

Región Industrial

Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia



Nº46
JULIO 2008



Muro de contención de tierras (I)

Previsión inicial o posterior lesión

Jesús H. Alcañíz Martínez (*)

Todos recordamos nuestro paso por la Universidad y aquellas magistrales clases teóricas (a veces muy pesadas, lo reconocemos), donde nos hablaban de teorías y mas teorías sobre cálculos de muros. Así que en algún momento, nos perdimos. Todavía no sabemos como llegamos a aprobar esa asignatura y al final, nos olvidamos de todo aquello y como si no existiera. Pues no. No podemos hacerlo.

Eso no puede ser para un profesional de la redacción de proyectos y de la dirección de obra.

Se están produciendo en los últimos tiempos, importantes desastres, por derrumbes de muros de contención y especialmente en casos que tenemos muy cerca: Muros de contención de terrenos en viales, muros con colindantes, patios y accesos a nuestras Naves Industriales.

A la vista de todo ello, en este primer artículo, de los dos previstos, vamos a plantear algunas sencillas claves para evitarlo, con el siguiente esquema de presentación por capítulos:

- El muro de contención.
- Lesiones en los muros de contención.
- El terreno de apoyo.
- La ejecución del muro.

El resto del programa, hablando del relleno del trasdós y de otros aspectos importantes, así como las conclusiones y recomendaciones finales, se expondrán en nuestro siguiente artículo, en el próximo número de esta revista 'Región Industrial'.



Aspecto del colapso de un muro de contención, junto a una Nave Industrial en servicio. Véase el estado del derrumbe

El muro de contención

Según el Diccionario de la Real Academia Española, nos encontramos que un "muro" es una pared ó tapia, obra de albañilería vertical, que cierra o limita un espacio, como primera definición básica.

Si atendemos las indicaciones del Artículo 6.1.2., del "CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION" C.T.E: SE - C: Seguridad Estructural. Cimientos, "Los muros se definen como elementos de contención destinados a establecer y mantener una diferencia de niveles en el terreno. En los muros en "L" o en ménsula, la base del muro está constituida por una losa o zapata, sobre lo que se levanta el alzado, que suele ser de espesor reducido, absorbiéndose las flexiones de la ménsula, mediante una armadura sencilla o doble. Para mejorar la resistencia al desplazamiento, pueden llevar zarpas centrales o talón posterior".

Por otra parte, es imprescindible conocer el "funcionamiento" estructural de los muros, para en consecuencia, poder acometer un proyecto o la ejecución de una obra, con este tipo de estructura singular. Un muro de contención es un elemento estructural trabajando en voladizo, empotrado en el terreno, cuya carga está formada por el empuje del terreno del trasdós y las sobrecargas que inicialmente estén presentes en ese terreno (Un vial, una nave, un terraplén, un talud, etc.). Opcionalmente, en edificación, a veces se ejecuta un forjado, en cabeza del muro, como techo de sótano. En ese caso el muro deja de trabajar en voladizo, para convertirse en un elemento estructural empotrado o apoyado, según los casos. Esto cambia totalmente el "funcionamiento estructural" del muro y por tanto su criterio de armado, lo que nos obliga a conocer la existencia de distintos tipos de muros, con



Detalle de las grietas aparecidas en vial del entorno de una Nave Industrial, por desplazamiento horizontal en coronación – “cabeceo”, del muro de contención

distinto comportamiento estructural.

Lesiones en los muros de contención
Mucho se ha hablado y escrito sobre las lesiones en muros de hormigón y no queremos insistir, pero si recordar que la definición de “lesión” es un daño, perjuicio o detrimento, destrucción leve o parcial, efecto de perjudicar, ocasionar daño, dolo o molestias.

En ese sentido, los daños o las patologías más habituales en muros, podrían ser:

- Inclinación y vuelco en muro.
- Rotura por cortante y asiento.
- Deslizamiento de un muro de fábrica.
- Rotura a flexión.
- Rotura a cortante.
- Retracción hidráulica y térmica.
- Rotura de esquinas y extremos.
- Desplazamiento de muros escalonados.
- Inadecuada dimensión de los batches.

Entre los distintos tipos de lesiones que nos vamos a encontrar, enumeramos agrupadas, como más habituales las siguientes:

- Grietas de retracción.
- Grietas de dilatación.
- Movimiento de asientos diferenciales.
- Movimiento por empujes.

El origen de todo ello habría que buscarlo entre alguna de las siguientes causas:

- Errores en el cálculo.
- Falta de drenaje del trasdós.
- Armados inadecuados (Por el diámetro de la barra o por su posición).
- Errores de ejecución.
- Ausencia o escasa labor de control y supervisión.
- Etc., etc., etc.

Sin entrar en el detalle de todas ellas, la mayoría ya conocidas por todos nosotros y ampliamente descritos en la bibliografía al respecto, si queremos destacar aquellas que conllevan el colapso, caída, desplome o el hundimiento de un muro de contención, por su importancia y consecuencias negativas.

Las lesiones y los fallos que se producen con más frecuencia, sin no se realiza un profundo estudio y una adecuada ejecución de nuestros muros de contención, suelen ser los siguientes:

- Deslizamiento: Se produce cuando el muro no está adecuadamente diseñado o ejecutado el tacón y la puntera, en la cimentación del muro, en su interrelación con el terreno, por efecto del empuje activo.
- Fractura del alzado: Generalmente se produce por un defecto en el proceso de armado (por deficiente cuantía de acero, por cálculo o en la propia ejecución de obra), en la unión con la

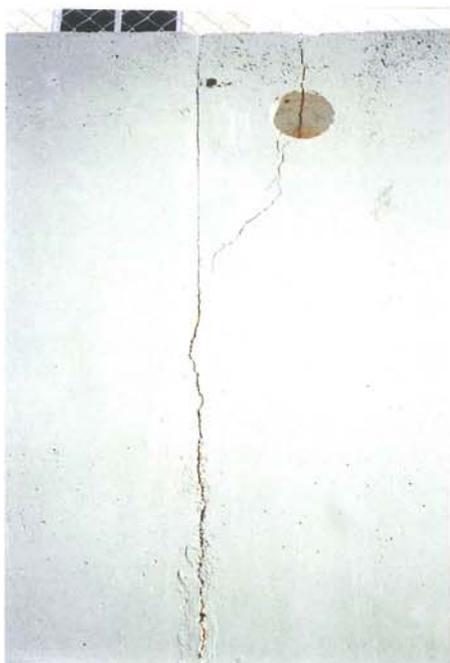
cimentación, por un claro efecto de cortante.

- Fractura de puntera, talón y tacón: Se producen siempre por un defecto del armado por escasa cuantía de acero o por su disposición geométrica, teniendo en cuenta el conocido esquema tensional del muro en servicio.
- Vuelco: Se produce cuando las acciones en la puntera son mayores que la capacidad resistente del terreno, por un inadecuado dimensionado de la cimentación o por la escasa capacidad portante del terreno. En la puntera se genera un asiento diferencial del resto de la cimentación, que puede conllevar al fenómeno de vuelco.
- La mayor parte de estas patologías se ven agravadas cuando el muro carece de puntera, tacón o talón, por criterios de diseño o por las propias dificultades en la ejecución de la obra: En estos casos, las precauciones de diseño, cálculo y ejecución, deber ser extremas.

Llegados a este punto, no debemos olvidar que las consecuencias de las lesiones siempre son muy importantes, inicialmente desde punto de vista material y a veces, trae como consecuencia, desgracias personales. El evitarlo está en nuestras manos.

El terreno de apoyo

Los tipos de terreno donde apoyan nuestros muros son variados, con frecuencia de escasa calidad, con una baja estabilidad y una escasa capacidad portante. Para conocer bien estas características, se hace imprescindible realizar previamente un Informe - Estudio Geotécnico - Reconocimiento del Terreno, con los pertinentes ensayos de laboratorio, con los que obtener una información geotécnica básica, al menos en cuanto a su tensión admisible, densidad, cohesión y ángulo de rozamiento interno, que son parámetros imprescindibles, para efectuar un cálculo fiable del muro de contención. Conociendo así el estado actual del



Detalle de la grieta aparecida en el entorno de una junta de hormigonado de un muro de contención de hormigón. Ver detalle de extracción de una probeta testigo, para evaluar las características y dimensiones de la grieta

terreno, se acometerá el cálculo estructural y con él, el adecuado dimensionado del muro, para facilitar el posterior proceso de excavación. Esta fase de la ejecución del muro reviste una gran importancia.

El proceso de excavación del terreno se realizará con las debidas precauciones, desde el punto de vista técnico y de la seguridad de los operarios, los medios y el entorno. Del Estudio Geotécnico conoceremos la pendiente máxima del talud que nos permite el terreno, su estabilidad y las posibilidades de escavabilidad, que nos permitirá planificar el proceso de ejecución de esta importante partida de obra, previa a la ejecución propiamente dicha, del elemento estructural.

Pero es el terreno, precisamente uno de los factores causantes de los daños en los muros, por lo que en esquema, las lesiones más habituales relacionadas con los suelos son:

- Giro del cimiento por zanja corrida.
- Fisuras de tracción diagonal por

- Asiento del cimiento medianero.
- Asiento de consolidación desigual del terreno.
- Asiento de una zona del cimiento por zanja corrida.
- Asiento en rellenos y descenso de esquinas o extremos del muro.
- Asiento por causa de nueva edificación colindante.
- Pérdida de apoyo del cimiento.
- Pandeo del muro por asiento de la cimentación.
- Asiento con o sin giro del cimiento de zanja corrida.
- Deslizamiento de una zona del cimiento del muro.
- Deslizamiento en diagonal del muro junto a una edificación.
- Fisuras por deslizamiento del terreno en capas superficiales.
- Cimentación del muro en excavación de ladera.
- Cimentación del muro en terreno de relleno en ladera.
- Influencia de la presencia del Nivel Freático.

Además de todas ellas, pueden darse otras manifestaciones, como resultante de la combinación de varias lesiones.

La ejecución del muro

Una vez finalizada la excavación, se inicia el proceso de ejecución del muro propiamente dicho, con la comprobación dimensional, el replanteo y el trazado de las alineaciones generales, para confirmar su aspecto dimensional: Fondo de excavación, longitud del talón, anchura del tacón, espesor del alzado, etc.

No olvidaremos en este momento, prevenir las acciones pertinentes para garantizar el drenaje del agua del trasdós del muro o de su entorno, como medida de precaución para la reducción de los empujes activos.

Se inspeccionará el terreno de base y se procederá al extendido del hormigón de limpieza, para regularizar la superficie y facilitar el trabajo. Se

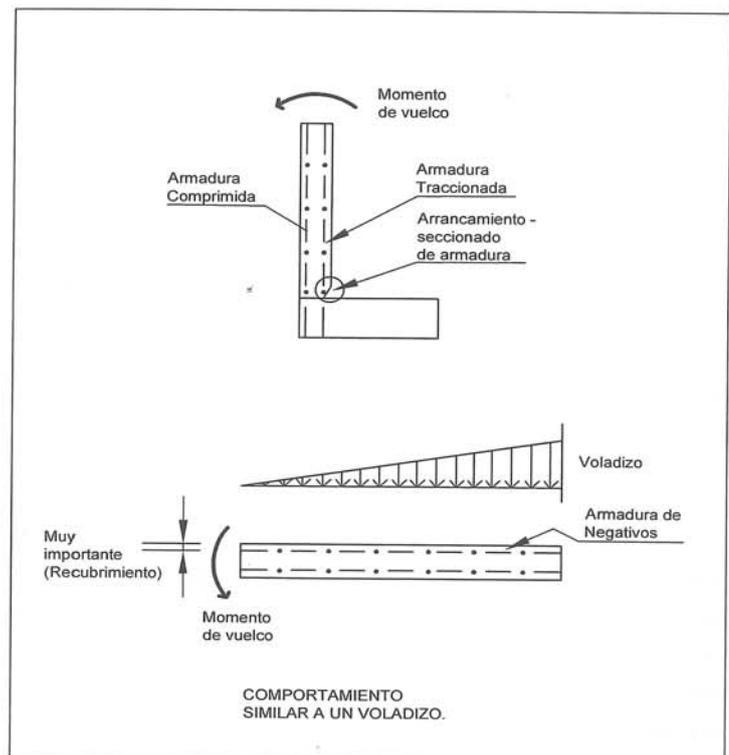
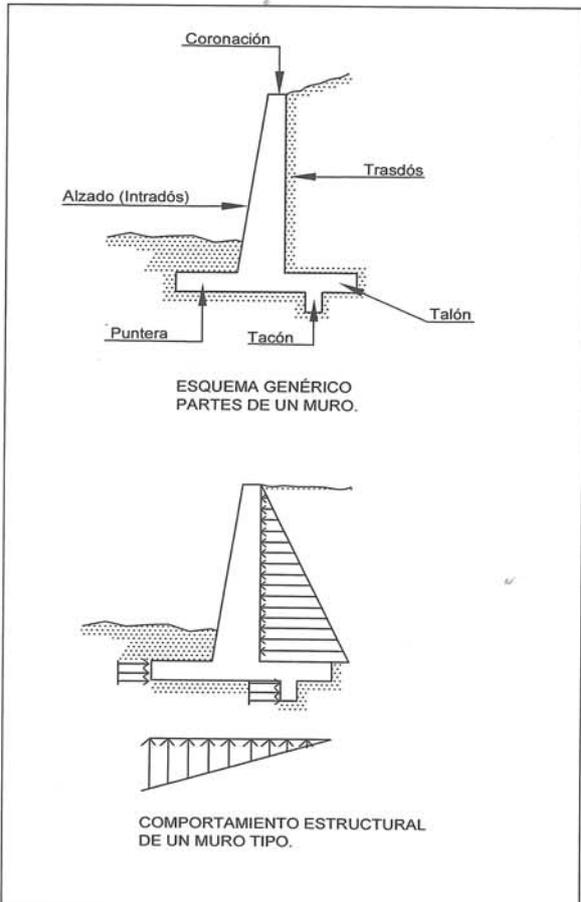
replantearán las armaduras de la zanja corrida, se colocarán los correspondientes separadores de hormigón, con un mínimo de cinco centímetros (ver INSTRUCCIÓN EHE - Revisada), bajo las armaduras principales. Una vez inspeccionado su montaje, nos aseguraremos de sus dimensiones, marca, tipo y diámetro de acero, dimensión de la cuadrícula, ancho eficaz del canto de la cimentación y de la disposición de las armaduras de espera, que sirven de arranque a las armaduras del alzado. Recordamos aquí la importancia de la armadura en la unión de ambas partes del muro.

A continuación se procede al armado del alzado, cuidando su aspecto dimensional y sus características geométricas y empezar el montaje del encofrado, por una o por las dos caras, según el plan de obra. Se colocarán los separadores (en este caso de PVC en ruleta, de fácil montaje y seguridad de su estabilidad, durante el proceso de hormigonado). Se señalan las juntas de dilatación, a base de la colocación de junquillos – berenjenos (piezas trapeciales de madera o de P.V.C.), fijados al encofrado, a distancias no superiores a los cinco metros, adecuadamente modulados, teniendo en cuenta también el aspecto estético final, que con ello conseguiremos. Al desencofrar, quedan señalados en el alzado del hormigón y funcionarán como junta de dilatación. También se puede utilizar el mismo sistema en las juntas de hormigonado, al final de cada “puesta” de encofrado, consiguiéndose con ello, otra sección de dilatación y una mejora estética. Todo ello en busca de la reducción de posibilidades de aparición de las grietas por retracción, en el alzado del muro de hormigón, que con tanta frecuencia lesionan nuestros muros de hormigón.

Una vez verificado el correcto armado, se colocarán los tubos pasantes para el drenaje, en el tercio inferior de su alzado y con ello, se puede dar inicio al



Detalle del proceso de excavación y preparación del terreno, para la ejecución de un nuevo muro de hormigón. Véase la necesidad de excavación por "bataches", para asegurar la estabilidad de la nave, actualmente en servicio

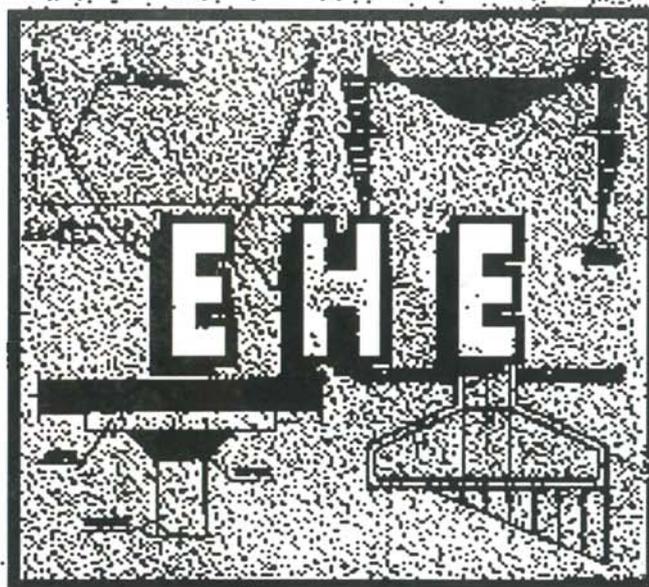


hormigonado. Se controlará el tipo de hormigón, que cumplirá en todo momento, con las especificaciones del proyecto y como mínimo con estas características: HA-25-B-20-IIa (Asegurarse del cumplimiento de las tablas nº 8 y nº 37 de la INSTRUCCIÓN EHE – Revisada, que se refiere a los requisitos mínimos y al tipo de ambiente en que se encuentre la obra). No olvidar la necesaria toma de muestras de hormigón y de acero, para su ensayo en el Laboratorio Acreditado, dentro de las labores propias de Control de Calidad de la obra.

En nuestra próxima publicación, continuaremos con la segunda parte del artículo titulado: MUROS DE



Detalle del proceso de ejecución de un nuevo muro de contención. Véase el espacio previsto para el relleno de material granular y las correspondientes actuaciones de previsión del drenaje



Instrucción de Hormigón Estructural

Con colaboración de los miembros
de la Comisión Asesora del Hormigón

Portada de la conocida Instrucción EHE, de obligado cumplimiento, en proceso de revisión, para su aprobación y publicación definitiva

CONTENCIÓN DE TIERRAS: Evitar Lesiones, donde desarrollaremos los siguientes aspectos, que completan el total de su contenido:

- El relleno del trasdós.
- Otros aspectos importantes.
- Conclusiones.
- Recomendaciones finales.

Con todo ello, cumplimentando todas las indicaciones y recomendaciones dadas con anterioridad y con un adecuado proceso de vigilancia, seguimiento y control, se reducirán sin duda, los niveles y las posibilidades de aparición de daños y de la sucesión de

desastres, que por uno u otro motivo, han acaecido hasta el momento, en nuestro entorno cercano, con las consiguientes responsabilidades.

(*) *Jesús H. Alcañiz Martínez, es Arquitecto Técnico, Director del "GABINETE DE CONTROL", (Organización de Control de Calidad, Estudios del Terreno y Patología de Obras), Profesor de la Escuela de ARQUITECTURA TÉCNICA de la UNIVERSIDAD CATÓLICA "SAN ANTONIO" de MURCIA (UCAM) y Especialista en Materiales, del COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE LA REGIÓN DE MURCIA (COATMU).*

e-mail: gabinetedecontrol@ono.com.