

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
DE SUSTITUCIÓN Y REPARACIÓN DE MURO
EN EL IES CARMEN MARTÍN GAITE DE NAVALCARNERO

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
SUSTITUCIÓN Y REPARACIÓN DE MURO
EN EL IES CARMEN MARTÍN GAITE DE NAVALCARNERO**

Dirección General de Infraestructuras y Servicios
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y UNIVERSIDADES
COMUNIDAD DE MADRID

Arquitecto Redactor: José Ignacio Valle Rodríguez
Fecha: mayo de 2025

**ANEXO A09
MEMORIA DE CÁLCULO DE MURO DE CONTENCIÓN (GAVIONES)**



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO
- 2.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA
- 3.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO
 - 3.1.- TERRENO
 - a.- Informe geotécnico
 - b.- Terreno de relleno
 - 3.2.- ACCIONES
 - 3.3.- MATERIALES
 - 3.4.- MÉTODO DE CÁLCULO

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La presente memoria se refiere al cálculo y dimensionamiento estructural de un muro de contención de tierras a situar en el centro escolar del IES Carmen Martín Gaité de Navalcarnero (Madrid), desarrollado para el Proyecto de ejecución encargado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid.

De acuerdo con la documentación proporcionada, en el mes de septiembre de 2023 se produjo un siniestro en el que parte del muro de contención de tierras, situado entre el Instituto y el Parque aledaño Antonio Machado, se derrumbó sobre este último.

El muro se localiza al oeste de la parcela y tiene dos tramos destacados. El más largo, de 31 m de longitud, es el que ha sufrido el siniestro (ver imagen más abajo), habiendo perdido su parte superior, de aproximadamente 2 m de altura; estaba formada por una fábrica compuesta de múltiples hojas.



El otro tramo sobre el que se actúa, de 21 m de longitud y orientado al norte, presenta daños visibles en su superficie, por lo que se nos encomienda también su sustitución.

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
DE SUSTITUCIÓN Y REPARACIÓN DE MURO
EN EL IES CARMEN MARTÍN GAITE DE NAVALCARNERO



En la presente memoria se detallan los siguientes aspectos descriptivos y justificativos del dimensionamiento realizado:

- Documentos de referencia (normativa aplicable, documentación proporcionada, etc.)
- Hipótesis de partida: tipo de terreno, acciones en coronación y trasdós, materiales, coeficientes de seguridad, etc.
- Método de cálculo.
- Resultados obtenidos.
- Entrada de datos y salida de resultados del programa de cálculo.

2.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

La Consejería ha proporcionado la siguiente documentación:

- Estudio geotécnico para reconstrucción muro cerramiento en el IES Carmen Martín Gaite de Navalcarnero (Madrid). GMD. febrero de 2024. EG-202310/26208.
- Informe referente al estudio de las causas, trascendencia estructural y medidas correctoras a adoptar en relación con el derrumbe de parte de un muro. Intemac. 30/05/2024. EX/OC-23112/e
- Predimensionamiento de una posible solución de reconstrucción mediante un muro de gaviones escalonados en altura en el intradós. Intemac. 11/07/2024.

La normativa en vigor empleada en los cálculos es la siguiente:

- **Acciones.** Para el cálculo de las solicitaciones se ha tenido en cuenta el Código Técnico de la Edificación, en especial el Documento Básico "DB-SE-AE, Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación", y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02.
- **Terreno.** Para el cálculo de la cimentación, así como de los empujes producidos por el terreno, se ha tenido en cuenta lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, concretamente el Documento Básico "DB-SE-C, Seguridad Estructural, Cimientos", así como el informe geotécnico de referencia arriba mencionado.
- **Hormigón.** El diseño, cálculo y armado de los elementos de hormigón de la cimentación, se ajustarán en todo momento a lo indicado en el Código Estructural CE-11.

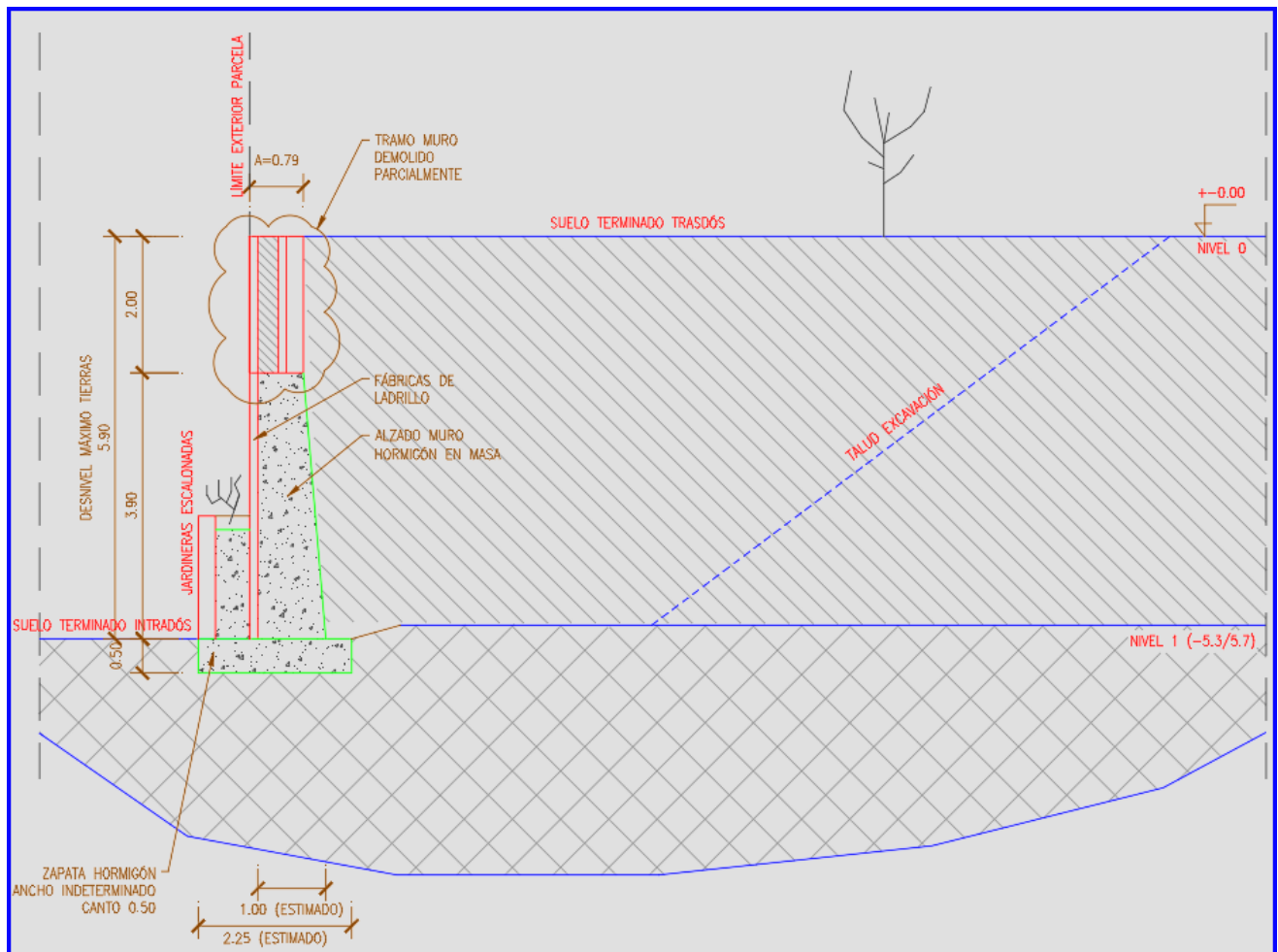
3.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

3.1.- TERRENO

a.- Informe geotécnico

De acuerdo con el informe geotécnico, desarrollado gracias a la ejecución de 2 calicatas en el intradós del muro (parque Antonio Machado) y 3 sondeos en su trasdós (IES), el terreno se haya formado por los siguientes estratos:

- Nivel 0: relleno antrópico. Hasta una profundidad de 5.30/5.70 m según zonas. Según esto, el muro actual parece estar descansando sobre el terreno natural, no sobre rellenos.
- Nivel 1: sustrato natural formado por arenas arcillosas.



Además se puede mencionar que:

- No se ha encontrado nivel freático en las prospecciones.
- Analizada la cantidad de sulfatos en el terreno, se considera no agresivo.
- No se proporciona la tensión admisible del terreno, necesaria para el apoyo de una posible cimentación de un muro.

b.- Terreno de relleno

Se ha previsto rellenar el trasdós del muro con una zahorra artificial adecuadamente compactada, de las siguientes características:

- Densidad aparente $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$
- Ángulo rozamiento interno $\varphi = 28$ grados
- Cohesión nula.
- Ángulo del talud en coronación 0 grados
- Densidad de los gaviones 19 kN/m^3

En los cálculos se ha despreciado la cohesión, siguiendo las recomendaciones del CTE, ya que su consideración reduce las tensiones producidas sobre el muro, y su valor es variable en función del grado de humedad del terreno.

Se recuerda que el CTE, en su Documento Básico de Seguridad Estructural - Cimientos, recomienda evitar el empleo de suelos arcillosos o limosos en el relleno de trasdós de elementos de contención.

3.2.- ACCIONES

Además de las acciones producidas por el terreno, se ha considerado una sobrecarga superficial en la coronación del trasdós del muro, de valor 1.00 kN/m^2 , de acuerdo con el CTE (zona no accesible al público).

En lo referente a la norma sismorresistente NCSR-02, para edificaciones de importancia normal o especial, y aceleración sísmica básica inferior a $0.04g$ (Móstoles), no es necesaria la consideración de acciones sísmicas, como es nuestro caso.

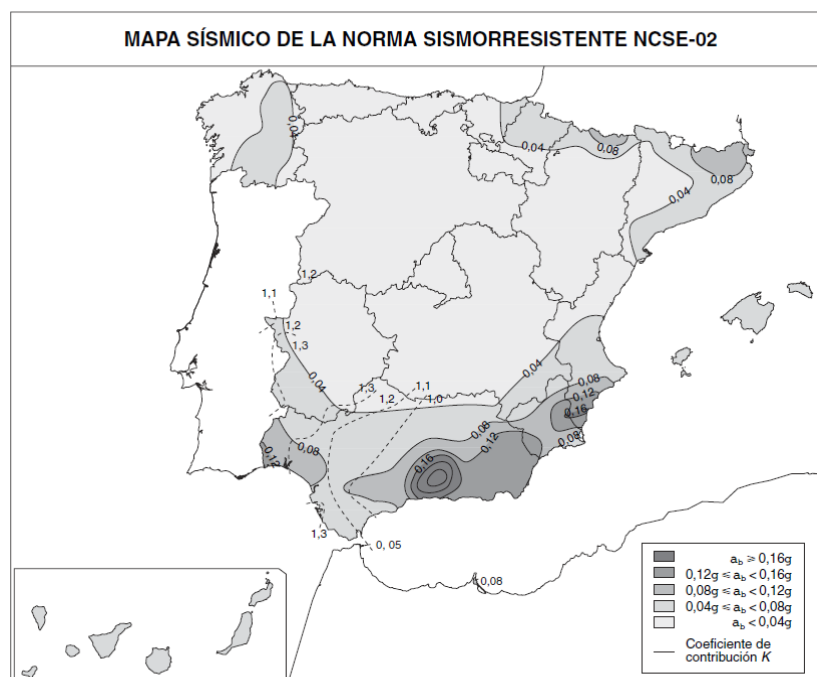


Figura 2.1 Mapa de Peligrosidad Sísmica

No se han considerado acciones eólicas, ni térmicas y reológicas, por la naturaleza del muro proyectado.

No se ha tenido en cuenta la acción del agua en el trasdós del muro, ya que, al ser de gaviones, es permeable y permite el paso del agua hasta los pozos de drenaje proyectados.

Por último, en lo referente al coeficiente de rozamiento cimiento-terreno, suele admitirse un valor del orden de la tangente del ángulo de rozamiento interno del terreno, en este caso $\tan 28^\circ = 0.54$.

3.3.- MATERIALES

Las características de los gaviones son, de acuerdo con la base de precios de Educación, las siguientes:

“Muro de contención de tierras, ejecutado con gaviones modulares, ejecutado con jaulas enrejadas de malla de acero galvanizado ST 40/40, cosidas con alambre de acero de 6 mm. de diámetro y rellenas de árido calizo de tamaño máximo 40-60 mm., mediante vertido con tolva dosificadora de áridos sobre moldeador modular metálico con caras abatibles, incluso transporte del material necesario, compactado mecánico con bandeja vibradora, puesta en obra con grúa móvil, incluso preparación del terreno y pequeña excavación para primer asiento, según NTE-CCM”.

El apoyo se efectuará sobre el sustrato de terreno resistente (nivel 1), mediante la interposición de una capa de hormigón de limpieza, para regularizar y escalonar el apoyo de los cajones: HL-150/B/20.

Además se han considerado los siguientes coeficientes de seguridad, de acuerdo con el CTE, a la hora de comprobar la estabilidad del muro:

- Vuelco 2.0
- Deslizamiento 1.5

3.4.- MÉTODO DE CÁLCULO

Consideradas las características de los materiales, se han calculado los empujes activos y pasivos del terreno contra el muro de gaviones, y se han deducido, por estática, los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento, al vuelco, y, finalmente, la tensión ejercida en el terreno por el conjunto muro-relleno.

Los resultados han sido los siguientes, para el caso pésimo (datos por m de ancho de muro):

- Peso total de los gaviones 494 kN
- Posición del centro de gravedad 2.09 m hasta punto de vuelco
- Empuje horizontal total 177 kN
- Empuje pasivo horizontal (desde 1 m de profundidad) 21 kN
- Por tanto, coeficiente de seguridad frente al deslizamiento $1.6 > 1.5$, admisible.

En cuanto al giro sobre la base:

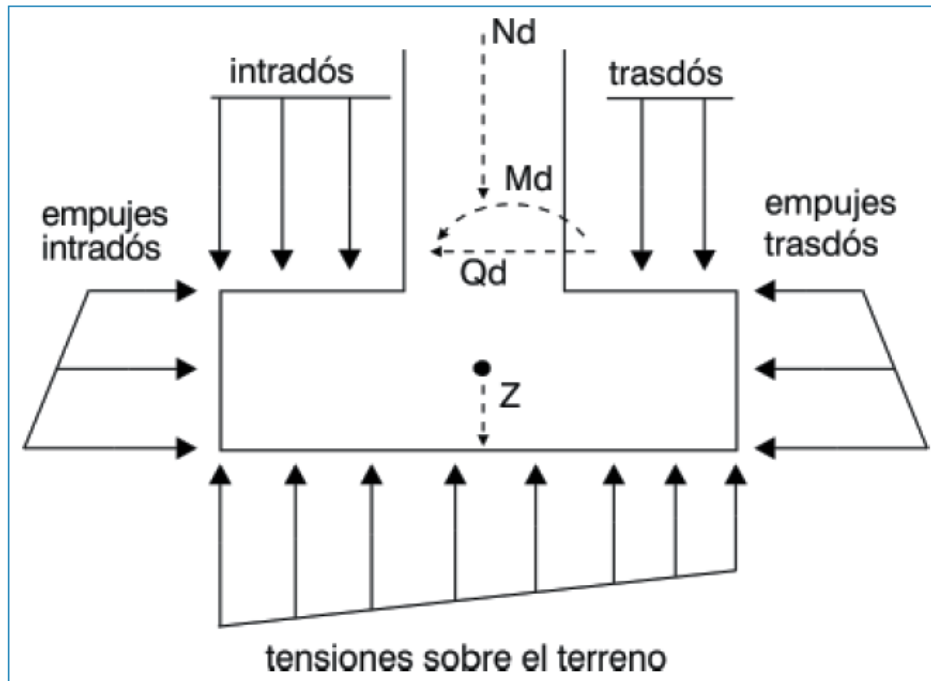
- Momento estabilizador 1032 kNm
- Momento desestabilizador 413 kNm
- Coeficiente de seguridad al vuelco $2.5 > 2.0$ admisible.

Se han considerado los siguientes empujes producidos por el terreno:

- Empuje activo, en el trasdós del muro. Requiere cierto movimiento del terreno, compatible con el funcionamiento de un muro en ménsula.
- Empuje pasivo, en el intradós (tramo enterrado). Para que el empuje pasivo sea desarrollado, el movimiento del terreno debe ser importante, por lo que usualmente no se considera, como en esta ocasión, hasta una profundidad de 100 cm.

En ningún caso se han empleado los empujes en reposo.

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
DE SUSTITUCIÓN Y REPARACIÓN DE MURO
EN EL IES CARMEN MARTÍN GAITE DE NAVALCARNERO



Respecto a la tensión ejercida sobre el terreno, obtenemos un valor máximo de 0.9 kp/cm^2 (0.09 MPa), inferior a la posible tensión admisible del terreno (nivel 1), aunque el geotécnico no la proporciona. Por consiguiente, una vez efectuadas las demoliciones y excavado el terreno hasta la cota de apoyo, deberá verificarse su idoneidad.

La reacción queda dentro del núcleo central de la cimentación ($B/3$), por lo que no se generan tracciones.

En Madrid, mayo de 2025

El Arquitecto

Fdo. José Ignacio Valle Rodríguez

Col 8.206 C.O.A.M