elevada es esta densidad, más empuja el suelo.
- El segundo, más difícil de valorar con precisión, lleva el nombre de “ángulo de rozamiento interno” del suelo. Representa la manera en que los granos constitutivos de este suelo actúan unos sobre otros para conferir al conjunto una estabilidad propia más o menos pronunciada. Nos podemos hacer una idea de este criterio observando el ángulo que se produce en un montón de áridos (arena, grava o gravilla) respecto a un plano horizontal al ser vertidos libremente en el suelo, y que varía, en general, de 25 a 45°.

El empuje que ejerce un suelo es mayor cuanto más bajo es el “ángulo de rozamiento interno” y, por el contrario, una masa casi rocosa no ejercerá prácticamente ningún empuje. Además, conviene señalar que una ligera variación de este ángulo puede producir una gran diferencia en la intensidad del empuje.

Conviene añadir el efecto de la cohesión cuando se trata de terrenos arcillosos, ya que ésta puede reducir notablemente el empuje total, en el caso de que el suelo esté suficientemente seco. Pueden observarse masas de arcilla pura con taludes verticales estables de varios metros de altura.

En los suelos “reales”, que habitualmente son mezclas, la determinación de sus características intrínsecas, ligadas además a su contenido de agua natural, solamente puede obtenerse a partir de ensayos de laboratorio específicos.

4. UNA HIPÓTESIS SENCILLA PERMITE UN CÁLCULO DEL EMPUJE

El cálculo del empuje se basa en un conjunto de principios teóricos, demasiado complejos para ser abordados aquí. Citaremos la única hipótesis, simplificadora, pero siempre utilizada, del físico francés COULOMB (1736-1806). Según ésta, cuando el muro entra en carga experimenta en primer lugar un ligero desplazamiento en coronación, provocando la formación de un triángulo de terreno independiente del resto, que constituye enseguida el único elemento activo del esfuerzo (ver esquema).

En la práctica esta acción, que se ejerce sobre toda la altura del muro, puede sustituirse por la aplicación de una fuerza horizontal -llamada resultante de empuje- en el tercio inferior del tabique. Su valor está en función, además de los parámetros arriba indicados, del cuadrado de la altura de terreno a contener.

En el origen de las patologías citadas aparece, a menudo, una subestimación del valor del empuje, así:

a) En el caso de la caída:

Como muestran los esquemas, se trata de un simple problema de composición de fuerzas, en la hipótesis de que el muro sea suficientemente rígido en su conjunto y perfectamente solidario con la zapata:

- Una fuerza horizontal actuante, el empuje.
- Una fuerza vertical estabilizadora, constituida por el peso de la obra “que forman una resultante”

Estas fuerzas tienen una resultante que atraviesa el plano de contacto zapata-suelo en un punto que puede situarse en una de las tres posiciones siguientes:

En el interior de una zona llamada “del tercio central”. No existe ningún riesgo de caída.

Fuera de esta zona, pero dentro del resto de la zapata. En este caso todo depende de la “deformabilidad” del suelo portante (es, por ejemplo, el caso de la torre de Pisa). El muro puede sufrir una inclinación limitada (pero en ocasiones progresiva), por asiento diferencial entre los dos bordes de la zapata.

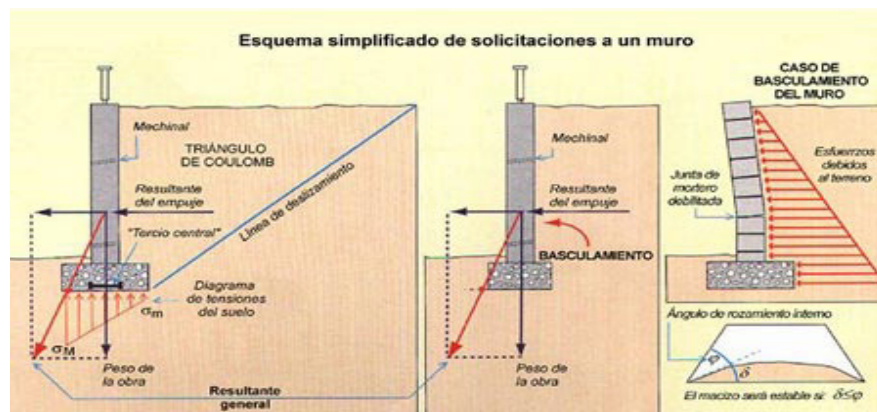
Por último, en el exterior de la zapata. Hay un riesgo claro de vuelco alrededor del eje de ésta, lo que viene a indicar que el valor del empuje es demasiado elevado para que el equilibrio “estático” de la obra esté asegurado.

b) En el caso de vuelco de una parte del muro

Se trata de un problema de flexión inherente a ese muro, que funciona como una ménsula vertical (pero para esto la zapata tiene que estar bien “anclada” en el suelo). En el caso de tipologías de bloques rígidos sobrepuestos y enlazados por una delgada capa de mortero, un defecto en el agarre puede acarrear un desgarramiento del costado superior, y como consecuencia un vuelco de un trozo de muro (ver esquema).

Esquema simplificado de solicitaciones de un muro.

- Barbacane: Mechinal.
- Triangle de Coulomb: Triángulo de Coulomb.
- Résultante de pousée: Resultante del empuje.
- Tiers central: Tercio central.
- Poids de l'ouvrage: Peso de la obra.
- Diagramme de contraintes sur le sol: Diagrama de tensiones del suelo.
- Ligne de glissement: Línea de deslizamiento.
- Résultante générale: Resultante general.
- Basculement: Basculamiento.
- Basculement: Basculamiento.
- Caso de basculamiento del muro.
- Joint de morter “faiblard”: Junta de mortero debilitada.
- Efforts dus à la terre: Esfuerzos debidos al terreno.
- Angle de frottement interne: Angulo de rozamiento interno.
- Le massif sera stable si...: El macizo será estable si...



5. LA ACCIÓN DEL AGUA

¡El olvido de la acción del agua es muy frecuentemente una causa de siniestro!

En efecto, si el suelo está sumergido en agua (caso de una “capa freática”), disminuye su densidad, y por tanto también el empuje del terreno, pero conviene no olvidar añadir el del agua... que no es poco.

Puede presentarse otro riesgo de desperfectos cuando se acumulan aguas (de escorrentía, por ejemplo) detrás del muro, en el que no se han ejecutado orificios destinados a su evacuación (mechinales), o después de la reparación de las juntas degradadas en un muro antiguo.

6. CONCLUSIÓN

Parece que este tipo de construcción no es siempre tan simple como creen algunos poco informados de las sutilezas técnicas de los suelos. Para la determinación de la resultante del empuje es preciso a menudo un análisis detallado del emplazamiento y de la naturaleza exacta del material “tierra” que espera que le sostengan.

7. LA LECCIÓN

Que se puede extraer es que un muro de contención, incluso de proporciones modestas, no debe ser mirado como un vulgar “muro de cerramiento”. Debe realizar una función estructural determinada, basada en criterios parecidos a los propios de las cimentaciones. Requiere, de hecho, las mismas precauciones y, si es necesario, los mismos estudios por técnicos expertos.