

**INFORME EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE
MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA
EN PARCELAS R6-R7 EN EL TOMILLAR.
TORRE DEL MAR (MÁLAGA).
NEINOR, S.A.
EXP.: 1.324-DP-06-709**

DILIGENCIA: Para hacer constar que
el presente documento ha sido aprobado
DEFINITIVAMENTE con esta fecha

07 MAYO 2007

Vélez-Málaga

EL SECRETARIO GRAL.



EXPEDIENTE: 1324-DP-06-709

Nº REGISTRO: 1.045/06

Nº MUESTRA: 2.185

PETICIONARIO: **NEINOR S.A.**
Palma Del Río 19 – Edificio Melior
29004 Málaga

OBRA: **MURO DE CONTENCION DE MAMPOSTERÍA EN
PARCELAS R6-R7 EN EL TOMILLAR (TORRE DEL MAR,
MÁLAGA)**

INFORME: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL**

FECHA: **Abril de 2006**

DILIGENCIA: Para hacer constar que
el presente documento ha sido aprobado,
DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga
07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.



DILIGENCIA: Para hacer constar que
el presente documento ha sido aprobado,
INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga
09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.



ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES.....	3
2.- OBJETO Y ALCANCE DEL INFORME.....	3
3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	5
3.1.- CARACTERIZACIÓN DEL MURO.....	6
3.1.1.- CIMENTACIÓN.....	10
3.2.- LEVANTAMIENTO DE FISURAS.....	12
4.- ANALÍTICA.....	18
4.1.- ANÁLISIS DE FISURAS.....	18
4.2.- ANÁLISIS DEL INFORME GEOTÉCNICO.....	19
4.3.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	21
5.- CONCLUSIONES.....	28
6.- RECOMENDACIONES.....	29

ANEJO I: CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE MUROS

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **07 MAYO 2007**
EL SECRETARIO GRAL.



DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **09 MAR 2007**
EL SECRETARIO GRAL.



INFORME SOBRE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL A MURO DE CONTENCION DE MAMPOSTERÍA EN PARCELAS R6-R7 EN EL TOMILLAR, TORRE DEL MAR (MÁLAGA)

1.- ANTECEDENTES

Don Carlos Domingo Corpas, Arquitecto, en representación de NEINOR S.A., solicitó del Departamento de Patología del Instituto de Investigación, Desarrollo y Control de Calidad en la Edificación, Organismo de Control Técnico (INDYCCE OCT S.A.), el presente informe de evaluación de un muro de contención de mampostería en la obra de referencia.

2.- OBJETO Y ALCANCE DEL INFORME

El informe se suscita con el fin de analizar las fisuras existentes, estado de conservación y estabilidad del muro de mampostería de contención de talud de terreno natural en relación a las edificaciones proyectadas en las parcelas de dicho talud de la obra de referencia.

El trabajo desarrollado sigue, básicamente, las directrices de la Oferta - Presupuesto solicitada a tal efecto y de referencia 1324/05, y tiene por objeto evaluar los daños existentes y sus causas y la estabilidad del muro de contención en relación a las edificaciones proyectadas, incluyéndose las recomendaciones sobre las actuaciones a seguir en la reparación de los daños y medidas de actuación referentes a la estabilidad del muro en su caso.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga 07 MAYO 2007

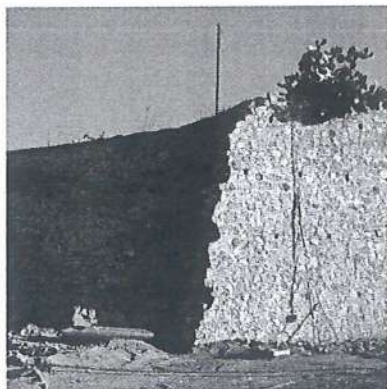
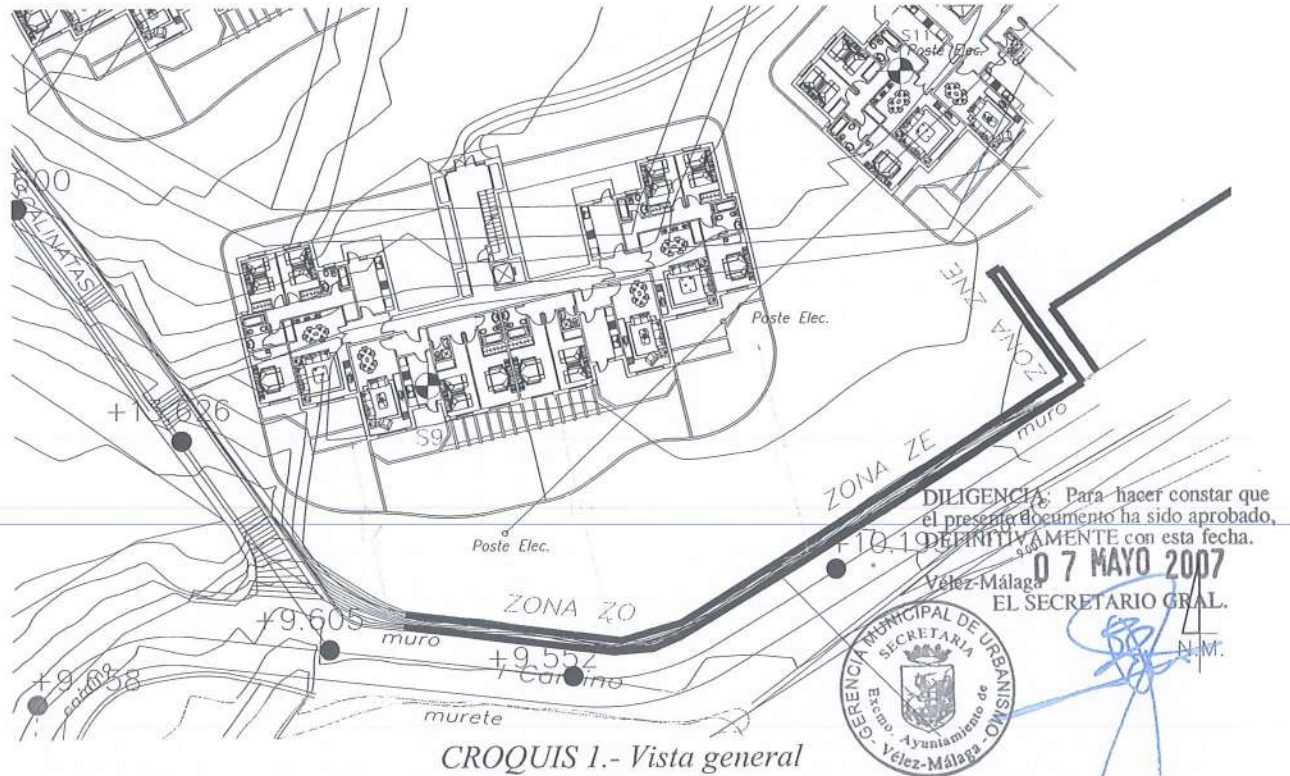


DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga 09 MAR 2007



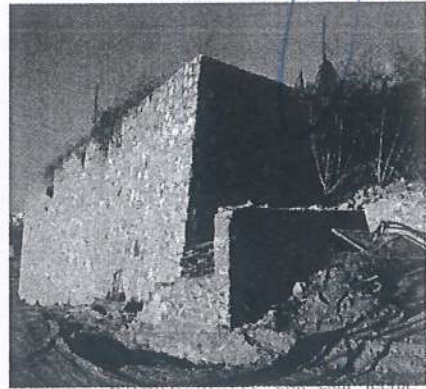
En el plano siguiente se representa la situación del muro respecto a la futuras edificaciones proyectadas en sus proximidades (de altura de planta baja más dos y una planta de sótano, con la planta baja ajustada a la rasante natural de la topografía existente):



Extremo Oeste (ZO)

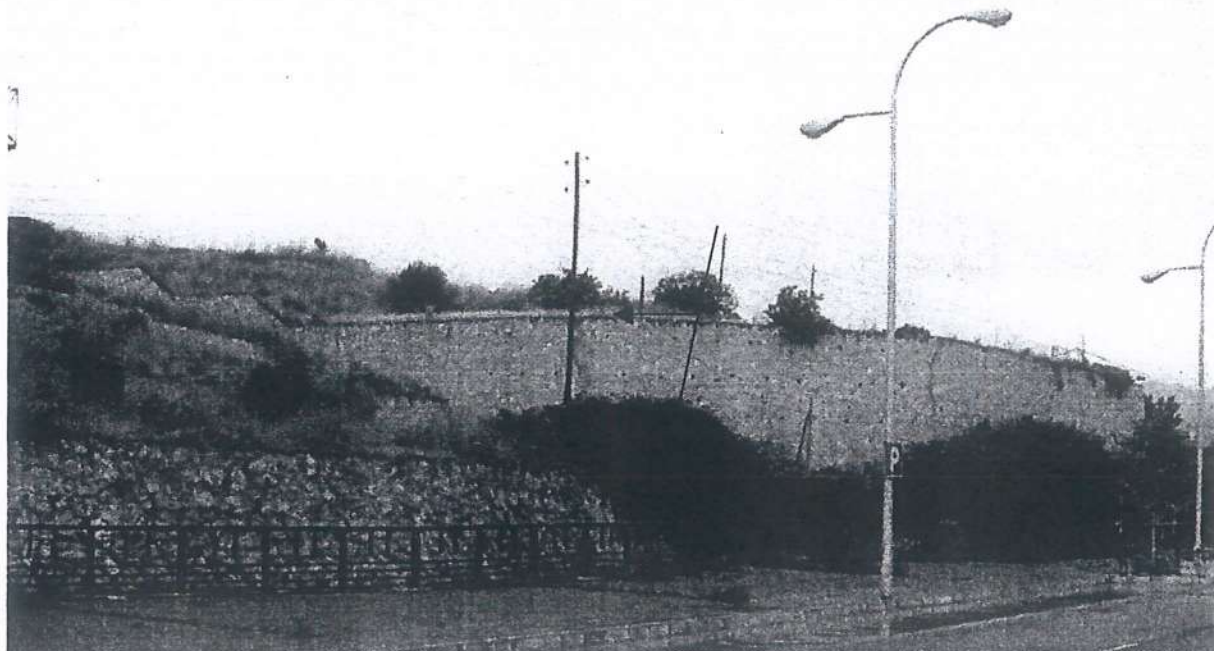


Vista central (ZE)
MURO (ESTADO ACTUAL)



Zona Noroeste (ZNE)
09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.
N.M.

GEENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO
SECRETARIA
Ayuntamiento de
Vélez-Málaga



MURO (ANTES DE DEMOLICIÓN PARCIAL)

3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos realizados son los siguientes:

1. *Caracterización del muro:*

- *Se realiza el levantamiento del muro de contención*
- *Determinación de las características geométricas de la cimentación existente*

2. *Levantamiento de fisuras.*

3. *Analítica.*

La inspección "in situ" fue llevada a cabo durante los días 17 y 23 de marzo de 2006.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **07 MAYO 2007**
EL SECRETARIO GRAL.



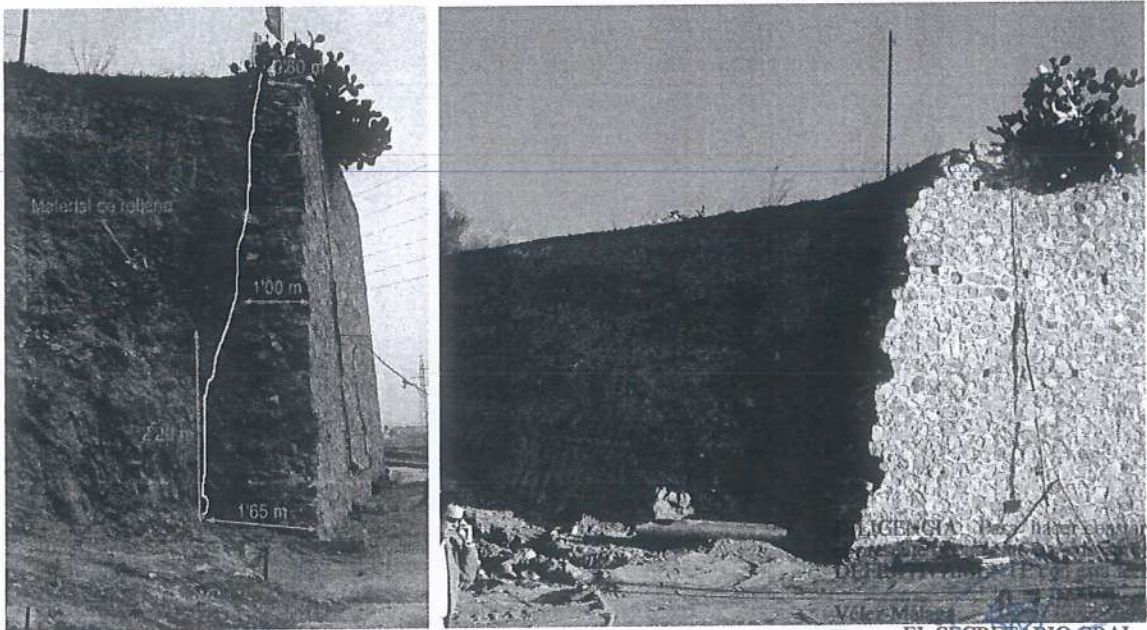
DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **09 MARZO 2007**
EL SECRETARIO GRAL.



3.1.- CARACTERIZACIÓN DEL MURO

Se trata de un muro de contención de mampostería de piedra caliza y mortero de cemento (ambos en buen estado de conservación), de altura variable entre los 5,75 y 8,65 m. Su longitud aproximada es de 40 m, tiene un recorrido recto de Este a Oeste hasta a un punto donde gira levemente dirección Noroeste para recorrer los 11 m restantes rectos del muro. En este extremo es donde se observa la sección constructiva del muro, debido a la demolición parcial del mismo desde el cruce de las dos calles aún en fase de urbanización y en dirección de la calle ascendente hacia el Norte, bordeando el bancale existente.



El material de relleno intercalado en el terreno natural (material arcilloso de aspecto bastante homogéneo y con cohesión a la vista del corte del talud lateral de la calle ascendente) en la zona del intradós del muro está compuesto de gravas, gravillas, piedras calizas y algunos restos cerámicos.

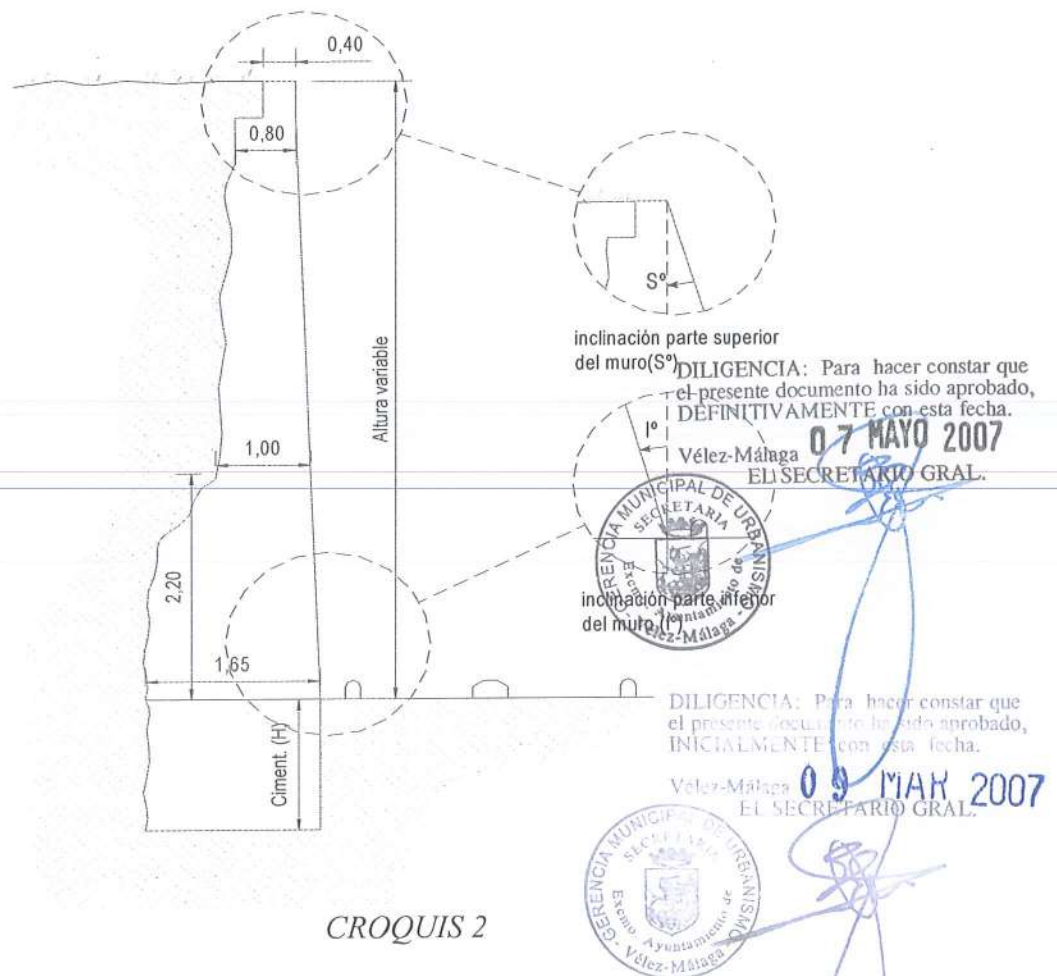


INTELIGENCIA: El presente documento ha sido aprobado,
INICIALMENTE con esta fecha.

9 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.



En el croquis siguiente se representa la sección constructiva del muro según los valores medidos en el tramo más al Oeste, y junto con la representación, otros datos medidos en distintos alzados de muros (datos de inclinación exterior del muro tomados con inclinómetro digital de precisión y altura tomada con distanciómetro digital láser):



CROQUIS 2

En el extremo Este hay un tramo de 10 m de muro que acomete perpendicularmente al muro en estudio. En este lateral el terreno asciende en talud naciendo desde 1'5 m aproximadamente del suelo. A una separación de 1'3 m acomete otro pequeño muro de contención de mampostería de 55 cm de espesor, con trazado en "L" (ver croquis 1). Este tramo de muro no se analiza en el presente informe.

Para el levantamiento del muro de contención se tomaron varias lecturas del espesor, altura e inclinación; estos valores se intentaron tomar cada 5'00 m aproximadamente, siempre que no existieran obstáculos que lo impidiera (vegetación superior, huecos en el terreno en coronación...).

Con respecto a la inclinación del muro se empleó una regla de 2'00 m (debido a la variabilidad de la superficie del muro de mampostería de piedra) sobre la que se apoyó un inclinómetro digital de precisión que suministró en grados la inclinación del tramo de muro medido. Esta operación se realizó varias veces en la parte superior e inferior del muro.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga 07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.



En el siguiente croquis se representan los siguientes datos:

- Lecturas del inclinómetro en diferentes puntos a lo largo del muro.
- Fisuras en paramento vertical
- Localización de dos calicatas en cimentación del muro
- Identificación de las tres zonas ZO (zona Oeste), ZNE (zona Noroeste) y ZE (zona Este).

hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga 09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.



Se enumeran las fisuras observadas así como las secciones donde se han realizado las distintas mediciones, para su posterior análisis.

Asimismo en la siguiente tabla se muestra la altura y las inclinaciones medias (entre la medida superior e inferior) en las secciones numeradas, que también serán de interés para el posterior análisis.

Sección	Altura (m)	Inclinación media (°)
1	8.10	2.70
2	8.64	2.60
3	8.40	2.65
4	8.35	3.70
5	8.10*	3.90
6	7.84	3.35
7	7.66	2.70
8	7.27	3.15
9	7.17*	4.40
10	7.06	4.40
11	6.41*	5.05
12	5.75	

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

* Valor calculado a partir de las alturas de las secciones adyacentes

TABLA 1

3.1.1.- CIMENTACIÓN

Con el fin de obtener datos sobre la cimentación existente, se realizaron dos calicatas, la primera localizada en la zona ZO y la segunda en la zona ZE. En ambas de alcanzó el firme del cimiento (material arcilloso con mucha consistencia). A continuación describimos los datos obtenidas en cada una de ellas.

Calicata 1

- Localización: ~7 m de la esquina más al Oeste (Zona ZO)
- Espesor: Zapata corrida cuyo espesor coincide con el ancho del muro.
- Profundidad de la zapata: ~1'75 m.
- Material: Hormigón en masa.



CALICATA 1



Para hacer constar que
este documento ha sido aprobado,
INICIALMENTE con esta fecha.
07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.

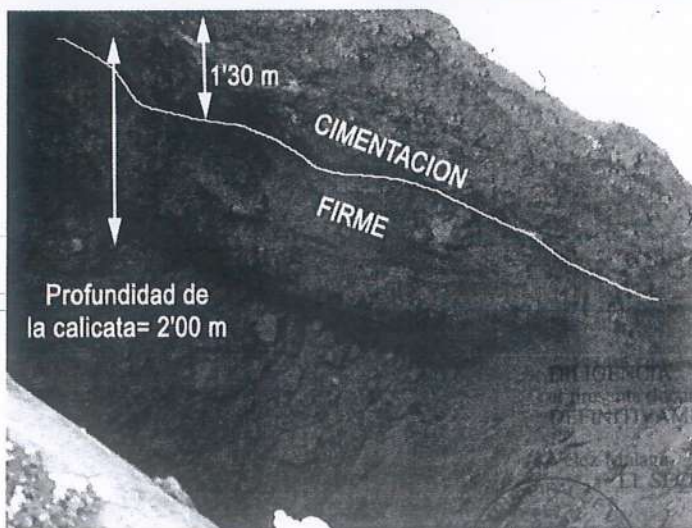
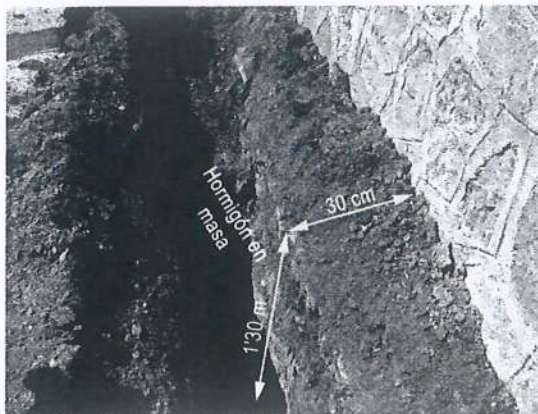
Calicata 2

- Localización: ~ 9'50 m de la esquina más al Este de la longitud del muro (Zona ZE)
- Espesor: Zapata corrida con puntera de 30 cm.
- Profundidad de la zapata: ~1'30 m.
- Material: Hormigón en masa.

DILIGENCIA: Para hacer constar que
el presente documento ha sido aprobado,
INICIALMENTE con esta fecha.
09 MAR 2007



Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.



CALICATA 2

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DE FORMAL Y MATERIA con esta fecha.
07 MAYO 2007
Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.

3.2.- LEVANTAMIENTO DE FISURAS

En el croquis 3 anterior, también se han reflejado las fisuras que afectan a la pantalla del muro. Hemos diferenciado tres zonas, la ZO (al Oeste de la Fisura 1), la ZE (al Este de la Fisura 1) y la ZNE (tramo perpendicular a la zona ZE). Son cinco las fisuras que hemos representado y describimos a continuación, todas ellas atraviesan el muro como se puede apreciar en la coronación del mismo.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DE FORMAL Y MATERIA con esta fecha.
09 MAR 2007
Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.

En el croquis se utilizan los símbolos ">" y "<" para indicar la mayor o menor abertura relativa en una misma fisura (acompañados de una medición aproximada de la abertura de las mismas en algunos puntos), así como los símbolos "+" y "-" indicando si existe un desplazamiento relativo, a ambos lados de la fisura, perpendicular al alzado del muro y con sentido hacia fuera o dentro del extradós del mismo respectivamente.

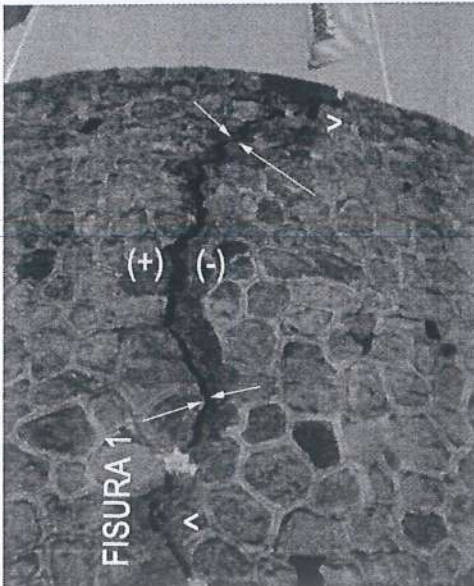
En la parte superior del muro hay algunos huecos en el terreno superficial (suelo vegetal), que coinciden con las zonas de las fisuras 1, 3 y 4, probablemente formados por escorrentía superficial de agua y arrastre de terreno a través de las fisuras y los mechinales destapados por dichos huecos, debido a que el trasdós del muro no dispone de un relleno granular para drenar el agua hacia los mechinales practicados en el muro (tres filas en la parte superior del muro, con una distancia media entre los mismos de 2 m), en los que no se observan marcas dejadas por salida de agua por los mismos, observándose la existencia de telarañas en algunos de los mechinales después de unas recientes lluvias.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.
Vélez-Málaga 07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.

Fisura 1.- *Coincide con el quiebro del muro y lo recorre en toda su altura de forma vertical, siguiendo los encuentros entre las piedras, siendo mayor la abertura de esta fisura en la parte superior, aproximadamente de 9 a 10 cm. Asimismo, de los dos labios de la grieta, el del Oeste está más próximo al observador que el del Este (en el resto de fisuras los labios están a haces), lo que junto a una menor inclinación media del extradós del muro en la zona ZO respecto al resto, indica un ligero movimiento de desplome del muro de zona ZO respecto al resto.*

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga 09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.



FISURA 1

Se observa un importante hueco interior en el muro de mampostería en la zona del mechina, así como una pérdida importante de material de terreno natural en la zona de mechina y fisura, probablemente formado por escorrentía superficial de agua encauzada naturalmente por la pendiente hacia esta zona.



DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga, 09 MAR 2007

EL SECRETARIO GRAL.



Esta fisura probablemente tenga cierta antigüedad, ya que se observa fue reparada con mortero de cemento de un color más oscuro que el original como se observa en la anterior y siguiente fotografía y la abertura continuó ampliando, quedando dicho mortero de cemento a ambos lados de la fisura inicial y con una abertura importante respecto a la reparada. Asimismo se observa la existencia de 5 testigos colocados en distintos puntos de la fisura que en el momento de la inspección se encontraban sin fracturar.



FISURA 1

Fisura 2.- Nace de la Fisura 1 a aproximadamente mitad de altura del muro y sigue un trazado horizontal en la zona ZO; una vez cerca del extremo, desciende en vertical no llegando a alcanzar la base. La anchura de esta fisura es de pocos milímetros.

DILIGENCIA: Para hacer constar que este documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.
07 MAYO 2007
Málaga
EL SECRETARIO GRAL.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.
09 MAR 2007
Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.

Fisura 3.- Se sitúa a unos 18 m del extremo Oeste, aproximadamente en los dos primeros tercios de la zona ZE del muro. Sigue un recorrido prácticamente vertical y transita en toda la altura del muro. Su espesor es mayor en la parte superior (1 a 2 cm aproximadamente). En el trasdós del muro se observa otro hueco formado en el terreno natural justo en la localización de la fisura, probablemente por escorrentía de agua y arrastre de terreno y pérdida del mismo por la fisura.



FISURA 3

Fisura 4.- Se sitúa a unos 24 m del extremo Oeste, se localiza prácticamente en el tercio más próximo al Este de la zona ZE, nace a la mitad de la altura del muro para con una cierta inclinación y aumentando la anchura (~1 a 2 cm) buscar la cabeza de éste. Asimismo se observa la existencia de un hueco en el terreno natural en las proximidades de la fisura.

hacer constar que
ha sido aprobado,
E con esta fecha.

7 MAYO 2007
ARIO GRAL.

DILIGENCIA: Documento que
el presente documento ha sido aprobado,
INICIALMENTE en esta fecha.

09 MAR 2007

Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.





FISURA 4

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Fisura 5.- Se localiza en las proximidades de la intersección entre los dos tramos de muro de la zona ZNE. Con tendencia vertical nace aproximadamente de la mitad del muro y asciende a la cabeza de éste.

Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL
07 MAYO 2007



Asimismo, se inspeccionó el talud contenido por el muro, por su superficie superior y por el corte oeste, no observándose ningún indicio o fisura que indiquen un movimiento o deslizamiento del terreno en dirección al muro.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado,

Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL
09 MAR 2007

4.- ANALÍTICA

4.1.- ANÁLISIS DE FISURAS

De un análisis de la disposición de las fisuras así como de sus aberturas, desplazamientos relativos a ambos lados de las fisuras e inclinaciones medias medidas en la cara exterior del muro a lo largo de su longitud podemos interpretar los siguientes movimientos en el muro:

- La fisura 1 principal se encuentra en el extremo de las zona rectas del muro ZO adyacente al quiebro curvo, siendo las inclinaciones medias fuera de la zona curva (secciones 1, 2 y 3) menores que en la zona curva del mismo (secciones 4 y 5), pudiéndose interpretar la existencia de un movimiento de vuelco de dicha zona recta respecto a la zona curva, suponiendo que el muro fuera construido con idéntica inclinación exterior (indicar como referencia que 1º de inclinación corresponde a un aplome de 14 cm para una altura media de 8,00 m). El desplazamiento hacia fuera del labio izquierdo de la fisura 1 respecto al labio derecho acompañaría a este movimiento de vuelco de la zona recta.
- La fisura 2 es de difícil interpretación al no haber podido observar el intradós del muro a la altura de la fisura, pudiendo responder a un pequeño reacomodo del muro tras el movimiento de vuelco del tramo recto coincidiendo con el cambio de espesor del mismo según el croquis 2 anterior.
- La fisura 3 se encuentra asimismo en el extremo de la zona recta del muro ZE con el quiebro curvo del muro, dándose igualmente una diferencia entre la inclinación de la zona recta extrema (secciones 6, 7 y 8) respecto a la zona curva (secciones 4 y 5), pero sin un desplazamiento relativo de los labios de la misma. Esta fisura también podría responder a un movimiento de vuelco, pero menor debido a la menor abertura de la fisura y altura de alzado de muro.

- La fisura 4 es de pequeña entidad, pudiendo estar relacionada con una pequeña junta de dilatación/retracción propia del muro y con la escorrentía de agua proveniente del hueco adyacente a través de la misma.
- La fisura 5 se interpreta como una fisura constructiva resultante del encuentro entre paños perpendiculares de muro, que se ha podido formar por dilataciones/contracciones del mismo.

Cabe comentar que en referencia a las fisuras 1 y 3, el empuje de tierras en una zona curva de menor ancho entre dos zonas rectas de mayor ancho sería a priori menor ya que el encuentro de las supuestas líneas de rotura del terreno en los tramos rectos (paralelas a los mismos), formaría una supuesta cuña de empuje en forma de sector circular en el tramo curvo del muro, de menor volumen y consiguiente empuje del terreno, que estaría en consonancia con los movimientos interpretados en el muro para las fisuras 1 y 3.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha, 07 MAYO 2007

EL SECRETARIO GRAL.

4.2.- ANÁLISIS DEL INFORME GEOTÉCNICO

Del estudio del informe geotécnico aportado por la propiedad, realizado para las parcelas R-4, R-5 y R-7, se deduce que el terreno natural está compuesto por los siguientes niveles geotécnicos (dando unos parámetros de caracterización para cada nivel).

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, con esta fecha, 09 MAR 2007

EL SECRETARIO GRAL.

- Nivel I: manto de suelo vegetal de espesor variable
- Nivel II: arcilla, arena limosa y arcillosa parda con grava poligénica, distinguiendo tres distintas formaciones:
 - 1) arena limosa y arcillosa con numerosa grava de compacidad media
 - 2) arcilla con alguna pasada arenosa de consistencia firme a rígida

- 3) arena limosa de compacidad densa a muy densa o arcilla de consistencia dura

- Nivel III: formación arcillosa gris plomizo infradyacente.

Los sondeos rotativos más cercanos al muro en estudio son el sondeo S-9 (más cercano) y el sondeo S-11 (más lejano), cuya ubicación se indica en el croquis 1 anterior. A la vista del corte estratigráfico del sondeo S-9 de referencia, el terreno natural esta formado por una primera capa de nivel I de 0.9 m de espesor y una segunda capa hasta final de sondeos de nivel II-formación 3, en concreto una arcilla limosa y limo de tono pardo crema verdoso, con las siguientes características resumidas:

- Clasificación CL-1 o CL-2, con consistencia ~~muy firme, no colapsable~~ con potencial expansivo de grado medio-bajo (índice de plasticidad entre 15-20) y humedad en torno al 20% (no saturada pero superior al límite plástico), valores de golpes SPT en torno a 50 y valores de compresión simple entre 3-5 kg/cm².

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado,

0 7 MAYO 2007

EL SECRETARIO GRAL.



A tenor de la caracterización estratigráfica del ensayo rotativo S-9 y de los ensayos sobre muestras realizados, y dado el aspecto bastante homogéneo y consistente del terreno natural observado en el talud Oeste del vial ascendente, vamos a tomar los siguientes parámetros geotécnicos para el terreno natural, correspondientes al nivel II-formación 3 (se toman los valores medios de los rangos indicados), valores que consideramos los más realistas para los cálculos a realizar de estabilidad de muro y estabilidad de ladera:

- Densidad aparente: 1,90-2,10 Tn/m³ -> 2,00 Tn/m³

- Ángulo de rozamiento: 20-24° -> 22°

- Cohesión efectiva: 1,5-3,0 Tn/m² -> 2,25 Tn/m²

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

0 9 MAR 2007

EL SECRETARIO GRAL.



Respecto a la estabilidad general del área, el informe geotécnico considera las pendientes originales del área como estables (no se observan síntomas superficiales que manifiesten fenómenos de inestabilidad). No obstante, las obra de urbanización y edificación proyectadas van a alterar las condiciones de equilibrio actuales del área, que consideran no conllevarán una desestabilización global de la ladera donde se ubican las viviendas, si bien indica se puede alterar de forma particular alguna zona concreta, por lo que se justifica la necesidad de estudio de la estabilidad del muro en estudio y la estabilidad de la ladera que contiene al muro en estudio.

Respecto a la estabilidad de taludes en el Nivel II, el informe indica que, en general para toda la zona, la altura crítica de los mismos oscila entre los 3,50-4,50 m con un ángulo máximo de los mismos de 50-60º, indicando que si se superan estos valores se aconseja disponer de elementos de contención o proceder al retaluzado del mismo.

Asimismo, debido al potencial expansivo del terreno, recomienda una serie de medidas constructivas para disminuir los riesgos de expansividad, que para el muro en estudio en cuestión, indica que se debe lograr el máximo nivel de aislamiento de los cambios de humedad, mediante acerado, pavimentación y drenaje.

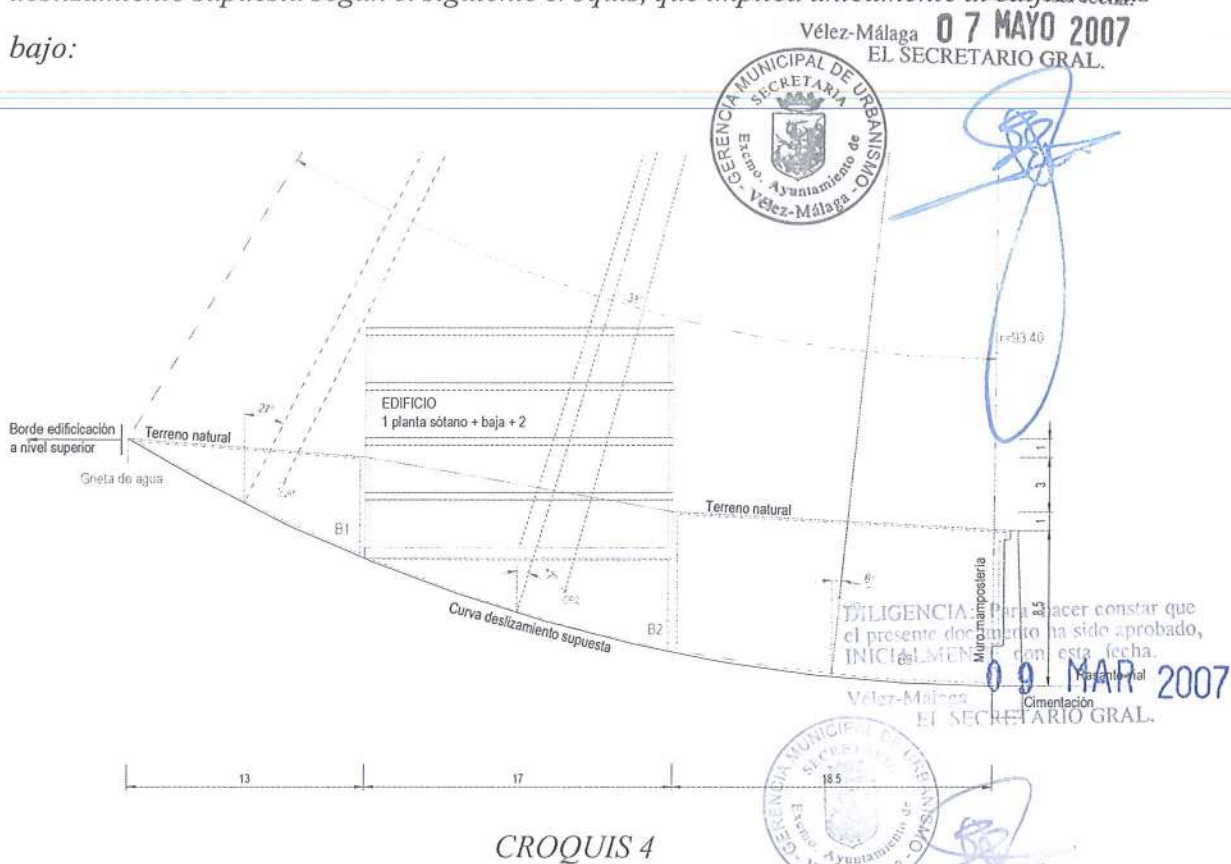
4.3.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El objeto de este apartado es llevar a cabo varios cálculos aproximados, en primer lugar de estabilidad general de la ladera y en segundo lugar de estabilidad local del muro en estudio con la influencia de las edificaciones proyectadas, para que junto con el análisis de fisuras y movimientos nos permita obtener unas conclusiones sobre la estabilidad del muro en estudio y las actuaciones a realizar para garantizar su estabilidad ante las actuaciones previstas en proyecto.

En primer lugar, se comienza con un estudio de estabilidad general de la ladera correspondiente a las parcela R6, que es donde se ubica el muro en estudio.

Una vez estudiado el mapa topográfico, se estima que la pendiente más desfavorable corresponde a una línea perpendicular al edificio más bajo a la altura aproximada del quiebro curvo del muro y de la mitad del edificio, tomando la ladera una pendiente media desde el muro hasta el edificio más alto proyectado de 11'4%.

Una vez elegida la pendiente se realizan varios tanteos de distintas curvas de deslizamiento de ladera, tomando para nuestro estudio la siguiente sección y curva de deslizamiento supuesta según el siguiente croquis, que implica únicamente al edificio más bajo:



La curva de deslizamiento supuesta comenzaría en una supuesta grieta de agua de tracción al borde de la edificación superior y terminaría tangente al pie del muro, cuyo efecto estabilizador no consideramos a priori en el análisis. De esta manera estamos del lado de la seguridad, confiando la seguridad de la ladera al terreno natural únicamente, y sin considerar la aportación del muro. En el caso en que el coeficiente de seguridad obtenido fuera inferior al mínimo usual de 1'50, podríamos calcular el empuje necesario a soportar por el muro para alcanzar el coeficiente de seguridad deseado, que pudiera ser mayor al empuje activo del terreno que contiene el muro.

El cálculo del coeficiente de seguridad al deslizamiento de ladera (por m de ancho) se ha realizado por el método aproximado de la dovelas de Bishop, considerando los parámetros geotécnicos anteriores, la geometría indicada en el croquis anterior y una sobrecarga introducida por el edificio de planta sótano, bajada dos plantas piso de 6250 kg/m² (suponemos losa de cimentación de 50 cm de espesor y 5 forjados de 1.000 kg/m²).

El resultado de los cálculos se adjunta en el anejo 1 de cálculo, resultando un coeficiente de seguridad al deslizamiento de ladera de 2'35 (considerando una cohesión mínima conservadora de 1'50 Tn/m², obtendríamos un coeficiente de 2'05), superior a 1'50, sin considerar ningún efecto estabilizador del muro, por lo que podemos considerar que la ladera es estable y no introduce un empuje adicional al muro.

***En segundo lugar,** se va a realizar un **cálculo de estabilidad del muro**, para lo cual se someterá al muro al empuje activo de las tierras producido por su propio peso y el de la sobrecarga adicional que pueda introducir sobre él el edificio más cercano.*

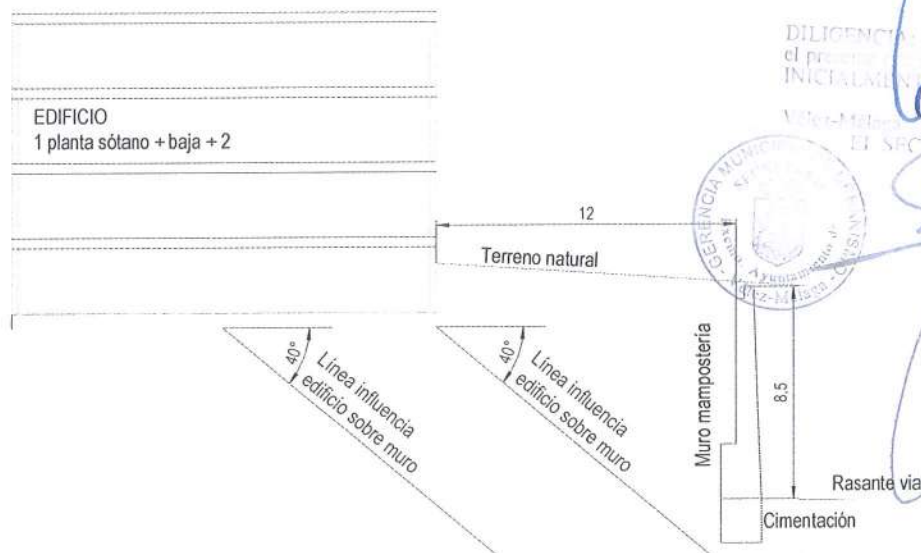
Por tanto, lo primero consiste en estudiar la posible influencia del edificio más cercano al mismo, y en el caso de influencia, cuantificar la misma en función de la distancia de la sobrecarga al muro de contención de gravedad. Para determinar la influencia del edificio, consideramos una distancia mínima al edificio del muro al edificio de 12 m (según croquis 1), para una altura máxima de 8'50 m (ver sección de croquis adjunto); se utiliza el método simplificado del CIVIL ENGINEERING CODE OF PRACTICE, que considera se trace una línea formando un ángulo de 40° respecto a la horizontal desde el centro de gravedad de la sobrecarga hacia el muro (del apartado 3.3 del libro "Cálculo de muros" de Calavera). Si ésta corta al muro, la sobrecarga ejercerá un empuje sobre el mismo, en caso contrario no ejercerá empuje. En nuestro caso, trazando dicha línea desde el c.d.g de la sobrecarga del edificio desde la cimentación no intercepta al muro, e incluso trazando dicha línea desde la esquina más próxima de la edificación tampoco, por lo que podemos considerar que la sobrecarga del edificio no ejerce adicional empuje sobre el muro, es decir que solamente tenemos que considerar el empuje activo del terreno sobre el muro debido a su peso propio para estudiar la estabilidad del mismo.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente proyecto ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

07 MAYO 2007



EL SECRETARIO GRAL.



DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente proyecto ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

09 MAR 2007



EL SECRETARIO GRAL.

CROQUIS 5

Respecto al muro, se considera por simplicidad una sección de cálculo trapezoidal con un espesor en cabeza de 0,80 m y un espesor en pie de muro de 1,65 m, con una altura e inclinación media exterior variable para cada sección de muro a calcular (ver croquis adjunto).

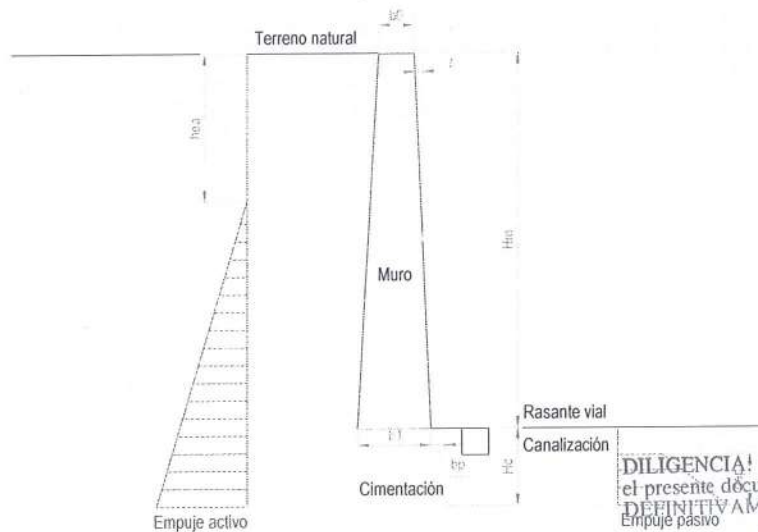
Respecto a la cimentación se supone una cimentación según calicata 1 para las secciones 1 a 6, y una según calicata 2 para las secciones 7 a 12, sin considerar que la cimentación del muro tenga tacón, al no haber podido realizar una calicata por el intradós del muro (ver croquis adjunto). Se considera una unión rígida entre muro y cimentación.

Para el cálculo del peso de los elementos intervinientes se ha considerado una densidad de la mampostería de caliza tomada con mortero de cemento de 2'50 Tn/m³, y para el hormigón en masa de la cimentación de 2'40 Tn/m³ (según NBE-AE-88). Los parámetros geotécnicos considerados son los indicados en el anterior apartado (se considera la cohesión del terreno).

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha. 07 MAYO 2007
Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.
GEENCIA MUNICIPAL SECRETARIA URBANISMO Ayuntamiento de Vélez-Málaga

Respecto al empuje del terreno, se va a considerar el empuje activo (tanto horizontal como vertical) para una cuña máxima de deslizamiento del terreno, así como el empuje pasivo en la puntera de la cimentación por debajo de la altura hasta donde se ha ejecutado canalización de servicios. En ambos casos se considera el efecto de la cohesión (ver croquis anterior).

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha. 09 MAR 2007
Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.
GEENCIA MUNICIPAL SECRETARIA URBANISMO Ayuntamiento de Vélez-Málaga



CROQUIS 6

DILIGENCIA! Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.
Empuje pasivo
Vélez-Málaga 07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.



Se ha realizado un cálculo de la estabilidad al vuelco y al deslizamiento para cada una de las secciones consideradas en el croquis 3, con el modelo de cálculo según el croquis anterior, con los resultados expresados en la siguiente tabla (cálculos realizados por m de ancho de muro). En el anejo 1 de cálculo se adjunta hoja de cálculo para la sección de mayor altura y por tanto más desfavorable (sección 2).

Sección	Altura (m)	Inclinación media (°)	Cimentación	C.D.S al deslizamiento	C.D.S al vuelco
1	8.10	2.7	1	1.35	0.95
2	8.64	2.6	1	1.20	0.80
3	8.40	2.65	1	1.26	0.86
4	8.35	3.7	1	1.27	0.94
5	8.10*	3.9	1	1.35	1.02
6	7.84	3.35	1	1.44	1.07
7	7.66	2.70	2	1.49	1.61
8	7.27	3.15	2	1.66	1.91
9	7.17*	4.4	2	1.71	2.12
10	7.06	4.4	2	1.77	2.22
11	6.41*	5.05	2	2.19	3.06
12	5.75	5.75	2	2.84	4.51

* Valor calculado a partir de las alturas de las secciones adyacentes.

TABLA 2



09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.

En color rojo se muestran los aquellos valores inferiores o muy cercanos a uno y en azul aquellos valores inferiores a 1'50, valor mínimo usual para ambos coeficientes de seguridad.

El valor 1'0 del cociente entre esfuerzos estabilizadores y desestabilizadores representa el límite de estabilidad del muro ante el empuje de la cuña de deslizamiento en condiciones normales. Es decir, un coeficiente de 1'0 quiere decir que no existe ningún margen de seguridad, o sea, que el muro está en una situación de equilibrio en precario. A efectos prácticos, cuando el coeficiente baja de 1'0, aunque sea ligeramente, el muro se desploma. Además, este coeficiente se puede ver reducido con la presencia de agua y cargas adicionales. Por ello se toman coeficientes de 1'50 como mínimo, para obtener un margen de seguridad.

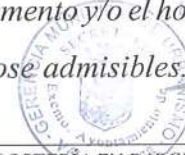
Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado,
DECLARATIVAMENTE, en esta fecha,
Vélez-Málaga, 07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.



De los anteriores resultados se deduce que en las secciones 1 a 6 el muro se encontraría en precario, mientras que en las secciones 7 a 12 el muro sería suficiente para contener los empujes activos máximos que se pueden dar en dichas secciones. No obstante, comentar aquí que el muro se comporta como un conjunto y no como secciones individuales, y que el anterior análisis aproximado se ha realizado para secciones de 1 m de ancho.

Respecto a las tensiones de flexión compuesta (compresión+ flexión simple) en el pie del muro de mampostería, se obtienen unas tensiones de compresión máxima de 6'5 kg/cm² y una tensión de tracción máxima de 2'5 kg/cm², sin considerar mayoración de acciones y para la sección más desfavorable. Los valores de compresión obtenidos son ampliamente resistidos por la fábrica de mampostería de caliza con mortero de cemento y los valores de tracción obtenidos deben ser resistidos por el mortero de cemento y/o el hormigón en el pie del muro, encontrándose más ajustados pero considerándose admisibles.

Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado,
DECLARATIVAMENTE, en esta fecha,
Vélez-Málaga, 09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.



Respecto a la presión transmitida por el cimiento al terreno, suponiendo una distribución uniforme de la misma por la relación altura/anchura y el confinamiento del terreno, se alcanzan unos valores máximos para la sección más desfavorable de 2'45 kg/cm², que se consideran admisibles, del orden de la tensión admisible propuesta por el informe geotécnico para cimentación mediante zapatas y/o losa del orden de 2 kg/cm².

5.- CONCLUSIONES

Según el análisis de fisuras efectuado anteriormente y de los cálculos de estabilidad realizados de distintas secciones del muro, podemos considerar que los movimientos producidos en el muro recto ZO hacia su exterior, se corresponden con un vuelco del muro producido por un empuje del terreno natural. El resto de movimientos producidos se pueden interpretar como movimientos de acompañamiento de este movimiento principal. La zona de daños importantes se extiende entre las secciones 1 a 6, siendo los otros daños de pequeña entidad.

El hecho de que el muro se encuentre dañado pero sin pérdida de la estabilidad global, lo podemos explicar porque no se ha formado aún cuña de deslizamiento de empuje suficiente (la utilizada en los cálculos corresponde a la cuña de máximo empuje que se puede producir por el terreno contenido por el muro). Sin embargo, esta posibilidad existe (que nuevas cuñas provoquen más daños) y se puede facilitar por cargas adicionales no contempladas en este análisis o por la presencia de agua, por ejemplo de lluvia, ya que el terreno natural de carácter arcilloso no se encuentra saturado de agua y puede llegar a absorber más hasta su saturación con aumento de su densidad y empuje activo, así como al tener potencial expansivo puede hincharse y podría aumentar aún mas los empujes sobre el muro.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

07 MAYO 2007
Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.



Por lo anterior y por el análisis realizado, consideramos que el muro presenta daños importantes y que puede perder la estabilidad en la zona entre secciones 1 a 6, por lo que para la contención segura de las tierras del talud existente sería necesaria la realización de un refuerzo del muro capaz de resistir el empuje activo del terreno con unos coeficientes de seguridad al vuelco y deslizamiento de 1'50 como mínimo, o bien optar por realizar un abancalamiento del terreno natural del intradós del muro y posterior demolición parcial en altura del mismo.

6.- RECOMENDACIONES

Previamente a las actuaciones de refuerzo del muro o demolición parcial en altura del mismo, es aconsejable apuntalar el mismo en las zonas más dañadas, para evitar el movimiento del mismo y acrecentamiento de los daños.

Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.

Durante las actuaciones sobre el muro, previas a la reparación de las fisuras existentes mediante mortero de reparación de alta resistencia y baja retracción, es aconsejable el seguimiento de los testigos existentes para detectar cualquier movimiento del mismo.

Si se opta por el mantenimiento del muro existente, será necesario realizar actuaciones de refuerzo sobre el muro en las zonas dañadas (secciones 1 a 6), para conseguir los coeficientes de seguridad deseados, como por ejemplo:

- *Realización de un sistema de anclajes repartidos longitudinalmente en el muro con un elemento de reparto adecuado (placas o mallas), anclados en la zona pasiva (no activa) del terreno natural de material arcilloso.*

- Realización de una pantalla de pilotes en el intradós del muro con un elemento común de atado de las cabezas de pilotes y de coronación del muro, comenzando su ejecución desde las zonas más seguras hacia las zonas más dañadas.

Cualquier sistema de refuerzo será previamente diseñado y calculado por técnico competente, estudiando en todo momento la viabilidad de ejecución del mismo bajo parámetros de seguridad y ejecutado por empresa especializada.

Si se opta por la realización de un abancalamiento y demolición parcial en altura del muro, se recomienda mantener como máximo una altura de 5'00 m en el muro en la zona de daños (secciones 1 a 6), y realizar los taludes según las recomendaciones del estudio geotécnico.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.
Vélez-Málaga, 07 MAYO 2007
EL SECRETARIO GRAL.

En ambos casos, para minimizar los posibles empujes adicionales por el potencial expansivo y por el aumento de la densidad del terreno natural se deberá disponer de una red de drenaje superficial en el terreno natural entre el muro y el edificio proyectado, poniendo especial hincapié en la evacuación de aguas en coronación del muro, ya que no existe un relleno en el trasdós que pueda drenar el agua hacia los mechinales del mismo.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga, 09 MAR 2007
EL SECRETARIO GRAL.

El presente informe consta de un total de treinta y una páginas y un Anejo de "Cálculo de estabilidad de muros".

Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe sin la autorización por escrito de esta empresa.

Los datos expresados en el presente informe solo afectan y se basan en las zonas inspeccionadas.

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

07 MAYO 2007

Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.



a 12 de abril de 2006

INDYCCE OCT
Organismo de Control Técnico.

Vº.Bº. DIRECTOR TÉCNICO



Fdo: Manuel Ramos Gil

TÉCNICO REDACTOR

P.D.


Fdo: Ignacio Simón Gámez

JEFE DPTO. PATOLOGÍA



Fdo: Juan-López Cantos

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.

09 MAR 2007

Vélez-Málaga
EL SECRETARIO GRAL.



DILIGENCIA: Para hacer constar que
el presente documento ha sido aprobado,
DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **07 MAYO 2007**
EL SECRETARIO GRAL.



*ANEJO 1: CÁLCULO DE
ESTABILIDAD DE MUROS*

DILIGENCIA: Para hacer constar que
el presente documento ha sido aprobado,
INICIALMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **09 MAR 2007**
EL SECRETARIO GRAL.



HOJA DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE MURO (POR M DE ANCHO)

DATOS ENTRADA

Geometría
 Hm: Altura muro (m) 8,64
 Hc: Altura cimentación (m) 1,75
 Altura canalización (m) 0,60
 b0: Ancho superior muro (m) 0,80
 b1: Ancho inferior muro (m) 1,65
 l: Inclinación ext. muro (°) 2,60
 bp: Ancho puntera zapata (m) 0,00
Densidades
 Densidad muro (Tn/m³) 2,60
 Densidad cimentación (Tn/m³) 2,40
Características terreno
 Densidad terreno (Tn/m³) 2,00
 Cohesión terreno (Tn/m²) 2,25
 Ángulo rozamiento interno (°) 22,00
 Áng roz int terr.-muro (°) 14,67

CÁLCULOS EMPUJES

Empuje activo
 Altura muro+cimentación (m) 10,39
 Coeficiente empuje activo horizontal 0,45
 hea: Altura sin empuje terreno (m) 3,34
 Coeficiente empuje activo vertical 0,12
 Empuje hor. en pie muro (Tn/m²) 4,83
 Empuje activo horiz. total en muro (Tn) 12,80
 Altura aplicación (m) 1,77
 Empuje activo vert. total en muro (Tn) 3,35
 Momento en pie muro (Tn.m) 20,64
 Empuje hor. en base zapata (Tn/m²) 6,42
 Empuje activo horiz. total en muro+zapata (Tn) 22,64
 Altura aplicación (m) 2,35
 Empuje activo vert. total en muro+zapata (Tn) 5,93
 Abcisa aplicación (m) 1,42
Empuje pasivo
 Consideración empuje pasivo (0/1) 1,00
 hep: Altura empuje pasivo (m) 1,15
 Coeficiente empuje pasivo 2,20
 Empuje pasivo en cabeza (Tn/m²) 3,04
 Empuje pasivo en base zapata (Tn/m²) 8,09
 Empuje pasivo total en zapata (Tn) 6,40
 Altura aplicación (m) 0,45

CÁLCULOS ESTABILIDAD

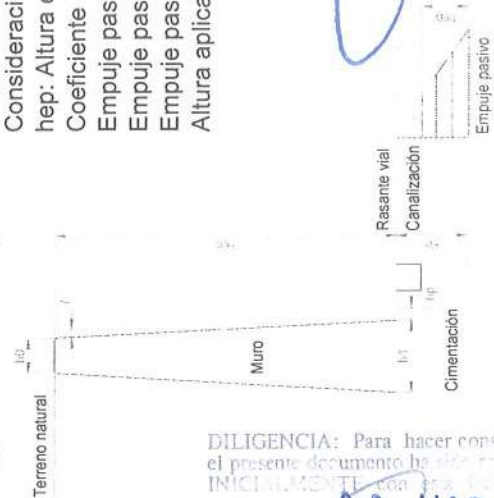
Aplome ext. muro por inclinación (m) 0,39
 Incremento interior espesor muro (m) 0,46
 Peso muro (Tn) 27,52
 Abcisa aplicación (m) 0,94
 Peso zapata (Tn) 6,93
 Abcisa aplicación (m) 0,83
 Peso total muro+zapata (Tn) 34,45
Estabilidad al deslizamiento
 Coeficiente rozamiento zapata-terreno 0,60
 Empuje desestabilizador (Tn) 22,64
 Empuje estabilizador (Tn) 27,07
C.d.s. deslizamiento 1,20
Estabilidad al vuelco
 Momento desestabilizador (Tn.m) 53,24
 Momento estabilizador (Tn.m) 42,76
C.d.s. vuelco 0,80

DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, DEFINITIVAMENTE con esta fecha.

Vélez-Málaga **07 MAYO 2007**
 EL SECRETARIO GRAL.



[Handwritten signature in blue ink]



DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento ha sido aprobado, INICIALMENTE con esta fecha.



09 MAR 2007
 EL SECRETARIO GRAL.

[Handwritten signature in blue ink]

