ANEJO Nº 10: CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. BASES DE CÁLCULO 1
2.1. Normativa utilizada 1
2.2. Bases de cálculo. Estados límite. 2
2.3. Bases de cálculo orientadas a la durabilidad 6
2.4. Características de los materiales constitutivos 8
2.5. Condiciones geotécnicas en cimentación de estructuras 9
2.5.1. Módulo de balasto 9
2.5.2. Cimentación de estación depuradora 10
2.6. Acciones consideradas 10
2.6.1. Acciones permanentes 10
2.6.2. Sobrecarga de uso 12
2.6.3. Empuje de agua 12
2.6.4. Acciones sísmicas 12
2.7. Valores representativos y de cálculo de las acciones 13
2.8. Hipótesis de carga 14
2.8.1. Estados límites últimos 14
2.8.2. Estados límites de servicio 15
3. ESTUDIO DE FLOTACIÓN 15

ANEJOS DE CÁLCULO:

1. EDIFICIO
2. ARQUETA DE LLEGADA, POZO DE GRUESOS Y CÁMARA DE BOMBEO

3. AR□UETA DE MEDIDA CAUDAL A BIOL□GICO
4. REACTOR BIOL□GICO
5. DECANTADOR SECUNDARIO
6. AR□UETA DE CAPTACI□N AGUA INDUSTRIAL
7. AR□UETA DE MEDIDA AGUA TRATADA
8. AR□UETA DE RESTITUCI□N
9. AR□UETA DE RECIRCULACI□N DE FANGOS
10. ESPESADOR DE FANGOS
11. TOLVA DE FANGOS
12. MUROS DE ESCOLLERA
13. ALIVIADEROS
14. POZO DE BOMBEO (SANTA CRUZ DEL VALLE)
15. ANCLAJE CONDUCCIÓN EN PUENTE DE CARRETERA N-502

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo el dimensionamiento y cálculo de las estructuras que componen el proyecto “COLECTORES Y EDAR DE CUEVAS DEL VALLE, VILLARE□O DEL VALLE, SAN ESTEBAN DEL VALLE, SANTA CRUZ DEL VALLE Y MOMBELTRÁN”, estableciendo en primer lugar las bases de cálculo a emplear.

A continuación se establecen las acciones a considerar para finalmente adoptar una metodología de cálculo de esfuerzos que sirva para definir las cuantías de armadura a disponer en las estructuras.

2. BASES DE CÁLCULO

2.1. Normativa utilizada

Para el dimensionamiento estructural de la obra civil se seguirá la siguiente normativa:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Código Técnico de la Edificación CTE DB SE-AE “Seguridad estructural. Acciones en la edificación”.
- Código Técnico de la edificación CTE-DB-SE “Seguridad estructural”.
- Código Técnico de la edificación CTE-DB-SE-A “Seguridad estructural. Acero”
- Código Técnico de la edificación CTE-DB-SE-C “Seguridad estructural. Cimientos”.
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE).
- Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y edificación (NCSE-02).
- Eurocódigos.

2.2. Bases de cálculo. Estados límite.

La seguridad de una estructura frente a un riesgo puede ser expresada en términos de la probabilidad global de fallo, que está ligada a un determinado índice de fiabilidad.

En la Instrucción española EHE se asegura la fiabilidad requerida adoptando el Método de los Estados Límite (Artículo 8º). Este método permite tener en cuenta de manera sencilla el carácter aleatorio de las variables de solicitación, de resistencia y dimensionales que intervienen en el cálculo. El valor de cálculo de una variable se obtiene a partir de su principal valor representativo, ponderándolo mediante su correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

Los coeficientes parciales de seguridad no tienen en cuenta la influencia de posibles errores humanos groseros. Estos fallos deben ser evitados mediante mecanismos adecuados de control de calidad que deberán abarcar todas las actividades relacionadas con el proyecto, la ejecución, el uso y el mantenimiento de una estructura.

Se definen como Estados Límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

Generalmente, los Estados Límite se clasifican en:

- Estados Límite Últimos
- Estados Límite de Servicio

Debe comprobarse que una estructura no supere ninguno de los Estados Límite anteriormente definidos en cualquiera de las situaciones de proyecto indicadas en el Artículo 7º, considerando los valores de cálculo de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos.

El procedimiento de comprobación, para un cierto Estado Límite, consiste en deducir, por una parte, el efecto de las acciones aplicadas a la estructura o a parte de ella y, por otra, la respuesta de la estructura para la situación límite en estudio. El Estado Límite quedará garantizado si se verifica, con una fiabilidad aceptable, que la respuesta estructural no es inferior que el efecto de las acciones aplicadas.

Independientemente de las generalizaciones aquí expuestas, en cada fase de desarrollo del cálculo que presente una cierta entidad, se expondrán con mayor detalle las hipótesis y criterios considerados, así como las simplificaciones aplicadas y su justificación.

Estados Límite Últimos (E.L.U.):

La denominación de Estados Límite □ltimos engloba todos aquellos que producen una puesta fuera de servicio de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella.

Como Estados Límite □ltimos que deben considerarse en el cálculo están:

- Fallo por deformaciones plásticas excesivas, rotura o pérdida de la estabilidad de la estructura o parte de ella.
- Pérdida del equilibrio de la estructura o parte de ella, considerada como un sólido rígido.

Para esto, las solicitaciones deberán estar mayoradas (valores de cálculo) y las resistencias de las materiales minoradas (resistencias de cálculo).

En la comprobación de los Estados Límite □ltimos que consideran la rotura de una sección o elemento, se debe satisfacer la condición:

$$R_d \geq S_d$$

donde:

R_d Valor de cálculo de la respuesta estructural.

S_d Valor de cálculo del efecto de las acciones.

Para la evaluación del Estado Límite de Equilibrio (Artículo 41º) se debe satisfacer la condición:

$$E_{d,estab} \geq E_{d,desestab}$$

donde:

$E_{d,\ estab}$ Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.

$E_{d,\ desestab}$ Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras

Estados Límites de Servicio (E.L.S.)

Se incluyen bajo la denominación de Estados Límite de Servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad, de durabilidad o de aspecto requeridos.

Como Estados Límite de servicio que deben considerarse en el cálculo están:

- Fisuración excesiva orientado a la durabilidad
- Deformación excesiva orientado a la funcionalidad y estética.

Para esto, las solicitaciones deberán ser las características y las resistencias de los materiales deberán ser las características

En la comprobación de los Estados Límite de Servicio se debe satisfacer la condición:

$$C_d \geq E_d$$

donde:

C_d Valor límite admisible para el Estado Límite a comprobar

E_d Valor de cálculo del efecto de las acciones

Comprobación de la Fisuración:

A continuación se expone de forma más completa como tener en cuenta la fisuración, pues es el estado límite a emplear en estructuras propias de una E.D.A.R., depósitos de gran volumen, arquetas.

Se utiliza la formulación habitual basada en la anchura características de fisuras equiespaciadas, definida en el artículo 49º de la EHE.

De acuerdo con el artículo 49º de la instrucción EHE se tendrá en cuenta:

- Máxima abertura de fisura en paramentos de hormigón en contacto con aguas residuales según ambiente IIa+□b será de 0,30 mm.

- Máxima abertura de fisura en elementos en contacto con tierras o aéreas según ambiente IIa+□a será de 0,30 mm.

La abertura característica de fisura se calculará mediante la siguiente expresión:

$$w_k = \beta\, s_m\, \varepsilon_{sm}$$

donde:

β Coeficiente que relaciona la abertura media de fisura con el valor característico y vale 1,3 para fisuración producida por acciones indirectas solamente y 1,7 para el resto de los casos.

s_m Separación media de fisuras, expresada en mm.

$$s_m = 2\,c + 0{,}2\,s + 0{,}4\,k_1\,\frac{\phi\, A_{c,eficaz}}{A_s}$$

ε_{sm} Alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras.

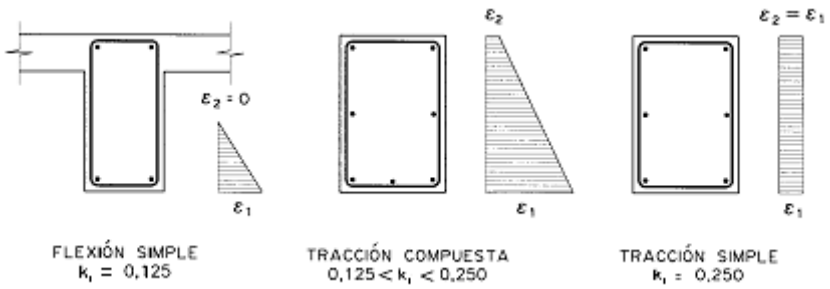
$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\left[1 - k_2\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \not< 0{,}4\,\frac{\sigma_s}{E_s}$$

c Recubrimiento de hormigón en mm

s Distancia entre barras longitudinales en mm. Si $s>15\varnothing$ se tomará $s=15\varnothing$.

En el caso de vigas armadas con n barras, se tomará $s=b/n$ siendo b el ancho de la viga.

k_1 Coeficiente que representa la influencia del diagrama de tracciones en la sección, Figura



de valor $$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\,\varepsilon_1}$$

K_2 coeficiente de valor 0,5 para casos de carga no instantánea

□ diámetro de la barra traccionada más gruesa en mm

$A_{c,eficaz}$ área de hormigón en la zona de recubrimiento en donde las barras a tracción influyen de forma efectiva en el ancho de las fisuras, que puede considerarse como el área rectangular a no más de 7,5ϕ alrededor de cada barra, sin superar la cuarta parte del canto.

A_s sección total de las barras situadas en el área $A_{c,eficaz}$

σ_s tensión de servicio de la armadura en hipótesis de sección fisurada en N/mm2

E_s módulo de elasticidad del acero en N/mm2

K_3 coeficiente de valor 0,5

σ_{sr} tensión de la armadura, en el instante en que se fisura el hormigón, lo que se supone ocurre cuando la tracción máxima en el hormigón alcanza el valor:

$$f_{ct,m} = 1{,}5 \cdot f_{ct,k} = 0{,}30\sqrt[3]{f_{ck}^{\,2}}$$

donde $f_{ct,m}$, y f_{ck} se expresan en N/mm^2, siendo f_{ck} la resistencia característica del hormigón.

2.3. Bases de cálculo orientadas a la durabilidad

Para conseguir una durabilidad adecuada, se deberá establecer en el proyecto, y en función del tipo de ambiente, una estrategia acorde con los criterios expuestos en el Capítulo VII de la EHE.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitaciones consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- una de las clases generales de exposición, frente a la corrosión de las armaduras, de acuerdo con 8.2.2.

- las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso, de entre las definidas en 8.2.3.

En el caso de que un elemento estructural esté sometido a alguna clase específica de exposición, en la designación del tipo de ambiente se deberán reflejar todas las clases, unidas mediante el signo de adición □+□

Para las estructuras de la E.D.A.R. se define:

Clases generales de exposición en relación a la corrosión de las armaduras

Clase general de exposición				
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso	Descripción
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	Cimentaciones, sótanos no ventilados y elementos aéreos

Clase específica de exposición relativas a otro proceso de deterioro distinto de la corrosión

Clase específica de exposición				
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso	Descripción
□uímica agresiva	Media	□b	Ataque químico	Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media

De aquí se deducen los recubrimientos mínimos que garantizan dicho durabilidad expuestos a continuación:

ELEMENTOS EN CONTACTO CON LAS AGUAS RESIDUALES. Exposición IIa+Qb

40 (expos.IIa+ □b) + 10 (control normal)= 50 mm

RESTO DE ELEMENTOS. Exposición IIa +Qa.

- Alzados de muros: 25 (expos. IIa) + 10 (control normal)= 35 mm

- Zapatas: 25 (expos. IIa) + 10 (control normal)= 35 mm

- Vigas y pilares 25 (expos. IIa) + 10 (control normal)= 35 mm

2.4. Características de los materiales constitutivos

HORMIGONES

De acuerdo con el artículo 37.3 de la EHE acerca de la durabilidad del hormigón se imponen unos requisitos y limitaciones del tipo de hormigón

Por ello se empleará en los elementos estructurales:

- **HA-30/P/20/IIa+Qb** en depósitos de aguas residuales
- **HA-30/B/20/IIa+Qa** en sótanos y cimentaciones

El diagrama adoptado es el de la parábola rectángulo admitido por la EHE

El diagrama característico tensión-deformación del hormigón depende de numerosas variables: edad del hormigón, duración de la carga, forma y tipo de la sección, naturaleza de la solicitación, tipo de árido, estado de humedad, etc.

Dada la dificultad de disponer del diagrama tensión-deformación del hormigón, aplicable al caso concreto en estudio, a efectos prácticos se utilizará el siguiente diagrama simplificado

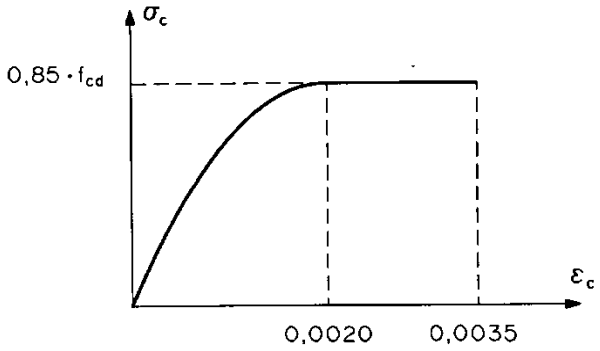


Diagrama tensión-deformación de cálculo para el hormigón

ACERO PASIVO

El acero empleado en todas las estructuras de hormigón armado es el siguiente:

- **B-500 S** Límite elástico fyk≥ 500 N/mm2

El diagrama tensión-deformación de cálculo del acero para armaduras pasivas (en tracción o en compresión) se deduce del diagrama característico mediante una afinidad oblicua, paralela a la recta de Hooke, de razón $1/\gamma_s$.

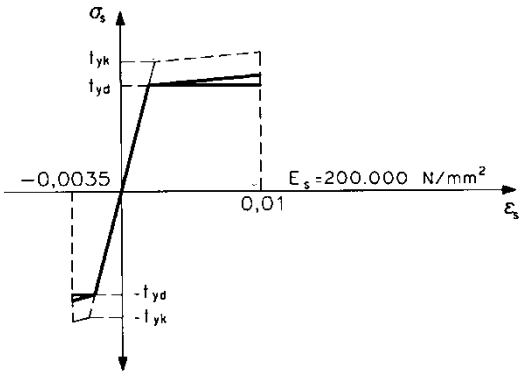


Diagrama tensión-deformación de cálculo para armaduras pasivas

ACERO ESTRUCTURAL

El acero empleado es el siguiente

- S275JR Límite elástico f_y 275 N/mm^2

2.5. Condiciones geotécnicas en cimentación de estructuras

2.5.1. Módulo de balasto

El coeficiente de balasto de una cimentación se puede calcular a partir del coeficiente K_{30} que es el que corresponde a una placa de 30x30 cm.

Este valor de K_{30} esta tabulado en varias tablas. El código de la edificación señala un rango entre 9 y 20 kg/cm^3 para arenas compactas y entre 12 y 30 kg/cm^3 para gravas arenosas compactas. Otros autores proponen valores semejantes.

Del lado de la seguridad consideramos K_{30}= 10 kg/cm^3

Aplicando las correlaciones correspondientes para las dimensiones de nuestras estructuras, se obtienen los siguientes Módulos de balasto:

Reactor biológico: 2.104 t/m^3

Decantador secundario: 2.621 t/m^3

Espesador: 2.780 t/m^3

Arqueta de bombeo de fangos: 2.650 t/m^3

Para los elementos circulares, aplicando el criterio de considerar el Módulo de balasto como:

Ks= 1,57 E0/D se obtienen los siguientes valores:

Decantador secundario: 2.250 kg/cm^3

Espesador: 2.374 kg/cm^3

Esta última fórmula considera que el suelo deformable tiene un espesor de 2 veces la anchura de la placa; por lo que aplicado a nuestro caso obtiene valores muy conservadores ya que el sustrato de granito aparece a 9,50 m de profundidad desde el suelo.

Como conclusión, se tiene que el valor de 2.000 t/m^3 para el Módulo de balasto vertical, es un valor que está del lado de la seguridad en todos los casos analizados.

2.5.2. Cimentación de estación depuradora

La cimentación de las diversas estructuras se proyecta mediante un relleno estructural que remplace el terreno existente hasta los 2.60 metros de profundidad, donde, según el estudio geotécnico la tensión admisible es de 2 Kp/cm^2.

2.6. Acciones consideradas

2.6.1. Acciones permanentes

Peso propio

La carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para el peso específico del hormigón armado el valor 30 KN/m^3.

Para los demás materiales usuales en la construcción se toma su peso específico del Documento básico SE-AE. Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (CTE DE SE-AE.)

Acciones permanentes de valor no constante.

Acciones reológicas: La retracción produce esfuerzos auto equilibrados en el alzado de los muros que no se tienen en cuenta en el cálculo de esfuerzos dado que no tienen ninguna trascendencia en la evaluación de la capacidad última de los muros. Sólo influyen en su comportamiento en servicio dado que producen fisuras verticales que afectan a su aspecto estético pudiendo afectar a la durabilidad de los elementos estructurales. Sus efectos se neutralizan por dos vías:

- Disponiendo juntas de dilatación a distancias variables entre 20 y 40 m.
- Disponiendo armadura mínima de retracción.

Juntas de construcción y de dilatación: Las juntas de construcción se resuelven con cordón expansivo. Las juntas de dilatación se resolverán mediante la colocación de bandas de PVC con bulbo, y sellado de la junta con masilla elástica de poliuretano.

Acciones debidas al terreno: La acción del terreno sobre la estructura es doble: peso sobre elementos horizontales y empuje sobre elementos verticales:

- El peso se determinará aplicando al volumen de terreno que gravita sobre la superficie del elemento horizontal, el peso específico del relleno vertido y compactado. En nuestro caso, se considera una densidad aparente seca de 20,00 KN/m^3.

Empuje al reposo

A efectos del cálculo de estabilidad y tensiones en el terreno, se considera una ley triangular, actuando sobre un plano vertical desde la parte final del talón. La ley de empujes es efectiva desde la superficie del terreno.

Peso específico aparente: 20,00 KN/m^3

Ángulo de rozamiento interno: $\Phi = 30^{\circ}$

Coeficiente de empuje al reposo: $K_0 = 0{,}50$

2.6.2. Sobrecarga de uso

Sobre las cubiertas de los elementos se ha considerado una sobrecarga de uso de 1,0 KN/m^2, correspondiente al mantenimiento de las mismas.

Para las losas de cimentación se consideran diversas sobrecargas, según el uso y la maquinaria a disponer, en cada apartado correspondiente de cálculo se explicará por separado las sobrecargas tenidas en cuenta, considerando en cualquier caso una sobrecarga uniformemente repartida de 4,00 KN/m^2.

Así mismo se considera una sobrecarga de 10 KN/m^2 adyacente al trasdós de los muros, lo que supone un empuje horizontal en su alzado de valor $p = K_0 \cdot q$.

2.6.3. Empuje de agua

Se considera la acción del líquido sobre las paredes y la solera de los diferentes depósitos. Para su evaluación se ha considerado una densidad del líquido (agua y fangos) de 10 KN/m^3 . Sobre las paredes actúa una ley triangular de presiones y sobre la solera actúa una carga uniforme variable en función de la inclinación de la solera.

2.6.4. Acciones sísmicas

Situación de parcela en Mombeltrán (Ávila).

Según NCSE-02:

- Aceleración sísmica básica ≤ 0,04 g.
- Construcción de importancia normal.

Según el artículo 1.2.3. “Criterios de aplicación de la Norma”, no es preceptiva la consideración de acciones sísmicas en el cálculo de estructuras.

2.7. Valores representativos y de cálculo de las acciones

Las acciones se definen, en su magnitud, por sus valores representativos.

Una misma acción puede tener un único o varios valores representativos, según se indica a continuación en función del tipo de acción.

Acciones permanentes (G)

Para las acciones permanentes se considera un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k.

Acciones permanentes de valor no constante (G*)

Acciones para el empuje del terreno, se considerará el valor representativo de acuerdo con lo expuesto en 3.5.1.

Acciones variables (Q)

Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

- Valor característico Q_k: valor de la acción cuando actúa aisladamente
- Valor de combinación $\Psi_0 Q_k$: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
- Valor frecuente $\Psi_1 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto a la vida útil de la estructura.
- Valor casi-permanente $\Psi_2 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de las estructuras.

Los valores de los coeficientes Ψ son los siguientes:

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
0,70	0,60	0,50

2.8. Hipótesis de carga

2.8.1. Estados límites últimos

Situaciones persistentes y transitorias

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realiza de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j} + \sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{Q,1} + \gamma_{Q,i} * Q_{k,i} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$	valor representativo de cada acción permanente
$G^*_{k,i}$	valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
$Q_{k,1}$	valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante
$\gamma_{0,i}Q_{k,i}$	valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

Se han analizado todas las combinaciones que resultan de considerar como acción dominante el empuje del agua.

Situaciones accidentales

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j} + \sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{Q,1} + \gamma_{A} * A_{E,k} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i} * \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Coeficiente de mayoración de acciones

- Peso propio y carga permanente $\gamma = 1{,}50$
- Sobrecargas $\gamma = 1{,}60$
-

2.8.2. Estados límites de servicio

Para estos estados se consideran únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Combinaciones a realizar para depósitos.

  Situación I

  Peso Propio + Cargas muertas + Empuje del agua .

  Situación II

  Peso Propio + Cargas muertas + Empuje del terreno .

  Situación III

  Combinación de I y II

3. ESTUDIO DE FLOTACIÓN

Debido a la presencia de un nivel freático elevado, se procede a las comprobaciones relativas a la flotabilidad general o parcial de la misma.

Se debe verificar que la estructura es estable, estableciéndose este criterio en función de la relación entre el peso de la estructura y el empuje ascensional debido a la subpresión del agua, esta relación debe ser mayor que el coeficiente de seguridad correspondiente:

- En situaciones permanentes o transitorias: $C_{sd} \leq 1{,}10$.

$$C_{sd} = \frac{PP_{PP+CP}}{E_{agua}}$$

Se considera que el nivel freático se encuentra a 2 m de profundidad de la cota de terreno natural, es decir, a la cota media de 527,50 m.

De los resultados que se adjuntan a continuación se concluye que con el NF a 2 m de profundidad, no hay problemas de flotación para ninguno de los elementos estudiados.

ARQUETA MEDIDA CAUDAL A BIOLÓGICO			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	10,615	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	26,5375	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	9,25	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,4	m	
COTA SOLERA APARATO	524,8	m	
ESPESOR SOLERA	0,3	m	
ALTURA AGUA H	0,9	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	8,325	ton	
Pa/Eh > 1.10	3,19		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

REACTOR BIOLÓGICO			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	988,51	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	2471,275	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	117,05	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,36	m	
COTA SOLERA APARATO	523,36	m	
ESPESOR SOLERA	0,5	m	
ALTURA AGUA H	2,5	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	292,625	ton	
Pa/Eh > 1.10	8,45		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

DECANTADOR SECUNDARIO			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	248,17	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	620,425	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	147,41	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,7	m	
COTA SOLERA APARATO	524,5	m	
ESPESOR SOLERA	0,4	m	
ALTURA AGUA H	1,6	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	235,856	ton	
Pa/Eh > 1.10	2,63		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

ARQUETA CAPTACIÓN AGUA INDUSTRIAL			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	19,464	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	48,66	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	12,98	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,5	m	
COTA SOLERA APARATO	524,77	m	
ESPESOR SOLERA	0,3	m	
ALTURA AGUA H	1,03	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	13,3694	ton	
Pa/Eh > 1.10	3,64		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

ARQUETA MEDIDA AGUA PRETRATADA			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	10,8	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	27	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	10	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,25	m	
COTA SOLERA APARATO	525,1	m	
ESPESOR SOLERA	0,25	m	
ALTURA AGUA H	0,4	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	4	ton	
Pa/Eh > 1.10	6,75		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

ARQUETA RESTITUCIÓN			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	13,34	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	33,35	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	11,6	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,27	m	
COTA SOLERA APARATO	523,83	m	
ESPESOR SOLERA	0,4	m	
ALTURA AGUA H	1,84	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	21,344	ton	
Pa/Eh > 1.10	1,56		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

ARQUETA RECIRCULACIÓN DE FANGOS			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	177,97	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	444,925	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	58,58	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	527,36	m	
COTA SOLERA APARATO	521,57	m	
ESPESOR SOLERA	0,5	m	
ALTURA AGUA H	6,29	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	368,4682	ton	
Pa/Eh > 1.10	1,21		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

ESPESADOR DE FANGOS			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	31,37	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	78,425	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	34,21	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,2	m	
COTA SOLERA APARATO	524,74	m	
ESPESOR SOLERA	0,4	m	
ALTURA AGUA H	0,86	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	29,4206	ton	
Pa/Eh > 1.10	2,67		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

DESARENADO			
PESO DEL APARATO VACIO			
VOLUMEN DE HORMIGON Va	58,27	m^3	
DENSIDAD	2,5	t/m^3	
PESO DEL APARATO VACIO Pa	145,675	ton	
EMPUJE HIDROSTATICO			
SUPERFICIE APARATO Sh	31,7	m^2	
COTA NIVEL FREATICO	525,5	m	
COTA SOLERA APARATO	524,03	m	
ESPESOR SOLERA	0,6	m	
ALTURA AGUA H	2,07	m	
EMPUJE HIDROSTATICO Eh	65,619	ton	
Pa/Eh > 1.10	2,22		NO SE PRODUCE FLOTACIÓN

ANEJOS DE CÁLCULO

ANEJO DE CÁLCULO

1.- EDIFICIO DE CONTROL

DATOS DE LA OBRA

OBRA			EDAR MOMBELTRÁN
EMPLAZAMIENTO			MOMBELTRÁN (ÁVILA)

DATOS DE PARTIDA	S.C. NIEVE		0,6 KN/m²
	VIENTO	PRESIÓN DINÁMICA	0,42 KN/m²
		GRADO DE ASPEREZA	IV
	SISMO	a_b/g =	No Aplica
		K =	No Aplica
SUPERFICIE	FORJADOS		No Aplica
	ESTRUCTURA PRINCIPAL		No Aplica

CE

0370

EN 13225

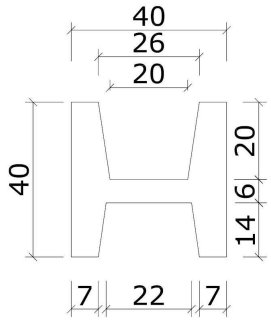
FICHA TÉCNICA | VIGA PORTA CANALÓN | DECLARACIÓN PRESTACIONES Nº 006/13

EMPLEO DEL PRODUCTO

La viga porta canalón está diseñada para encauzar las aguas procedentes de la cubierta. Colabora en la estabilidad de la estructura y sirve de sujeción del panel.

DESCRIPCIÓN

Elemento de hormigón pretensado con sección transversal constante en forma de H. El ancho y el canto de la pieza es de 40 cm, consiguiendo un radio hidráulico de 460 cm^2.



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.

Material	Nomenclatura	Resistencia característica N/mm²	Tensión admisible N/mm²
Hormigón	HP 45	F_{ck} 〈 45	Compresión: $\sigma_c \leq 25.5$ tracción: $\sigma_c \leq 2.66$
Armadura activa	Y 1860 S7	F_{ptk} 〈 1860	tracción: $\sigma_s \leq 1130$
Armadura pasiva	B 500 S	F_{yk} 〈 510	tracción: $\sigma_s \leq 260$
Mallazo	B 500 T	F_{yk} 〈 510	tracción: $\sigma_s \leq 260$

RESISTENCIA AL FUEGO

Según el anejo 6 de la norma EHE-08: R-60

Otros requisitos, según planos

LONGITUD MÁXIMA

La luz máxima estándar es de 10,5 metros.

Se pueden alcanzar medidas superiores en función de las cargas actuantes.

MÉTODO

Para la obtención del marcado se ha elegido el método 1

CE

0370

EN 13225

FICHA TÉCNICA | VIGA DELTA | DECLARACIÓN PRESTACIONES Nº 007/13

EMPLEO DEL PRODUCTO

La viga DELTA se emplea como elemento principal de cubierta. Forma cubiertas a dos aguas con una inclinación del 10%. Sobre este elemento se colocan las correas.

DESCRIPCIÓN

Elemento de hormigón pretensado de sección I y canto variable.

Se produce en dos secciones transversales de 8 a 12 metros ancho de alma constante de 19 cm. Y de 11 a 33 metros con tres secciones transversales con anchura de alma de 26 cm en los apoyos, de 8 cm de ancho de alma en el centro de la viga y una zona de transición entre los dos tramos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Material	Nomenclatura	Resistencia característica N/mm²	Tensión admisible N/mm²
Hormigón	HP 45	F_{ck} 〈 45	Compresión: $\sigma_c \leq 25.5$ tracción: $\sigma_c \leq 2.66$
Armadura activa	Y 1860 S7	F_{ptk} 〈 1860	tracción: $\sigma_s \leq 1130$
Armadura pasiva	B 500 S	F_{yk} 〈 510	tracción: $\sigma_s \leq 260$
Mallazo	B 500 T	F_{yk} 〈 510	tracción: $\sigma_s \leq 260$

RESISTENCIA AL FUEGO

Según el anejo 6 de la norma EHE-08: R-30.

Otros requisitos, según planos

LONGITUD MÁXIMA

La longitudes de fabricación son

Ancho de alma 19 cm: de 8 m a 12 metros.

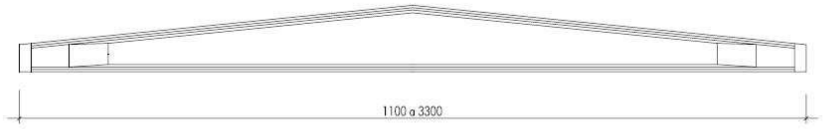
Ancho de alma 8 cm: de 11 a 33 m.

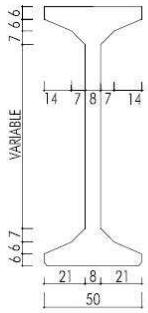
MÉTODO

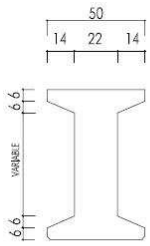
Para la obtención del marcado se ha elegido el método 1

GEOMETRÍA DEL ELEMENTO

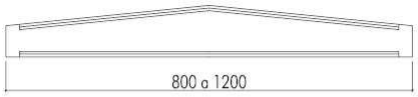
Desde 11 a 33 metros.

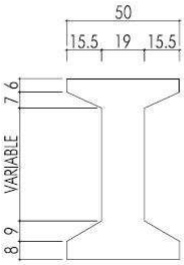






De 8 a 12 metros.





CE

0370

EN 13225

FICHA TÉCNICA | PILAR | DECLARACIÓN PRESTACIONES Nº 010/13

EMPLEO DEL PRODUCTO

Elemento de soporte para la realización de edificación industrial. Se realiza de forma estándar con cajeado para el apoyo de las vigas de cubierta.

Se pueden fabricar con ménsulas para apoyo de las vigas carrileras de puente grúa y para apoyo de forjados.

Se une a la cimentación por medio de cálices realizados en obra en las zapatas o por soluciones atornilladas

DESCRIPCIÓN

Elemento de hormigón armado de sección rectangular constante en toda la longitud o en varios tramos.

Las secciones varían desde 40 x 50 a 60 x 110.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Material	Nomenclatura	Resistencia característica N/mm²	Tensión admisible N/mm²
Hormigón	HA 50	F_{ck} 〈 45	Compresión: $\sigma_c \leq 22.4$ tracción: $\sigma_c \leq 2..45$
Armadura pasiva	B 500 S	F_{yk} 〈 510	tracción: $\sigma_s \leq 260$

RESISTENCIA AL FUEGO

Según el anejo 6 de la norma EHE-08: R-90

Otros requisitos, según planos

MÉTODO

Para la obtención del marcado se ha elegido el método 1

CE

EN 14992

FICHA TÉCNICA | PANEL DE CERRAMIENTO | DECLARACIÓN PRESTACIONES Nº 009/13

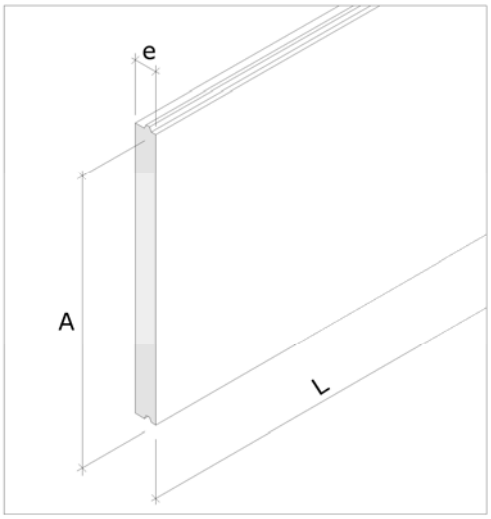
EMPLEO DEL PRODUCTO

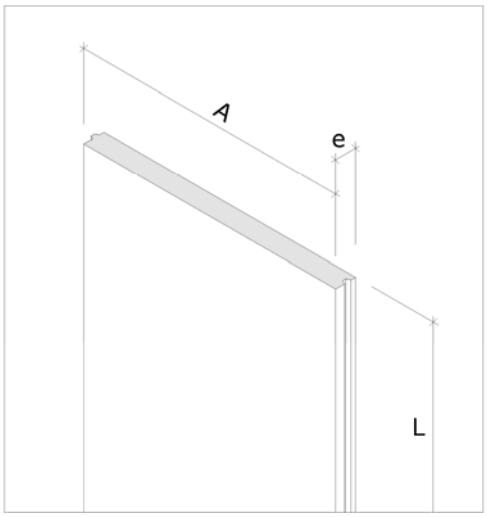
Elementos para la realización del cerramiento exterior y divisiones interiores de edificios.

DESCRIPCIÓN

Elemento de hormigón armado para realizar las fachadas de los edificios o divisiones interiores.

Se presenta en tres espesores 16, 20 y 24 centímetros, salvo en cerramiento con rotura de puente térmico que se fabrican en espesores 20 y 24 centímetros. Puede ser aligerado o macizo. Se realiza en varios tipos de acabados. La colocación puede ser horizontal o vertical.





CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Material	Nomenclatura	Resistencia característica N/mm²	Tensión admisible N/mm²
Hormigón	HA 30	$F_{ck} \geq 30$	compresión: $\sigma_c \leq 17.0$ tracción: $\sigma_c \leq 1.93$
Armadura Pasiva	B 500 S	$F_{yk} \geq 510$	tracción: $\sigma_s \leq 260$
Mallazo	B 500 T	$F_{yk} \geq 510$	tracción: $\sigma_s \leq 260$
Poliestileno	Tipo I		
Perfil	ECO	$F_{yk} \geq 465$	tracción: $\sigma_s < 360$

Condiciones de durabilidad: recubrimiento mínimo 25 mm

PARÁMETROS

Nomenclatura	Espesor (cm)	Peso (kN/m²)	L max (m)	EI (Estabilidad y aislamiento)	Coeficiente transmisión calor (watio/°C·m²)	Aislamiento acústico (dBA)
T16 aligerado	16	2,80	7,50	EI-30	1,06	50,8
T16 macizo	16	4,00	7,50	EI-120	3,73	56,5
T20 aligerado	20	3,20	11,50	EI-30	0,83	52,9
T20 macizo	20	5,00	11,50	EI-180	3,41	60,0
T24 aligerado	24	3,60	14,00	EI-30	0,71	54,8
T24 macizo	24	6,00	14,00	EI-240	3,15	62,9
T20 rotura puente térmico	20	3,40	11,00	EI-30	0,58	53,9
T24 rotura puente térmico	24	3,65	14,00	EI-30	0,38	55,0

Otros requisitos, según planos

GEOMETRÍA DEL ELEMENTO

Ancho estándar 249 cm

Ancho máximo 348 cm.

TOLERANCIAS DE PRODUCCIÓN

Según norma de aplicación EN 14992: Clase A

MÉTODO

Para la obtención del marcado se ha elegido el método 1

ANEJO DE CÁLCULO

ARQUETA DE LLEGADA, POZO DE GRUESOS Y CÁMARA DE BOMBEO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. ACCIONES A CONSIDERAR 2

2.1. PESO PROPIO 2

2.2. PRESION DE AGUA 2

2.3. PRESION DE TIERRAS 3

2.4. SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 3

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA 3

4. ACCIONES DE CÁLCULO 4

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES 5

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN. 5

7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS. 7

7.1. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIONES 7

7.2. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 10

8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 13

8.1. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 13

8.2. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 15

8.3. LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 17

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 19

9.1. ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN. 19

9.2. ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE 19

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN. 20

11. COMPROBACIONES EN PAREDES DE DEPÓSITOS INFERIORES. 21

11.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 21

11.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 22

11.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 23

12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIONES 24

12.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 24

12.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 27

12.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 29

1. INTRODUCCIÓN.

En esta parte se calcula y dimensiona las siguientes estructuras:

- Arqueta de llegada
- Pozo de gruesos
- Cámara de bombeo

2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1. PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2. PRESION DE AGUA

Se tiene en cuenta como un fluido de peso específico 10 KN/m^3.

La altura máxima de aguas en el interior de Arqueta de llegada, Pozo de gruesos y Cámara de bombeo es de 2.25 metros.

2.3. PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,00 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 3,50 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.4. SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m^2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional del bloque.

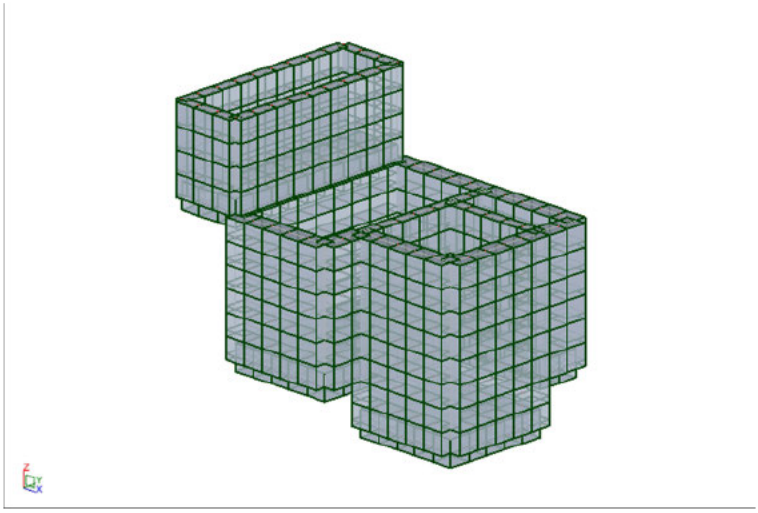
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP60_KZ	1A3 9	HA - 30	constante	60.000	2000.00	2693070.52	0.20
ESP50	4A6	HA - 30	constante	50.000	0.0	2693070.52	0.20
ESP30	7 8 10	HA - 30	constante	30.000	0.0	2693070.52	0.20

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1A6

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A10	PZ Menos Coef=1 00	PP
2	(EF) presión hydrostática	5 LADO(2)	P=-0 50(T/m2) Gama=-1 00(T/m3) H=3 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	5 LADO(1)	P=0 50(T/m2) Gama=1 00(T/m3) H=3 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	4 LADO(1 4 5)	P=-0 50(T/m2) Gama=-1 00(T/m3) H=3 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	4 LADO(2 3)	P=0 50(T/m2) Gama=1 00(T/m3) H=3 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
3	(EF) presión hydrostática	5 LADO(2)	Gama=1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	5 LADO(1)	Gama=-1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	4 LADO(1 4 5)	Gama=1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	4 LADO(2 3)	Gama=-1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	1A3	Gama=-1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	10 LADO(3 4)	Gama=1 00(T/m3) H=5 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	10 LADO(1 2)	Gama=-1 00(T/m3) H=5 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	9	Gama=-1 00(T/m3) H=5 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A11

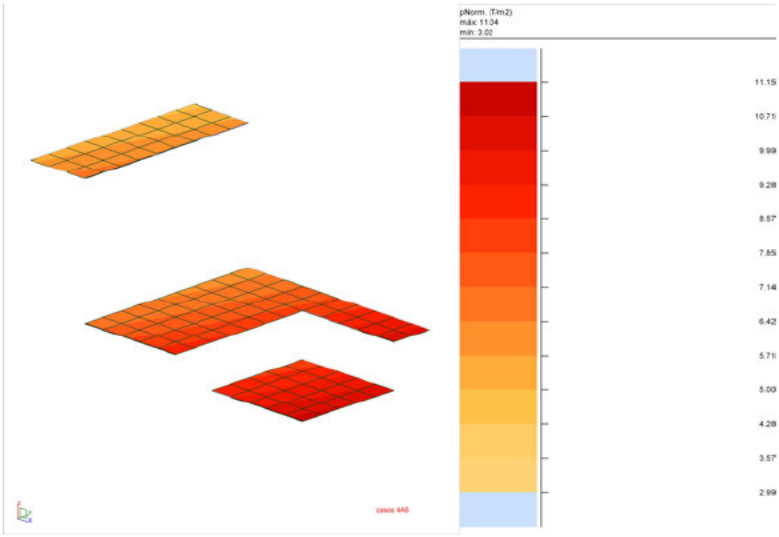
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU		(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU		(1+3)*1.00
6 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU		(1+2+3)*1.00
7 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU		1*1.00+2*1.60
8 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU		1*1.50+2*1.60
9 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU		1*1.00+3*1.60
10 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU		1*1.50+3*1.60
11 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU		1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{\max,cal} = 11.04T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0T/m^2$$

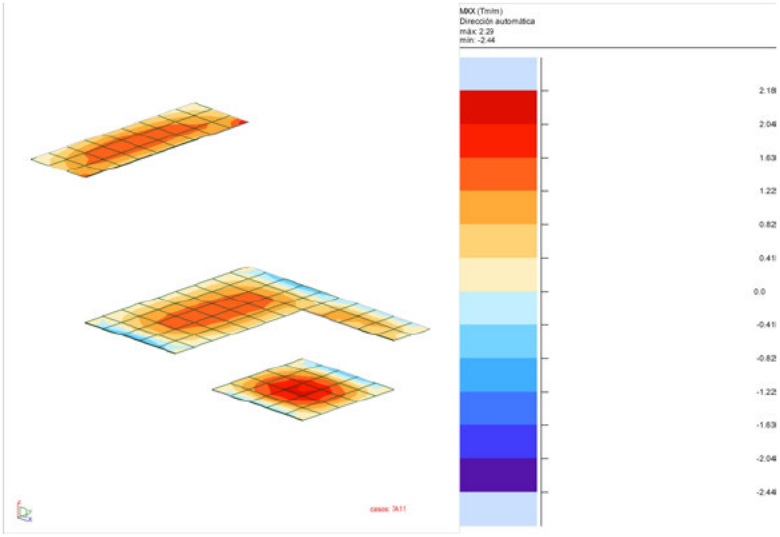
pNorm. (T/m2) casos: 4A6 (+)



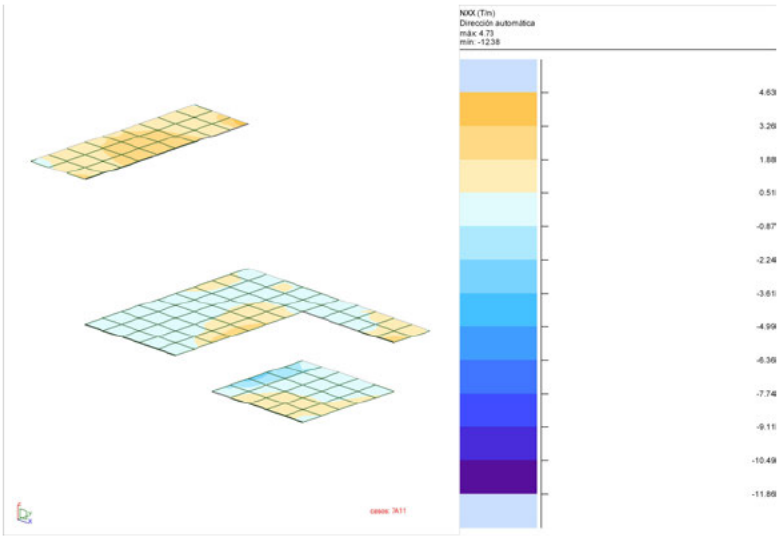
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIONES

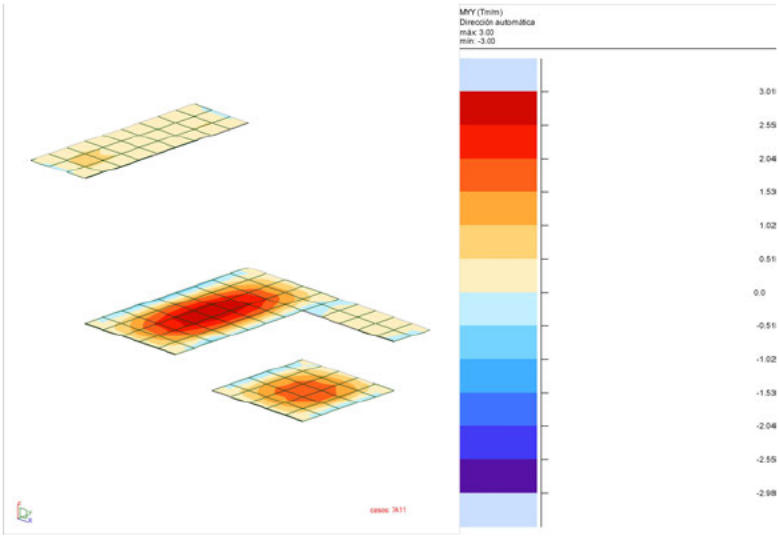
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



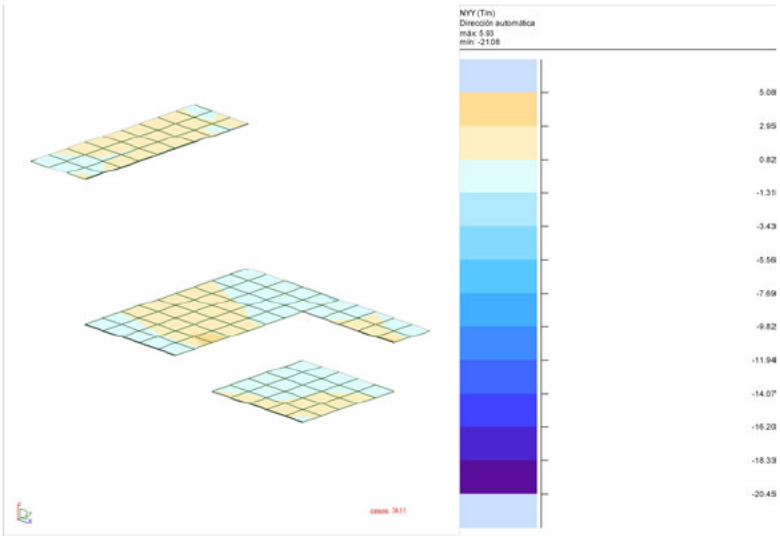
NXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



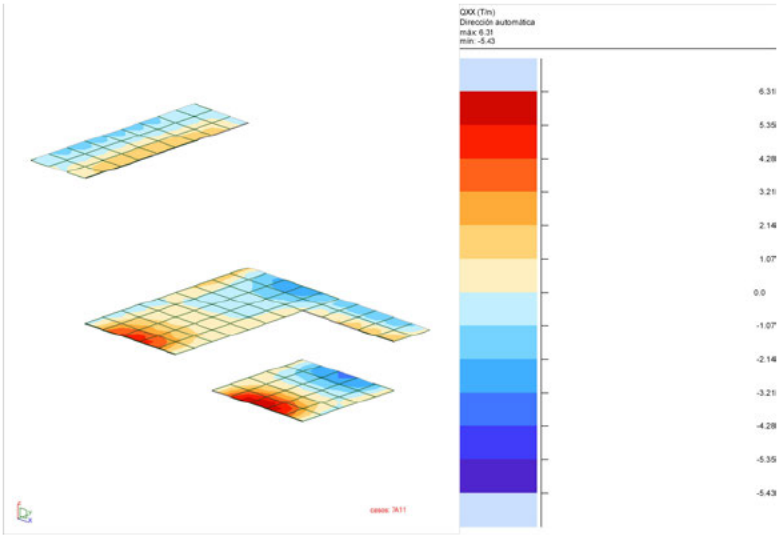
MYY (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



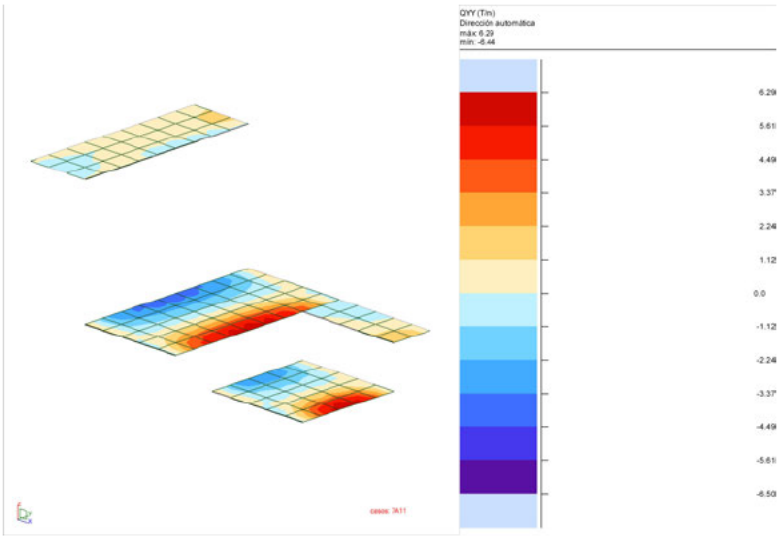
NYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)

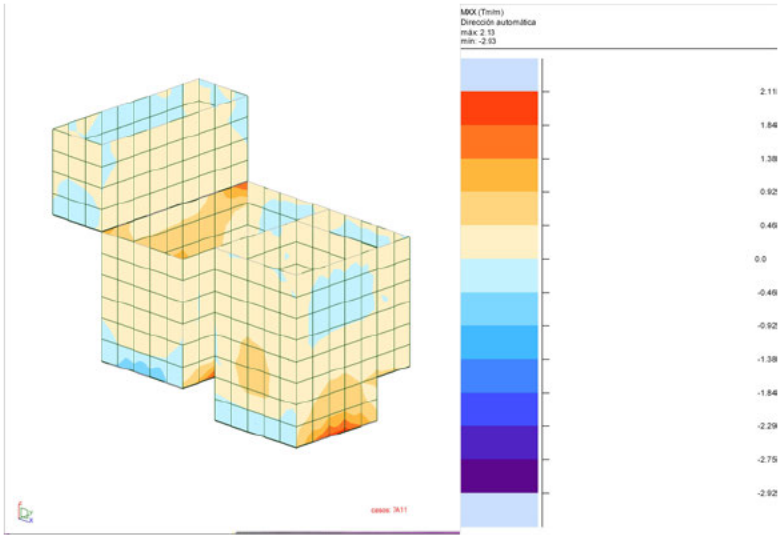


QYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)

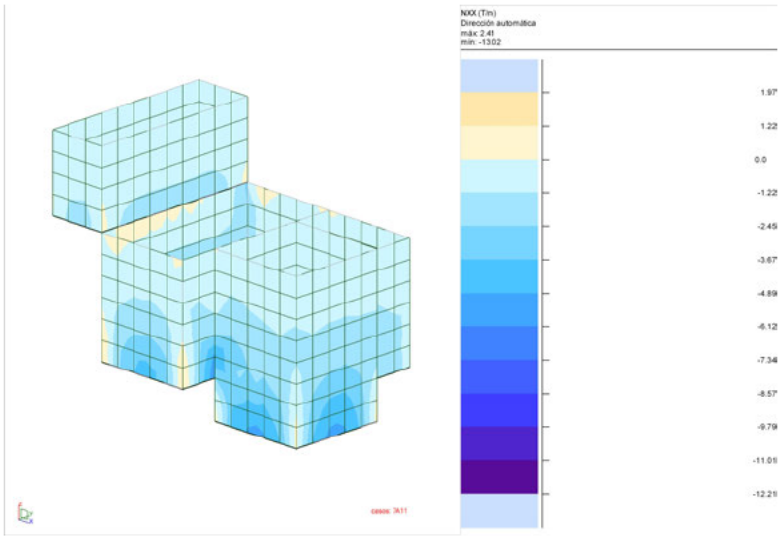


7.2. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

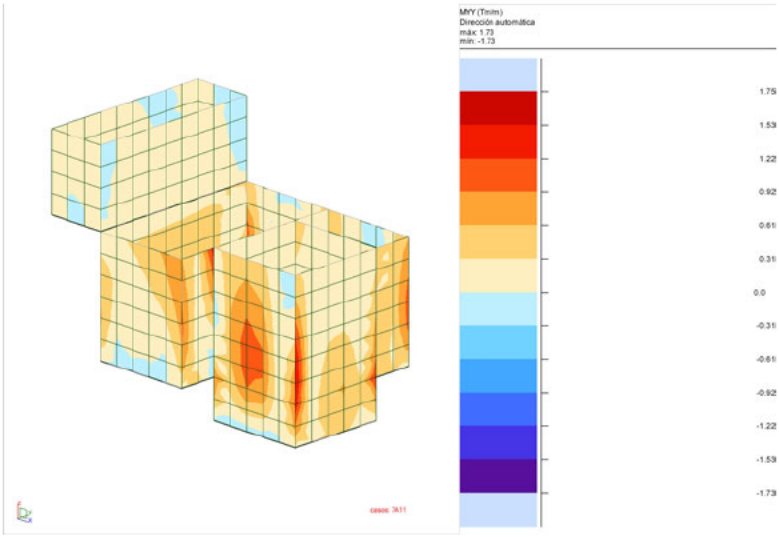
MXX (Tm/m) casos: 7A11 (+)



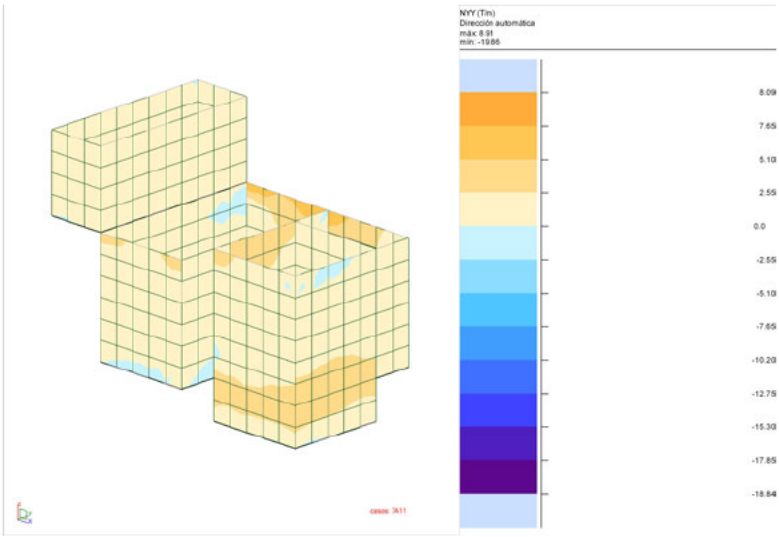
NXX (T/m) casos: 7A11 (+)



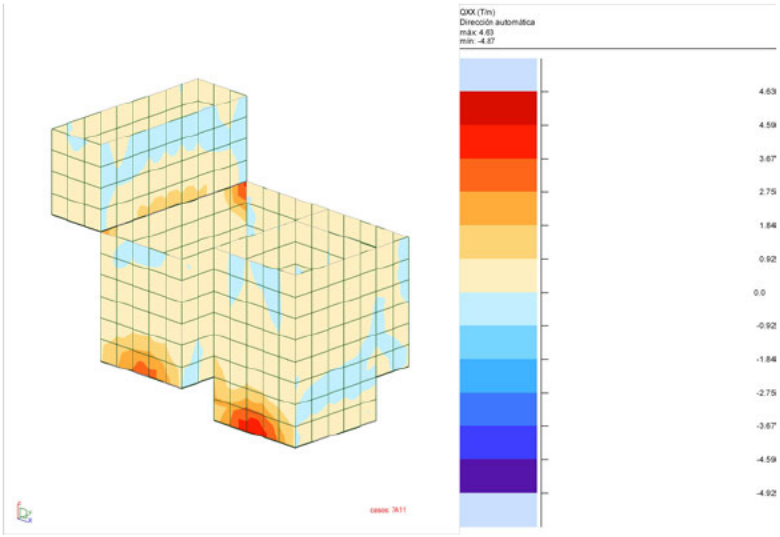
MYY (Tm/m) casos: 7A11 (+)



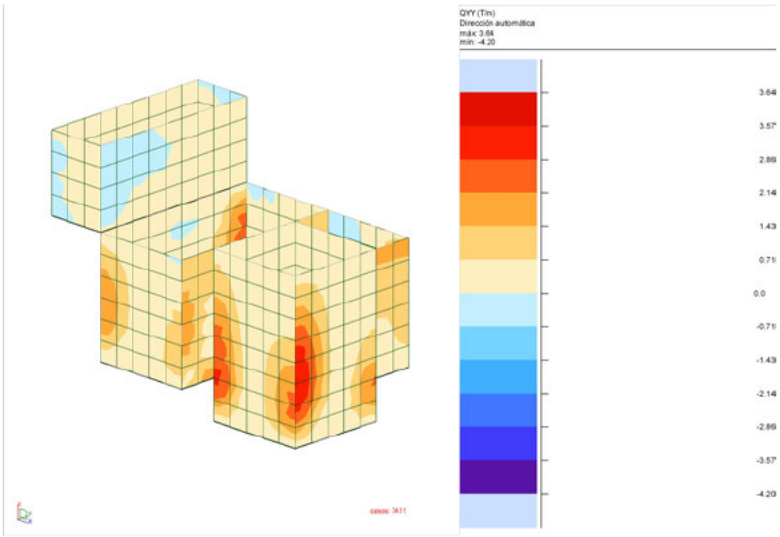
NYY (T/m) casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) casos: 7A11 (+)



QYY (T/m) casos: 7A11 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 34/ 10 (C)	1.55>>	2 94	0 15	0 90	1*1 50+3*1 60
1/ 4/ 8 (C)	-1.99<<	-0 11	-3 18	-1 43	1*1 50+2*1 60
1/ 28/ 10 (C)	1 54	2.98>>	-0 02	1 40	1*1 50+3*1 60
1/ 25/ 8 (C)	-0 34	-2.98<<	-4 04	-6 20	1*1 50+2*1 60
1/ 24/ 9 (C)	0 11	-0 91	3.05>>	2 54	1*1 00+3*1 60
1/ 18/ 8 (C)	-0 06	-1 29	-11.74<<	-20 45	1*1 50+2*1 60
1/ 18/ 9 (C)	-0 17	-0 78	2 11	5.03>>	1*1 00+3*1 60
1/ 18/ 8 (C)	-0 06	-1 29	-11 74	-20.45<<	1*1 50+2*1 60
2/ 75/ 10 (C)	2.16>>	1 88	0 00	0 01	1*1 50+3*1 60
2/ 63/ 8 (C)	-2.42<<	-0 31	-5 51	-2 80	1*1 50+2*1 60
2/ 82/ 10 (C)	2 05	2.05>>	-0 46	0 37	1*1 50+3*1 60
2/ 84/ 8 (C)	-0 10	-2.25<<	-3 70	-4 37	1*1 50+2*1 60
2/ 63/ 9 (C)	-0 51	0 10	1.89>>	2 50	1*1 00+3*1 60
2/ 63/ 8 (C)	-2 42	-0 31	-5.51<<	-2 80	1*1 50+2*1 60
2/ 63/ 10 (C)	-1 01	0 10	1 58	2.72>>	1*1 50+3*1 60
2/ 84/ 8 (C)	-0 10	-2 25	-3 70	-4.37<<	1*1 50+2*1 60
3/ 106/ 10 (C)	0.97>>	0 49	0 16	0 80	1*1 50+3*1 60
3/ 111/ 8 (C)	-1.14<<	-0 08	-3 37	-5 02	1*1 50+2*1 60
3/ 107/ 10 (C)	0 80	0.51>>	0 73	0 40	1*1 50+3*1 60
3/ 108/ 8 (C)	-0 01	-0.77<<	-4 32	-1 73	1*1 50+2*1 60
3/ 102/ 10 (C)	-0 40	-0 48	3.41>>	4 05	1*1 50+3*1 60
3/ 48/ 8 (C)	0 77	-0 47	-8.15<<	-8 16	1*1 50+2*1 60
3/ 102/ 10 (C)	-0 40	-0 48	3 41	4.05>>	1*1 50+3*1 60
3/ 48/ 8 (C)	0 77	-0 47	-8 15	-8.16<<	1*1 50+2*1 60
4_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	1.95>>	-0 31	-12 21	-8 20	1*1 50+2*1 60
4_Lado(3)/ 25/ 8 (C)	-2.92<<	-0 55	-7 40	-3 73	1*1 50+2*1 60
4_Lado(1)/ 133/ 10 (C)	0 45	1.42>>	-0 95	0 41	1*1 50+3*1 60
4_Lado(3)/ 159/ 7 (C)	-0 17	-1.27<<	-2 40	-2 76	1*1 00+2*1 60
4_Lado(3)/ 1/ 10 (C)	-0 62	-0 14	1.95>>	0 31	1*1 50+3*1 60
4_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	1 95	-0 31	-12.21<<	-8 20	1*1 50+2*1 60
4_Lado(4)/ 247/ 10 (C)	-0 41	0 07	-1 72	8.09>>	1*1 50+3*1 60
4_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	1 95	-0 31	-12 21	-8.20<<	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 84/ 8 (C)	2.11>>	0 34	-8 50	-3 88	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 63/ 8 (C)	-2.29<<	-0 36	-7 73	-2 79	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 369/ 7 (C)	0 30	1.73>>	-2 75	-4 83	1*1 00+2*1 60
5_Lado(1)/ 369/ 7 (C)	-0 27	-1.73<<	-2 77	-4 93	1*1 00+2*1 60
5_Lado(1)/ 61/ 10 (C)	-0 73	-0 16	0.72>>	1 38	1*1 50+3*1 60
5_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-0 17	-0 99	-11.46<<	-18 84	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 18/ 9 (C)	0 19	0 81	-2 45	4.73>>	1*1 00+3*1 60
5_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-0 17	-0 99	-11 46	-18.84<<	1*1 50+2*1 60

6_Lado(1)/ (C)	93/	8	1.53>>	0 29	-6 83	-2 39	1*1 50+2*1 60
6_Lado(2)/ (C)	73/	8	-1.60<<	-0 31	-5 60	-4 14	1*1 50+2*1 60
6_Lado(1)/ (C)	102/	7	-0 34	1.15>>	-3 15	-5 26	1*1 00+2*1 60
6_Lado(2)/ (C)	18/	7	0 45	-1.59<<	-6 39	-9 11	1*1 00+2*1 60
6_Lado(1)/ (C)	411/	9	-0 04	-0 47	0.36>>	2 14	1*1 00+3*1 60
6_Lado(1)/ (C)	48/	8	-1 36	0 14	-8.73<<	-7 48	1*1 50+2*1 60
6_Lado(1)/ (C)	102/	10	-0 09	-0 82	-0 57	3.23>>	1*1 50+3*1 60
6_Lado(2)/ (C)	18/	8	0 40	-1 54	-7 62	-9.72<<	1*1 50+2*1 60
7/	24/	8 (C)	0.90>>	0 30	-6 54	-4 56	1*1 50+2*1 60
7/	118/	8 (C)	-0.31<<	-0 87	-5 54	-4 27	1*1 50+2*1 60
7/	133/	10 (C)	0 14	0.35>>	-0 26	1 85	1*1 50+3*1 60
7/	118/	8 (C)	-0 31	-0.87<<	-5 54	-4 27	1*1 50+2*1 60
7/	543/	7 (C)	0 01	0 00	-0.04>>	0 25	1*1 00+2*1 60
7/	48/	8 (C)	0 35	-0 09	-8.89<<	-4 66	1*1 50+2*1 60
7/	541/	10 (C)	0 00	0 07	-0 28	4.50>>	1*1 50+3*1 60
7/	18/	8 (C)	0 58	-0 43	-7 49	-6.01<<	1*1 50+2*1 60
8/	48/	10 (C)	0.26>>	0 03	-7 54	-1 78	1*1 50+3*1 60
8/	101/	7 (C)	-0.24<<	-0 08	-2 41	-2 76	1*1 00+2*1 60
8/	543/	10 (C)	0 04	0.44>>	-0 61	1 53	1*1 50+3*1 60
8/	345/	10 (C)	-0 07	-0.39<<	-0 82	-1 91	1*1 50+3*1 60
8/	345/	7 (C)	0 04	0 21	-0.02>>	0 69	1*1 00+2*1 60
8/	48/	8 (C)	0 24	0 19	-8.27<<	-5 68	1*1 50+2*1 60
8/	330/	10 (C)	-0 07	-0 28	-1 64	1.91>>	1*1 50+3*1 60
8/	48/	8 (C)	0 24	0 19	-8 27	-5.68<<	1*1 50+2*1 60
9/	247/	8 (C)	2.09>>	0 54	-6 99	-0 92	1*1 50+2*1 60
9/	626/	8 (C)	-0.13<<	0 12	-0 42	-0 83	1*1 50+2*1 60
9/	605/	11 (C)	1 43	0.57>>	1 52	0 38	1*1 50+(2+3)*1 60
9/	598/	10 (C)	0 09	-0.31<<	3 20	1 21	1*1 50+3*1 60
9/	247/	10 (C)	0 30	0 16	4.63>>	1 35	1*1 50+3*1 60
9/	247/	7 (C)	1 94	0 49	-7.38<<	-1 10	1*1 00+2*1 60
9/	242/	11 (C)	0 47	0 19	2 92	2.15>>	1*1 50+(2+3)*1 60
9/	622/	8 (C)	-0 00	0 13	-0 10	-3.76<<	1*1 50+2*1 60
10_Lado(1)/ (C)	622/	11	0.54>>	0 12	-2 48	-1 40	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(3)/ (C)	242/	9	-0.52<<	-0 11	-1 48	-0 18	1*1 00+3*1 60
10_Lado(1)/ (C)	677/	10	0 13	0.33>>	-0 43	0 02	1*1 50+3*1 60
10_Lado(3)/ (C)	747/	11	-0 14	-0.37<<	-0 44	0 06	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(3)/ (C)	177/	7	0 21	0 00	0.72>>	0 42	1*1 00+2*1 60
10_Lado(2)/ (C)	607/	11	-0 06	-0 00	-3.39<<	-1 31	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(4)/ (C)	247/	10	0 03	0 15	-1 17	2.15>>	1*1 50+3*1 60
10_Lado(4)/ (C)	247/	7	0 08	-0 10	-0 97	-3.09<<	1*1 00+2*1 60

8.2. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 24/ 9 (C)	3.05>>	2 54	0 36	4 01	1*1 00+3*1 60
1/ 18/ 8 (C)	-11.74<<	-20 45	0 53	4 78	1*1 50+2*1 60
1/ 18/ 9 (C)	2 11	5.03>>	-0 11	3 46	1*1 00+3*1 60
1/ 18/ 8 (C)	-11 74	-20.45<<	0 53	4 78	1*1 50+2*1 60
1/ 4/ 11 (C)	-2 39	-1 52	4.78>>	-0 29	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 58/ 11 (C)	-2 81	-3 47	-4.61<<	-0 17	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 30/ 10 (C)	2 92	1 31	0 34	6.05>>	1*1 50+3*1 60
1/ 25/ 11 (C)	-3 43	-4 47	-0 41	-6.44<<	1*1 50+(2+3)*1 60
2/ 63/ 9 (C)	1.89>>	2 50	3 21	0 51	1*1 00+3*1 60
2/ 63/ 8 (C)	-5.51<<	-2 80	6 31	-0 11	1*1 50+2*1 60
2/ 63/ 10 (C)	1 58	2.72>>	5 09	0 66	1*1 50+3*1 60
2/ 84/ 8 (C)	-3 70	-4.37<<	0 13	6 29	1*1 50+2*1 60
2/ 63/ 8 (C)	-5 51	-2 80	6.31>>	-0 11	1*1 50+2*1 60
2/ 93/ 8 (C)	-2 83	-2 10	-5.43<<	0 44	1*1 50+2*1 60
2/ 84/ 8 (C)	-3 70	-4 37	0 13	6.29>>	1*1 50+2*1 60
2/ 79/ 8 (C)	-4 30	-2 31	0 46	-5.09<<	1*1 50+2*1 60
3/ 102/ 10 (C)	3.41>>	4 05	1 33	1 71	1*1 50+3*1 60
3/ 48/ 8 (C)	-8.15<<	-8 16	-1 39	-0 44	1*1 50+2*1 60
3/ 102/ 10 (C)	3 41	4.05>>	1 33	1 71	1*1 50+3*1 60
3/ 48/ 8 (C)	-8 15	-8.16<<	-1 39	-0 44	1*1 50+2*1 60
3/ 100/ 10 (C)	0 05	2 31	1.56>>	0 98	1*1 50+3*1 60
3/ 111/ 8 (C)	-3 37	-5 02	-3.94<<	-0 38	1*1 50+2*1 60
3/ 108/ 8 (C)	-4 32	-1 73	-0 90	2.42>>	1*1 50+2*1 60
3/ 54/ 8 (C)	-5 51	-5 51	-1 57	-1.72<<	1*1 50+2*1 60
4_Lado(3)/ 1/ 10 (C)	1.95>>	0 31	0 97	-0 43	1*1 50+3*1 60
4_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-12.21<<	-8 20	-4 87	2 27	1*1 50+2*1 60
4_Lado(4)/ 247/ 10 (C)	-1 72	8.09>>	-0 75	-0 49	1*1 50+3*1 60
4_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-12 21	-8.20<<	-4 87	2 27	1*1 50+2*1 60
4_Lado(3)/ 25/ 8 (C)	-7 40	-3 73	4.63>>	0 13	1*1 50+2*1 60
4_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-12 21	-8 20	-4.87<<	2 27	1*1 50+2*1 60
4_Lado(3)/ 217/ 7 (C)	-2 28	-2 76	0 04	2.48>>	1*1 00+2*1 60
4_Lado(1)/ 133/ 10 (C)	-0 95	0 41	0 64	-2.98<<	1*1 50+3*1 60
5_Lado(1)/ 61/ 10 (C)	0.72>>	1 38	1 35	0 08	1*1 50+3*1 60
5_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-11.46<<	-18 84	1 56	2 81	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 18/ 9 (C)	-2 45	4.73>>	1 21	-2 33	1*1 00+3*1 60
5_Lado(1)/ 18/ 8 (C)	-11 46	-18.84<<	1 56	2 81	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 63/ 8 (C)	-7 73	-2 79	4.28>>	-0 30	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 84/ 8 (C)	-8 50	-3 88	-3.69<<	0 33	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 369/ 7 (C)	-2 75	-4 83	-0 04	3.64>>	1*1 00+2*1 60
5_Lado(1)/ 369/ 7 (C)	-2 77	-4 93	-0 04	-3.72<<	1*1 00+2*1 60

6_Lado(1)/ (C)	411/	9	0.36>>	2 14	-0 13	-0 88	1*1 00+3*1 60
6_Lado(1)/ (C)	48/	8	-8.73<<	-7 48	-3 44	-1 14	1*1 50+2*1 60
6_Lado(1)/ (C)	102/	10	-0 57	3.23>>	-0 10	-1 62	1*1 50+3*1 60
6_Lado(2)/ (C)	18/	8	-7 62	-9.72<<	2 92	-4 17	1*1 50+2*1 60
6_Lado(2)/ (C)	18/	8	-7 62	-9 72	2.92>>	-4 17	1*1 50+2*1 60
6_Lado(1)/ (C)	48/	8	-8 73	-7 48	-3.44<<	-1 14	1*1 50+2*1 60
6_Lado(1)/ (C)	102/	7	-3 15	-5 26	-1 93	2.62>>	1*1 00+2*1 60
6_Lado(2)/ (C)	18/	7	-6 39	-9 11	2 84	-4.20<<	1*1 00+2*1 60
7/ 543/	7 (C)		-0.04>>	0 25	0 04	-0 32	1*1 00+2*1 60
7/ 48/	8 (C)		-8.89<<	-4 66	-0 95	0 17	1*1 50+2*1 60
7/ 541/	10 (C)		-0 28	4.50>>	-0 01	0 25	1*1 50+3*1 60
7/ 18/	8 (C)		-7 49	-6.01<<	-2 02	-1 73	1*1 50+2*1 60
7/ 127/	10 (C)		-1 23	2 03	0.29>>	0 13	1*1 50+3*1 60
7/ 18/	8 (C)		-7 49	-6 01	-2.02<<	-1 73	1*1 50+2*1 60
7/ 544/	10 (C)		-0 47	0 78	0 02	1.10>>	1*1 50+3*1 60
7/ 18/	7 (C)		-5 46	-5 51	-1 90	-1.75<<	1*1 00+2*1 60
8/ 345/	7 (C)		-0.02>>	0 69	-0 01	0 12	1*1 00+2*1 60
8/ 48/	8 (C)		-8.27<<	-5 68	-0 60	-0 47	1*1 50+2*1 60
8/ 330/	10 (C)		-1 64	1.91>>	-0 33	-0 42	1*1 50+3*1 60
8/ 48/	8 (C)		-8 27	-5.68<<	-0 60	-0 47	1*1 50+2*1 60
8/ 101/	7 (C)		-2 41	-2 76	0.56>>	0 67	1*1 00+2*1 60
8/ 48/	10 (C)		-7 54	-1 78	-0.76<<	0 11	1*1 50+3*1 60
8/ 102/	7 (C)		-2 16	-3 33	0 34	1.09>>	1*1 00+2*1 60
8/ 102/	10 (C)		-1 82	1 68	-0 46	-0.67<<	1*1 50+3*1 60
9/ 247/	10 (C)		4.63>>	1 35	-0 87	-0 66	1*1 50+3*1 60
9/ 247/	7 (C)		-7.38<<	-1 10	-2 66	-0 20	1*1 00+2*1 60
9/ 242/	11 (C)		2 92	2.15>>	2 05	-0 28	1*1 50+(2+3)*1 60
9/ 622/	8 (C)		-0 10	-3.76<<	-1 86	0 22	1*1 50+2*1 60
9/ 242/	8 (C)		1 29	1 90	2.10>>	-0 17	1*1 50+2*1 60
9/ 247/	8 (C)		-6 99	-0 92	-3.01<<	-0 38	1*1 50+2*1 60
9/ 598/	11 (C)		-2 51	0 31	-1 97	1.71>>	1*1 50+(2+3)*1 60
9/ 607/	11 (C)		-2 14	0 33	-0 95	-1.74<<	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(3)/ (C)	177/	7	0.72>>	0 42	-0 35	-0 07	1*1 00+2*1 60
10_Lado(2)/ (C)	607/	11	-3.39<<	-1 31	-0 10	0 02	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(4)/ (C)	247/	10	-1 17	2.15>>	0 07	0 36	1*1 50+3*1 60
10_Lado(4)/ (C)	247/	7	-0 97	-3.09<<	-0 25	-0 17	1*1 00+2*1 60
10_Lado(3)/ (C)	242/	11	-2 58	0 33	1.14>>	0 05	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(1)/ (C)	622/	11	-2 48	-1 40	-1.16<<	-0 02	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(3)/ (C)	727/	11	-0 57	0 84	-0 36	0.66>>	1*1 50+(2+3)*1 60
10_Lado(3)/ (C)	689/	11	-0 37	0 77	-0 33	-0.60<<	1*1 50+(2+3)*1 60

8.3. LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 30/ 5 (C)	1.85>>	0 81	0 18	-0 81	(1+3)*1 00
1/ 18/ 4 (C)	-7.46<<	-12 92	-0 04	-0 85	(1+2)*1 00
1/ 18/ 5 (C)	0 60	2.34>>	-0 11	-0 72	(1+3)*1 00
1/ 18/ 4 (C)	-7 46	-12.92<<	-0 04	-0 85	(1+2)*1 00
1/ 34/ 5 (C)	0 04	0 54	1.03>>	1 96	(1+3)*1 00
1/ 4/ 4 (C)	-2 04	-0 97	-1.31<<	-0 06	(1+2)*1 00
1/ 28/ 5 (C)	-0 06	0 86	1 02	1.98>>	(1+3)*1 00
1/ 25/ 4 (C)	-2 56	-3 91	-0 22	-1.93<<	(1+2)*1 00
2/ 63/ 5 (C)	0.95>>	1 73	-0 70	0 06	(1+3)*1 00
2/ 63/ 4 (C)	-3.48<<	-1 73	-1 57	-0 19	(1+2)*1 00
2/ 63/ 5 (C)	0 95	1.73>>	-0 70	0 06	(1+3)*1 00
2/ 84/ 4 (C)	-2 35	-2.77<<	-0 05	-1 47	(1+2)*1 00
2/ 75/ 5 (C)	-0 06	-0 04	1.44>>	1 26	(1+3)*1 00
2/ 63/ 4 (C)	-3 48	-1 73	-1.57<<	-0 19	(1+2)*1 00
2/ 82/ 5 (C)	-0 35	0 18	1 37	1.37>>	(1+3)*1 00
2/ 84/ 4 (C)	-2 35	-2 77	-0 05	-1.47<<	(1+2)*1 00
3/ 102/ 5 (C)	2.13>>	2 57	-0 25	-0 32	(1+3)*1 00
3/ 48/ 4 (C)	-5.24<<	-5 19	0 51	-0 31	(1+2)*1 00
3/ 102/ 5 (C)	2 13	2.57>>	-0 25	-0 32	(1+3)*1 00
3/ 48/ 4 (C)	-5 24	-5.19<<	0 51	-0 31	(1+2)*1 00
3/ 106/ 5 (C)	0 07	0 48	0.65>>	0 32	(1+3)*1 00
3/ 111/ 4 (C)	-2 14	-3 18	-0.74<<	-0 05	(1+2)*1 00
3/ 107/ 5 (C)	0 44	0 24	0 53	0.34>>	(1+3)*1 00
3/ 108/ 4 (C)	-2 71	-1 10	-0 01	-0.50<<	(1+2)*1 00
4_Lado(3)/ 55/ 5 (C)	1.29>>	0 47	-0 42	-0 09	(1+3)*1 00
4_Lado(1)/ 18/ 4 (C)	-8.08<<	-5 33	1 25	-0 21	(1+2)*1 00
4_Lado(4)/ 247/ 5 (C)	-1 16	5.19>>	-0 27	0 03	(1+3)*1 00
4_Lado(1)/ 18/ 4 (C)	-8 08	-5.33<<	1 25	-0 21	(1+2)*1 00
4_Lado(1)/ 18/ 4 (C)	-8 08	-5 33	1.25>>	-0 21	(1+2)*1 00
4_Lado(3)/ 25/ 4 (C)	-4 92	-2 41	-1.89<<	-0 36	(1+2)*1 00
4_Lado(1)/ 133/ 5 (C)	-0 63	0 30	0 30	0.94>>	(1+3)*1 00
4_Lado(1)/ 135/ 5 (C)	-0 81	-0 49	-0 38	-0.80<<	(1+3)*1 00
5_Lado(1)/ 61/ 5 (C)	0.46>>	0 91	-0 49	-0 11	(1+3)*1 00
5_Lado(1)/ 18/ 4 (C)	-7.45<<	-11 90	-0 10	-0 60	(1+2)*1 00
5_Lado(2)/ 102/ 5 (C)	-1 02	2.77>>	-0 02	-0 50	(1+3)*1 00
5_Lado(1)/ 18/ 4 (C)	-7 45	-11.90<<	-0 10	-0 60	(1+2)*1 00
5_Lado(2)/ 84/ 4 (C)	-5 67	-2 51	1.37>>	0 22	(1+2)*1 00
5_Lado(1)/ 63/ 4 (C)	-5 17	-1 77	-1.48<<	-0 24	(1+2)*1 00
5_Lado(2)/ 369/ 4 (C)	-2 23	-2 81	0 19	1.03>>	(1+2)*1 00
5_Lado(1)/ 369/ 4 (C)	-2 26	-2 96	-0 16	-1.03<<	(1+2)*1 00

6_Lado(1)/ (C)	96/	5	0.22>>	-0 60	0 26	-0 03	(1+3)*1 00
6_Lado(1)/ (C)	48/	4	-5.74<<	-4 78	-0 90	0 08	(1+2)*1 00
6_Lado(1)/ (C)	102/	5	-0 43	2.04>>	-0 06	-0 52	(1+3)*1 00
6_Lado(2)/ (C)	18/	4	-4 91	-6.15<<	0 24	-0 96	(1+2)*1 00
6_Lado(1)/ (C)	93/	4	-4 57	-1 59	1.01>>	0 19	(1+2)*1 00
6_Lado(2)/ (C)	73/	4	-3 75	-2 77	-1.05<<	-0 20	(1+2)*1 00
6_Lado(1)/ (C)	102/	4	-2 42	-3 13	-0 26	0.66>>	(1+2)*1 00
6_Lado(2)/ (C)	18/	4	-4 91	-6 15	0 24	-0.96<<	(1+2)*1 00
7/	543/	4 (C)	-0.08>>	1 03	0 03	0 03	(1+2)*1 00
7/	48/	4 (C)	-5.91<<	-3 03	0 23	-0 06	(1+2)*1 00
7/	541/	5 (C)	-0 19	3.01>>	0 00	0 05	(1+3)*1 00
7/	18/	4 (C)	-4 93	-3.82<<	0 37	-0 27	(1+2)*1 00
7/	24/	4 (C)	-4 38	-2 91	0.57>>	0 19	(1+2)*1 00
7/	118/	4 (C)	-3 67	-2 66	-0.19<<	-0 54	(1+2)*1 00
7/	133/	5 (C)	-0 17	1 26	0 09	0.23>>	(1+3)*1 00
7/	118/	4 (C)	-3 67	-2 66	-0 19	-0.54<<	(1+2)*1 00
8/	585/	4 (C)	-0.15>>	0 52	0 00	0 03	(1+2)*1 00
8/	48/	4 (C)	-5.50<<	-3 66	0 16	0 12	(1+2)*1 00
8/	330/	5 (C)	-1 11	1.20>>	-0 05	-0 18	(1+3)*1 00
8/	48/	4 (C)	-5 50	-3.66<<	0 16	0 12	(1+2)*1 00
8/	48/	5 (C)	-5 04	-1 22	0.17>>	0 02	(1+3)*1 00
8/	101/	4 (C)	-2 61	-1 79	-0.14<<	-0 05	(1+2)*1 00
8/	543/	5 (C)	-0 41	1 01	0 02	0.29>>	(1+3)*1 00
8/	345/	5 (C)	-0 54	-1 25	-0 04	-0.25<<	(1+3)*1 00
9/	247/	5 (C)	2.94>>	0 87	0 21	0 10	(1+3)*1 00
9/	247/	4 (C)	-4.32<<	-0 55	1 33	0 34	(1+2)*1 00
9/	242/	6 (C)	1 81	1.36>>	0 30	0 12	(1+2+3)*1 00
9/	622/	4 (C)	-0 06	-2.37<<	-0 00	0 09	(1+2)*1 00
9/	247/	4 (C)	-4 32	-0 55	1.33>>	0 34	(1+2)*1 00
9/	626/	4 (C)	-0 27	-0 53	-0.08<<	0 08	(1+2)*1 00
9/	605/	6 (C)	0 94	0 24	0 93	0.37>>	(1+2+3)*1 00
9/	598/	5 (C)	2 03	0 76	0 06	-0.21<<	(1+3)*1 00
10_Lado(3)/ (C)	177/	6	0.36>>	0 33	0 18	0 03	(1+2+3)*1 00
10_Lado(2)/ (C)	607/	6	-2.21<<	-0 82	-0 04	-0 00	(1+2+3)*1 00
10_Lado(4)/ (C)	247/	5	-0 79	1.36>>	0 02	0 10	(1+3)*1 00
10_Lado(4)/ (C)	247/	4	-0 99	-1.85<<	0 06	-0 05	(1+2)*1 00
10_Lado(1)/ (C)	622/	6	-1 66	-0 90	0.34>>	0 08	(1+2+3)*1 00
10_Lado(3)/ (C)	242/	6	-1 71	0 20	-0.31<<	-0 05	(1+2+3)*1 00
10_Lado(1)/ (C)	677/	5	-0 28	0 02	0 08	0.21>>	(1+3)*1 00
10_Lado(3)/ (C)	747/	6	-0 29	0 05	-0 09	-0.24<<	(1+2+3)*1 00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1. ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_{sh} \geq 0.0032 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

$A_{sv} \geq 0.0009 \cdot A_c$ (en cara de tracción)

9.2. ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES EN PAREDES DE DEPÓSITOS INFERIORES

11.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	1.950	12.210
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-2.920	7.400
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-0.620	-1.950
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	1.950	12.210
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	1.420	-0.410
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-1.270	2.760
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	0.070	-8.090
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-0.310	8.200
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	2.110	8.500
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-2.290	7.730
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-0.730	-0.720
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-0.170	11.460
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	1.730	4.830
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-1.730	4.930
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	0.810	-4.730
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-0.990	18.840

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
4.392	0.002217	0.275	127.309	0.007	-0.000054
4.400	0.002217	0.275	127.309	0.007	0.000055
0.230	0.002217	0.275	127.309	0.000	0.000055
4.392	0.002217	0.275	127.309	0.007	-0.000054
1.338	0.002217	0.275	127.309	0.002	0.000076
1.822	0.002217	0.275	127.309	0.003	0.000029
-1.548	0.002217	0.275	127.309	-0.003	0.000105
1.950	0.002217	0.275	127.309	0.003	-0.000087
3.810	0.002217	0.275	127.309	0.006	0.000000
3.836	0.002217	0.275	127.309	0.006	0.000019
0.586	0.002217	0.275	127.309	0.001	0.000046
2.462	0.002217	0.275	127.309	0.004	-0.000135
2.696	0.002217	0.275	127.309	0.004	0.000027
2.716	0.002217	0.275	127.309	0.004	0.000025
-0.136	0.002217	0.275	127.309	0.000	0.000100
4.758	0.002217	0.275	127.309	0.008	-0.000185

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053

11.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4.630	7.400
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4.870	12.210
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2.480	2.760
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2.980	-0.410
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4.280	7.730
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	3.690	8.500
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	3.640	4.830
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	3.720	4.930

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.654	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.589	13.825	0.00
1.646	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	18.239	13.825	0.00
1.662	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	16.963	13.825	0.00
1.667	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	16.535	13.825	0.00
1.654	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.634	13.825	0.00
1.653	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.738	13.825	0.00
1.659	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.242	13.825	0.00
1.658	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.256	13.825	0.00

11.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	1 29	0 42
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-8 08	1 25
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-4 92	1 89
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 234	0 5	5 19	0 03
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	0 3	0 94
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-0 49	0 8
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	0 46	0 49
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-5 67	1 37
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-5 17	1 48
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	2 77	0 5
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-2 81	1 03
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-2 96	1 03

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
23 95	32 07	10 44	4165 31	7 19	0 00000	0 001	Cumple
23 95	-188 60	29 18	364 77	4 56	0 00000	0 000	Cumple
23 95	-43 99	16 90	1914 07	17 21	0 00000	0 001	Cumple
32 63	145 16	0 84	7437 18	265 90	0 00005	0 028	Cumple
23 95	4 09	12 82	3268 27	12 44	0 00000	0 001	Cumple
23 95	-8 51	13 89	2885 81	9 54	0 00000	0 001	Cumple
23 95	11 45	12 19	3498 38	6 92	0 00000	0 001	Cumple
23 95	-84 00	20 30	1103 52	9 50	0 00000	0 001	Cumple
23 95	-65 37	18 71	1435 18	11 62	0 00000	0 001	Cumple
23 95	49 60	8 95	4750 77	10 31	0 00000	0 001	Cumple
23 95	-46 74	17 13	1847 23	9 20	0 00000	0 001	Cumple
23 95	-50 04	17 41	1768 91	8 99	0 00000	0 001	Cumple

12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIONES

12.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	1.550	-0.150
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-1.990	3.180
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.110	-3.050
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-0.060	11.740
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	5.030	0.780
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-20.450	1.290
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	1.400	-2.980
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-6.200	2.980
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	2.160	0.000
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-2.420	5.510
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-0.510	-1.890
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-2.420	5.510
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	2.720	-0.100
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-4.370	2.250
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.370	-2.050
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-4.370	2.250
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.970	-0.160
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-1.140	3.370
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-0.400	-3.410
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.770	8.150
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	4.050	0.480
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-8.160	0.470
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.400	-0.510
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-1.730	0.770
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	2.090	6.990
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-0.130	0.420
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.300	-4.630
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	1.940	7.380
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	2.150	-0.190
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	-3.760	-0.130
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	0.380	-0.570
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2	1.210	0.310

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
1.513	0.002217	0.337	190.177	0.002	0.000065
2.785	0.002217	0.337	190.177	0.004	0.000043
-0.653	0.002217	0.337	190.177	-0.001	0.000042
2.995	0.002217	0.337	190.177	0.004	-0.000142
5.225	0.002217	0.337	190.177	0.007	0.000198
20.773	0.002217	0.337	190.177	0.028	0.000840
0.655	0.002217	0.337	190.177	0.001	0.000094
6.945	0.002217	0.337	190.177	0.009	0.000219
2.160	0.002217	0.337	190.177	0.003	0.000089
3.798	0.002217	0.337	190.177	0.005	0.000032
0.038	0.002217	0.337	190.177	0.000	0.000044
3.798	0.002217	0.337	190.177	0.005	0.000032
2.695	0.002217	0.337	190.177	0.004	0.000113
4.933	0.002217	0.337	190.177	0.007	0.000152
-0.143	0.002217	0.337	190.177	0.000	0.000040
4.933	0.002217	0.337	190.177	0.007	0.000152
0.930	0.002217	0.337	190.177	0.001	0.000042
1.983	0.002217	0.337	190.177	0.003	0.000005
-0.453	0.002217	0.337	190.177	-0.001	0.000058
2.808	0.002217	0.337	190.177	0.004	-0.000068
4.170	0.002217	0.337	190.177	0.006	0.000161
8.278	0.002217	0.337	190.177	0.011	0.000332
0.273	0.002217	0.337	190.177	0.000	0.000023
1.923	0.002217	0.337	190.177	0.003	0.000062
3.838	0.002217	0.337	190.177	0.005	0.000000
0.235	0.002217	0.337	190.177	0.000	0.000000
-0.858	0.002217	0.337	190.177	-0.001	0.000069
3.785	0.002217	0.337	190.177	0.005	-0.000011
2.103	0.002217	0.337	190.177	0.003	0.000091
3.728	0.002217	0.337	190.177	0.005	0.000156
0.238	0.002217	0.337	190.177	0.000	0.000023
1.288	0.002217	0.337	190.177	0.002	0.000046

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566
0.001127	0.000540	11 27	11.27	4	20	12 566	4	20	12.566

12.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	0.360	-3.050
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	0.530	11.740
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	4.780	2.390
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-4.610	2.810
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	3.460	-5.030
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	4.780	20.450
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	6.050	-1.310
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-6.440	4.470
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	3.210	-1.890
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	6.310	5.510
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	6.310	5.510
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-5.430	2.830
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	0.660	-2.720
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	6.290	4.370
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	6.290	4.370
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-5.090	2.310
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	1.330	-3.410
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-1.390	8.150
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	1.560	-0.050
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-3.940	3.370
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	1.710	-4.050
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-0.440	8.160
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2.420	1.730
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-1.720	5.510
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-0.870	-4.630
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-2.660	7.380
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	2.100	-1.290
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-3.010	6.990
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-0.280	-2.150
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	0.220	3.760
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	1.710	-0.310
PANEL 9	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.600	0.050	0.550	-1.740	-0.330

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1 671	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	18.964	16.153	0 00
1 650	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.998	16.153	0 00
1 663	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.712	16.153	0 00
1 663	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.770	16.153	0 00
1 674	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	18.692	16.153	0 00
1 638	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	22.196	16.153	0 00
1 668	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.204	16.153	0 00
1 660	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.998	16.153	0 00
1 669	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.124	16.153	0 00
1 659	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.141	16.153	0 00
1 659	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.141	16.153	0 00
1 663	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.773	16.153	0 00
1 670	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.010	16.153	0 00
1 661	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.985	16.153	0 00
1 661	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.985	16.153	0 00
1 663	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.701	16.153	0 00
1 671	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	18.915	16.153	0 00
1 655	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.504	16.153	0 00
1 667	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.377	16.153	0 00
1 662	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.847	16.153	0 00
1 672	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	18.827	16.153	0 00
1 655	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.506	16.153	0 00
1 664	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.622	16.153	0 00
1 659	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.141	16.153	0 00
1 673	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	18.747	16.153	0 00
1 656	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.398	16.153	0 00
1 668	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.206	16.153	0 00
1 657	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	20.345	16.153	0 00
1 670	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.088	16.153	0 00
1 661	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.901	16.153	0 00
1 667	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.341	16.153	0 00
1 667	0.000000	1.000	330.000	0.002	1 603	19.338	16.153	0 00

12.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 128	0 5	1 85	0 18
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 125	0 5	0 04	1 03
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 125	0 5	0 95	0 7
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 125	0 5	-0 06	1 44
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 125	0 5	2 13	0 25
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 125	0 5	0 07	0 65
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 147	0 5	2 94	0 21
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	20	4	20	4	0 125	0 5	-4 32	1 33

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
27 24	95 48	9 29	5339 02	103 45	0 00002	0 009	Cumple
26 94	0 74	18 99	3359 04	9 52	0 00000	0 001	Cumple
26 94	22 71	16 74	3650 13	7 56	0 00000	0 001	Cumple
26 94	-0 80	19 14	3337 82	13 18	0 00000	0 001	Cumple
26 94	86 75	10 18	97 89	4 81	0 00000	0 000	Cumple
26 94	2 03	18 85	3376 84	6 06	0 00000	0 001	Cumple
29 06	109 69	7 84	5663 38	151 79	0 00003	0 014	Cumple
26 94	-92 74	28 55	2085 39	7 15	0 00000	0 001	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

3.- ARQUETA DE MEDIDA DE CAUDAL A BIOLÓGICO

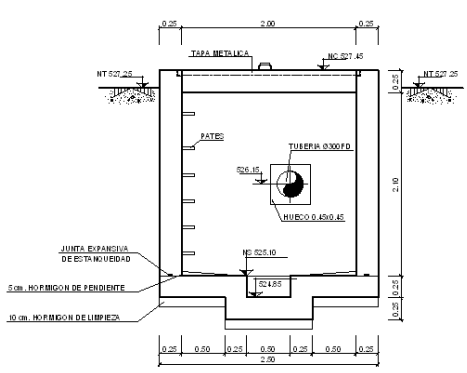
□NDICE

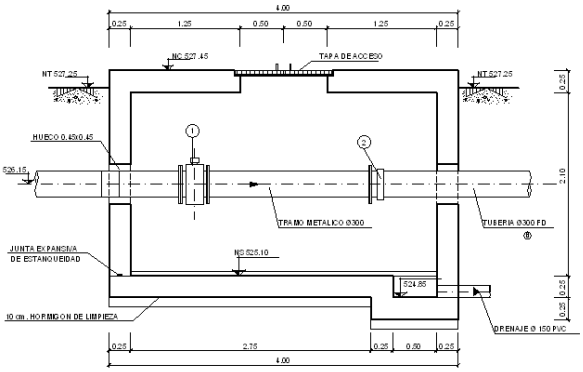
1. INTRODUCCI□N. 1
2. ACCIONES A CONSIDERAR 1
2.1. PESO PROPIO 1
2.2. PRESION DE TIERRAS 1
2.3. SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 1
2.4. SOBRECARGAS DE USO. 2
3. DISCRETIZACI□N DE LA ESTRUCTURA. 2
4. ACCIONES DE C□LCULO 3
5. COMBINACI□N DE ACCIONES. 3
6. COMPROBACI□N DE LA CIMENTACI□N. 4
7. GR□FICOS DE ESFUERZOS. 5
7.1. GR□FICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACI□N 5
7.2. GR□FICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 8
7.3. GR□FICOS ESFUERZOS ELU – LOSA SUPERIOR. 10
8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 13
8.1. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLE□I□N. 13
8.2. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 13
8.3. LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 14
9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 15
9.1. ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLE□I□N. 15
9.2. ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE. 15
10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACI□N. 16
11. COMPROBACIONES 17
11.1. AGOTAMIENTO POR FLE□I□N 17
11.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 18
11.3. ESTADO L□MITE DE FISURACI□N. 19

1. INTRODUCCIÓN.

La arqueta de medida de caudal al biológico tiene una altura de 2.35 metros y unas dimensiones en planta de 2.50 x 4.00 metros.

Las paredes de la arqueta tienen un espesor de 0.25 metros, la solera tiene 0.25 metros de canto y la losa superior tiene también 0.25 metros.





2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1. PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m3.

2.2. PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,0 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 2.15 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.3. SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

2.4. SOBRECARGAS DE USO.

Se considera una sobrecarga de 4,0 KN/m2 actuando sobre la losa superior.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional de la arqueta.

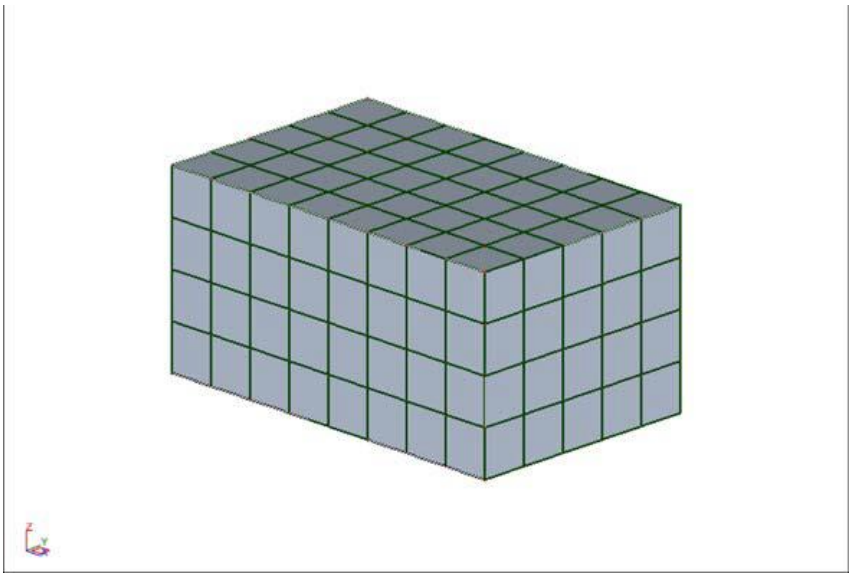
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP25	2 3	HA - 30	constante	25.000	0.0	2693070.52	0.20
ESP25_KZ	1	HA - 30	constante	25.000	2000.00	2693070.52	0.20

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1A7

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A3	PZ Menos Coef=1.00	PP
2	(EF) presión hydrostática	2_LADO(1 4)	P=0.50(T/m2) Gama=2.00(T/m3) H=2.000(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	2_LADO(2 3)	P=-0.50(T/m2) Gama=-2.00(T/m3) H=2.000(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
3	(EF) uniforme	3	PZ=-0.40(T/m2)	SOBRECARGA

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A7

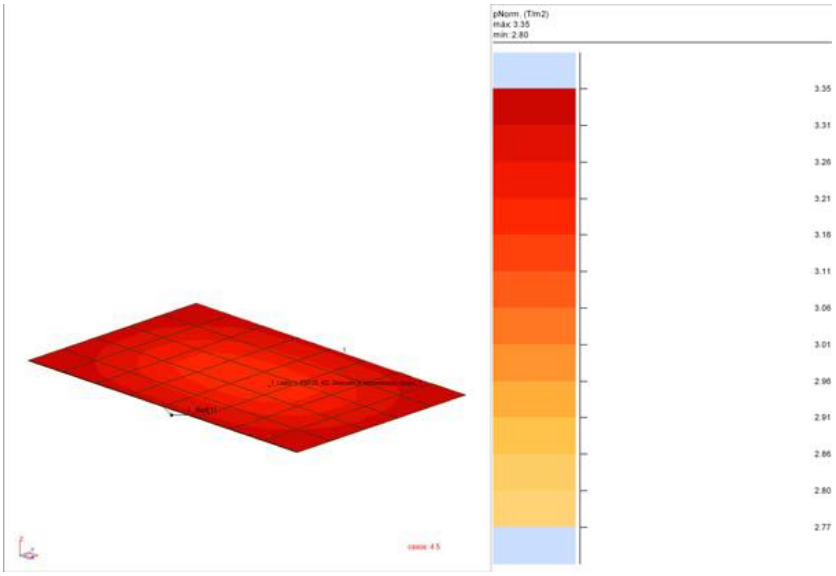
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3)*1.00
6 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+2*1.60
7 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{max,cal} = 3{,}35\, T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0\ T/m^2$$

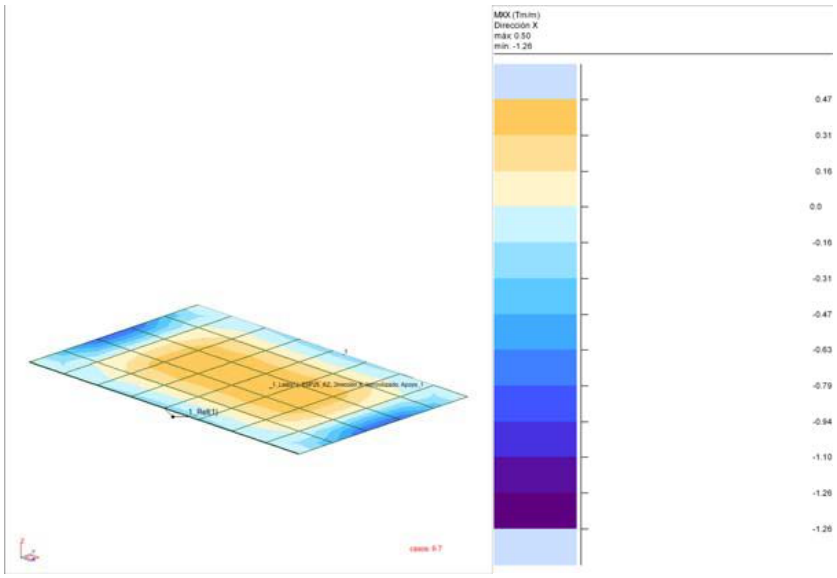
pNorm. (T/m2) casos: 4 5 (+)



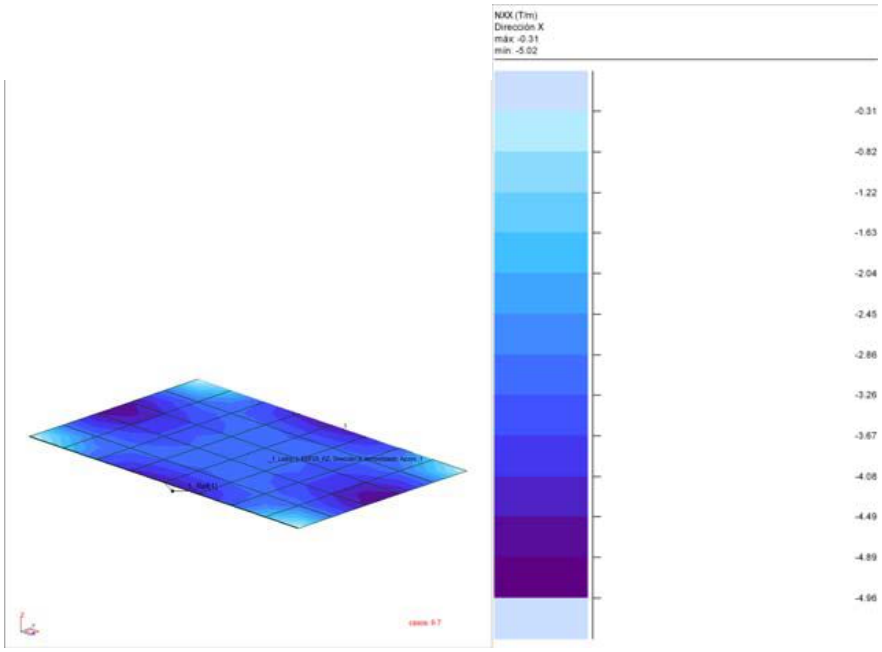
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

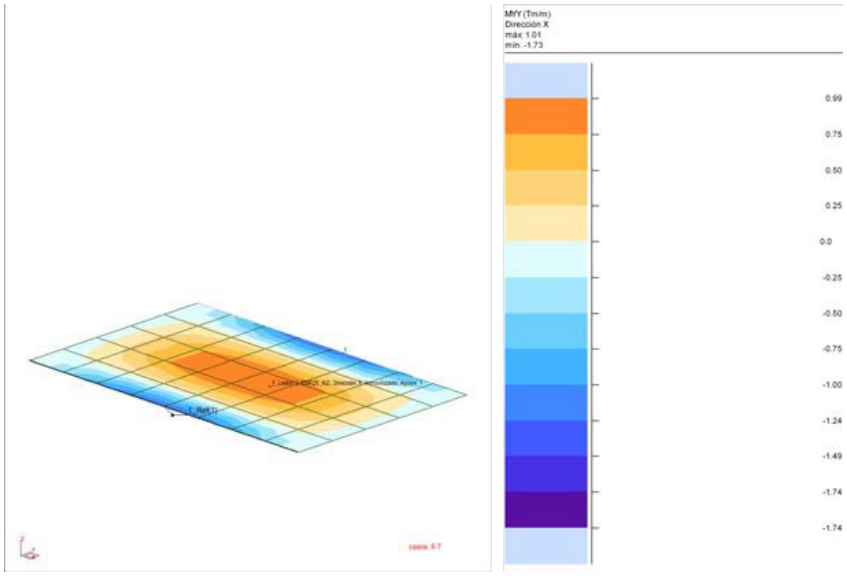
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



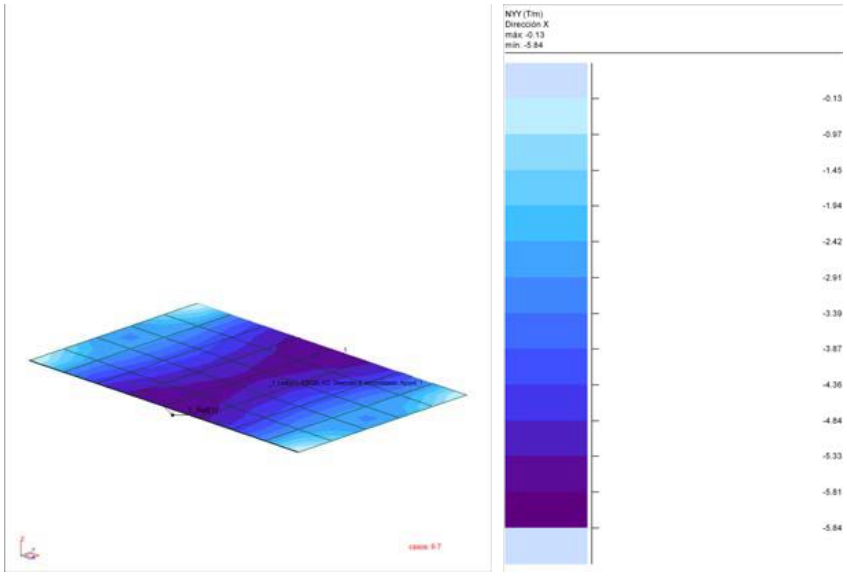
NXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



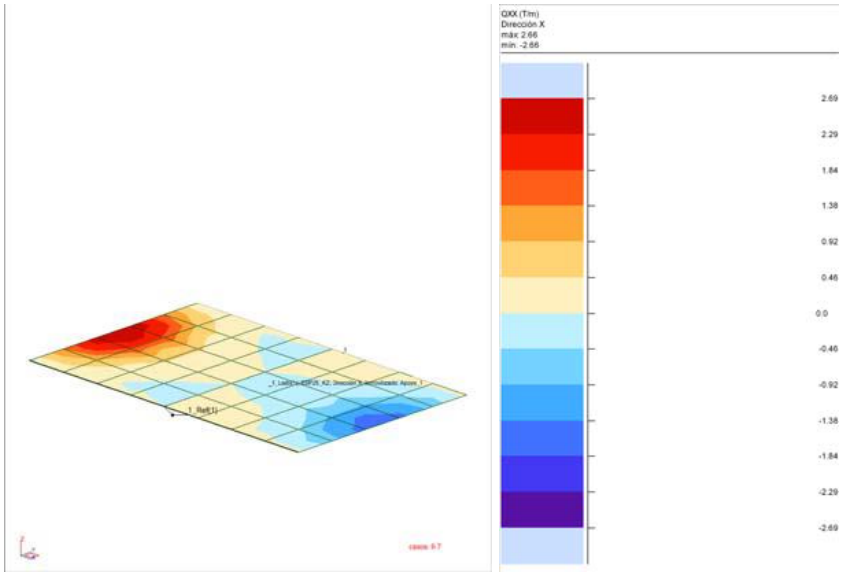
NXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



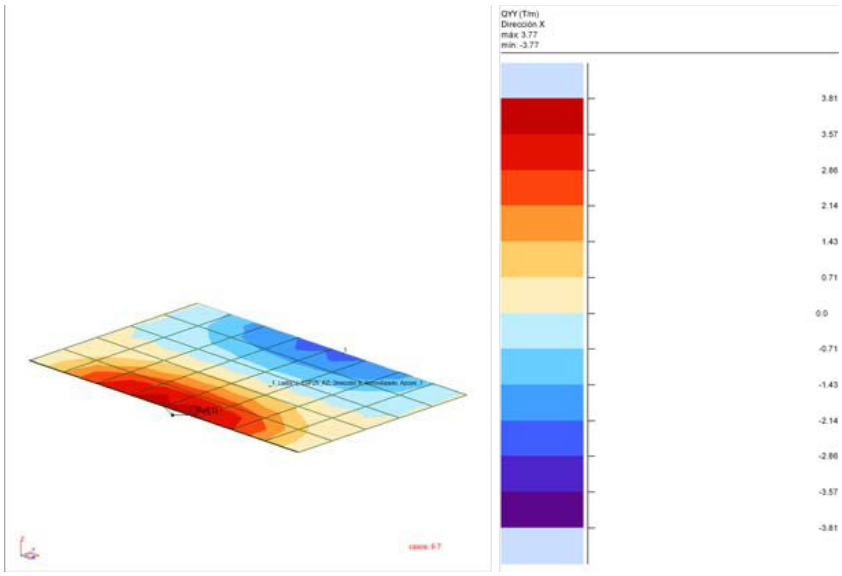
NYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)

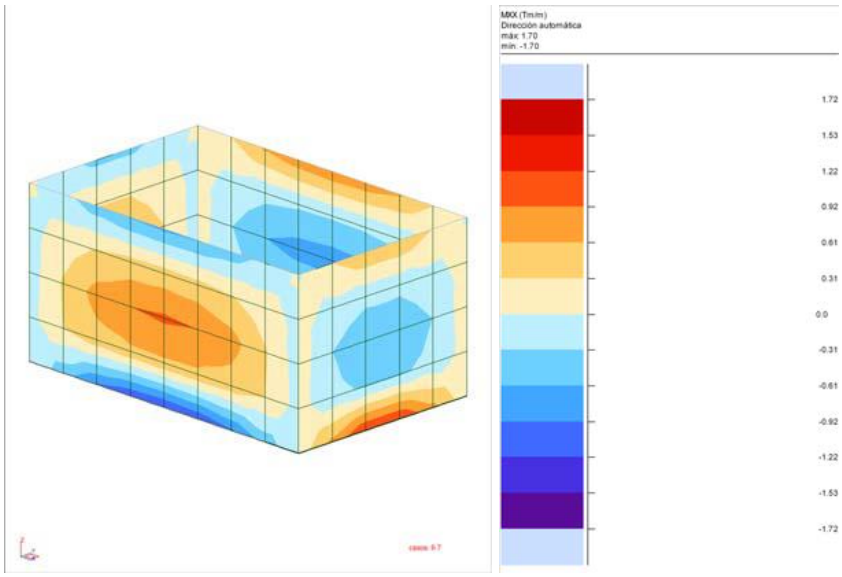


QYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)

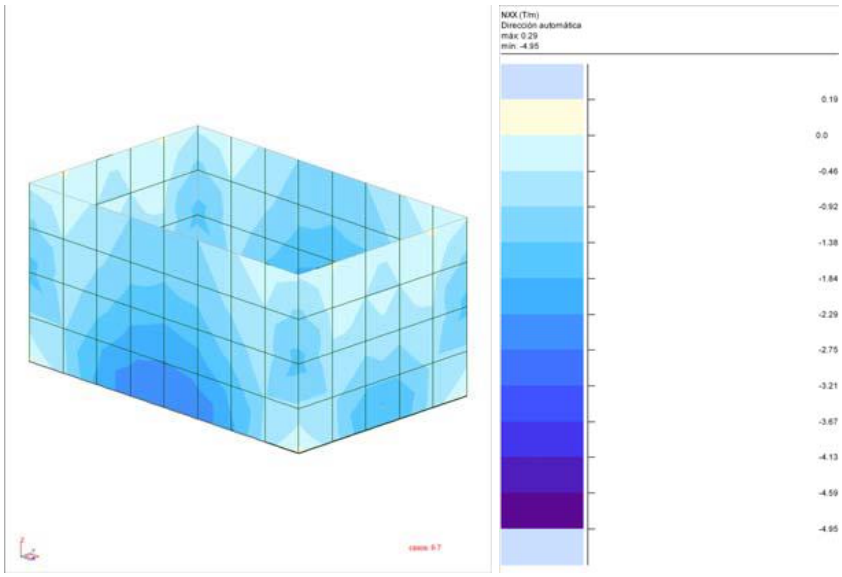


7.2. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

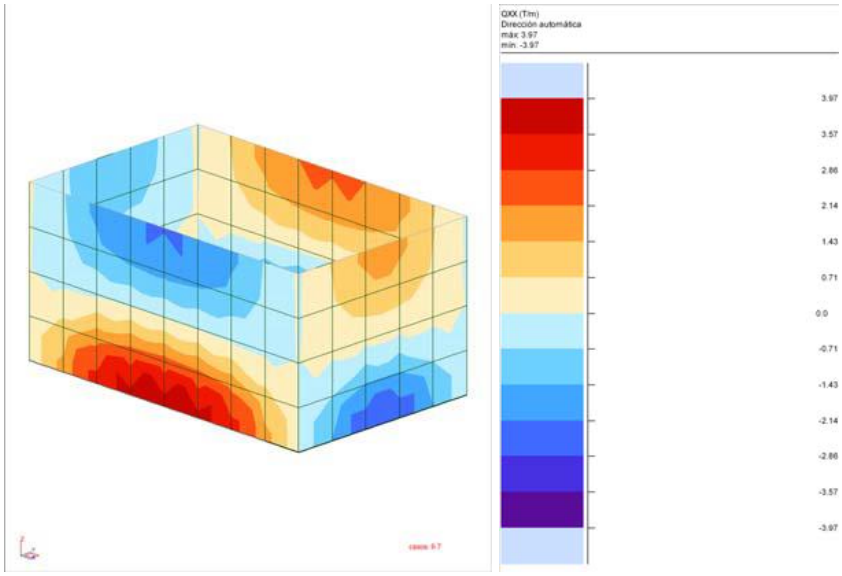
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)



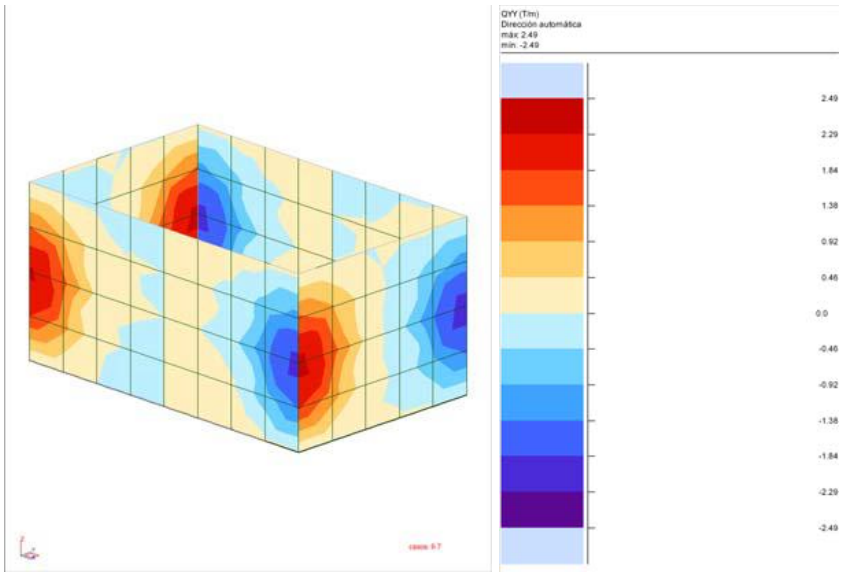
NXX (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)

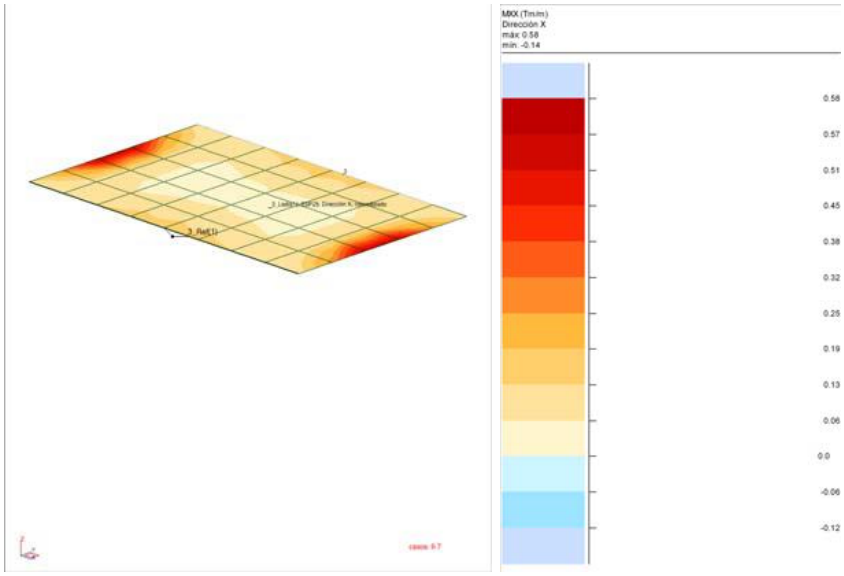


QYY (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)

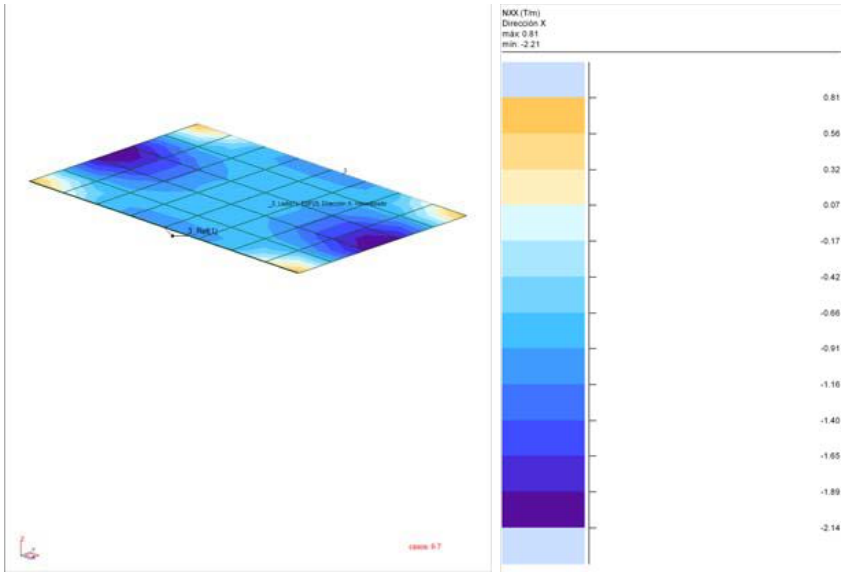


7.3. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – LOSA SUPERIOR.

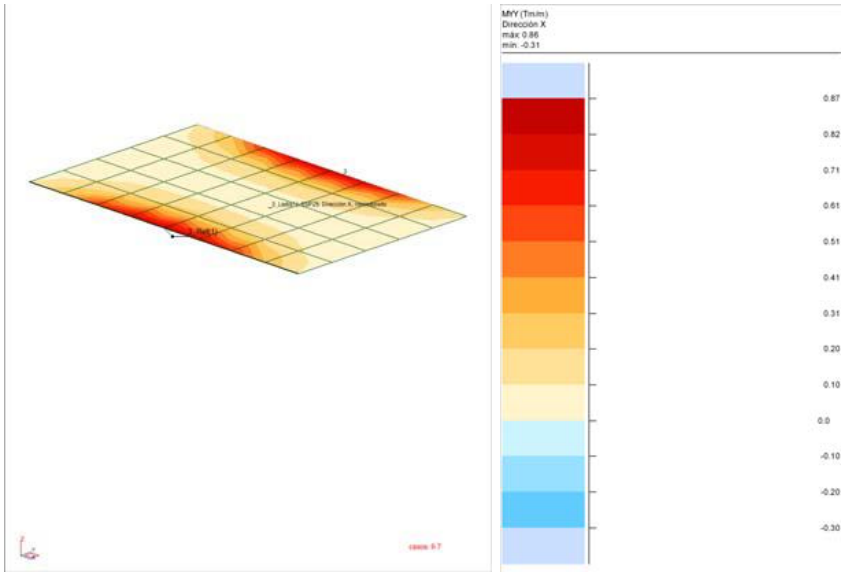
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



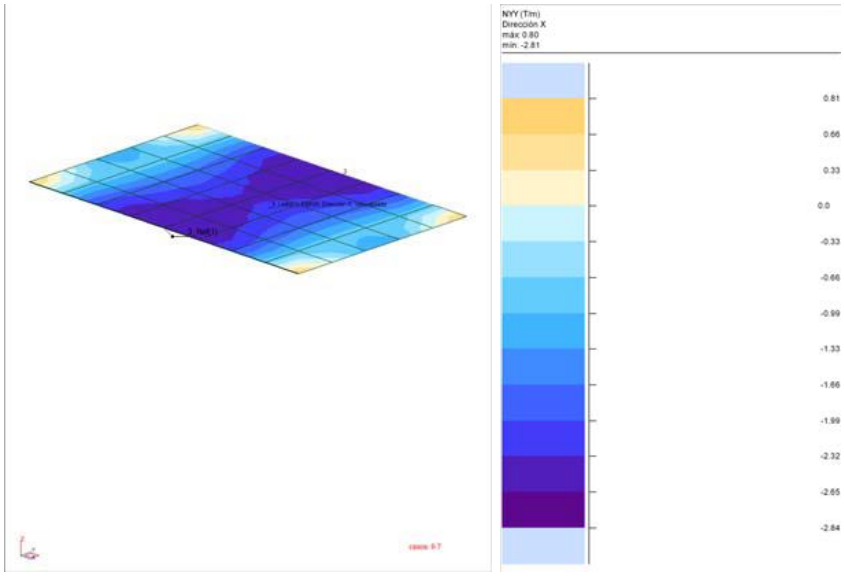
NXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



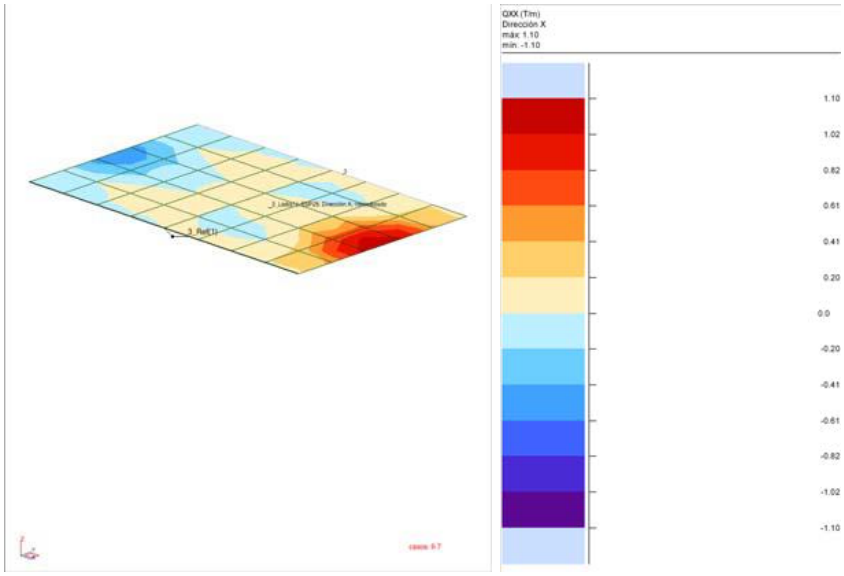
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



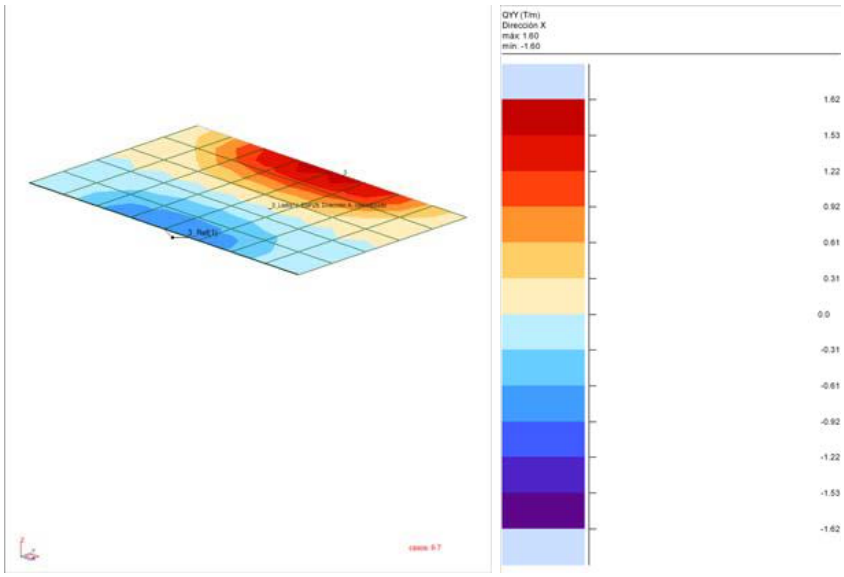
NYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



QYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 24/ 7 (C)	0.47>>	0.93	-3.51	-5.32	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 27/ 7 (C)	-1.26<<	-0.22	-4.89	-3.24	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 23/ 7 (C)	0.46	0.99>>	-3.38	-5.61	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 50/ 7 (C)	-0.33	-1.73<<	-4.66	-5.84	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 46/ 6 (C)	-0.06	-0.06	-0.31>>	-0.13	1*1.00+2*1.60
1/ 36/ 7 (C)	-1.26	-0.22	-4.89<<	-3.24	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 46/ 6 (C)	-0.06	-0.06	-0.31	-0.13>>	1*1.00+2*1.60
1/ 5/ 7 (C)	-0.33	-1.73	-4.66	-5.84<<	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(2)/ 126/ 6 (C)	1.06>>	0.18	-3.84	-2.02	1*1.00+2*1.60
2_Lado(4)/ 121/ 6 (C)	-1.06<<	-0.18	-3.84	-2.02	1*1.00+2*1.60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	0.33	1.70>>	-4.44	-4.95	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-0.33	-1.70<<	-4.44	-4.95	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 55/ 7 (C)	-0.02	0.01	0.30>>	-0.35	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-0.33	-1.70	-4.44<<	-4.95	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(2)/ 54/ 7 (C)	0.06	0.09	-0.55	0.19>>	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	0.33	1.70	-4.44	-4.95<<	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 81/ 7 (C)	0.58>>	0.10	-2.12	-1.44	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 76/ 7 (C)	-0.12<<	-0.28	-0.97	-2.25	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 59/ 7 (C)	0.18	0.86>>	-1.03	-2.65	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 77/ 7 (C)	-0.12	-0.30<<	-0.86	-2.42	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 55/ 6 (C)	0.10	0.10	0.81>>	0.80	1*1.00+2*1.60
3/ 73/ 7 (C)	0.58	0.10	-2.12<<	-1.44	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 108/ 6 (C)	0.10	0.10	0.81	0.80>>	1*1.00+2*1.60
3/ 104/ 6 (C)	0.13	0.64	-1.39	-2.81<<	1*1.00+2*1.60

8.2. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 46/ 6 (C)	-0.31>>	-0.13	0.02	-0.02	1*1.00+2*1.60
1/ 36/ 7 (C)	-4.89<<	-3.24	-2.66	0.02	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 46/ 6 (C)	-0.31	-0.13>>	0.02	-0.02	1*1.00+2*1.60
1/ 5/ 7 (C)	-4.66	-5.84<<	0.00	3.77	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 19/ 7 (C)	-4.89	-3.24	2.66>>	-0.02	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 27/ 7 (C)	-4.89	-3.24	-2.66<<	-0.02	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 5/ 7 (C)	-4.66	-5.84	0.00	3.77>>	1*1.50+(2+3)*1.60
1/ 50/ 7 (C)	-4.66	-5.84	-0.00	-3.77<<	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 55/ 7 (C)	0.30>>	-0.35	-0.02	-0.06	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-4.44<<	-4.95	0.00	-3.97	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(2)/ 54/ 7 (C)	-0.55	0.19>>	0.05	0.19	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	-4.44	-4.95<<	-0.00	3.97	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 121/ 6 (C)	-3.84	-2.02	2.40>>	0.01	1*1.00+2*1.60
2_Lado(2)/ 126/ 6 (C)	-3.84	-2.02	-2.40<<	-0.01	1*1.00+2*1.60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	-4.44	-4.95	-0.00	3.97>>	1*1.50+(2+3)*1.60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-4.44	-4.95	0.00	-3.97<<	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 55/ 6 (C)	0.81>>	0.80	-0.17	-0.15	1*1.00+2*1.60
3/ 73/ 7 (C)	-2.12<<	-1.44	-1.10	-0.03	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 108/ 6 (C)	0.81	0.80>>	0.17	0.15	1*1.00+2*1.60
3/ 104/ 6 (C)	-1.39	-2.81<<	-0.00	0.80	1*1.00+2*1.60
3/ 90/ 7 (C)	-2.12	-1.44	1.10>>	0.03	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 82/ 7 (C)	-2.12	-1.44	-1.10<<	0.03	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 104/ 7 (C)	-1.03	-2.65	-0.00	1.60>>	1*1.50+(2+3)*1.60
3/ 59/ 7 (C)	-1.03	-2.65	0.00	-1.60<<	1*1.50+(2+3)*1.60

8.3. LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 46/ 4 (C)	-0.40>>	-0.32	-0.01	-0.01	(1+2)*1.00
1/ 36/ 5 (C)	-3.08<<	-2.06	-0.82	-0.15	(1+2+3)*1.00
1/ 46/ 4 (C)	-0.40	-0.32>>	-0.01	-0.01	(1+2)*1.00
1/ 5/ 4 (C)	-2.97	-3.67<<	-0.19	-1.02	(1+2)*1.00
1/ 24/ 5 (C)	-2.23	-3.34	0.32>>	0.62	(1+2+3)*1.00
1/ 27/ 5 (C)	-3.08	-2.06	-0.82<<	-0.15	(1+2+3)*1.00
1/ 23/ 5 (C)	-2.15	-3.53	0.31	0.67>>	(1+2+3)*1.00
1/ 50/ 5 (C)	-2.94	-3.67	-0.21	-1.12<<	(1+2+3)*1.00
2_Lado(4)/ 55/ 4 (C)	0.20>>	-0.38	-0.01	0.02	(1+2)*1.00
2_Lado(4)/ 5/ 5 (C)	-2.83<<	-3.26	-0.21	-1.10	(1+2+3)*1.00
2_Lado(2)/ 54/ 5 (C)	-0.35	0.18>>	0.04	0.06	(1+2+3)*1.00
2_Lado(2)/ 50/ 5 (C)	-2.83	-3.26<<	0.21	1.10	(1+2+3)*1.00
2_Lado(2)/ 126/ 4 (C)	-2.16	-1.08	0.59>>	0.10	(1+2)*1.00
2_Lado(4)/ 121/ 4 (C)	-2.16	-1.08	-0.59<<	-0.10	(1+2)*1.00
2_Lado(2)/ 50/ 5 (C)	-2.83	-3.26	0.21	1.10>>	(1+2+3)*1.00
2_Lado(4)/ 5/ 5 (C)	-2.83	-3.26	-0.21	-1.10<<	(1+2+3)*1.00
3/ 55/ 4 (C)	0.43>>	0.32	0.05	0.05	(1+2)*1.00
3/ 73/ 5 (C)	-1.33<<	-0.92	0.37	0.07	(1+2+3)*1.00
3/ 108/ 4 (C)	0.43	0.32>>	0.05	0.05	(1+2)*1.00
3/ 104/ 5 (C)	-0.60	-1.64<<	0.11	0.54	(1+2+3)*1.00
3/ 81/ 5 (C)	-1.33	-0.92	0.37>>	0.07	(1+2+3)*1.00
3/ 76/ 5 (C)	-0.60	-1.39	-0.08<<	-0.19	(1+2+3)*1.00
3/ 59/ 5 (C)	-0.60	-1.64	0.11	0.54>>	(1+2+3)*1.00
3/ 77/ 5 (C)	-0.53	-1.49	-0.08	-0.20<<	(1+2+3)*1.00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1. ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0{,}04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_s \geq 0.0032 \cdot A$ (a repartir entre ambas caras)

$A_s \geq 0.0009 \cdot A$ (en cara de tracción)

9.2. ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES

11.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.470	3.510
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-1.260	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.990	5.610
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-1.730	5.840
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-0.060	0.310
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-1.260	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-0.060	0.130
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-1.730	5.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	1.060	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	-1.060	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	1.700	4.950
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	-1.700	4.950
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	-0.020	-0.300
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	-0.330	4.440
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	0.090	-0.190
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	4	1.700	4.950
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.580	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-0.120	0.970
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.860	2.650
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	-0.300	2.420
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.100	-0.810
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.580	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.100	-0.800
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2	0.640	2.810

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
0.733	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000004
1.627	0.002217	0.122	25.147	0.006	0.000075
1.411	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000034
2.168	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000117
0.083	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000002
1.627	0.002217	0.122	25.147	0.006	0.000075
0.070	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000005
2.168	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000117
1.348	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000067
1.348	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000067
2.071	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
2.071	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
-0.003	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000006
0.663	0.002217	0.122	25.147	0.002	-0.000025
0.076	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000013
2.071	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
0.739	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000036
0.193	0.002217	0.122	25.147	0.001	0.000000
1.059	0.002217	0.122	25.147	0.004	0.000061
0.482	0.002217	0.122	25.147	0.002	0.000000
0.039	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000023
0.739	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000036
0.040	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000023
0.851	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000033

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655

11.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.660	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.660	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.770	5.840
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.770	5.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.400	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.400	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.970	4.950
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.970	4.950
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.100	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.100	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.600	2.650
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.600	2.650

K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.789	7.669	0.00
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.789	7.669	0.00
1.647	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.903	7.669	0.00
1.647	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.903	7.669	0.00
1.654	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.663	7.669	0.00
1.654	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.663	7.669	0.00
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.796	7.669	0.00
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.796	7.669	0.00
1.660	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.457	7.669	0.00
1.660	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.457	7.669	0.00
1.658	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.520	7.669	0.00
1.658	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.520	7.669	0.00

11.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-2.23	0.32
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-3.08	0.82
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-3.53	0.67
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-3.67	1.12
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-2.16	0.59
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-3.26	1.1
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-1.33	0.37
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	-1.64	0.2

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20.76	-49.99	7.17	1154.97	4.16	0.00000	0.000	Cumple
20.76	-21.59	5.75	2353.49	16.88	0.00000	0.001	Cumple
20.76	-33.41	6.34	1788.44	11.40	0.00000	0.001	Cumple
20.76	-18.29	5.58	2523.91	24.33	0.00000	0.002	Cumple
20.76	-20.92	5.71	2387.70	12.28	0.00000	0.001	Cumple
20.76	-16.24	5.48	2632.39	24.71	0.00000	0.002	Cumple
20.76	-20.45	5.69	2411.48	7.76	0.00000	0.001	Cumple
20.76	-65.00	7.93	770.40	2.02	0.00000	0.000	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

4.- REACTOR BIOLÓGICO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. ACCIONES A CONSIDERAR 3

2.1 PESO PROPIO 3

2.2 PRESION DE AGUA 3

2.3 PRESION DE TIERRAS 3

2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 3

2.5 CARGA TRANSMITIDA POR LA PASARELA. 4

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA. 4

4. ACCIONES DE CÁLCULO 5

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES 6

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN. 6

7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS. 8

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN 8

7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 11

8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 14

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 14

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 15

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 16

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 17

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN. 17

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE 17

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN 18

11. COMPROBACIONES EN PARED EXTERIOR (TRAMO RECTO) 19

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 19

11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 21

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 22

12. COMPROBACIONES EN PARED EXTERIOR (TRAMO CURVO) 23

12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 23

12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE 24

12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 25

13. COMPROBACIONES EN PARED EXTERIOR (CIMENTACIÓN) 27

13.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 27

13.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE 29

13.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 30

ANEXO: CÁLCULO DE PASARELA Y ESCALERA 31

CÁLCULO DE LA PASARELA 32

1. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA 32

2. ACCIONES DE CÁLCULO 32

3. COMBINACIÓN DE ACCIONES 33

4. GRÁFICOS DE ESFUERZOS EN E.L.U. 34

5. GRÁFICOS DE ESFUERZOS EN E.L.S. 38

6. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU FLEXIÓN. 40

7. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU CORTANTE. 41

8. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELS FISURACIÓN. 42

CÁLCULO DE LA ESCALERA 43

1. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA 43

2. ACCIONES DE CÁLCULO 43

3. COMBINACIÓN DE ACCIONES 44

4. GRÁFICOS DE ESFUERZOS EN E.L.U. 45

4.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 48

4.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 49

4.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. – ABERTURA DE FISURA. 50

5. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU FLEXIÓN. 51

6. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU CORTANTE. 52

7. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELS FISURACIÓN. 53

8. CIMENTACIÓN 54

8.1 ESFUERZOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA 54
8.2 CIMENTACIONES RÍGIDAS 55
8.2.1 Comprobación de estabilidad a deslizamiento 56
8.2.2 Comprobación de estabilidad a vuelco 56
8.2.3 Tensiones en el terreno 56
8.2.4 Armadura 57

ANEXO: CÁLCULO DE LA ARQUETA DE ENTRADA 60

1. INTRODUCCIÓN 61

2. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA 61

3. ACCIONES DE CÁLCULO 62

4. COMBINACIÓN DE ACCIONES 62

5. GRÁFICOS DE ESFUERZOS 63
5.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 70
5.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 71
5.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. - FISURACIÓN. 72

6. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU FLEXIÓN. 73

7. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU CORTANTE. 74

8. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELS ABERTURA DE FISURA. 75

9. ESQUEMA DE ARMADURA. 75

1. INTRODUCCIÓN.

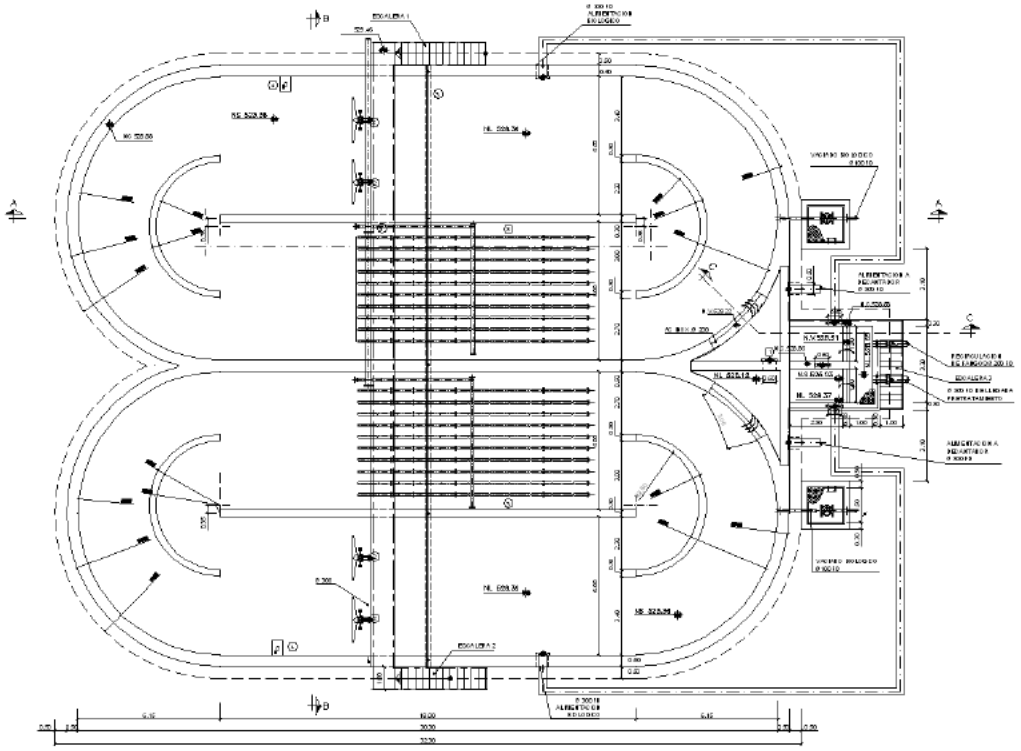
El reactor biológico está formado por dos depósitos adyacentes con un tramo recto de 18.00 metros y cierre con semicírculos de radio 8.00 metros aproximadamente.

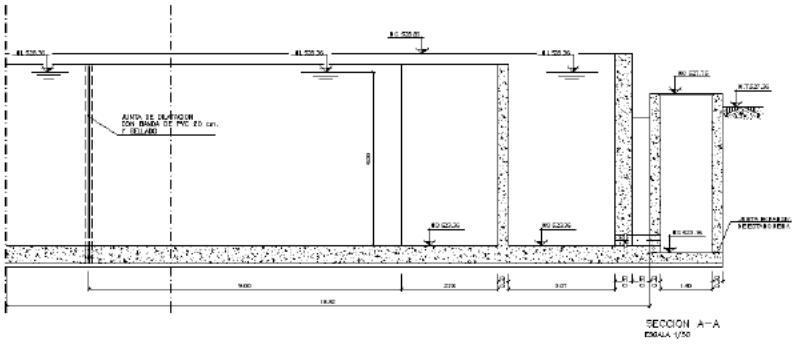
El reactor presenta a mitad de longitud una junta de dilatación de PVC.

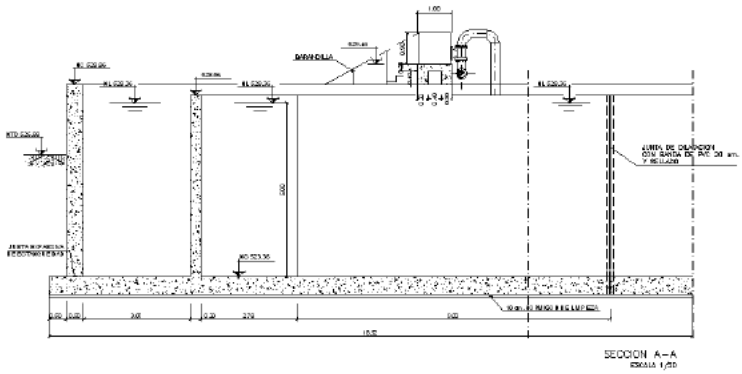
La losa de cimentación tiene 0.50 metros de canto, al igual que los muros exteriores de cierre y el muro central adyacente a los dos depósitos.

Para recircular el agua tiene muros internos de 30 cm de espesor.

Sobre el muro se apoya una pasarela de hormigón armado y sección en U invertida, que se calcula en el Anexo final del presente documento. Así mismo también se incluye el cálculo de las escaleras de acceso a la pasarela y la arqueta de entrada de agua al reactor.




SECCION A-A
ESCALA 1/50


SECCION A-A
ESCALA 1/50

2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1 PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2 PRESION DE AGUA

Se tiene en cuenta como un fluido de peso específico 10 KN/m^3.

La altura máxima de aguas en el interior del depósito es de 5.00 metros.

2.3 PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,00 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,500.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 4.00 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m^2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,500.

2.5 CARGA TRANSMITIDA POR LA PASARELA.

Se tiene en cuenta la carga que transmite en apoyos la pasarela al muro del espesador, afectando a ésta de una sobrecarga de 4 KN/m^2.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional del depósito.

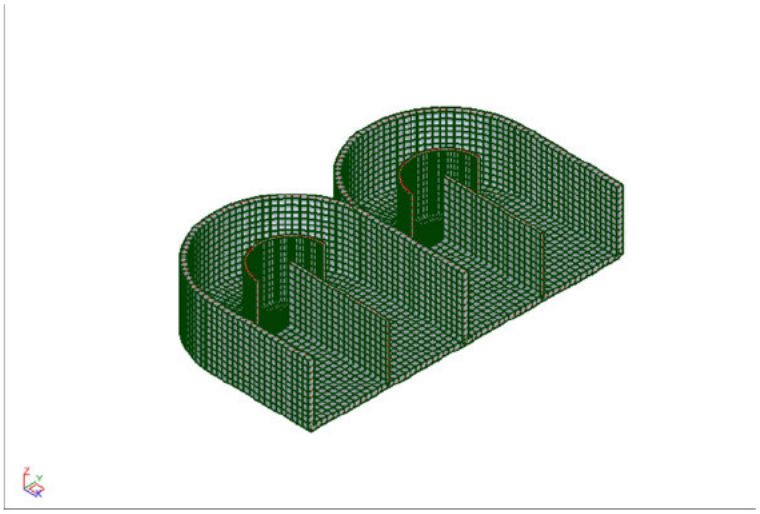
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP50_KZ	1 4 14 17	HA - 30	constante	50 000	2000 00	2693070 52	0 20
ESP50	2 5 6 15 18	HA - 30	constante	50 000	0 0	2693070 52	0 20
ESP30	3 7 16 19	HA - 30	constante	30 000	0 0	2693070 52	0 20

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1A4

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A7 14A19	PZ Menos Coef=1 00	PP
2	(EF) presión hydrostática	2 5 15	P=0 50(T/m2) Gama=1 00(T/m3) H=4 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	18	P=-0 50(T/m2) Gama=-1 00(T/m3) H=4 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
3	(EF) presión hydrostática	2 5 15	Gama=-1 00(T/m3) H=5 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO
3	(EF) presión hydrostática	6 18	Gama=1 00(T/m3) H=5 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO
3	(EF) presión hydrostática	1 4 14 17	Gama=-1 00(T/m3) H=5 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO
4	fuerza nodal	2484 2486	FZ=-3 60(T)	CARGA PASARELA
4	fuerza nodal	7222 7224	FZ=-3 60(T)	CARGA PASARELA
4	fuerza nodal	2712 2714	FZ=-12 00(T)	CARGA PASARELA

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 5A12

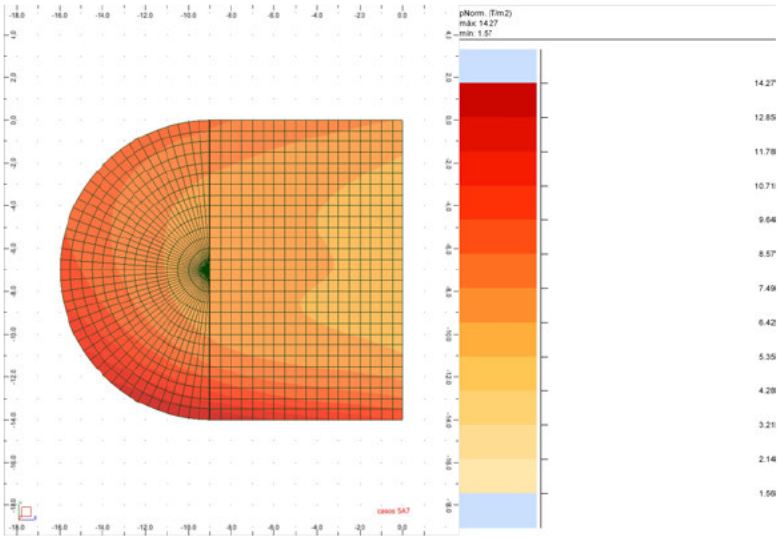
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
5 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
6 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+3)*1.00
7 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3+4)*1.00
8 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+2*1.60
9 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+2*1.60
10 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+3*1.60
11 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+3*1.60
12 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3+4)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{\max,cal} = 14.27T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0T/m^2$$

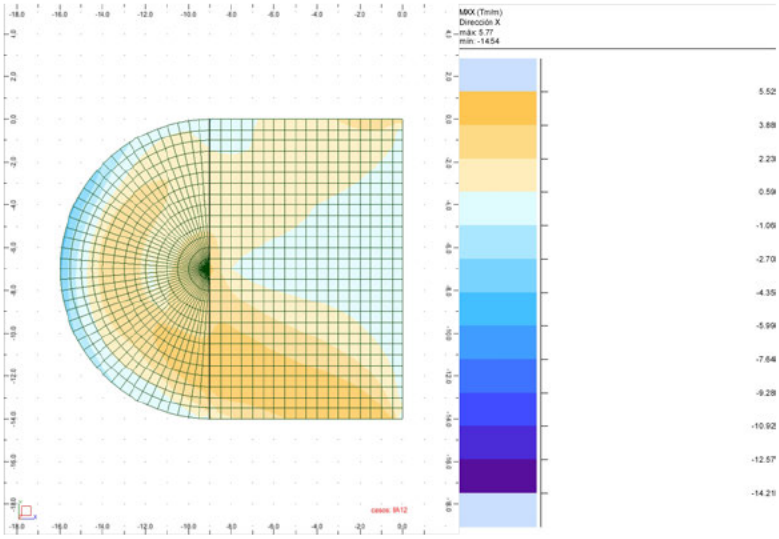
pNorm. (T/m2) casos: 5A7 (+)



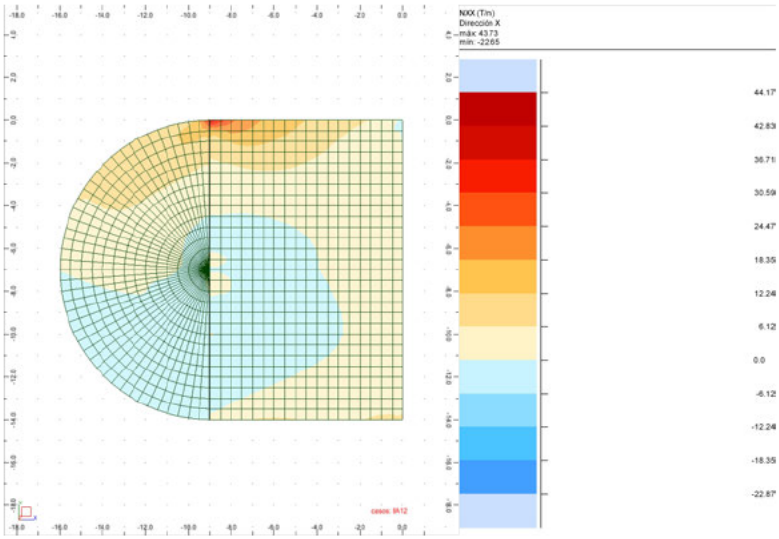
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

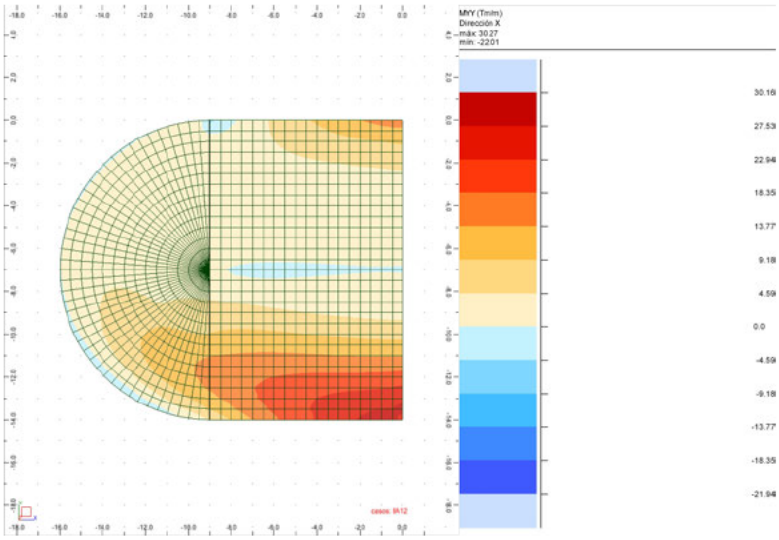
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 8A12 (+)



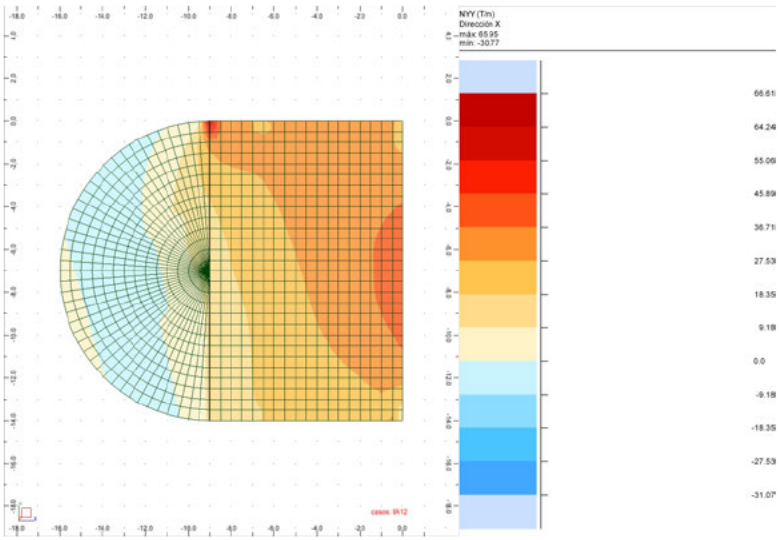
NXX (T/m) Dirección X casos: 8A12 (+)



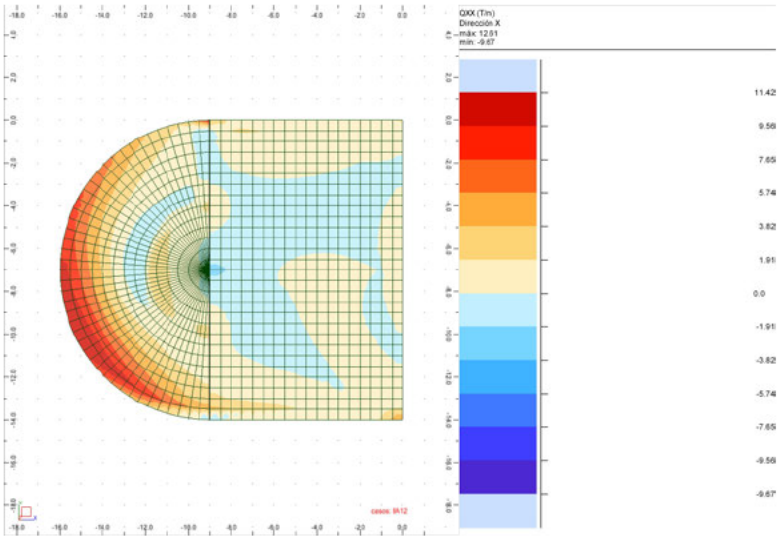
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 8A12 (+)



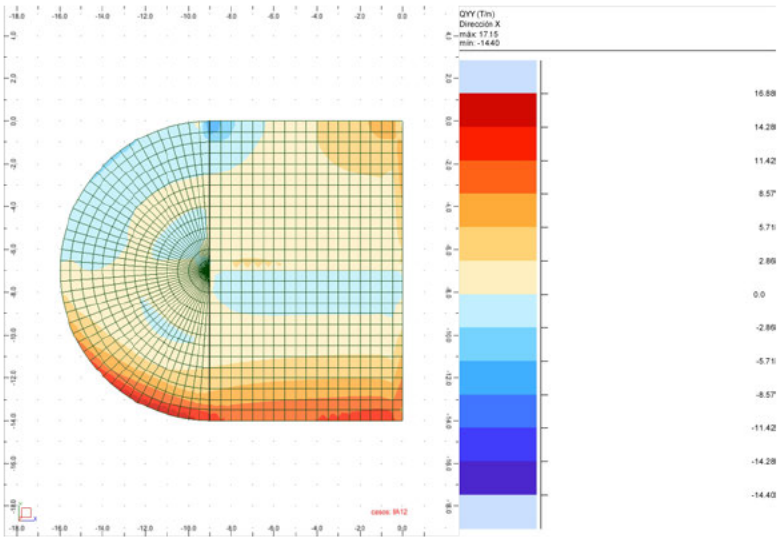
NYY (T/m) Dirección X casos: 8A12 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 8A12 (+)

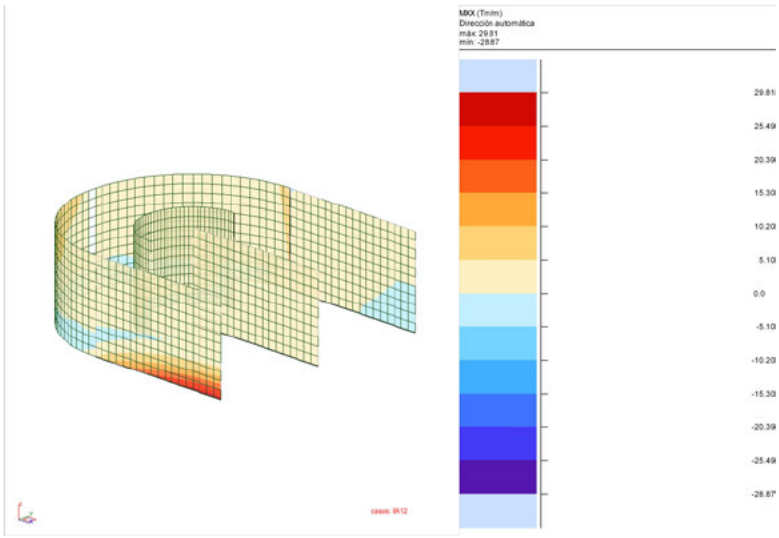


QYY (T/m) Dirección X casos: 8A12 (+)

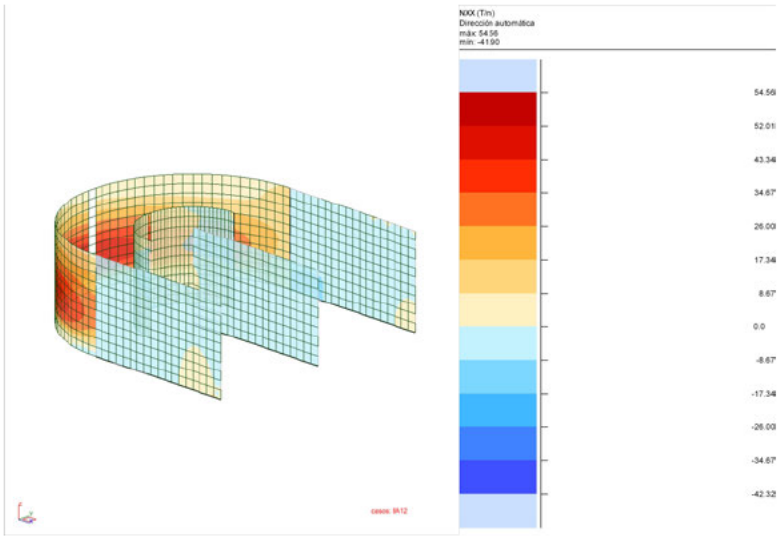


7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

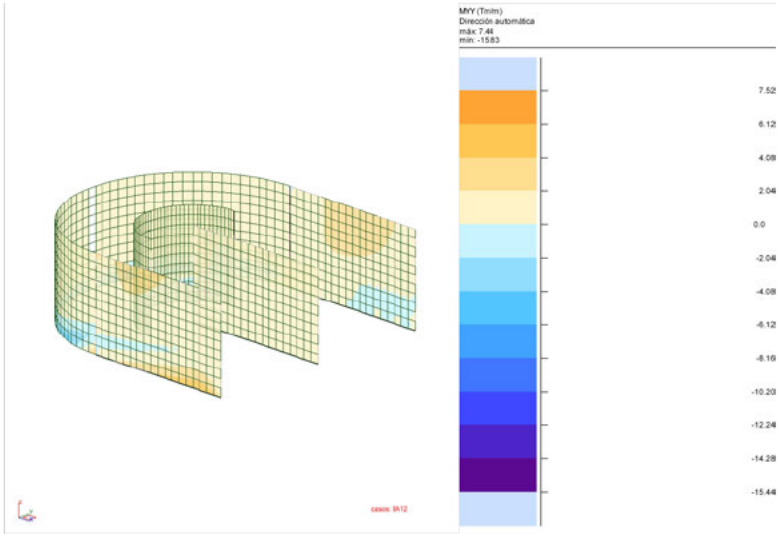
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 8A12 (+)



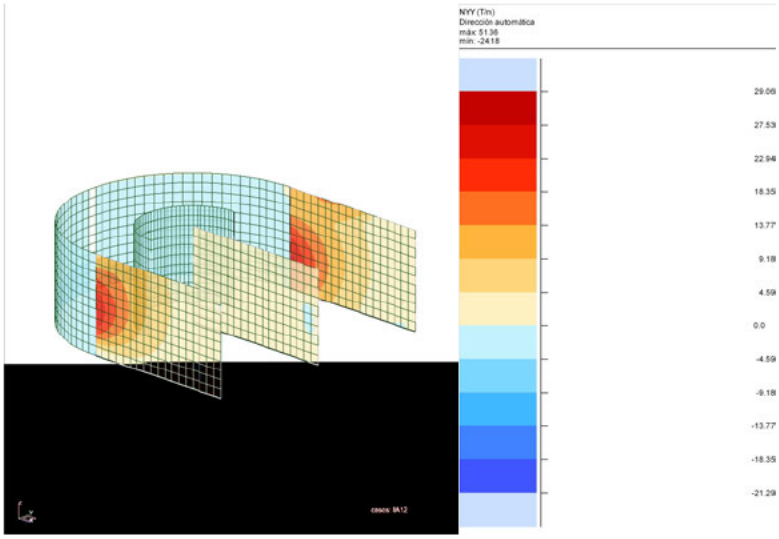
NXX (T/m) Dirección automática casos: 8A12 (+)



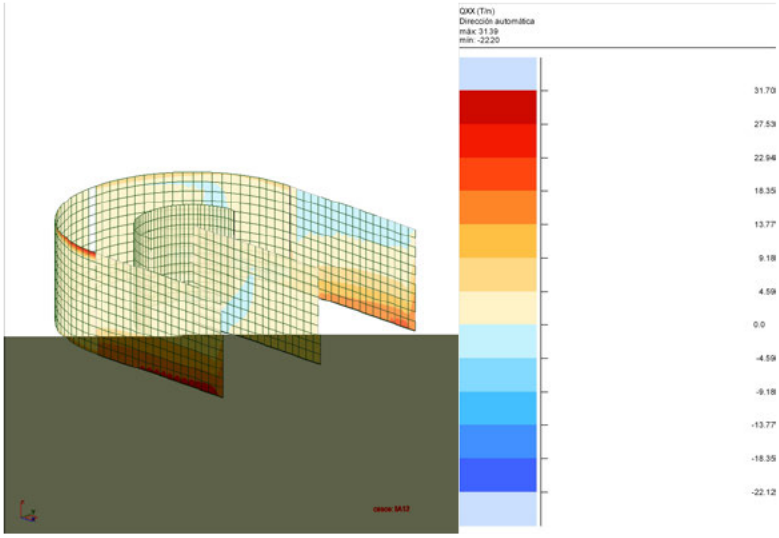
MYY (Tm/m) Dirección automática casos: 8A12 (+)



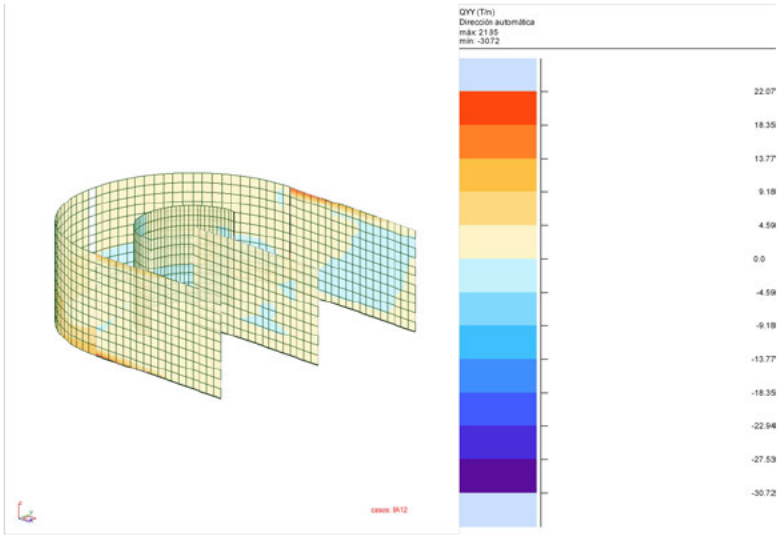
NYY (T/m) Dirección automática casos: 8A12 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 8A12 (+)



QYY (T/m) Dirección automática casos: 8A12 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 361/ 11 (C)	33.49>>	65 95	0 11	-10 21	1*1 50+3*1 60
1/ 361/ 8 (C)	-15.90<<	-30 77	-1 58	-8 96	1*1 00+2*1 60
1/ 361/ 11 (C)	33 49	65.95>>	0 11	-10 21	1*1 50+3*1 60
1/ 361/ 8 (C)	-15 90	-30.77<<	-1 58	-8 96	1*1 00+2*1 60
1/ 5/ 11 (C)	-6 73	9 10	5.07>>	15 09	1*1 50+3*1 60
1/ 256/ 11 (C)	-8 61	-24 31	-14.21<<	-1 38	1*1 50+3*1 60
1/ 5/ 11 (C)	-6 73	9 10	5 07	15.09>>	1*1 50+3*1 60
1/ 1/ 9 (C)	-9 58	-13 61	-2 61	-14.33<<	1*1 50+2*1 60
2/ 713/ 11 (C)	54.42>>	-7 42	1 96	-3 29	1*1 50+3*1 60
2/ 166/ 11 (C)	-35.69<<	-20 74	-2 75	-14 71	1*1 50+3*1 60
2/ 372/ 10 (C)	7 31	0.84>>	4 05	-0 44	1*1 00+3*1 60
2/ 121/ 11 (C)	-33 75	-21.29<<	-2 33	-12 48	1*1 50+3*1 60
2/ 756/ 11 (C)	8 24	-1 15	7.88>>	0 28	1*1 50+3*1 60
2/ 900/ 11 (C)	6 49	-1 39	-9.60<<	-2 14	1*1 50+3*1 60
2/ 361/ 12 (C)	4 65	-18 00	0 16	7.44>>	1*1 50+(2+3+4)*1 60
2/ 211/ 11 (C)	-34 69	-19 39	-2 89	-15.44<<	1*1 50+3*1 60
3/ 1360/ 11 (C)	9.15>>	-5 11	-0 08	-0 96	1*1 50+3*1 60
3/ 159/ 11 (C)	-6.21<<	-4 28	-0 57	-2 99	1*1 50+3*1 60
3/ 9/ 8 (C)	2 75	4.04>>	-0 25	-1 02	1*1 00+2*1 60
3/ 1702/ 11 (C)	-0 23	-18.80<<	-0 01	-0 72	1*1 50+3*1 60
3/ 1446/ 11 (C)	0 69	-0 35	0.57>>	0 02	1*1 50+3*1 60
3/ 144/ 11 (C)	-6 19	-3 67	-0.58<<	-2 98	1*1 50+3*1 60
3/ 1451/ 11 (C)	1 11	-5 76	0 37	0.25>>	1*1 50+3*1 60
3/ 159/ 11 (C)	-6 21	-4 28	-0 57	-2.99<<	1*1 50+3*1 60
4/ 361/ 11 (C)	43.73>>	65 80	-2 61	-10 74	1*1 50+3*1 60
4/ 361/ 8 (C)	-22.65<<	-30 71	-2 23	-9 09	1*1 00+2*1 60
4/ 361/ 11 (C)	43 73	65.80>>	-2 61	-10 74	1*1 50+3*1 60
4/ 361/ 8 (C)	-22 65	-30.71<<	-2 23	-9 09	1*1 00+2*1 60
4/ 2174/ 10 (C)	6 51	23 39	5.52>>	29 06	1*1 00+3*1 60
4/ 2145/ 9 (C)	-3 02	-16 78	-4.25<<	-21 46	1*1 50+2*1 60
4/ 2203/ 10 (C)	8 73	25 32	5 35	29.86>>	1*1 00+3*1 60
4/ 2203/ 9 (C)	-5 02	-18 62	-4 08	-21.94<<	1*1 50+2*1 60
5/ 894/ 11 (C)	26.74>>	-8 35	-2 13	-3 28	1*1 50+3*1 60
5/ 895/ 8 (C)	-9.47<<	-2 12	0 92	1 43	1*1 00+2*1 60
5/ 2232/ 10 (C)	7 37	10.62>>	4 80	29 33	1*1 00+3*1 60
5/ 2261/ 11 (C)	0 84	-26.15<<	2 71	27 67	1*1 50+3*1 60
5/ 2174/ 10 (C)	2 62	4 62	5.82>>	28 96	1*1 00+3*1 60
5/ 2477/ 11 (C)	11 40	-0 51	-6.44<<	-0 17	1*1 50+3*1 60
5/ 2203/ 10 (C)	4 82	6 98	5 77	29.68>>	1*1 00+3*1 60
5/ 2203/ 9 (C)	-4 20	-14 39	-4 21	-21.94<<	1*1 50+2*1 60
6/ 362/ 11 (C)	28.77>>	-14 08	-0 42	-4 07	1*1 50+3*1 60
6/ 361/ 8 (C)	-18.50<<	-12 29	0 00	0 00	1*1 00+2*1 60
6/ 2233/ 11 (C)	0 78	9.79>>	-3 60	-27 29	1*1 50+3*1 60
6/ 2714/ 12 (C)	-16 89	-41.30<<	2 18	0 14	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 2708/ 12 (C)	12 84	-0 16	3.57>>	0 12	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 372/ 12 (C)	9 32	0 06	-10.62<<	-1 01	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 2660/ 12 (C)	0 63	-4 75	0 12	2.28>>	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 2175/ 12 (C)	-2 16	-12 37	-5 57	-28.74<<	1*1 50+(2+3+4)*1 60
7/ 15/ 9 (C)	6.38>>	15 23	0 02	0 10	1*1 50+2*1 60
7/ 1783/ 11 (C)	-8.42<<	-10 08	-0 01	-0 13	1*1 50+3*1 60
7/ 15/ 11 (C)	0 92	21.63>>	-0 16	-0 43	1*1 50+3*1 60
7/ 1812/ 11 (C)	-8 30	-10.16<<	0 00	-0 06	1*1 50+3*1 60
7/ 15/ 8 (C)	4 99	9 13	0.04>>	0 15	1*1 00+2*1 60
7/ 15/ 11 (C)	0 92	21 63	-0.16<<	-0 43	1*1 50+3*1 60
7/ 2218/ 11 (C)	-4 74	-6 66	0 02	0.17>>	1*1 50+3*1 60
7/ 15/ 11 (C)	0 92	21 63	-0 16	-0.43<<	1*1 50+3*1 60

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 361/ 11 (C)	33.49>>	65 95	9 28	-14 40	1*1 50+3*1 60
1/ 361/ 8 (C)	-15.90<<	-30 77	0 97	-8 56	1*1 00+2*1 60
1/ 361/ 11 (C)	33 49	65.95>>	9 28	-14 40	1*1 50+3*1 60
1/ 361/ 8 (C)	-15 90	-30.77<<	0 97	-8 56	1*1 00+2*1 60
1/ 197/ 11 (C)	-11 83	-20 51	11.17>>	6 65	1*1 50+3*1 60
1/ 1/ 11 (C)	-2 01	9 28	-5.90<<	12 69	1*1 50+3*1 60
1/ 91/ 11 (C)	-14 07	-12 89	1 26	16.88>>	1*1 50+3*1 60
1/ 361/ 11 (C)	33 49	65 95	9 28	-14.40<<	1*1 50+3*1 60
2/ 713/ 11 (C)	54.42>>	-7 42	0 11	-5 86	1*1 50+3*1 60
2/ 166/ 11 (C)	-35.69<<	-20 74	13 73	-4 46	1*1 50+3*1 60
2/ 372/ 10 (C)	7 31	0.84>>	-7 71	-1 67	1*1 00+3*1 60
2/ 121/ 11 (C)	-33 75	-21.29<<	18 02	-3 06	1*1 50+3*1 60
2/ 46/ 11 (C)	-20 80	-19 21	22.12>>	2 02	1*1 50+3*1 60
2/ 900/ 11 (C)	6 49	-1 39	-31.39<<	2 63	1*1 50+3*1 60
2/ 373/ 9 (C)	-8 06	-6 55	2 57	13.41>>	1*1 50+2*1 60
2/ 1/ 9 (C)	-7 90	-9 40	-4 10	-11.68<<	1*1 50+2*1 60
3/ 1360/ 11 (C)	9.15>>	-5 11	-0 05	2 27	1*1 50+3*1 60
3/ 159/ 11 (C)	-6.21<<	-4 28	2 38	-3 05	1*1 50+3*1 60
3/ 9/ 8 (C)	2 75	4.04>>	-0 35	-0 73	1*1 00+2*1 60
3/ 1702/ 11 (C)	-0 23	-18.80<<	0 17	1 19	1*1 50+3*1 60
3/ 9/ 11 (C)	-3 28	-10 11	2.98>>	3 24	1*1 50+3*1 60
3/ 1534/ 11 (C)	-0 51	-0 36	-1.24<<	0 03	1*1 50+3*1 60
3/ 9/ 11 (C)	-3 28	-10 11	2 98	3.24>>	1*1 50+3*1 60
3/ 189/ 11 (C)	-6 18	-5 75	2 31	-3.09<<	1*1 50+3*1 60
4/ 361/ 11 (C)	43.73>>	65 80	3 79	-14 40	1*1 50+3*1 60
4/ 361/ 8 (C)	-22.65<<	-30 71	1 99	-8 56	1*1 00+2*1 60
4/ 361/ 11 (C)	43 73	65.80>>	3 79	-14 40	1*1 50+3*1 60
4/ 361/ 8 (C)	-22 65	-30.71<<	1 99	-8 56	1*1 00+2*1 60
4/ 2261/ 8 (C)	-5 65	-7 25	5.60>>	3 60	1*1 00+2*1 60
4/ 2261/ 11 (C)	11 51	12 13	-9.67<<	8 86	1*1 50+3*1 60
4/ 2203/ 9 (C)	-5 02	-18 62	2 15	13.05>>	1*1 50+2*1 60
4/ 361/ 11 (C)	43 73	65 80	3 79	-14.40<<	1*1 50+3*1 60
5/ 894/ 11 (C)	26.74>>	-8 35	-2 44	-2 15	1*1 50+3*1 60
5/ 895/ 8 (C)	-9.47<<	-2 12	0 92	0 80	1*1 00+2*1 60
5/ 2232/ 10 (C)	7 37	10.62>>	-0 86	19 55	1*1 00+3*1 60
5/ 2261/ 11 (C)	0 84	-26.15<<	-2 15	16 44	1*1 50+3*1 60
5/ 1/ 11 (C)	-3 58	-16 38	20.45>>	7 04	1*1 50+3*1 60
5/ 900/ 11 (C)	7 88	-1 09	-30.72<<	-1 72	1*1 50+3*1 60
5/ 2203/ 11 (C)	4 62	4 83	1 98	20.77>>	1*1 50+3*1 60
5/ 2203/ 8 (C)	-4 00	-12 24	-0 30	-15.54<<	1*1 00+2*1 60
6/ 362/ 11 (C)	28.77>>	-14 08	-1 80	-8 20	1*1 50+3*1 60
6/ 361/ 8 (C)	-18.50<<	-12 29	-0 00	-0 00	1*1 00+2*1 60
6/ 2233/ 11 (C)	0 78	9.79>>	2 14	-15 07	1*1 50+3*1 60
6/ 2714/ 12 (C)	-16 89	-41.30<<	4 50	0 79	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 372/ 12 (C)	9 32	0 06	21.85>>	-1 08	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 361/ 12 (C)	5 23	-17 77	-8.90<<	-8 75	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 2643/ 12 (C)	9 89	-3 81	3 32	1.77>>	1*1 50+(2+3+4)*1 60
6/ 2175/ 12 (C)	-2 16	-12 37	-1 81	-19.73<<	1*1 50+(2+3+4)*1 60
7/ 15/ 9 (C)	6.38>>	15 23	-0 01	-0 00	1*1 50+2*1 60
7/ 1783/ 11 (C)	-8.42<<	-10 08	-0 03	-0 02	1*1 50+3*1 60
7/ 15/ 11 (C)	0 92	21.63>>	0 25	-0 32	1*1 50+3*1 60
7/ 1812/ 11 (C)	-8 30	-10.16<<	-0 08	0 02	1*1 50+3*1 60
7/ 15/ 11 (C)	0 92	21 63	0.25>>	-0 32	1*1 50+3*1 60
7/ 2073/ 10 (C)	-3 71	-2 93	-0.12<<	-0 01	1*1 00+3*1 60
7/ 2218/ 11 (C)	-4 74	-6 66	-0 08	0.16>>	1*1 50+3*1 60
7/ 15/ 11 (C)	0 92	21 63	0 25	-0.32<<	1*1 50+3*1 60

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 361/ 6 (C)	21.19>>	41 63	0 00	-7 00	(1+3)*1 00
1/ 136/ 6 (C)	-9.87<<	-12 34	-5 64	-3 44	(1+3)*1 00
1/ 361/ 6 (C)	21 19	41.63>>	0 00	-7 00	(1+3)*1 00
1/ 361/ 5 (C)	-8 35	-16.77<<	-1 39	-9 30	(1+2)*1 00
1/ 5/ 6 (C)	-4 45	5 55	3.28>>	9 65	(1+3)*1 00
1/ 271/ 6 (C)	-4 84	-15 54	-9.29<<	-0 72	(1+3)*1 00
1/ 5/ 6 (C)	-4 45	5 55	3 28	9.65>>	(1+3)*1 00
1/ 361/ 5 (C)	-8 35	-16 77	-1 39	-9.30<<	(1+2)*1 00
2/ 713/ 6 (C)	34.73>>	-4 93	1 25	-2 09	(1+3)*1 00
2/ 166/ 6 (C)	-22.94<<	-13 54	-1 81	-9 65	(1+3)*1 00
2/ 372/ 7 (C)	7 09	0.46>>	1 13	-0 53	(1+2+3+4)*1 00
2/ 121/ 6 (C)	-21 73	-13.87<<	-1 54	-8 24	(1+3)*1 00
2/ 756/ 6 (C)	5 16	-0 75	5.01>>	0 18	(1+3)*1 00
2/ 900/ 6 (C)	4 02	-0 90	-6.07<<	-1 36	(1+3)*1 00
2/ 361/ 7 (C)	2 95	-11 94	0 02	4.64>>	(1+2+3+4)*1 00
2/ 211/ 6 (C)	-22 29	-12 68	-1 90	-10.11<<	(1+3)*1 00
3/ 1360/ 6 (C)	6.02>>	-3 41	-0 06	-0 64	(1+3)*1 00
3/ 174/ 6 (C)	-4.07<<	-3 39	-0 37	-1 97	(1+3)*1 00
3/ 9/ 5 (C)	1 85	2.17>>	-0 16	-0 84	(1+2)*1 00
3/ 1702/ 6 (C)	-0 15	-12.30<<	-0 01	-0 48	(1+3)*1 00
3/ 1446/ 6 (C)	0 45	-0 23	0.37>>	0 01	(1+3)*1 00
3/ 144/ 6 (C)	-4 05	-2 53	-0.38<<	-1 95	(1+3)*1 00
3/ 1451/ 6 (C)	0 73	-3 80	0 24	0.16>>	(1+3)*1 00
3/ 159/ 6 (C)	-4 07	-2 93	-0 38	-1.97<<	(1+3)*1 00
4/ 361/ 6 (C)	27.63>>	41 55	-1 78	-7 34	(1+3)*1 00
4/ 361/ 5 (C)	-12.40<<	-16 68	-2 29	-9 47	(1+2)*1 00
4/ 361/ 6 (C)	27 63	41.55>>	-1 78	-7 34	(1+3)*1 00
4/ 361/ 5 (C)	-12 40	-16.68<<	-2 29	-9 47	(1+2)*1 00
4/ 2174/ 6 (C)	4 29	14 72	3.39>>	17 94	(1+3)*1 00
4/ 2145/ 5 (C)	-1 85	-10 47	-2.67<<	-13 47	(1+2)*1 00
4/ 2203/ 6 (C)	5 70	15 97	3 29	18.50>>	(1+3)*1 00
4/ 2203/ 5 (C)	-3 10	-11 61	-2 56	-13.74<<	(1+2)*1 00
5/ 894/ 6 (C)	17.08>>	-5 45	-1 35	-2 10	(1+3)*1 00
5/ 1/ 5 (C)	-4.63<<	-5 95	-1 25	-9 03	(1+2)*1 00
5/ 2232/ 6 (C)	4 43	5.13>>	3 00	18 19	(1+3)*1 00
5/ 2261/ 6 (C)	0 46	-16.74<<	1 71	17 29	(1+3)*1 00
5/ 2174/ 6 (C)	1 47	1 18	3.60>>	17 86	(1+3)*1 00
5/ 2477/ 6 (C)	7 26	-0 34	-4.09<<	-0 11	(1+3)*1 00
5/ 2203/ 6 (C)	2 86	2 75	3 59	18.37>>	(1+3)*1 00
5/ 2203/ 5 (C)	-2 65	-9 26	-2 63	-13.74<<	(1+2)*1 00
6/ 363/ 6 (C)	18.28>>	-8 70	-0 42	-1 40	(1+3)*1 00
6/ 361/ 5 (C)	-11.13<<	-11 97	0 00	0 00	(1+2)*1 00
6/ 2233/ 6 (C)	0 55	6.32>>	-2 25	-17 06	(1+3)*1 00
6/ 2714/ 7 (C)	-10 54	-25.83<<	1 36	0 09	(1+2+3+4)*1 00
6/ 2708/ 7 (C)	8 26	-0 12	2.23>>	0 08	(1+2+3+4)*1 00
6/ 372/ 7 (C)	5 94	0 02	-6.64<<	-0 63	(1+2+3+4)*1 00
6/ 2660/ 7 (C)	0 40	-3 07	0 08	1.43>>	(1+2+3+4)*1 00
6/ 2175/ 7 (C)	-1 39	-7 96	-3 48	-17.96<<	(1+2+3+4)*1 00
7/ 15/ 5 (C)	4.16>>	10 28	0 01	0 06	(1+2)*1 00
7/ 1783/ 6 (C)	-5.43<<	-6 69	-0 01	-0 08	(1+3)*1 00
7/ 15/ 6 (C)	0 75	14.28>>	-0 10	-0 27	(1+3)*1 00
7/ 1812/ 6 (C)	-5 36	-6.74<<	0 00	-0 04	(1+3)*1 00
7/ 2218/ 6 (C)	-3 02	-4 40	0.01>>	0 11	(1+3)*1 00
7/ 15/ 6 (C)	0 75	14 28	-0.10<<	-0 27	(1+3)*1 00
7/ 2218/ 6 (C)	-3 02	-4 40	0 01	0.11>>	(1+3)*1 00
7/ 15/ 6 (C)	0 75	14 28	-0 10	-0.27<<	(1+3)*1 00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_{sh} \geq 0.0032 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

$A_{sv} \geq 0.0009 \cdot A_c$ (en cara de tracción)

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES EN PARED EXTERIOR (TRAMO RECTO)

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-2.130	-26.740
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	0.920	9.470
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	5.820	-2.620
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-6.440	-11.400
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	29.330	-10.620
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	27.670	26.150
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	29.680	-6.980
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-21.940	14.390

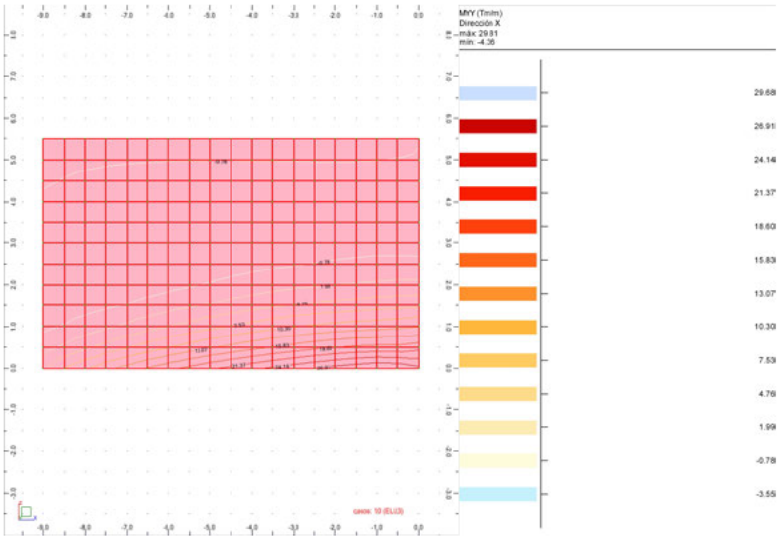
RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lm}	M_{lim}	x	As
-3.218	0.002217	0.275	127.309	-0.005	0.000442
2.814	0.002217	0.275	127.309	0.005	-0.000072
5.296	0.002217	0.275	127.309	0.009	0.000327
4.160	0.002217	0.275	127.309	0.007	0.000467
27.206	0.002217	0.275	127.309	0.046	0.001661
32.900	0.002217	0.275	127.309	0.057	0.001146
28.284	0.002217	0.275	127.309	0.048	0.001638
24.818	0.002217	0.275	127.309	0.042	0.000968

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA		
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	16.61	16.61	6	20	18.850
0.000940	0.000450	11.46	11.46	4	20	12.566
0.000940	0.000450	16.38	16.38	6	20	18.850
0.000940	0.000450	9.68	9.68	5	16	10.053

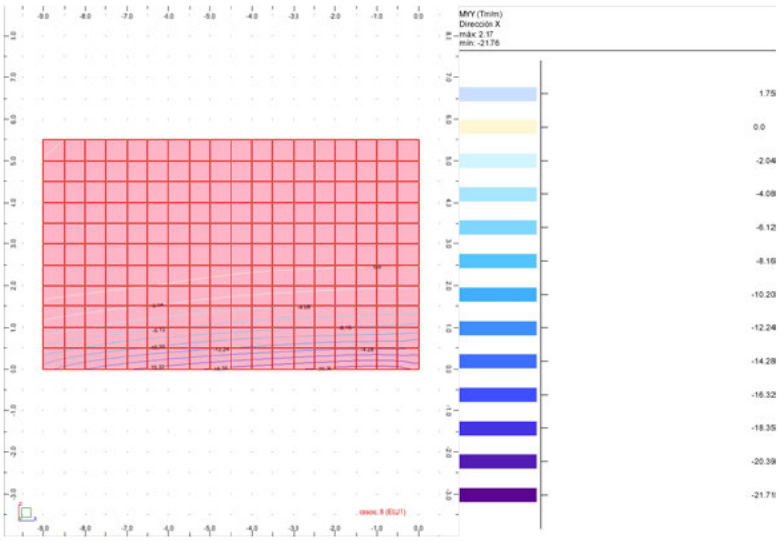
Para resistir el agotamiento por E.L.U. de flexión es necesario disponer una armadura vertical en arranque de muro de 6□20 p.m.l. en cara interior y de 4□20 p.m.l. en cara exterior.

En las siguientes figuras se muestran los diagramas de isolíneas de momentos flectores verticales en ambas caras.

MYY (Tm/m) CARA INTERIOR (ELU3) AMPLIACIÓN



MYY (Tm/m) CARA EXTERIOR (ELU1) AMPLIACIÓN



11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

Se comprueba el cortante máximo de cálculo en arranque de muro, combinado con el axil de compresión del peso propio del muro sin mayorar.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	20.770	6.875

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.655	0.000000	1.000	270.000	0.004	1.667	21.852	17.437	0.00

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

En sentido vertical, se comprueban los máximos flectores negativos y positivos en arranque de muro combinados con el axil debido al peso propio del muro sin mayorar.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 129	0 5	17 08	1 35
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-4 63	1 25
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	3	16	5	0 125	0 5	1 47	3 6
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	7 26	4 09
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	25	8	20	4	0 125	0 5	-6 875	18 37
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	4	20	4	20	6	0 125	0 5	-6 875	13 74

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
24 30	80 30	6 35	5637 62	1199 20	0 00023	0 094	Cumple
23 95	-71 13	19 20	1323 77	9 44	0 00000	0 001	Cumple
26 74	5 13	12 57	5369 58	48 76	0 00001	0 004	Cumple
23 95	20 31	11 44	3781 31	62 56	0 00001	0 005	Cumple
16 48	-5 52	14 76	887 70	1104 78	0 00036	0 100	Cumple
22 95	-7 05	14 09	2381 35	169 39	0 00003	0 013	Cumple

Para evitar una abertura de fisura superior a 0.1 mm. es necesario aumentar la cuantía de armadura en la cara interior a 8□25 p.m.l.

12. COMPROBACIONES EN PARED EXTERIOR (TRAMO CURVO)

12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	1.960	-54.420
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-2.750	35.690
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	7.880	-8.240
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-9.600	-6.490
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-0.440	-0.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-12.480	21.290
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	7.440	18.000
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4	-15.440	19.390

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
-8.924	0.002217	0.275	127.309	-0.014	0.000786
9.888	0.002217	0.275	127.309	0.016	-0.000302
6.232	0.002217	0.275	127.309	0.010	0.000501
8.302	0.002217	0.275	127.309	0.014	0.000567
0.272	0.002217	0.275	127.309	0.000	0.000033
16.738	0.002217	0.275	127.309	0.028	0.000380
11.040	0.002217	0.275	127.309	0.018	0.000156
19.318	0.002217	0.275	127.309	0.033	0.000560

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA		
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053

12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE

Se comprueba el cortante máximo de cálculo en arranque de muro, combinado con el axil de compresión del peso propio del muro sin mayorar.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	13.410	6.875

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.655	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.897	14.140	0.00

12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

En sentido vertical, se comprueban los máximos flectores negativos y positivos en arranque de muro combinados con el axil debido al peso propio del muro sin mayorar.

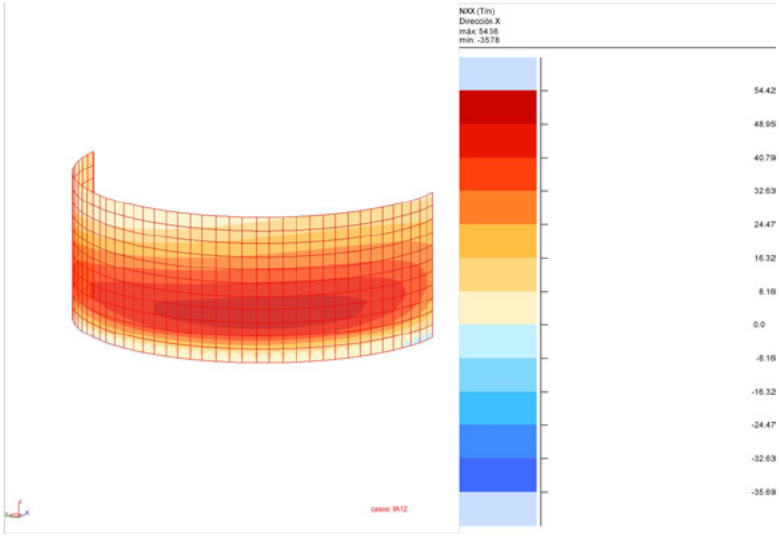
			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	20	6	20	6	0 176	0 5	34 73	1 25
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	5 16	5 01
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	4 02	6 07
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-6 875	4 64
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	-6 875	10 11

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
22 69	111 68	4 02	3523 43	1095 75	0 00021	0 080	Cumple
23 95	12 47	12 11	3530 71	71 35	0 00001	0 006	Cumple
23 95	8 25	12 46	3397 96	83 30	0 00002	0 006	Cumple
23 95	-22 31	15 06	2486 57	49 61	0 00001	0 004	Cumple
23 95	-9 50	13 97	2856 29	119 55	0 00002	0 009	Cumple

Para evitar una abertura de fisura superior a 0.1 mm. es necesario aumentar la cuantía de armadura horizontal en el tramo de altura comprendido entre 0.5 y 3.5 metros a 6□20 p.m.l.

Se puede observar en la siguiente figura la distribución de axiles en el muro.

NXX (T/m) Dirección X casos: 8A12 (+) AMPLIACIÓN



13. COMPROBACIONES EN PARED EXTERIOR (CIMENTACIÓN)

13.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-2.610	-43.730
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-2.230	22.650
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	5.520	-6.510
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-4.250	3.020
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-10.740	-65.800
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-9.090	30.710
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	29.860	-25.320
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-21.940	18.620

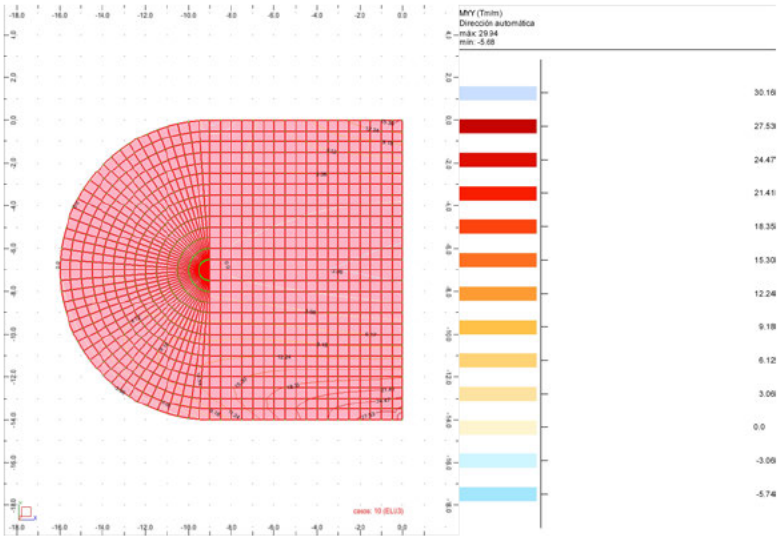
RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
-6.136	0.002217	0.275	127.309	-0.010	0.000681
6.760	0.002217	0.275	127.309	0.011	-0.000169
4.218	0.002217	0.275	127.309	0.007	0.000359
4.854	0.002217	0.275	127.309	0.008	0.000177
-2.420	0.002217	0.275	127.309	-0.004	0.001363
15.232	0.002217	0.275	127.309	0.025	0.000088
24.796	0.002217	0.275	127.309	0.042	0.001862
25.664	0.002217	0.275	127.309	0.044	0.000918

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA		
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	13.63	13.63	5	20	15.708
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053
0.000940	0.000450	18.62	18.62	6	20	18.850
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053

Para resistir el agotamiento por E.L.U. de flexión es necesario disponer una armadura horizontal en dirección perpendicular al arranque del muro de 6□20 p.m.l. en una longitud de 2.50 metros, en el resto se puede disponer la cuantía mínima de 5□16 p.m.l.

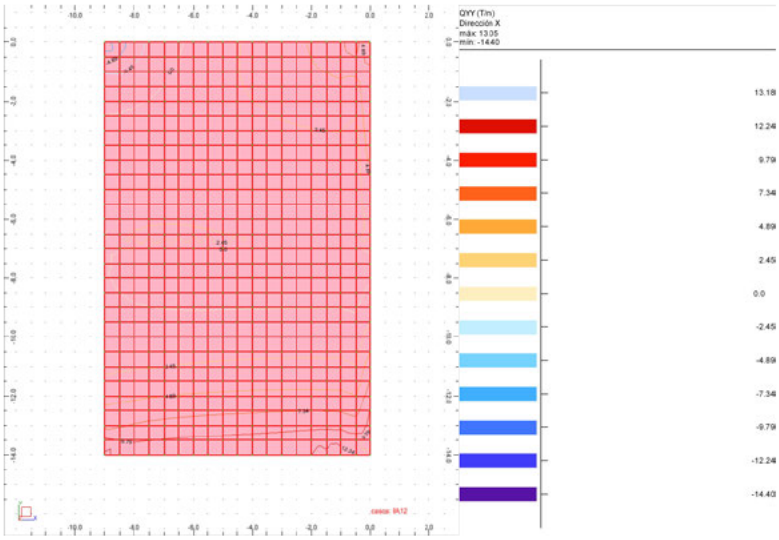
En la siguiente figura se muestra el diagrama de isolíneas de momentos flectores.

MYY (Tm/m) (ELU3) AMPLIACIÓN

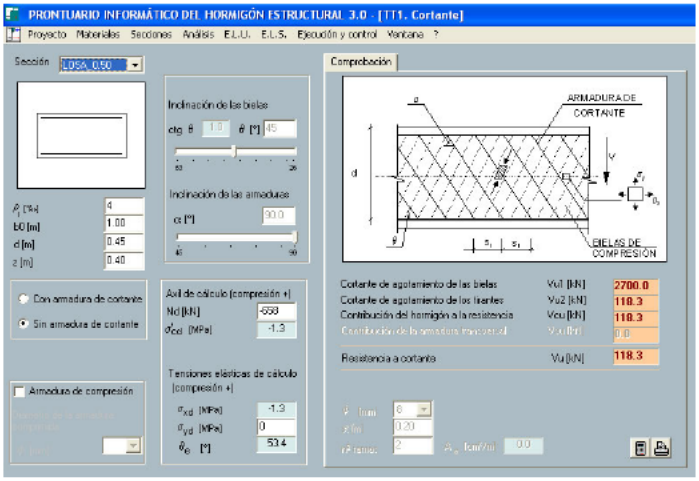


13.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE

QYY (T/m) casos: 8A12 (+) AMPLIACIÓN



Se toma como cortante de cálculo el esfuerzo que aparece a una distancia de un canto útil del borde del muro (V_{Rd} = 9.79 T/m). Se comprueba que con este valor y su axil concomitante no se supere el valor máximo de cortante resistido por la sección sin armadura de cortante.



13.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	20	6	20	6	0 143	0 5	27 63	1 78
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	4 29	3 39
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	20	6	20	6	0 125	0 5	41 55	7 34
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	25	10	25	10	0 125	0 5	15 97	18 5

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20 92	90 58	5 84	3217 36	981 41	0 00019	0 066	Cumple
23 95	15 04	11 89	3612 51	49 41	0 00001	0 004	Cumple
19 96	51 89	9 17	2639 27	147 19	0 00003	0 010	Cumple
15 18	12 19	14 12	859 70	1126 37	0 00038	0 098	Cumple

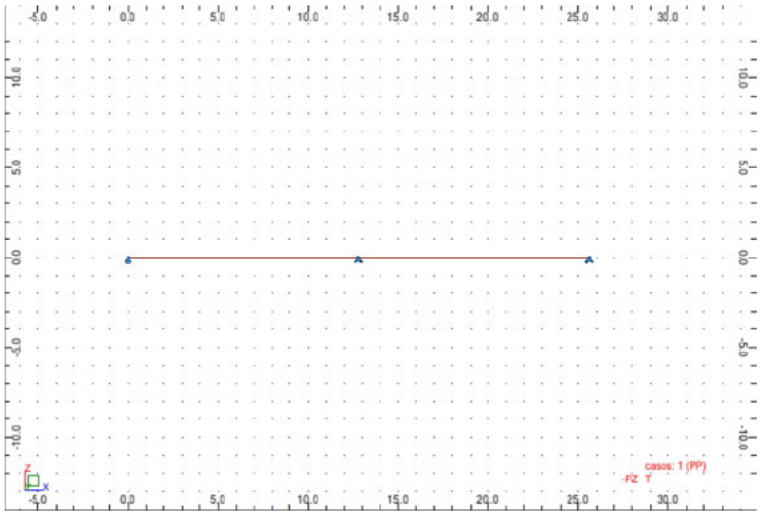
Para evitar una abertura de fisura superior a 0.1 mm. es necesario aumentar la cuantía de armadura horizontal en dirección perpendicular al arranque del muro de 6□20 p.m.l. a 10□25 p.m.l.

ANEXO: CÁLCULO DE PASARELA Y ESCALERA

CÁLCULO DE LA PASARELA

1. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

MODELO



Características: Barras:

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)	WX (cm3)	WY (cm2)	WZ (cm2)	E (T/m2)	NI
B T60x60	1	4400.000	2000.000	2400.000	984791.043	1368484.848	2386666.667	16849.156	2933.333	2933.333	3874921.61	0.17

2. ACCIONES DE CÁLCULO

Cargas

- Casos: 1A3

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1	PZ Menos Coef=1.00	PP
2	carga trapezoidal	1	PZ2=-0.40(T/m) PZ1=-0.40(T/m) X2=0.500 X1=0.0 global no proyectadas relativa	SCVANO1
3	carga trapezoidal	1	PZ2=-0.40(T/m) PZ1=-0.40(T/m) X2=1.000 X1=0.500 global no proyectadas relativa	SCVANO2

3. COMBINACIÓN DE ACCIONES

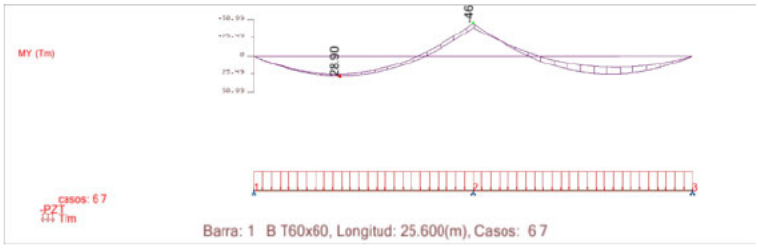
Combinaciones de casos

- Casos: 4A7

Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3)*1.00
6 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+2*1.60
7 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3)*1.60

4. GRÁFICOS DE ESFUERZOS EN E.L.U.

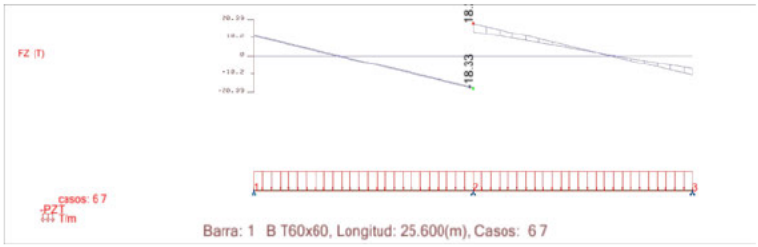
ENVOLVENTE DE MOMENTOS FLECTORES



Barra / Punto (m)	MY (Tm)
para la barra:	1
en el punto:	x=0.0 (m)
1 / inicio	0.00
1 / punto x=0.656	7.06
1 / punto x=1.313	13.13
1 / punto x=1.969	18.22
1 / punto x=2.626	22.32
1 / punto x=3.282	25.43
1 / punto x=3.938	27.56
1 / punto x=4.595	28.70
1 / punto x=5.251	28.85
1 / punto x=5.908	28.01
1 / punto x=6.564	26.19
1 / punto x=7.221	23.38
1 / punto x=7.877	19.58
1 / punto x=8.533	14.80
1 / punto x=9.190	9.02
1 / punto x=9.846	-2.78
1 / punto x=10.503	-10.86
1 / punto x=11.159	-19.93
1 / punto x=11.815	-29.98
1 / punto x=12.472	-41.03
1 / punto x=13.128	-41.03
1 / punto x=13.785	-29.98
1 / punto x=14.441	-20.07
1 / punto x=15.097	-13.20
1 / punto x=15.754	-7.04
1 / punto x=16.410	4.32
1 / punto x=17.067	10.43
1 / punto x=17.723	15.55
1 / punto x=18.379	19.68
1 / punto x=19.036	22.83
1 / punto x=19.692	24.99
1 / punto x=20.349	26.16

1 / punto x=21.005	26.34
1 / punto x=21.662	25.54
1 / punto x=22.318	23.75
1 / punto x=22.974	20.98
1 / punto x=23.631	17.21
1 / punto x=24.287	12.46
1 / punto x=24.944	6.72
1 / fin	0.00

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS CORTANTES EN ELU

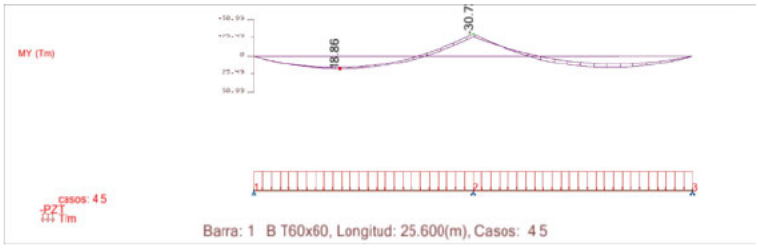


Barra / Punto (m)	FZ (T)
para la barra:	**1**
en el punto:	**x=0.0 (m)**
1 / inicio	11.51
1 / punto x=0.656	10.00
1 / punto x=1.313	8.50
1 / punto x=1.969	7.00
1 / punto x=2.626	5.49
1 / punto x=3.282	3.99
1 / punto x=3.938	2.49
1 / punto x=4.595	0.98
1 / punto x=5.251	-1.03
1 / punto x=5.908	-2.54
1 / punto x=6.564	-4.04
1 / punto x=7.221	-5.55
1 / punto x=7.877	-7.05
1 / punto x=8.533	-8.55
1 / punto x=9.190	-10.06
1 / punto x=9.846	-11.56
1 / punto x=10.503	-13.06
1 / punto x=11.159	-14.57
1 / punto x=11.815	-16.07
1 / punto x=12.472	-17.58
1 / punto x=13.128	17.58
1 / punto x=13.785	16.07
1 / punto x=14.441	14.57
1 / punto x=15.097	13.06
1 / punto x=15.754	11.56
1 / punto x=16.410	10.06
1 / punto x=17.067	8.55
1 / punto x=17.723	7.05
1 / punto x=18.379	5.55
1 / punto x=19.036	4.04
1 / punto x=19.692	2.54
1 / punto x=20.349	1.26
1 / punto x=21.005	-0.47
1 / punto x=21.662	-1.97
1 / punto x=22.318	-3.48

1 / punto x=22.974	-4.98
1 / punto x=23.631	-6.49
1 / punto x=24.287	-7.99
1 / punto x=24.944	-9.49
1 / fin	-11.00

5. GRÁFICOS DE ESFUERZOS EN E.L.S.

ENVOLVENTE DE MOMENTOS FLECTORES EN ELS



Barra / Punto (m)	MY (Tm)
para la barra:	1
en el punto:	x=0.0 (m)
1 / inicio	0.00
1 / punto x=0.656	4.61
1 / punto x=1.313	8.58
1 / punto x=1.969	11.90
1 / punto x=2.626	14.58
1 / punto x=3.282	16.61
1 / punto x=3.938	17.99
1 / punto x=4.595	18.73
1 / punto x=5.251	18.81
1 / punto x=5.908	18.26
1 / punto x=6.564	17.05
1 / punto x=7.221	15.20
1 / punto x=7.877	12.70
1 / punto x=8.533	9.56
1 / punto x=9.190	5.77
1 / punto x=9.846	-1.82
1 / punto x=10.503	-7.11
1 / punto x=11.159	-13.05
1 / punto x=11.815	-19.64
1 / punto x=12.472	-26.87
1 / punto x=13.128	-26.87
1 / punto x=13.785	-19.64
1 / punto x=14.441	-13.14
1 / punto x=15.097	-8.58
1 / punto x=15.754	-4.48
1 / punto x=16.410	2.83
1 / punto x=17.067	6.83
1 / punto x=17.723	10.18
1 / punto x=18.379	12.89
1 / punto x=19.036	14.95
1 / punto x=19.692	16.37
1 / punto x=20.349	17.13

1 / punto x=21.005	17.26
1 / punto x=21.662	16.73
1 / punto x=22.318	15.56
1 / punto x=22.974	13.74
1 / punto x=23.631	11.27
1 / punto x=24.287	8.16
1 / punto x=24.944	4.40
1 / fin	-0.00

6. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU FLEXIÓN.

Para el dimensionamiento de la sección se considera de forma independiente una de las dos vigas de 0.30x0.60, que deberá resistir la mitad de los esfuerzos anteriormente calculados.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
SECCIÓN AP	3000.000	51000.000	0.300	0.600	0.050	0.550	3	23.460	0.000
SECCIÓN CL	3000.000	51000.000	0.300	0.600	0.050	0.550	3	14.450	0.000

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
23.460	0.002217	0.337	57.053	0.114	0.001049
14.450	0.002217	0.337	57.053	0.068	0.000623

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA		
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA
0.000338	0.000504	10.49	10.49	4	20	12.566
0.000338	0.000504	6.23	6.23	2	20	6.283

7. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
SECCIÓN AP	3000.000	51000.000	0.300	0.300	0.600	0.050	0.550	9.165	0.000
SECCIÓN CL	3000.000	51000.000	0.300	0.300	0.600	0.050	0.550	0.000	0.000

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.667	0.000000	1.000	99.000	0.006	1.603	8.480	7.066	1.06
1.667	0.000000	1.000	99.000	0.004	1.603	7.129	5.941	0.00

ARMADURA DISPUESTA			
NÚMERO DE RAMAS	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE CORTANTE DISPUESTA (cm2)
2	5	8.000	5.027
2	3	8.000	3.348

8. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELS FISURACIÓN.

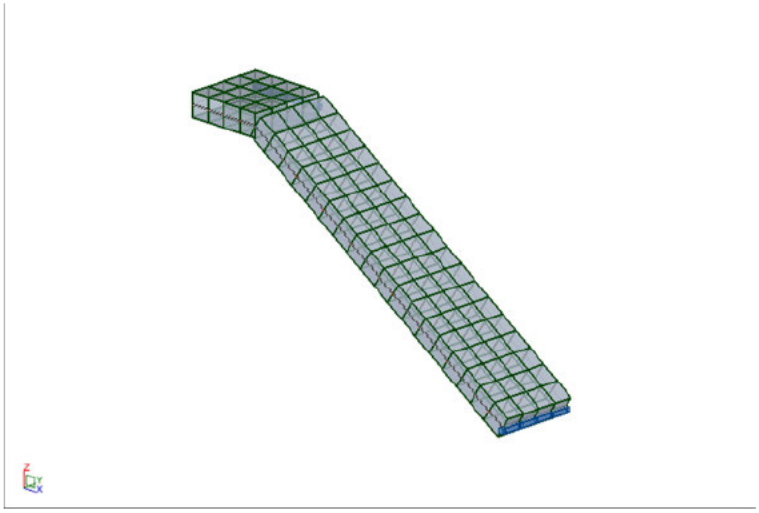
			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	30	60	5	25	7	12	2	0 125	0 5	0	15 37
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	30	60	5	20	6	12	2	0 125	0 5	0	9 43

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
12 49	0 00	7 20	452 11	965 10	0 00041	0 087	Cumple
13 39	0 00	6 46	712 49	1040 42	0 00038	0 086	Cumple

CÁLCULO DE LA ESCALERA

1. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

MODELO 3D



Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP30	1	HA - 30	constante	30.000	0.0	2693070.52	0.20

2. ACCIONES DE CÁLCULO

Cargas

- Casos: 1A4

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1	PZ Menos Coef=1.00	PP
2	(EF) uniforme	1	PZ=-0.40(T/m2) proyectada	SC

3. COMBINACIÓN DE ACCIONES

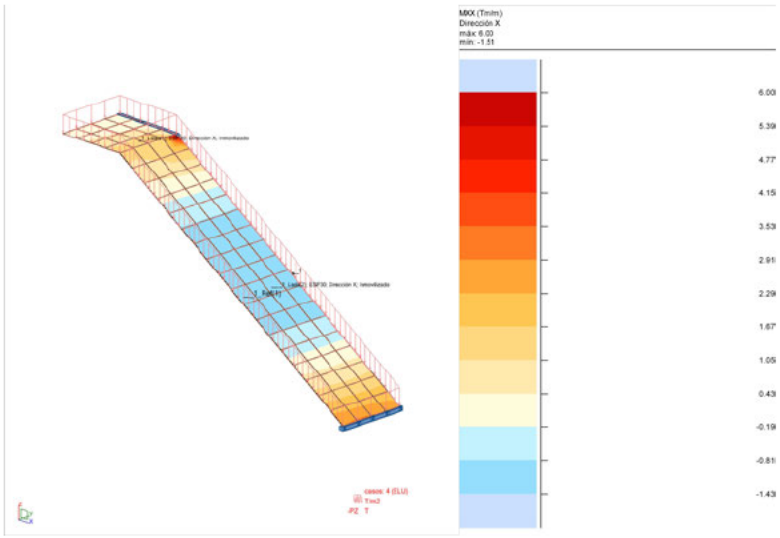
Combinaciones de casos

- Casos: 3 4

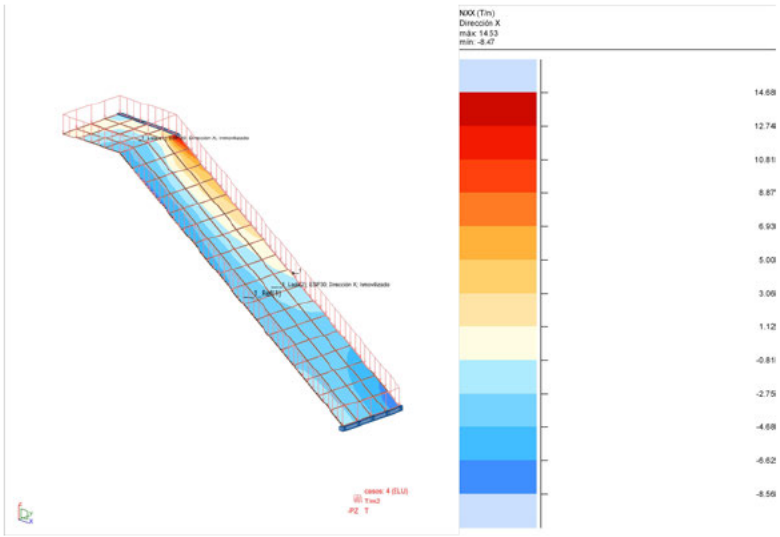
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
3 (C)	ELS	Combinación lineal	ELU		(1+2)*1.00
4 (C)	ELU	Combinación lineal	ELU		1*1.50+2*1.60

4. GRÁFICOS DE ESFUERZOS EN E.L.U.

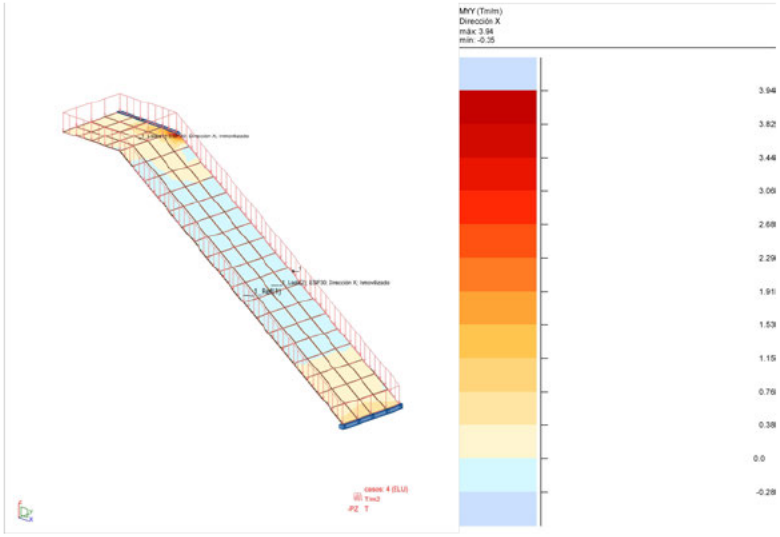
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 4 (ELU)



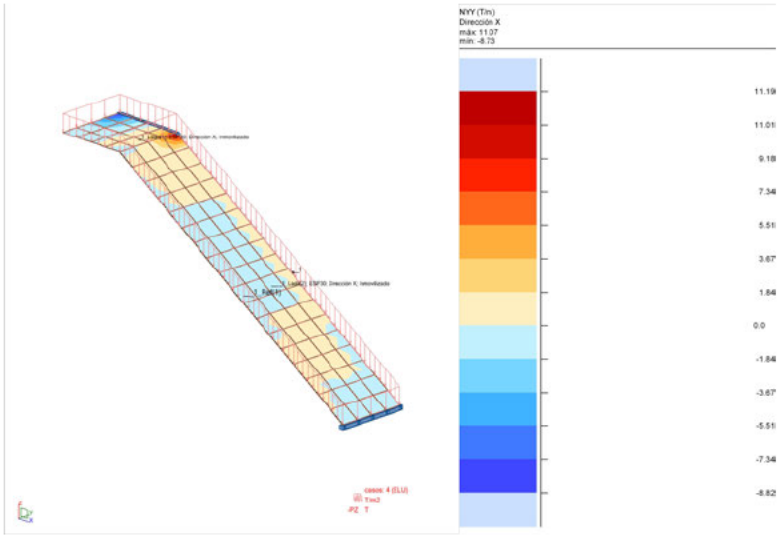
NXX (T/m) Dirección X casos: 4 (ELU)



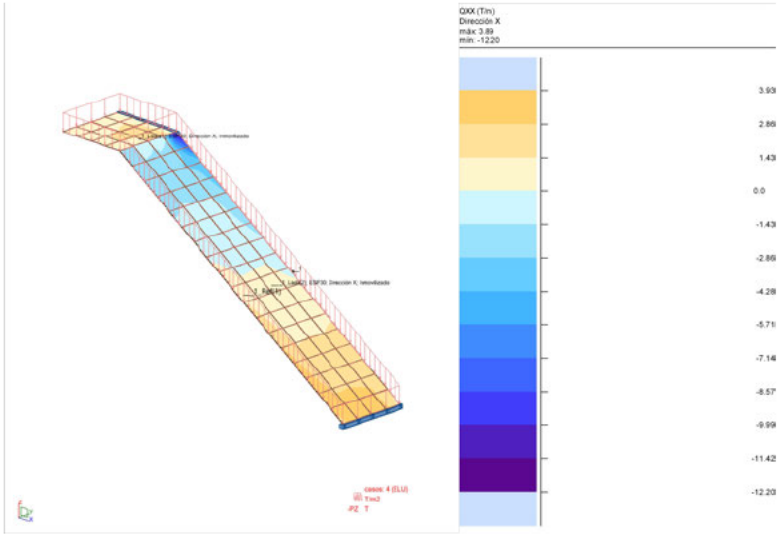
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 4 (ELU)



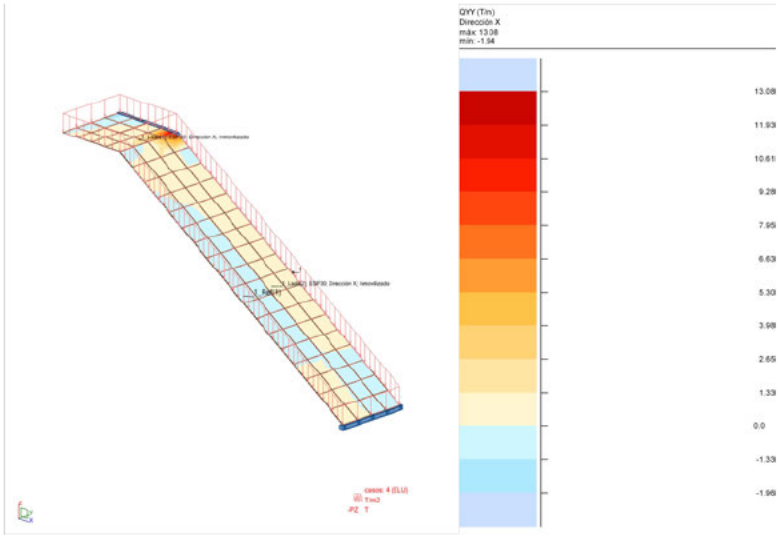
NYY (T/m) Dirección X casos: 4 (ELU)



QXX (T/m) Dirección X casos: 4 (ELU)



QYY (T/m) Dirección X casos: 4 (ELU)



4.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	**6.00>>**	3 94	14 53	11 07	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 34/ 4 (C)	**-1.41<<**	-0 01	-5 18	-0 15	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	6 00	**3.94>>**	14 53	11 07	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 103/ 4 (C)	1 79	**-0.28<<**	9 68	0 62	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	6 00	3 94	**14.53>>**	11 07	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 120/ 4 (C)	2 48	0 50	**-8.47<<**	-1 80	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	6 00	3 94	14 53	**11.07>>**	1*1 50+2*1 60
1_Lado(1)/ 21/ 4 (C)	-0 02	-0 12	-2 13	**-8.73<<**	1*1 50+2*1 60

4.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	**14.53>>**	11 07	-12 20	10 25	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 120/ 4 (C)	**-8.47<<**	-1 80	1 02	-0 00	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	14 53	**11.07>>**	-12 20	10 25	1*1 50+2*1 60
1_Lado(1)/ 21/ 4 (C)	-2 13	**-8.73<<**	0 00	-1 94	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 63/ 4 (C)	-3 15	-0 61	**3.89>>**	0 00	1*1 50+2*1 60
1_Lado(2)/ 25/ 4 (C)	14 53	11 07	**-12.20<<**	10 25	1*1 50+2*1 60
1_Lado(1)/ 25/ 4 (C)	2 81	7 36	0 00	**13.08>>**	1*1 50+2*1 60
1_Lado(1)/ 21/ 4 (C)	-2 13	-8 73	0 00	**-1.94<<**	1*1 50+2*1 60

4.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. – ABERTURA DE FISURA.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1_Lado(2)/ 25/ 3 (C)	9.49>>	7 23	3 92	2 58	(1+2)*1 00
1_Lado(2)/ 120/ 3 (C)	-5.53<<	-1 17	1 62	0 32	(1+2)*1 00
1_Lado(2)/ 25/ 3 (C)	9 49	7.23>>	3 92	2 58	(1+2)*1 00
1_Lado(1)/ 21/ 3 (C)	-1 39	-5.70<<	-0 02	-0 08	(1+2)*1 00
1_Lado(2)/ 25/ 3 (C)	9 49	7 23	3.92>>	2 58	(1+2)*1 00
1_Lado(2)/ 34/ 3 (C)	-3 38	-0 10	-0.92<<	-0 01	(1+2)*1 00
1_Lado(2)/ 25/ 3 (C)	9 49	7 23	3 92	2.58>>	(1+2)*1 00
1_Lado(2)/ 103/ 3 (C)	6 32	0 41	1 17	-0.19<<	(1+2)*1 00

5. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU FLEXIÓN.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	6.000	-14.530
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-1.410	5.180
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	6.000	-14.530
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	2.480	8.470
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	3.940	-11.070
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.280	-0.620
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	3.940	-11.070
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.120	8.730

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
4.547	0.002217	0.153	39.293	0.014	0.000747
1.928	0.002217	0.153	39.293	0.006	0.000059
4.547	0.002217	0.153	39.293	0.014	0.000747
3.327	0.002217	0.153	39.293	0.010	0.000114
2.833	0.002217	0.153	39.293	0.008	0.000509
0.218	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000034
2.833	0.002217	0.153	39.293	0.008	0.000509
0.993	0.002217	0.153	39.293	0.003	-0.000107

ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	AREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	AREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
7.47	7.47	5	16	10.053	5	16	10.053
5.64	5.64	5	16	10.053	5	16	10.053
7.47	7.47	5	16	10.053	5	16	10.053
5.64	5.64	5	16	10.053	5	16	10.053
5.64	5.64	5	16	10.053	5	16	10.053
5.64	5.64	5	16	10.053	5	16	10.053
5.64	5.64	5	16	10.053	5	16	10.053
5.64	5.64	5	16	10.053	5	16	10.053

6. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.890	3.150
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	12.200	-14.530
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	13.080	-7.360
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.940	8.730

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.658	0.000000	1.000	150.000	0.003	1.894	12.199	9.838	0.00
1.707	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	8.932	8.957	3.60
1.687	0.000000	1.000	150.000	0.003	1.894	10.886	9.838	3.60
1.642	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.840	8.957	0.00

ARMADURA DISPUESTA			
NÚMERO DE RAMAS	NÚMERO	DIÁMETRO	AREA ARMADURA DE CORTANTE DISPUESTA (cm2)
2	5	12.000	11.310
2	5	12.000	11.310
2	5	12.000	11.310
2	5	12.000	11.310

7. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELS FISURACIÓN.

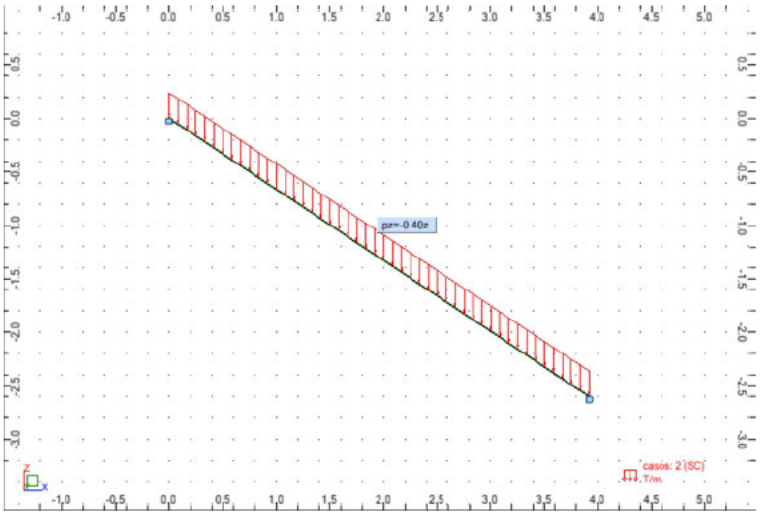
			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	16	5	16	5	0 125	0 5	9 49	3 92
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	60	5	16	5	16	5	0 125	0 5	7 23	2 58

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
25 94	36 68	15 15	4821 68	47 91	0 00001	0 004	Cumple
25 94	41 18	14 69	4969 71	32 70	0 00001	0 003	Cumple

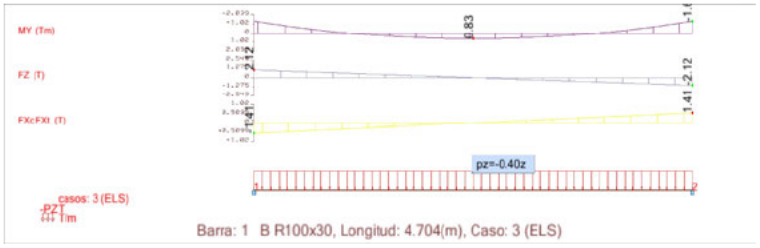
8. CIMENTACIÓN

8.1 ESFUERZOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

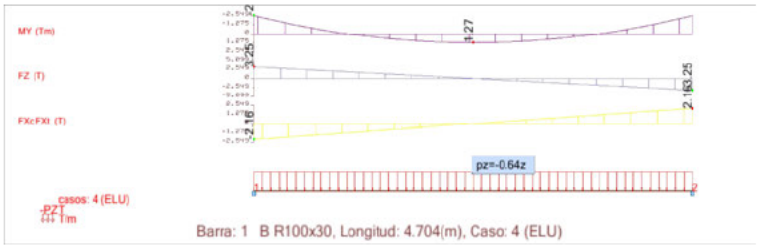
MODELO



FX;FZ;MY; casos: 3 (ELS)



FX;FZ;MY; casos: 4 (ELU)



Acciones sobre la zapata

$\alpha := 30$

ELS

$\mathbf{Fz} := 2.12$

$\mathbf{Fx} := 1.41$

$\mathbf{M} := 1.67$

$\mathbf{N} := \mathbf{Fz}\cdot\cos\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right) + \mathbf{Fx}\cdot\sin\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right)$ $\quad \mathbf{N} = 2.541$

$\mathbf{Fh} := -\mathbf{Fz}\cdot\sin\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right) + \mathbf{Fx}\cdot\cos\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right)$ $\quad \mathbf{Fh} = 0.161$

ELU

$\mathbf{Fz} := 3.25$

$\mathbf{Fx} := 2.16$

$\mathbf{M} := 2.55$

$\mathbf{N} := \mathbf{Fz}\cdot\cos\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right) + \mathbf{Fx}\cdot\sin\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right)$ $\quad \mathbf{N} = 3.895$

$\mathbf{Fh} := -\mathbf{Fz}\cdot\sin\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right) + \mathbf{Fx}\cdot\cos\left(\alpha\cdot\frac{\pi}{180}\right)$ $\quad \mathbf{Fh} = 0.246$

8.2 CIMENTACIONES RÍGIDAS

La zapata objeto de cálculo se considera rígida puesto que la longitud del vuelo máximo es menor que dos veces el canto de la zapata.

8.2.1 Comprobación de estabilidad a deslizamiento

Se comprueba la estabilidad a deslizamiento de la zapata:

$$CSD = \frac{(N + P)\cdot\tan(\phi)}{F_h}$$

CSD Coeficiente de seguridad a deslizamiento

N Fuerza vertical transmitida a la zapata

ϕ Ángulo de rozamiento cimiento - terreno

F_h Fuerza horizontal transmitida a la zapata

P Peso de la zapata

8.2.2 Comprobación de estabilidad a vuelco

Se comprueba la estabilidad a deslizamiento de la zapata:

$$CSV = \frac{(N + P)\cdot\frac{a}{2}}{M}$$

CSV Coeficiente de seguridad a vuelco

a Dimensión de la zapata en la dirección considerada

M Momento transmitido a la zapata referido al cdg de la misma

8.2.3 Tensiones en el terreno

Las tensiones transmitidas al terreno se calcularán según las siguientes fórmulas:

$$\sigma_{max} = \frac{N+P}{A} + \frac{M\cdot\frac{a}{2}}{\frac{1}{12}\cdot b\cdot a^3}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N+P}{A} - \frac{M\cdot\frac{a}{2}}{\frac{1}{12}\cdot b\cdot a^3}$$

8.2.4 Armadura

La armadura necesaria será según el modelo de bielas y tirantes definido en el artículo 59.4.1.1. de la E.H.E. se dimensiona para resistir la tracción T_d .

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0.85\cdot d}\cdot(x_1 - 0.25\cdot a)$$

$$A_s = \frac{T_d}{f_{yd}}$$

A continuación se incluye la particularización del cálculo para los datos de proyecto.

Cimentaciones rígidas

Entrada de datos

$\mathbf{a} := 1.50$

$\mathbf{b} := 1$

$\mathbf{N} := 2.541$

$\mathbf{M} := 1.67$

$\mathbf{Fh} := 0.161$

$\mathbf{c} := 0.50$

$\mathbf{d} := 0.45$

$\phi := 30$

$\mathbf{ap} := 0.30$

$\mathbf{fyd} := 40000$

Comprobaciones

Comprobación de estabilidad a deslizamiento

$$\mathbf{CSD} := \frac{(\mathbf{N} + \mathbf{a}\cdot\mathbf{b}\cdot\mathbf{c}\cdot 2.5)\cdot\tan\left(\phi\cdot\frac{\pi}{180}\right)}{\mathbf{Fh}} \qquad \mathbf{CSD} = 15.836$$

Comprobación de estabilidad a vuelco

$$\mathbf{CSV} := \frac{(\mathbf{N} + \mathbf{a}\cdot\mathbf{b}\cdot\mathbf{c}\cdot 2.5)\cdot\frac{\mathbf{a}}{2}}{\mathbf{M}} \qquad \mathbf{CSV} = 1.983$$

Tensiones en el terreno

$$\sigma\mathbf{max} := \frac{(\mathbf{N} + \mathbf{a}\cdot\mathbf{b}\cdot\mathbf{c}\cdot 2.5)}{\mathbf{a}\cdot\mathbf{b}} + \frac{\mathbf{M}\cdot\frac{\mathbf{a}}{2}}{\frac{1}{12}\cdot\mathbf{b}\cdot\mathbf{a}^3} \qquad \sigma\mathbf{max} = 7.397$$

$$\sigma\mathbf{min} := \frac{(\mathbf{N} + \mathbf{a}\cdot\mathbf{b}\cdot\mathbf{c}\cdot 2.5)}{\mathbf{a}\cdot\mathbf{b}} - \frac{\mathbf{M}\cdot\frac{\mathbf{a}}{2}}{\frac{1}{12}\cdot\mathbf{b}\cdot\mathbf{a}^3} \qquad \sigma\mathbf{min} = -1.509$$

Cimentaciones rígidas

Entrada de datos

$\mathbf{a} := 1.50$

$\mathbf{b} := 1$

$\mathbf{N} := 3.895$

$\mathbf{M} := 2.55$

$\mathbf{Fh} := 0.246$

$\mathbf{c} := 0.50$

$\mathbf{d} := 0.45$

$\boldsymbol{\phi} := 30$

$\mathbf{ap} := 0.30$

$\mathbf{fyd} := 40000$

Armadura

$$\mathbf{R1d} := \frac{\sigma\mathbf{max} + \sigma\mathbf{min}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2} \cdot \mathbf{b} + \frac{\sigma\mathbf{max} - \sigma\mathbf{min}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \mathbf{b} \qquad \mathbf{R1d} = 5.435$$

$$\mathbf{x1} := \frac{\frac{\sigma\mathbf{max} + \sigma\mathbf{min}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{4} + \frac{\sigma\mathbf{max} - \sigma\mathbf{min}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2}}{\frac{\sigma\mathbf{max} + \sigma\mathbf{min}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2} + \frac{\sigma\mathbf{max} - \sigma\mathbf{min}}{2} \cdot \frac{\mathbf{a}}{2} \cdot \frac{1}{2}} \qquad \mathbf{x1} = 0.434$$

$$\mathbf{Td} := \frac{\mathbf{R1d}}{0.85 \cdot \mathbf{d}} \cdot (\mathbf{x1} - 0.25 \cdot \mathbf{ap})$$

$$\mathbf{As} := \frac{\mathbf{Td}}{\mathbf{fyd}} \cdot 10000 \qquad \mathbf{As} = 1.274$$

ANEXO: CÁLCULO DE LA ARQUETA DE ENTRADA

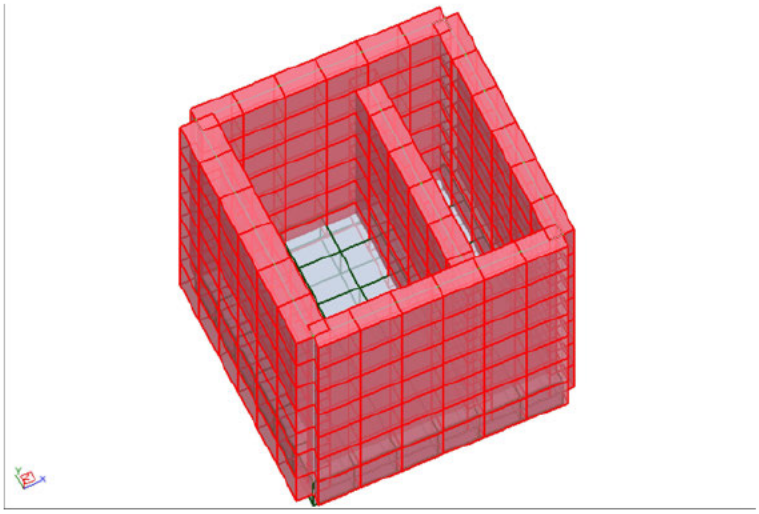
1. INTRODUCCIÓN

2. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP50_KZ	1	HA - 30	constante	50 000	2000 00	2693070 52	0 20
ESP40	4	HA - 30	constante	40 000	0 0	2693070 52	0 20
ESP30	2 3	HA - 30	constante	30 000	0 0	2693070 52	0 20

MODELO 3D



3. ACCIONES DE CÁLCULO

Cargas

- Casos: 1A11

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A4	PZ Menos Coef=1 00	PP
2	(EF) presión hydrostática	2 LADO(1)	P=0 50(T/m2) Gama=1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	2 LADO(2 3)	P=-0 50(T/m2) Gama=-1 00(T/m3) H=2 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE TIERRAS
3	(EF) presión hydrostática	2 LADO(1)	Gama=-1 00(T/m3) H=3 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO
3	(EF) presión hydrostática	2 LADO(2 3)	Gama=1 00(T/m3) H=3 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO
3	(EF) presión hydrostática	4	Gama=-1 00(T/m3) H=3 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO
3	(EF) presión hydrostática	1	Gama=-1 00(T/m3) H=3 000(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTATICO

4. COMBINACIÓN DE ACCIONES

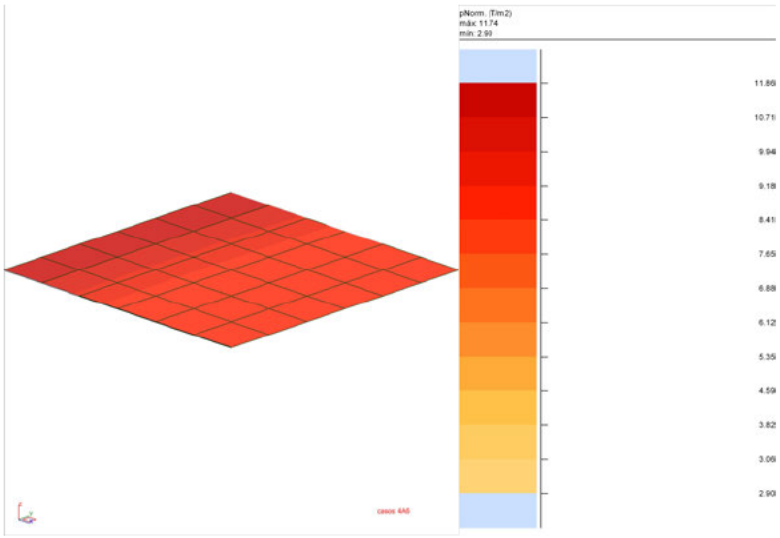
Combinaciones de casos

- Casos: 4A11

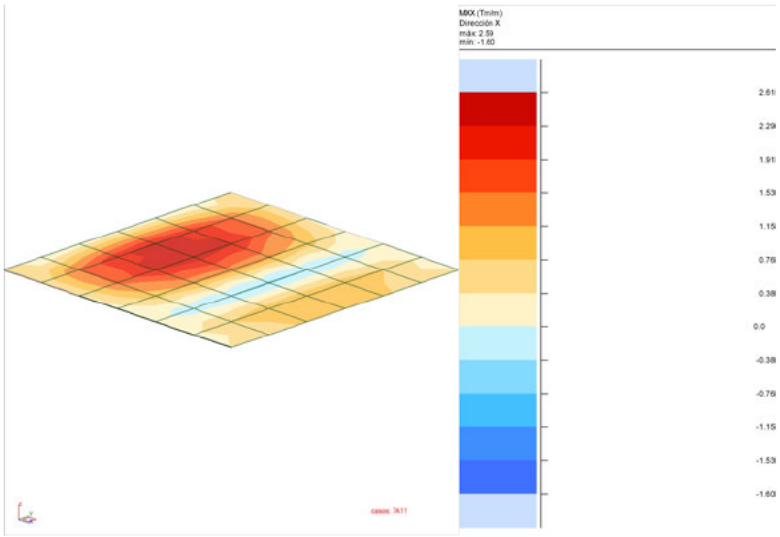
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+3)*1.00
6 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3)*1.00
7 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+2*1.60
8 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+2*1.60
9 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+3*1.60
10 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+3*1.60
11 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3)*1.60

5. GRÁFICOS DE ESFUERZOS

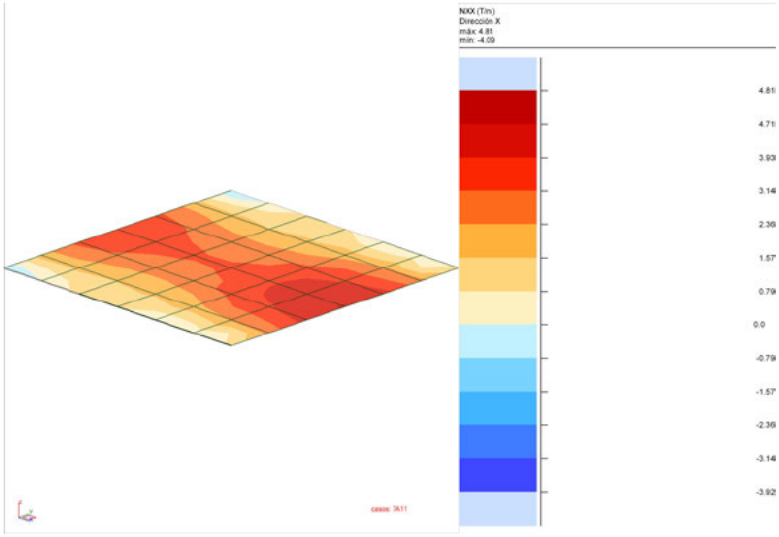
pNorm. (T/m2) casos: 4A6 (+)



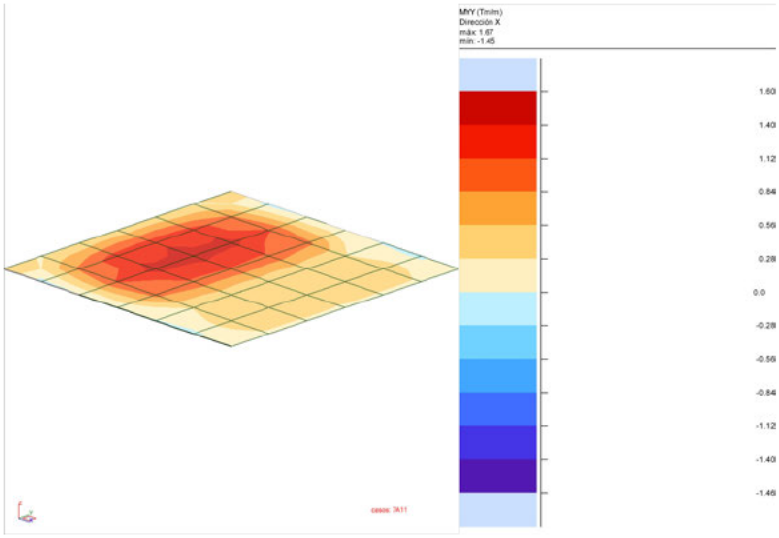
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



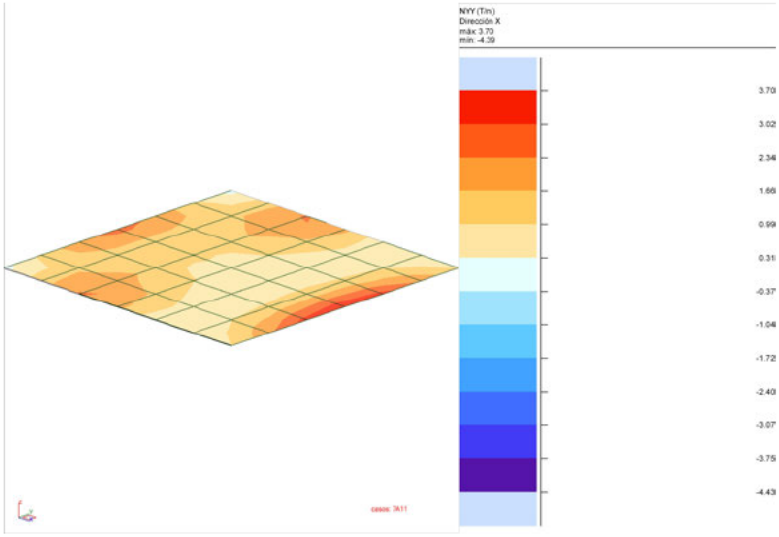
NXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



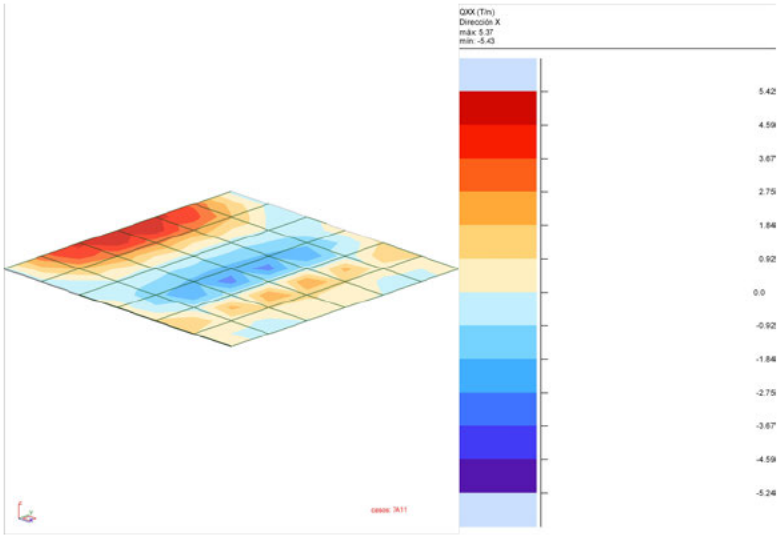
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



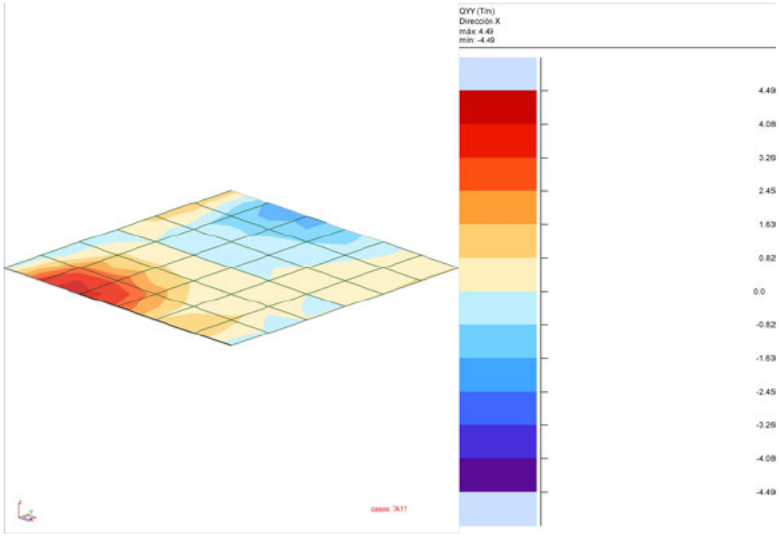
NYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



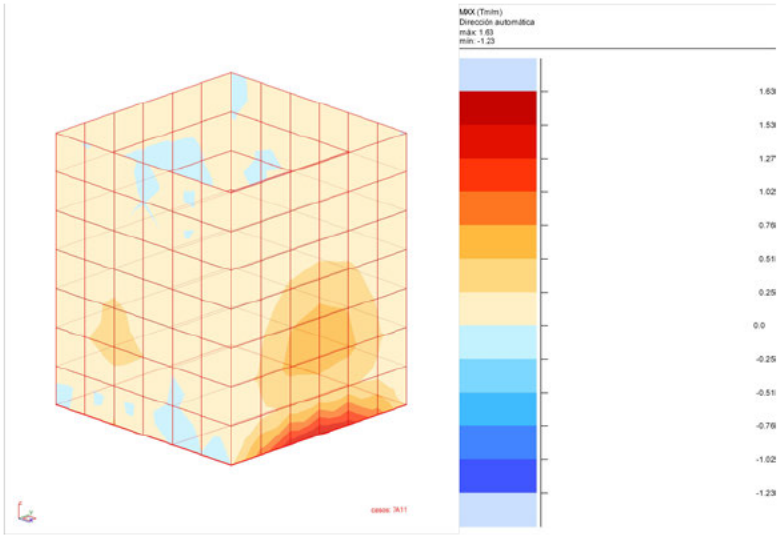
QXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



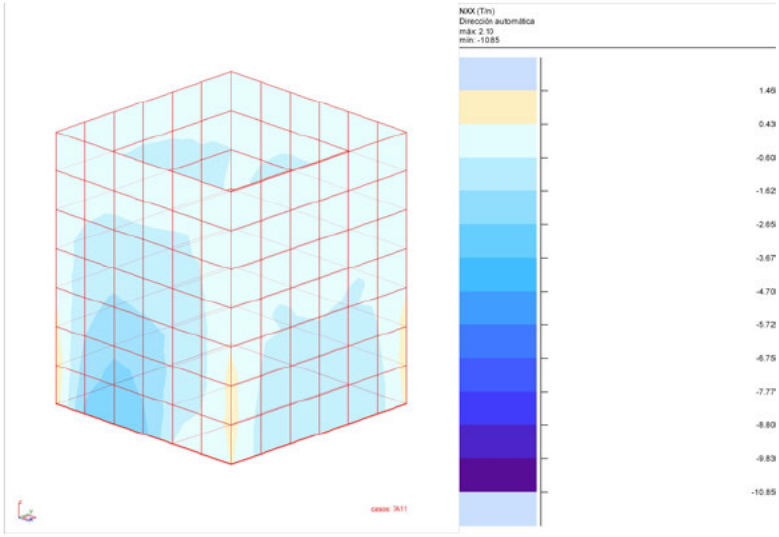
QYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



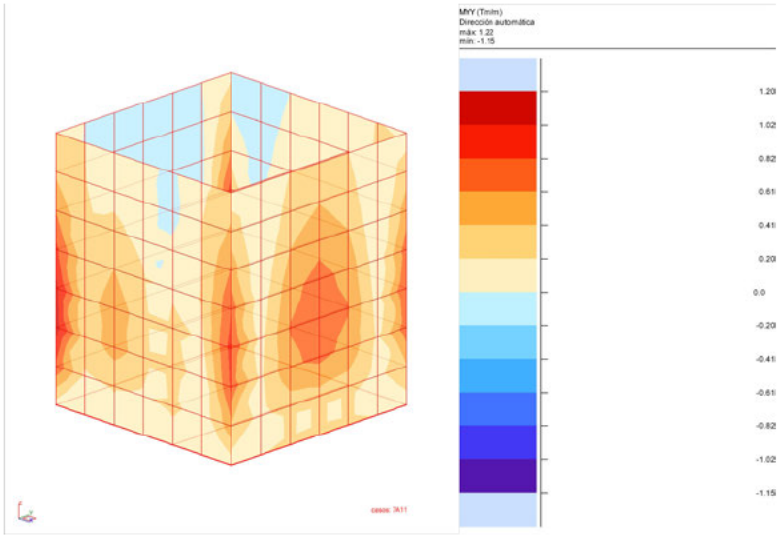
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



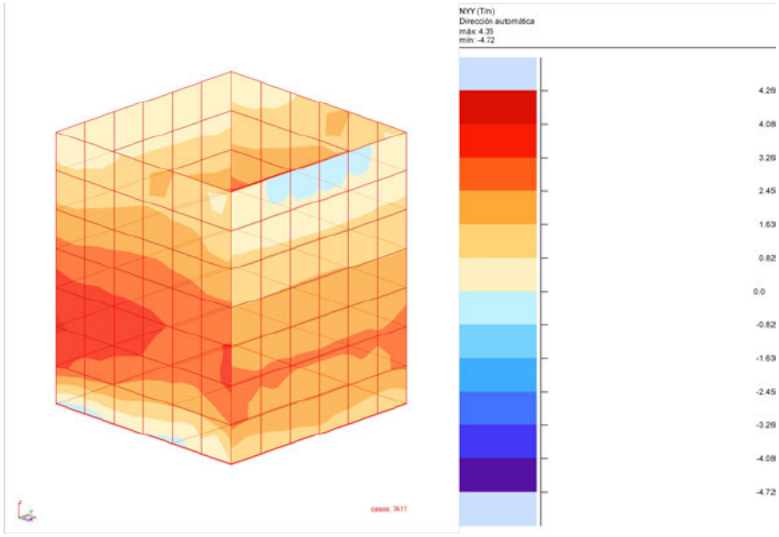
NXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



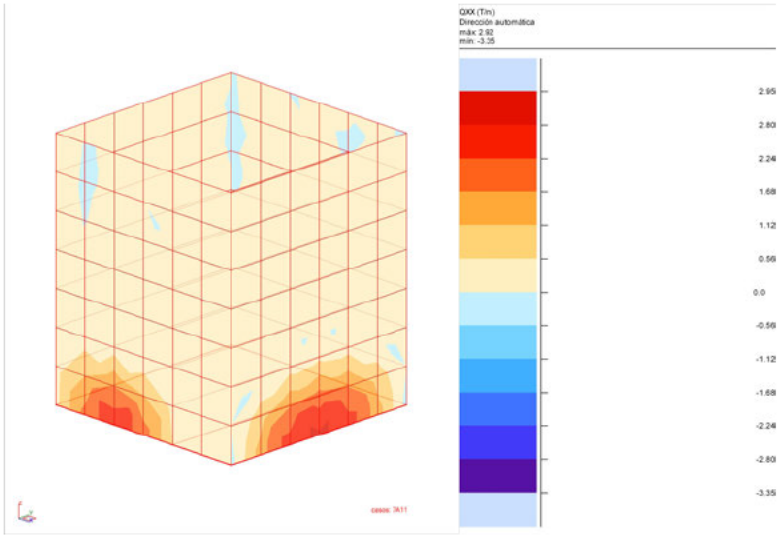
MYY (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



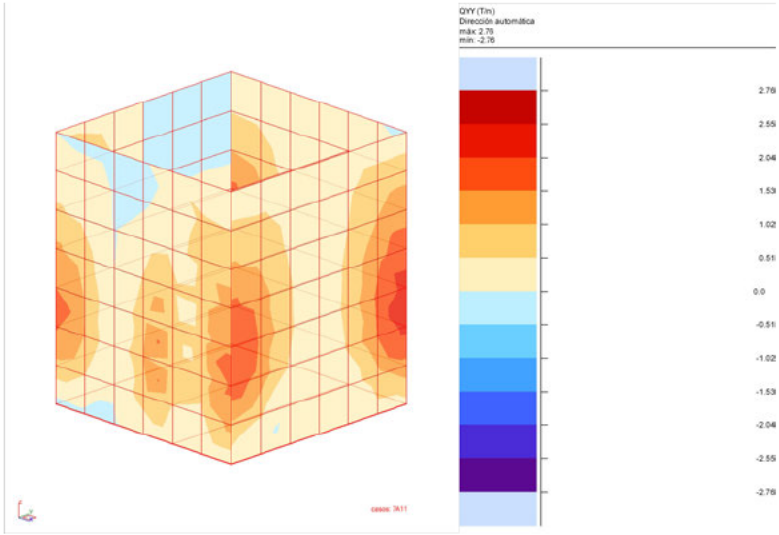
NYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



5.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 24/ 11 (C)	1.58>>	2 58	-2 07	2 23	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 45/ 8 (C)	-1.44<<	0 15	-4 32	-3 65	1*1 50+2*1 60
1/ 24/ 11 (C)	1 58	2.58>>	-2 07	2 23	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-0 32	-1.60<<	-0 57	-3 92	1*1 50+2*1 60
1/ 28/ 10 (C)	0 22	0 93	3.70>>	4 80	1*1 50+3*1 60
1/ 22/ 8 (C)	0 12	-0 81	-4.39<<	-0 86	1*1 50+2*1 60
1/ 28/ 9 (C)	0 22	1 03	3 59	4.81>>	1*1 00+3*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-0 32	-1 60	-0 57	-3.92<<	1*1 50+2*1 60
2_Lado(2)/ 28/ 8 (C)	1.63>>	0 34	-2 52	-0 44	1*1 50+2*1 60
2_Lado(1)/ 3/ 8 (C)	-1.23<<	-0 23	-6 67	-2 74	1*1 50+2*1 60
2_Lado(1)/ 64/ 10 (C)	0 20	1.14>>	0 43	4 26	1*1 50+3*1 60
2_Lado(3)/ 182/ 10 (C)	-0 20	-1.14<<	0 43	4 26	1*1 50+3*1 60
2_Lado(1)/ 57/ 10 (C)	0 09	0 79	1.19>>	3 57	1*1 50+3*1 60
2_Lado(3)/ 45/ 11 (C)	0 65	0 13	-6.92<<	-1 81	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(3)/ 182/ 10 (C)	-0 20	-1 14	0 43	4.26>>	1*1 50+3*1 60
2_Lado(1)/ 70/ 7 (C)	-0 12	-0 70	-1 83	-2.94<<	1*1 00+2*1 60
3/ 26/ 11 (C)	0.41>>	0 11	-8 91	-2 69	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 244/ 10 (C)	-0.04<<	-0 10	-3 80	2 94	1*1 50+3*1 60
3/ 228/ 11 (C)	0 21	0.12>>	-7 65	-0 28	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 178/ 10 (C)	-0 04	-0.28<<	-1 99	4 01	1*1 50+3*1 60
3/ 261/ 7 (C)	-0 00	0 04	-0.01>>	0 73	1*1 00+2*1 60
3/ 26/ 10 (C)	0 38	0 09	-10.85<<	-2 46	1*1 50+3*1 60
3/ 178/ 10 (C)	-0 04	-0 28	-1 99	4.01>>	1*1 50+3*1 60
3/ 68/ 7 (C)	-0 00	0 07	-1 84	-3.49<<	1*1 00+2*1 60
4/ 22/ 9 (C)	0.45>>	0 04	-4 27	1 00	1*1 00+3*1 60
4/ 284/ 11 (C)	-0.97<<	-0 91	-5 70	1 41	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 64/ 10 (C)	0 11	1.18>>	0 34	3 91	1*1 50+3*1 60
4/ 291/ 11 (C)	-0 80	-1.01<<	-4 21	1 38	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 1/ 10 (C)	-0 46	-0 17	1.46>>	0 73	1*1 50+3*1 60
4/ 22/ 8 (C)	-0 60	-0 09	-8.41<<	-4 72	1*1 50+2*1 60
4/ 182/ 10 (C)	0 11	1 18	0 34	3.91>>	1*1 50+3*1 60
4/ 22/ 8 (C)	-0 60	-0 09	-8 41	-4.72<<	1*1 50+2*1 60

5.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 28/ 10 (C)	3.70>>	4 80	-0 00	0 42	1*1 50+3*1 60
1/ 22/ 8 (C)	-4.39<<	-0 86	0 00	-5 37	1*1 50+2*1 60
1/ 28/ 9 (C)	3 59	4.81>>	-0 00	-0 13	1*1 00+3*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-0 57	-3.92<<	-0 00	2 10	1*1 50+2*1 60
1/ 3/ 8 (C)	-4 32	-3 65	4.49>>	0 35	1*1 50+2*1 60
1/ 45/ 8 (C)	-4 32	-3 65	-4.49<<	0 35	1*1 50+2*1 60
1/ 25/ 11 (C)	-1 87	1 74	0 00	4.01>>	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 22/ 8 (C)	-4 39	-0 86	0 00	-5.37<<	1*1 50+2*1 60
2_Lado(1)/ 57/ 10 (C)	1.19>>	3 57	0 33	-1 85	1*1 50+3*1 60
2_Lado(3)/ 45/ 11 (C)	-6.92<<	-1 81	-0 93	0 11	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(3)/ 182/ 10 (C)	0 43	4.26>>	-0 23	2 49	1*1 50+3*1 60
2_Lado(1)/ 70/ 7 (C)	-1 83	-2.94<<	0 11	-1 29	1*1 00+2*1 60
2_Lado(2)/ 28/ 9 (C)	-1 50	1 48	2.92>>	-0 00	1*1 00+3*1 60
2_Lado(2)/ 28/ 8 (C)	-2 52	-0 44	-3.35<<	0 00	1*1 50+2*1 60
2_Lado(3)/ 182/ 10 (C)	0 43	4 26	-0 23	2.49>>	1*1 50+3*1 60
2_Lado(1)/ 64/ 10 (C)	0 43	4 26	0 23	-2.49<<	1*1 50+3*1 60
3/ 261/ 7 (C)	-0.01>>	0 73	-0 01	-0 10	1*1 00+2*1 60
3/ 26/ 10 (C)	-10.85<<	-2 46	-0 44	-0 00	1*1 50+3*1 60
3/ 178/ 10 (C)	-1 99	4.01>>	-0 11	0 41	1*1 50+3*1 60
3/ 68/ 7 (C)	-1 84	-3.49<<	-0 35	-0 03	1*1 00+2*1 60
3/ 251/ 10 (C)	-2 58	2 08	0.07>>	0 10	1*1 50+3*1 60
3/ 5/ 11 (C)	-1 42	-0 34	-0.86<<	-0 31	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 171/ 11 (C)	-1 66	0 67	-0 66	0.50>>	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 61/ 11 (C)	-1 66	0 67	-0 66	-0.50<<	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 1/ 10 (C)	1.46>>	0 73	0 80	-0 51	1*1 50+3*1 60
4/ 22/ 8 (C)	-8.41<<	-4 72	0 33	0 00	1*1 50+2*1 60
4/ 182/ 10 (C)	0 34	3.91>>	0 73	-2 76	1*1 50+3*1 60
4/ 22/ 8 (C)	-8 41	-4.72<<	0 33	0 00	1*1 50+2*1 60
4/ 182/ 11 (C)	-0 45	1 22	0.96>>	-2 21	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 22/ 11 (C)	-8 21	-2 73	-2.41<<	0 00	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 64/ 10 (C)	0 34	3 91	0 73	2.76>>	1*1 50+3*1 60
4/ 182/ 10 (C)	0 34	3 91	0 73	-2.76<<	1*1 50+3*1 60

5.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. - FISURACIÓN.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 28/ 5 (C)	2.32>>	3 00	0 14	0 57	(1+3)*1 00
1/ 22/ 4 (C)	-2.77<<	-0 56	0 07	-0 55	(1+2)*1 00
1/ 28/ 5 (C)	2 32	3.00>>	0 14	0 57	(1+3)*1 00
1/ 28/ 4 (C)	-0 34	-2.45<<	-0 20	-1 02	(1+2)*1 00
1/ 24/ 6 (C)	-1 33	1 37	1.04>>	1 69	(1+2+3)*1 00
1/ 45/ 4 (C)	-2 73	-2 34	-0.93<<	0 10	(1+2)*1 00
1/ 24/ 6 (C)	-1 33	1 37	1 04	1.69>>	(1+2+3)*1 00
1/ 28/ 4 (C)	-0 34	-2 45	-0 20	-1.02<<	(1+2)*1 00
2_Lado(1)/ 57/ 5 (C)	0.75>>	2 28	0 06	0 50	(1+3)*1 00
2_Lado(3)/ 45/ 6 (C)	-4.54<<	-1 20	0 42	0 08	(1+2+3)*1 00
2_Lado(3)/ 182/ 5 (C)	0 23	2.70>>	-0 12	-0 72	(1+3)*1 00
2_Lado(1)/ 70/ 4 (C)	-1 34	-1.78<<	-0 07	-0 42	(1+2)*1 00
2_Lado(2)/ 28/ 4 (C)	-1 72	-0 29	1.03>>	0 21	(1+2)*1 00
2_Lado(1)/ 3/ 4 (C)	-4 39	-1 78	-0.78<<	-0 15	(1+2)*1 00
2_Lado(1)/ 64/ 5 (C)	0 23	2 70	0 12	0.72>>	(1+3)*1 00
2_Lado(3)/ 182/ 5 (C)	0 23	2 70	-0 12	-0.72<<	(1+3)*1 00
3/ 261/ 4 (C)	-0.11>>	0 73	-0 00	0 03	(1+2)*1 00
3/ 26/ 5 (C)	-7.16<<	-1 65	0 25	0 06	(1+3)*1 00
3/ 178/ 5 (C)	-1 34	2.52>>	-0 03	-0 18	(1+3)*1 00
3/ 68/ 4 (C)	-1 71	-2.06<<	-0 01	0 02	(1+2)*1 00
3/ 26/ 6 (C)	-5 95	-1 80	0.27>>	0 07	(1+2+3)*1 00
3/ 244/ 5 (C)	-2 50	1 85	-0.03<<	-0 06	(1+3)*1 00
3/ 228/ 6 (C)	-5 11	-0 18	0 14	0.08>>	(1+2+3)*1 00
3/ 178/ 5 (C)	-1 34	2 52	-0 03	-0.18<<	(1+3)*1 00
4/ 1/ 5 (C)	0.94>>	0 46	-0 30	-0 11	(1+3)*1 00
4/ 22/ 4 (C)	-5.54<<	-3 02	-0 41	-0 06	(1+2)*1 00
4/ 182/ 5 (C)	0 16	2.47>>	0 07	0 75	(1+3)*1 00
4/ 22/ 4 (C)	-5 54	-3.02<<	-0 41	-0 06	(1+2)*1 00
4/ 22/ 6 (C)	-5 41	-1 77	0.22>>	0 03	(1+2+3)*1 00
4/ 284/ 6 (C)	-3 76	0 91	-0.62<<	-0 57	(1+2+3)*1 00
4/ 64/ 5 (C)	0 16	2 47	0 07	0.75>>	(1+3)*1 00
4/ 291/ 6 (C)	-2 78	0 89	-0 50	-0.63<<	(1+2+3)*1 00

6. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU FLEXIÓN.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	1.580	2.070
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-1.440	4.320
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	0.220	-3.700
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	0.120	4.390
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	2.580	-2.230
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-1.600	3.920
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	1.030	-4.810
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	0.500	0.050	0.450	2	-1.600	3.920
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	1.630	2.520
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-1.230	6.670
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.090	-1.190
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.650	6.920
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	1.140	-4.260
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-1.140	-4.260
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-1.140	-4.260
MURO	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.700	2.940

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
1.994	0.002217	0.275	127.309	0.003	0.000054
2.304	0.002217	0.275	127.309	0.004	0.000018
-0.520	0.002217	0.275	127.309	-0.001	0.000057
0.998	0.002217	0.275	127.309	0.002	-0.000049
2.134	0.002217	0.275	127.309	0.003	0.000158
2.384	0.002217	0.275	127.309	0.004	0.000031
0.068	0.002217	0.275	127.309	0.000	0.000112
2.384	0.002217	0.275	127.309	0.004	0.000031
1.882	0.002217	0.153	39.293	0.006	0.000114
1.897	0.002217	0.153	39.293	0.006	0.000022
-0.029	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000024
1.342	0.002217	0.153	39.293	0.004	-0.000034
0.714	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000161
0.714	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000161
0.714	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000161
0.994	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000024

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000940	0.000450	9.40	9.40	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655

7. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELU CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4.490	4.320
LOSA	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.500	0.050	0.450	4.490	4.320
MURO	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4.010	-1.740
MURO	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	5.370	0.860

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.659	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.173	13.825	0.00
1.659	0.000000	1.000	270.000	0.002	1.667	17.173	13.825	0.00
1.672	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.531	8.957	0.00
1.664	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.856	8.957	0.00

8. LISTADOS CÁLCULOS ARMADURAS – ELS ABERTURA DE FISURA.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 146	0 5	2 32	0 14
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	50	5	16	5	16	5	0 125	0 5	3	0 57
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	0 75	0 06
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	2 7	0 72

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
25 63	90 63	5 47	5924 34	151 65	0 00003	0 013	Cumple
23 95	47 89	9 10	4693 21	11 53	0 00000	0 001	Cumple
20 76	35 81	2 87	5731 15	3 54	0 00000	0 000	Cumple
20 76	14 72	3 92	4420 53	27 58	0 00001	0 002	Cumple

9. ESQUEMA DE ARMADURA.

La armadura mínima resulta suficiente para resistir los esfuerzos originados por las acciones de cálculo en la arqueta.

ANEJO DE CÁLCULO

5.- DECANTADOR SECUNDARIO

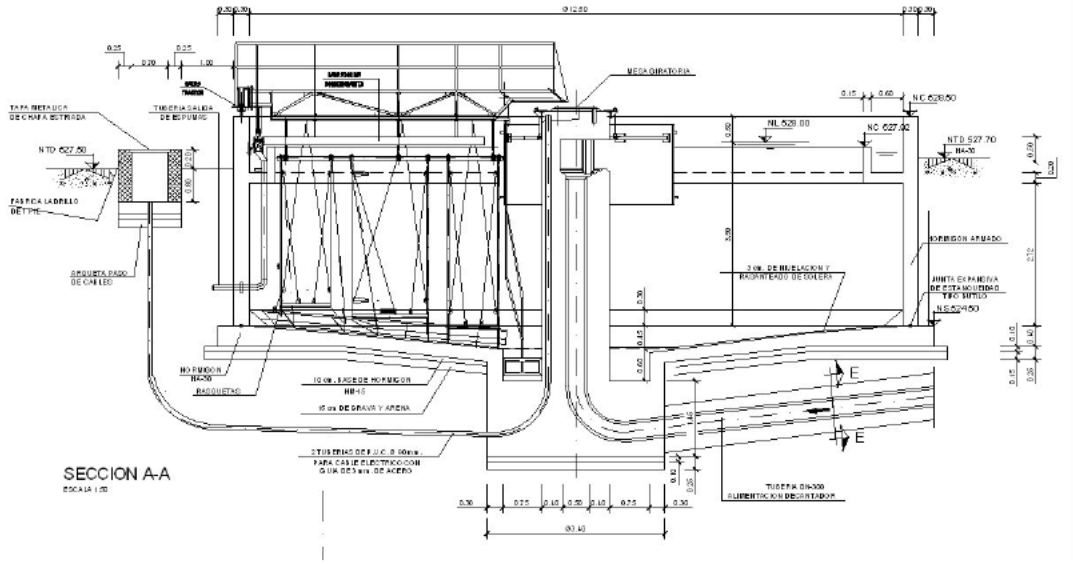
INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1
2. ACCIONES A CONSIDERAR 1
2.1 PESO PROPIO 1
2.2 PRESION DE AGUA 1
2.3 PRESION DE TIERRAS 2
2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 2
3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA. 2
4. ACCIONES DE CÁLCULO 4
5. COMBINACIÓN DE ACCIONES 5
6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN. 5
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS. 7
7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN 7
7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 10
8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 13
8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 13
8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 14
8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 15
9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 16
9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN. 16
9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE. 16
10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN. 17
11. COMPROBACIONES EN PARED 18
11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 18
11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 19
11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 20
12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIÓN 21
12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 21
12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE 22
12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 23

1. INTRODUCCIÓN.

El decantador secundario responde a la tipología de depósito circular con un diámetro interior de 12.50 metros y una altura del muro perimetral 4.00 metros.

El muro tiene un espesor de 0.30 metros, y su cimiento de 0.40 metros; variando hasta 0.30 metros en la losa inferior.



2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1 PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2 PRESION DE AGUA

Se tiene en cuenta como un fluido de peso específico 10 KN/m^3.

La altura máxima de aguas en el interior del depósito es de 3.50 metros.

2.3 PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,00 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 3.20 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m^2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional del depósito.

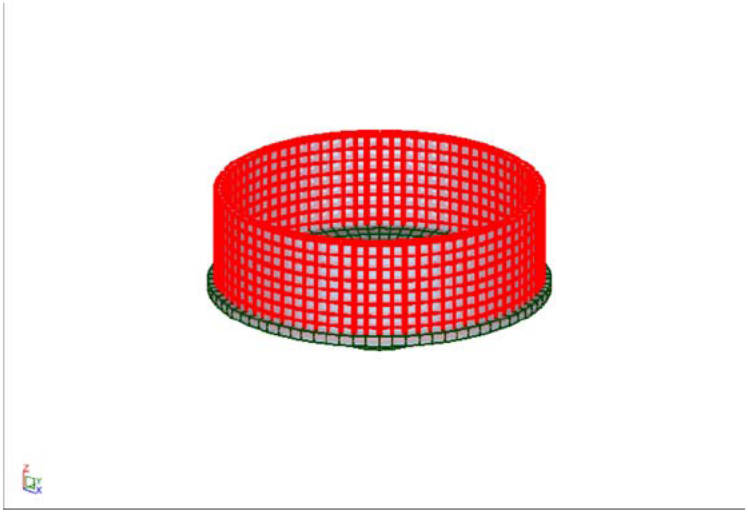
No se han incluido en el mismo los muretes interiores debido a que no interfieren en la rigidez de la losa debido al espesor de ésta.

Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

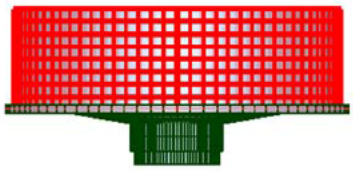
Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP30	6	HA - 30	constante	30.000	0.0	2693070.52	0.20
ESP30_KZ	3 4	HA - 30	constante	30.000	2000.00	2693070.52	0.20
ESP40_KZ	1 2	HA - 30	constante	40.000	2000.00	2693070.52	0.20
ESP100_KZ	5	HA - 30	constante	100.000	2000.00	2693070.52	0.20

MODELO 3D



El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

ALZADO



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Cargas

- Casos: 1A11

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A6	PZ Menos Coef=1 00	PP
2	(EF) presión hydrostática	6	P=0 50(T/m2) Gama=1 00(T/m3) H=3 200(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
3	(EF) presión hydrostática	6	Gama=-1 00(T/m3) H=3 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	2A5	Gama=-1 00(T/m3) H=3 500(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A11

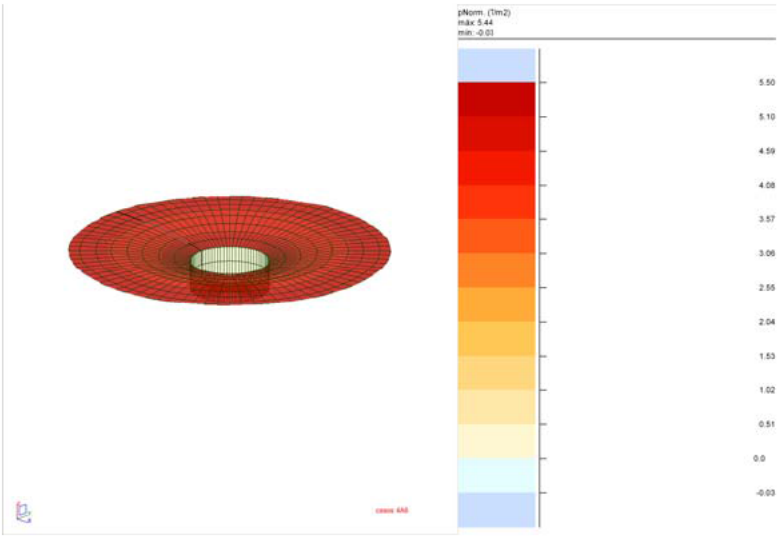
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU		(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU		(1+3)*1.00
6 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU		(1+2+3)*1.00
7 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU		1*1.00+2*1.60
8 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU		1*1.50+2*1.60
9 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU		1*1.50+3*1.60
10 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU		1*1.50+3*1.60
11 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU		1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{\max,cal} = 5.44T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0T/m^2$$

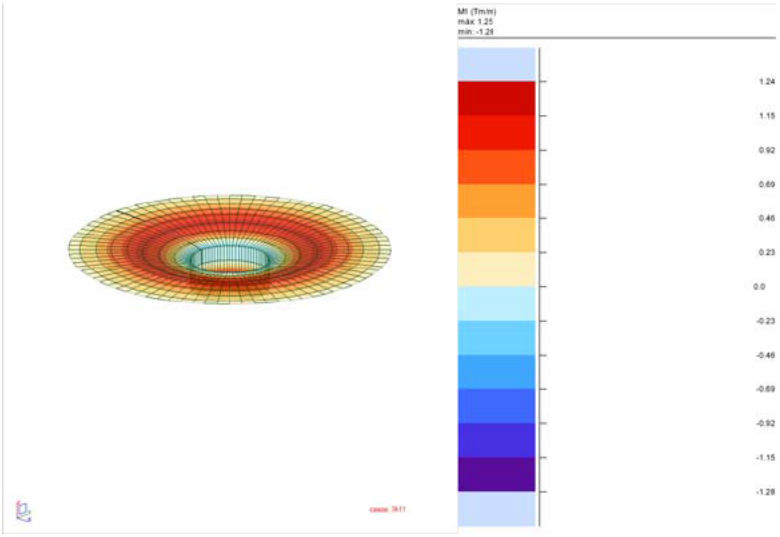
pNorm. (T/m2) casos: 4A6 (+)



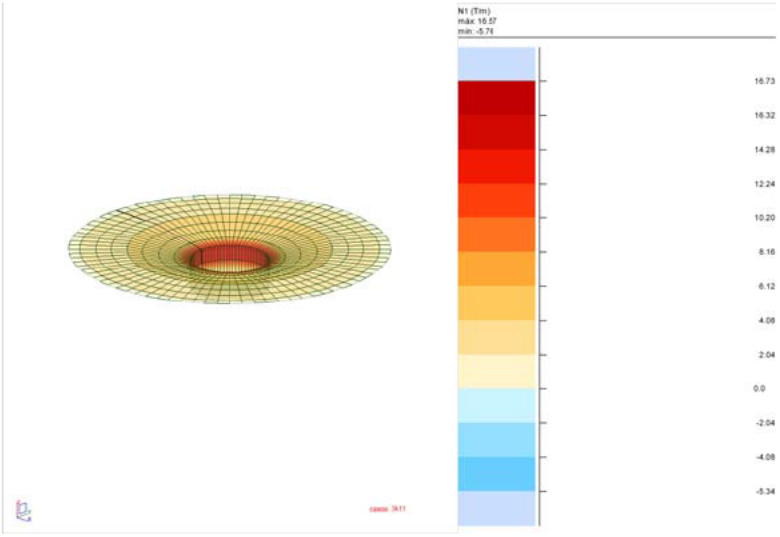
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

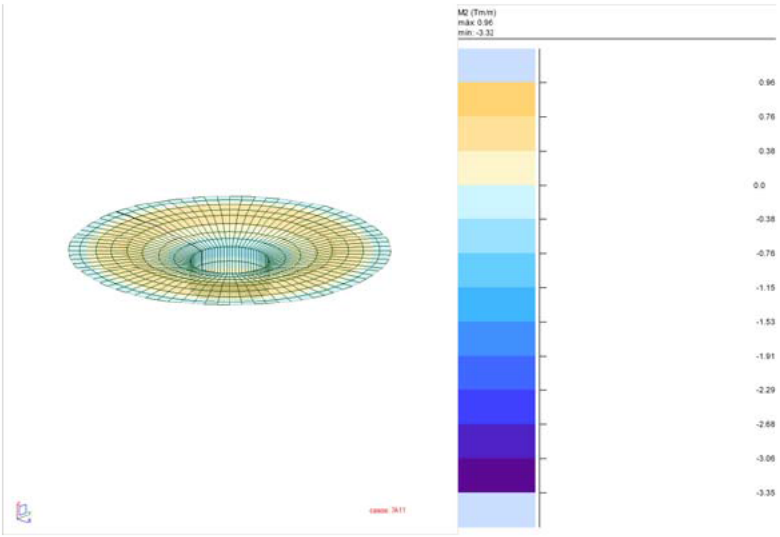
M1 (Tm/m) casos: 7A11 (+)



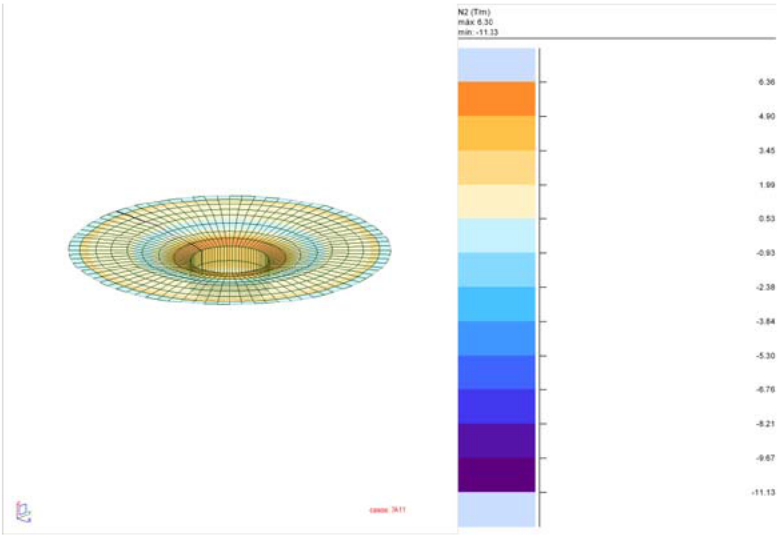
N1 (T/m) casos: 7A11 (+)



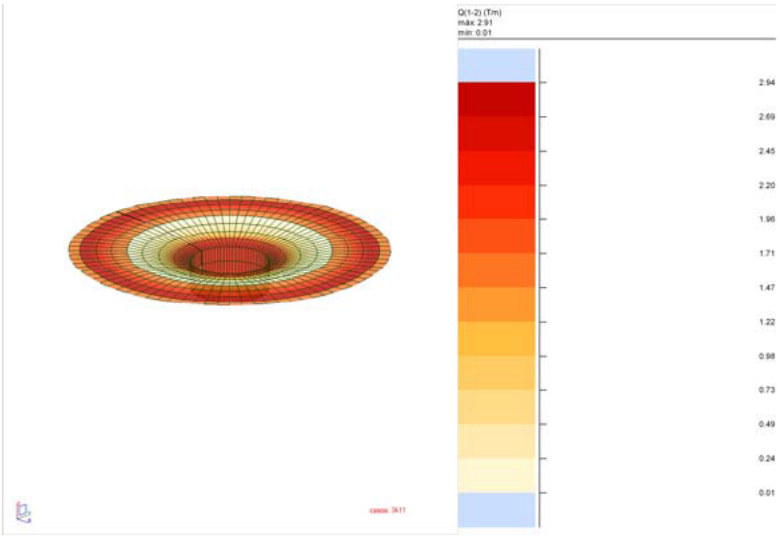
M2 (Tm/m) casos: 7A11 (+)



N2 (T/m) casos: 7A11 (+)

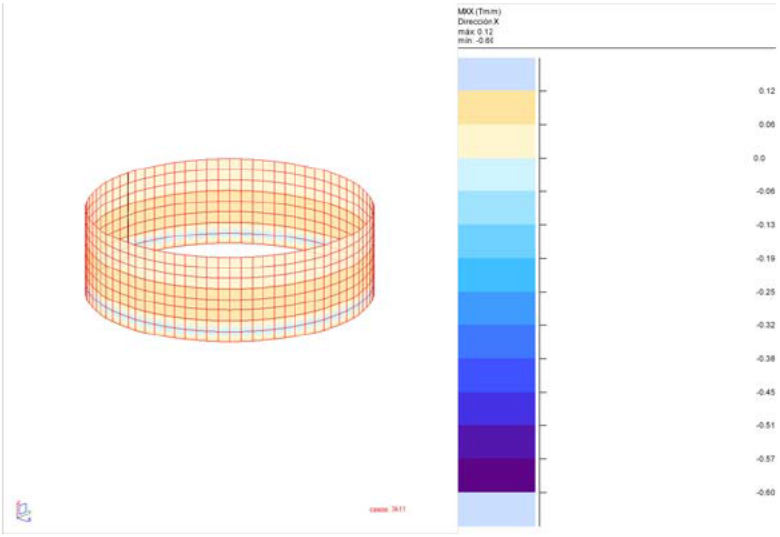


Q(1-2) (T/m) casos: 7A11 (+)

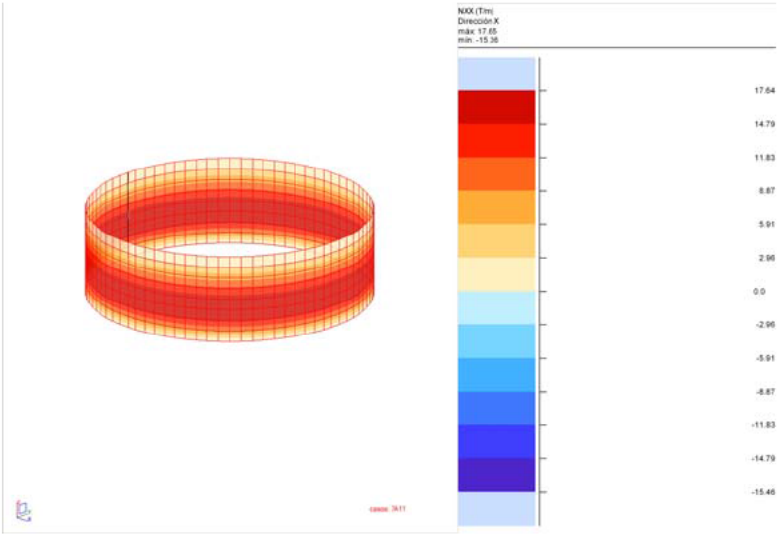


7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

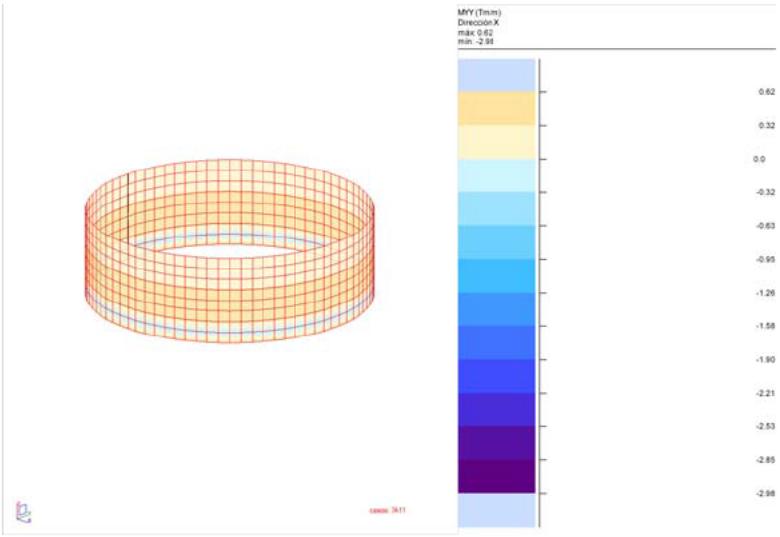
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



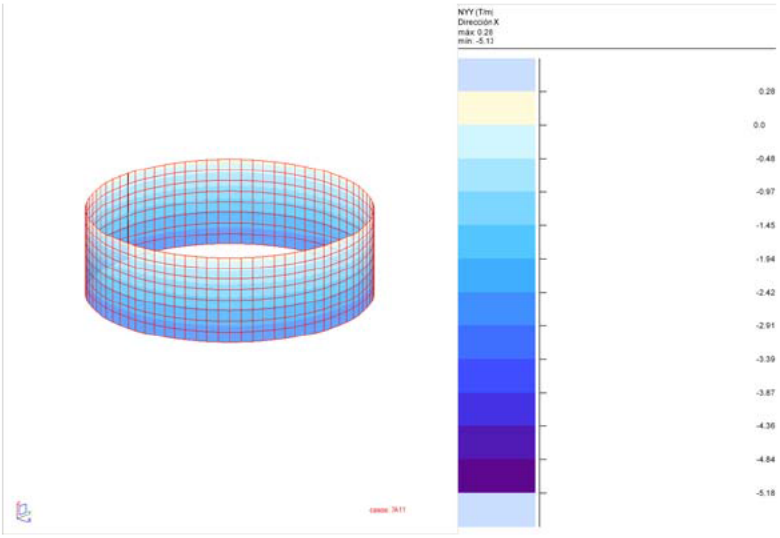
NXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



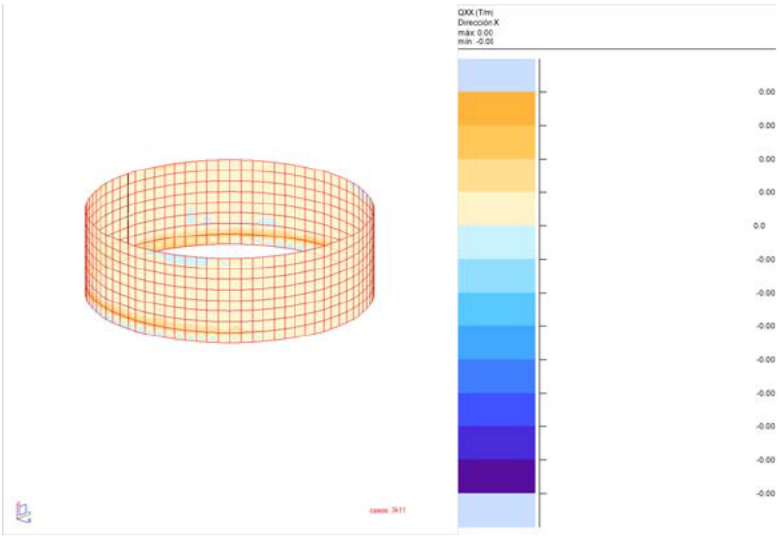
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



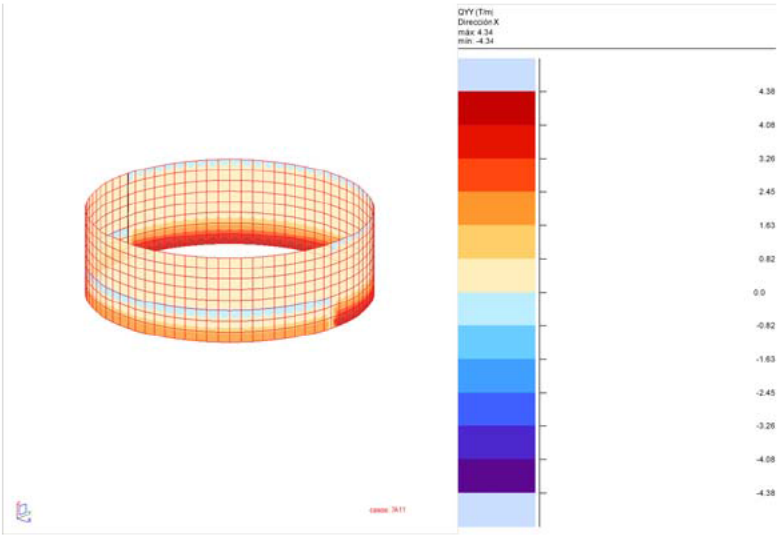
NYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



QYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 121/ 9 (C)	0.23>>	-0 01	1 27	-0 06	1*1 50+3*1 60
1/ 2/ 9 (C)	-0.71<<	0 13	-0 03	1 38	1*1 50+3*1 60
1/ 81/ 9 (C)	-0 01	0.23>>	-0 06	1 27	1*1 50+3*1 60
1/ 122/ 9 (C)	0 13	-0.71<<	1 38	-0 03	1*1 50+3*1 60
1/ 42/ 9 (C)	0 13	-0 71	1.38>>	-0 03	1*1 50+3*1 60
1/ 122/ 8 (C)	0 18	-0 22	-4.48<<	0 10	1*1 50+2*1 60
1/ 82/ 9 (C)	-0 71	0 13	-0 03	1.38>>	1*1 50+3*1 60
1/ 82/ 8 (C)	-0 22	0 18	0 10	-4.48<<	1*1 50+2*1 60
2/ 166/ 8 (C)	1.05>>	0 96	-5 22	-5 71	1*1 50+2*1 60
2/ 2/ 8 (C)	-3.31<<	-0 43	-5 30	-5 56	1*1 50+2*1 60
2/ 406/ 8 (C)	0 96	1.05>>	-5 71	-5 22	1*1 50+2*1 60
2/ 122/ 8 (C)	-0 43	-3.31<<	-5 56	-5 30	1*1 50+2*1 60
2/ 166/ 9 (C)	0 78	0 37	3.91>>	1 30	1*1 50+3*1 60
2/ 406/ 7 (C)	0 58	0 66	-5.81<<	-4 35	1*1 00+2*1 60
2/ 406/ 9 (C)	0 37	0 78	1 30	3.91>>	1*1 50+3*1 60
2/ 326/ 7 (C)	0 66	0 58	-4 35	-5.81<<	1*1 00+2*1 60
3/ 488/ 8 (C)	1.22>>	0 43	-5 18	-8 75	1*1 50+2*1 60
3/ 491/ 11 (C)	-1.97<<	-0 76	5 37	11 17	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 788/ 8 (C)	0 43	1.22>>	-8 75	-5 18	1*1 50+2*1 60
3/ 791/ 11 (C)	-0 76	-1.97<<	11 17	5 37	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 791/ 9 (C)	-0 71	-1 93	14.28>>	6 30	1*1 50+3*1 60
3/ 789/ 8 (C)	0 19	1 01	-11.10<<	-4 30	1*1 50+2*1 60
3/ 491/ 9 (C)	-1 93	-0 71	6 30	14.28>>	1*1 50+3*1 60
3/ 489/ 8 (C)	1 01	0 19	-4 30	-11.10<<	1*1 50+2*1 60
4/ 1092/ 9 (C)	0.23>>	1 15	0 63	2 37	1*1 50+3*1 60
4/ 491/ 11 (C)	-0.37<<	-1 87	13 70	3 86	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 1101/ 9 (C)	0 23	1.15>>	0 63	2 37	1*1 50+3*1 60
4/ 491/ 11 (C)	-0 37	-1.87<<	13 70	3 86	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 491/ 9 (C)	-0 36	-1 82	16.57>>	4 33	1*1 50+3*1 60
4/ 491/ 8 (C)	-0 18	-0 89	-7.80<<	1 06	1*1 50+2*1 60
4/ 1013/ 9 (C)	-0 07	-0 36	14 00	4.43>>	1*1 50+3*1 60
4/ 691/ 7 (C)	-0 12	-0 61	-6 15	0.55<<	1*1 00+2*1 60
5/ 1014/ 9 (C)	1.24>>	0 01	4 21	4 21	1*1 50+3*1 60
5/ 1138/ 9 (C)	-1.28<<	-1 28	4 21	4 21	1*1 50+3*1 60
5/ 1074/ 9 (C)	0 01	1.24>>	4 21	4 21	1*1 50+3*1 60
5/ 1138/ 9 (C)	-1 28	-1.28<<	4 21	4 21	1*1 50+3*1 60
5/ 1014/ 11 (C)	1 22	0 06	4.32>>	4 32	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 927/ 7 (C)	-0 00	0 04	0.47<<	0 47	1*1 00+2*1 60
5/ 1071/ 11 (C)	0 06	1 21	4 32	4.32>>	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 1136/ 7 (C)	-0 14	-0 24	0 47	0.47<<	1*1 00+2*1 60
6/ 1786/ 7 (C)	0.12>>	0 62	-15 15	-2 03	1*1 00+2*1 60
6/ 2/ 8 (C)	-0.60<<	-2 98	-3 42	-4 19	1*1 50+2*1 60
6/ 1822/ 7 (C)	0 12	0.62>>	-15 15	-2 03	1*1 00+2*1 60
6/ 2/ 8 (C)	-0 60	-2.98<<	-3 42	-4 19	1*1 50+2*1 60
6/ 1813/ 9 (C)	-0 14	-0 71	17.64>>	-2 63	1*1 50+3*1 60
6/ 1823/ 7 (C)	0 10	0 51	-15.31<<	-1 63	1*1 00+2*1 60
6/ 1827/ 7 (C)	-0 00	-0 01	0 24	0.28>>	1*1 00+2*1 60
6/ 82/ 9 (C)	0 11	0 54	0 03	-5.13<<	1*1 50+3*1 60

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 42/ 9 (C)	1.38>>	-0 03	0 00	-1 58	1*1 50+3*1 60
1/ 122/ 8 (C)	-4.48<<	0 10	-0 00	0 47	1*1 50+2*1 60
1/ 82/ 9 (C)	-0 03	1.38>>	1 58	0 00	1*1 50+3*1 60
1/ 82/ 8 (C)	0 10	-4.48<<	0 47	-0 00	1*1 50+2*1 60
1/ 81/ 9 (C)	-0 06	1 27	1.58>>	-0 00	1*1 50+3*1 60
1/ 2/ 9 (C)	-0 03	1 38	-1.58<<	-0 00	1*1 50+3*1 60
1/ 121/ 9 (C)	1 27	-0 06	-0 00	1.58>>	1*1 50+3*1 60
1/ 42/ 9 (C)	1 38	-0 03	0 00	-1.58<<	1*1 50+3*1 60
2/ 166/ 9 (C)	3.91>>	1 30	-0 01	-0 00	1*1 50+3*1 60
2/ 406/ 7 (C)	-5.81<<	-4 35	-0 00	-1 16	1*1 00+2*1 60
2/ 406/ 9 (C)	1 30	3.91>>	0 00	0 01	1*1 50+3*1 60
2/ 326/ 7 (C)	-4 35	-5.81<<	-1 16	0 00	1*1 00+2*1 60
2/ 2/ 8 (C)	-5 30	-5 56	2.91>>	-0 00	1*1 50+2*1 60
2/ 82/ 8 (C)	-5 30	-5 56	-2.91<<	0 00	1*1 50+2*1 60
2/ 42/ 8 (C)	-5 56	-5 30	-0 00	2.91>>	1*1 50+2*1 60
2/ 122/ 8 (C)	-5 56	-5 30	-0 00	-2.91<<	1*1 50+2*1 60
3/ 791/ 9 (C)	14.28>>	6 30	0 00	2 89	1*1 50+3*1 60
3/ 789/ 8 (C)	-11.10<<	-4 30	-0 00	0 65	1*1 50+2*1 60
3/ 491/ 9 (C)	6 30	14.28>>	-2 89	-0 00	1*1 50+3*1 60
3/ 489/ 8 (C)	-4 30	-11.10<<	-0 65	-0 00	1*1 50+2*1 60
3/ 691/ 9 (C)	6 30	14 28	2.89>>	-0 00	1*1 50+3*1 60
3/ 491/ 9 (C)	6 30	14 28	-2.89<<	-0 00	1*1 50+3*1 60
3/ 791/ 9 (C)	14 28	6 30	0 00	2.89>>	1*1 50+3*1 60
3/ 591/ 9 (C)	14 28	6 30	0 00	-2.89<<	1*1 50+3*1 60
4/ 491/ 9 (C)	16.57>>	4 33	0 00	0 00	1*1 50+3*1 60
4/ 491/ 8 (C)	-7.80<<	1 06	-0 00	0 00	1*1 50+2*1 60
4/ 1013/ 9 (C)	14 00	4.43>>	0 00	-0 00	1*1 50+3*1 60
4/ 691/ 7 (C)	-6 15	0.55<<	0 00	-0 00	1*1 00+2*1 60
4/ 491/ 9 (C)	16 57	4 33	0.00>>	0 00	1*1 50+3*1 60
4/ 893/ 9 (C)	14 00	4 43	-0.00<<	0 00	1*1 50+3*1 60
4/ 924/ 11 (C)	0 74	2 20	0 00	2.66>>	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 1104/ 11 (C)	0 74	2 20	0 00	-2.66<<	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 1014/ 11 (C)	4.32>>	4 32	2 46	0 00	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 927/ 7 (C)	0.47<<	0 47	-0 34	-0 40	1*1 00+2*1 60
5/ 1071/ 11 (C)	4 32	4.32>>	0 19	2 45	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 1136/ 7 (C)	0 47	0.47<<	-0 42	0 00	1*1 00+2*1 60
5/ 1014/ 9 (C)	4 21	4 21	2.62>>	0 00	1*1 50+3*1 60
5/ 894/ 9 (C)	4 21	4 21	-2.62<<	-0 00	1*1 50+3*1 60
5/ 1074/ 9 (C)	4 21	4 21	0 00	2.62>>	1*1 50+3*1 60
5/ 954/ 9 (C)	4 21	4 21	0 00	-2.62<<	1*1 50+3*1 60
6/ 1813/ 9 (C)	17.64>>	-2 63	-0 00	-0 41	1*1 50+3*1 60
6/ 1823/ 7 (C)	-15.31<<	-1 63	0 00	0 00	1*1 00+2*1 60
6/ 1827/ 7 (C)	0 24	0.28>>	0 00	0 00	1*1 00+2*1 60
6/ 82/ 9 (C)	0 03	-5.13<<	-0 00	0 00	1*1 50+3*1 60
6/ 12/ 9 (C)	0 03	-5 13	0.00>>	2 28	1*1 50+3*1 60
6/ 26/ 8 (C)	-3 42	-4 19	-0.00<<	-4 34	1*1 50+2*1 60
6/ 160/ 8 (C)	-3 42	-4 19	-0 00	4.34>>	1*1 50+2*1 60
6/ 4/ 8 (C)	-3 42	-4 19	-0 00	-4.34<<	1*1 50+2*1 60

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 42/ 5 (C)	0.86>>	-0 02	0 10	-0 45	(1+3)*1 00
1/ 122/ 4 (C)	-2.80<<	0 07	0 13	-0 14	(1+2)*1 00
1/ 82/ 5 (C)	-0 02	0.86>>	-0 45	0 10	(1+3)*1 00
1/ 82/ 4 (C)	0 07	-2.80<<	-0 14	0 13	(1+2)*1 00
1/ 121/ 5 (C)	0 79	-0 03	0.16>>	-0 01	(1+3)*1 00
1/ 2/ 5 (C)	-0 02	0 86	-0.45<<	0 10	(1+3)*1 00
1/ 81/ 5 (C)	-0 03	0 79	-0 01	0.16>>	(1+3)*1 00
1/ 122/ 5 (C)	0 86	-0 02	0 10	-0.45<<	(1+3)*1 00
2/ 166/ 5 (C)	2.33>>	0 82	0 54	0 28	(1+3)*1 00
2/ 406/ 4 (C)	-3.56<<	-3 37	0 65	0 71	(1+2)*1 00
2/ 406/ 5 (C)	0 82	2.33>>	0 28	0 54	(1+3)*1 00
2/ 326/ 4 (C)	-3 37	-3.56<<	0 71	0 65	(1+2)*1 00
2/ 166/ 4 (C)	-3 37	-3 56	0.71>>	0 65	(1+2)*1 00
2/ 2/ 4 (C)	-3 40	-3 50	-2.18<<	-0 27	(1+2)*1 00
2/ 406/ 4 (C)	-3 56	-3 37	0 65	0.71>>	(1+2)*1 00
2/ 122/ 4 (C)	-3 50	-3 40	-0 27	-2.18<<	(1+2)*1 00
3/ 791/ 5 (C)	8.65>>	3 93	-0 46	-1 24	(1+3)*1 00
3/ 789/ 4 (C)	-7.26<<	-2 80	0 13	0 68	(1+2)*1 00
3/ 491/ 5 (C)	3 93	8.65>>	-1 24	-0 46	(1+3)*1 00
3/ 489/ 4 (C)	-2 80	-7.26<<	0 68	0 13	(1+2)*1 00
3/ 488/ 4 (C)	-3 37	-5 68	0.82>>	0 29	(1+2)*1 00
3/ 491/ 6 (C)	3 35	6 70	-1.26<<	-0 49	(1+2+3)*1 00
3/ 788/ 4 (C)	-5 68	-3 37	0 29	0.82>>	(1+2)*1 00
3/ 791/ 6 (C)	6 70	3 35	-0 49	-1.26<<	(1+2+3)*1 00
4/ 491/ 5 (C)	10.15>>	2 77	-0 23	-1 17	(1+3)*1 00
4/ 491/ 4 (C)	-5.08<<	0 72	-0 12	-0 59	(1+2)*1 00
4/ 1013/ 5 (C)	8 83	2.87>>	-0 05	-0 23	(1+3)*1 00
4/ 691/ 4 (C)	-5 08	0.72<<	-0 12	-0 59	(1+2)*1 00
4/ 1092/ 5 (C)	0 41	1 54	0.14>>	0 72	(1+3)*1 00
4/ 491/ 6 (C)	8 36	2 48	-0.24<<	-1 20	(1+2+3)*1 00
4/ 1101/ 5 (C)	0 41	1 54	0 14	0.72>>	(1+3)*1 00
4/ 491/ 6 (C)	8 36	2 48	-0 24	-1.20<<	(1+2+3)*1 00
5/ 1014/ 6 (C)	2.72>>	2 72	0 77	0 03	(1+2+3)*1 00
5/ 927/ 4 (C)	0.43<<	0 43	-0 01	0 04	(1+2)*1 00
5/ 1068/ 6 (C)	2 72	2.72>>	0 04	0 75	(1+2+3)*1 00
5/ 1136/ 4 (C)	0 43	0.43<<	-0 17	-0 27	(1+2)*1 00
5/ 1014/ 5 (C)	2 65	2 65	0.79>>	-0 00	(1+3)*1 00
5/ 1138/ 5 (C)	2 65	2 65	-0.83<<	-0 83	(1+3)*1 00
5/ 1074/ 5 (C)	2 65	2 65	-0 00	0.79>>	(1+3)*1 00
5/ 1138/ 5 (C)	2 65	2 65	-0 83	-0.83<<	(1+3)*1 00
6/ 1813/ 5 (C)	11.29>>	-1 76	-0 09	-0 45	(1+3)*1 00
6/ 1823/ 4 (C)	-8.60<<	-1 59	0 07	0 34	(1+2)*1 00
6/ 1827/ 4 (C)	-0 26	0.08>>	-0 00	-0 00	(1+2)*1 00
6/ 74/ 5 (C)	0 00	-3.42<<	0 05	0 24	(1+3)*1 00
6/ 1786/ 4 (C)	-7 89	-1 96	0.07>>	0 36	(1+2)*1 00
6/ 2/ 4 (C)	-2 16	-2 83	-0.39<<	-1 96	(1+2)*1 00
6/ 1822/ 4 (C)	-7 89	-1 96	0 07	0.36>>	(1+2)*1 00
6/ 2/ 4 (C)	-2 16	-2 83	-0 39	-1.96<<	(1+2)*1 00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_{sh} \geq 0.0032 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

$A_{sv} \geq 0.0009 \cdot A_c$ (en cara de tracción)

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES EN PARED

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto ú il (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	0.120	15.150
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	-0.600	3.420
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	-0.140	2.030
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	0.100	4.190
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	0.620	-17.640
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	-2.980	15.310
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	-0.010	-0.280
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	4	0.540	5.130

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
1.635	0.002217	0.153	39.293	0 005	-0.000193
0.942	0.002217	0.153	39.293	0 003	0.000008
0.343	0.002217	0.153	39.293	0 001	-0.000015
0.519	0.002217	0.153	39.293	0 002	-0.000048
-1.144	0.002217	0.153	39.293	-0.003	0.000295
4.511	0.002217	0.153	39.293	0 014	0.000071
-0.018	0.002217	0.153	39.293	0 000	0.000005
1.053	0.002217	0.153	39.293	0 003	-0.000020

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655

11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	1.000	0.300	0.050	0.250	4.340	4.190
PANEL 6	3000 000	51000.000	1 000	1.000	0.300	0.050	0.250	4.340	4.190

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.655	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.272	8.957	0.00
1.655	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.272	8.957	0.00

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Arch.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	nºϕ	ϕ (mm)	nºϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.216	0.5	11.29	0.09

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
25.96	80.16	0.64	7688 53	1082.91	0.00021	0.091	Cumple

12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIÓN

12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	1 050	5 220
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	-3.310	5 300
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	0.780	-3 910
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	0 580	5 810
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	1 050	5 220
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	-3.310	5 300
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	0.780	-3 910
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	0 580	5 810
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	1 220	5.180
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-1.970	-5 370
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.710	-14.280
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	0.190	11.100
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	1 220	5.180
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-1.970	-5 370
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.710	-14.280
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	0.190	11.100

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
1.833	0.002217	0.214	77.014	0.004	0.000001
4.105	0.002217	0.214	77.014	0.009	0.000148
0.194	0.002217	0.214	77.014	0.000	0.000101
1.452	0.002217	0.214	77.014	0.003	-0.000037
1.833	0.002217	0.214	77.014	0.004	0.000001
4.105	0.002217	0.214	77.014	0.009	0.000148
0.194	0.002217	0.214	77.014	0.000	0.000101
1.452	0.002217	0.214	77.014	0.003	-0.000037
1.738	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000041
1.433	0.002217	0.153	39.293	0.004	0.000251
-0.718	0.002217	0.153	39.293	-0.002	0.000257
1.300	0.002217	0.153	39.293	0.004	-0.000132
1.738	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000041
1.433	0.002217	0.153	39.293	0.004	0.000251
-0.718	0.002217	0.153	39.293	-0.002	0.000257
1.300	0.002217	0.153	39.293	0.004	-0.000132

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5 64	5	12	5.655	5	12	5.655

12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2 910	5 300
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2 890	-6 300

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.656	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	14.418	11.436	0.00
1.684	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	9.961	8.957	0.00

12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	nºϕ	ϕ (mm)	nºϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	8 65	0 46
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 172	0 5	10 15	0 23
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-2 83	1 96

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20 76	45 11	2 40	62 88	33 96	0 00001	0 002	Cumple
23 47	64 00	1 45	7022 88	1113 80	0 00021	0 085	Cumple
20 76	-7 26	5 03	3124 91	51 05	0 00001	0 003	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

6.- ARQUETA DE CAPTACIÓN DE AGUA INDUSTRIAL

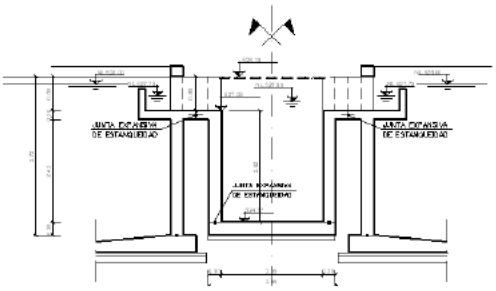
INDICE

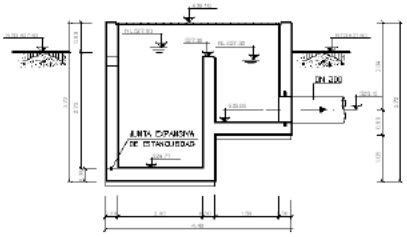
1. INTRODUCCIÓN. 1
2. ACCIONES A CONSIDERAR 1
2.1 PESO PROPIO 1
2.2 PRESION DE AGUA 1
2.3 PRESION DE TIERRAS 2
2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 2
3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA. 2
4. ACCIONES DE CÁLCULO 3
5. COMBINACIÓN DE ACCIONES 4
6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN. 5
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS. 7
7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN 7
7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 10
8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 13
8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 13
8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 14
8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 15
9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 16
9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN. 16
9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE. 16
10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN. 17
11. COMPROBACIONES EN PAREDES DE LA ARQUETA 18
11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 18
11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 21
11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 22
12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIÓN 23
12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 23
12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 24
12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 25

1. INTRODUCCIÓN.

La arqueta de captación de agua industrial tiene dos compartimentos separados por un muro vertedero y alturas de 3.72 y 2.64 metros y unas dimensiones en planta de 2.95 x 4.40 metros.

Las paredes de la arqueta tienen un espesor de 0.30 metros y las losas inferiores de cimentación tienen 0.30 metros de canto.





2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1 PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2 PRESION DE AGUA

Se tiene en cuenta como un fluido de peso específico 10 KN/m^3.

La altura máxima de aguas en el interior del depósito es de 2.80 metros.

2.3 PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,00 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 2.73 metros sobre el nivel superior de la solera inferior.

2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m^2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional de la arqueta.

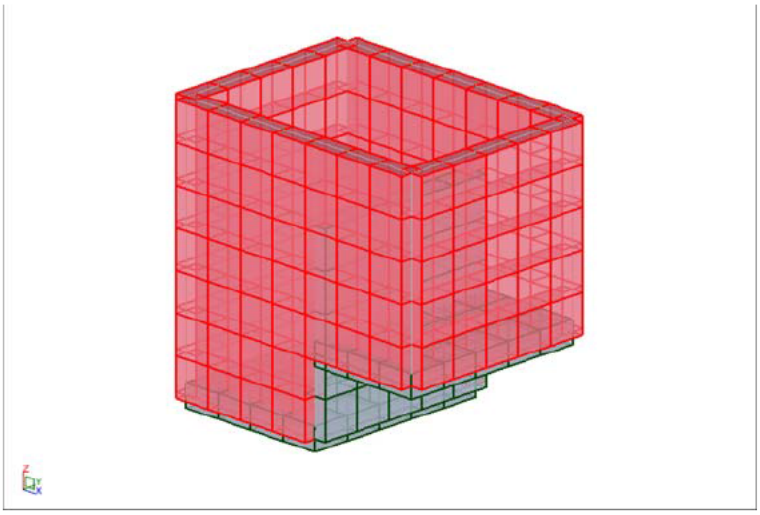
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP30.0	3A6	HA - 30	constante	30.000	0.0	2693070.52	0.20
ESP30.0_KZ	1 2	HA - 30	constante	30.000	2000.00	2693070.52	0.20

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1A6

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A6	PZ Menos Coef=1.00	PP
2	(EF) presión hydrostática	3 LADO(1 2)	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=2.730(m) Dirección=Z	EMPUJE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	3 LADO(3)	P=-0 50(T/m2) Gama=-1.00(T/m3) H=2.730(m) Dirección=-Z	EMPUJE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	5 LADO(1)	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=2.730(m) Dirección=-Z	EMPUJE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	5_LADO(2 3)	P=-0 50(T/m2) Gama=-1.00(T/m3) H=2.730(m) Dirección=-Z	EMPUJE TIERRAS
3	(EF) presión hydrostática	3 LADO(1 2)	Gama=-1.00(T/m3) H=2.830(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	3 LADO(3)	Gama=1.00(T/m3) H=2.830(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	5_LADO(1)	Gama=-1.00(T/m3) H=2.830(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	5_LADO(2 3)	Gama=1.00(T/m3) H=2.830(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) uniforme	1 2	PZ=-2.83(T/m2)	EMPUJE HIDROSTÁTICO

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A11

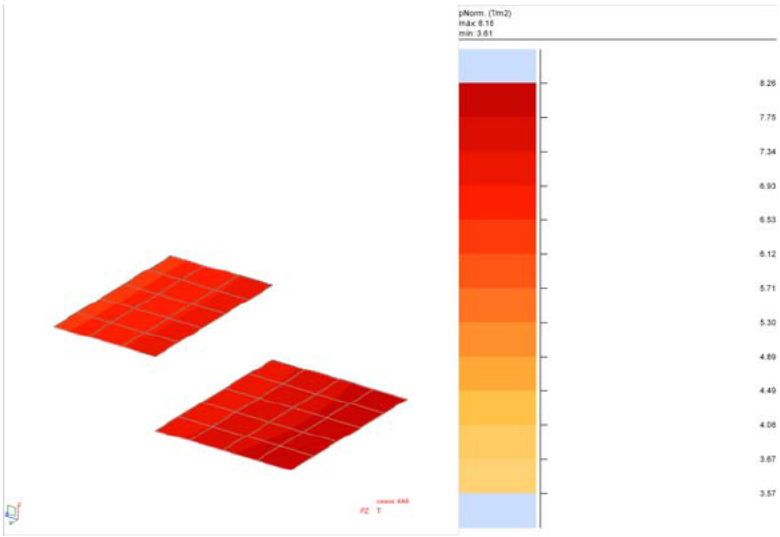
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU		(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU		(1+3)*1.00
6 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU		(1+2+3)*1.00
7 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU		1*1.00+2*1.60
8 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU		1*1.50+2*1.60
9 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU		1*1.00+3*1.60
10 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU		1*1.50+3*1.60
11 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU		1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{\max,cal} = 8.18 T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0 T/m^2$$

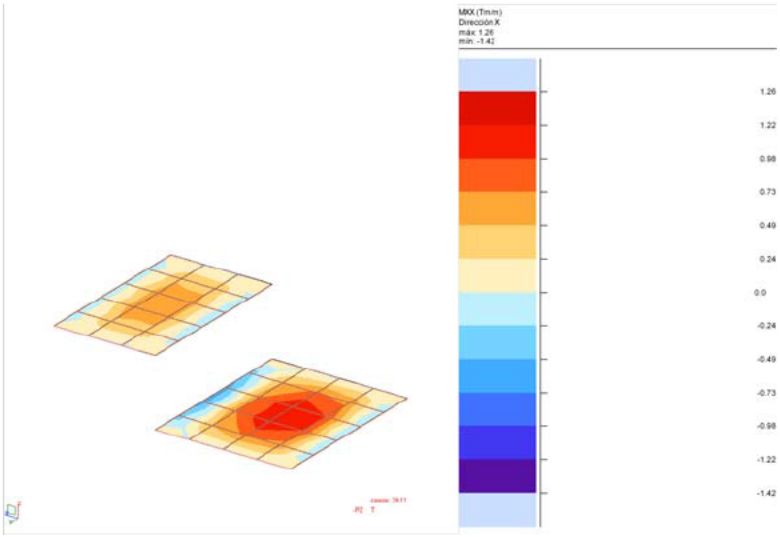
pNorm. (T/m2) casos: 4A6 (+)



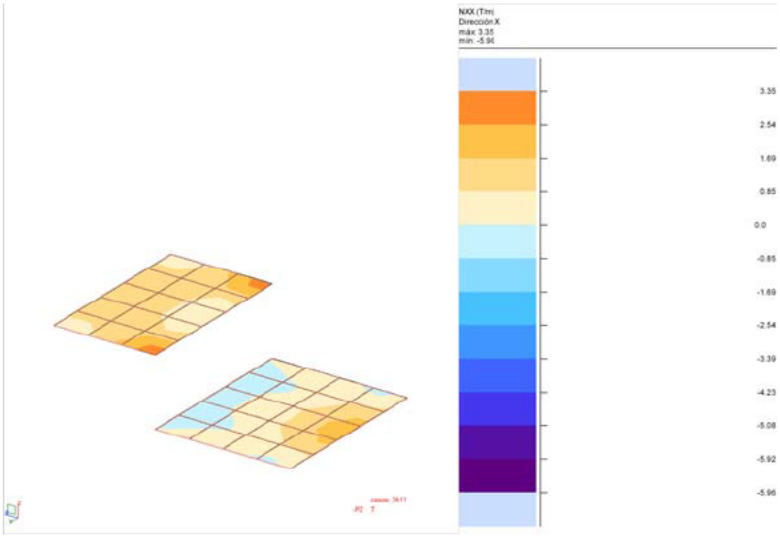
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

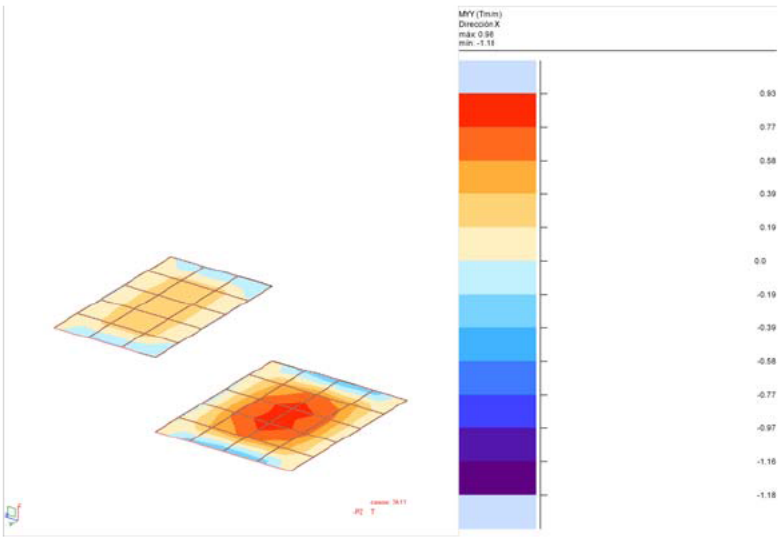
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



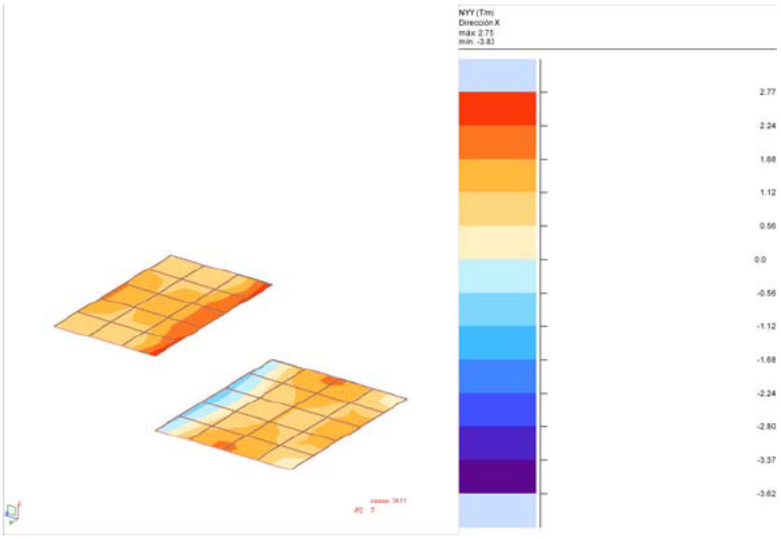
NXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



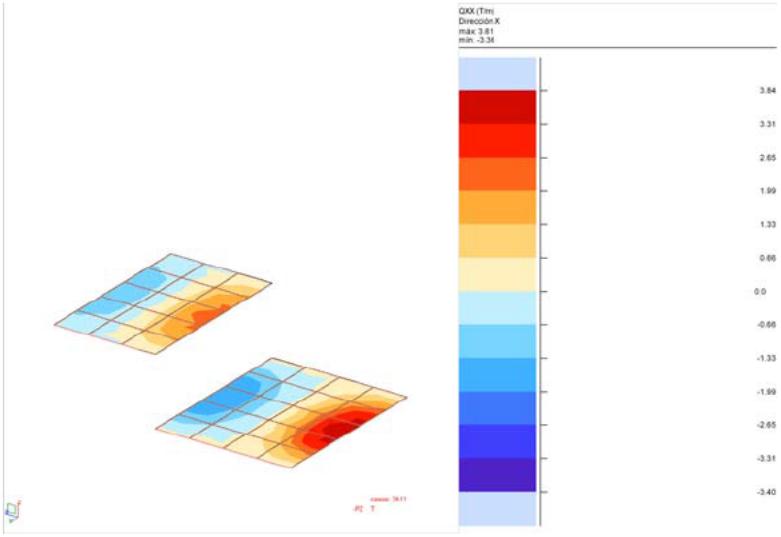
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



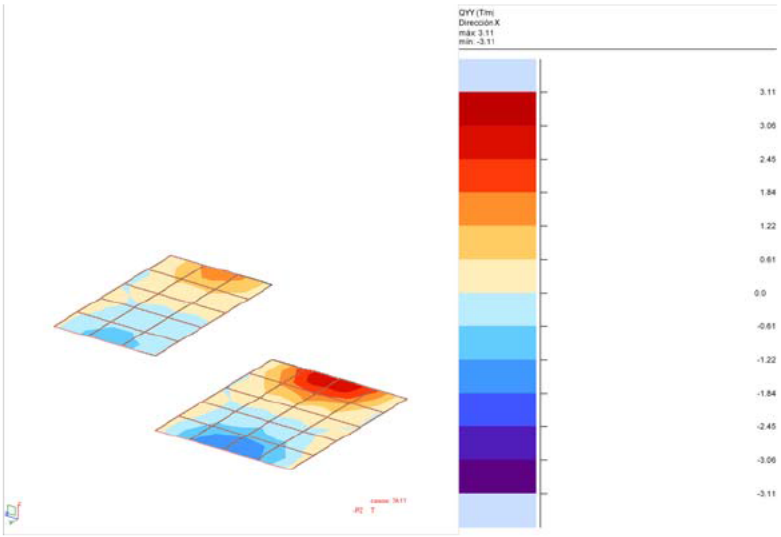
NYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)

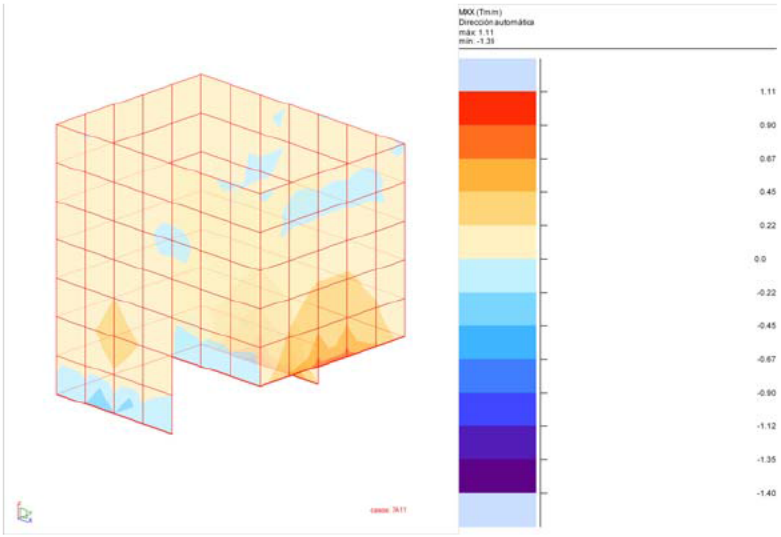


QYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)

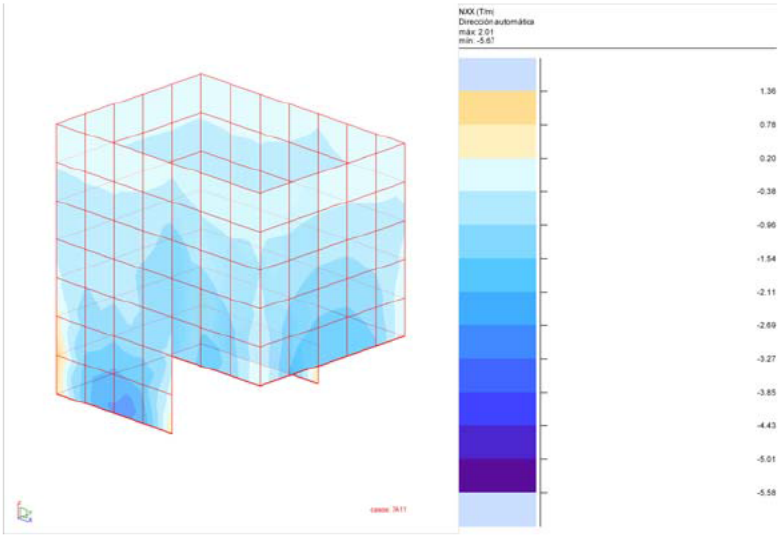


7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

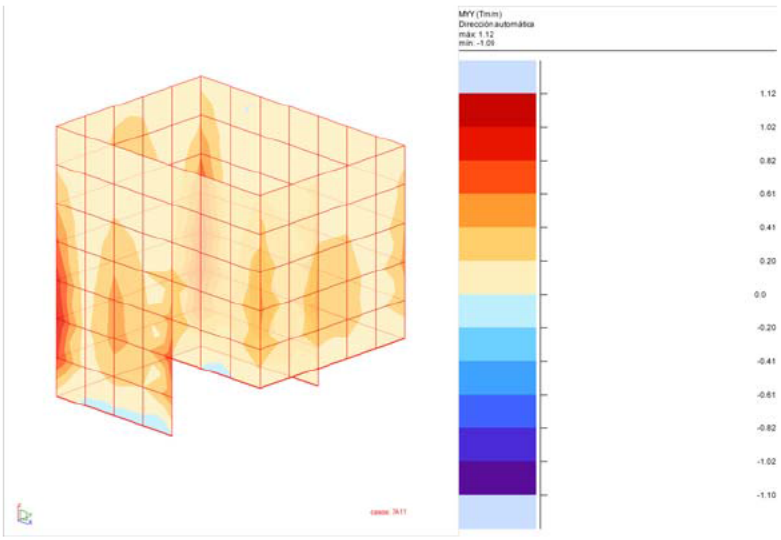
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



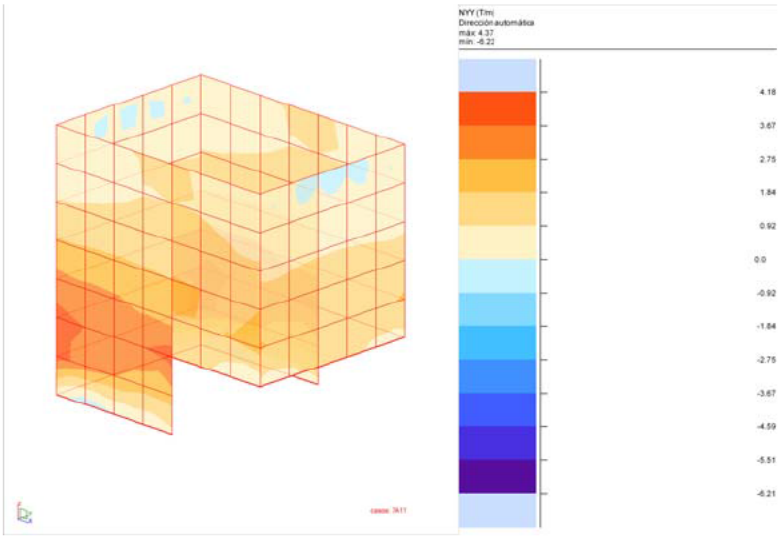
NXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



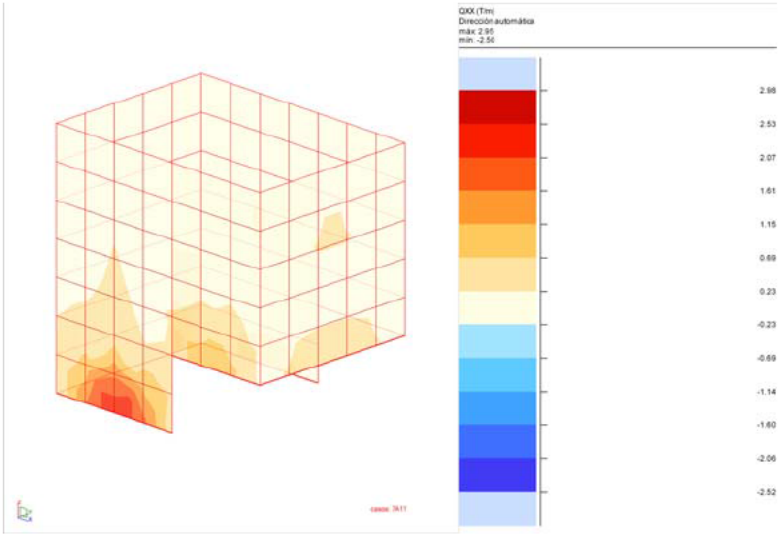
MYY (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



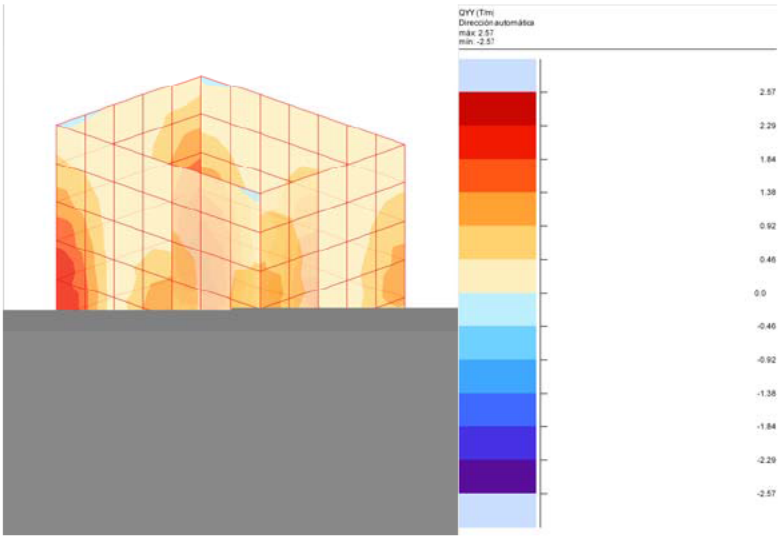
NYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 13/ 10 (C)	0.93>>	1 24	0 87	0 26	1*1 50+3*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-1.17<<	-0 20	-3 59	-1 60	1*1 50+2*1 60
1/ 13/ 10 (C)	0 93	1.24>>	0 87	0 26	1*1 50+3*1 60
1/ 16/ 8 (C)	-0 23	-1.42<<	-3 44	-3 88	1*1 50+2*1 60
1/ 3/ 9 (C)	-0 43	-0 05	1.86>>	0 62	1*1 00+3*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-1 17	-0 20	-3.59<<	-1 60	1*1 50+2*1 60
1/ 11/ 9 (C)	-0 03	-0 26	1 61	2.04>>	1*1 00+3*1 60
1/ 11/ 8 (C)	-0 23	-1 42	-3 44	-3.88<<	1*1 50+2*1 60
2/ 41/ 10 (C)	0.34>>	0 65	0 98	1 16	1*1 50+3*1 60
2/ 52/ 8 (C)	-0.51<<	-0 10	-1 72	-4 31	1*1 50+2*1 60
2/ 41/ 10 (C)	0 34	0.65>>	0 98	1 16	1*1 50+3*1 60
2/ 46/ 8 (C)	-0 12	-0.78<<	-2 70	-2 85	1*1 50+2*1 60
2/ 31/ 10 (C)	-0 10	-0 02	2.75>>	3 01	1*1 50+3*1 60
2/ 31/ 7 (C)	-0 04	0 18	-2.85<<	-5 56	1*1 00+2*1 60
2/ 51/ 9 (C)	-0 07	-0 05	2 65	3.35>>	1*1 00+3*1 60
2/ 51/ 8 (C)	-0 07	0 21	-2 75	-5.90<<	1*1 50+2*1 60
3_Lado(3)/ 28/ 8 (C)	1.11>>	0 19	-4 48	-1 65	1*1 50+2*1 60
3_Lado(2)/ 16/ 8 (C)	-1.39<<	-0 24	-5 53	-3 69	1*1 50+2*1 60
3_Lado(2)/ 112/ 10 (C)	0 18	1.11>>	0 20	3 84	1*1 50+3*1 60
3_Lado(3)/ 112/ 10 (C)	-0 18	-1.09<<	0 19	4 06	1*1 50+3*1 60
3_Lado(2)/ 106/ 10 (C)	0 06	0 90	1.34>>	4 06	1*1 50+3*1 60
3_Lado(2)/ 16/ 11 (C)	-0 93	-0 17	-5.53<<	-1 82	1*1 50+(2+3)*1 60
3_Lado(3)/ 106/ 10 (C)	-0 07	-0 87	1 28	4.14>>	1*1 50+3*1 60
3_Lado(1)/ 31/ 8 (C)	-0 18	-0 72	-3 24	-6.21<<	1*1 50+2*1 60
4/ 70/ 8 (C)	0.08>>	0 41	-2 63	-3 28	1*1 50+2*1 60
4/ 39/ 8 (C)	-0.47<<	-0 14	-3 54	-1 71	1*1 50+2*1 60
4/ 70/ 8 (C)	0 08	0.41>>	-2 63	-3 28	1*1 50+2*1 60
4/ 31/ 10 (C)	0 03	-0.44<<	-1 81	2 61	1*1 50+3*1 60
4/ 204/ 7 (C)	0 01	-0 02	-0.19>>	-2 02	1*1 00+2*1 60
4/ 43/ 10 (C)	-0 14	0 02	-4.33<<	1 24	1*1 50+3*1 60
4/ 204/ 10 (C)	-0 01	-0 07	-0 42	5.45>>	1*1 50+3*1 60
4/ 80/ 7 (C)	0 02	0 08	-1 81	-3.89<<	1*1 00+2*1 60
5_Lado(2)/ 46/ 8 (C)	0.77>>	0 12	-3 56	-2 82	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 32/ 8 (C)	-0.42<<	-0 07	-3 10	-4 08	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 218/ 7 (C)	0 09	0.47>>	-0 53	-1 39	1*1 00+2*1 60
5_Lado(1)/ 218/ 7 (C)	-0 08	-0.45<<	-0 60	-1 79	1*1 00+2*1 60
5_Lado(2)/ 34/ 10 (C)	0 10	0 02	0.23>>	0 65	1*1 50+3*1 60
5_Lado(2)/ 46/ 8 (C)	0 77	0 12	-3.56<<	-2 82	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 214/ 10 (C)	0 03	0 39	0 16	2.23>>	1*1 50+3*1 60
5_Lado(3)/ 51/ 8 (C)	0 15	0 19	-3 50	-5.19<<	1*1 50+2*1 60
6/ 20/ 8 (C)	0.86>>	0 16	-4 22	-3 28	1*1 50+2*1 60
6/ 35/ 7 (C)	-0.28<<	-0 13	-1 13	-2 12	1*1 00+2*1 60
6/ 31/ 7 (C)	-0 18	0.38>>	-1 99	-2 74	1*1 00+2*1 60
6/ 60/ 10 (C)	-0 10	-0.60<<	-0 23	2 66	1*1 50+3*1 60

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 3/ 9 (C)	1.86>>	0 62	1 78	0 05	1*1 00+3*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-3.59<<	-1 60	-3 11	-0 05	1*1 50+2*1 60
1/ 11/ 9 (C)	1 61	2.04>>	-0 17	-1 93	1*1 00+3*1 60
1/ 11/ 8 (C)	-3 44	-3.88<<	-0 07	-3 81	1*1 50+2*1 60
1/ 3/ 8 (C)	-3 59	-1 60	3.11>>	-0 05	1*1 50+2*1 60
1/ 28/ 8 (C)	-3 59	-1 60	-3.11<<	-0 05	1*1 50+2*1 60
1/ 15/ 10 (C)	-1 67	-0 65	-0 20	3.36>>	1*1 50+3*1 60
1/ 16/ 8 (C)	-3 44	-3 88	0 07	-3.81<<	1*1 50+2*1 60
2/ 31/ 10 (C)	2.75>>	3 01	0 34	0 10	1*1 50+3*1 60
2/ 31/ 7 (C)	-2.85<<	-5 56	0 21	0 45	1*1 00+2*1 60
2/ 51/ 9 (C)	2 65	3.35>>	-0 23	-0 00	1*1 00+3*1 60
2/ 51/ 8 (C)	-2 75	-5.90<<	-0 32	0 56	1*1 50+2*1 60
2/ 32/ 8 (C)	-1 72	-4 31	1.51>>	0 30	1*1 50+2*1 60
2/ 52/ 8 (C)	-1 72	-4 31	-1.51<<	0 30	1*1 50+2*1 60
2/ 46/ 8 (C)	-2 70	-2 85	0 05	2.44>>	1*1 50+2*1 60
2/ 39/ 10 (C)	2 07	0 16	0 04	-2.21<<	1*1 50+3*1 60
3_Lado(2)/ 106/ 10 (C)	1.34>>	4 06	0 30	-2 30	1*1 50+3*1 60
3_Lado(2)/ 16/ 11 (C)	-5.53<<	-1 82	1 30	0 06	1*1 50+(2+3)*1 60
3_Lado(3)/ 106/ 10 (C)	1 28	4.14>>	-0 23	2 22	1*1 50+3*1 60
3_Lado(1)/ 31/ 8 (C)	-3 24	-6.21<<	0 24	-2 03	1*1 50+2*1 60
3_Lado(2)/ 16/ 8 (C)	-5 53	-3 69	2.95>>	-0 02	1*1 50+2*1 60
3_Lado(3)/ 28/ 8 (C)	-4 48	-1 65	-2.50<<	-0 13	1*1 50+2*1 60
3_Lado(2)/ 69/ 10 (C)	0 20	3 84	0 28	2.57>>	1*1 50+3*1 60
3_Lado(2)/ 112/ 10 (C)	0 20	3 84	0 28	-2.57<<	1*1 50+3*1 60
4/ 204/ 7 (C)	-0.19>>	-2 02	0 03	-0 04	1*1 00+2*1 60
4/ 43/ 10 (C)	-4.33<<	1 24	0 09	0 10	1*1 50+3*1 60
4/ 204/ 10 (C)	-0 42	5.45>>	0 06	-0 04	1*1 50+3*1 60
4/ 80/ 7 (C)	-1 81	-3.89<<	0 03	-0 03	1*1 00+2*1 60
4/ 35/ 8 (C)	-3 02	-2 24	0.78>>	0 67	1*1 50+2*1 60
4/ 31/ 10 (C)	-1 81	2 61	-0.41<<	-1 15	1*1 50+3*1 60
4/ 31/ 7 (C)	-1 77	-2 68	0 36	1.21>>	1*1 00+2*1 60
4/ 51/ 7 (C)	-1 77	-2 68	0 36	-1.21<<	1*1 00+2*1 60
5_Lado(2)/ 34/ 10 (C)	0.23>>	0 65	-0 18	0 06	1*1 50+3*1 60
5_Lado(2)/ 46/ 8 (C)	-3.56<<	-2 82	-1 72	0 00	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 214/ 10 (C)	0 16	2.23>>	0 09	1 01	1*1 50+3*1 60
5_Lado(3)/ 51/ 8 (C)	-3 50	-5.19<<	-0 41	-0 46	1*1 50+2*1 60
5_Lado(1)/ 32/ 8 (C)	-3 10	-4 08	0.96>>	0 29	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 46/ 8 (C)	-3 56	-2 82	-1.72<<	0 00	1*1 50+2*1 60
5_Lado(2)/ 218/ 7 (C)	-0 53	-1 39	0 07	1.20>>	1*1 00+2*1 60
5_Lado(2)/ 248/ 7 (C)	-0 53	-1 39	0 07	-1.20<<	1*1 00+2*1 60
6/ 5/ 10 (C)	0.45>>	-0 51	-0 09	0 08	1*1 50+3*1 60
6/ 15/ 10 (C)	-4.97<<	-2 24	-0 83	0 04	1*1 50+3*1 60
6/ 60/ 10 (C)	-0 23	2.66>>	0 05	-1 38	1*1 50+3*1 60
6/ 20/ 8 (C)	-4 22	-3.28<<	-1 21	-0 05	1*1 50+2*1 60
6/ 51/ 9 (C)	-0 82	2 54	0.32>>	1 11	1*1 00+3*1 60

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 3/ 5 (C)	0.96>>	0 26	-0 50	-0 06	(1+3)*1 00
1/ 28/ 4 (C)	-2.28<<	-1 02	-0 77	-0 13	(1+2)*1 00
1/ 11/ 5 (C)	0 79	1.07>>	-0 05	-0 40	(1+3)*1 00
1/ 11/ 4 (C)	-2 18	-2.46<<	-0 15	-0 92	(1+2)*1 00
1/ 13/ 5 (C)	0 51	0 12	0.61>>	0 82	(1+3)*1 00
1/ 28/ 4 (C)	-2 28	-1 02	-0.77<<	-0 13	(1+2)*1 00
1/ 13/ 5 (C)	0 51	0 12	0 61	0.82>>	(1+3)*1 00
1/ 16/ 4 (C)	-2 18	-2 46	-0 15	-0.92<<	(1+2)*1 00
2/ 31/ 5 (C)	1.73>>	1 84	-0 07	-0 01	(1+3)*1 00
2/ 31/ 4 (C)	-1.71<<	-3 73	-0 05	0 13	(1+2)*1 00
2/ 51/ 5 (C)	1 73	1.84>>	-0 07	-0 01	(1+3)*1 00
2/ 51/ 4 (C)	-1 71	-3.73<<	-0 05	0 13	(1+2)*1 00
2/ 41/ 5 (C)	0 60	0 71	0.22>>	0 43	(1+3)*1 00
2/ 52/ 4 (C)	-1 10	-2 73	-0.33<<	-0 06	(1+2)*1 00
2/ 41/ 5 (C)	0 60	0 71	0 22	0.43>>	(1+3)*1 00
2/ 46/ 4 (C)	-1 70	-1 79	-0 08	-0.51<<	(1+2)*1 00
3_Lado(2)/ 106/ 5 (C)	0.85>>	2 60	0 04	0 57	(1+3)*1 00
3_Lado(2)/ 16/ 6 (C)	-3.69<<	-1 20	-0 61	-0 12	(1+2+3)*1 00
3_Lado(3)/ 106/ 5 (C)	0 81	2.65>>	-0 04	-0 56	(1+3)*1 00
3_Lado(1)/ 31/ 4 (C)	-2 13	-3.91<<	-0 11	-0 45	(1+2)*1 00
3_Lado(3)/ 28/ 4 (C)	-3 00	-1 07	0.72>>	0 13	(1+2)*1 00
3_Lado(2)/ 16/ 4 (C)	-3 68	-2 37	-0.90<<	-0 16	(1+2)*1 00
3_Lado(2)/ 112/ 5 (C)	0 09	2 43	0 11	0.70>>	(1+3)*1 00
3_Lado(3)/ 112/ 5 (C)	0 09	2 57	-0 11	-0.69<<	(1+3)*1 00
4/ 203/ 4 (C)	-0.20>>	-0 45	0 01	-0 03	(1+2)*1 00
4/ 43/ 5 (C)	-2.87<<	0 77	-0 10	0 01	(1+3)*1 00
4/ 204/ 5 (C)	-0 28	3.54>>	-0 01	-0 04	(1+3)*1 00
4/ 80/ 4 (C)	-1 66	-2.38<<	0 02	0 07	(1+2)*1 00
4/ 70/ 4 (C)	-1 73	-2 03	0.05>>	0 26	(1+2)*1 00
4/ 39/ 4 (C)	-2 37	-1 07	-0.30<<	-0 09	(1+2)*1 00
4/ 70/ 4 (C)	-1 73	-2 03	0 05	0.26>>	(1+2)*1 00
4/ 31/ 5 (C)	-1 22	1 64	0 02	-0.28<<	(1+3)*1 00
5_Lado(2)/ 34/ 5 (C)	0.16>>	0 41	0 07	0 01	(1+3)*1 00
5_Lado(2)/ 46/ 4 (C)	-2.36<<	-1 79	0 50	0 08	(1+2)*1 00
5_Lado(1)/ 214/ 5 (C)	0 10	1.42>>	0 02	0 24	(1+3)*1 00
5_Lado(3)/ 51/ 4 (C)	-2 30	-3.32<<	0 09	0 12	(1+2)*1 00
5_Lado(2)/ 46/ 4 (C)	-2 36	-1 79	0.50>>	0 08	(1+2)*1 00
5_Lado(1)/ 32/ 4 (C)	-2 06	-2 61	-0.27<<	-0 05	(1+2)*1 00
5_Lado(2)/ 218/ 4 (C)	-0 45	-0 78	0 06	0.27>>	(1+2)*1 00
5_Lado(2)/ 218/ 5 (C)	-0 28	0 91	-0 05	-0.27<<	(1+3)*1 00
6/ 5/ 5 (C)	0.29>>	-0 34	0 07	-0 01	(1+3)*1 00
6/ 15/ 5 (C)	-3.30<<	-1 52	0 55	0 10	(1+3)*1 00
6/ 60/ 5 (C)	-0 18	1.69>>	-0 06	-0 38	(1+3)*1 00
6/ 20/ 4 (C)	-2 83	-2.17<<	0 57	0 10	(1+2)*1 00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0.04 \cdot A_c \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_{sh} \geq 0.0032 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

$A_{sv} \geq 0.0009 \cdot A_c$ (en cara de tracción)

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES EN PAREDES DE LA ARQUETA

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.060	-1.340
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.930	5.530
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.870	-4.140
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.720	6.210
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	1.110	4.480
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-1.390	5.530
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	1.110	-3.840
PANEL 3	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-1.090	-4.060
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.010	0.190
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.140	4.330
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.070	-5.450
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.080	3.890
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.080	2.630
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.470	3.540
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.410	3.280
PANEL 4	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.440	-2.610
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.100	-0.230
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.770	3.560
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.390	-2.230
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.190	5.190
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.770	3.560
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.420	3.100
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.470	1.390
PANEL 5	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.450	1.790
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.110	-0.450
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.820	4.970
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.600	-2.660
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.160	3.280
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.860	4.220
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.280	1.130
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	0.380	2.740
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0 250	4	-0.600	-2.660

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
-0.074	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000024
1.483	0.002217	0.153	39.293	0.004	0.000010
0.456	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000135
1.341	0.002217	0.153	39.293	0.004	-0.000018
1.558	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000041
1.943	0.002217	0.153	39.293	0.006	0.000052
0.726	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000152
0.684	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000153
0.029	0.002217	0.153	39.293	0.000	-0.000002
0.573	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0.000046
-0.475	0.002217	0.153	39.293	-0.001	0.000080
0.469	0.002217	0.153	39.293	0.001	-0.000045
0.343	0.002217	0.153	39.293	0.001	-0.000028
0.824	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0.000005
0.738	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0.000007
0.179	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000075
0.077	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000012
1.126	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000022
0.167	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000065
0.709	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0.000053
1.126	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000022
0.730	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0.000004
0.609	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000024
0.629	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000017
0.065	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000016
1.317	0.002217	0.153	39.293	0.004	0.000007
0.334	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000090
0.488	0.002217	0.153	39.293	0.001	-0.000030
1.282	0.002217	0.153	39.293	0.004	0.000021
0.393	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000010
0.654	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0.000003
0.334	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000090

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655

11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	2.950	5 530
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	2.500	4.480
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	2.570	-3 840
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	2.570	-3 840
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	0.780	3 020
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	0.410	1 810
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.210	2.680
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.210	2.680
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	0.960	3.100
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.720	3 560
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.200	1 390
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.200	1 390
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	0.320	0 820
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.210	4 220
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.380	-2.660
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0 250	1.380	-2.660

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.651	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.440	8.957	0.00
1.654	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.309	8.957	0.00
1.677	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.269	8.957	0.00
1.677	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.269	8.957	0.00
1.658	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.126	8.957	0.00
1.662	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.975	8.957	0.00
1.659	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.084	8.957	0.00
1.659	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.084	8.957	0.00
1.658	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.136	8.957	0.00
1.657	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.194	8.957	0.00
1.663	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.922	8.957	0.00
1.663	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.922	8.957	0.00
1.664	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.851	8.957	0.00
1.655	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.276	8.957	0.00
1.674	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.416	8.957	0.00
1.674	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.416	8.957	0.00

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 129	0 5	0 85	0 04
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	2 65	0 56
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 204	0 5	3 54	0 04
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	0 16	0 07
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	1 42	0 24
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	0 29	0 07
Qb	0 10	L	250	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	1 69	0 38

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20 99	47 94	2 26	6361 52	112 78	0 00002	0 008	Cumple
20 76	17 83	3 77	4611 30	22 75	0 00000	0 002	Cumple
25 29	75 82	0 86	7509 87	350 63	0 00007	0 029	Cumple
20 76	9 56	4 18	4107 97	2 44	0 00000	0 000	Cumple
20 76	21 27	3 60	4823 56	10 42	0 00000	0 001	Cumple
20 76	15 99	3 86	4498 55	2 75	0 00000	0 000	Cumple
20 76	15 04	3 38	4045 11	15 88	0 00000	0 001	Cumple

12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIÓN

12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.430	-1.860
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-1.170	3.590
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.260	-2.040
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-1.420	3.880
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.930	-0.870
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-1.170	3.590
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	1.240	-0.260
PANEL 1	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-1.420	3.880
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.100	-2.750
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.040	2.850
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.050	-3.350
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0 250	2	0.210	5.900
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.340	-0.980
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.510	1.720
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.650	-1.160
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.780	2.850

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
0.244	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000064
1.529	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000058
0.056	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000051
1.808	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000077
0.843	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000096
1.529	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000058
1.214	0.002217	0.153	39.293	0.004	0.000116
1.808	0.002217	0.153	39.293	0.005	0.000077
-0.175	0.002217	0.153	39.293	-0.001	0.000046
0.325	0.002217	0.153	39.293	0.001	-0 000035
-0.285	0.002217	0.153	39.293	-0.001	0.000050
0.800	0.002217	0.153	39.293	0.002	-0 000061
0.242	0.002217	0.153	39.293	0.001	0.000044
0.682	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000023
0.534	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000074
1.065	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000032

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655
0.000564	0 000270	5.64	5 64	5	12	5 655	5	12	5 655

12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.110	3.590
PANEL 1	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.110	3.590
PANEL 1	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.360	0.650
PANEL 1	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.810	3.880
PANEL 2	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.510	1.720
PANEL 2	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.510	1.720
PANEL 2	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2.440	2.850
PANEL 2	3000 000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2.210	-0.160

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.657	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.197	8.957	0.00
1.657	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.197	8.957	0.00
1.665	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.830	8.957	0.00
1.656	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.234	8.957	0.00
1.662	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.964	8.957	0.00
1.662	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.964	8.957	0.00
1.659	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.105	8.957	0.00
1.667	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.729	8.957	0.00

12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	nfϕ	ϕ (mm)	nfϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qp	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	0.96	0.5
Qp	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	1.07	0.4
Qp	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.138	0.5	1.73	0.07
Qp	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.226	0.5	1.84	0.01

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20.76	8.17	4.25	4024.13	16.99	0.00000	0.001	Cumple
20.76	11.00	4.11	4194.58	14.31	0.00000	0.001	Cumple
21.53	51.43	2.08	6505.22	218.81	0.00004	0.015	Cumple
26.52	83.81	0.46	7839.09	172.10	0.00003	0.015	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

7.- ARQUETA DE MEDIDA AGUA TRATADA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. ACCIONES A CONSIDERAR 1

2.1 PESO PROPIO 1

2.2 PRESION DE TIERRAS 1

2.3 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 2

2.4 SOBRECARGAS DE USO. 2

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA. 2

4. ACCIONES DE CÁLCULO 3

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES 4

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN. 4

7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS. 6

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN 6

7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 9

7.3 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – LOSA SUPERIOR. 12

8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 15

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 15

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 16

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 17

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 18

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN. 18

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE 18

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN 19

11. COMPROBACIONES 20

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 20

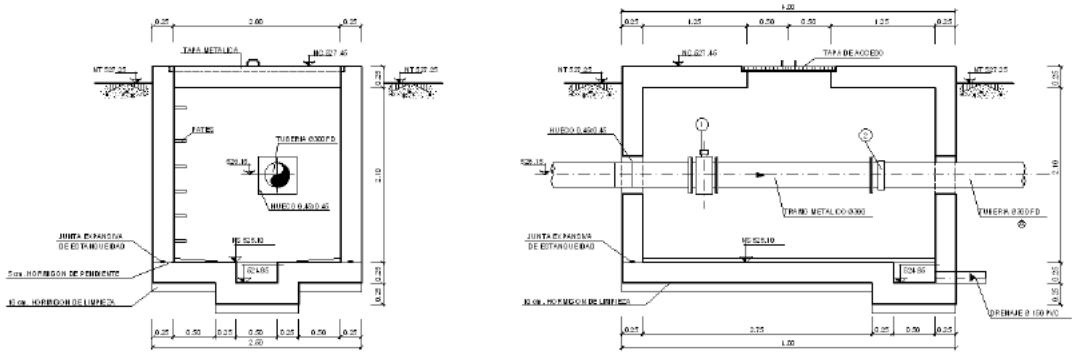
11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 22

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 23

1. INTRODUCCIÓN.

La arqueta de medida de agua tratada tiene una altura de 2.35 metros y unas dimensiones en planta de 2.50 x 4.00 metros.

Las paredes de la arqueta tienen un espesor de 0.25 metros, la solera tiene 0.25 metros de canto y la losa superior tiene también 0.25 metros.



2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1 PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2 PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,0 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 2.15 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.3 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m^2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

2.4 SOBRECARGAS DE USO.

Se considera una sobrecarga de 4,0 KN/m^2 actuando sobre la losa superior.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional de la arqueta.

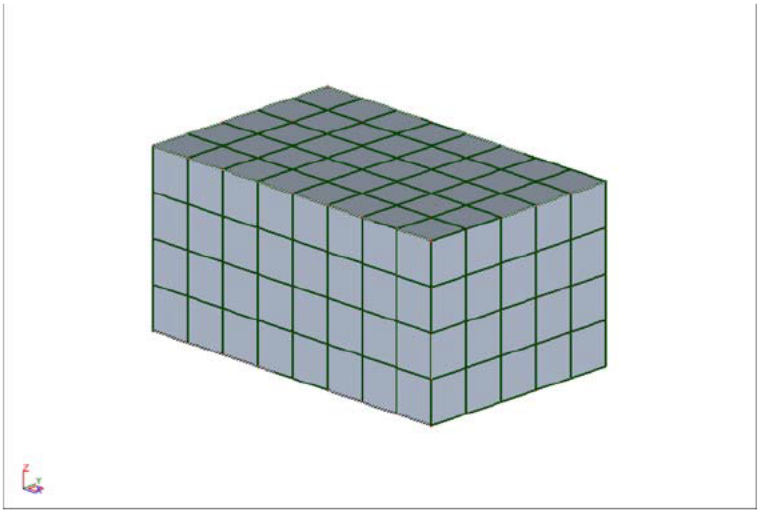
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP25	2 3	HA - 30	constante	25.000	0.0	2693070.52	0.20
ESP25 KZ	1	HA - 30	constante	25.000	2000.00	2693070.52	0.20

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1A7

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A3	PZ Menos Coef=1.00	PP
2	(EF) presión hydrostática	2_LADO(1 4)	P=0 50(T/m2) Gama=2.00(T/m3) H=2.000(m) Dirección=Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	2_LADO(2 3)	P=-0.50(T/m2) Gama=-2.00(T/m3) H=2.000(m) Dirección=Z	EMPUJE DE TIERRAS
3	(EF) uniforme	3	PZ=-0.40(T/m2)	SOBRECARGA

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A7

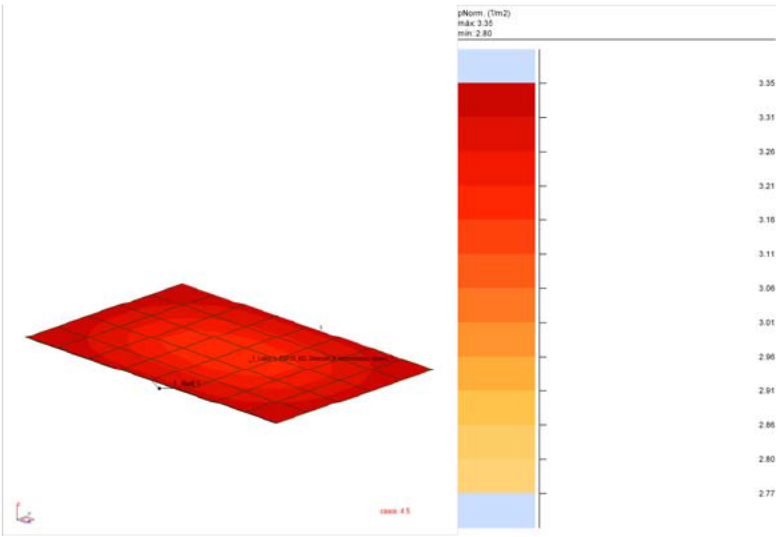
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3)*1.00
6 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+2*1.60
7 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{\max,cal} = 3.35T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20,0T/m^2$$

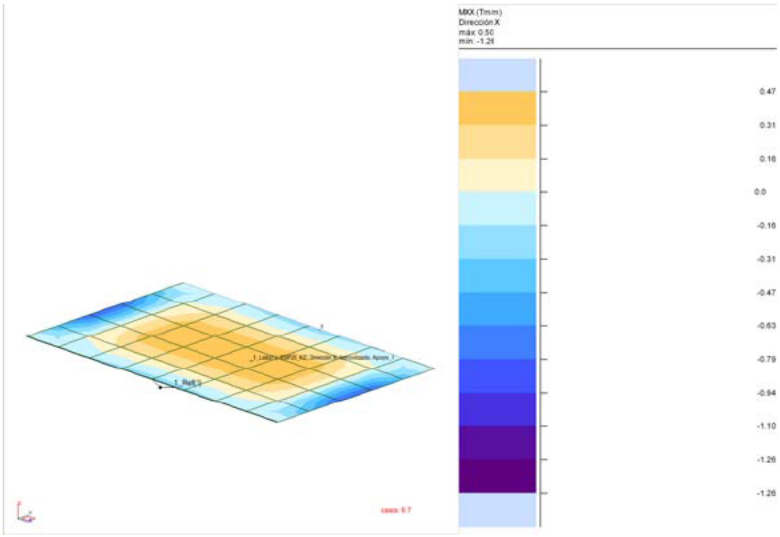
pNorm. (T/m2) casos: 4 5 (+)



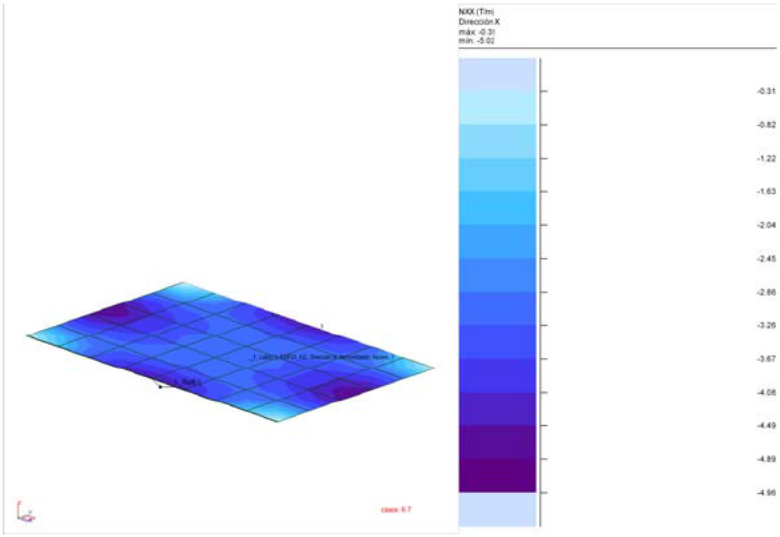
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

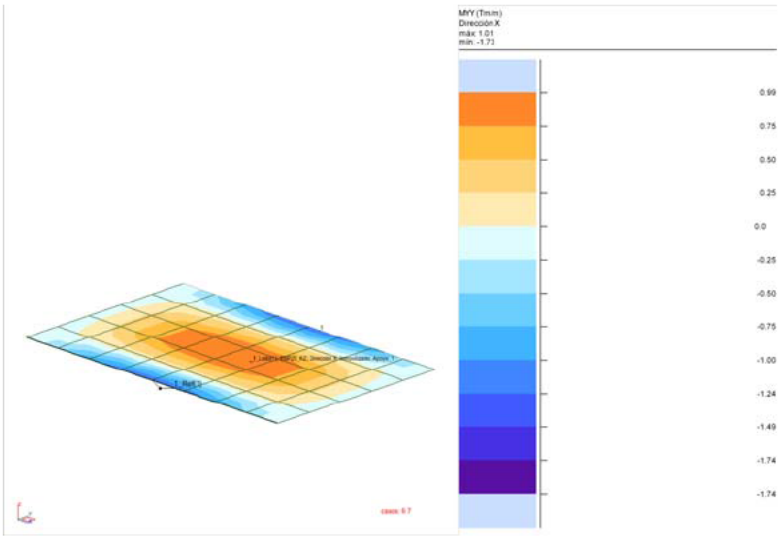
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



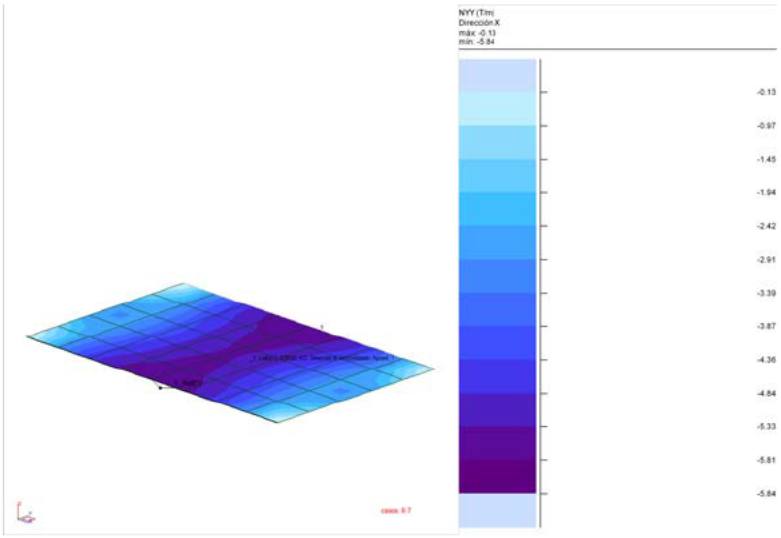
NXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



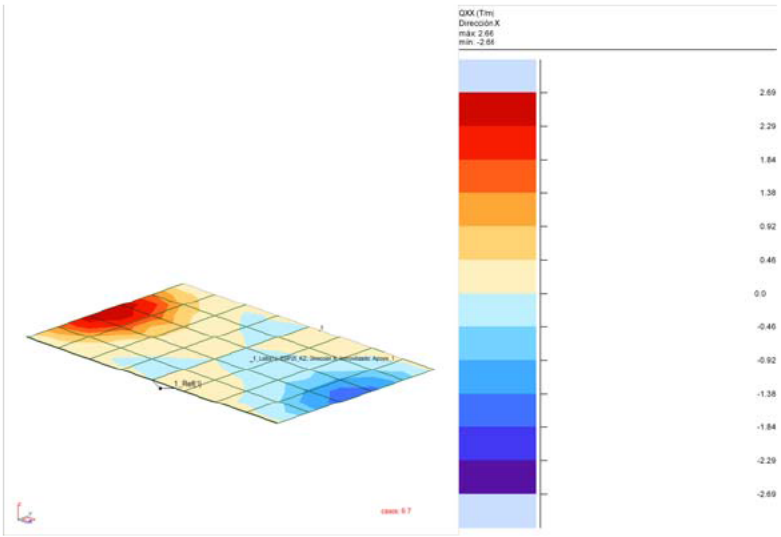
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



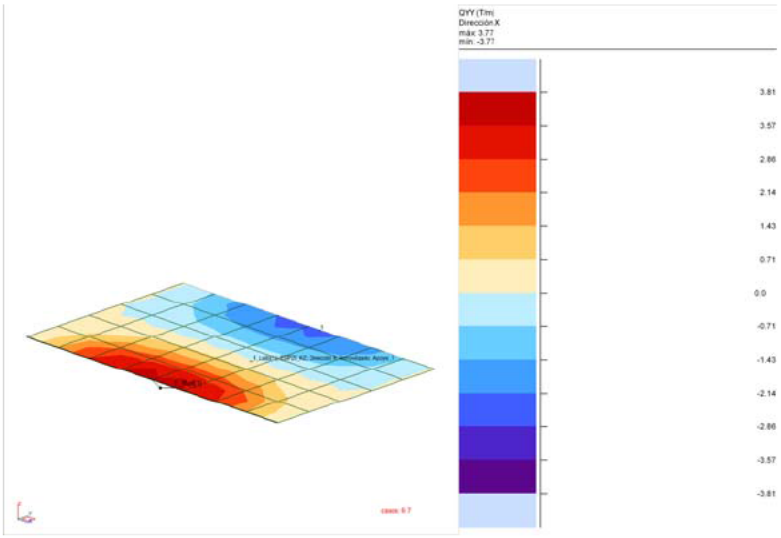
NYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)

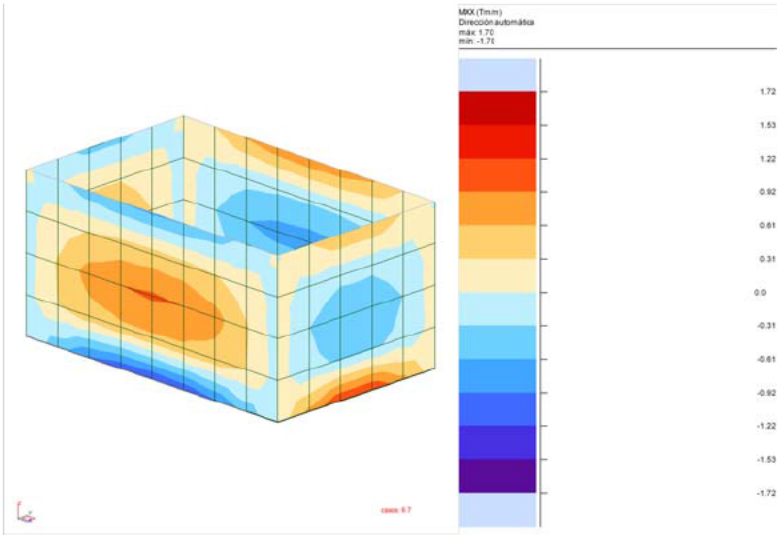


QYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)

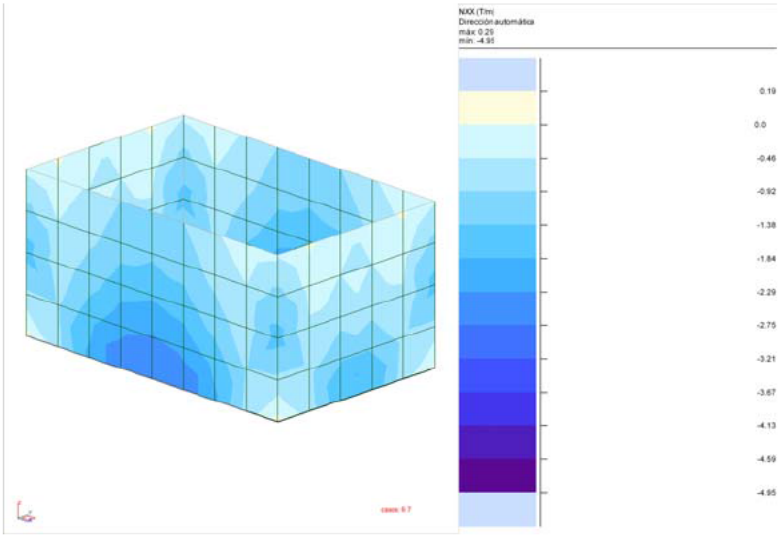


7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

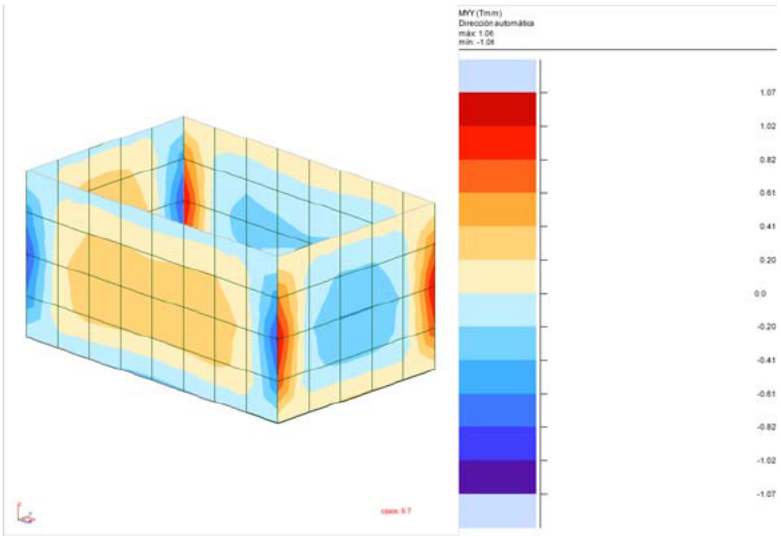
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)



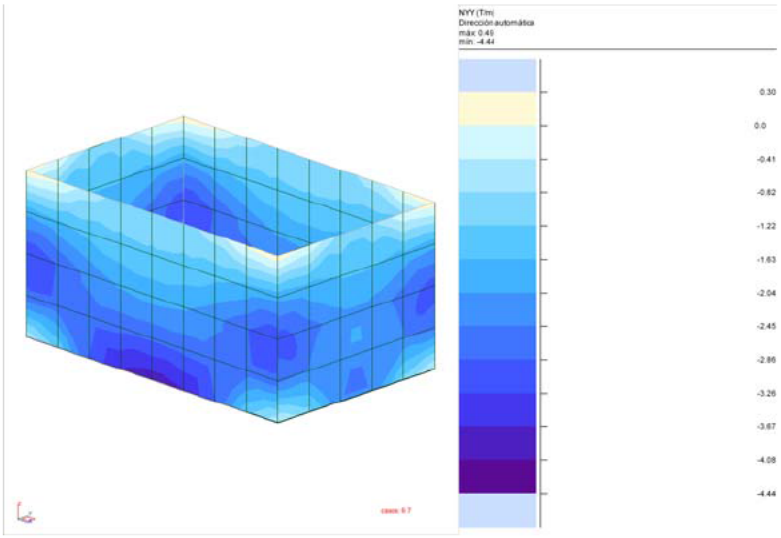
NXX (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)



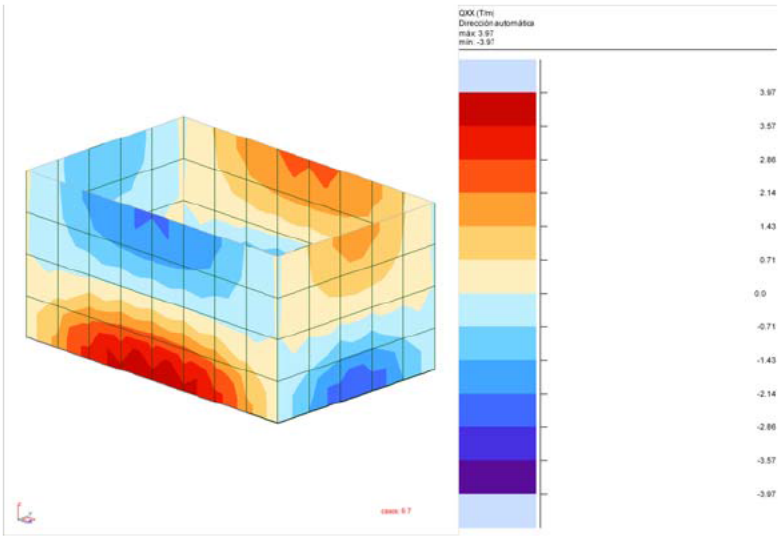
MYY (Tm/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)



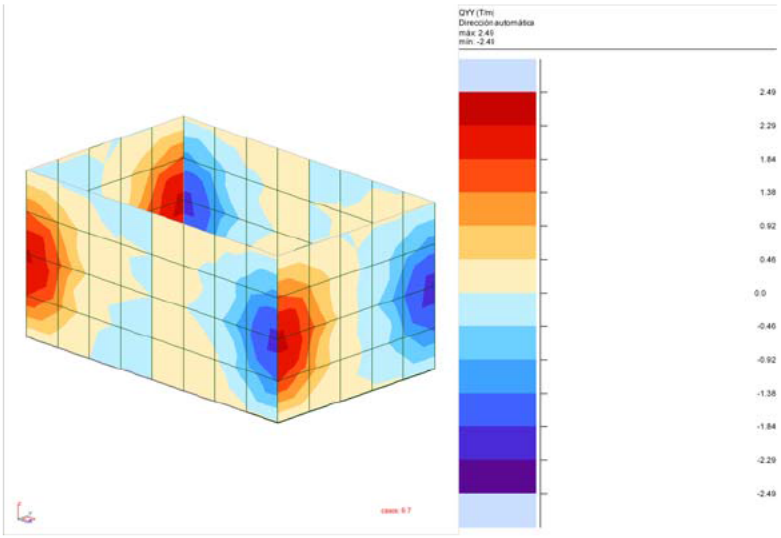
NYY (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)

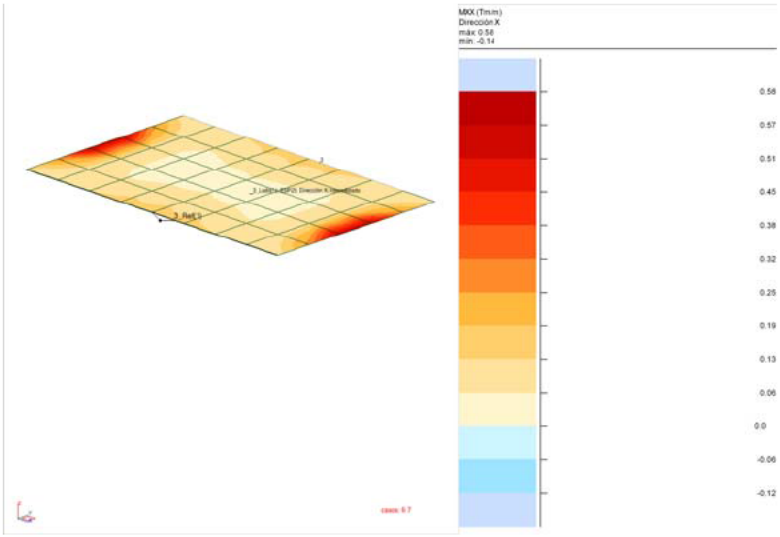


QYY (T/m) Dirección automática casos: 6 7 (+)

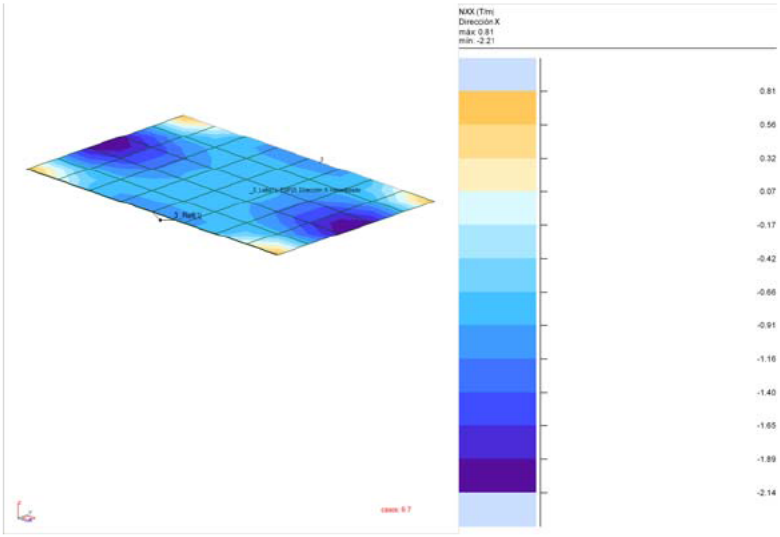


7.3 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – LOSA SUPERIOR.

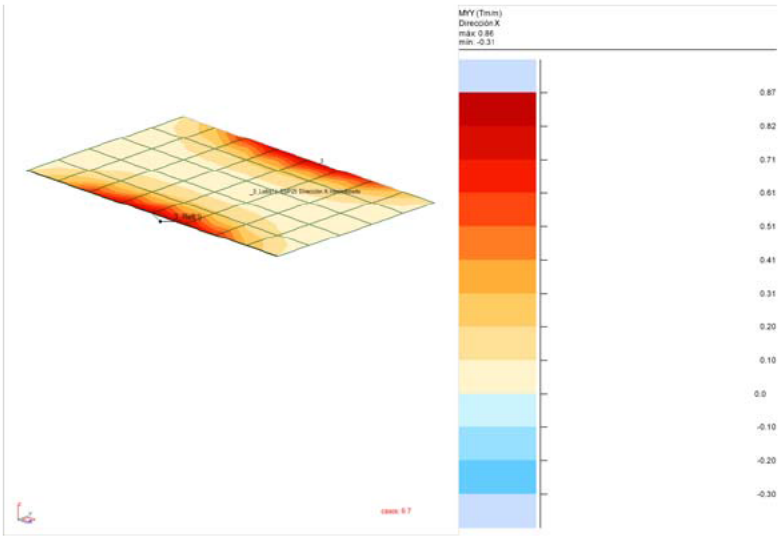
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



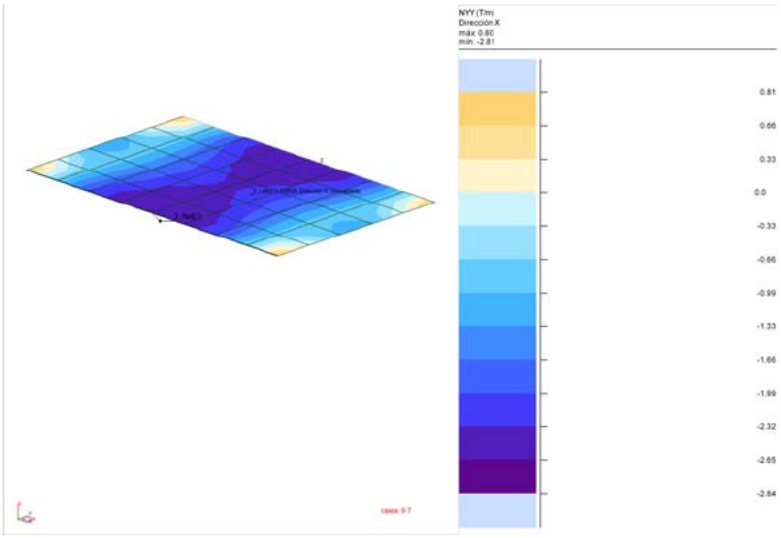
NXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



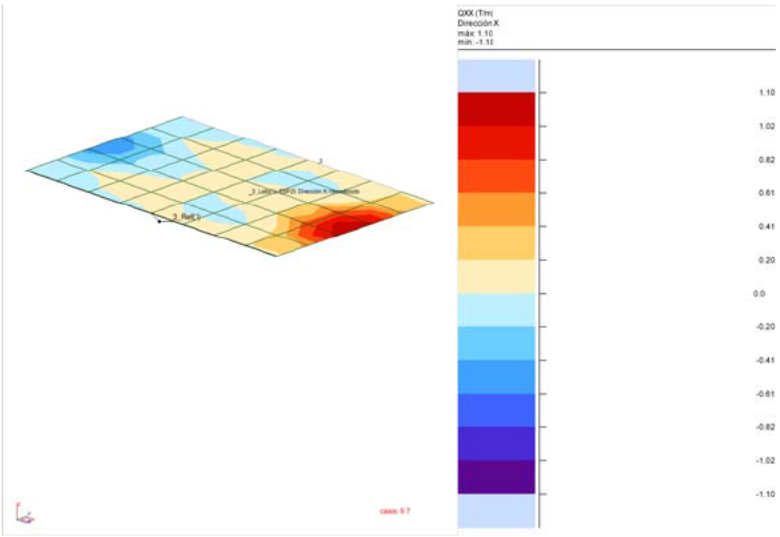
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



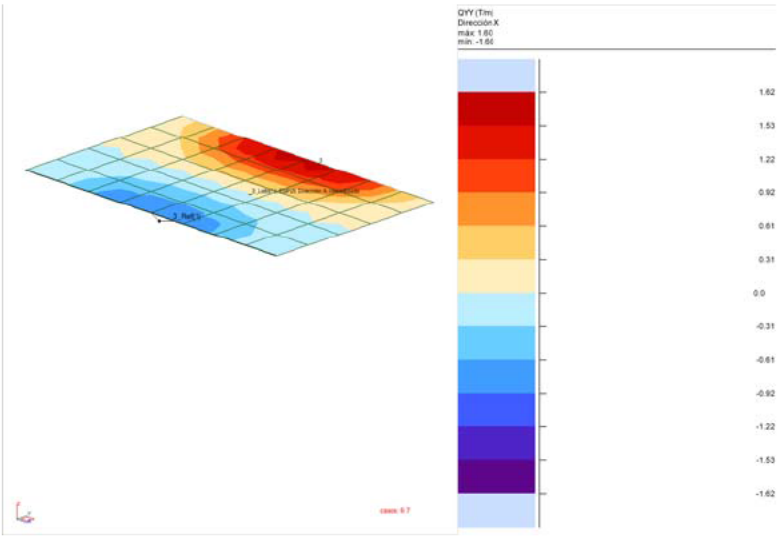
NYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



QYY (T/m) Dirección X casos: 6 7 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 24/ 7 (C)	0.47>>	0 93	-3 51	-5 32	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 27/ 7 (C)	-1.26<<	-0 22	-4 89	-3 24	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 23/ 7 (C)	0 46	0.99>>	-3 38	-5 61	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 50/ 7 (C)	-0 33	-1.73<<	-4 66	-5 84	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 46/ 6 (C)	-0 06	-0 06	-0.31>>	-0 13	1*1 00+2*1 60
1/ 36/ 7 (C)	-1 26	-0 22	-4.89<<	-3 24	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 46/ 6 (C)	-0 06	-0 06	-0 31	-0.13>>	1*1 00+2*1 60
1/ 5/ 7 (C)	-0 33	-1 73	-4 66	-5.84<<	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(2)/ 126/ 6 (C)	1.06>>	0 18	-3 84	-2 02	1*1 00+2*1 60
2_Lado(4)/ 121/ 6 (C)	-1.06<<	-0 18	-3 84	-2 02	1*1 00+2*1 60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	0 33	1.70>>	-4 44	-4 95	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-0 33	-1.70<<	-4 44	-4 95	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 55/ 7 (C)	-0 02	0 01	0.30>>	-0 35	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-0 33	-1 70	-4.44<<	-4 95	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(2)/ 54/ 7 (C)	0 06	0 09	-0 55	0.19>>	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	0 33	1 70	-4 44	-4.95<<	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 81/ 7 (C)	0.58>>	0 10	-2 12	-1 44	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 76/ 7 (C)	-0.12<<	-0 28	-0 97	-2 25	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 59/ 7 (C)	0 18	0.86>>	-1 03	-2 65	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 77/ 7 (C)	-0 12	-0.30<<	-0 86	-2 42	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 55/ 6 (C)	0 10	0 10	0.81>>	0 80	1*1 00+2*1 60
3/ 73/ 7 (C)	0 58	0 10	-2.12<<	-1 44	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 108/ 6 (C)	0 10	0 10	0 81	0.80>>	1*1 00+2*1 60
3/ 104/ 6 (C)	0 13	0 64	-1 39	-2.81<<	1*1 00+2*1 60

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 46/ 6 (C)	-0.31>>	-0 13	0 02	-0 02	1*1 00+2*1 60
1/ 36/ 7 (C)	-4.89<<	-3 24	-2 66	0 02	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 46/ 6 (C)	-0 31	-0.13>>	0 02	-0 02	1*1 00+2*1 60
1/ 5/ 7 (C)	-4 66	-5.84<<	0 00	3 77	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 19/ 7 (C)	-4 89	-3 24	2.66>>	-0 02	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 27/ 7 (C)	-4 89	-3 24	-2.66<<	-0 02	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 5/ 7 (C)	-4 66	-5 84	0 00	3.77>>	1*1 50+(2+3)*1 60
1/ 50/ 7 (C)	-4 66	-5 84	-0 00	-3.77<<	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 55/ 7 (C)	0.30>>	-0 35	-0 02	-0 06	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-4.44<<	-4 95	0 00	-3 97	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(2)/ 54/ 7 (C)	-0 55	0.19>>	0 05	0 19	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	-4 44	-4.95<<	-0 00	3 97	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 121/ 6 (C)	-3 84	-2 02	2.40>>	0 01	1*1 00+2*1 60
2_Lado(2)/ 126/ 6 (C)	-3 84	-2 02	-2.40<<	-0 01	1*1 00+2*1 60
2_Lado(2)/ 50/ 7 (C)	-4 44	-4 95	-0 00	3.97>>	1*1 50+(2+3)*1 60
2_Lado(4)/ 5/ 7 (C)	-4 44	-4 95	0 00	-3.97<<	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 55/ 6 (C)	0.81>>	0 80	-0 17	-0 15	1*1 00+2*1 60
3/ 73/ 7 (C)	-2.12<<	-1 44	-1 10	-0 03	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 108/ 6 (C)	0 81	0.80>>	0 17	0 15	1*1 00+2*1 60
3/ 104/ 6 (C)	-1 39	-2.81<<	-0 00	0 80	1*1 00+2*1 60
3/ 90/ 7 (C)	-2 12	-1 44	1.10>>	0 03	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 82/ 7 (C)	-2 12	-1 44	-1.10<<	0 03	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 104/ 7 (C)	-1 03	-2 65	-0 00	1.60>>	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 59/ 7 (C)	-1 03	-2 65	0 00	-1.60<<	1*1 50+(2+3)*1 60

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 46/ 4 (C)	-0.40>>	-0 32	-0 01	-0 01	(1+2)*1 00
1/ 36/ 5 (C)	-3.08<<	-2 06	-0 82	-0 15	(1+2+3)*1 00
1/ 46/ 4 (C)	-0 40	-0.32>>	-0 01	-0 01	(1+2)*1 00
1/ 5/ 4 (C)	-2 97	-3.67<<	-0 19	-1 02	(1+2)*1 00
1/ 24/ 5 (C)	-2 23	-3 34	0.32>>	0 62	(1+2+3)*1 00
1/ 27/ 5 (C)	-3 08	-2 06	-0.82<<	-0 15	(1+2+3)*1 00
1/ 23/ 5 (C)	-2 15	-3 53	0 31	0.67>>	(1+2+3)*1 00
1/ 50/ 5 (C)	-2 94	-3 67	-0 21	-1.12<<	(1+2+3)*1 00
2_Lado(4)/ 55/ 4 (C)	0.20>>	-0 38	-0 01	0 02	(1+2)*1 00
2_Lado(4)/ 5/ 5 (C)	-2.83<<	-3 26	-0 21	-1 10	(1+2+3)*1 00
2_Lado(2)/ 54/ 5 (C)	-0 35	0.18>>	0 04	0 06	(1+2+3)*1 00
2_Lado(2)/ 50/ 5 (C)	-2 83	-3.26<<	0 21	1 10	(1+2+3)*1 00
2_Lado(2)/ 126/ 4 (C)	-2 16	-1 08	0.59>>	0 10	(1+2)*1 00
2_Lado(4)/ 121/ 4 (C)	-2 16	-1 08	-0.59<<	-0 10	(1+2)*1 00
2_Lado(2)/ 50/ 5 (C)	-2 83	-3 26	0 21	1.10>>	(1+2+3)*1 00
2_Lado(4)/ 5/ 5 (C)	-2 83	-3 26	-0 21	-1.10<<	(1+2+3)*1 00
3/ 55/ 4 (C)	0.43>>	0 32	0 05	0 05	(1+2)*1 00
3/ 73/ 5 (C)	-1.33<<	-0 92	0 37	0 07	(1+2+3)*1 00
3/ 108/ 4 (C)	0 43	0.32>>	0 05	0 05	(1+2)*1 00
3/ 104/ 5 (C)	-0 60	-1.64<<	0 11	0 54	(1+2+3)*1 00
3/ 81/ 5 (C)	-1 33	-0 92	0.37>>	0 07	(1+2+3)*1 00
3/ 76/ 5 (C)	-0 60	-1 39	-0.08<<	-0 19	(1+2+3)*1 00
3/ 59/ 5 (C)	-0 60	-1 64	0 11	0.54>>	(1+2+3)*1 00
3/ 77/ 5 (C)	-0 53	-1 49	-0 08	-0.20<<	(1+2+3)*1 00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0.04 \cdot A_c \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_{sh} \geq 0.0032 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

$A_{sv} \geq 0.0009 \cdot A_c$ (en cara de tracción)

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0.470	3.510
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-1 260	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0 990	5.610
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-1.730	5.840
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-0 060	0.310
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-1 260	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-0 060	0.130
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-1.730	5.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	1 060	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	-1 060	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	1.700	4.950
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	-1.700	4.950
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	-0 020	-0.300
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	-0 330	4.440
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	0 090	-0.190
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	4	1.700	4.950
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0 580	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-0.120	0.970
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0 860	2.650
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	-0 300	2.420
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0.100	-0.810
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0 580	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0.100	-0.800
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	0.250	0.050	0 200	2	0 640	2.810

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
0.733	0 002217	0.122	25.147	0.003	0.000004
1.627	0 002217	0.122	25.147	0.006	0.000075
1.411	0 002217	0.122	25.147	0.005	0.000034
2.168	0 002217	0.122	25.147	0.008	0.000117
0.083	0 002217	0.122	25.147	0.000	0.000002
1.627	0 002217	0.122	25.147	0.006	0.000075
0.070	0 002217	0.122	25.147	0.000	0.000005
2.168	0 002217	0.122	25.147	0.008	0.000117
1.348	0 002217	0.122	25.147	0.005	0.000067
1.348	0 002217	0.122	25.147	0.005	0.000067
2.071	0 002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
2.071	0 002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
-0.003	0 002217	0.122	25.147	0.000	0.000006
0.663	0 002217	0.122	25.147	0.002	-0.000025
0.076	0 002217	0.122	25.147	0.000	0.000013
2.071	0 002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
0.739	0 002217	0.122	25.147	0.003	0.000036
0.193	0 002217	0.122	25.147	0.001	0.000000
1.059	0 002217	0.122	25.147	0.004	0.000061
0.482	0 002217	0.122	25.147	0.002	0.000000
0.039	0 002217	0.122	25.147	0.000	0.000023
0.739	0 002217	0.122	25.147	0.003	0.000036
0.040	0 002217	0.122	25.147	0.000	0.000023
0.851	0 002217	0.122	25.147	0.003	0.000033

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000470	0.000225	4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655

11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.660	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.660	4.890
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.770	5.840
PANEL 1	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.770	5.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.400	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	2.400	3.840
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.970	4.950
PANEL 2	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	3.970	4.950
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.100	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.100	2.120
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.600	2.650
PANEL 3	3000.000	51000.000	1 000	1.000	0.250	0.050	0.200	1.600	2.650

K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.789	7.669	0.00
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.789	7.669	0.00
1.647	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.903	7.669	0.00
1.647	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.903	7.669	0.00
1.654	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.663	7.669	0.00
1.654	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.663	7.669	0.00
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.796	7.669	0.00
1.650	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.796	7.669	0.00
1.660	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.457	7.669	0.00
1.660	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.457	7.669	0.00
1.658	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.520	7.669	0.00
1.658	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.520	7.669	0.00

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	kl	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-2 23	0 32
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-3 08	0 82
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-3 53	0 67
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-3 67	1 12
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-2 16	0 59
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-3 26	1 1
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-1 33	0 37
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	-1 64	0 2

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20 76	-49 99	7 17	1154 97	4 16	0 00000	0 000	Cumple
20 76	-21 59	5 75	2353 49	16 88	0 00000	0 001	Cumple
20 76	-33 41	6 34	1788 44	11 40	0 00000	0 001	Cumple
20 76	-18 29	5 58	2523 91	24 33	0 00000	0 002	Cumple
20 76	-20 92	5 71	2387 70	12 28	0 00000	0 001	Cumple
20 76	-16 24	5 48	2632 39	24 71	0 00000	0 002	Cumple
20 76	-20 45	5 69	2411 48	7 76	0 00000	0 001	Cumple
20 76	-65 00	7 93	770 40	2 02	0 00000	0 000	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

8.- ARQUETA DE RESTITUCIÓN

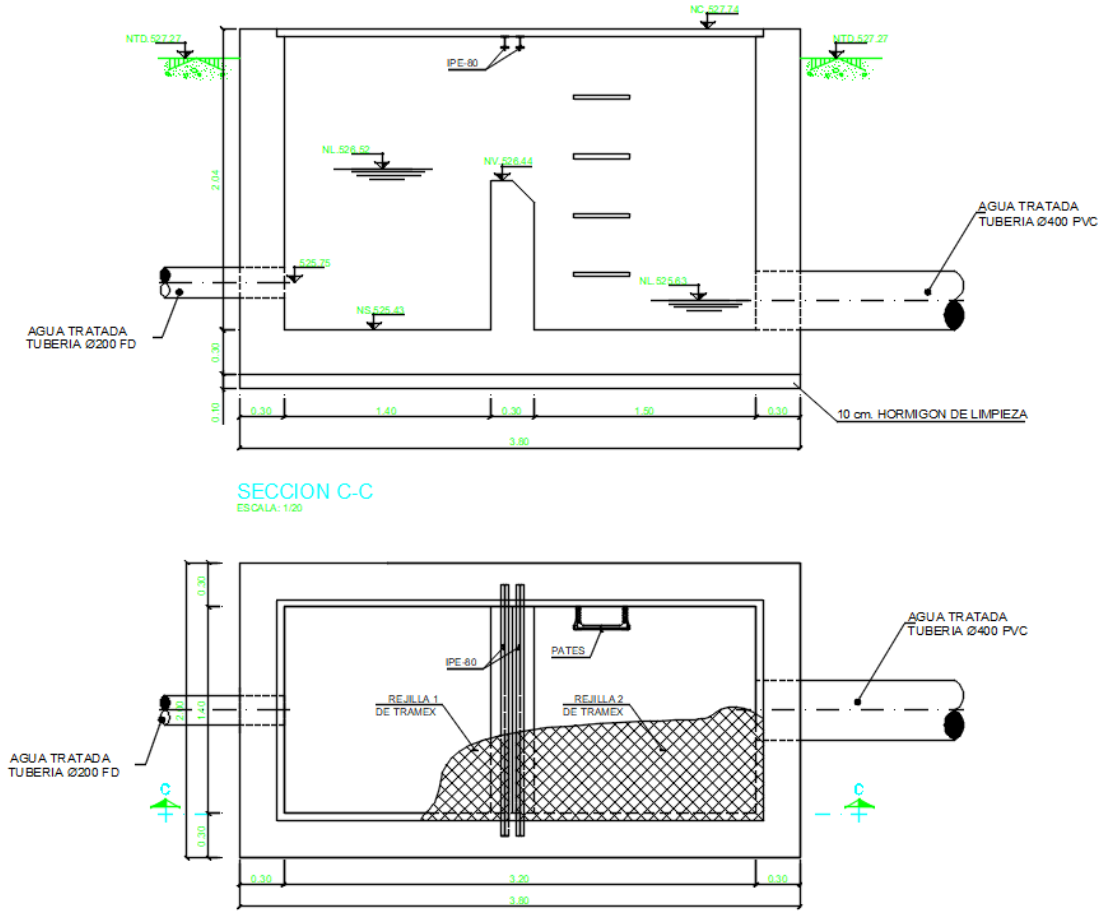
□NDICE

1. INTRODUCCI□N. 1
2. ACCIONES A CONSIDERAR 1
2.1. PESO PROPIO 1
2.2. PRESI□N DE AGUA 2
2.3. PRESION DE TIERRAS 2
2.4. SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 2
3. DISCRETIZACI□N DE LA ESTRUCTURA. 2
4. ACCIONES DE C□LCULO 3
5. COMBINACI□N DE ACCIONES. 3
6. COMPROBACI□N DE LA CIMENTACI□N. 4
7. GR□FICOS DE ESFUERZOS. 5
7.1. GR□FICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACI□N 5
7.2. GR□FICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 8
8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 10
8.1. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLE□I□N. 10
8.2. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 11
8.3. LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 12
9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 13
9.1. ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLE□I□N. 13
9.2. ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE. 13
10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACI□N. 14
11. COMPROBACIONES 15
11.1. AGOTAMIENTO POR FLE□I□N 15
11.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 17
11.3. ESTADO L□MITE DE FISURACI□N. 17
12. COMPROBACIONES EN CIMIENTOS 18
12.1. AGOTAMIENTO POR FLE□I□N 18
12.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE 19
12.3. ESTADO L□MITE DE FISURACI□N 20

1. INTRODUCCIÓN.

La arqueta de restitución está formada por dos compartimentos de altura 2.04 metros y unas dimensiones en planta de 3.80 x 2.00 metros.

Las paredes de la arqueta tienen un espesor de 0.30 metros y la solera tiene 0.30 metros de canto.



2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1. PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2. PRESIÓN DE AGUA

Se tiene en cuenta como un fluido de peso específico 10 KN/m^3.

La altura máxima de aguas en el interior del depósito es de 1.10 metros con respecto al nivel superior de la solera inferior.

2.3. PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,0 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 1.85 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.4. SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m_2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional de la arqueta.

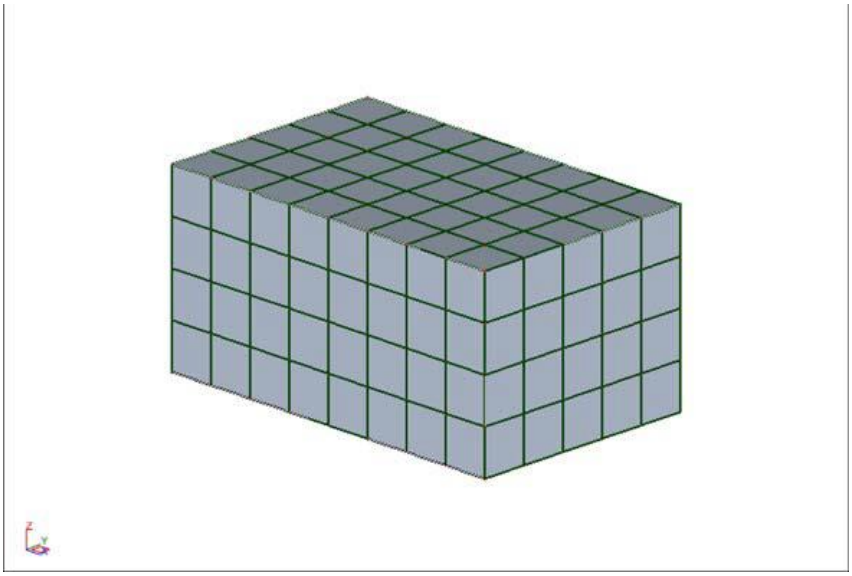
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	G1 (cm)	G2 (cm)	G3 (cm)	KZ (T/m3)
ESP40_KZ	1	HA - 30	constante	40.000	No existe	No existe	No existe	2000.00
ESP30_KZ	2	HA - 30	constante	30.000	No existe	No existe	No existe	2000.00
ESP30	3A5	HA - 30	constante	30.000	No existe	No existe	No existe	0.0

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1ª3

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga	Nombre del caso
1	peso propio	1A5	PZ Menos Coef=1.00	PP
2	(EF) presión hydrostática	3_LADO(2 3)	P=-0.50(T/m2) Gama=-1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	3_LADO(1)	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	4_LADO(1)	P=-0.50(T/m2) Gama=-1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
2	(EF) presión hydrostática	4_LADO(2 3)	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE DE TIERRAS
3	(EF) presión hydrostática	3_LADO(2 3)	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	3_LADO(1)	P=-0.50(T/m2) Gama=-1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	4_LADO(1)	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	4_LADO(2 3)	P=-0.50(T/m2) Gama=-1.00(T/m3) H=3.440(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO
3	(EF) presión hydrostática	1 2	Gama=-1.00(T/m3) H=3.390(m) Dirección=-Z	EMPUJE HIDROSTÁTICO

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A11

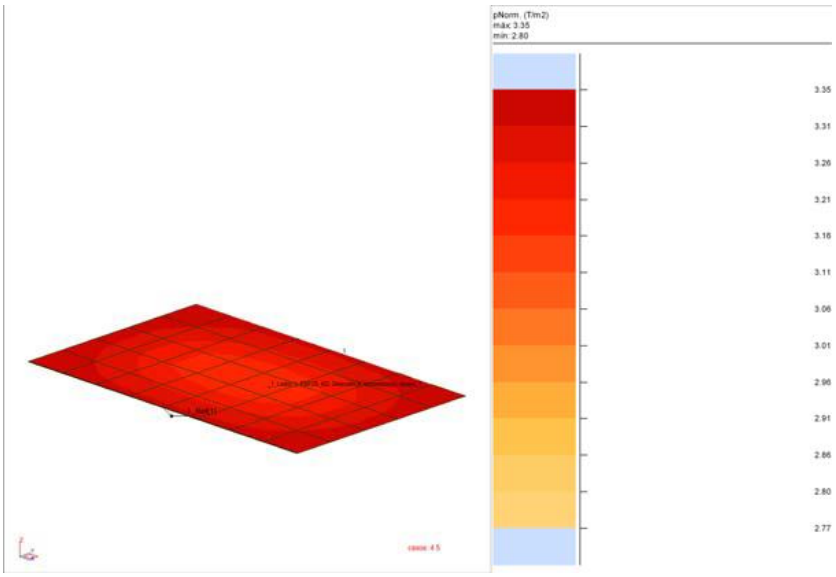
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+3)*1.00
6 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3)*1.00
7 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+2*1.60
8 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+2*1.60
9 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+3*1.60
10 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+3*1.60
11 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{max,cal} = 11.16\, T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0\ T/m^2$$

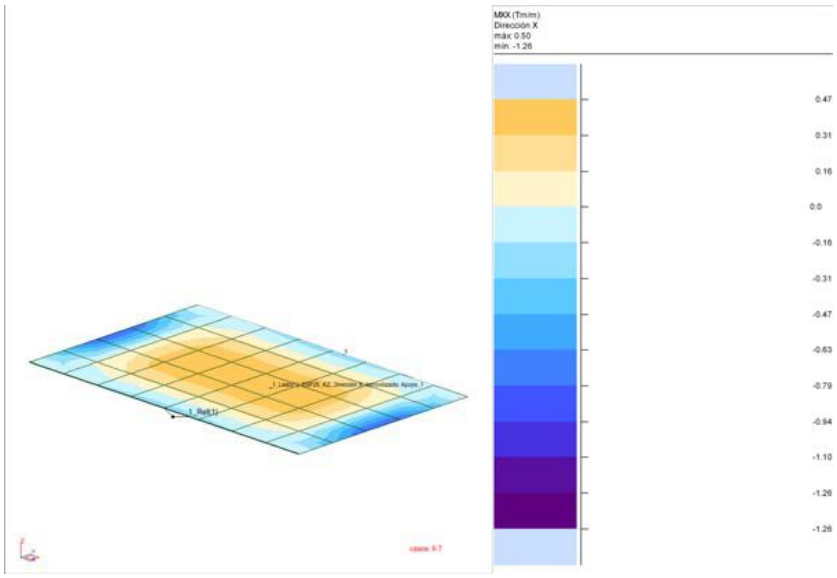
pNorm. (T/m2) casos: 4A5 (+)



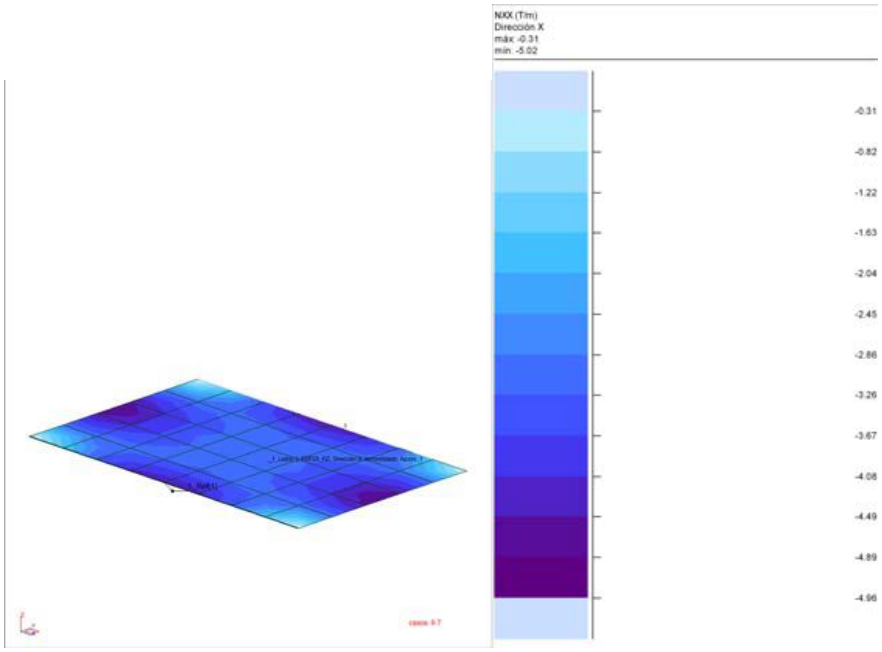
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

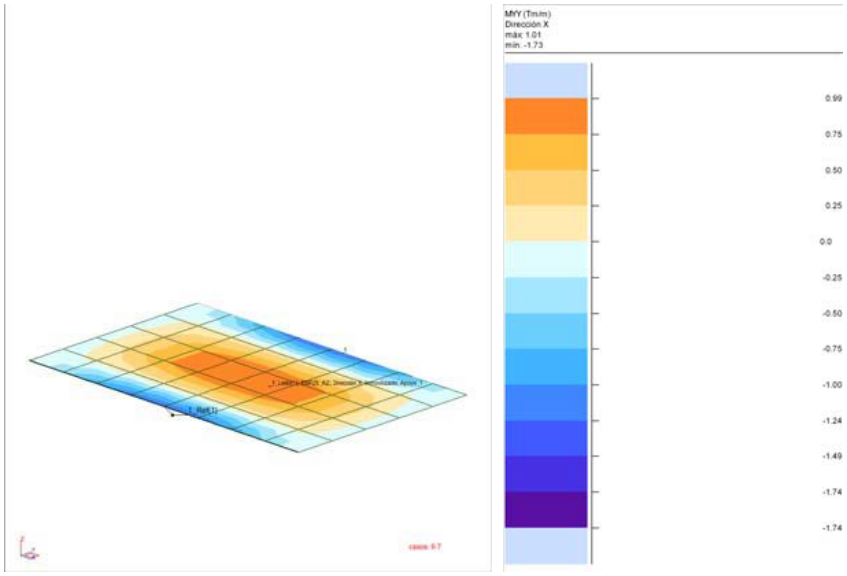
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



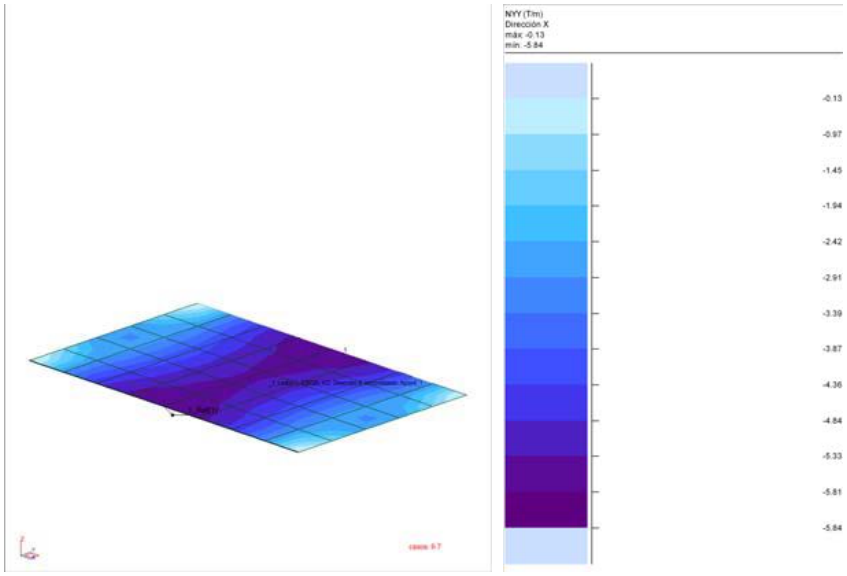
NXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



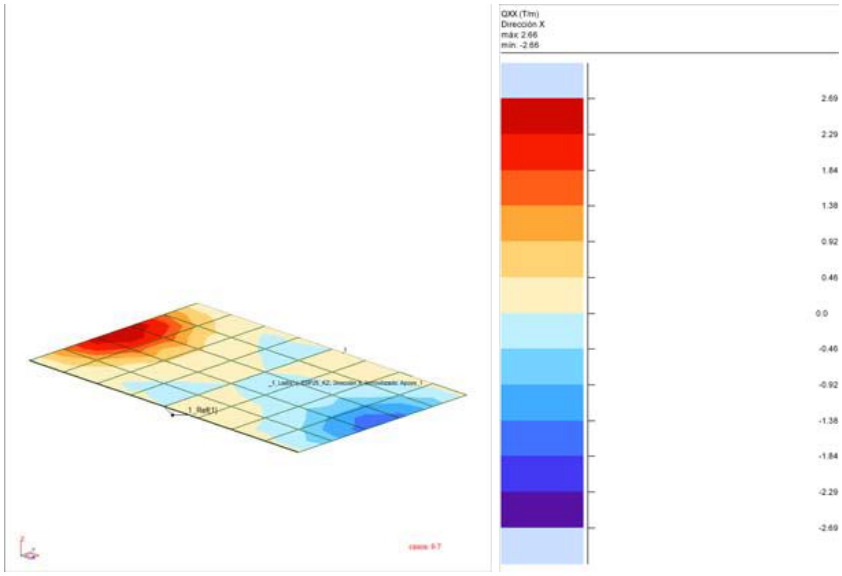
NXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



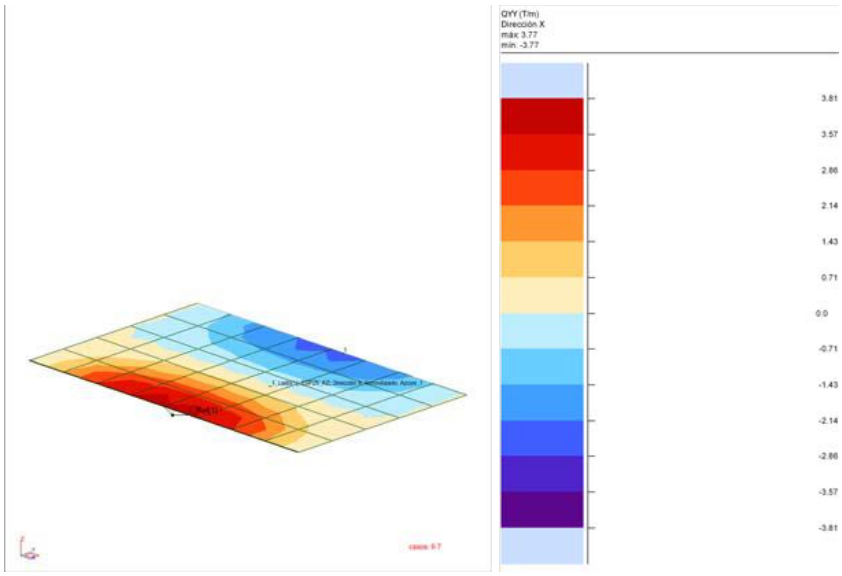
NYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)

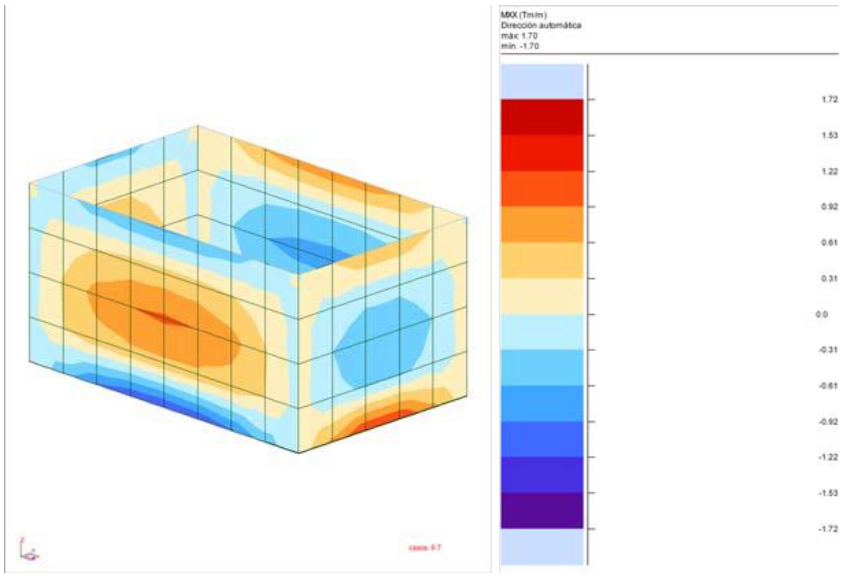


QYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)

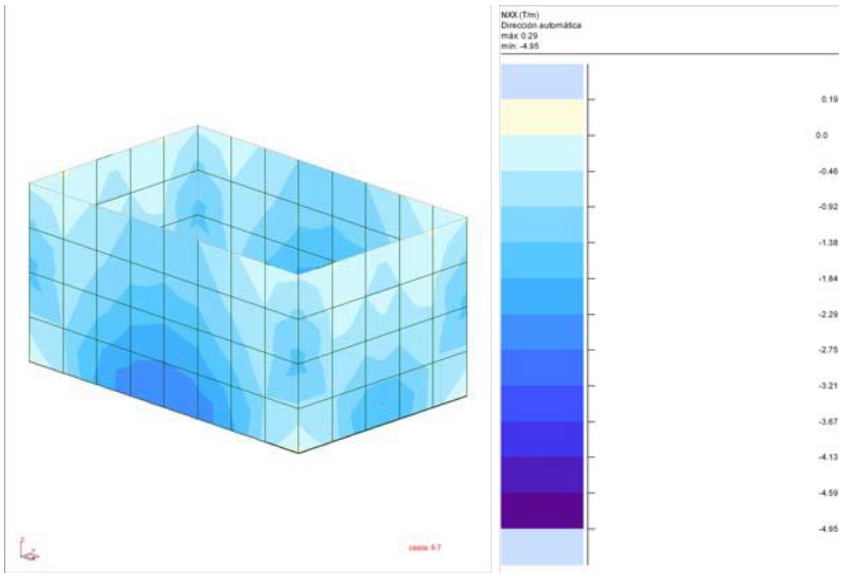


7.2. GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

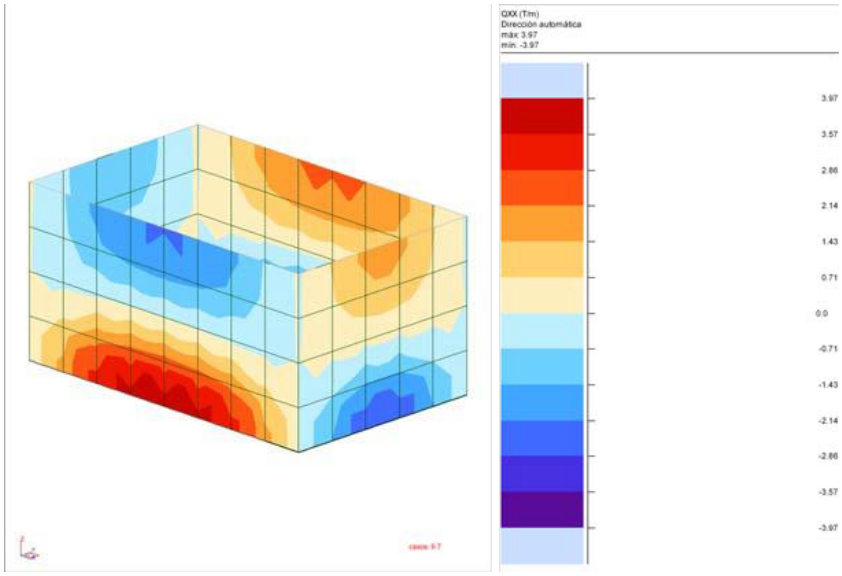
MXX (Tm/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



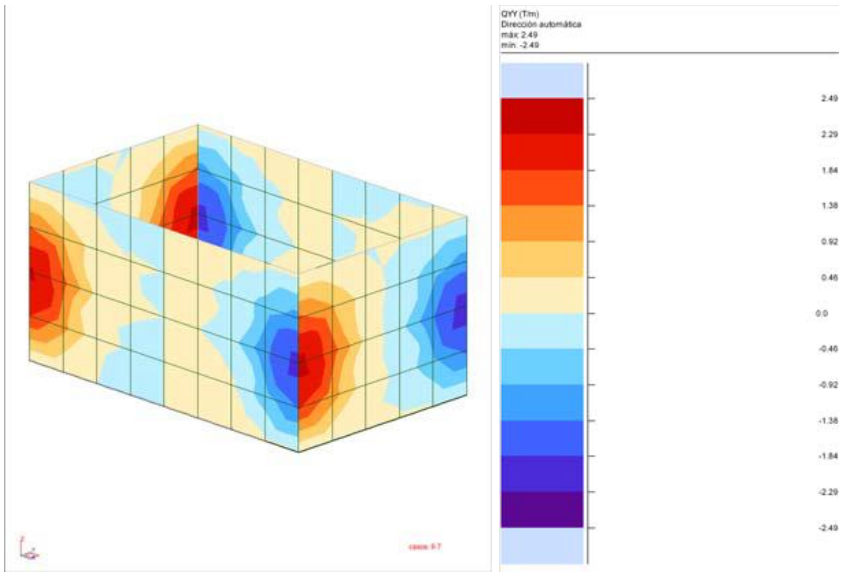
NXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



QYY (T/m) Dirección automática casos: 7A11 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 23/ 9 (C)	3.92>>	1.49	0.18	0.14	1*1.00+3*1.60
1/ 23/ 8 (C)	-4.93<<	-2.68	-1.40	-0.14	1*1.50+2*1.60
1/ 15/ 9 (C)	1.02	2.39>>	0.18	0.09	1*1.00+3*1.60
1/ 15/ 8 (C)	-2.92	-3.53<<	-0.14	-1.33	1*1.50+2*1.60
1/ 13/ 10 (C)	2.98	0.04	1.43>>	1.43	1*1.50+3*1.60
1/ 23/ 8 (C)	-4.93	-2.68	-1.40<<	-0.14	1*1.50+2*1.60
1/ 13/ 10 (C)	2.98	0.04	1.43	1.43>>	1*1.50+3*1.60
1/ 15/ 8 (C)	-2.92	-3.53	-0.14	-1.33<<	1*1.50+2*1.60
2/ 30/ 9 (C)	3.18>>	5.64	-0.11	-0.17	1*1.00+3*1.60
2/ 30/ 8 (C)	-3.54<<	-8.54	0.05	0.33	1*1.50+2*1.60
2/ 30/ 9 (C)	3.18	5.64>>	-0.11	-0.17	1*1.00+3*1.60
2/ 30/ 8 (C)	-3.54	-8.54<<	0.05	0.33	1*1.50+2*1.60
2/ 38/ 10 (C)	0.93	1.76	0.72>>	0.74	1*1.50+3*1.60
2/ 48/ 8 (C)	-2.28	-4.23	-0.68<<	-0.09	1*1.50+2*1.60
2/ 38/ 10 (C)	0.93	1.76	0.72	0.74>>	1*1.50+3*1.60
2/ 40/ 10 (C)	2.55	1.47	-0.11	-0.98<<	1*1.50+3*1.60
3_Lado(2)/ 105/ 9 (C)	1.14>>	4.32	-0.08	-0.88	1*1.00+3*1.60
3_Lado(2)/ 15/ 10 (C)	-6.64<<	-0.60	-0.17	-0.02	1*1.50+3*1.60
3_Lado(1)/ 30/ 9 (C)	-0.93	6.16>>	0.31	1.01	1*1.00+3*1.60
3_Lado(1)/ 30/ 8 (C)	-3.67	-9.02<<	-0.27	-1.02	1*1.50+2*1.60
3_Lado(3)/ 23/ 8 (C)	-6.08	-2.36	1.34>>	0.23	1*1.50+2*1.60
3_Lado(1)/ 3/ 8 (C)	-6.08	-2.36	-1.34<<	-0.23	1*1.50+2*1.60
3_Lado(1)/ 65/ 10 (C)	-0.05	4.86	0.22	1.31>>	1*1.50+3*1.60
3_Lado(3)/ 110/ 10 (C)	-0.05	4.86	-0.22	-1.31<<	1*1.50+3*1.60
4_Lado(1)/ 46/ 10 (C)	0.77>>	0.92	0.10	0.04	1*1.50+3*1.60
4_Lado(1)/ 50/ 8 (C)	-3.51<<	-7.25	0.18	0.28	1*1.50+2*1.60
4_Lado(3)/ 30/ 9 (C)	-0.73	3.42>>	0.09	0.28	1*1.00+3*1.60
4_Lado(3)/ 30/ 8 (C)	-3.51	-7.25<<	-0.18	-0.28	1*1.50+2*1.60
4_Lado(1)/ 48/ 8 (C)	-3.22	-4.30	0.64>>	0.11	1*1.50+2*1.60
4_Lado(3)/ 28/ 8 (C)	-3.22	-4.30	-0.64<<	-0.11	1*1.50+2*1.60
4_Lado(3)/ 76/ 10 (C)	-1.92	2.31	0.19	0.65>>	1*1.50+3*1.60
4_Lado(1)/ 170/ 10 (C)	-1.92	2.31	-0.19	-0.65<<	1*1.50+3*1.60
5/ 175/ 9 (C)	0.70>>	9.52	0.02	-0.05	1*1.00+3*1.60
5/ 11/ 10 (C)	-5.26<<	-0.61	-0.70	-0.14	1*1.50+3*1.60
5/ 292/ 10 (C)	0.42	10.04>>	-0.00	0.07	1*1.50+3*1.60
5/ 81/ 7 (C)	-2.96	-7.73<<	-0.10	-0.20	1*1.00+2*1.60
5/ 35/ 8 (C)	-1.56	-2.56	0.51>>	0.22	1*1.50+2*1.60
5/ 11/ 10 (C)	-5.26	-0.61	-0.70<<	-0.14	1*1.50+3*1.60
5/ 66/ 10 (C)	-2.30	2.98	0.25	0.90>>	1*1.50+3*1.60
5/ 66/ 7 (C)	-1.61	-3.46	-0.28	-0.78<<	1*1.00+2*1.60

8.2. LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 23/ 9 (C)	3.92>>	1.49	-1.44	-0.20	1*1.00+3*1.60
1/ 23/ 8 (C)	-4.93<<	-2.68	-4.11	0.16	1*1.50+2*1.60
1/ 15/ 9 (C)	1.02	2.39>>	0.00	1.89	1*1.00+3*1.60
1/ 15/ 8 (C)	-2.92	-3.53<<	-0.00	4.10	1*1.50+2*1.60
1/ 3/ 8 (C)	-4.93	-2.68	4.11>>	0.16	1*1.50+2*1.60
1/ 23/ 8 (C)	-4.93	-2.68	-4.11<<	0.16	1*1.50+2*1.60
1/ 15/ 8 (C)	-2.92	-3.53	-0.00	4.10>>	1*1.50+2*1.60
1/ 11/ 10 (C)	-0.10	-1.07	-0.00	-3.41<<	1*1.50+3*1.60
2/ 30/ 9 (C)	3.18>>	5.64	0.36	0.22	1*1.00+3*1.60
2/ 30/ 8 (C)	-3.54<<	-8.54	0.06	-0.78	1*1.50+2*1.60
2/ 30/ 9 (C)	3.18	5.64>>	0.36	0.22	1*1.00+3*1.60
2/ 30/ 8 (C)	-3.54	-8.54<<	0.06	-0.78	1*1.50+2*1.60
2/ 28/ 11 (C)	-0.68	-1.30	2.11>>	-0.05	1*1.50+(2+3)*1.60
2/ 48/ 11 (C)	-0.68	-1.30	-2.11<<	-0.05	1*1.50+(2+3)*1.60
2/ 40/ 10 (C)	2.55	1.47	0.00	3.04>>	1*1.50+3*1.60
2/ 36/ 10 (C)	0.85	1.60	-0.00	-1.81<<	1*1.50+3*1.60
3_Lado(2)/ 105/ 9 (C)	1.14>>	4.32	-0.08	2.28	1*1.00+3*1.60
3_Lado(2)/ 15/ 10 (C)	-6.64<<	-0.60	1.48	0.00	1*1.50+3*1.60
3_Lado(1)/ 30/ 9 (C)	-0.93	6.16>>	0.25	-2.70	1*1.00+3*1.60
3_Lado(1)/ 30/ 8 (C)	-3.67	-9.02<<	0.11	2.71	1*1.50+2*1.60
3_Lado(1)/ 3/ 8 (C)	-6.08	-2.36	3.14>>	-0.11	1*1.50+2*1.60
3_Lado(3)/ 23/ 8 (C)	-6.08	-2.36	-3.14<<	0.11	1*1.50+2*1.60
3_Lado(1)/ 65/ 10 (C)	-0.05	4.86	0.30	3.32>>	1*1.50+3*1.60
3_Lado(3)/ 110/ 10 (C)	-0.05	4.86	-0.30	-3.32<<	1*1.50+3*1.60
4_Lado(1)/ 46/ 10 (C)	0.77>>	0.92	-0.14	-0.17	1*1.50+3*1.60
4_Lado(1)/ 50/ 8 (C)	-3.51<<	-7.25	-0.34	0.63	1*1.50+2*1.60
4_Lado(3)/ 30/ 9 (C)	-0.73	3.42>>	-0.06	0.48	1*1.00+3*1.60
4_Lado(3)/ 30/ 8 (C)	-3.51	-7.25<<	0.34	-0.63	1*1.50+2*1.60
4_Lado(3)/ 28/ 8 (C)	-3.22	-4.30	1.35>>	-0.17	1*1.50+2*1.60
4_Lado(1)/ 48/ 8 (C)	-3.22	-4.30	-1.35<<	0.17	1*1.50+2*1.60
4_Lado(3)/ 76/ 10 (C)	-1.92	2.31	0.10	1.62>>	1*1.50+3*1.60
4_Lado(1)/ 170/ 10 (C)	-1.92	2.31	-0.10	-1.62<<	1*1.50+3*1.60
5/ 175/ 9 (C)	0.70>>	9.52	0.12	0.28	1*1.00+3*1.60
5/ 11/ 10 (C)	-5.26<<	-0.61	1.22	-0.00	1*1.50+3*1.60
5/ 292/ 10 (C)	0.42	10.04>>	-0.20	-0.22	1*1.50+3*1.60
5/ 81/ 7 (C)	-2.96	-7.73<<	-0.28	-0.28	1*1.00+2*1.60
5/ 11/ 10 (C)	-5.26	-0.61	1.22>>	-0.00	1*1.50+3*1.60
5/ 277/ 10 (C)	0.01	3.07	-0.87<<	1.09	1*1.50+3*1.60
5/ 66/ 10 (C)	-2.30	2.98	-0.30	1.73>>	1*1.50+3*1.60
5/ 160/ 10 (C)	-2.30	2.98	-0.30	-1.73<<	1*1.50+3*1.60

8.3. LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 23/ 5 (C)	2.29>>	0.74	-0.08	0.09	(1+3)*1.00
1/ 23/ 4 (C)	-3.11<<	-1.71	-0.91	-0.09	(1+2)*1.00
1/ 15/ 5 (C)	0.35	1.32>>	0.12	-0.14	(1+3)*1.00
1/ 15/ 4 (C)	-1.87	-2.23<<	-0.08	-0.86	(1+2)*1.00
1/ 13/ 5 (C)	1.83	-0.01	0.95>>	0.94	(1+3)*1.00
1/ 23/ 4 (C)	-3.11	-1.71	-0.91<<	-0.09	(1+2)*1.00
1/ 13/ 5 (C)	1.83	-0.01	0.95	0.94>>	(1+3)*1.00
1/ 15/ 4 (C)	-1.87	-2.23	-0.08	-0.86<<	(1+2)*1.00
2/ 30/ 5 (C)	1.94>>	3.11	-0.08	-0.08	(1+3)*1.00
2/ 30/ 4 (C)	-2.22<<	-5.41	0.03	0.21	(1+2)*1.00
2/ 30/ 5 (C)	1.94	3.11>>	-0.08	-0.08	(1+3)*1.00
2/ 30/ 4 (C)	-2.22	-5.41<<	0.03	0.21	(1+2)*1.00
2/ 38/ 5 (C)	0.55	1.09	0.48>>	0.49	(1+3)*1.00
2/ 48/ 4 (C)	-1.45	-2.69	-0.45<<	-0.06	(1+2)*1.00
2/ 38/ 5 (C)	0.55	1.09	0.48	0.49>>	(1+3)*1.00
2/ 40/ 5 (C)	1.60	0.92	-0.07	-0.64<<	(1+3)*1.00
3_Lado(2)/ 105/ 5 (C)	0.57>>	3.00	-0.04	-0.59	(1+3)*1.00
3_Lado(2)/ 15/ 5 (C)	-4.41<<	-0.44	-0.09	-0.01	(1+3)*1.00
3_Lado(1)/ 30/ 5 (C)	-1.32	3.42>>	0.20	0.63	(1+3)*1.00
3_Lado(1)/ 30/ 4 (C)	-2.41	-5.71<<	-0.17	-0.64	(1+2)*1.00
3_Lado(3)/ 23/ 4 (C)	-4.04	-1.53	0.86>>	0.15	(1+2)*1.00
3_Lado(1)/ 3/ 4 (C)	-4.04	-1.53	-0.86<<	-0.15	(1+2)*1.00
3_Lado(1)/ 65/ 5 (C)	-0.10	3.06	0.14	0.83>>	(1+3)*1.00
3_Lado(3)/ 110/ 5 (C)	-0.10	3.06	-0.14	-0.83<<	(1+3)*1.00
4_Lado(1)/ 46/ 5 (C)	0.51>>	0.57	0.07	0.03	(1+3)*1.00
4_Lado(1)/ 50/ 4 (C)	-2.30<<	-4.63	0.11	0.18	(1+2)*1.00
4_Lado(3)/ 91/ 4 (C)	-0.17	2.14>>	0.01	0.02	(1+2)*1.00
4_Lado(3)/ 30/ 4 (C)	-2.30	-4.63<<	-0.11	-0.18	(1+2)*1.00
4_Lado(1)/ 48/ 4 (C)	-2.15	-2.75	0.42>>	0.07	(1+2)*1.00
4_Lado(3)/ 28/ 4 (C)	-2.15	-2.75	-0.42<<	-0.07	(1+2)*1.00
4_Lado(3)/ 76/ 5 (C)	-1.29	1.44	0.12	0.42>>	(1+3)*1.00
4_Lado(1)/ 170/ 5 (C)	-1.29	1.44	-0.12	-0.42<<	(1+3)*1.00
5/ 1/ 4 (C)	0.37>>	-0.07	-0.10	-0.07	(1+2)*1.00
5/ 11/ 5 (C)	-3.49<<	-0.45	-0.46	-0.09	(1+3)*1.00
5/ 293/ 5 (C)	0.01	6.38>>	0.01	0.05	(1+3)*1.00
5/ 81/ 4 (C)	-2.28	-4.51<<	-0.07	-0.17	(1+2)*1.00
5/ 35/ 4 (C)	-1.02	-1.61	0.32>>	0.14	(1+2)*1.00
5/ 11/ 5 (C)	-3.49	-0.45	-0.46<<	-0.09	(1+3)*1.00
5/ 66/ 5 (C)	-1.55	1.85	0.16	0.57>>	(1+3)*1.00
5/ 66/ 4 (C)	-1.66	-2.23	-0.18	-0.47<<	(1+2)*1.00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1. ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0{,}04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_s \geq 0.0032 \cdot A$ (a repartir entre ambas caras)

$A_s \geq 0.0009 \cdot A$ (en cara de tracción)

9.2. ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES

11.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.080	-1.140
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.170	6.640
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	1.010	-6.160
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-1.020	9.020
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	1.340	6.080
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-1.340	6.080
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	1.310	-4.860
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-1.310	-4.860
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.100	-0.770
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.180	3.510
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.280	-3.420
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.280	7.250
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.640	3.220
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.640	3.220
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.650	-2.310
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.650	-2.310
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.020	-0.700
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.700	5.260
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.070	-10.040
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.200	7.730
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.510	1.560
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.700	5.260
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	0.900	-2.980
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	4	-0.780	3.460

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
0.733	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000004
1.627	0.002217	0.122	25.147	0.006	0.000075
1.411	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000034
2.168	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000117
0.083	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000002
1.627	0.002217	0.122	25.147	0.006	0.000075
0.070	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000005
2.168	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000117
1.348	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000067
1.348	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000067
2.071	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
2.071	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
-0.003	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000006
0.663	0.002217	0.122	25.147	0.002	-0.000025
0.076	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000013
2.071	0.002217	0.122	25.147	0.008	0.000126
0.739	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000036
0.193	0.002217	0.122	25.147	0.001	0.000000
1.059	0.002217	0.122	25.147	0.004	0.000061
0.482	0.002217	0.122	25.147	0.002	0.000000
0.039	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000023
0.739	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000036
0.040	0.002217	0.122	25.147	0.000	0.000023
0.851	0.002217	0.122	25.147	0.003	0.000033

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655

11.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.140	6.080
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.140	6.080
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.320	-4.860
PANEL 3	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.320	-4.860
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.350	3.220
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.350	3.220
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.620	-2.310
PANEL 4	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.620	-2.310
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.220	5.260
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	0.870	-0.010
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.730	-2.980
PANEL 5	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.730	-2.980

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.650	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.509	8.957	0.00
1.650	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.509	8.957	0.00
1.680	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.141	8.957	0.00
1.680	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.141	8.957	0.00
1.658	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.151	8.957	0.00
1.658	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.151	8.957	0.00
1.673	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.460	8.957	0.00
1.673	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.460	8.957	0.00
1.652	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	11.406	8.957	0.00
1.667	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.747	8.957	0.00
1.675	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.376	8.957	0.00
1.675	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.376	8.957	0.00

11.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.137	0.5	1.94	0.08
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.165	0.5	3.11	0.08
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.125	0.5	3.42	0.63
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.211	0.5	2.14	0.02
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	30	5	12	5	12	5	0.216	0.5	6.38	0.05

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
21.46	51.00	2.10	6487.27	246.78	0.00005	0.017	Cumple
23.07	61.42	1.58	6916.51	350.23	0.00007	0.026	Cumple
20.76	19.89	3.66	4738.33	26.63	0.00001	0.002	Cumple
25.68	78.31	0.73	7612.33	208.03	0.00004	0.017	Cumple
25.99	80.34	0.63	7696.19	611.15	0.00012	0.051	Cumple

12. COMPROBACIONES EN CIMIENTOS

12.1. AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	0.180	-3.920
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	-1.400	4.930
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	0.090	-2.390
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	-1.330	3.530
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	1.430	-2.980
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	-1.400	4.930
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	1.430	-0.040
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	0.400	0.050	0.350	2	-1.330	3.530
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.110	-3.180
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	0.050	3.540
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.170	-5.640
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	0.330	8.540
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	0.720	-0.930
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.680	2.280
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	0.740	-1.760
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2	-0.980	-1.470

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
-0.408	0.002217	0.214	77.014	-0.001	0.000062
2.140	0.002217	0.214	77.014	0.005	0.000027
-0.269	0.002217	0.214	77.014	-0.001	0.000037
1.860	0.002217	0.214	77.014	0.004	0.000041
0.983	0.002217	0.214	77.014	0.002	0.000131
2.140	0.002217	0.214	77.014	0.005	0.000027
1.424	0.002217	0.214	77.014	0.003	0.000093
1.860	0.002217	0.214	77.014	0.004	0.000041
-0.208	0.002217	0.153	39.293	-0.001	0.000053
0.404	0.002217	0.153	39.293	0.001	-0.000043
-0.394	0.002217	0.153	39.293	-0.001	0.000092
1.184	0.002217	0.153	39.293	0.004	-0.000085
0.627	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000078
0.908	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000031
0.564	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000091
0.833	0.002217	0.153	39.293	0.002	0.000109

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000752	0.000360	7.52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0.000564	0.000270	5.64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655

12.2. AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.400	0.050	0.350	4.110	4.930
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.400	0.050	0.350	4.110	4.930
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.400	0.050	0.350	4.100	3.530
PANEL 1	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.400	0.050	0.350	3.410	1.070
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2.110	0.680
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	2.110	0.680
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	3.040	-1.470
PANEL 2	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.300	0.050	0.250	1.810	-1.600

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.656	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	14.370	11.436	0.00
1.656	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	14.370	11.436	0.00
1.659	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	14.186	11.436	0.00
1.664	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	13.863	11.436	0.00
1.665	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.834	8.957	0.00
1.665	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.834	8.957	0.00
1.671	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.565	8.957	0.00
1.671	0.000000	1.000	150.000	0.002	1.894	10.549	8.957	0.00

12.3. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	nºϕ	ϕ (mm)	nºϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	40	5	16	5	16	5	0.165	0.5	2.29	0.08
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	40	5	16	5	16	5	0.125	0.5	1.32	0.14
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	40	5	16	5	16	5	0.125	0.5	1.83	0.95
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	40	5	16	5	16	5	0.125	0.5	0	0.94

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
24.50	82.32	2.88	5101.59	141.92	0.00003	0.011	Cumple
21.96	48.63	5.16	4218.34	4.90	0.00000	0.000	Cumple
21.96	14.40	7.47	3079.03	20.71	0.00000	0.001	Cumple
21.96	0.00	8.45	2624.31	17.31	0.00000	0.001	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

9.- ARQUETA DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS

□NDICE

1. INTRODUCCI□N Y OB□ETO 1

2. AR□UETA DE RECIRCULACI□N DE LA EDAR DE ONZONILLA 1

2.1 Descripción del elemento 1

2.2 Condiciones de cimentación 3

2.3 Durabilidad. Materiales y coeficientes de seguridad 3

2.4 □ustificación de las acciones y coeficientes de seguridad 4

2.5 Modelo de cálculo adoptado 6

2.6 Dimensionamiento de alzados 8

2.6.1 Pared perimetral 1 9

2.6.2 Pared perimetral 2 11

2.6.3 Pared perimetral 3 12

2.6.4 Pared perimetral 4 13

2.6.5 Pared perimetral 5 14

2.6.6 Pared perimetral 6 15

2.6.7 Pared perimetral 7 16

2.6.8 Comprobación de cortante 18

2.7 Dimensionamiento de solera 18

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objetivo de este documento es dimensionar la Arqueta de Recirculación de la EDAR de Mombeltrán, de acuerdo con la geometría proyectada.

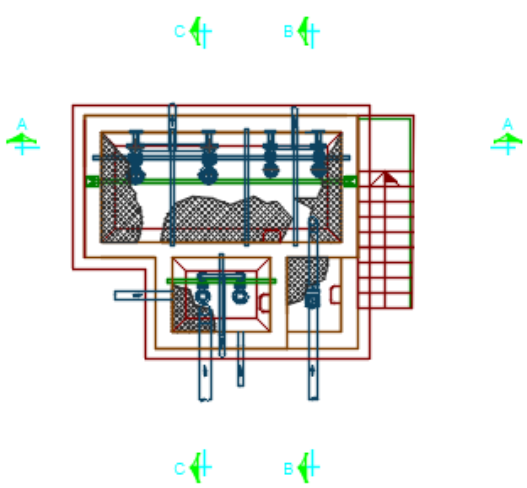
2. ARQUETA DE RECIRCULACIÓN DE LA EDAR DE ONZONILLA

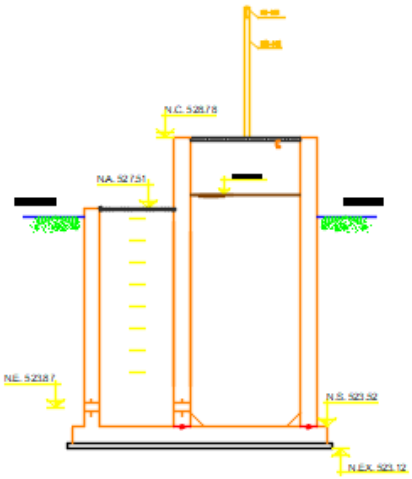
2.1 Descripción del elemento

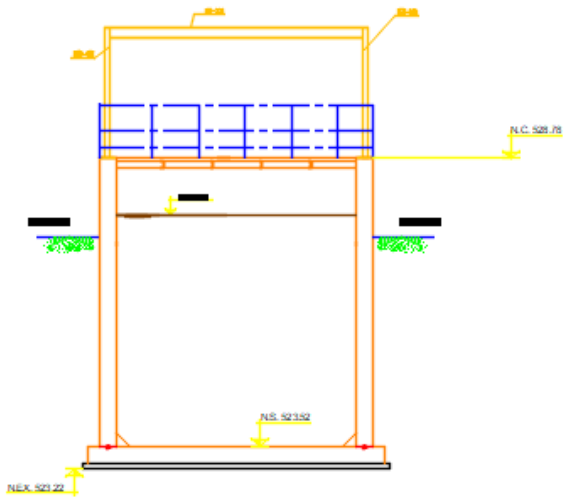
El conjunto formado por la arqueta de recirculación está compuesto por:

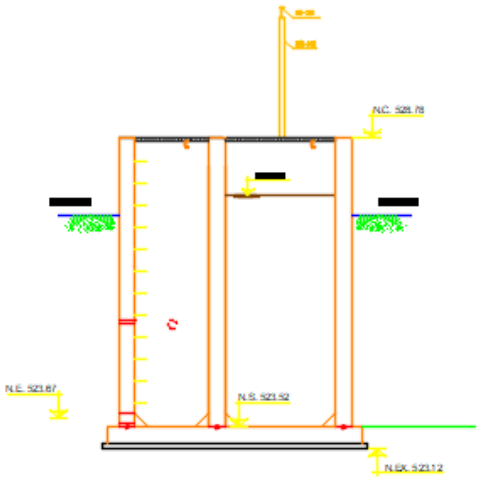
- Arqueta de purga y recirculación de fangos: arqueta de 4.40 x 2.00 m de dimensiones interiores en planta y 5.26 m de altura de pared. Las principales variables que definen el elemento son:
    - Cota superior de la solera: 523.52 m
    - Cota de coronación de los muros: 528.78 m
    - Cota de la lámina de agua: 527.83 m
    - Cota de urbanización: 527.36 m
    - Altura de muros: 5.26 m
    - Altura de la lámina de agua: 4.31 m
    - Altura de tierras sobre arranque: 3.84 m
- Arqueta de bombeo de vaciados: arqueta de 1.80 x 1.35 m de dimensiones interiores en planta y 5.26 m de altura de pared. Las principales variables que definen el elemento son:
    - Cota superior de la solera: 523.52 m
    - Cota de coronación de los muros: 528.78 m
    - Cota de la lámina de agua: 527.83 m
    - Cota de urbanización: 527.36 m
    - Altura de muros: 5.26 m
    - Altura de la lámina de agua: 4.31 m
    - Altura de tierras sobre arranque: 3.84 m

- Cámara de llaves: arqueta de 1.00 x 1.35 m de dimensiones interiores en planta y 2.55 m de altura de pared. Las principales variables que definen el elemento son:
    - Cota superior de la solera: 523.52 m
    - Cota de coronación de los muros: 527.51 m
    - Cota de la lámina de agua: Cámara seca
    - Cota de urbanización: 527.36 m
    - Altura de muros: 3.99 m
    - Altura de la lámina de agua: - - - m
    - Altura de tierras sobre arranque: 3.84 m









2.2 Condiciones de cimentación

La cimentación, de acuerdo con el informe geotécnico, es directa en el terreno mediante una solera de 0.30 m de espesor, con tacón de 20 cm en el lado tierras para distribuir las tensiones sobre el terreno. Se considera una tensión media admisible de 2.00 kg/cm2 y un módulo de balasto de K30 = 8 kp/cm3.

2.3 Durabilidad. Materiales y coeficientes de seguridad

Los parámetros empleados en el cálculo son:

- Vida útil: 50 años
- Hormigón: HA-30/B/20/IV+□b
- Acero: B 500 S
- Recubrimiento de las armaduras: 45 mm
- Abertura máxima de fisura interior: 0.10 mm
- Abertura máxima de fisura exterior: 0.20 mm
- Coeficiente de minoración del hormigón: 1.50
- Coeficiente de minoración del acero: 1.15

Vida útil 50 años

Tipo de estructura		Clase Exposición General	Clase Exposición Específ.	fck Mínimo	Max. a/c	Mín. Cem (kg/m3)	Recub. (mm)	Wk max (mm)
Estructura enterrada en contacto con agua residual		IV	Qb	30	0.50	350	45	0.10
Agresividad del suelo	No	IIa	- -	25	0.60	275	30	0.30
Agresividad del agua freática	No	IIa	- -	25	0.60	275	30	0.30

Luego los valores adoptados en proyecto son:

Recubrimiento de las armaduras, r (mm):	45	mm
Abertura de fisura sin contacto con tierras:	0.10	mm
Abertura de fisura en contacto con tierras:	0.30	mm
Resistencia mínima del hormigón (N/mm2):	30	N/mm2
Máxima relación agua/cemento (a/c):	0.50	
Mínimo contenido de cemento (kg/m3):	350	kg/m3

1.3.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Hormigón:	fck (N/mm2) =	30 *(Cumple)*	Acero:	fyk (N/mm2) =	500
	γ c =	1.50		γ s =	1.15
	fcd (N/mm2) =	20.00		fyd (N/mm2) =	434.78
	fct,m (N/mm2) =	2.90		Es (N/mm2) =	200 000
	fct,k (N/mm2) =	2.03			
	fct,d (N/mm2) =	1.35		n =	7.00
	Ec (N/mm2) =	28 577			
	Densidad γ c (kN/m3) =	25.00			

Tipificación: Hormigón: HA-30/B/20/IV+Qb
Acero: B-500 S

2.4 Justificación de las acciones y coeficientes de seguridad

Las acciones consideradas en el cálculo e introducidas en los modelos son:

- Peso propio: generado directamente por el programa, en función del espesor de los elementos, a partir de una densidad del hormigón armado de 25 kN/m3.
- Empuje de agua: generado por una lámina de 4,31 m, desde el arranque del muro. Se generan dos hipótesis:
  - Agua 1: empuje del agua en la arqueta de purga y recirculación.
  - Agua 2: empuje del agua en la arqueta de bombeo de vaciados.
- Empuje de tierras: Los parámetros adoptados son:
  - Densidad de tierras: 20 kN/m3
  - Coeficiente de empuje: 0.50
  - Altura de tierras: 3.84 m
- Sobrecarga en el terreno: 10,00 kN/m2

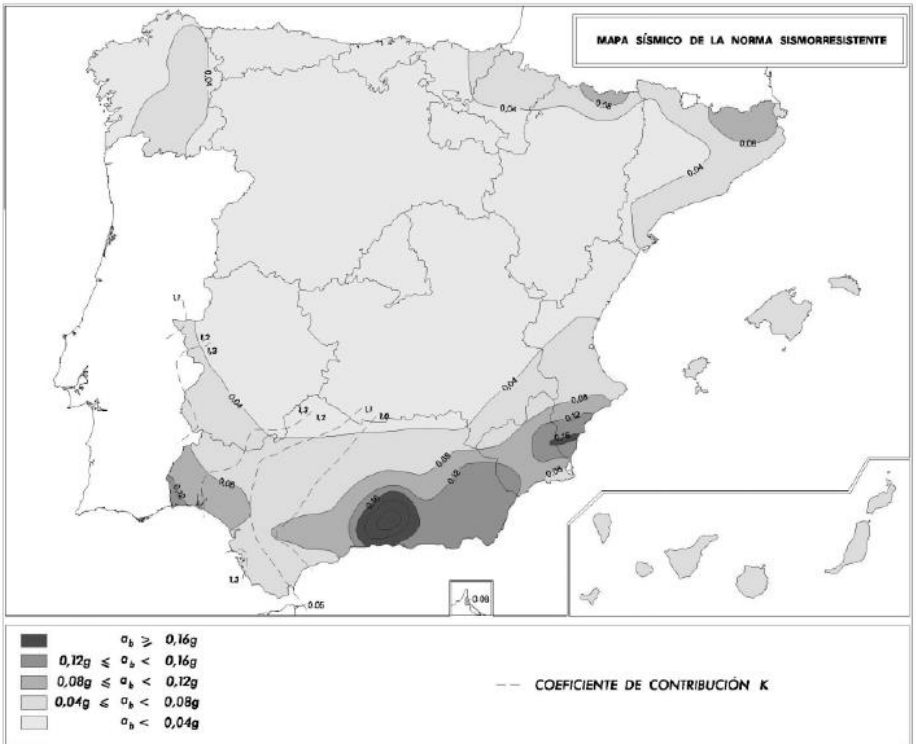
Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los estados límite últimos son:

- Coeficiente de mayoración de acciones permanentes: 1.35
- Coeficiente de mayoración del agua: 1.20
- Coeficiente de mayoración de acciones variables: 1.50

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los estados límite de servicio son:

- Coeficiente de mayoración de acciones permanentes: 1.00
- Coeficiente de mayoración del agua: 1.00
- Coeficiente de mayoración de acciones variables: 1.00

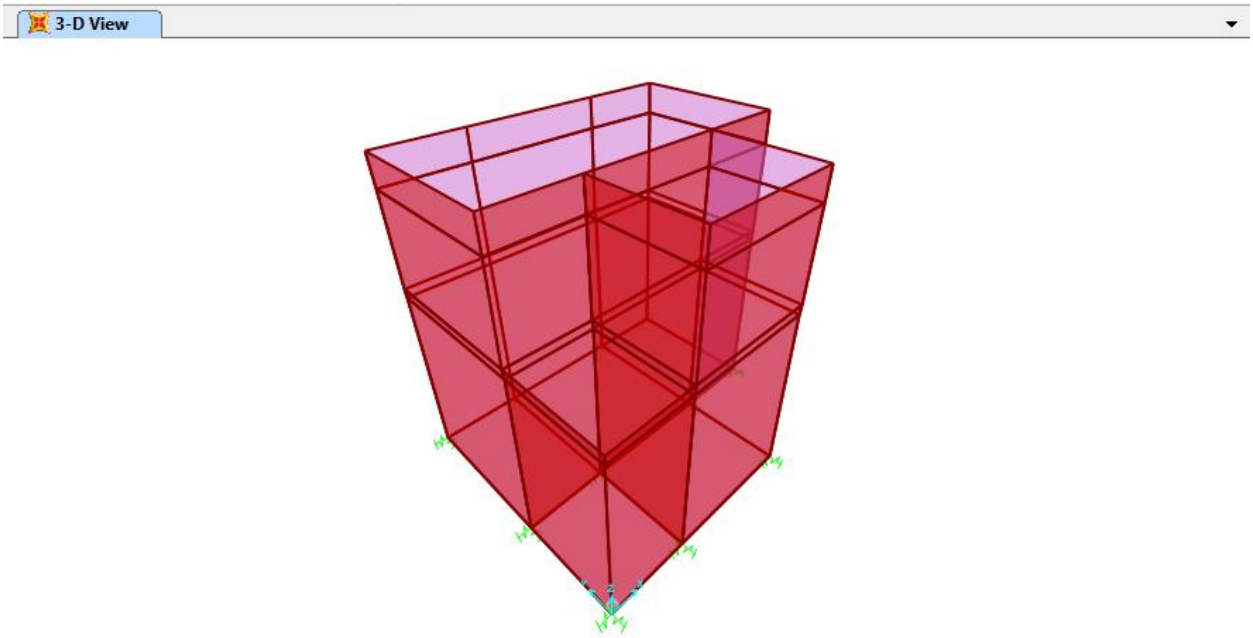
Según el mapa sísmico de la norma la obra se encuentra en una zona con aceleración sísmica básica ab inferior a 0.04g, siendo g la aceleración de la gravedad, por lo que La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 no es de aplicación.



2.5 Modelo de cálculo adoptado

Se realiza un modelo 3D de la estructura, con el programa de cálculo SAP2000, discretizando la estructura mediante elementos tipo Shell, de acuerdo con la geometría proyectada.

El modelo generado puede verse en la figura adjunta.



Para el cálculo de esfuerzos, como condiciones de contorno se imponen las siguientes:

- Se disponen muelles de constante elástica 20 000 kN/m^2, 2 000 T/m^2.

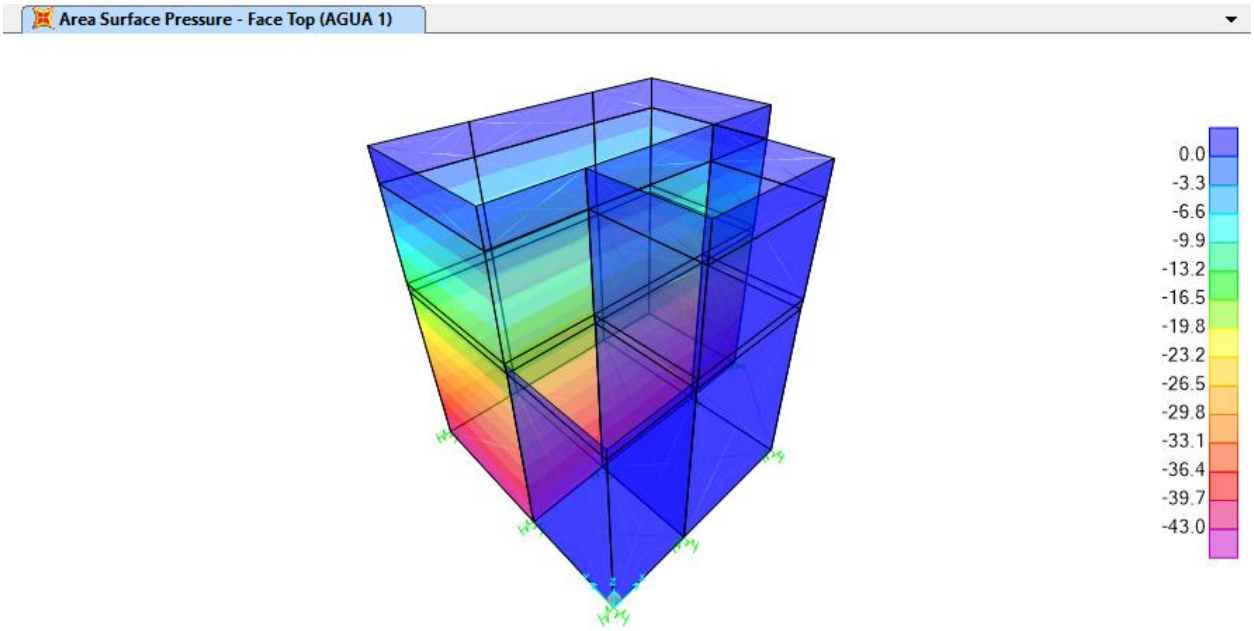
Se plantea la envolvente de esfuerzos bajo las siguientes hipótesis:

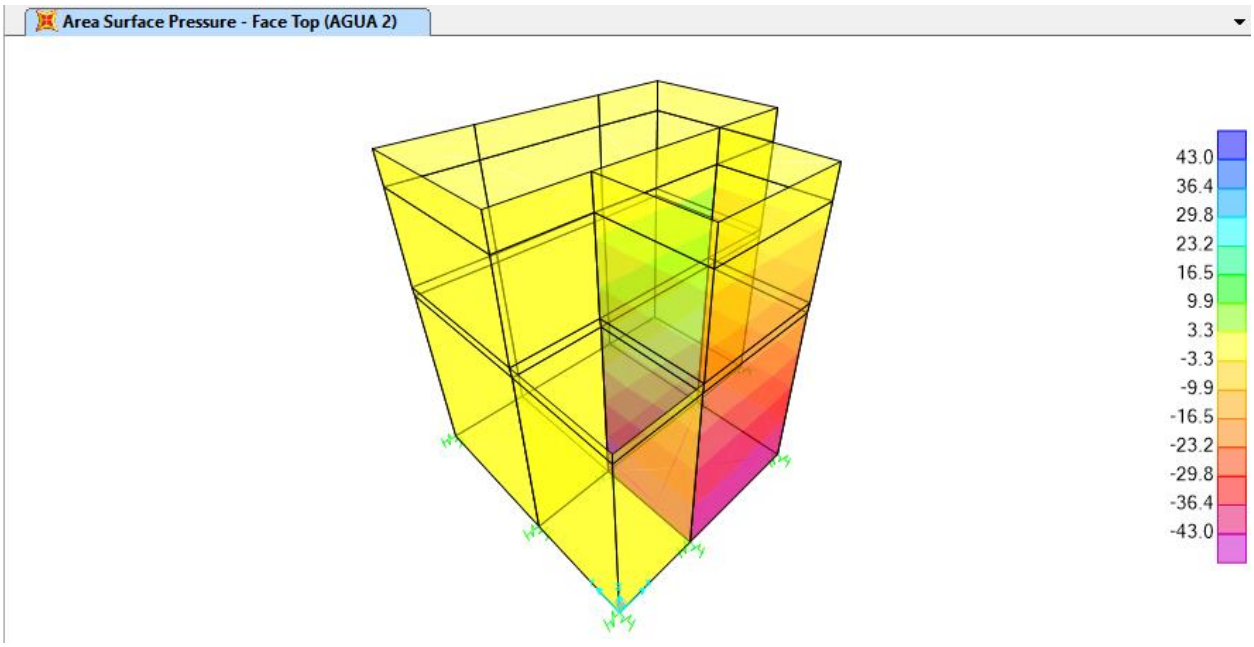
- Depósito vació sometido al empuje de tierras.
- Depósito lleno ó semilleno, de acuerdo con la envolvente de situaciones posibles, sin tierras en el trasdós.

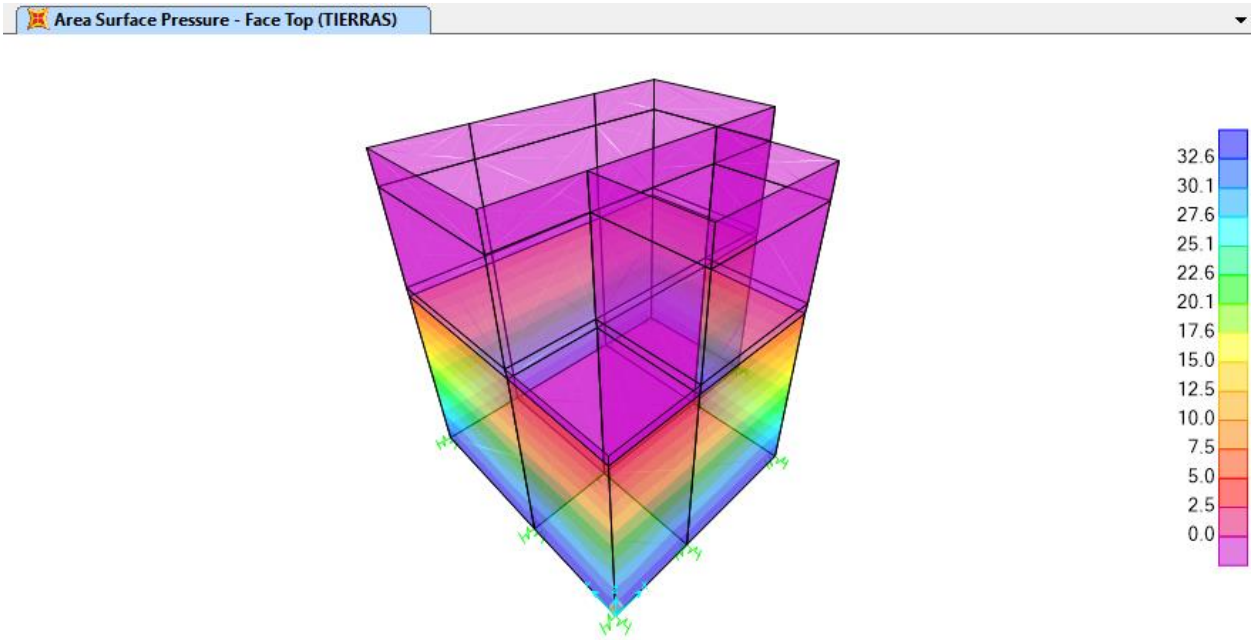
Se obtienen los esfuerzos para cada una de las hipótesis definidas anteriormente y se suman los efectos favorables debidos a cada una de ellas con el fin de obtener el esfuerzo pésimo.

Para el cálculo del estado límite de fisuración, combinación cuasipermanente, el agua se considera como acción permanente, es decir, no se ve afectado por ningún coeficiente de combinación.

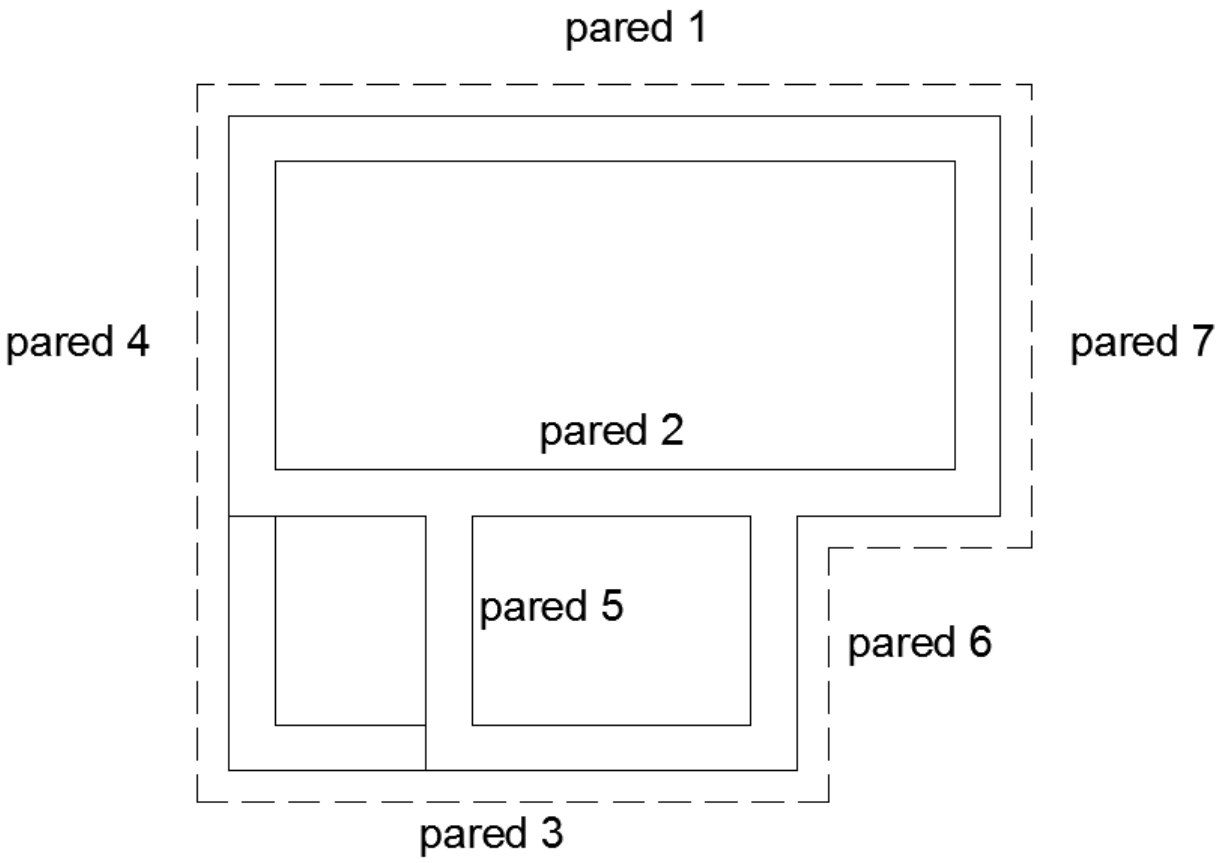
A continuación se adjuntan los gráficos de cada una de las hipótesis introducidas (a excepción del peso propio que lo genera directamente el programa):







2.6 Dimensionamiento de alzados



2.6.1 Pared perimetral 1

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Hormigón	Fck	30	N/mm2	Sección	Ancho b	100	cm
	Fcd	20.00	N/mm2		Canto h	30	cm
Acero	Fyk	500	N/mm2		Recubrimiento	4.50	cm
	Fyd	434.8	N/mm2		Canto útil d	25.5	cm

Coef seg mayoración acciones 1.35

ARMADURA VERTICAL (ASOCIADA A M22)

	ϕ (mm	Sep(cm)	As(cm2)	Cuantía dispuesta
Armadura base dispuesta	12	20.00	5.65	1.88 ‰

Momento de fisuración Mfis	43.45	kNm	
Momento último Mu	61.22	kNm	
Cuantía geom.mínima en muros	0.90	‰	
Cuantía mínima geométrica	2.70	cm2/ml	**OK Armadura mínima menor que la dispuesta**
Cuantía mínima mecánica	5.52	cm2/ml	

Esfuerzo para el que la armadura base cumple cuantía mínima mecánica

Mk	43.00	kNm	**OK Momento menor que Mfis**
Md	58.05	kNm	**OK Momento menor que Mu**

Área necesaria de cálculo	5.54	cm2/ml	
Coeficiente de reducción	1.00	cm2/ml	
C mínima mecánica reducida	5.53	cm2/ml	**OK Armadura mínima menor que la dispuesta**

Luego el valor límite de los gráficos será: 43.00 kNm

ARMADURA HORIZONTAL (ASOCIADA A M11)

	ϕ (mm	Sep(cm)	As(cm2)	Cuantía dispuesta
Armadura base dispuesta	12	20.00	5.65	1.88 ‰

Momento de fisuración Mfis	43.45	kNm	
Momento último Mu	62.49	kNm	
Cuantía geom.mínima en muros	1.60	‰	
Cuantía mínima geométrica	4.80	cm2/ml	**OK Armadura mínima menor que la dispuesta**
Cuantía mínima mecánica	5.52	cm2/ml	

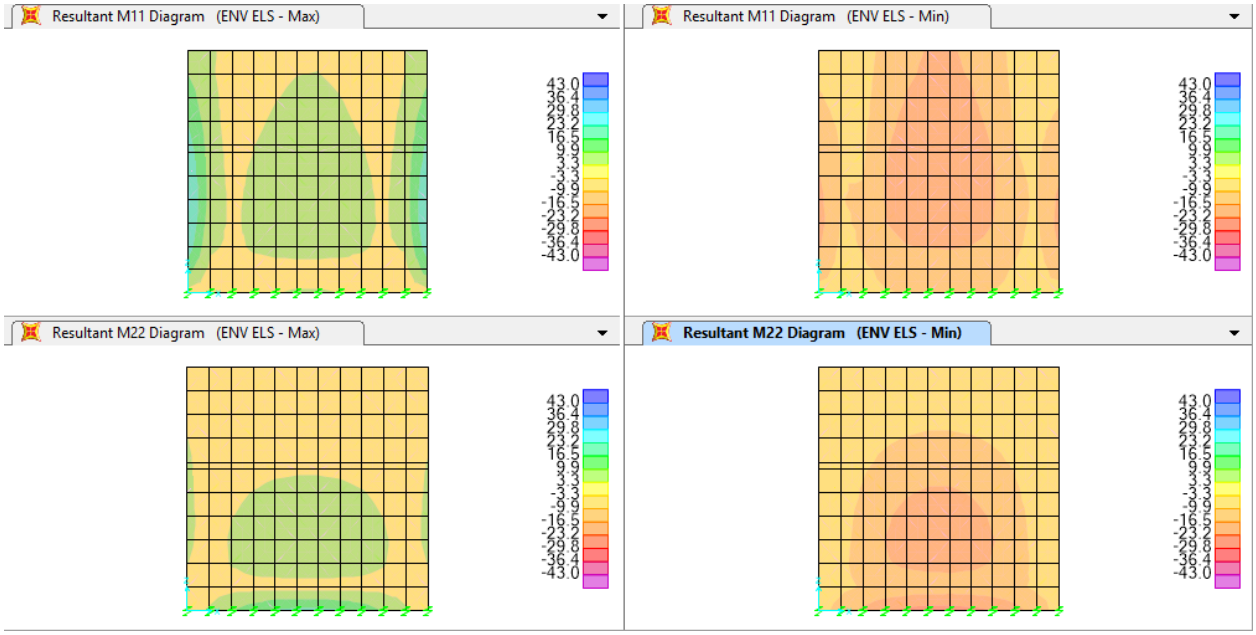
Esfuerzo para el que la armadura base cumple cuantía mínima mecánica

Mk	43.00	kNm	**OK Momento menor que Mfis**
Md	58.05	kNm	**OK Momento menor que Mu**

Área necesaria de cálculo	5.54	cm2/ml	
Coeficiente de reducción	1.00	cm2/ml	
C mínima mecánica reducida	5.53	cm2/ml	**OK Armadura mínima menor que la dispuesta**

Luego el valor límite de los gráficos será: 43.00 kNm

Si establecemos en los gráficos proporcionados por el programa el valor de 43 kNm como límite del momento M22 y de M11, veremos cuáles son las zonas que necesitan refuerzo de armado.



Para interpretar los gráficos debe considerarse:

- M11. Momento asociado a la armadura horizontal.
    - Positivo: armadura cara interior
    - Negativo: armadura cara exterior
- M22. Momento asociado a la armadura vertical.
    - Positivo: armadura cara interior
    - Negativo: armadura cara exterior

Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:
    - Cara interior:
        - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
        - Resto: 12 cada 20 cm.

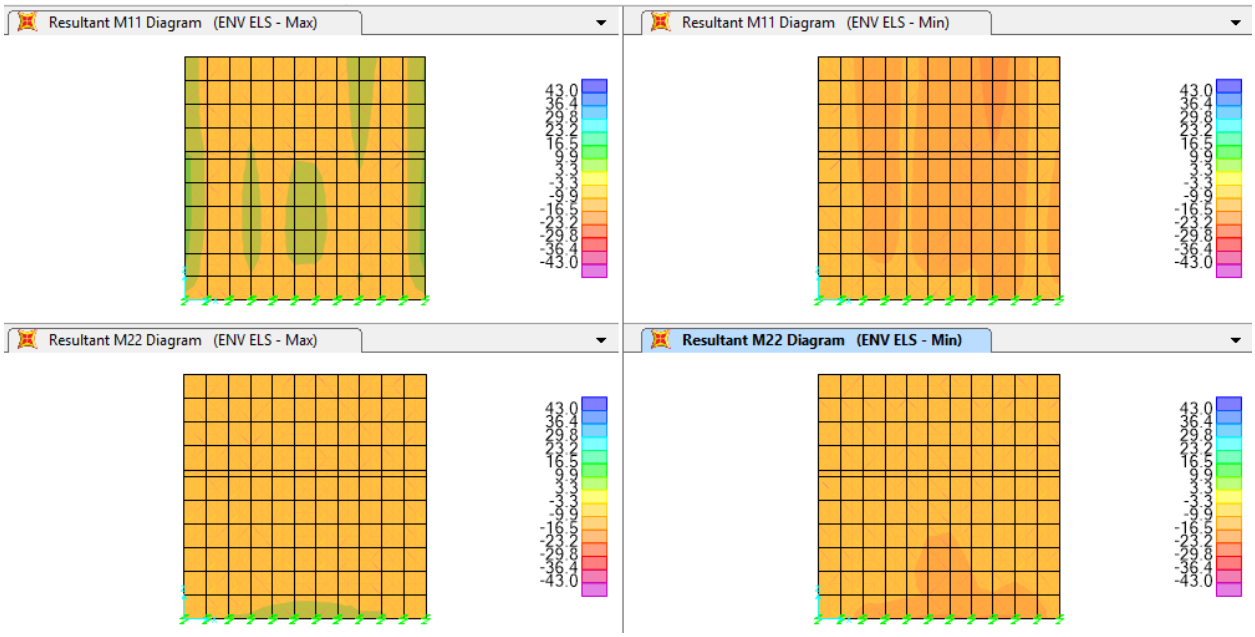
- Cara exterior:
  - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
  - Resto: 12 cada 20 cm.

- Armadura horizontal:
  - Cara interior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.2 Pared perimetral 2

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:
  - Cara interior:
    - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.

- Resto: 12 cada 20 cm.

- Cara exterior:

- Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.

- Resto: 12 cada 20 cm.

- Armadura horizontal:

- Cara interior:

- Todo: 12 cada 20 cm.

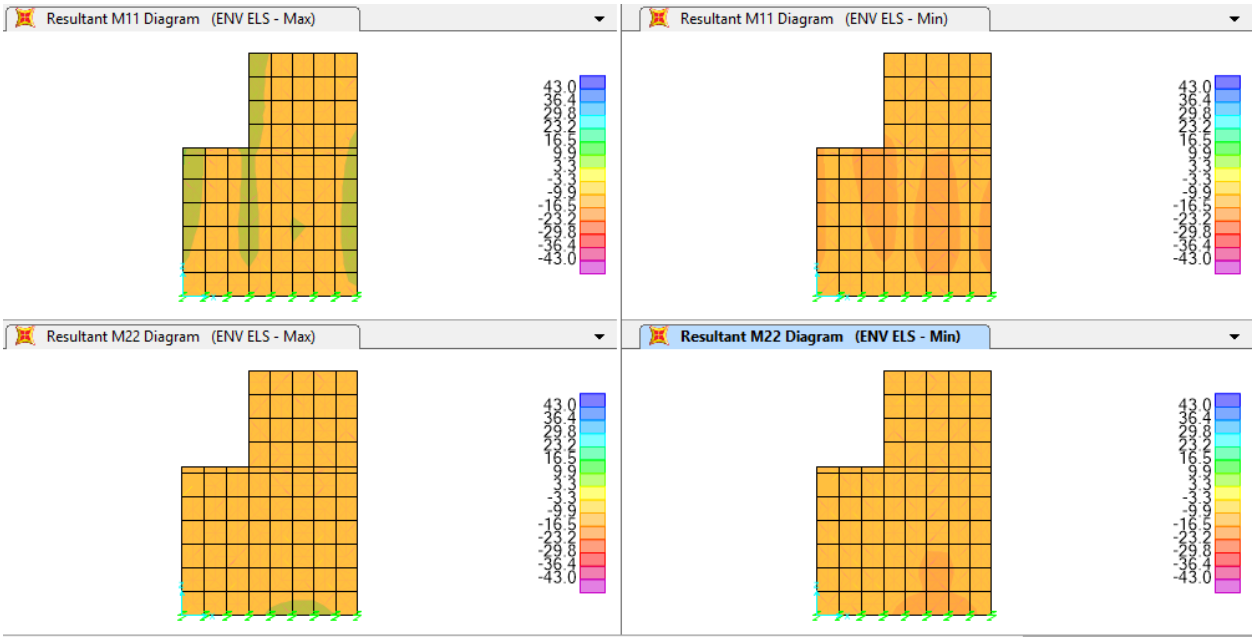
- Cara exterior:

- Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.3 Pared perimetral 3

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:

- Cara interior:

- Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
- Resto: 12 cada 20 cm.

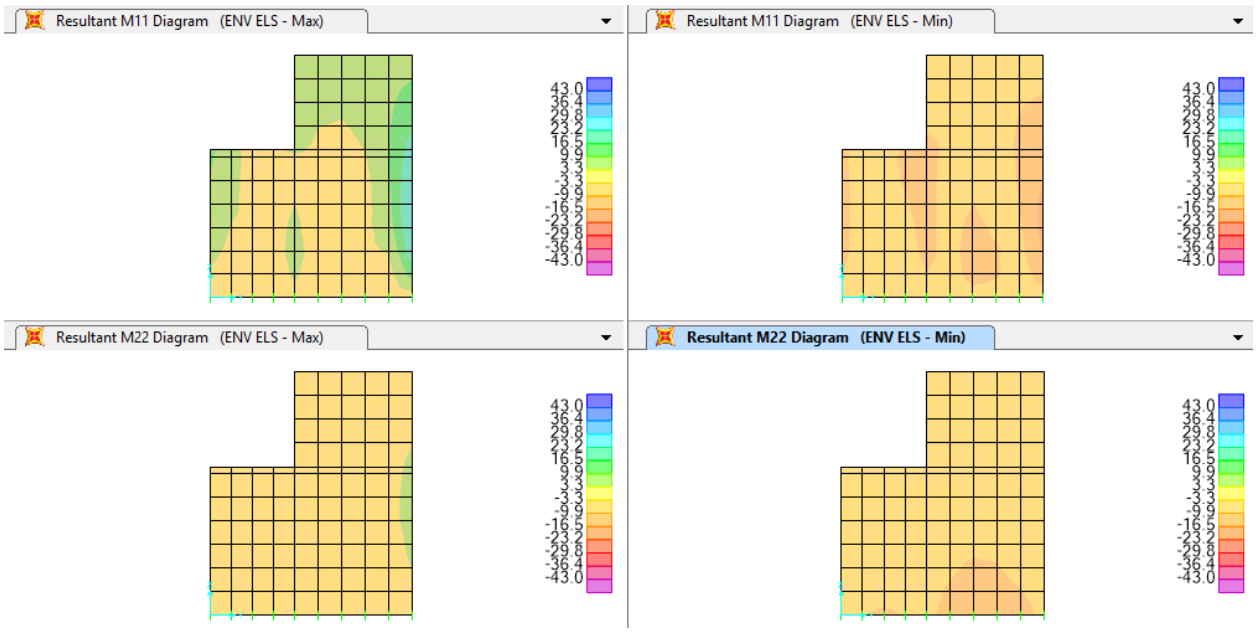
- Cara exterior:
  - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
  - Resto: 12 cada 20 cm.

- Armadura horizontal:
  - Cara interior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.4 Pared perimetral 4

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:

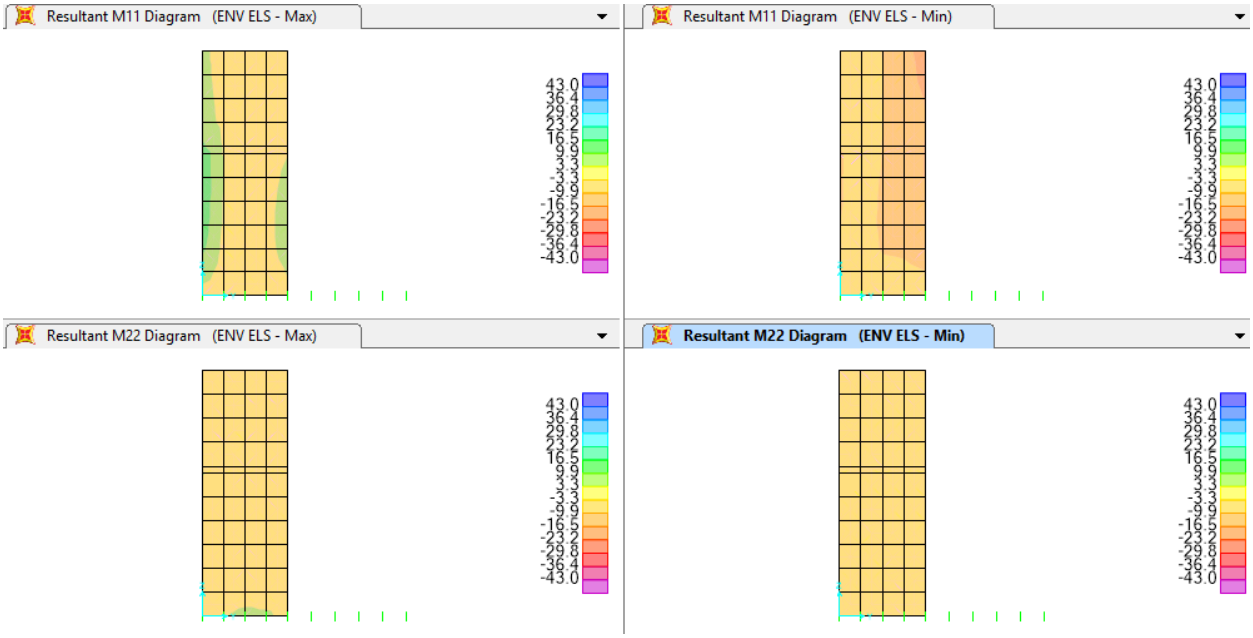
- Cara interior:
  - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
  - Resto: 12 cada 20 cm.
- Cara exterior:
  - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
  - Resto: 12 cada 20 cm.

- Armadura horizontal:
  - Cara interior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.5 Pared perimetral 5

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

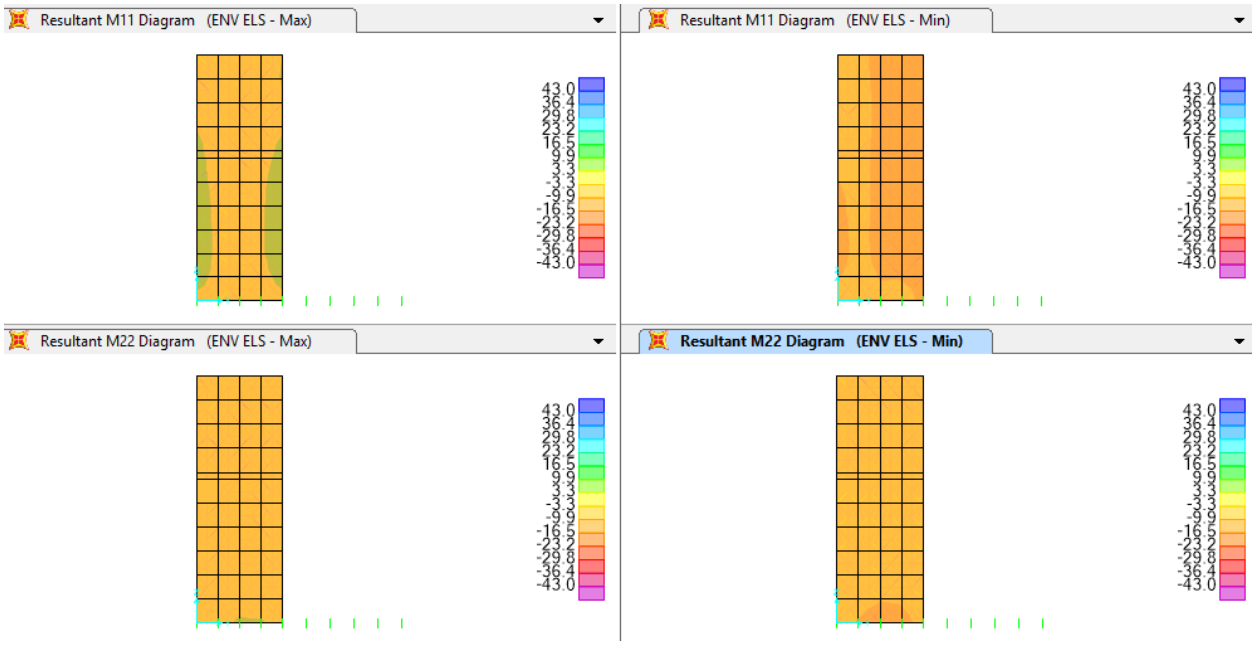
Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:
  - Cara interior:
    - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
    - Resto: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
    - Resto: 12 cada 20 cm.
- Armadura horizontal:
  - Cara interior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.6 Pared perimetral 6

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

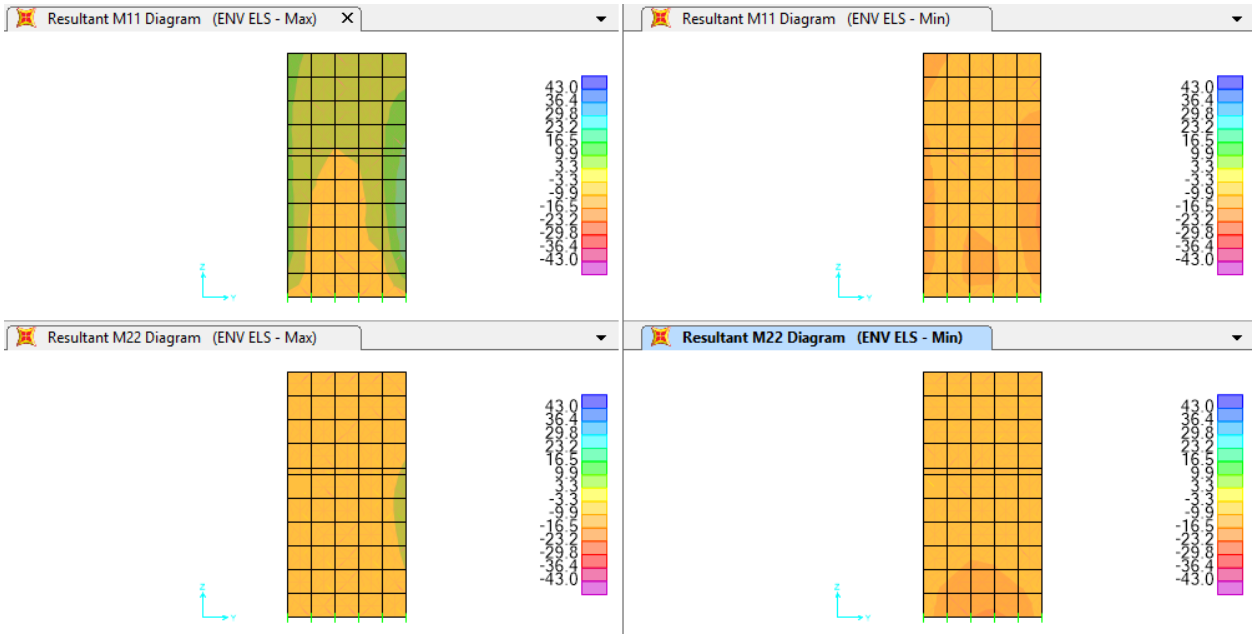
Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:
    - Cara interior:
        - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
        - Resto: 12 cada 20 cm.
    - Cara exterior:
        - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
        - Resto: 12 cada 20 cm.
- Armadura horizontal:
    - Cara interior:
        - Todo: 12 cada 20 cm.
    - Cara exterior:
        - Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.7 Pared perimetral 7

Si adoptamos una pared de 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

Resumen de armado a disponer:

- Armadura vertical:
  - Cara interior:
    - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
    - Resto: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Esperas: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm, con 50 cm sobre la solera.
    - Resto: 12 cada 20 cm.
- Armadura horizontal:
  - Cara interior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.
  - Cara exterior:
    - Todo: 12 cada 20 cm.

2.6.8 Comprobación de cortante

El cortante máximo para una lámina de agua de 4.30 m es:

Vd = 1.2*0.5*43*4.30 = 111 kN

Una sección de 30 cm tiene un cortante de agotamiento de 168 kN, luego el ELU se verifica en todas las secciones.

2.7 Dimensionamiento de solera

Si adoptamos 30 cm de espesor:

Establecemos el mismo límite que en el caso anterior.



Vemos que el valor límite no se sobrepasa en ningún punto, luego no es necesario disponer refuerzos.

Para interpretar los gráficos debe considerarse:

- M11. Momento asociado a la armadura horizontal, paralela al lado largo.
    - Positivo: armadura cara interior
    - Negativo: armadura cara exterior
- M22. Momento asociado a la armadura vertical, paralela al lado corto.
    - Positivo: armadura cara interior
    - Negativo: armadura cara exterior

Resumen de armado a disponer:

- Armadura paralela al lado corto:
    - Cara interior:
        - Todo: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm.
    - Cara exterior:
        - Todo: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm.
- Armadura paralela al lado largo:
    - Cara interior:
        - Todo: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm.
    - Cara exterior:
        - Todo: Se disponen redondos de 12 cada 20 cm.

ANEJO DE CÁLCULO

10.- ESPESADOR DE GRAVEDAD

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. ACCIONES A CONSIDERAR 2

2.1 PESO PROPIO 2

2.2 PRESION DE AGUA 2

2.3 PRESION DE TIERRAS 2

2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES. 2

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA. 3

4. ACCIONES DE CÁLCULO 4

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES 5

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN. 7

7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS. 8

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN 8

7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO. 11

8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS. 14

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN. 14

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE. 15

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S. 16

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU. 17

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN. 17

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE 17

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN 18

11. COMPROBACIONES EN PARED 19

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 19

11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE. 20

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 21

12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIÓN 22

12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN 22

12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE 23

12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN. 24

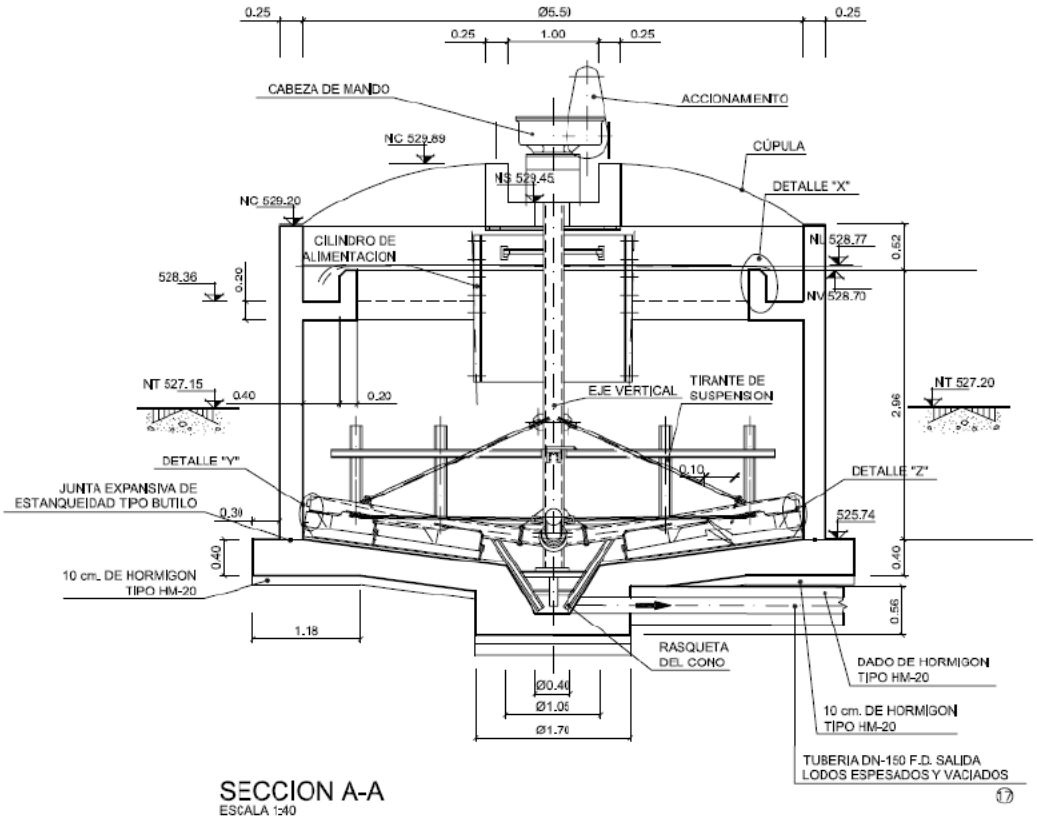
13. CÁLCULO DE LA PASARELA 25
13.1 MODELO DE CÁLCULO 25
13.2 ACCIONES DE CÁLCULO 25
13.3 ESFUERZOS DE DISEÑO. 25
13.4 COMPROBACIÓN ELU DE FLEXIÓN 26
13.5 COMPROBACIÓN ELU DE CORTANTE. 26
13.6 COMPROBACIÓN ELS DE FISURACIÓN. 27

1. INTRODUCCIÓN.

El espesador de gravedad responde a la tipología de depósito circular con un diámetro interior de 5.50 metros y una altura del muro perimetral de cierre de 3.46 metros.

El muro tiene un espesor de 0.30 metros, y su cimiento de 0.40 metros; variando hasta 0.30 metros en la losa inferior.

Sobre el muro se apoya una pasarela de hormigón armado y sección en U, que se calcula en el Anexo final del presente documento.



SECCION A-A
ESCALA 1:40

2. ACCIONES A CONSIDERAR

2.1 PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

2.2 PRESION DE AGUA

Se tiene en cuenta como un fluido de peso específico 10 KN/m^3.

La altura máxima de aguas en el interior del depósito es de 3.00 metros.

2.3 PRESION DE TIERRAS

Se tiene en cuenta una acción vertical de las tierras con un peso específico de 20,00 KN/m^3.

Por otro lado se tiene en cuenta un empuje horizontal triangular de las tierras con ángulo de rozamiento de 30º y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

La altura de las tierras se ha considerado, a efectos de cálculo, de 1.46 metros sobre el nivel superior de la solera.

2.4 SOBRECARGAS DE USO ADYACENTES.

Se consideran 10 KN/m^2 en trasdós de muros y coeficiente de empuje horizontal al reposo de 0,50.

3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se ha realizado un modelo de elementos finitos tridimensional del depósito.

No se han incluido en el mismo los muretes interiores debido a que no interfieren en la rigidez de la losa debido al espesor de ésta.

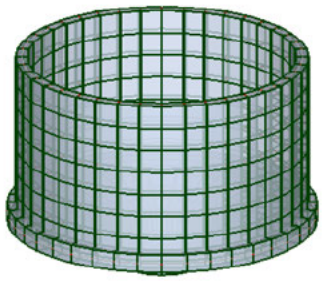
Se han usado elementos tipo placa rectangulares asignando los espesores adecuados.

Características: Paneles:

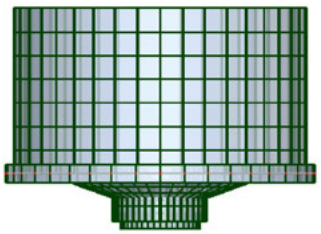
Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (cm)	KZ (T/m3)	E (T/m2)	NI
ESP40_KZ	1 2	HA - 30	constante	40 000	2000 00	2693070 52	0 20
ESP30_KZ	3A5	HA - 30	constante	30 000	2000 00	2693070 52	0 20
ESP25	6	HA - 30	constante	25 000	0 0	2693070 52	0 20

El apoyo en el terreno se modeliza según el coeficiente de balasto vertical KZ estimado de 2000 t/m^3.

MODELO 3D



ALZADO



4. ACCIONES DE CÁLCULO

En el modelo de cálculo se introducen las acciones antes indicadas, como cargas independientes actuando en los distintos paneles.

Se resumen a continuación cada una de las acciones independientes.

Cargas

- Casos: 1A11

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A6	PZ Menos Coef=1.00
2	(EF) presión hydrostática	6	P=0.50(T/m2) Gama=1.00(T/m3) H=1.500(m) Dirección=-Z
3	(EF) presión hydrostática	6	Gama=-1.00(T/m3) H=3.000(m) Dirección=-Z
3	(EF) presión hydrostática	2A5	Gama=-1.00(T/m3) H=3.000(m) Dirección=-Z

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Para la comprobación de los estados límites ELU y ELS las acciones independientes se combinan de acuerdo a la instrucción EHE, de manera que se puedan obtener las distintas hipótesis de cálculo con las acciones combinadas y siendo afectadas por los correspondientes coeficientes de mayoración.

Se adjunta una tabla con las distintas hipótesis de cálculo consideradas para las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio.

Combinaciones de casos

- Casos: 4A11

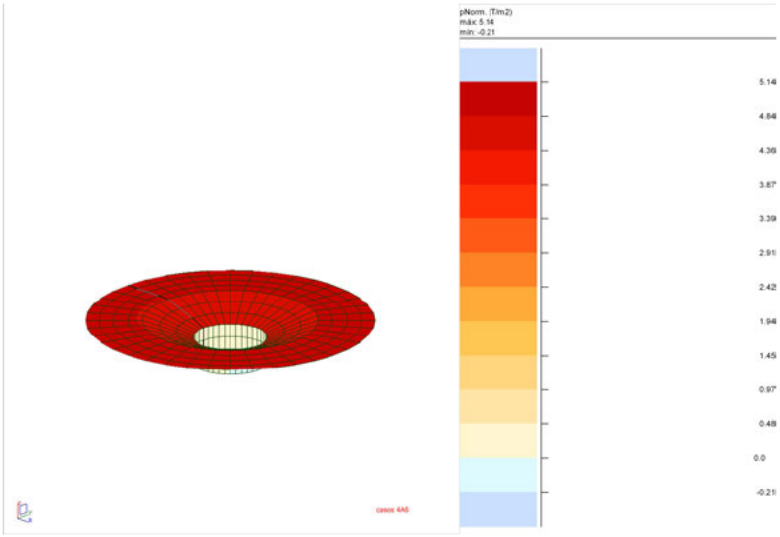
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Naturaleza de caso	Definición
4 (C)	ELS1	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2)*1.00
5 (C)	ELS2	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+3)*1.00
6 (C)	ELS3	Combinación lineal	ELU	permanente	(1+2+3)*1.00
7 (C)	ELU1	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+2*1.60
8 (C)	ELU2	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+2*1.60
9 (C)	ELU3	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.00+3*1.60
10 (C)	ELU4	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+3*1.60
11 (C)	ELU5	Combinación lineal	ELU	permanente	1*1.50+(2+3)*1.60

6. COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

Se comprueba que con la combinación de acciones características pésima las tensiones que se obtienen en cimentación son inferiores a la tensión media admisible asignada en el informe geotécnico.

$$\sigma_{\max,cal} = 5.14T/m^2 \leq \sigma_{media,adm} = 20{,}0T/m^2$$

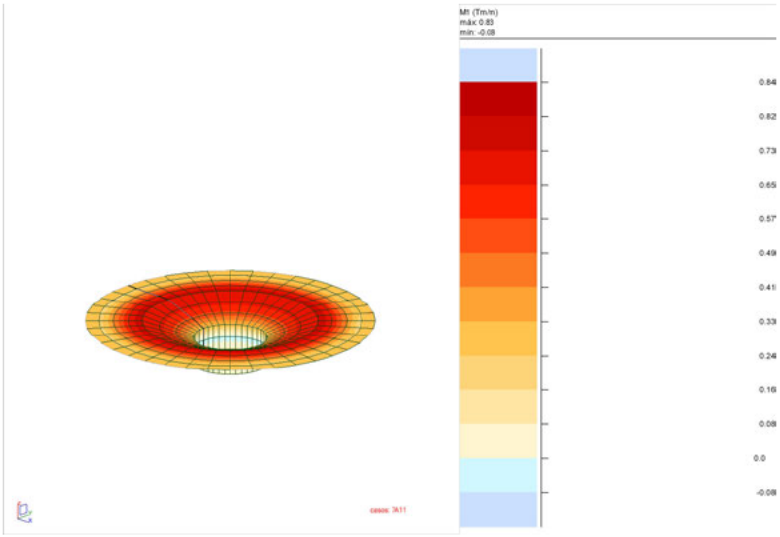
pNorm. (T/m2) casos: 4A6 (+)



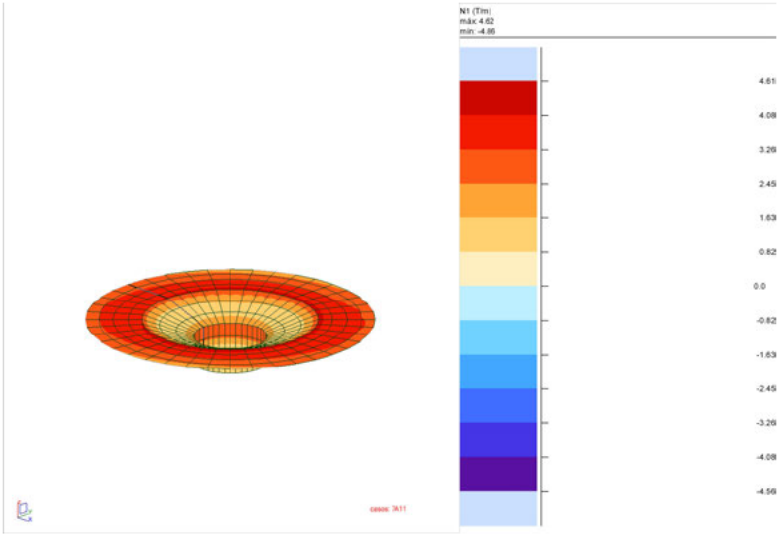
7. GRÁFICOS DE ESFUERZOS.

7.1 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU - CIMENTACIÓN

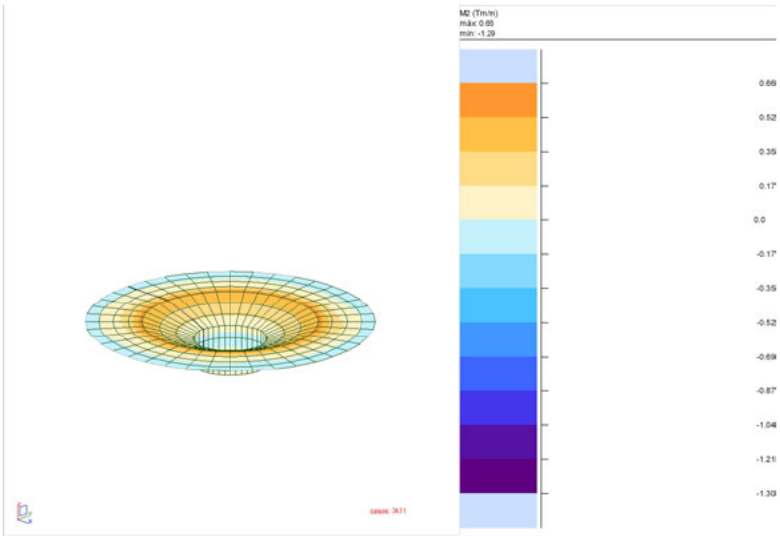
M1 (Tm/m) casos: 7A11 (+)



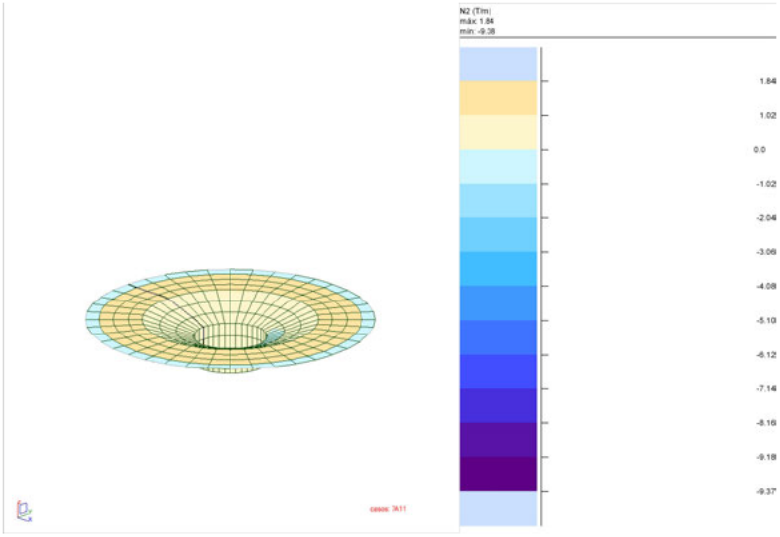
N1 (T/m) casos: 7A11 (+)



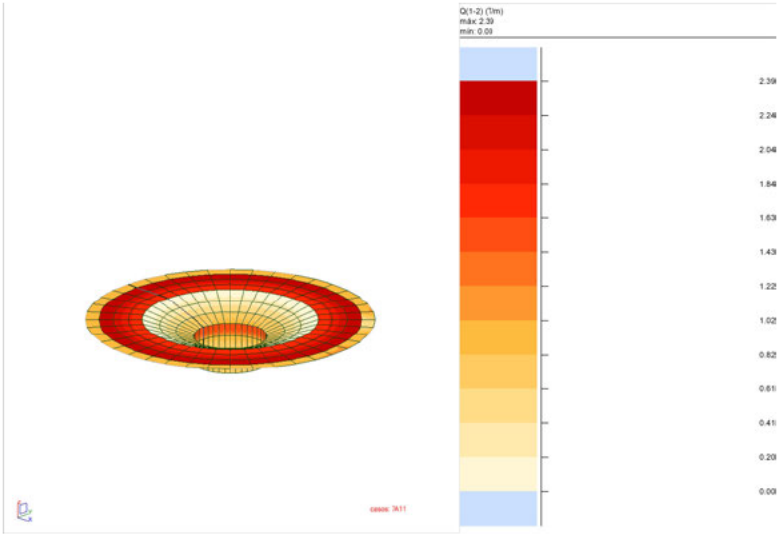
M2 (Tm/m) casos: 7A11 (+)



N2 (T/m) casos: 7A11 (+)

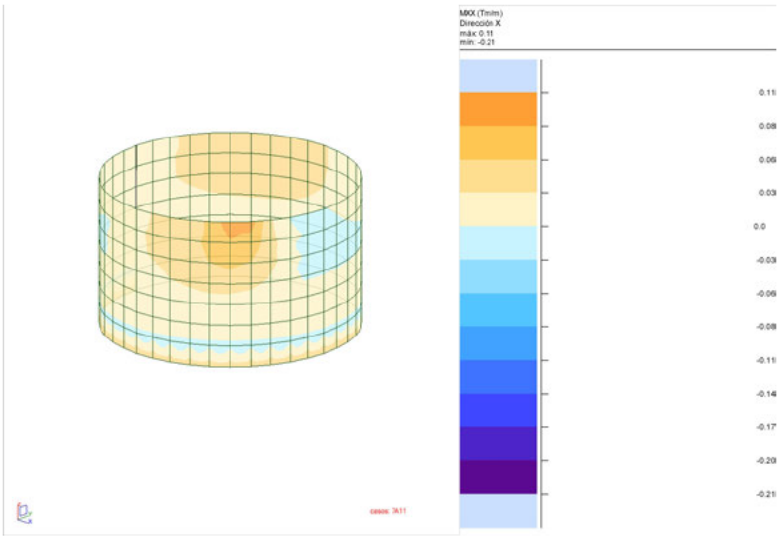


Q(1-2) (T/m) casos: 7A11 (+)

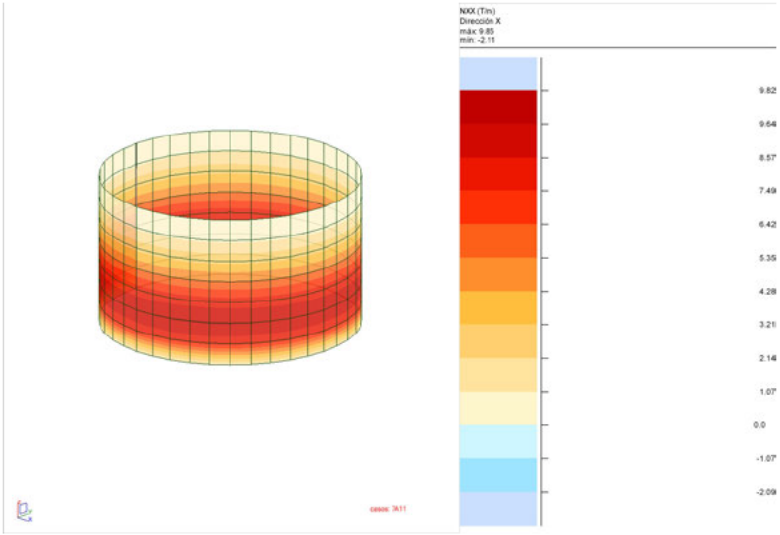


7.2 GRÁFICOS ESFUERZOS ELU – MURO.

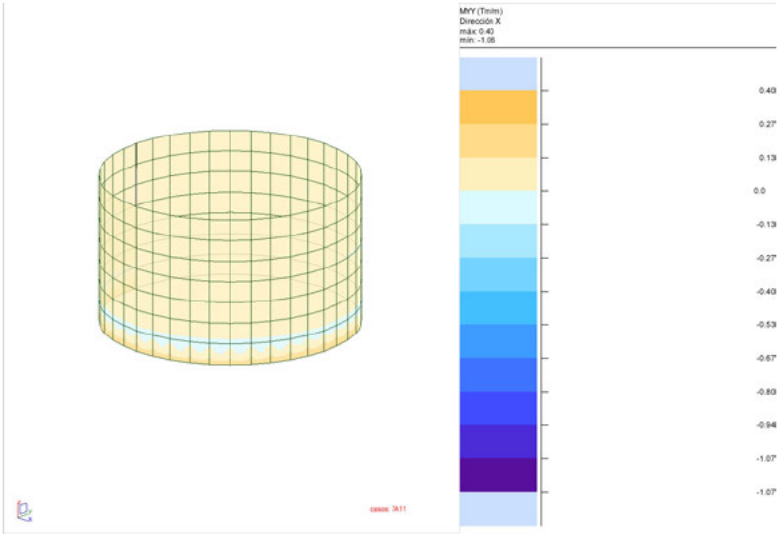
MXX (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



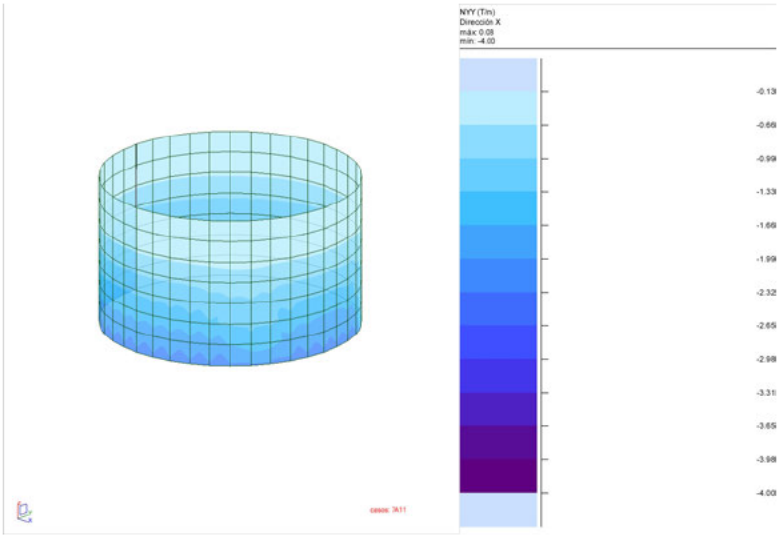
NXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



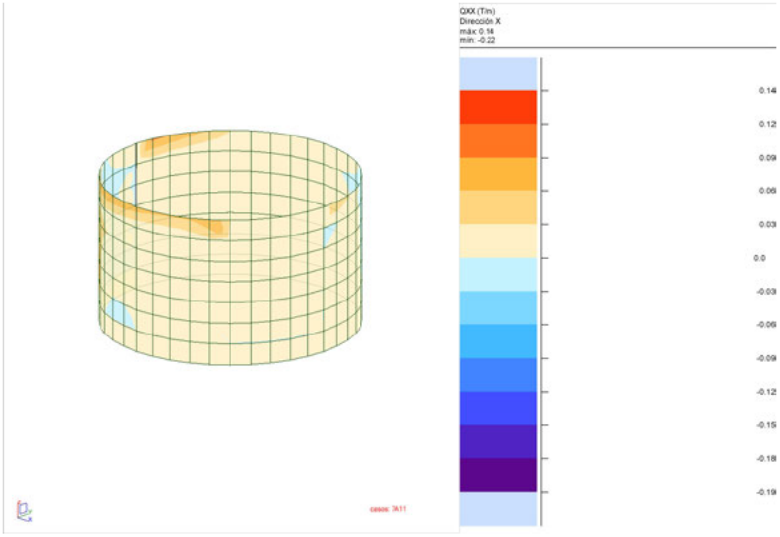
MYY (Tm/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



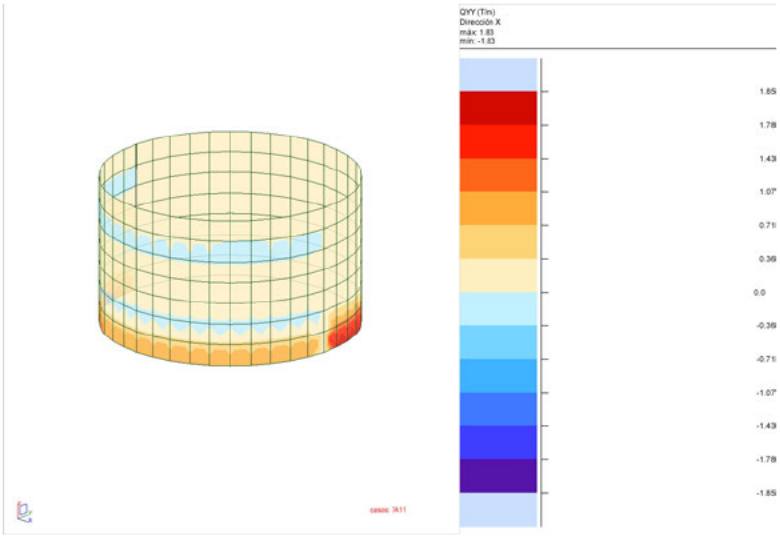
NYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



QXX (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



QYY (T/m) Dirección X casos: 7A11 (+)



8. LISTADOS DE SALIDA DE ESFUERZOS ELU - ELS.

8.1 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - FLEXIÓN.

Panel/Nudo/Caso	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	NXX (T/m)	NYY (T/m)	Definición
1/ 62/ 8 (C)	0.32>>	-0 11	-0 35	0 01	1*1 50+2*1 60
1/ 42/ 10 (C)	-0.31<<	0 24	-0 10	2 96	1*1 50+3*1 60
1/ 2/ 8 (C)	-0 11	0.32>>	0 01	-0 36	1*1 50+2*1 60
1/ 62/ 10 (C)	0 26	-0.30<<	2 67	-0 07	1*1 50+3*1 60
1/ 20/ 10 (C)	0 23	-0 29	2.78>>	-0 03	1*1 50+3*1 60
1/ 62/ 7 (C)	0 19	-0 07	-0.78<<	0 02	1*1 00+2*1 60
1/ 44/ 10 (C)	-0 31	0 23	-0 05	2.96>>	1*1 50+3*1 60
1/ 2/ 7 (C)	-0 07	0 19	0 03	-0.79<<	1*1 00+2*1 60
2/ 206/ 8 (C)	0.83>>	0 65	0 26	-3 29	1*1 50+2*1 60
2/ 2/ 8 (C)	-1.28<<	0 09	-2 71	-0 91	1*1 50+2*1 60
2/ 86/ 8 (C)	0 65	0.83>>	-3 29	0 27	1*1 50+2*1 60
2/ 62/ 8 (C)	0 09	-1.28<<	-0 90	-2 70	1*1 50+2*1 60
2/ 126/ 10 (C)	0 55	0 39	4.48>>	0 42	1*1 50+3*1 60
2/ 166/ 8 (C)	0 65	0 82	-3.30<<	0 27	1*1 50+2*1 60
2/ 166/ 10 (C)	0 45	0 57	0 30	4.32>>	1*1 50+3*1 60
2/ 126/ 8 (C)	0 82	0 65	0 27	-3.30<<	1*1 50+2*1 60
3/ 248/ 8 (C)	0.69>>	0 34	-4 49	-4 27	1*1 50+2*1 60
3/ 286/ 11 (C)	-0.06<<	-0 03	-1 02	-1 20	1*1 50+(2+3)*1 60
3/ 368/ 8 (C)	0 34	0.69>>	-4 28	-4 49	1*1 50+2*1 60
3/ 294/ 9 (C)	-0 03	-0.08<<	2 24	0 40	1*1 00+3*1 60
3/ 126/ 10 (C)	0 27	0 40	3.23>>	-0 21	1*1 50+3*1 60
3/ 370/ 8 (C)	0 00	0 29	-9.36<<	-3 99	1*1 50+2*1 60
3/ 166/ 10 (C)	0 45	0 28	-0 37	3.09>>	1*1 50+3*1 60
3/ 250/ 8 (C)	0 29	0 00	-3 99	-9.35<<	1*1 50+2*1 60
4/ 390/ 8 (C)	0.07>>	0 33	-8 73	-0 93	1*1 50+2*1 60
4/ 472/ 11 (C)	-0.06<<	-0 20	1 99	0 40	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 390/ 8 (C)	0 07	0.33>>	-8 73	-0 93	1*1 50+2*1 60
4/ 458/ 8 (C)	-0 05	-0.23<<	-0 00	-0 41	1*1 50+2*1 60
4/ 469/ 9 (C)	-0 03	-0 13	2.88>>	0 56	1*1 00+3*1 60
4/ 386/ 8 (C)	0 07	0 33	-8.73<<	-0 93	1*1 50+2*1 60
4/ 302/ 9 (C)	-0 01	-0 08	2 67	0.72>>	1*1 00+3*1 60
4/ 310/ 8 (C)	0 07	0 33	-8 69	-0.94<<	1*1 50+2*1 60
5/ 537/ 8 (C)	0.10>>	0 10	-0 18	-0 18	1*1 50+2*1 60
5/ 473/ 8 (C)	-0.25<<	-0 08	-0 18	-0 17	1*1 50+2*1 60
5/ 537/ 8 (C)	0 10	0.10>>	-0 18	-0 18	1*1 50+2*1 60
5/ 443/ 8 (C)	-0 08	-0.25<<	-0 17	-0 18	1*1 50+2*1 60
5/ 479/ 9 (C)	0 08	0 03	1.42>>	1 53	1*1 00+3*1 60
5/ 503/ 8 (C)	-0 08	-0 25	-0.20<<	-0 19	1*1 50+2*1 60
5/ 476/ 11 (C)	-0 00	0 00	1 42	1.54>>	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 413/ 8 (C)	-0 25	-0 08	-0 19	-0.20<<	1*1 50+2*1 60
6/ 825/ 10 (C)	0.11>>	0 01	-1 33	-0 43	1*1 50+3*1 60
6/ 6/ 8 (C)	-0.21<<	-1 06	-0 10	-3 20	1*1 50+2*1 60
6/ 10/ 9 (C)	0 08	0.40>>	1 02	-2 46	1*1 00+3*1 60
6/ 6/ 8 (C)	-0 21	-1.06<<	-0 10	-3 20	1*1 50+2*1 60
6/ 724/ 10 (C)	-0 12	-0 27	9.82>>	-1 99	1*1 50+3*1 60
6/ 972/ 7 (C)	0 02	0 12	-2.09<<	-1 65	1*1 00+2*1 60
6/ 913/ 7 (C)	0 01	0 00	0 27	-0.14>>	1*1 00+2*1 60
6/ 44/ 10 (C)	-0 01	-0 02	1 35	-4.00<<	1*1 50+3*1 60

8.2 LISTADOS ESFUERZOS E.L.U. - CORTANTE.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	QXX (T/m)	QYY (T/m)	Definición
1/ 20/ 10 (C)	2.78>>	-0 03	-0 17	-0 94	1*1 50+3*1 60
1/ 62/ 7 (C)	-0.78<<	0 02	-0 00	0 22	1*1 00+2*1 60
1/ 44/ 10 (C)	-0 05	2.96>>	1 00	0 20	1*1 50+3*1 60
1/ 2/ 7 (C)	0 03	-0.79<<	-0 22	0 00	1*1 00+2*1 60
1/ 43/ 10 (C)	-0 08	2 70	1.03>>	-0 00	1*1 50+3*1 60
1/ 3/ 10 (C)	-0 09	2 60	-0.97<<	0 03	1*1 50+3*1 60
1/ 53/ 10 (C)	1 84	0 85	0 14	1.05>>	1*1 50+3*1 60
1/ 19/ 10 (C)	2 40	-0 09	0 00	-0.97<<	1*1 50+3*1 60
2/ 126/ 10 (C)	4.48>>	0 42	-0 08	0 60	1*1 50+3*1 60
2/ 166/ 8 (C)	-3.30<<	0 27	-1 73	-0 01	1*1 50+2*1 60
2/ 166/ 10 (C)	0 30	4.32>>	-0 61	0 17	1*1 50+3*1 60
2/ 126/ 8 (C)	0 27	-3.30<<	0 01	1 73	1*1 50+2*1 60
2/ 2/ 8 (C)	-2 71	-0 91	2.38>>	0 00	1*1 50+2*1 60
2/ 42/ 8 (C)	-2 70	-0 88	-2.37<<	-0 00	1*1 50+2*1 60
2/ 22/ 8 (C)	-0 87	-2 70	0 00	2.37>>	1*1 50+2*1 60
2/ 62/ 8 (C)	-0 90	-2 70	-0 00	-2.38<<	1*1 50+2*1 60
3/ 126/ 10 (C)	3.23>>	-0 21	-0 02	0 17	1*1 50+3*1 60
3/ 370/ 8 (C)	-9.36<<	-3 99	-0 01	0 65	1*1 50+2*1 60
3/ 166/ 10 (C)	-0 37	3.09>>	-0 13	0 06	1*1 50+3*1 60
3/ 250/ 8 (C)	-3 99	-9.35<<	-0 65	0 01	1*1 50+2*1 60
3/ 330/ 10 (C)	-1 56	-1 15	0.80>>	0 06	1*1 50+3*1 60
3/ 406/ 10 (C)	-1 05	-0 84	-0.80<<	0 03	1*1 50+3*1 60
3/ 374/ 10 (C)	-0 83	-1 13	-0 04	0.82>>	1*1 50+3*1 60
3/ 290/ 10 (C)	-0 84	-1 13	-0 05	-0.84<<	1*1 50+3*1 60
4/ 469/ 9 (C)	2.88>>	0 56	-0 10	0 21	1*1 00+3*1 60
4/ 386/ 8 (C)	-8.73<<	-0 93	0 00	1 63	1*1 50+2*1 60
4/ 302/ 9 (C)	2 67	0.72>>	0 02	-0 14	1*1 00+3*1 60
4/ 310/ 8 (C)	-8 69	-0.94<<	-0 00	-1 63	1*1 50+2*1 60
4/ 442/ 11 (C)	1 92	0 53	0.09>>	0 05	1*1 50+(2+3)*1 60
4/ 433/ 10 (C)	1 64	0 46	-0.13<<	-0 13	1*1 50+3*1 60
4/ 386/ 8 (C)	-8 73	-0 93	0 00	1.63>>	1*1 50+2*1 60
4/ 310/ 8 (C)	-8 69	-0 94	-0 00	-1.63<<	1*1 50+2*1 60
5/ 479/ 9 (C)	1.42>>	1 53	0 19	0 07	1*1 00+3*1 60
5/ 503/ 8 (C)	-0.20<<	-0 19	0 00	-0 70	1*1 50+2*1 60
5/ 476/ 11 (C)	1 42	1.54>>	-0 03	-0 00	1*1 50+(2+3)*1 60
5/ 413/ 8 (C)	-0 19	-0.20<<	0 70	-0 00	1*1 50+2*1 60
5/ 413/ 8 (C)	-0 19	-0 20	0.70>>	-0 00	1*1 50+2*1 60
5/ 473/ 8 (C)	-0 18	-0 17	-0.70<<	-0 00	1*1 50+2*1 60
5/ 443/ 8 (C)	-0 17	-0 18	0 00	0.70>>	1*1 50+2*1 60
5/ 503/ 8 (C)	-0 20	-0 19	0 00	-0.70<<	1*1 50+2*1 60
6/ 724/ 10 (C)	9.82>>	-1 99	-0 07	-0 15	1*1 50+3*1 60
6/ 972/ 7 (C)	-2.09<<	-1 65	0 00	0 08	1*1 00+2*1 60
6/ 913/ 7 (C)	0 27	-0.14>>	-0 00	0 02	1*1 00+2*1 60
6/ 44/ 10 (C)	1 35	-4.00<<	-0 02	-0 63	1*1 50+3*1 60
6/ 1017/ 10 (C)	-1 10	-0 43	0.10>>	-0 04	1*1 50+3*1 60
6/ 841/ 10 (C)	-1 35	-0 44	-0.19<<	0 04	1*1 50+3*1 60
6/ 56/ 8 (C)	-0 10	-3 20	-0 00	1.83>>	1*1 50+2*1 60
6/ 6/ 8 (C)	-0 10	-3 20	-0 00	-1.83<<	1*1 50+2*1 60

8.3 LISTADOS ESFUERZOS E.L.S.

Panel/Nudo/Caso	NXX (T/m)	NYY (T/m)	MXX (Tm/m)	MYY (Tm/m)	Definición
1/ 20/ 5 (C)	1.79>>	-0 02	0 16	-0 18	(1+3)*1 00
1/ 60/ 4 (C)	-0.17<<	0 00	0 21	-0 06	(1+2)*1 00
1/ 44/ 5 (C)	-0 03	1.91>>	-0 20	0 16	(1+3)*1 00
1/ 2/ 4 (C)	0 01	-0.17<<	-0 07	0 22	(1+2)*1 00
1/ 62/ 4 (C)	-0 17	0 01	0.22>>	-0 07	(1+2)*1 00
1/ 42/ 5 (C)	-0 07	1 90	-0.20<<	0 16	(1+3)*1 00
1/ 2/ 4 (C)	0 01	-0 17	-0 07	0.22>>	(1+2)*1 00
1/ 62/ 5 (C)	1 72	-0 05	0 18	-0.19<<	(1+3)*1 00
2/ 126/ 5 (C)	2.91>>	0 15	0 38	0 28	(1+3)*1 00
2/ 166/ 4 (C)	-2.17<<	0 28	0 44	0 55	(1+2)*1 00
2/ 166/ 5 (C)	0 07	2.81>>	0 31	0 39	(1+3)*1 00
2/ 126/ 4 (C)	0 28	-2.17<<	0 55	0 44	(1+2)*1 00
2/ 206/ 4 (C)	0 27	-2 17	0.56>>	0 44	(1+2)*1 00
2/ 2/ 4 (C)	-1 77	-0 53	-0.85<<	0 07	(1+2)*1 00
2/ 86/ 4 (C)	-2 17	0 28	0 44	0.56>>	(1+2)*1 00
2/ 62/ 4 (C)	-0 52	-1 76	0 07	-0.85<<	(1+2)*1 00
3/ 126/ 5 (C)	2.09>>	-0 28	0 19	0 28	(1+3)*1 00
3/ 370/ 4 (C)	-6.23<<	-2 66	0 00	0 20	(1+2)*1 00
3/ 166/ 5 (C)	-0 38	2.00>>	0 31	0 20	(1+3)*1 00
3/ 250/ 4 (C)	-2 66	-6.23<<	0 20	0 00	(1+2)*1 00
3/ 248/ 4 (C)	-2 98	-2 80	0.46>>	0 23	(1+2)*1 00
3/ 286/ 6 (C)	-1 02	-0 92	-0.04<<	-0 00	(1+2+3)*1 00
3/ 368/ 4 (C)	-2 81	-2 98	0 23	0.46>>	(1+2)*1 00
3/ 330/ 6 (C)	-1 08	-1 16	0 02	-0.04<<	(1+2+3)*1 00
4/ 469/ 6 (C)	1.11>>	0 24	-0 03	-0 13	(1+2+3)*1 00
4/ 386/ 4 (C)	-5.81<<	-0 62	0 05	0 22	(1+2)*1 00
4/ 448/ 5 (C)	0 93	0.33>>	-0 02	-0 10	(1+3)*1 00
4/ 310/ 4 (C)	-5 79	-0.63<<	0 04	0 22	(1+2)*1 00
4/ 390/ 4 (C)	-5 81	-0 62	0.05>>	0 22	(1+2)*1 00
4/ 472/ 6 (C)	1 10	0 23	-0.04<<	-0 13	(1+2+3)*1 00
4/ 390/ 4 (C)	-5 81	-0 62	0 05	0.22>>	(1+2)*1 00
4/ 458/ 4 (C)	-0 01	-0 27	-0 03	-0.16<<	(1+2)*1 00
5/ 479/ 6 (C)	0.88>>	0 94	-0 01	-0 00	(1+2+3)*1 00
5/ 503/ 4 (C)	-0.13<<	-0 13	-0 05	-0 16	(1+2)*1 00
5/ 476/ 6 (C)	0 87	0.95>>	-0 01	-0 00	(1+2+3)*1 00
5/ 413/ 4 (C)	-0 13	-0.13<<	-0 16	-0 05	(1+2)*1 00
5/ 537/ 4 (C)	-0 13	-0 13	0.06>>	0 06	(1+2)*1 00
5/ 473/ 4 (C)	-0 12	-0 12	-0.16<<	-0 05	(1+2)*1 00
5/ 537/ 4 (C)	-0 13	-0 13	0 06	0.06>>	(1+2)*1 00
5/ 443/ 4 (C)	-0 12	-0 12	-0 05	-0.16<<	(1+2)*1 00
6/ 724/ 5 (C)	6.26>>	-1 34	-0 07	-0 17	(1+3)*1 00
6/ 821/ 4 (C)	-0.89<<	-1 28	0 01	0 04	(1+2)*1 00
6/ 729/ 4 (C)	0 16	-0.15>>	0 00	0 00	(1+2)*1 00
6/ 44/ 5 (C)	0 88	-2.64<<	-0 01	-0 05	(1+3)*1 00
6/ 825/ 5 (C)	-0 83	-0 28	0.07>>	0 00	(1+3)*1 00
6/ 6/ 4 (C)	-0 02	-2 15	-0.14<<	-0 70	(1+2)*1 00
6/ 972/ 4 (C)	-0 59	-1 61	0 01	0.08>>	(1+2)*1 00
6/ 6/ 4 (C)	-0 02	-2 15	-0 14	-0.70<<	(1+2)*1 00

9. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS PARA ELU.

9.1 ARMADURAS PARA E.L.U. DE FLEXIÓN.

Para dimensionar la armadura se parte de la cuantía mínima indicada en la norma E.H.E., y se comprueba su validez para los máximos esfuerzos obtenidos en las estructuras modelizadas.

Las armaduras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

Las cuantías mínimas indicadas en la instrucción E.H.E. son las siguientes:

Cuantía mecánica: $A_s \geq 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$

Losa: $A_s \geq 0.0018 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

Muro: $A_{sh} \geq 0.0032 \cdot A_c$ (a repartir entre ambas caras)

$A_{sv} \geq 0.0009 \cdot A_c$ (en cara de tracción)

9.2 ARMADURAS PARA ELU DE CORTANTE.

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Las comprobaciones se realizan empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el dimensionamiento de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de cortante, inicialmente se tantea como armadura de flexión con la máxima de las cuantías mínimas necesarias, bien geométrica o mecánica.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable.

10. COMPROBACIONES DEL ELS DE FISURACIÓN.

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$w_k \leq w_{max}$$

Las aberturas de fisuras se obtienen empleando una hoja de cálculo, especialmente programada para el caso de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión compuesta.

En la hoja se introducen las características de las secciones y de los materiales, hormigón y acero, y los esfuerzos obtenidos de los modelos en la combinación más desfavorable y para la situación cuasipermanente.

La fisuración no se produce si el momento de servicio actuante es inferior al momento de fisuración de la sección, que es aquel para el que la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ct,m}$.

Caso de que no se cumpliese la inecuación de partida se elevará la cuantía de la armadura hasta que la abertura sea inferior a la máxima admisible.

11. COMPROBACIONES EN PARED

11.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	0.110	1 330
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	-0.210	0.100
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	-0.120	-9 820
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	0.020	2 090
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	0.400	2.460
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	-1.060	3 200
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	0.000	0.140
PANEL 6	3000 000	51000.000	1.000	0.250	0.050	0 200	4	-0.020	4 000

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
0.210	0.002217	0.122	25.147	0.001	-0.000006
0.218	0.002217	0.122	25.147	0.001	0.000022
-0.617	0.002217	0.122	25.147	-0.002	0.000152
0.177	0.002217	0.122	25.147	0.001	-0.000027
0.585	0.002217	0.122	25.147	0.002	0.000011
1.300	0.002217	0.122	25.147	0.005	0.000076
0.011	0.002217	0.122	25.147	0.000	-0.000002
0.320	0.002217	0.122	25.147	0.001	-0.000054

ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655
4.70	4.70	5	12	5.655	5	12	5.655

11.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0 200	0.100	1.100
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0 200	-0.190	1.350
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0 200	1.830	0.100
PANEL 6	3000.000	51000.000	1.000	1.000	0.250	0.050	0 200	1.830	0.100

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.663	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.334	7.669	0.00
1.662	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.364	7.669	0.00
1.666	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.214	7.669	0.00
1.666	0.000000	1.000	120.000	0.002	2.000	9.214	7.669	0.00

11.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Arch.	Wk;adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	nºϕ	ϕ (mm)	nºϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	100	25	5	12	5	12	5	0.197	0.5	6.26	0.07

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
23.01	61.28	0.69	6296.09	643.21	0.00012	0.048	Cumple

12. COMPROBACIONES EN CIMENTACIÓN

12.1 AGOTAMIENTO POR FLEXIÓN

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto ú il (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T·m)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	0.830	-0.260
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	-1.280	2.710
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	0.550	-4.480
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	0.650	3.300
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	0.830	-0.270
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	-1.280	2.700
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	0.570	-4.320
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	0.400	0.050	0.350	2	0.650	3.300
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.690	4.490
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.060	1.020
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.270	-3.230
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.000	9.360
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.690	4.490
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	-0.080	-0.400
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.280	-3.090
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	0.300	0.050	0.250	2	0.000	9.350

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{im}	x	As
0.791	0.002217	0.214	77.014	0.002	0.000057
1.687	0.002217	0.214	77.014	0.004	0.000048
-0.122	0.002217	0.214	77.014	0.000	0.000093
1.145	0.002217	0.214	77.014	0.002	0.000000
0.790	0.002217	0.214	77.014	0.002	0.000057
1.685	0.002217	0.214	77.014	0.004	0.000048
-0.078	0.002217	0.214	77.014	0.000	0.000092
1.145	0.002217	0.214	77.014	0.002	0.000000
1.139	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000002
0.162	0.002217	0.153	39.293	0.000	-0.000008
-0.053	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000068
0.936	0.002217	0.153	39.293	0.003	-0.000126
1.139	0.002217	0.153	39.293	0.003	0.000002
0.040	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000013
-0.029	0.002217	0.153	39.293	0.000	0.000067
0.935	0.002217	0.153	39.293	0.003	-0.000126

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000752	0.000360	7 52	7.52	5	16	10.053	5	16	10.053
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655
0 000564	0.000270	5 64	5.64	5	12	5.655	5	12	5.655

12.2 AGOTAMIENTO POR ESFUERZO CORTANTE

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	1.000	0.400	0.050	0.350	2.380	2.710
PANEL 2	3000 000	51000.000	1 000	1.000	0.400	0.050	0.350	2.370	2.700
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	1.000	0.300	0.050	0.250	0.820	1.130
PANEL 3	3000 000	51000.000	1 000	1.000	0.300	0.050	0.250	0.840	1.130

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante	
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}
1.661	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	14.078	11.436	0.00
1.661	0.000000	1.000	210.000	0.002	1.756	14.077	11.436	0.00
1.664	0.000000	1.000	150.000	0.002	1 894	10.890	8.957	0.00
1.664	0.000000	1.000	150.000	0.002	1 894	10.890	8.957	0.00

12.3 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	n°ϕ	ϕ (mm)	n°ϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	1 79	0 16
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	2 91	0 38
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 125	0 5	2 81	0 39
Qb	0 10	L	300	1 5	5100	1 15	100	30	5	12	5	12	5	0 163	0 5	1 11	0 03

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
20 76	33 41	2 99	5580 51	8 94	0 00000	0 001	Cumple
20 76	25 79	3 37	5104 42	18 06	0 00000	0 001	Cumple
20 76	24 67	3 42	5034 68	18 12	0 00000	0 001	Cumple
22 91	60 38	1 63	6873 81	126 36	0 00002	0 009	Cumple

13. CÁLCULO DE LA PASARELA

13.1 MODELO DE CÁLCULO.

La pasarela se calcula como una viga biapoyada de 5.50 metros de luz libre. Se puede considerar que los dos muretes laterales actúan como nervios resistiendo la flexión y llevándose cada uno la mitad de los esfuerzos.

13.2 ACCIONES DE CÁLCULO.

1. PESO PROPIO 1.25 T/m^2
2. SOBRECARGA DE USO 0.4 T/m^2

13.3 ESFUERZOS DE DISEÑO.

$$M = \frac{(1.25 \cdot 1.5 + 0.4 * 1.6) \cdot 5.5^2}{8} = 9.50 \ \text{T·m}$$

$$V = \frac{(1.25 \cdot 1.5 + 0.4 * 1.6) \cdot 5.5}{2} = 6.91 \ \text{T}$$

$$M_k = \frac{(1.25 \cdot 1 + 0.4 * 1) \cdot 5.5^2}{8} = 6.23 \ \text{T·m}$$

13.4 COMPROBACIÓN ELU DE FLEXIÓN.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Disposición: Pilar 1 Losa 2 Viga 3 Muro 4	Momento (T m)	Axil (T) Compresión (+)
NERVIO	3000.000	51000 000	0 250	0.750	0.050	0.700	3	9 500	0.000

RESULTADOS Md<=Mlim					
M_{As}	E_{yd}	x_{lim}	M_{lim}	x	As
9.500	0.002217	0.429	77.014	0.041	0.000313

CUANTÍAS MÍNIMAS		ARMADURA NECESARIA		ARMADURA DISPUESTA					
Mecánica	Geométrica	Cara de tracción (cm2)	Cara de compresión (cm2)	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE TRACCIÓN DISPUESTA	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE COMPRESIÓN DISPUESTA
0.000352	0.000525	5.25	5.25	3	16	6.032	3	16	6.032

13.5 COMPROBACIÓN ELU DE CORTANTE.

REFERENCIA SECCIÓN	MATERIALES		GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					SOLICITACIONES	
	Resistencia del hormigón (T/m2)	Resistencia del acero (T/m2)	Ancho (m)	Anchura neta mínima del elemento (m)	Canto (m)	Recubrimiento (m)	Canto útil (m)	Cortante (T)	Axil (T) Compresión (+)
NERVIO	3000.000	51000 000	0.250	0.250	0.750	0.050	0.700	6.910	0.000

Vu1 (Agotamiento por compresión oblicua en el alma)				Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Sin armadura de cortante			Vu2 (Agotamiento por tracción en el alma) Con armadura de cortante		ARMADURA DISPUESTA			
K	cotg(Alfa)	cotg(Teta)	Vu1	Cuantía geométrica de armadura longitudinal traccionada	Epsilon	Vu2 (T)	Vcu (T) (Contribución del hormigón)	Área necesaria de cortante (cm2) A_{90}	NÚMERO DE RAMAS	NÚMERO	DIÁMETRO	ÁREA ARMADURA DE CORTANTE DISPUESTA (cm2)
1.667	0.000000	1 000	105 000	0.003	1.535	6.703	5.586	0.53	2	4	10 000	6.283

13.6 COMPROBACIÓN ELS DE FISURACIÓN.

			MATERIALES				GEOMÉTRIA			As Tracc.		As Comp.				Esf. Caracterist.	
Tipo Amb.	Wk,adm (mm)	Viga Losa	fck (Kg/cm2)	γc	fyk (Kg/cm2)	γs	Ancho b(cm)	Canto h(cm)	Recu (cm)	ϕ (mm)	nºϕ	ϕ (mm)	nºϕ	k1	k2	Nk (T)	Mk (mT)
Qb	0.10	L	300	1.5	5100	1.15	25	75	5	16	3	16	3	0.125	0.5	0	6.23

Sm (cm)	Nfis (T)	Mfis (mT)	σsr (Kg/cm2)	σs (Kg/cm2)	εsm	wk (mm)	Comentario
17.57	0.00	7.70	1974.48	149.89	0.00003	0.009	Cumple

ANEJO DE CÁLCULO

11.- TOLVA DE FANGOS

INDICE

1. PARTICULARIZACION DE LAS ACCIONES A CONSIDERAR 1
1.1 PESO PROPIO 1
1.2 SOBRECARGAS DE USO 1
1.3 SOBRECARGAS DE VIENTO 1
1.4 ACCIONES SÍSMICAS 2
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA 2
3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA 3
4. ANÁLISIS Y ARMADO 4
4.1 DATOS DE PARTIDA 5
4.2 ARMADO LOSAS 11
4.3 ARMADO DE PILARES 13

1. PARTICULARIZACION DE LAS ACCIONES A CONSIDERAR

1.1 PESO PROPIO

Se obtiene aplicando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3.

1.2 SOBRECARGAS DE USO

CARGAS SOBRE PILARES

Nieve o conservación (1 KN/m^2)	4,61	KN
Peso Propio de la tolva (46,5 KN)	11,62	KN
Peso de los Fangos (γ_f= 18 KN/m^3)	180,00	KN

CARGA SOBRE LOSA

Sobrecarga de uso	10,00	KN/m^2

1.3 SOBRECARGAS DE VIENTO

Los valores de los parámetros de la acción del viento considerada en el cálculo se estiman a partir del código técnico de la edificación.

Presión dinámica (Zona A) $q_b = 0{,}42$ KN/m^2

Coeficiente de exposición: $c_e = 2{,}50$

Coeficiente eólico: $c_p = + 0{,}80$

$c_p = - 0{,}40$

SOBRECARGA DEL VIENTO SUPERFICIAL

$$P_1 = S \cdot q_b \cdot c_e \cdot c_p = 10{,}55 \cdot 0{,}42 \cdot 2{,}50 \cdot (0{,}8 + 0{,}40) = 13{,}29 \text{ KN}$$

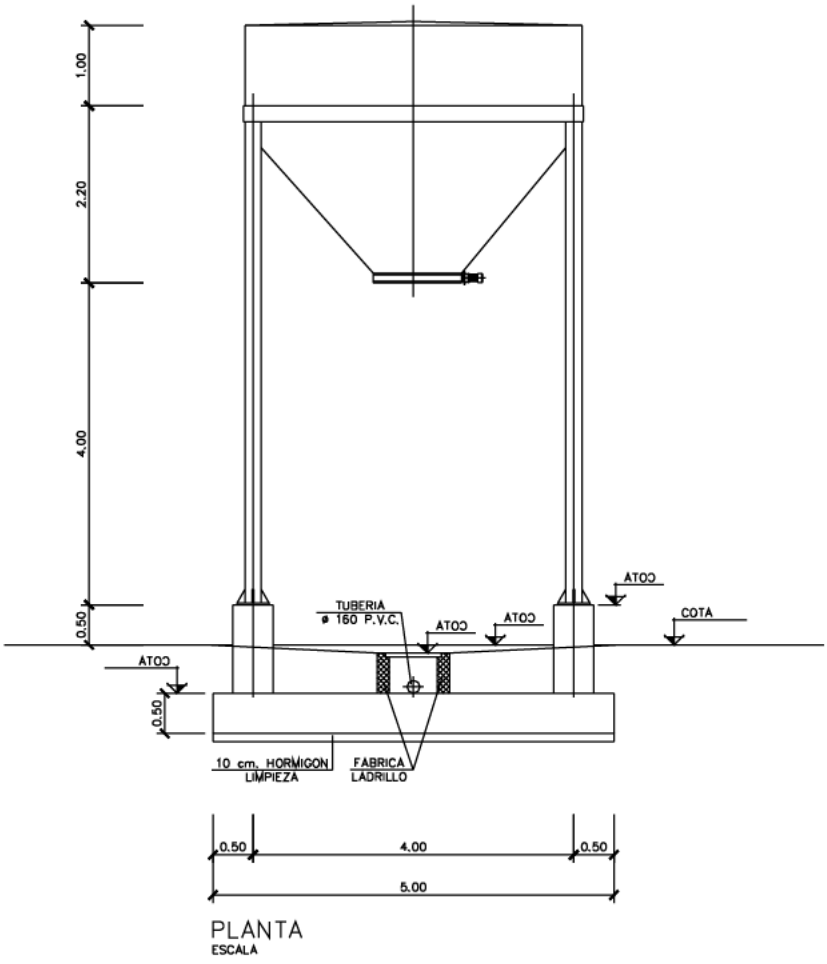
1.4 ACCIONES SÍSMICAS

La localidad donde se proyecta el depósito tiene una aceleración básica menos de 0,04·g por lo que no se contempla este tipo de acción.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

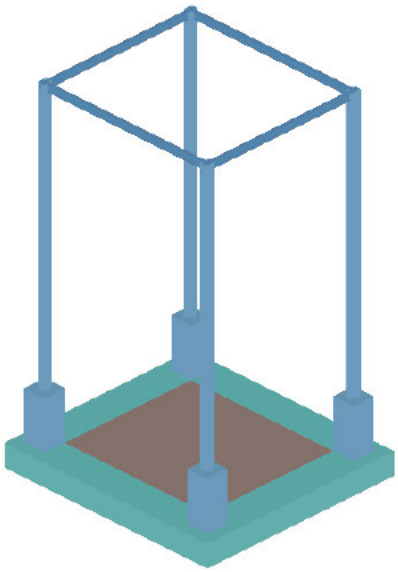
Se trata de una tolva donde se almacenan los fangos espesados para su retirada a vertedero. La tolva de forma trapezoidal descansa sobre cuatro "enanos" de hormigón que se empotran a la losa de cimentación. La distancia entre pilares es de 4,00 m. en sentido transversal (3,50 m. para el paso de camiones) y de 3,60 m. en sentido longitudinal.

La losa tiene un espesor de 50 cm. y vuela 25 cm. alrededor de la línea de pilares.



3. DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se utiliza un modelo de barras con las vinculaciones necesarias y características mecánicas de la geometría real.



La estabilidad se calcula de forma implícita comprobando que no se produce el levantamiento de la losa estando el silo vacío y soplando el viento en dirección longitudinal.

4. ANÁLISIS Y ARMADO

4.1 DATOS DE PARTIDA

Listado de datos de la obra

Proyecto: Mombeltrán Fecha:06/02/07

1. Datos generales de la estructura

Proyecto: Mombeltrán

Clave: tolva de fangos

2. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Tolva	2	Tolva	6.20	6.70
1	Pilar	1	Pilar	1.10	0.50
0	Cimentación				-0.60

3. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1. Pilares

GI: grupo inicial
GF: grupo final
Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(0.50, 0.50)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	(4.50, 0.50)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	(4.50, 4.10)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	(0.50, 4.10)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

4. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	2	2xUPN-200([-])	0.30	1.00	1.00	1.00

	1	0.50x0.50	1.00	1.00	1.00

5. Losas y elementos de cimentación

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (Tn/m3)	Tensión admisible (Tn/m2)
Todas	50	3000.00	15.00

6. Normas consideradas

Hormigón: EHE-08
Aceros conformados: CTE DB SE
Aceros laminados y armados: CTE DB SE

7. Acciones consideradas

7.1. Gravitatorias

Nombre del grupo	S.C.U (Tn/m2)	Cargas muertas (Tn/m2)
Tolva	0.00	0.00
Pilar	0.00	0.00
Cimentación	0.00	0.00

7.2. Viento

Sin acción de viento

7.3. Sismo

Sin acción de sismo

7.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente	
	Sobrecarga de uso	
Adicionales		
	Referencia	Naturaleza
	Sobrecarga	Sobrecarga de uso
	Viento	Viento

7.5. Cargas horizontales y en cabeza de pilares

7.5..1. Cargas horizontales en pilares

Referencia pilar	Dirección de la carga	Tipo de carga	Hipótesis	Valor	Cota (m)
P1	X General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	X General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
P2	X General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	X General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
P3	X General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	X General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
P4	X General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	X General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	0.33 Tn	6.70
	Y General	Carga puntual	Viento	-0.33 Tn	6.70

7.5..2. Cargas en cabeza de pilar

Referencia pilar	Hipótesis	N (Tn)	Mx (Tn·m)	My (Tn·m)	Qx (Tn)	Qy (Tn)	T (Tn·m)
P1	Carga permanente	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2	Carga permanente	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	Carga permanente	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P4	Carga permanente	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m2)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
0	Sobrecarga de uso	Superficial	1.00	(4.50, 0.75) (4.50, 3.85)
				(4.25, 3.85) (4.25, 4.10)
				(0.75, 4.10) (0.75, 3.85)
				(0.50, 3.85) (0.50, 0.75)
				(0.75, 0.75) (0.75, 0.50)
				(4.25, 0.50) (4.25, 0.75)

8. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	EHE Control de la ejecución: Normal
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	EHE Control de la ejecución: Normal
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

9. Materiales utilizados

9.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm2)	gc
Forjados	HA-30 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Cimentación	HA-30 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	255	1.50

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm2)	gs
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel(lateral)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas de cimentación	Refuerzo inferior	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Superior	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Inferior	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios negativos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios positivos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Losas de cimentación	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (Kp/cm2)	Módulo de elasticidad (Kp/cm2)
Aceros conformados	S235	2400	2100000
Aceros laminados	S275	2600	2100000

4.2 ARMADO LOSAS

Armados de losas

Nombre Obra: Mombeltrán Fecha:06/02/07

|---|

| gr.pl. no 0 Cimentaci• |

| |

| PL. Igual 1 |

| |

|---|

Malla 1: Losa maciza

覧覧覧

4.3 ARMADO DE PILARES

Esfuerzos y armados de pilares, pantallas y muros

Nombre Obra: tolva de fangos Fecha:06/02/07

Mombeltrán

---

1. Armado de pilares y pantallas

1.1. Pilares

•Pl: Número de planta.

•Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

•Armaduras:
Primer sumando: Armadura de esquina (perfil si es pilar metálico).
Segundo sumando: Armadura de cara X.
Tercer sumando: Armadura de cara Y.

•Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares. La separación está indicada en centímetros.

•Estado (Est): Código identificativo del estado del pilar por incumplimiento de algún criterio normativo.

•H: Altura libre del tramo de pilar sin arriostramiento intermedio.

•Hpx: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'X'.

•Hpy: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'Y'.

•Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.

•Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

•Nota:
Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.
El sistema de unidades utilizado es N: (Tn) Mx,My: (Tn·m)

									Pésimos			Referencia	
Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	H	Hpx	Hpy	N	Mx	My	N	Mx	My
P1	2	2xUPN-2...	0.50/6.45	2xUPN-200([-])			7.05	7.05	7.05	30.43	-0.46	-0.20	30.43	-0.46	-0.20

	1	0.50x0.50	-0.60/0.50	4Ø12+	2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		7.05	7.05	7.05	33.66	3.15	2.14	33.66	0.57	0.25
P2	2	2xUPN-2...	0.50/6.45	2xUPN-200([-])				7.05	7.05	7.05	30.43	0.46	-0.20	30.43	0.46	-0.20
	1	0.50x0.50	-0.60/0.50	4Ø12+	2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		7.05	7.05	7.05	33.66	3.15	2.14	33.66	0.57	0.25
P3	2	2xUPN-2...	0.50/6.45	2xUPN-200([-])				7.05	7.05	7.05	30.43	0.46	0.20	30.43	0.46	0.20
	1	0.50x0.50	-0.60/0.50	4Ø12+	2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		7.05	7.05	7.05	33.66	3.15	2.14	33.66	0.57	0.25
P4	2	2xUPN-2...	0.50/6.45	2xUPN-200([-])				7.05	7.05	7.05	30.43	-0.46	0.20	30.43	-0.46	0.20
	1	0.50x0.50	-0.60/0.50	4Ø12+	2Ø12+4Ø12	Ø6c/15		7.05	7.05	7.05	33.66	3.15	2.14	33.66	0.57	0.25

ANEJO DE CÁLCULO

12.- MUROS DE ESCOLLERA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. DESCRIPCIÓN Y BASES DE CÁLCULO 1

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS 1

2.2 BASES DE CÁLCULO 2

2.2.1 Instrucciones y normas aplicadas 2

2.2.2 Modelo de cálculo 2

3. ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO 2

3.1 ACCIONES PERMANENTES 2

3.1.1 Peso Propio 2

3.1.2 Sobrecarga de tierras 2

3.2 ACCIONES ACCIDENTALES 3

4. MUROS DE SOSTENIMIENTO H < 2.0 METROS 4

1. INTRODUCCIÓN.

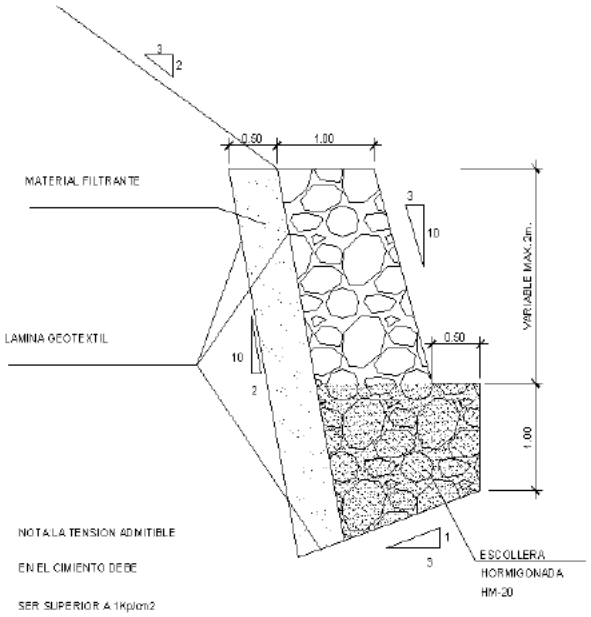
El objeto del presente documento es la realización de los cálculos estructurales de los muros de escollera presentes en el "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS Y E.D.A.R. EN MOMBELTRÁN Y SAN ESTEBAN DEL VALLE".

El muro escollera protege la explanada hasta la cota máxima de avenida, estimada en 524.00, según se indica en el correspondiente anejo.

2. DESCRIPCIÓN Y BASES DE CÁLCULO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Sección tipo



SECCION TIPO (SOSTENIMIENTO)

ESCALA 1/25

2.2 BASES DE CÁLCULO

2.2.1 Instrucciones y normas aplicadas

- Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras

2.2.2 Modelo de cálculo

Se sigue el modelo de cálculo definido en las "Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras"

3. ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

3.1 ACCIONES PERMANENTES

3.1.1 Peso Propio

Para el cálculo del peso propio se ha considerado, siguiendo las "Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras", una densidad de la escollera de 17 KN/m^3, que corresponde a una colocación buena.

3.1.2 Sobrecarga de tierras

Se considera, en el caso de los muros de escollera, una densidad del relleno de 20 KN/m^3 y un ángulo de rozamiento interno de 30º.

Para el cálculo de empujes se toma el coeficiente de empuje activo de Coulomb.

3.2 ACCIONES ACCIDENTALES

Acciones sísmicas (NCSE-02)

La acción sísmica se considera cuando el valor de la aceleración básica sea superior o igual a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

En este caso la zona corresponde a una aceleración sísmica básica ab < 0,04 g y por tanto, no resulta necesario la consideración de la acción sísmica.

4. MUROS DE SOSTENIMIENTO H < 2.0 METROS

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE EDAR EN MOMBELTRÁN Y SAN ESTEBAN DEL VALLE
MURO DE SOSTENIMIENTO CON Hmax= 2 M.

DATOS

PENDIENTE DEL TRASDOS (N/10)	N	2.000
ANGULO DEL TALUD DEL TERRENO	B	33.690
ANGULO DE ROZ. TERRENO-TRASDOS	D	22.460
ANGULO DE ROZ. INTERNO DEL TERRENC	FIT	33.690
ANGULO DE ROZ. TERRENO-CIMENTACIOI	FITZ	33.690
DENSIDAD DEL TERRENO (T/m3)	GT	2.000
DENSIDAD DE LA ESCOLLERA (T/m3)	GM	1.700
ANCHO EN CORONACION (m)	AC	1.000
ALTURA DEL MURO (m)	H	2.000
PUNTERA (m)	X0	0.500
SOBRECARGA (T/m2)	P	0.000
TENSIÓN ADMISIBLE (T/m^2)	σ_{ad}	20.000

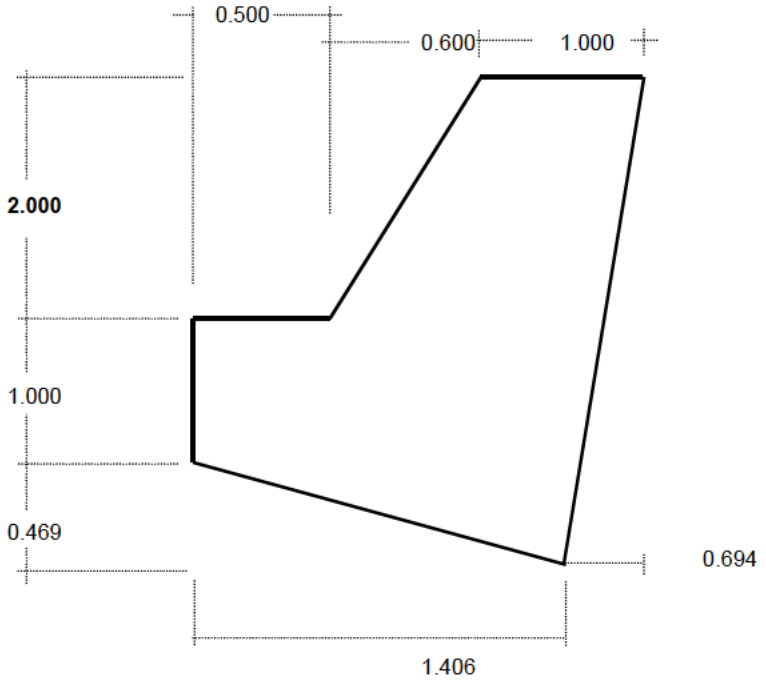
RESULTADOS

Coeficiente de Empuje Activo		KA=	0.530
Angulo del intradós		AINT=	16.699
Puntera		X0=	0.500
		D4=	0.478
Altura tacón cimentación		Z=	0.469
Empujes		EA1=	6.377
		EA2=	0.000
		EA=	6.377
		ET=	5.546
		EN=	3.148
		YA1=	1.156
		YA2=	1.734
		YA=	1.156
		D3=	0.293
		D2=	0.377
Momento volcador		MV=	2.404
	dist.	X1=	0.900
	peso	W1=	1.020
	dist.	X2=	1.600
	peso	W2=	3.400
	dist.	X3=	1.967
	peso	W3=	0.680
	dist.	X4=	0.750
	peso	W4=	2.550
	dist.	X5=	1.133
	peso	W5=	0.598
	dist.	X6=	1.602
	peso	W6=	0.367
		W=	6.521
		WT=	2.062
		WN=	6.186
Momento estabilizador		ME=	7.023

COEFICIENTES DE SEGURIDAD

COEF. DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO	FD=	1.786
COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO	FV=	2.921
TENSIÓN MÁXIMA (T/m^2)	σ_{max} =	7.0
TENSIÓN MÍNIMA (T/m^2)	σ_{min} =	5.6
TENSIÓN MEDIA (T/m^2)	σ_{med} =	6.3
TENSIÓN ADMISIBLE NECESARIA (T/m^2)	σ_{ad} =	6.3

MURO TIPO. ALTURA = 2 m



13.- ALIVIADEROS

13.- ALIVIADEROS

ÍNDICE

1. MÉTODO DE CÁLCULO 1
1.1. Modelo y campo de aplicación 1
1.2. Hipótesis de cálculo 1
1.3. Gráficas de acciones y esfuerzos 2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO 3
2.1. Coeficientes de seguridad 3
2.2. Materiales 3
2.3. Terreno 3
2.4. Características del contenido del aliviadero 4
3. ALIVIADERO DE VILLAREJO DEL VALLE 4
3.1. Acciones y esfuerzos 4
3.1.1. Paredes: 4
3.1.2. Solera: 4
3.2. Datos geométricos 5
3.2.1. Dimensiones 5
3.2.2. Espesores 5
3.3. Comprobación - EHE 5
3.3.1. Cálculo de armadura 5
3.3.2. Cuantías de amadura 6
3.3.3. Comprobación a fisuración 7
3.3.4. Comprobación a cortante 8
3.4. Armadura 9

3.5. Mediciones del aliviadero 10
3.5.1. Hormigón 10
3.5.2. Hormigón de limpieza 10
3.5.3. Acero 10
4. ALIVIADERO Nº1 DE SANTA CRUZ DEL VALLE 12
4.1. Acciones y esfuerzos 12
4.1.1. Paredes 12
4.1.2. Solera 12
4.2. Datos geométricos 13
4.2.1. Dimensiones 13
4.2.2. Espesores 13
4.3. Comprobación - EHE 13
4.3.1. Cálculo de armadura 13
4.3.2. Cuantías de armadura 14
4.3.3. Comprobación a fisuración 15
4.3.4. Comprobación a cortante 16
4.4. Armadura 17
4.5. Mediciones del aliviadero 18
4.5.1. Hormigón 18
4.5.2. Hormigón de limpieza 18
4.5.3. Acero 18
5. ALIVIADERO Nº1 DE CUEVAS DEL VALLE Y ALIVIADERO Nº2 DE SANTA CRUZ DEL VALLE 19
5.1. Acciones y esfuerzos 19
5.1.1. Paredes 19
5.1.2. Solera 20
5.2. Datos geométricos 20
5.2.1. Dimensiones 20
5.2.2. Espesores 20
5.3. Comprobación - EHE 20

5.3.1. Cálculo de armadura 20
5.3.2. Cuantías de armadura 21
5.3.3. Comprobación a fisuración 22
5.3.4. Comprobación a cortante 23
5.4. Armadura 24
5.5. Mediciones del aliviadero 25
5.5.1. Hormigón 25
5.5.2. Hormigón de limpieza 25
5.5.3. Acero 25
6. ALIVIADERO Nº2 DE CUEVAS DEL VALLE Y ALIVIADERO DE SAN ESTEBAN DEL VALLE 26
6.1. Acciones y esfuerzos 26
6.1.1. Paredes 26
6.1.2. Solera 27
6.2. Datos geométricos 27
6.2.1. Dimensiones 27
6.2.2. Espesores 27
6.3. Comprobación - EHE 27
6.3.1. Cálculo de armadura 27
6.3.2. Cuantías de armadura 28
6.3.3. Comprobación a fisuración 29
6.3.4. Comprobación a cortante 30
6.4. Armadura 31
6.5. Mediciones del aliviadero 32
6.5.1. Hormigón 32
6.5.2. Hormigón de limpieza 32
6.5.3. Acero 32
7. ALIVIADERO DE MOMBELTRÁN 33
7.1. Acciones y esfuerzos 33
7.1.1. Paredes 33

7.1.2. Solera 34
7.2. Datos geométricos 34
7.2.1. Dimensiones 34
7.2.2. Espesores 34
7.3. Comprobación - EHE 34
7.3.1. Cálculo de armadura 34
7.3.2. Cuantías de armadura 35
7.3.3. Comprobación a fisuración 36
7.3.4. Comprobación a cortante 37
7.4. Armadura 38
7.5. Mediciones del aliviadero 39
7.5.1. Hormigón 39
7.5.2. Hormigón de limpieza 39
7.5.3. Acero 39

1. MÉTODO DE CÁLCULO

1.1. Modelo y campo de aplicación

El programa DPwinEHE está indicado para el cálculo de pequeños o medianos depósitos, los cuales se pueden ejecutar con continuidad entre la solera y las paredes, sin necesidad de disponer juntas que independicen la solera de las paredes (facilidad de ejecución).

El cálculo de esfuerzos en las paredes se hace, considerando estas como placas con un extremo libre y los otros tres empotrados. Mientras el cálculo de la solera se hace asimilando esta a una losa empotrada en sus cuatro extremos.

Al no existir juntas que independicen las paredes y la solera entre sí, el empuje del contenido del depósito sobre una pared determinada induce tracciones en las paredes contiguas y en la solera que son tenidas en cuenta por el programa. Estas tracciones deben ser resistidas por la armadura de la solera y la armadura horizontal de las paredes del depósito; provocando un aumento de la cuantía de dicha armadura.

Para el diseño de las arquetas, este programa emplea como parámetros iniciales las dimensiones interiores de la misma, siendo la armadura y el espesor de los muros y la solera el resultado del cálculo. Cabe aclarar que estas dimensiones interiores son las que aparecen en la memoria de cálculo, siendo las dimensiones geométricas finales la suma de éstas más el espesor de muros y solera.

1.2. Hipótesis de cálculo

Para el cálculo de esfuerzos sobre las paredes del depósito, se van a utilizar las siguientes hipótesis de cálculo:

1º Considerando el empuje del material contenido en el depósito, sin considerar las tierras.

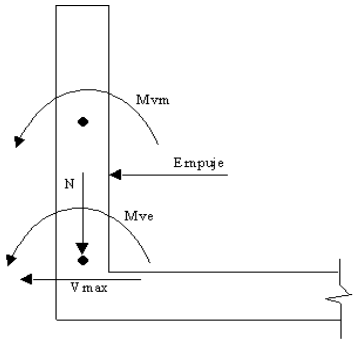
2º Considerando el empuje de tierras con el depósito vacío.

Para el cálculo de esfuerzos sobre la solera se considerará la presión del terreno de cimentación con el depósito vacío, considerando la solera como una losa empotrada en sus cuatro extremos; y considerando además los esfuerzos que producen las paredes del depósito sobre la solera (momento en el arranque de la

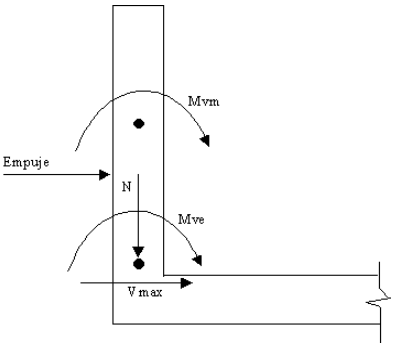
pared y tracción debida al empuje del material contenido en el depósito).

Una vez calculados los esfuerzos que solicitan las paredes y la solera del depósito se determinará la armadura necesaria para resistirlos y se comprobará que cumple la sección resultante, las condiciones impuestas por la EHE en cuanto a cuantías mínimas de armadura, separaciones, estados límites últimos y de servicio; en especial el estado límite de fisuración y el de cortante.

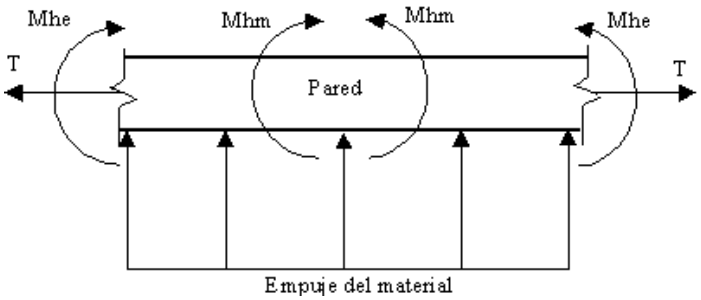
1.3. Gráficas de acciones y esfuerzos



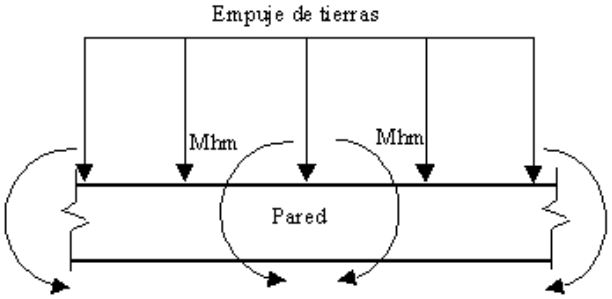
1.A- Sección Transversal de la Pared.
Empuje del material contenido en el depósito



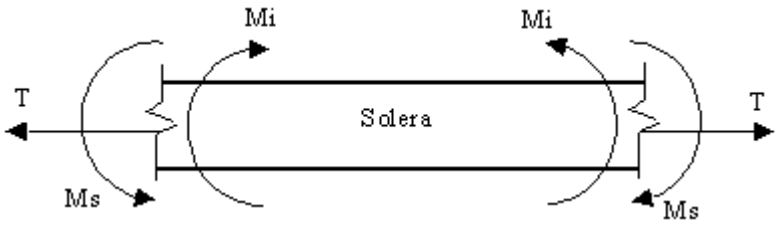
2.A- Sección en Planta de la Pared
Empuje del terreno sobre el depósito



1.B- Sección en Planta de la Pared.
Empuje del material contenido en el depósito



2.B- Sección en Planta de la Pared.
Empuje del terreno sobre el depósito



3.A- Sección Transversal de la Solera del Depósito.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. Coeficientes de seguridad

Nivel de control de ejecución:	Normal
Situación de proyecto:	Persistente o transitoria
Sobre las acciones:	1,50
Sobre el acero:	1,15
Sobre el hormigón:	1,50

2.2. Materiales

Tipo de Hormigón	HA-30 / P / 20 / IV+□b
Resistencia característica (N/mm□):	30
Tipo de consistencia:	Plástica
Diámetro máximo del árido (mm):	20
Ambiente:	
Tipo de Ambiente:	IV+□b
Ancho máximo de fisura (mm):	0,10
Recubrimiento nominal (mm):	50
Tipo de Acero:	B500S
Resistencia característica (N/mm□)	500

2.3. Terreno

Características del Terreno de Cimentación	
Naturaleza:	Terrenos coherentes
Característica:	Arcillosos blandos
Presión admisible (N/mm□):	0,10
Características del Terreno Lateral	
Característica:	Arcillosos blandos
Clase:	Arcilla
Peso Específico (kN/m^3):	20,00
□ngulo de Rozamiento Interno (º):	20,0
Talud del Terreno (º):	0,0
Coeficiente de Empuje Activo:	0,49

2.4. Características del contenido del aliviadero

Clasificación:	Líquidos
Tipo:	Agua
Peso Específico (kN/m3):	10,00
Ángulo de Rozamiento Interno (º):	0,0
Ángulo en Reposo (º):	0,0
Coeficiente de Empuje Activo:	1,00

3. ALIVIADERO DE VILLAREJO DEL VALLE

3.1. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN):	44,77
Peso de la Solera (kN):	24,37
Peso de las Paredes (kN):	68,45
Presión media sobre el terreno (N/mm2):	0,04

3.1.1. Paredes:

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	17,11	9,25	6,01	-0,63	-0,82	2,22	1,90	10,10	0,01
Pared Longitudinal	17,11	9,25	4,37	-0,82	-1,11	3,12	2,48	11,99	0,02

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	16,78	9,25	6,01	-0,62	-0,81	2,17	1,86	9,90	0,01
Pared Longitudinal	16,78	9,25	4,37	-0,81	-1,09	3,06	2,43	11,75	0,02

Ver gráficas 2.a – 2.b

3.1.2. Solera:

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera

Sección de Cálculo	T (kN/m)	Mi (kN•m/m)	Ms (kN•m/m)
Sección Longitudinal de Solera	7,85	3,67	3,12
Sección Transversal de Solera	6,85	2,17	2,22

Ver gráfica 3.a

3.2. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular
Posición: Enterrado
Tipo: A

3.2.1. Dimensiones

a (m): 2,20
b (m): 1,10
h (m): 1,85

3.2.2. Espesores

Ea (m): 0,20
Eb (m): 0,20
Espesor Solera (m): 0,25

3.3. Comprobación - EHE

3.3.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANecFlex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	1,23	0,15	0,00	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,72	0,71	6,56	0,08	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	1,23	0,15	0,00	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,72	0,71	6,56	0,08	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	4,67	0,72	0,00	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,72	0,71	6,56	0,08	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	4,67	0,72	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,72	0,71	6,56	0,08	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	5,50	0,76	11,78	0,14	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	5,50	0,76	11,78	0,14	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,01	0,10	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52

8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,01	0,10	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,01	0,10	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,01	0,10	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52

3.3.2. Cuantías de amadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMecTrac (cm^2)	AAMecFlex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR (cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,22	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,00	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,22	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,00	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,01	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,00	1,60	0,00	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,01	1,80	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,00	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	1,08	2,25	2,25	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	1,08	2,25	2,25	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52

10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52

3.3.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	MFis (kN·m/m)	WkFlex (mm)	Td (kN/m)	σSTrac (N/mm²)	WkTrac (mm)	WAdm (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,82	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	2,48	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,82	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	2,48	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	3,12	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	2,48	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	3,12	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	2,48	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	3,67	30,29	0,00	7,85	34,71	0,06	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	3,67	30,29	0,00	7,85	34,71	0,06	0,10
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,01	26,56	0,04	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,01	26,56	0,04	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,01	26,56	0,04	0,10

10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,01	26,56	0,04	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10

3.3.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	5,99	792,00	4,62	5,99	61,45
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	11,99	792,00	-6,56	11,99	60,34
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	5,99	792,00	4,62	5,99	61,45
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	11,99	792,00	-6,56	11,99	60,34
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	11,99	792,00	9,25	11,99	61,90
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	11,99	792,00	-6,56	11,99	60,34
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	11,99	792,00	9,25	11,99	61,90
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	11,99	792,00	-6,56	11,99	60,34
5 Transversal inferior de solera	-7,85	2,55	1092,00	-11,78	2,55	68,08
6 Transversal superior de solera	-7,85	2,55	1092,00	-11,78	2,55	68,08
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	-6,01	10,10	792,00	-9,01	10,10	60,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	-6,01	10,10	792,00	-9,01	10,10	60,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	-6,01	10,10	792,00	-9,01	10,10	60,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	-6,01	10,10	792,00	-9,01	10,10	60,10
13 Longitudinal superior de solera	-6,85	2,55	1092,00	-10,27	2,55	68,25
14 Longitudinal inferior de solera	-6,85	2,55	1092,00	-10,27	2,55	68,25

3.4. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm^2/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,89
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,42
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,84
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,89
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,78
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,89
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,42
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,89
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,84
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,78
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	2,44
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	2,44

3.5. Mediciones del aliviadero

3.5.1. Hormigón

Paredes:

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
2 x Transversal	0,20	1,30	1,85	0,481
2 x Longitudinal	0,20	2,40	1,85	0,888
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**2,738**

Solera:

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	2,60	1,50	0,975
Medición total Solera:				**0,975**

3.5.2. Hormigón de limpieza

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie de hormigón (m^2)
Solera	0,10	2,60	1,50	3,900
Medición total:				**3,900**

3.5.3. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	10	12	11,31	1,89	16,762
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	2,42	12,870
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	10	12	11,31	1,84	16,336
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	2,89	15,416
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	10	12	11,31	0,78	6,947
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	2,89	7,708
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	10	12	11,31	0,67	5,966
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	2,42	4,290
5 Transversal inferior de solera	10	12	11,31	1,34	11,897

6 Transversal superior de solera	10	12	11,31	1,34	11,897
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,89	10,057
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,32	7,010
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,84	9,801
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,79	9,556
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,78	4,168
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	3	12	3,39	1,79	4,778
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,67	3,580
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	2	12	2,26	1,32	2,337
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x4)	6	12	6,79	0,48	2,546
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x4)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	6	12	6,79	2,44	12,998
14 Longitudinal inferior de solera	6	12	6,79	2,44	12,998
Peso Total de Armadura (Kg):					**338,534**

4. ALIVIADERO Nº1 DE SANTA CRUZ DEL VALLE

4.1. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN):	83,43
Peso de la Solera (kN):	42,19
Peso de las Paredes (kN):	103,60
Presión media sobre el terreno (N/mm^2):	0,03

4.1.1. Paredes

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	17,11	9,25	6,57	-0,63	-0,82	2,22	1,90	10,10	0,01
Pared Longitudinal	17,11	9,25	4,37	-0,29	-1,86	6,84	3,34	15,19	0,11

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	16,78	9,25	6,57	-0,62	-0,81	2,17	1,86	9,90	0,01
Pared Longitudinal	16,78	9,25	4,37	-0,28	-1,83	6,71	3,28	14,90	0,11

Ver gráficas 2.a – 2.b

4.1.2. Solera

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera

Sección de Cálculo	T (kN/m)	Mi (kN•m/m)	Ms (kN•m/m)
Sección Longitudinal de Solera	11,46	6,71	6,84
Sección Transversal de Solera	6,85	2,17	2,22

Ver gráfica 3.a

4.2. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular
Posición: Enterrado
Tipo: A

4.2.1. Dimensiones

a (m): 4,10
b (m): 1,10
h (m): 1,85

4.2.2. Espesores

Ea (m): 0,20
Eb (m): 0,20
Espesor Solera (m): 0,25

4.3. Comprobación - EHE

4.3.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANecFlex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,43	0,00	0,00	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	5,01	0,96	6,56	0,08	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,43	0,00	0,00	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	5,01	0,96	6,56	0,08	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	10,26	1,81	0,00	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	5,01	0,96	6,56	0,08	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	10,26	1,81	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	5,01	0,96	6,56	0,08	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	10,26	1,42	17,19	0,20	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	10,26	1,42	17,19	0,20	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,85	0,11	4,52

8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,85	0,11	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,85	0,11	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,85	0,11	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52

4.3.2. Cuantías de armadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMecTrac (cm^2)	AAMecFlex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR (cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,31	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,31	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	2,27	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,31	1,60	0,00	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	2,27	1,80	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,31	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	1,91	2,25	2,25	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	1,91	2,25	2,25	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52

10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52

4.3.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	MFis (kN·m/m)	WkFlex (mm)	Td (kN/m)	σSTrac (N/mm²)	WkTrac (mm)	WAdm (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,29	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,34	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,29	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,34	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	6,84	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,34	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	6,84	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,34	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	6,84	30,41	0,00	11,46	25,34	0,04	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	6,84	30,41	0,00	11,46	25,34	0,04	0,10
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,57	29,03	0,04	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,57	29,03	0,04	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,57	29,03	0,04	0,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,57	29,03	0,04	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10

4.3.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	7,60	792,00	4,62	7,60	61,45
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	15,19	792,00	-6,56	15,19	60,34
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	7,60	792,00	4,62	7,60	61,45
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	15,19	792,00	-6,56	15,19	60,34
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	15,19	792,00	9,25	15,19	70,73
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	15,19	792,00	-6,56	15,19	60,34
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	15,19	792,00	9,25	15,19	70,73
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	15,19	792,00	-6,56	15,19	60,34
5 Transversal inferior de solera	-11,46	3,39	1092,00	-17,19	3,39	85,52
6 Transversal superior de solera	-11,46	3,39	1092,00	-17,19	3,39	85,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	-6,57	10,10	792,00	-9,85	10,10	60,01
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	-6,57	10,10	792,00	-9,85	10,10	60,01
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	-6,57	10,10	792,00	-9,85	10,10	60,01
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	-6,57	10,10	792,00	-9,85	10,10	60,01

13 Longitudinal superior de solera	-6,85	3,39	1092,00	-10,27	3,39	68,25
14 Longitudinal inferior de solera	-6,85	3,39	1092,00	-10,27	3,39	68,25

4.4. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm²/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,89
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	4,32
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,84
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	4,79
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,78
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	4,79
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	4,32
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,89
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,84
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,78
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	4,34
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	4,34

4.5. Mediciones del aliviadero

4.5.1. Hormigón

Paredes:

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
2 x Transversal	0,20	1,30	1,85	0,481
2 x Longitudinal	0,20	4,30	1,85	1,591
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**4,144**

Solera:

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	4,50	1,50	1,687
Medición total Solera:				**1,687**

4.5.2. Hormigón de limpieza

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie de hormigón (m^2)
Solera	0,10	4,50	1,50	6,750
Medición total:				**6,750**

4.5.3. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	18	12	20,36	1,89	30,171
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	4,32	22,991
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	18	12	20,36	1,84	29,404
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	4,79	25,537
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	18	12	20,36	0,78	12,505
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	4,79	12,769
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	18	12	20,36	0,67	10,739
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	4,32	7,664
5 Transversal inferior de solera	18	12	20,36	1,34	21,414
6 Transversal superior de solera	18	12	20,36	1,34	21,414
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,89	10,057

7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,32	7,010
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,84	9,801
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,79	9,556
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,78	4,168
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	3	12	3,39	1,79	4,778
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,67	3,580
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	2	12	2,26	1,32	2,337
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x4)	6	12	6,79	0,48	2,546
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x4)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	6	12	6,79	4,34	23,119
14 Longitudinal inferior de solera	6	12	6,79	4,34	23,119
Peso Total de Armadura (Kg):					**508,781**

5. ALIVIADERO Nº1 DE CUEVAS DEL VALLE Y ALIVIADERO Nº2 DE SANTA CRUZ DEL VALLE

5.1. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN): 54,95
Peso de la Solera (kN): 29,06
Peso de las Paredes (kN): 77,70
Presión media sobre el terreno (N/mm^2): 0,03

5.1.1. Paredes

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	17,11	9,25	6,47	-0,63	-0,82	2,22	1,90	10,10	0,01
Pared Longitudinal	17,11	9,25	4,37	-0,78	-1,36	4,24	2,82	13,68	0,04

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	16,78	9,25	6,47	-0,62	-0,81	2,17	1,86	9,90	0,01

Pared Longitudinal	16,78	9,25	4,37	-0,77	-1,33	4,16	2,76	13,42	0,04

Ver gráficas 2.a – 2.b

5.1.2. Solera

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera			
Sección de Cálculo	**T (kN/m)**	**Mi (kN•m/m)**	**Ms (kN•m/m)**
Sección Longitudinal de Solera	8,85	4,16	4,24
Sección Transversal de Solera	6,85	2,17	2,22

Ver gráfica 3.a

5.2. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular
Posición: Enterrado
Tipo: A

5.2.1. Dimensiones

a (m): 2,70
b (m): 1,10
h (m): 1,85

5.2.2. Espesores

Ea (m): 0,20
Eb (m): 0,20
Espesor Solera (m): 0,25

5.3. Comprobación - EHE

5.3.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANecFlex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	1,18	0,14	0,00	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	4,22	0,81	6,56	0,08	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	1,18	0,14	0,00	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	4,22	0,81	6,56	0,08	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	6,36	1,04	0,00	0,00	4,52

3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	4,22	0,81	6,56	0,08	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	6,36	1,04	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	4,22	0,81	6,56	0,08	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	6,36	0,88	13,28	0,15	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	6,36	0,88	13,28	0,15	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,71	0,11	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,71	0,11	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,71	0,11	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	9,71	0,11	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52

5.3.2. Cuantías de armadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMecTrac (cm^2)	AAMecFlex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR (cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,20	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,12	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,20	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,12	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,42	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,12	1,60	0,00	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,42	1,80	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,12	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	1,23	2,25	2,25	4,52

6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	1,23	2,25	2,25	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52

5.3.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	MFis (kN·m/m)	WkFlex (mm)	Td (kN/m)	σSTrac (N/mm²)	WkTrac (mm)	WAdm (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,78	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	2,82	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,78	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	2,82	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	4,24	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	2,82	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	4,24	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	2,82	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	4,24	30,29	0,00	8,85	39,13	0,07	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	4,24	30,29	0,00	8,85	39,13	0,07	0,10

7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,47	28,63	0,04	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,47	28,63	0,04	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,47	28,63	0,04	0,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,47	28,63	0,04	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10

5.3.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	6,84	792,00	4,62	6,84	61,45
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	13,68	792,00	-6,56	13,68	60,34
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	6,84	792,00	4,62	6,84	61,45
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	13,68	792,00	-6,56	13,68	60,34
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	13,68	792,00	9,25	13,68	61,90
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	13,68	792,00	-6,56	13,68	60,34
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	13,68	792,00	9,25	13,68	61,90
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	13,68	792,00	-6,56	13,68	60,34
5 Transversal inferior de solera	-8,85	2,87	1092,00	-13,28	2,87	67,92
6 Transversal superior de solera	-8,85	2,87	1092,00	-13,28	2,87	67,92
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45

7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	-6,47	10,10	792,00	-9,71	10,10	60,03
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	-6,47	10,10	792,00	-9,71	10,10	60,03
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	-6,47	10,10	792,00	-9,71	10,10	60,03
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	-6,47	10,10	792,00	-9,71	10,10	60,03
13 Longitudinal superior de solera	-6,85	2,87	1092,00	-10,27	2,87	68,25
14 Longitudinal inferior de solera	-6,85	2,87	1092,00	-10,27	2,87	68,25

5.4. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm²/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,89
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,92
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,84
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	3,39
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,78
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	3,39
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,92
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,89
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,84
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,78
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	2,94
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	2,94

5.5. Mediciones del aliviadero

5.5.1. Hormigón

Paredes:

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
2 x Transversal	0,20	1,30	1,85	0,481
2 x Longitudinal	0,20	2,90	1,85	1,073
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**3,108**

Solera:

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	3,10	1,50	1,162
Medición total Solera:				**1,162**

5.5.2. Hormigón de limpieza

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie de hormigón (m^2)
Solera	0,10	3,10	1,50	4,650
Medición total:				**4,650**

5.5.3. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	12	12	13,57	1,89	20,114
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	2,92	15,533
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	12	12	13,57	1,84	19,603
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	3,39	18,079
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	12	12	13,57	0,78	8,337
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	3,39	9,040
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	12	12	13,57	0,67	7,159
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	2,92	5,178
5 Transversal inferior de solera	12	12	13,57	1,34	14,276
6 Transversal superior de solera	12	12	13,57	1,34	14,276
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	6	12	6,79	1,89	10,057

(x2)					
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,32	7,010
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,84	9,801
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,79	9,556
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,78	4,168
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	3	12	3,39	1,79	4,778
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,67	3,580
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	2	12	2,26	1,32	2,337
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x4)	6	12	6,79	0,48	2,546
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x4)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	6	12	6,79	2,94	15,661
14 Longitudinal inferior de solera	6	12	6,79	2,94	15,661
Peso Total de Armadura (Kg):					**382,117**

6. ALIVIADERO Nº2 DE CUEVAS DEL VALLE Y ALIVIADERO DE SAN ESTEBAN DEL VALLE

6.1. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN): 73,26
Peso de la Solera (kN): 37,50
Peso de las Paredes (kN): 94,35
Presión media sobre el terreno (N/mm^2): 0,03

6.1.1. Paredes

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	17,11	9,25	6,80	-0,63	-0,82	2,22	1,90	10,10	0,01
Pared Longitudinal	17,11	9,25	4,37	-0,46	-1,79	6,02	3,20	14,81	0,09

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)

Pared Transversal	16,78	9,25	6,80	-0,62	-0,81	2,17	1,86	9,90	0,01
Pared Longitudinal	16,78	9,25	4,37	-0,46	-1,75	5,90	3,14	14,52	0,08

Ver gráficas 2.a – 2.b

6.1.2. Solera

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera			
Sección de Cálculo	**T (kN/m)**	**Mi (kN•m/m)**	**Ms (kN•m/m)**
Sección Longitudinal de Solera	10,49	5,90	6,02
Sección Transversal de Solera	6,85	2,17	2,22

Ver gráfica 3.a

6.2. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular
Posición: Enterrado
Tipo: A

6.2.1. Dimensiones

a (m): 3,60
b (m): 1,10
h (m): 1,85

6.2.2. Espesores

Ea (m): 0,20
Eb (m): 0,20
Espesor Solera (m): 0,25

6.3. Comprobación - EHE

6.3.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANecFlex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,70	0,04	0,00	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	4,80	0,92	6,56	0,08	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,70	0,04	0,00	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	4,80	0,92	6,56	0,08	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	9,03	1,56	0,00	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	4,80	0,92	6,56	0,08	4,52

4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	9,03	1,56	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	4,80	0,92	6,56	0,08	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	9,03	1,25	15,74	0,18	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	9,03	1,25	15,74	0,18	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	10,20	0,12	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,95	0,09	0,00	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	10,20	0,12	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	10,20	0,12	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,32	0,46	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,85	0,54	10,20	0,12	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	3,32	0,46	10,27	0,12	4,52

6.3.2. Cuantías de armadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMecTrac (cm^2)	AAMecFlex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR (cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,07	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,26	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,07	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,26	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	2,01	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,26	1,60	0,00	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	2,01	1,80	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,26	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	1,70	2,25	2,25	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	1,70	2,25	2,25	4,52

7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,66	1,80	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,77	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	0,66	2,25	2,25	4,52

6.3.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	M_{Fis} (kN·m/m)	W_{kFlex} (mm)	Td (kN/m)	σ_{STrac} (N/mm^2)	W_{kTrac} (mm)	W_{Adm} (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,46	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,20	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,46	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,20	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	6,02	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,20	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	6,02	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,20	19,36	0,00	4,37	19,32	0,02	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	6,02	30,41	0,00	10,49	46,39	0,09	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	6,02	30,41	0,00	10,49	46,39	0,09	0,10
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,80	30,06	0,05	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,63	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,80	30,06	0,05	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,80	30,06	0,05	0,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,90	19,36	0,00	6,80	30,06	0,05	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	2,22	30,29	0,00	6,85	30,26	0,05	0,10

6.3.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	7,40	792,00	4,62	7,40	61,45
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	14,81	792,00	-6,56	14,81	60,34
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	7,40	792,00	4,62	7,40	61,45
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-4,37	14,81	792,00	-6,56	14,81	60,34
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	14,81	792,00	9,25	14,81	61,90
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	14,81	792,00	-6,56	14,81	60,34
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	14,81	792,00	9,25	14,81	61,90
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-4,37	14,81	792,00	-6,56	14,81	60,34
5 Transversal inferior de solera	-10,49	3,24	1092,00	-15,74	3,24	77,69
6 Transversal superior de solera	-10,49	3,24	1092,00	-15,74	3,24	77,69
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	-6,80	10,10	792,00	-10,20	10,10	59,98
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,05	792,00	4,62	5,05	61,45

8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	-6,80	10,10	792,00	-10,20	10,10	59,98
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	-6,80	10,10	792,00	-10,20	10,10	59,98
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,10	792,00	9,25	10,10	61,90
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	-6,80	10,10	792,00	-10,20	10,10	59,98
13 Longitudinal superior de solera	-6,85	3,24	1092,00	-10,27	3,24	68,25
14 Longitudinal inferior de solera	-6,85	3,24	1092,00	-10,27	3,24	68,25

6.4. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm^2/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,89
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	3,82
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,84
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	4,29
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,78
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	4,29
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	3,82
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,34
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,89
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,84
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,78
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,79
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,32
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	3,84
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	3,84

6.5. Mediciones del aliviadero

6.5.1. Hormigón

Paredes:

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
2 x Transversal	0,20	1,30	1,85	0,481
2 x Longitudinal	0,20	3,80	1,85	1,406
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**3,774**

Solera:

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	4,00	1,50	1,500
Medición total Solera:				**1,500**

6.5.2. Hormigón de limpieza

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie de hormigón (m^2)
Solera	0,10	4,00	1,50	6,000
Medición total:				**6,000**

6.5.3. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	16	12	18,10	1,89	26,819
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	3,82	20,327
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	16	12	18,10	1,84	26,137
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	4,29	22,874
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	16	12	18,10	0,78	11,115
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	4,29	11,437
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	16	12	18,10	0,67	9,546
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	3,82	6,776
5 Transversal inferior de solera	16	12	18,10	1,34	19,035
6 Transversal superior de solera	16	12	18,10	1,34	19,035
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,89	10,057
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,32	7,010

8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,84	9,801
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,79	9,556
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,78	4,168
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	3	12	3,39	1,79	4,778
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	6	12	6,79	0,67	3,580
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	2	12	2,26	1,32	2,337
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x4)	6	12	6,79	0,48	2,546
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x4)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	6	12	6,79	3,84	20,455
14 Longitudinal inferior de solera	6	12	6,79	3,84	20,455
Peso Total de Armadura (Kg):					**465,199**

7. ALIVIADERO DE MOMBELTRÁN

7.1. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN): 157,25
Peso de la Solera (kN): 70,87
Peso de las Paredes (kN): 131,35
Presión media sobre el terreno (N/mm^2): 0,03

7.1.1. Paredes

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	17,11	9,25	6,15	-0,65	-0,86	2,28	1,97	10,32	0,01
Pared Longitudinal	17,11	9,25	5,23	0,15	-1,82	7,90	3,59	15,70	0,18

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	16,78	9,25	6,15	-0,64	-0,84	2,24	1,93	10,12	0,01
Pared Longitudinal	16,78	9,25	5,23	0,14	-1,78	7,74	3,52	15,40	0,17

Ver gráficas 2.a – 2.b

7.1.2. Solera

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera			
Sección de Cálculo	**T (kN/m)**	**Mi (kN•m/m)**	**Ms (kN•m/m)**
Sección Longitudinal de Solera	12,74	7,74	7,90
Sección Transversal de Solera	6,94	2,78	2,28

Ver gráfica 3.a

7.2. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular
Posición: Enterrado
Tipo: A

7.2.1. Dimensiones

a (m): 5,00
b (m): 1,70
h (m): 1,85

7.2.2. Espesores

Ea (m): 0,20
Eb (m): 0,20
Espesor Solera (m): 0,25

7.3. Comprobación - EHE

7.3.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANecFlex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,22	0,00	0,00	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	5,38	1,03	7,84	0,09	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,22	0,00	0,00	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	5,38	1,03	7,84	0,09	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	11,85	2,12	0,00	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	5,38	1,03	7,84	0,09	4,52

4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	11,85	2,12	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	5,38	1,03	7,84	0,09	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	11,85	1,64	19,10	0,22	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	11,85	1,64	19,10	0,22	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,97	0,10	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,95	0,56	9,23	0,11	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,97	0,10	0,00	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,95	0,56	9,23	0,11	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,42	0,48	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,95	0,56	9,23	0,11	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	3,42	0,48	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,95	0,56	9,23	0,11	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	4,18	0,58	10,40	0,12	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	4,18	0,58	10,40	0,12	4,52

7.3.2. Cuantías de armadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMecTrac (cm^2)	AAMecFlex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR (cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,01	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,40	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,01	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,40	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	2,57	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,40	1,60	0,00	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	2,57	1,80	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,40	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	2,17	2,25	2,25	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	2,17	2,25	2,25	4,52

7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,80	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,14	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,80	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,69	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,80	1,60	0,00	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,69	1,80	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,80	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	0,83	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	0,83	2,25	2,25	4,52

7.3.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	MFis (kN·m/m)	WkFlex (mm)	Td (kN/m)	σSTrac (N/mm²)	WkTrac (mm)	WAdm (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,15	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,59	19,36	0,00	5,23	23,11	0,03	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	0,15	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	3,59	19,36	0,00	5,23	23,11	0,03	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	7,90	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,59	19,36	0,00	5,23	23,11	0,03	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	7,90	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	3,59	19,36	0,00	5,23	23,11	0,03	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	7,90	30,41	0,00	12,74	28,15	0,05	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	7,90	30,41	0,00	12,74	28,15	0,05	0,10
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,65	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,97	19,36	0,00	6,15	27,19	0,04	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	0,65	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	1,97	19,36	0,00	6,15	27,19	0,04	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,22	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,28	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	1,97	19,36	0,00	6,15	27,19	0,04	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	2,28	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	1,97	19,36	0,00	6,15	27,19	0,04	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	2,78	30,29	0,00	6,94	30,66	0,05	0,10

7.3.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	7,85	792,00	4,62	7,85	61,45
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-5,23	15,70	792,00	-7,84	15,70	60,21
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	4,62	7,85	792,00	4,62	7,85	61,45
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-5,23	15,70	792,00	-7,84	15,70	60,21
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	15,70	792,00	9,25	15,70	70,73
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-5,23	15,70	792,00	-7,84	15,70	60,21
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	9,25	15,70	792,00	9,25	15,70	70,73
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-5,23	15,70	792,00	-7,84	15,70	60,21
5 Transversal inferior de solera	-12,74	4,83	1092,00	-19,10	4,83	85,31
6 Transversal superior de solera	-12,74	4,83	1092,00	-19,10	4,83	85,31
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,16	792,00	4,62	5,16	61,45
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	-6,15	10,32	792,00	-9,23	10,32	60,08
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	4,62	5,16	792,00	4,62	5,16	61,45

8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	-6,15	10,32	792,00	-9,23	10,32	60,08
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,32	792,00	9,25	10,32	61,90
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	-6,15	10,32	792,00	-9,23	10,32	60,08
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	9,25	10,32	792,00	9,25	10,32	61,90
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	-6,15	10,32	792,00	-9,23	10,32	60,08
13 Longitudinal superior de solera	-6,94	4,83	1092,00	-10,40	4,83	68,23
14 Longitudinal inferior de solera	-6,94	4,83	1092,00	-10,40	4,83	68,23

7.4. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm²/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,89
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	5,22
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,84
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	5,69
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,78
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	5,69
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	5,22
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,94
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,94
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,89
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,92
8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,84
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	2,39
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,78
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	2,39
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,92
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	5,24
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	5,24

7.5. Mediciones del aliviadero

7.5.1. Hormigón

Paredes:

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
2 x Transversal	0,20	1,90	1,85	0,703
2 x Longitudinal	0,20	5,20	1,85	1,924
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**5,254**

Solera:

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	5,40	2,10	2,835
Medición total Solera:				**2,835**

7.5.2. Hormigón de limpieza

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie de hormigón (m^2)
Solera	0,10	5,40	2,10	11,340
Medición total:				**11,340**

7.5.3. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	21	12	23,75	1,89	35,200
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	5,22	27,785
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	21	12	23,75	1,84	34,305
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	5,69	30,331
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	21	12	23,75	0,78	14,589
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	5,69	15,166
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	21	12	23,75	0,67	12,529
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	5,22	9,262
5 Transversal inferior de solera	21	12	23,75	1,94	36,170
6 Transversal superior de solera	21	12	23,75	1,94	36,170
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	8	12	9,05	1,89	13,410

7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	1,92	10,206
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	8	12	9,05	1,84	13,069
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	2,39	12,753
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	8	12	9,05	0,78	5,558
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	3	12	3,39	2,39	6,376
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	8	12	9,05	0,67	4,773
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	2	12	2,26	1,92	3,402
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x4)	6	12	6,79	0,48	2,546
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x4)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	8	12	9,05	5,24	37,217
14 Longitudinal inferior de solera	8	12	9,05	5,24	37,217
Peso Total de Armadura (Kg):					**657,779**

14.- POZO DE BOMBEO (SANTA CRUZ DEL VALLE)

ÍNDICE

1. MÉTODO DE CÁLCULO 1
1.1. Modelo y campo de aplicación 1
1.2. Hipótesis de cálculo 1
1.3. Gráficas de acciones y esfuerzos 2
2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES POZO DE BOMBEO 3
2.1. Características generales 3
2.1.1. Coeficientes de seguridad 3
2.1.2. Materiales 3
2.1.3. Terreno 3
2.1.4. Características del contenido del elemento 4
2.2. Acciones y esfuerzos 4
2.2.1. Paredes 4
2.2.2. Solera 5
2.3. Datos geométricos 5
2.3.1. Dimensiones 5
2.3.2. Espesores 5
2.4. Comprobación – EHE 5
2.4.1. Cálculo de armadura 5
2.4.2. Cuantías de armadura 6
2.4.3. Comprobación a fisuración 7
2.4.4. Comprobación a cortante 8
2.5. Armadura 9
2.6. Mediciones del elemento 10
2.6.1. Hormigón 10

2.6.2. Hormigón de limpieza (capa 10 cm de espesor) 10
2.6.3. Acero 11
3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES CÁMARA DE LLAVES 12
3.1. Características generales 12
3.1.1. Coeficientes de seguridad 12
3.1.2. Materiales 12
3.1.3. Terreno 12
3.1.4. Características del contenido del elemento 13
3.2. Acciones y esfuerzos 13
3.2.1. Paredes 13
3.2.2. Solera 14
3.3. Datos geométricos 14
3.3.1. Dimensiones 14
3.3.2. Espesores 14
3.4. Comprobación – EHE 14
3.4.1. Cálculo de armadura 14
3.4.2. Cuantías de armadura 15
3.4.3. Comprobación a fisuración 16
3.4.4. Comprobación a cortante 17
3.5. Armadura 18
3.6. Mediciones del elemento 19
3.6.1. Hormigón 19
3.6.2. Acero 19

1. MÉTODO DE CÁLCULO

1.1. Modelo y campo de aplicación

El programa DPwinEHE está indicado para el cálculo de pequeños o medianos depósitos, los cuales se pueden ejecutar con continuidad entre la solera y las paredes, sin necesidad de disponer juntas que independicen la solera de las paredes (facilidad de ejecución).

El cálculo de esfuerzos en las paredes se hace, considerando estas como placas con un extremo libre y los otros tres empotrados. Mientras el cálculo de la solera se hace asimilando esta a una losa empotrada en sus cuatro extremos.

Al no existir juntas que independicen las paredes y la solera entre sí, el empuje del contenido del depósito sobre una pared determinada induce tracciones en las paredes contiguas y en la solera que son tenidas en cuenta por el programa. Estas tracciones deben ser resistidas por la armadura de la solera y la armadura horizontal de las paredes del depósito; provocando un aumento de la cuantía de dicha armadura.

Para el diseño de las arquetas, este programa emplea como parámetros iniciales las dimensiones interiores de la misma, siendo la armadura y el espesor de los muros y la solera el resultado del cálculo. Cabe aclarar que estas dimensiones interiores son las que aparecen en la memoria de cálculo, siendo las dimensiones geométricas finales la suma de éstas más el espesor de muros y solera.

1.2. Hipótesis de cálculo

Para el cálculo de esfuerzos sobre las paredes del depósito, se van a utilizar las siguientes hipótesis de cálculo:

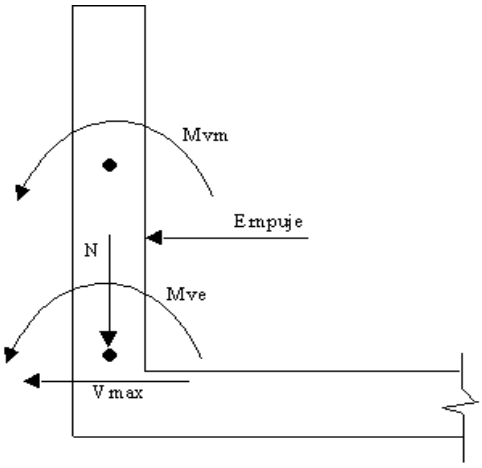
1º Considerando el empuje del material contenido en el depósito, sin considerar las tierras.

2º Considerando el empuje de tierras con el depósito vacío.

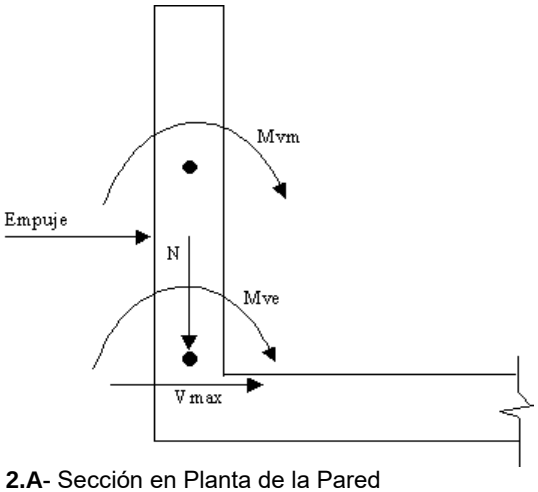
Para el cálculo de esfuerzos sobre la solera se considerará la presión del terreno de cimentación con el depósito vacío, considerando la solera como una losa empotrada en sus cuatro extremos; y considerando además los esfuerzos que producen las paredes del depósito sobre la solera (momento en el arranque de la pared y tracción debida al empuje del material contenido en el depósito).

Una vez calculados los esfuerzos que solicitan las paredes y la solera del depósito se determinará la armadura necesaria para resistirlos y se comprobará que cumple la sección resultante, las condiciones impuestas por la EHE en cuanto a cuantías mínimas de armadura, separaciones, estados límites últimos y de servicio; en especial el estado límite de fisuración y el de cortante.

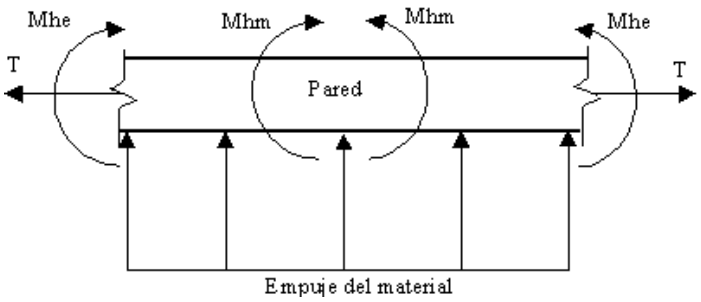
1.3. Gráficas de acciones y esfuerzos



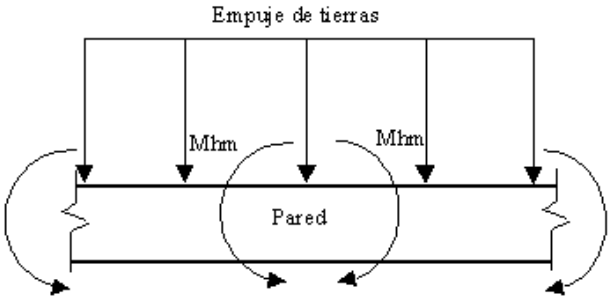
1.A- Sección Transversal de la Pared.
Empuje del material contenido en el depósito



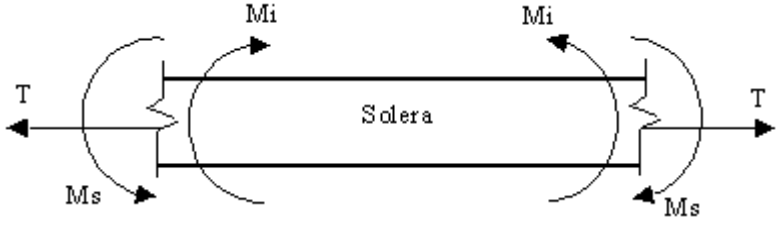
2.A- Sección en Planta de la Pared
Empuje del terreno sobre el depósito



1.B- Sección en Planta de la Pared.
Empuje del material contenido en el depósito



2.B- Sección en Planta de la Pared.
Empuje del terreno sobre el depósito



3.A- Sección Transversal de la Solera del Depósito.

2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES POZO DE BOMBEO

2.1. Características generales

2.1.1. Coeficientes de seguridad

Nivel de control de ejecución:	Normal
Situación de proyecto:	Persistente o transitoria
Sobre las acciones:	1,50
Sobre el acero:	1,15
Sobre el hormigón:	1,50

2.1.2. Materiales

Tipo de Hormigón:	HA-30 / P / 20 / IIa+□b
Resistencia característica (N/mm□):	30
Tipo de consistencia:	Plástica
Diámetro máximo del árido (mm):	20
Ambiente:	
Tipo de Ambiente:	IIa+□b
Ancho máximo de fisura (mm):	0,10
Recubrimiento nominal (mm):	50
Tipo de Acero:	B500S
Resistencia característica (N/mm□)	500

2.1.3. Terreno

Características del Terreno de Cimentación:

Naturaleza:	Terrenos sin cohesión
Característica:	Graveras
Presión admisible (N/mm□):	0,15

Características del Terreno Lateral:

Característica:	Graveras
Clase:	Grava y arena suelta
Peso Específico (kN/m3):	17,00
□ngulo de Rozamiento Interno (º):	30,0
Talud del Terreno (º):	0,0
Coeficiente de Empuje Activo:	0,33

2.1.4. Características del contenido del elemento

Clasificación:	Líquidos
Tipo:	Agua
Peso Específico (kN/m3):	10,00
Ángulo de Rozamiento Interno (º):	0,0
Ángulo en Reposo (º):	0,0
Coeficiente de Empuje Activo:	1,00

2.2. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN):	33,60
Peso de la Solera (kN):	17,50
Peso de las Paredes (kN):	63,00
Presión media sobre el terreno (N/mm^2):	0,04

2.2.1. Paredes

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	22,05	10,50	5,20	-0,93	-1,20	3,24	2,78	13,01	0,02
Pared Longitudinal	22,05	10,50	6,14	-0,93	-1,20	3,24	2,78	13,01	0,02

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	12,49	10,50	5,20	-0,52	-0,68	1,84	1,57	7,37	0,01
Pared Longitudinal	12,49	10,50	6,14	-0,52	-0,68	1,84	1,57	7,37	0,01

Ver gráficas 2.a – 2.b

2.2.2. Solera

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera			
Sección de Cálculo	**T (kN/m)**	**Mi (kN•m/m)**	**Ms (kN•m/m)**
Sección Longitudinal de Solera	8,82	2,44	3,24
Sección Transversal de Solera	8,82	3,38	3,24

Ver gráfica 3.a

2.3. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular
Posición: Enterrado
Tipo: A

2.3.1. Dimensiones

a (m): 1,00
b (m): 1,60
h (m): 2,10

2.3.2. Espesores

Ea (m): 0,20
Eb (m): 0,20
Espesor Solera (m): 0,25

2.4. Comprobación – EHE

2.4.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANecFlex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	5,25	1,39	0,16	0,00	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	4,17	0,79	9,21	0,11	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	5,25	1,39	0,16	0,00	0,00	4,52

2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	4,17	0,79	9,21	0,11	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	10,50	4,86	0,73	0,00	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	4,17	0,79	9,21	0,11	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	10,50	4,86	0,73	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	4,17	0,79	9,21	0,11	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	4,86	0,67	13,23	0,15	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	4,86	0,67	13,23	0,15	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	5,25	1,39	0,16	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	4,17	0,79	7,80	0,09	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	5,25	1,39	0,16	0,00	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	4,17	0,79	7,80	0,09	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	10,50	4,86	0,73	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	4,17	0,79	7,80	0,09	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	10,50	4,86	0,73	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	4,17	0,79	7,80	0,09	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	5,07	0,70	13,23	0,15	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	5,07	0,70	13,23	0,15	4,52

2.4.2. Cuantías de armadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMecTrac (cm^2)	AAMecFlex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR (cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,24	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,24	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,02	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52

4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,02	1,80	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	0,96	2,25	2,25	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	0,96	2,25	2,25	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,24	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	0,24	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	1,02	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	1,02	1,80	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	0,00	1,11	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	1,00	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	1,00	2,25	2,25	4,52

2.4.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	M_{Fis} (kN·m/m)	W_{kFlex} (mm)	Td (kN/m)	σ_{STrac} (N/mm^2)	W_{kTrac} (mm)	W_{Adm} (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	5,25	0,93	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	6,14	27,16	0,04	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	5,25	0,93	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	6,14	27,16	0,04	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	10,50	3,24	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	6,14	27,16	0,04	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	10,50	3,24	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	6,14	27,16	0,04	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	3,24	30,29	0,00	8,82	38,99	0,07	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	3,24	30,29	0,00	8,82	38,99	0,07	0,10
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	5,25	0,93	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	5,20	22,98	0,03	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	5,25	0,93	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	5,20	22,98	0,03	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	10,50	3,24	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	5,20	22,98	0,03	0,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	10,50	3,24	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	0,00	2,78	19,36	0,00	5,20	22,98	0,03	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	3,38	30,29	0,00	8,82	38,99	0,07	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	3,38	30,29	0,00	8,82	38,99	0,07	0,10

2.4.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	5,25	6,50	792,00	5,25	6,50	61,51
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-6,14	13,01	792,00	-9,21	13,01	60,08
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	5,25	6,50	792,00	5,25	6,50	61,51
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-6,14	13,01	792,00	-9,21	13,01	60,08
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	10,50	13,01	792,00	10,50	13,01	62,03
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-6,14	13,01	792,00	-9,21	13,01	60,08
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	10,50	13,01	792,00	10,50	13,01	62,03

4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-6,14	13,01	792,00	-9,21	13,01	60,08
5 Transversal inferior de solera	-8,82	1,91	1092,00	-13,23	1,91	67,92
6 Transversal superior de solera	-8,82	1,91	1092,00	-13,23	1,91	67,92
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	5,25	6,50	792,00	5,25	6,50	61,51
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	-5,20	13,01	792,00	-7,80	13,01	60,22
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	5,25	6,50	792,00	5,25	6,50	61,51
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	-5,20	13,01	792,00	-7,80	13,01	60,22
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	10,50	13,01	792,00	10,50	13,01	62,03
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	-5,20	13,01	792,00	-7,80	13,01	60,22
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	10,50	13,01	792,00	10,50	13,01	62,03
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	-5,20	13,01	792,00	-7,80	13,01	60,22
13 Longitudinal superior de solera	-8,82	1,91	1092,00	-13,23	1,91	67,92
14 Longitudinal inferior de solera	-8,82	1,91	1092,00	-13,23	1,91	67,92

2.5. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm^2/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,14
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,22
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	2,09
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,69
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,84
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,69
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,22
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,84
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,84
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	2,14
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,82

8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	2,09
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	2,29
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,84
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	2,29
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,82
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,24
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,24

2.6. Mediciones del elemento

2.6.1. Hormigón

Paredes

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
2 x Transversal	0,20	1,80	2,10	0,756
2 x Longitudinal	0,20	1,20	2,10	0,504
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**2,520**

Solera

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	1,40	2,00	0,700
Medición total Solera:				**0,700**

2.6.2. Hormigón de limpieza (capa 10 cm de espesor)

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie de hormigón (m^2)
Solera	0,10	1,40	2,00	2,800
Medición total:				**2,800**

2.6.3. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	2,14	9,491
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	7	12	7,92	1,22	7,557
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	2,09	9,278
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	6	12	6,79	1,69	9,024
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	0,84	3,751
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	1,69	4,512
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	0,67	2,983
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	1,22	2,159
5 Transversal inferior de solera	5	12	5,65	1,84	8,168
6 Transversal superior de solera	5	12	5,65	1,84	8,168
7 Vertical exterior de alzado pared transversal (x2)	8	12	9,05	2,14	15,185
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal (x2)	7	12	7,92	1,82	11,286
8 Vertical interior de alzado pared transversal (x2)	8	12	9,05	2,09	14,844
8H Horizontal interior de alzado pared transversal (x2)	6	12	6,79	2,29	12,220
9 Vertical interior de arranque pared transversal (x2)	8	12	9,05	0,84	6,002
9H Horizontal interior de arranque pared transversal (x2)	3	12	3,39	2,29	6,110
10 Vertical exterior de arranque pared transversal (x2)	8	12	9,05	0,67	4,773
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal (x2)	2	12	2,26	1,82	3,225
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x4)	7	12	7,92	0,48	2,971

12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x4)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	8	12	9,05	1,24	8,807
14 Longitudinal inferior de solera	8	12	9,05	1,24	8,807
Peso Total de Armadura (Kg):					**294,025**

3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES CÁMARA DE LLAVES

3.1. Características generales

3.1.1. Coeficientes de seguridad

Nivel de control de ejecución:	Normal
Situación de proyecto:	Persistente o transitoria
Sobre las acciones:	1,50
Sobre el acero:	1,15
Sobre el hormigón:	1,50

3.1.2. Materiales

Tipo de Hormigón: HA-30 / P / 20 / IIa +□b

Resistencia característica (N/mm□):	30
Tipo de consistencia:	Plástica
Diámetro máximo del árido (mm):	20

Ambiente:

Tipo de Ambiente:	IIa+□b
Ancho máximo de fisura (mm):	0,10
Recubrimiento nominal (mm):	50

Tipo de Acero: B500S

Resistencia característica (N/mm□)	500

3.1.3. Terreno

Características del Terreno de Cimentación:

Naturaleza:	Terrenos sin cohesión
Característica:	Graveras
Presión admisible (N/mm□):	0,15

Características del Terreno Lateral:

Característica:	Graveras
Clase:	Grava y arena suelta
Peso Específico (kN/m^3):	17,00
Ángulo de Rozamiento Interno (º):	30,0
Talud del Terreno (º):	0,0
Coeficiente de Empuje Activo:	0,33

3.1.4. Características del contenido del elemento

Clasificación:	Líquidos
Tipo:	Agua
Peso Específico (kN/m^3):	10,00
Ángulo de Rozamiento Interno (º):	0,0
Ángulo en Reposo (º):	0,0
Coeficiente de Empuje Activo:	1,00

3.2. Acciones y esfuerzos

Peso del Material (kN):	10,00
Peso de la Solera (kN):	12,25
Peso de las Paredes (kN):	24,00
Presión media sobre el terreno (N/mm^2):	0,02

3.2.1. Paredes

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje del Material sobre las Secciones de Cálculo de Paredes

Sección de Cálculo	Empuje (kN/m)	N (kN/m)	T (kN/m)	Mvm (kN•m/m)	Mhm (kN•m/m)	Mve (kN•m/m)	Mhe (kN•m/m)	Vmax (kN/m)	Fmax (mm)
Pared Transversal	5,00	5,00	1,68	-0,12	-0,16	0,44	0,37	3,33	0,00
Pared Longitudinal	5,00	5,00	1,68	-0,12	-0,16	0,44	0,37	3,33	0,00

Ver gráficas 1.a – 1.b

Acciones y Esfuerzos producidos por el Empuje de Tierras sobre las Secciones de Cálculo de Paredes									
Sección de Cálculo	**Empuje (kN/m)**	**N (kN/m)**	**T (kN/m)**	**Mvm (kN•m/m)**	**Mhm (kN•m/m)**	**Mve (kN•m/m)**	**Mhe (kN•m/m)**	**Vmax (kN/m)**	**Fmax (mm)**
Pared Transversal	2,83	5,00	1,68	-0,07	-0,09	0,25	0,21	1,89	0,00
Pared Longitudinal	2,83	5,00	1,68	-0,07	-0,09	0,25	0,21	1,89	0,00

Ver gráficas 2.a – 2.b

3.2.2. Solera

Acciones y Esfuerzos sobre la Solera			
Sección de Cálculo	**T (kN/m)**	**Mi (kN•m/m)**	**Ms (kN•m/m)**
Sección Longitudinal de Solera	2,20	1,39	0,60
Sección Transversal de Solera	2,20	1,39	0,60

Ver gráfica 3.a

3.3. Datos geométricos

Sección en Planta: Rectangular

Posición: Enterrado

Tipo: A

3.3.1. Dimensiones

a (m): 1,00

b (m): 1,00

h (m): 1,00

3.3.2. Espesores

Ea (m): 0,20

Eb (m): 0,20

Espesor Solera (m): 0,25

3.4. Comprobación – EHE

3.4.1. Cálculo de armadura

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	AANec Flex (cm^2)	Td (kN/m)	AANec Trac (cm^2)	AAR (cm^2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	2,50	0,19	0,00	0,00	0,00	4,52

1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	2,50	0,19	0,00	0,00	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	5,00	0,65	0,03	0,00	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	5,00	0,65	0,03	0,00	0,00	4,52
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	2,09	0,29	3,30	0,04	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	2,09	0,29	3,30	0,04	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	2,50	0,19	0,00	0,00	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal	2,50	0,19	0,00	0,00	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal	5,00	0,65	0,03	0,00	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	5,00	0,65	0,03	0,00	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	0,00	0,55	0,10	2,52	0,03	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	2,09	0,29	3,30	0,04	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	2,09	0,29	3,30	0,04	4,52

3.4.2. Cuantías de armadura

Tipo	AAMec Comp (cm^2)	AAMec Trac (cm^2)	AAMec Flex (cm^2)	AAGeom Trac (cm^2)	AAGeom Com (cm^2)	AAR cm2)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,04	1,80	0,00	4,52
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,04	1,80	0,00	4,52

4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
5 Transversal inferior de solera	0,00	0,00	0,42	2,25	2,25	4,52
6 Transversal superior de solera	0,00	0,00	0,42	2,25	2,25	4,52
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
8 Vertical interior de alzado pared transversal	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	4,52
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
9 Vertical interior de arranque pared transversal	0,00	0,00	0,04	1,80	0,00	4,52
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	0,00	0,00	0,04	1,80	0,00	4,52
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	0,00	0,00	0,15	1,60	0,00	4,52
13 Longitudinal superior de solera	0,00	0,00	0,42	2,25	2,25	4,52
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	0,00	0,42	2,25	2,25	4,52

3.4.3. Comprobación a fisuración

Tipo	Nd (kN/m)	Md (kN·m/m)	MFis (kN·m/m)	WkFlex (mm)	Td (kN/m)	σSTrac (N/mm²)	WkTrac (mm)	WAdm (mm)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	2,50	0,12	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	2,50	0,12	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	5,00	0,44	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	5,00	0,44	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
5 Transversal inferior de solera	0,00	1,39	30,29	0,00	2,20	9,73	0,01	0,10
6 Transversal superior de solera	0,00	1,39	30,29	0,00	2,20	9,73	0,01	0,10
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	2,50	0,12	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
8 Vertical interior de alzado pared transversal	2,50	0,12	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
9 Vertical interior de arranque pared transversal	5,00	0,44	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	5,00	0,44	19,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	0,00	0,37	19,36	0,00	1,68	7,43	0,01	0,10
13 Longitudinal superior de solera	0,00	1,39	30,29	0,00	2,20	9,73	0,01	0,10
14 Longitudinal inferior de solera	0,00	1,39	30,29	0,00	2,20	9,73	0,01	0,10

3.4.4. Comprobación a cortante

Tipo	N_{Qd1} (kN/m)	Qd1 (kN/m)	Vu1 (kN/m)	N_{Qd2} (kN/m)	Qd2 (kN/m)	Vu2 (kN/m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	2,50	1,67	792,00	2,50	1,67	61,24
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	2,50	1,67	792,00	2,50	1,67	61,24
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	5,00	3,33	792,00	5,00	3,33	61,48
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	5,00	3,33	792,00	5,00	3,33	61,48
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
5 Transversal inferior de solera	-2,20	0,32	1092,00	-3,30	0,32	69,01
6 Transversal superior de solera	-2,20	0,32	1092,00	-3,30	0,32	69,01
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	2,50	1,67	792,00	2,50	1,67	61,24
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
8 Vertical interior de alzado pared transversal	2,50	1,67	792,00	2,50	1,67	61,24

8H Horizontal interior de alzado pared transversal	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
9 Vertical interior de arranque pared transversal	5,00	3,33	792,00	5,00	3,33	61,48
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	5,00	3,33	792,00	5,00	3,33	61,48
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	-1,68	3,33	792,00	-2,52	3,33	60,74
13 Longitudinal superior de solera	-2,20	0,32	1092,00	-3,30	0,32	69,01
14 Longitudinal inferior de solera	-2,20	0,32	1092,00	-3,30	0,32	69,01

3.5. Armadura

Tipo	Nº Red./m	ø (mm)	Separación (m)	Area (cm^2/m)	Longitud (m)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,04
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,22
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,99
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,69
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,60
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,69
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	0,67
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal	4	12	0,25	4,52	1,22
5 Transversal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,24
6 Transversal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,24
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,04
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,22
8 Vertical interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,99
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,69
9 Vertical interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,60
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,69
10 Vertical exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	0,67
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	4	12	0,25	4,52	1,22
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas	4	12	0,25	4,52	0,48
13 Longitudinal superior de solera	4	12	0,25	4,52	1,24
14 Longitudinal inferior de solera	4	12	0,25	4,52	1,24

3.6. Mediciones del elemento

3.6.1. Hormigón

Paredes

Pared	Espesor (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen de hormigón (m^3)
1 x Transversal	0,20	1,40	1,00	0,280
2 x Longitudinal	0,20	1,00	1,00	0,200
Volumen total de hormigón en Paredes (m^3):				**0,680**

Solera

Zona	Espesor (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen de hormigón (m^3)
Solera	0,25	1,20	1,40	0,420
Medición total Solera:				**0,420**

3.6.2. Acero

Tipo	Nº Red.Total	ø (mm)	Area Total (cm^2)	Longitud (m)	Peso de Armadura (Kg)
1 Vertical exterior de alzado pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	1,04	4,608
1H Horizontal exterior de alzado pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	1,22	3,239
2 Vertical interior de alzado pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	0,99	4,395
2H Horizontal interior de alzado pared longitudinal (x2)	3	12	3,39	1,69	4,512
3 Vertical interior de arranque pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	0,60	2,677
3H Horizontal interior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	1,69	3,008
4 Vertical exterior de arranque pared longitudinal (x2)	5	12	5,65	0,67	2,983
4H Horizontal exterior de arranque pared longitudinal (x2)	2	12	2,26	1,22	2,159
5 Transversal inferior de solera	5	12	5,65	1,24	5,504
6 Transversal superior de solera	5	12	5,65	1,24	5,504
7 Vertical exterior de alzado pared transversal	5	12	5,65	1,04	4,608
7H Horizontal exterior de alzado pared transversal	3	12	3,39	1,22	3,239
8 Vertical interior de alzado pared transversal	5	12	5,65	0,99	4,395
8H Horizontal interior de alzado pared transversal	3	12	3,39	1,69	4,512
9 Vertical interior de arranque pared transversal	5	12	5,65	0,60	2,677
9H Horizontal interior de arranque pared transversal	2	12	2,26	1,69	3,008

10 Vertical exterior de arranque pared transversal	5	12	5,65	0,67	2,983
10H Horizontal exterior de arranque pared transversal	2	12	2,26	1,22	2,159
11H Refuerzo horizontal en alzado de las esquinas (x2)	3	12	3,39	0,48	1,273
12H Refuerzo horizontal en arranque de las esquinas (x2)	2	12	2,26	0,48	0,849
13 Longitudinal superior de solera	5	12	5,65	1,24	5,504
14 Longitudinal inferior de solera	5	12	5,65	1,24	5,504
Peso Total de Armadura (Kg):					**109,003**

ANEJO DE CÁLCULO

15.- ANCLAJE DE CONDUCCIÓN EN EL PUENTE DE LA CARRETERA N-502

1. CONSIDERACIONES INICIALES

1.1. INTRODUCCIÓN

La presente nota de cálculo surge de la necesidad de estudiar el paso de dos tuberías de 200 y 300 mm de diámetro con apoyos en el puente de la carretera N-502, en Cuevas del Valle.

Las conducciones son de fundición dúctil. La tubería de 300 mm de diámetro irá anclada al paramento aguas arriba y la de 200 mm al paramento aguas abajo.

El puente es una antigua obra de fábrica que se ha ampliado, en ambos sentidos, con 4 vigas prefabricadas de hormigón, tipo doble T, cuando se ejecutó la nueva carretera.

Las vigas van apoyadas en unos estribos de hormigón armado, anclados a los existentes. Los nuevos estribos, de sección trapecial y 0.80 m de espesor, están apoyados en roca.

Las aletas son de mampostería y hormigón ciclópeo.

1.2. DATOS DE PARTIDA

Como datos de partida se cuenta con la siguiente información:

- Planos de la ampliación
- Memoria de cálculo de la ampliación.

2. SOLUCIÓN PLANTEADA

2.1. DESCRIPCIÓN

La solución planteada consiste en salvar la luz del vano, unos 14,00 m, con apoyos metálicos tipo ménsula sobre los que se fija la tubería. Estas ménsulas tendrán en un extremo una chapa, la cual se anclará a la ampliación del estribo, apoyado en roca.

En los tramos de mampostería se decide disminuir la luz ya que el material base, mampostería. La luz de cálculo entre apoyos será de 5.25 m, con la intención de disponer un anclaje en la entrada y otro en un punto central de la misma.

A continuación, se adjuntan los cálculos de esfuerzos en los apoyos, en función de la luz considerada y el diámetro de la tubería en estudio.

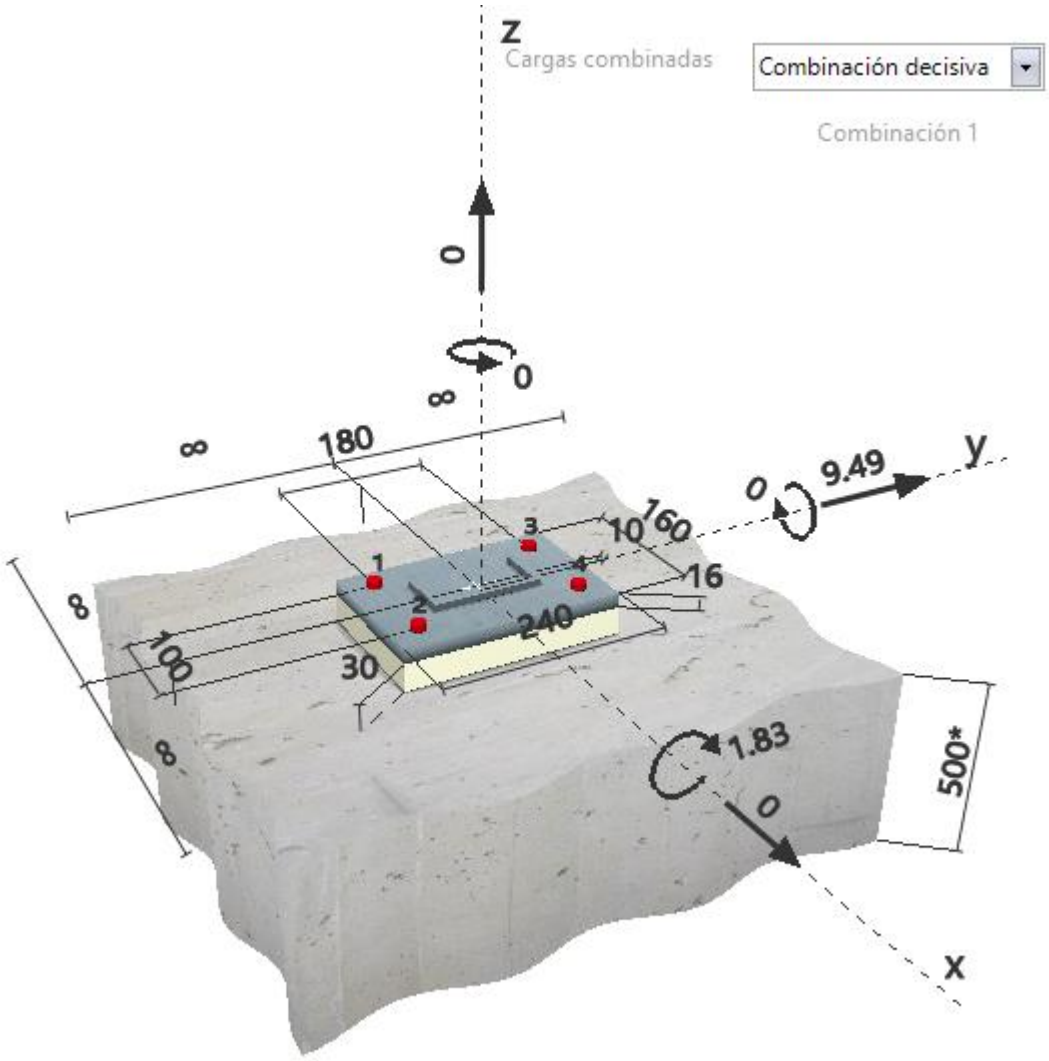
2.2. CÁLCULOS

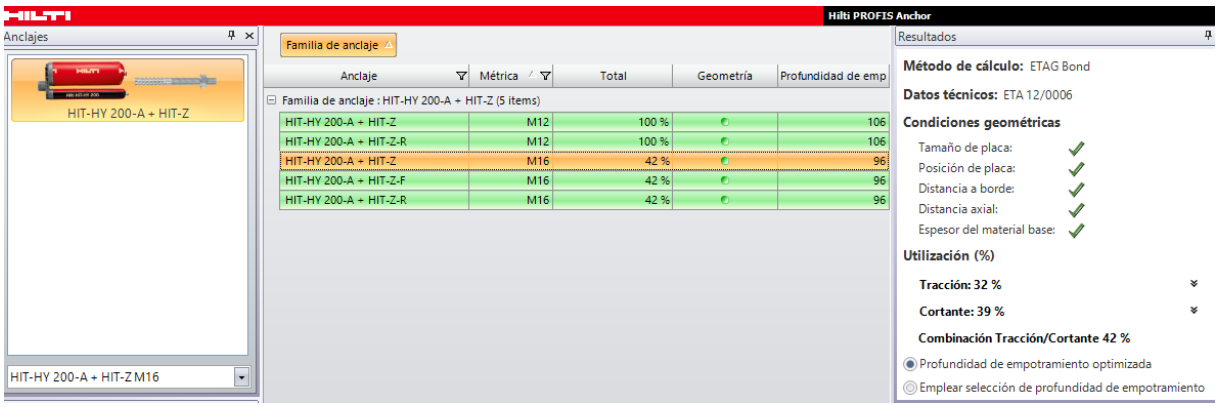
2.2.1. TUBERÍA DE 200 MM Y LUZ DE 14.00 M

Diámetro de la tuberia:	0.20	m
	200	mm
Espesor estimado del tubo:	0.003	m
	3	mm
Longitud del tramo de tubo:	14.00	m
Sección interior del tubo:	0.031	m2
Sección de tubo:	0.002	m2
Peso del agua:	4.40	kN
Peso del tubo:	2.10	kN
Peso en el apoyo:	6.50	kN
Longitud de la ménsula:	0.40	m
Distancia del apoyo a la placa base:	0.20	m

	h x b x s x t (mm)	Peso (kg/ml)	Área (cm2)	ey (cm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
Perfil elegido:	120 x 60 x 6 x 6	10.90	13.80	1.69	300.00	50.00	45.60	10.60

Peso del perfil:	0.04	kN	4.36	kg
Cortante mayorado en la placa:	9.49	kN	949.48	kg
Momento sin mayorar en la placa:	1.31	kNm	13088.94	kg cm
Momento mayorado en la placa:	1.83	kNm	18300.86	kg cm
Tensión debida al momento:			366.02	kg / cm^2
Tensión debida al cortante:			131.87	kg / cm^2
Tensión:			431.44	kg / cm^2
Tensión de comparación:			2000.00	kg / cm^2

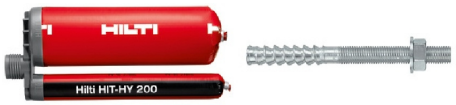

z
Cargas combinadas
Combinación decisiva
Combinación 1
0
0
∞
∞
180
9.49
y
0
160
10
16
1
2
3
4
240
30
100
8
8
1.83
0
500*
x


Hilti PROFIS Anchor
Anclajes
HIT-HY 200-A + HIT-Z
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Familia de anclaje
Anclaje
Métrica
Total
Geometría
Profundidad de emp
Familia de anclaje : HIT-HY 200-A + HIT-Z (5 items)
HIT-HY 200-A + HIT-Z M12 100 % 106
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M12 100 % 106
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16 42 % 96
HIT-HY 200-A + HIT-Z-F M16 42 % 96
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M16 42 % 96
Resultados
Método de cálculo: ETAG Bond
Datos técnicos: ETA 12/0006
Condiciones geométricas
Tamaño de placa:
Posición de placa:
Distancia a borde:
Distancia axial:
Espesor del material base:
Utilización (%)
Tracción: 32 %
Cortante: 39 %
Combinación Tracción/Cortante 42 %
Profundidad de empotramiento optimizada
Emplear selección de profundidad de empotramiento

Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

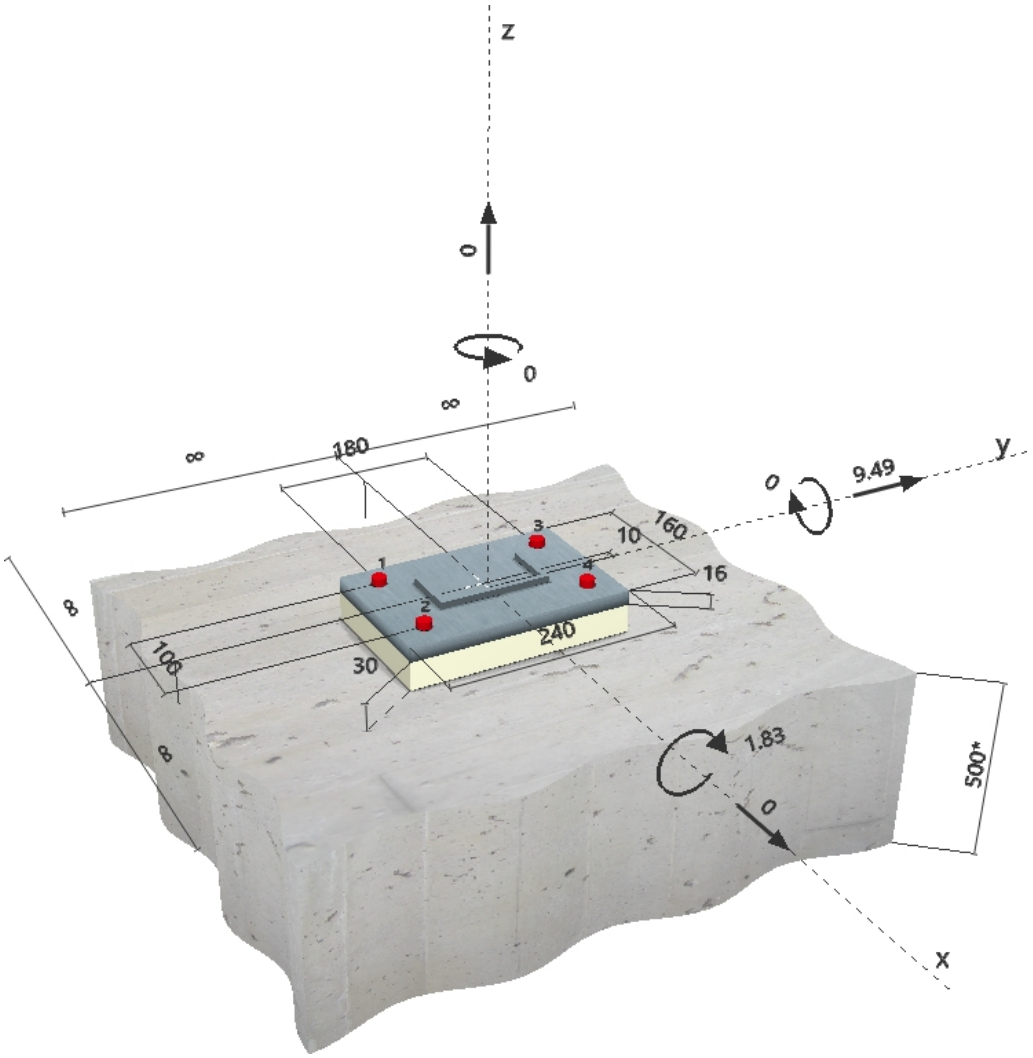
1 Insertar datos



SAFE-SET

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-HY 200-A + HIT-Z M16**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 96 mm ($h_{ef,limit}$ = 192 mm)
Material:	DIN EN ISO 4042
Homologación Nº.:	ETA 12/0006
Establecidos I Válidos:	30/05/2017 | -
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND (EOTA TR029)
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; e_b = 30 mm; t = 16 mm
	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout}$ = 30.00 N/mm^2
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 160 mm x 240 mm x 16 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado
Perfil:	Perfil U; (L x W x T x FT) = 120 mm x 60 mm x 6 mm x 6 mm
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cube}$ = 25.00 N/mm^2; h = 500 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C
Instalación:	**taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco**
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



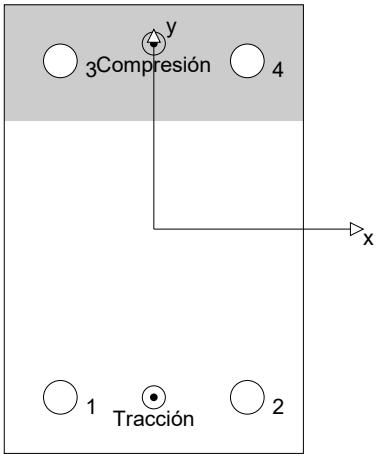
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

Página: 2
Proyecto:
Sub Proyecto I Pos. No.:
Fecha: 04/12/2017

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	4.834	2.270	0.201	2.261
2	4.834	2.493	0.201	2.484
3	0.000	2.270	-0.201	2.261
4	0.000	2.493	-0.201	2.484

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0.06 [‰]
Máxima tensión del hormigón a compresión: 1.94 [N/mm^2]
Tracción resultante en (x/y)=(0/-90): 9.669 [kN]
Compresión resultante en (x/y)=(0/99): 9.669 [kN]

3 Carga a tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	4.834	64.000	8	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	9.669	95.348	11	OK
Rotura por cono de hormigón**	9.669	30.413	32	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
96.000	1.500	64.000	4.834

3.2 Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm^2]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
111744	82944	24.00	288	144	∞
$h_{ef,Helix}$ [mm]	ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm^2]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
96	1.000	22.00	2.300	1.000	1.000
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
106.161	143.022	1.500	95.348	9.669	

3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
111744	82944	144	288		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	33.862	1.500	30.413	9.669	

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

4 Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	2.493	6.528	39	OK
Fallo por desconchamiento**	9.490	92.424	11	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

4.1 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

l [mm]	α_M
46	2.00

$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M^0_{Rk,s}$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M^0_{Rk,s} (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s})$ [kNm]
0.076	0.924	0.203	0.188

$V^M_{Rk,s} = \alpha_M * M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,V}$	$V^M_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
8.159	1.250	6.528	2.493

4.2 Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
181584	82944	144	288	2.000	7.200

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
10	0.935	0	1.000	1.000	1.000

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
33.862	1.500	92.424	9.490

5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.318	0.382	1.500	42	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

6 Desplazamientos (anclaje más solicitado)

Cargas de corto plazo:

N_{Sk} = 3.581 [kN] $\quad \delta_N$ = 0.067 [mm]

V_{Sk} = 1.846 [kN] $\quad \delta_V$ = 0.074 [mm]

δ_{NV} = 0.100 [mm]

Carga de largo plazo:

N_{Sk} = 3.581 [kN] $\quad \delta_N$ = 0.156 [mm]

V_{Sk} = 1.846 [kN] $\quad \delta_V$ = 0.111 [mm]

δ_{NV} = 0.191 [mm]

Comentarios: Desplazamientos a tracción son válidos con la mitad del par de apriete requerido no fisurado ¡Hormigón! Los desplazamientos son validos sin rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje! La holgura entre el taladro en el hormigón y en la placa no son considerados en este cálculo.

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

7 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Anchor requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Anchor calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con MEF (Métodod de Elementos Finitos) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Anchor. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- El diseño, es sólo válido si el espacio libre, en la perforación, no es mayor que el dado en la tabla 4.1. de la EOTA TR029. Para diámetros mayores, de espacio libre de perforación, ver el capítulo 1.1. de EOTA TR029.
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- No es requerida armadura de borde para evitar rotura por splitting

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

Página: 5
Proyecto:
Sub Proyecto I Pos. No.:
Fecha: 04/12/2017

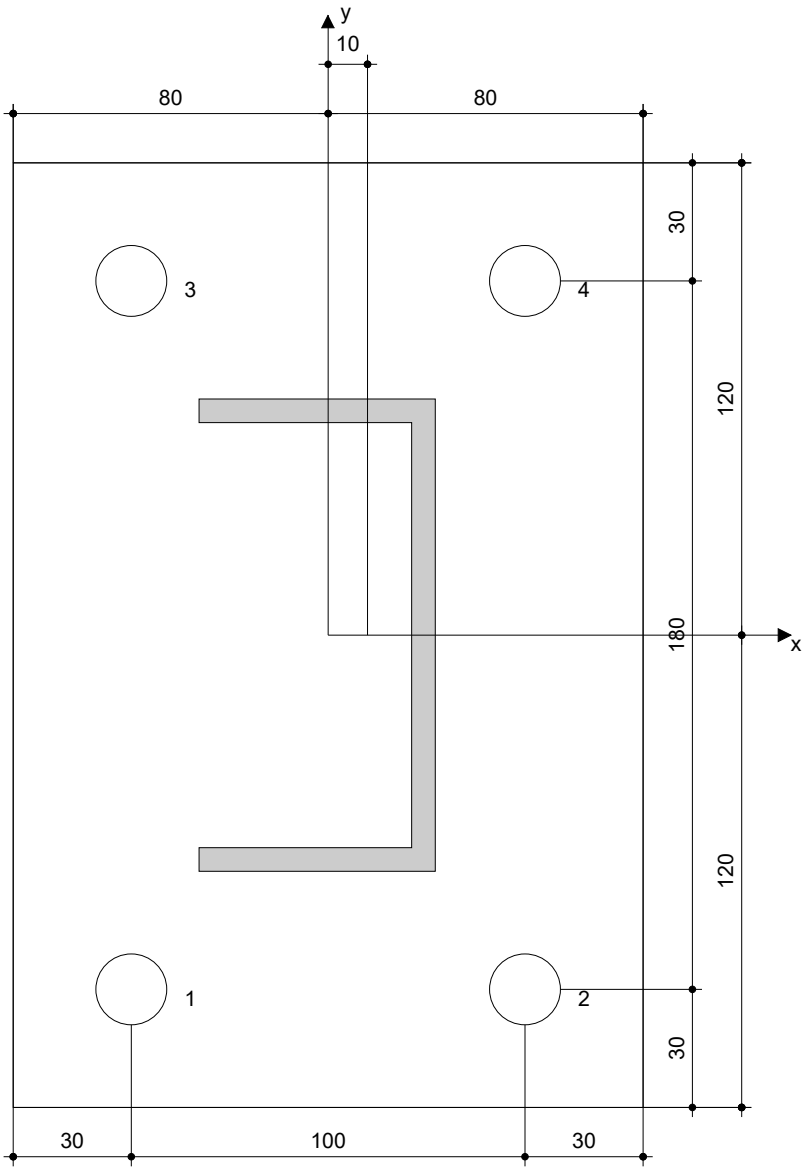
8 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: Perfil U; 120 x 60 x 6 x 6 mm
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 18 mm
Espesor de placa (introducir): 16 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Método de perforación: Martillo perforador
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Par de apriete de instalación: 0.080 kNm
Diámetro de taladro en material base: 18 mm
Profundidad de taladro (min/max): 160 mm
Mínimo espesor del material base: 196 mm

8.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Rotopercusión	• No requiere accesorios	• El sistema de inyección incluye el mezclador
• Tamaño adecuado de broca		• Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-50	-90	-	-	-	-
2	50	-90	-	-	-	-
3	-50	90	-	-	-	-
4	50	90	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:		Página:	6
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

9 Observaciones;comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de le exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.

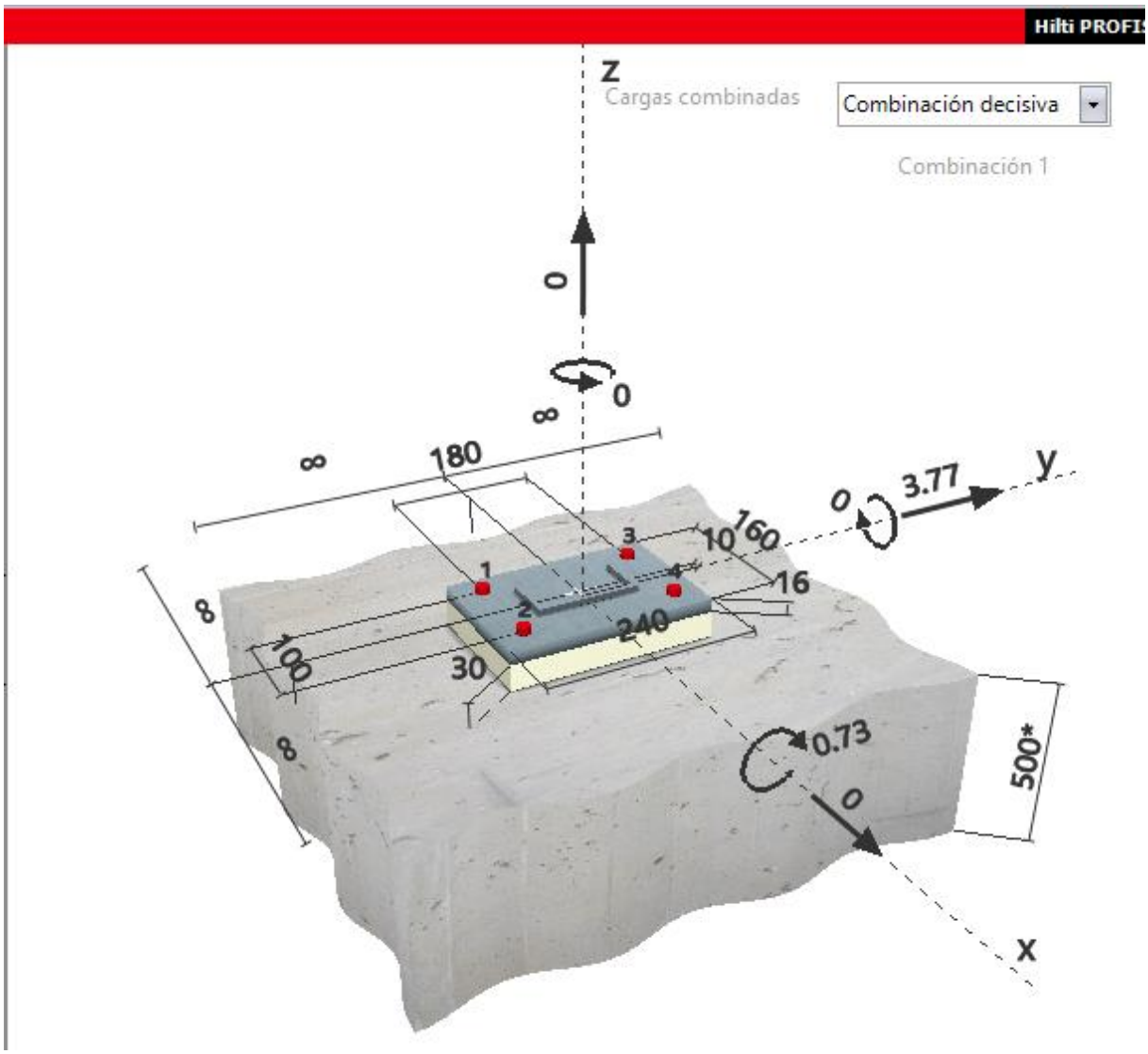
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

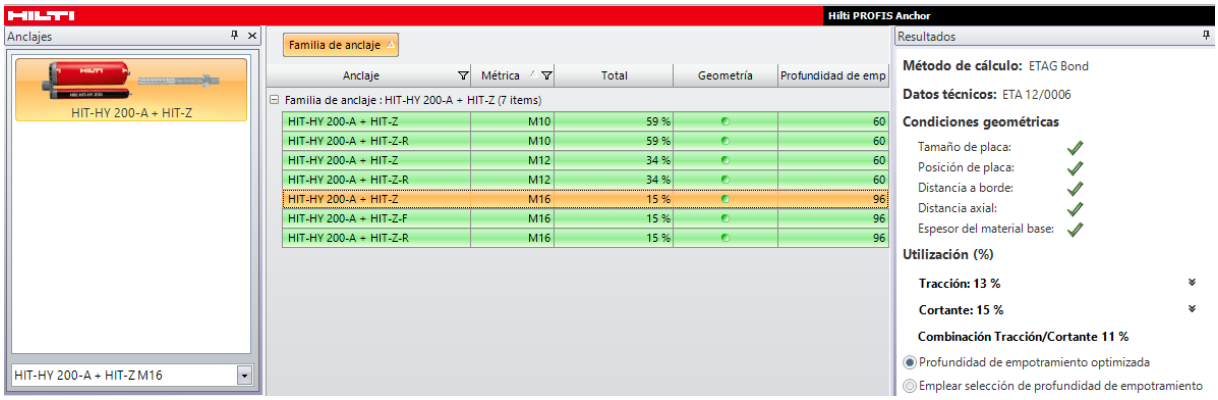
2.2.2. TUBERÍA DE 200 MM Y LUZ DE 5.50 M

Diámetro de la tuberia:	0.20	m
	200	mm
Espesor estimado del tubo:	0.003	m
	3	mm
Longitud del tramo de tubo:	5.50	m
Sección interior del tubo:	0.031	m2
Sección de tubo:	0.002	m2
Peso del agua:	1.73	kN
Peso del tubo:	0.83	kN
Peso en el apoyo:	2.55	kN
Longitud de la ménsula:	0.40	m
Distancia del apoyo a la placa base:	0.20	m

	h x b x s x t (mm)	Peso (kg/ml)	Área (cm2)	ey (cm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
Perfil elegido:	120 x 60 x 6 x 6	10.90	13.80	1.69	300.00	50.00	45.60	10.60

Peso del perfil:	0.04	kN	4.36	kg
Cortante mayorado en la placa:	3.77	kN	376.58	kg
Momento sin mayorar en la placa:	0.52	kNm	5195.03	kg cm
Momento mayorado en la placa:	0.73	kNm	7261.10	kg cm
Tensión debida al momento:			145.22	kg / cm^2
Tensión debida al cortante:			52.30	kg / cm^2
Tensión:			171.16	kg / cm^2
Tensión de comparación:			2000.00	kg / cm^2

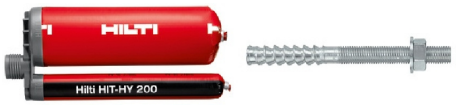

Hilti PROFIS
Z
Cargas combinadas
Combinación decisiva
Combinación 1
0
0
∞
∞
180
3.77
y
0
160
10
16
1
2
3
4
240
30
100
∞
∞
0.73
0
500*
X


HILTI
Hilti PROFIS Anchor
Anclajes
HIT-HY 200-A + HIT-Z
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Familia de anclaje
Anclaje
Métrica
Total
Geometría
Profundidad de emp
Familia de anclaje : HIT-HY 200-A + HIT-Z (7 items)
HIT-HY 200-A + HIT-Z M10 59 % 60
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M10 59 % 60
HIT-HY 200-A + HIT-Z M12 34 % 60
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M12 34 % 60
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16 15 % 96
HIT-HY 200-A + HIT-Z-F M16 15 % 96
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M16 15 % 96
Resultados
Método de cálculo: ETAG Bond
Datos técnicos: ETA 12/0006
Condiciones geométricas
Tamaño de placa:
Posición de placa:
Distancia a borde:
Distancia axial:
Espesor del material base:
Utilización (%)
Tracción: 13 %
Cortante: 15 %
Combinación Tracción/Cortante 11 %
Profundidad de empotramiento optimizada
Emplear selección de profundidad de empotramiento

Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

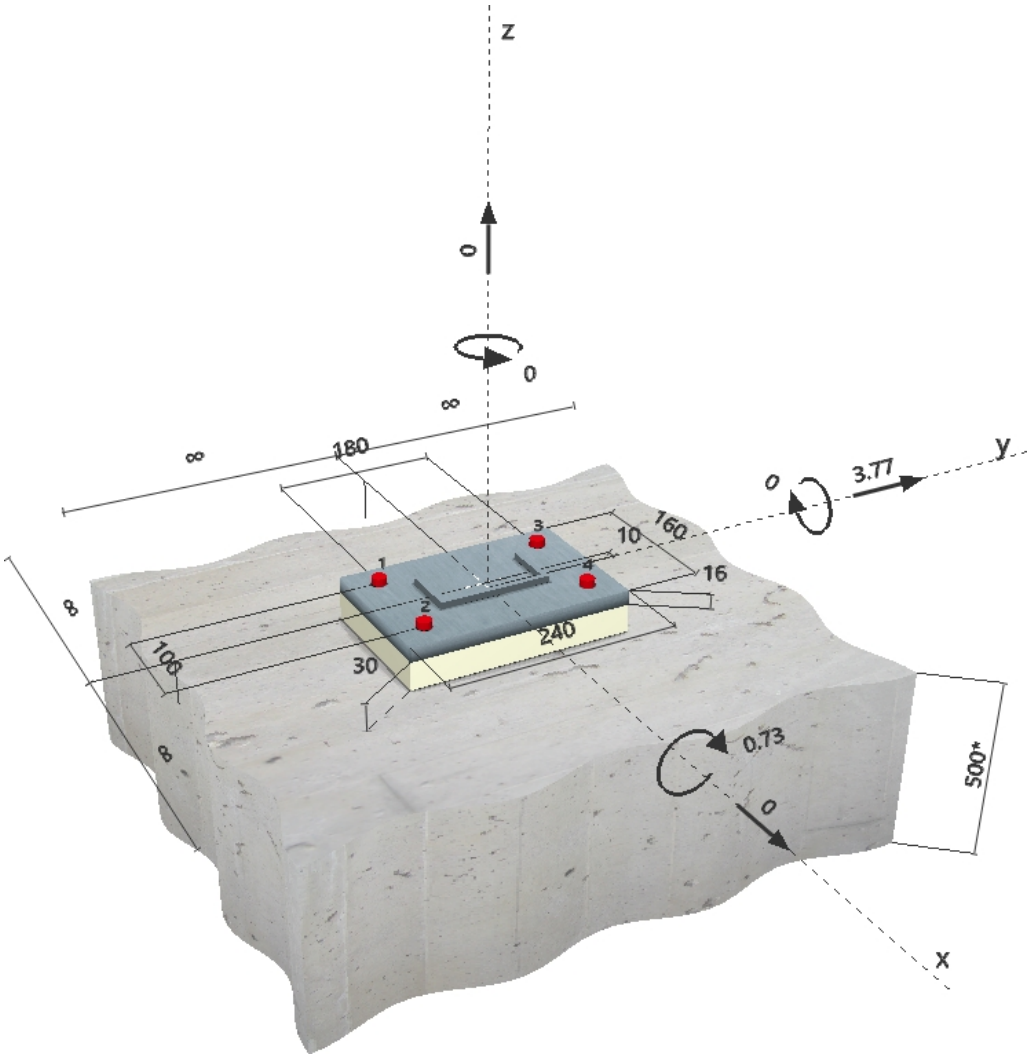
Comentarios del proyectista :

1 Insertar datos



Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-HY 200-A + HIT-Z M16**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 96 mm ($h_{ef,limit}$ = 192 mm)
Material:	DIN EN ISO 4042
Homologación Nº.:	ETA 12/0006
Establecidos I Válidos:	30/05/2017 | -
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND (EOTA TR029)
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; e_b = 30 mm; t = 16 mm
	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout}$ = 30.00 N/mm^2
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 160 mm x 240 mm x 16 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado
Perfil:	Perfil U; (L x W x T x FT) = 120 mm x 60 mm x 6 mm x 6 mm
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cube}$ = 25.00 N/mm^2; h = 500 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C
Instalación:	**taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco**
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



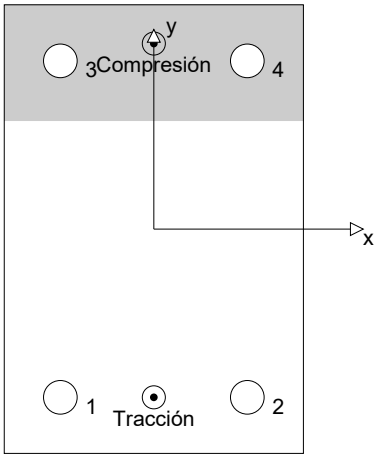
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

Página: 2
Proyecto:
Sub Proyecto I Pos. No.:
Fecha: 04/12/2017

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	1.928	0.902	0.080	0.898
2	1.928	0.990	0.080	0.987
3	0.000	0.902	-0.080	0.898
4	0.000	0.990	-0.080	0.987

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0.03 [‰]
Máxima tensión del hormigón a compresión: 0.78 [N/mm^2]
Tracción resultante en (x/y)=(0/-90): 3.857 [kN]
Compresión resultante en (x/y)=(0/99): 3.857 [kN]

3 Carga a tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	1.928	64.000	4	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	3.857	95.348	5	OK
Rotura por cono de hormigón**	3.857	30.413	13	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
96.000	1.500	64.000	1.928

3.2 Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm^2]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
111744	82944	24.00	288	144	∞
$h_{ef,Helix}$ [mm]	ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm^2]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
96	1.000	22.00	2.300	1.000	1.000
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
106.161	143.022	1.500	95.348	3.857	

3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
111744	82944	144	288		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	33.862	1.500	30.413	3.857	

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

4 Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	0.990	6.848	15	OK
Fallo por desconchamiento**	3.770	92.424	5	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

4.1 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

l [mm]	α_M
46	2.00

$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M^0_{Rk,s}$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M^0_{Rk,s} (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s})$ [kNm]
0.030	0.970	0.203	0.197

$V^M_{Rk,s} = \alpha_M * M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,V}$	$V^M_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
8.560	1.250	6.848	0.990

4.2 Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
181584	82944	144	288	2.000	7.200

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
10	0.935	0	1.000	1.000	1.000

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
33.862	1.500	92.424	3.770

5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.127	0.145	1.500	11	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

6 Desplazamientos (anclaje más solicitado)

Cargas de corto plazo:

N_{Sk} = 1.428 [kN]
V_{Sk} = 0.733 [kN]

δ_N = 0.027 [mm]
δ_V = 0.029 [mm]
δ_{NV} = 0.040 [mm]

Carga de largo plazo:

N_{Sk} = 1.428 [kN]
V_{Sk} = 0.733 [kN]

δ_N = 0.062 [mm]
δ_V = 0.044 [mm]
δ_{NV} = 0.076 [mm]

Comentarios: Desplazamientos a tracción son válidos con la mitad del par de apriete requerido no fisurado ¡Hormigón! Los desplazamientos son validos sin rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje! La holgura entre el taladro en el hormigón y en la placa no son considerados en este cálculo.

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

7 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Anchor requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Anchor calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con MEF (Métodod de Elementos Finitos) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Anchor. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- El diseño, es sólo válido si el espacio libre, en la perforación, no es mayor que el dado en la tabla 4.1. de la EOTA TR029. Para diámetros mayores, de espacio libre de perforación, ver el capítulo 1.1. de EOTA TR029.
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- No es requerida armadura de borde para evitar rotura por splitting

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

Página: 5
Proyecto:
Sub Proyecto I Pos. No.:
Fecha: 04/12/2017

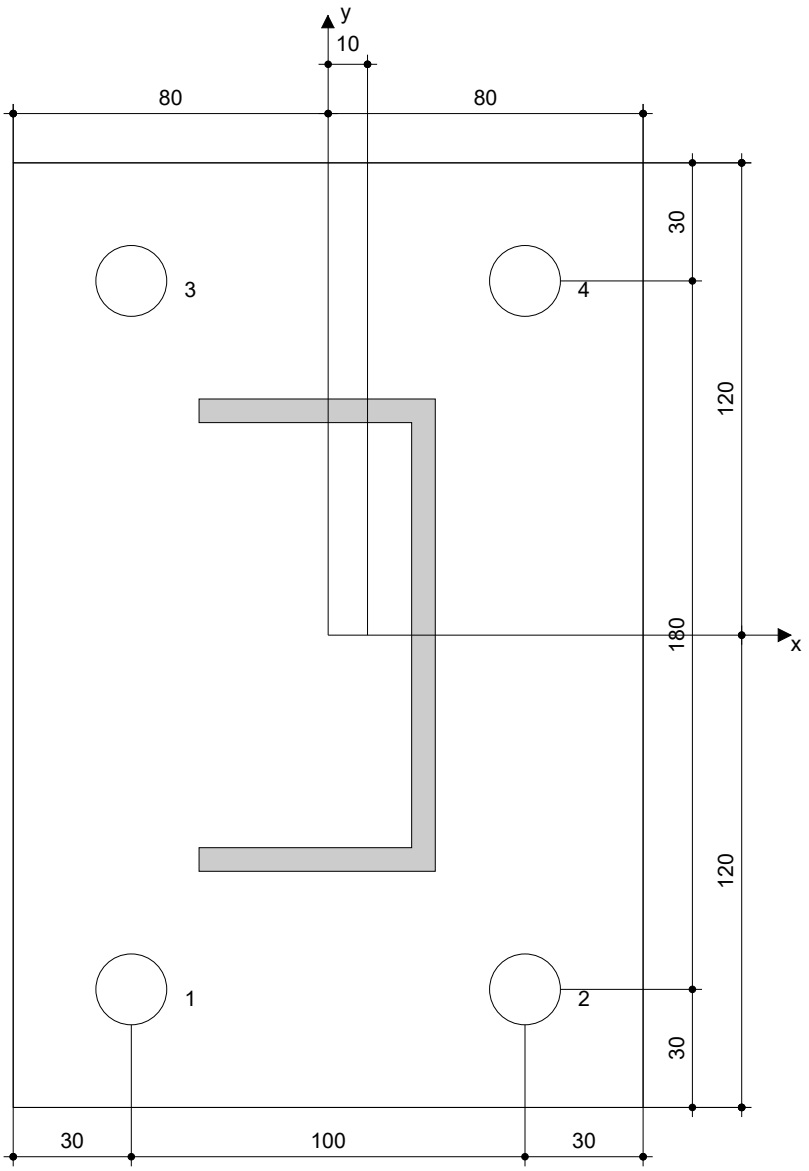
8 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: Perfil U; 120 x 60 x 6 x 6 mm
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 18 mm
Espesor de placa (introducir): 16 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Método de perforación: Martillo perforador
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Par de apriete de instalación: 0.080 kNm
Diámetro de taladro en material base: 18 mm
Profundidad de taladro (min/max): 160 mm
Mínimo espesor del material base: 196 mm

8.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Rotopercusión	• No requiere accesorios	• El sistema de inyección incluye el mezclador
• Tamaño adecuado de broca		• Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-50	-90	-	-	-	-
2	50	-90	-	-	-	-
3	-50	90	-	-	-	-
4	50	90	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:		Página:	6
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

9 Observaciones;comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de le exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.

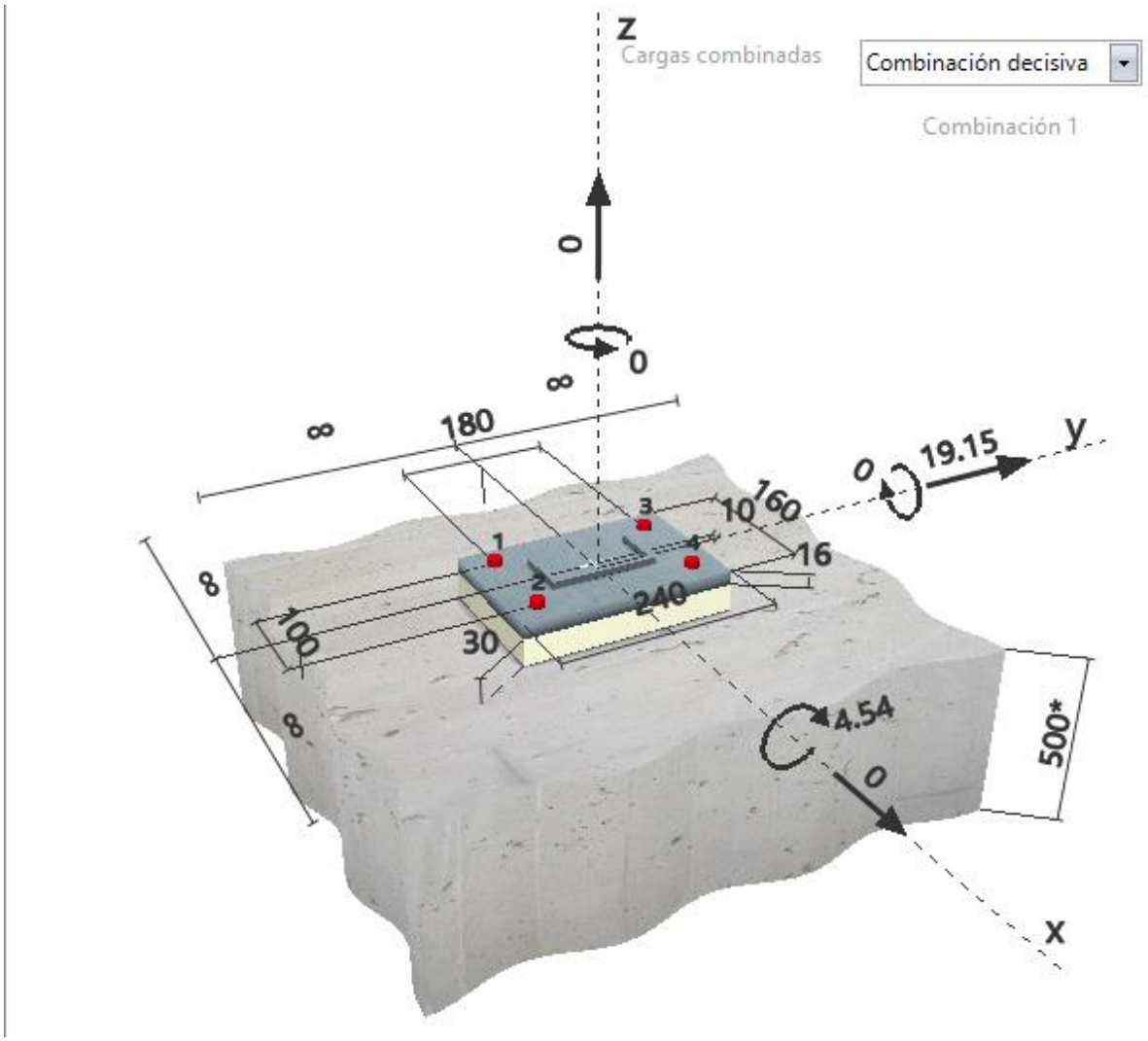
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

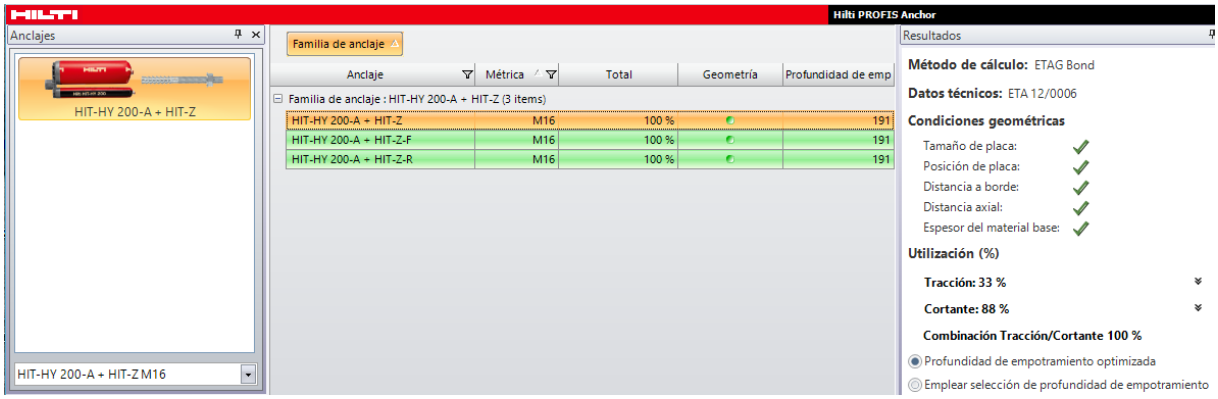
2.2.3. TUBERÍA DE 300 MM Y LUZ DE 14.00 M

Diámetro de la tuberia:	0.30	m
	300	mm
Espesor estimado del tubo:	0.003	m
	3	mm
Longitud del tramo de tubo:	14.00	m
Sección interior del tubo:	0.071	m2
Sección de tubo:	0.003	m2
Peso del agua:	9.90	kN
Peso del tubo:	3.14	kN
Peso en el apoyo:	13.03	kN
Longitud de la ménsula:	0.50	m
Distancia del apoyo a la placa base:	0.25	m

	h x b x s x t (mm)	Peso (kg/ml)	Área (cm2)	ey (cm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
Perfil elegido:	120 x 60 x 6 x 6	10.90	13.80	1.69	300.00	50.00	45.60	10.60

Peso del perfil:	0.05	kN	5.45	kg
Cortante mayorado en la placa:	19.15	kN	1915.45	kg
Momento sin mayorar en la placa:	3.27	kNm	32722.35	kg cm
Momento mayorado en la placa:	4.54	kNm	45352.08	kg cm
Tensión debida al momento:			907.04	kg / cm^2
Tensión debida al cortante:			266.03	kg / cm^2
Tensión:			1017.37	kg / cm^2
Tensión de comparación:			2000.00	kg / cm^2

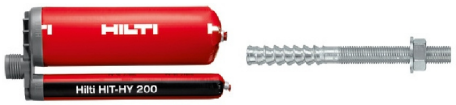

Z
Cargas combinadas
Combinación decisiva
Combinación 1
0
0
∞
∞
180
19.15
y
0
160
10
16
1
2
3
4
8
100
30
240
8
4.54
0
500*
X


Hilti PROFIS Anchor
Anclajes
HIT-HY 200-A + HIT-Z
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Familia de anclaje
Anclaje
Métrica
Total
Geometría
Profundidad de emp
Familia de anclaje : HIT-HY 200-A + HIT-Z (3 items)
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16 100 % 191
HIT-HY 200-A + HIT-Z-F M16 100 % 191
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M16 100 % 191
Resultados
Método de cálculo: ETAG Bond
Datos técnicos: ETA 12/0006
Condiciones geométricas
Tamaño de placa:
Posición de placa:
Distancia a borde:
Distancia axial:
Espesor del material base:
Utilización (%)
Tracción: 33 %
Cortante: 88 %
Combinación Tracción/Cortante 100 %
Profundidad de empotramiento optimizada
Emplear selección de profundidad de empotramiento

Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

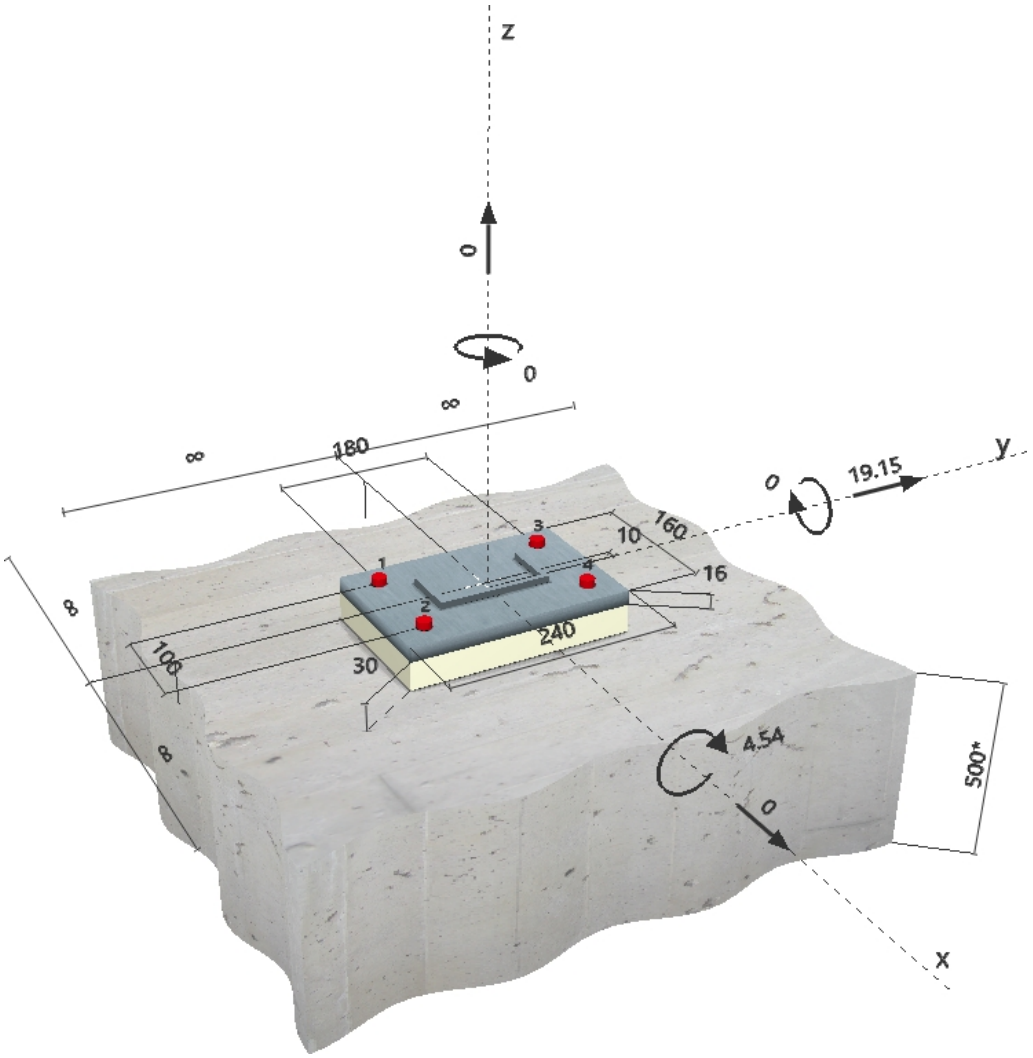
1 Insertar datos



SAFE-SET

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-HY 200-A + HIT-Z M16**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 191 mm ($h_{ef,limit}$ = 192 mm)
Material:	DIN EN ISO 4042
Homologación Nº.:	ETA 12/0006
Establecidos I Válidos:	30/05/2017 | -
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND (EOTA TR029)
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; e_b = 30 mm; t = 16 mm
	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout}$ = 30.00 N/mm^2
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 160 mm x 240 mm x 16 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado
Perfil:	Perfil U; (L x W x T x FT) = 120 mm x 60 mm x 6 mm x 6 mm
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cube}$ = 25.00 N/mm^2; h = 500 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C
Instalación:	**taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco**
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]

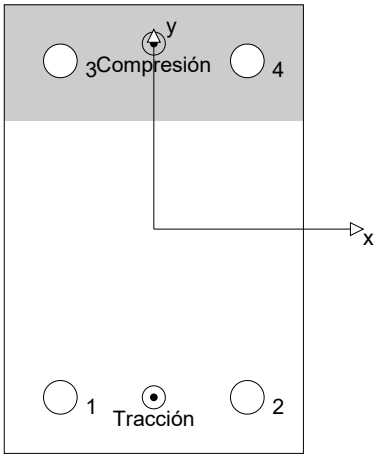


¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	11.993	4.580	0.406	4.562
2	11.993	5.030	0.406	5.013
3	0.000	4.580	-0.406	4.562
4	0.000	5.030	-0.406	5.013

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0.16 [‰]
Máxima tensión del hormigón a compresión: 4.82 [N/mm^2]
Tracción resultante en (x/y)=(0/-90): 23.987 [kN]
Compresión resultante en (x/y)=(0/99): 23.987 [kN]

3 Carga a tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	11.993	64.000	19	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	23.987	95.348	26	OK
Rotura por cono de hormigón**	23.987	74.408	33	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	23.987	89.208	27	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
96.000	1.500	64.000	11.993

3.2 Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm^2]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
111744	82944	24.00	288	144	∞
$h_{ef,Helix}$ [mm]	ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm^2]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
96	1.000	22.00	2.300	1.000	1.000
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
106.161	143.022	1.500	95.348	23.987	

3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
385629	328329	287	573		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	95.028	1.500	74.408	23.987	

3.4 Fallo por fisuración (Splitting)

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
385629	328329	287	573	1.199		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	7.200
$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Sd} [kN]			
95.028	1.500	89.208	23.987			

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

4 Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	5.030	5.738	88	OK
Fallo por desconchamiento**	19.150	188.970	11	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

4.1 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

l [mm]	α_M
46	2.00

$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M^0_{Rk,s}$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M^0_{Rk,s} (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s})$ [kNm]
0.187	0.813	0.203	0.165

$V^M_{Rk,s} = \alpha_M * M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,V}$	$V^M_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
7.172	1.250	5.738	5.030

4.2 Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
506769	328329	287	573	2.000	7.200

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
10	0.966	0	1.000	1.000	1.000

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
95.028	1.500	188.970	19.150

5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.322	0.877	1.000	100	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1.0$

6 Desplazamientos (anclaje más solicitado)

Cargas de corto plazo:

N_{Sk} = 8.884 [kN]
V_{Sk} = 3.726 [kN]

δ_N = 0.083 [mm]
δ_V = 0.149 [mm]
δ_{NV} = 0.171 [mm]

Carga de largo plazo:

N_{Sk} = 8.884 [kN]
V_{Sk} = 3.726 [kN]

δ_N = 0.194 [mm]
δ_V = 0.224 [mm]
δ_{NV} = 0.296 [mm]

Comentarios: Desplazamientos a tracción son válidos con la mitad del par de apriete requerido no fisurado ¡Hormigón! Los desplazamientos son validos sin rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje! La holgura entre el taladro en el hormigón y en la placa no son considerados en este cálculo.

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

7 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Anchor requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Anchor calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con MEF (Métodod de Elementos Finitos) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Anchor. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- El diseño, es sólo válido si el espacio libre, en la perforación, no es mayor que el dado en la tabla 4.1. de la EOTA TR029. Para diámetros mayores, de espacio libre de perforación, ver el capítulo 1.1. de EOTA TR029.
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- No es requerida armadura de borde para evitar rotura por splitting

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

Página: 5
Proyecto:
Sub Proyecto I Pos. No.:
Fecha: 04/12/2017

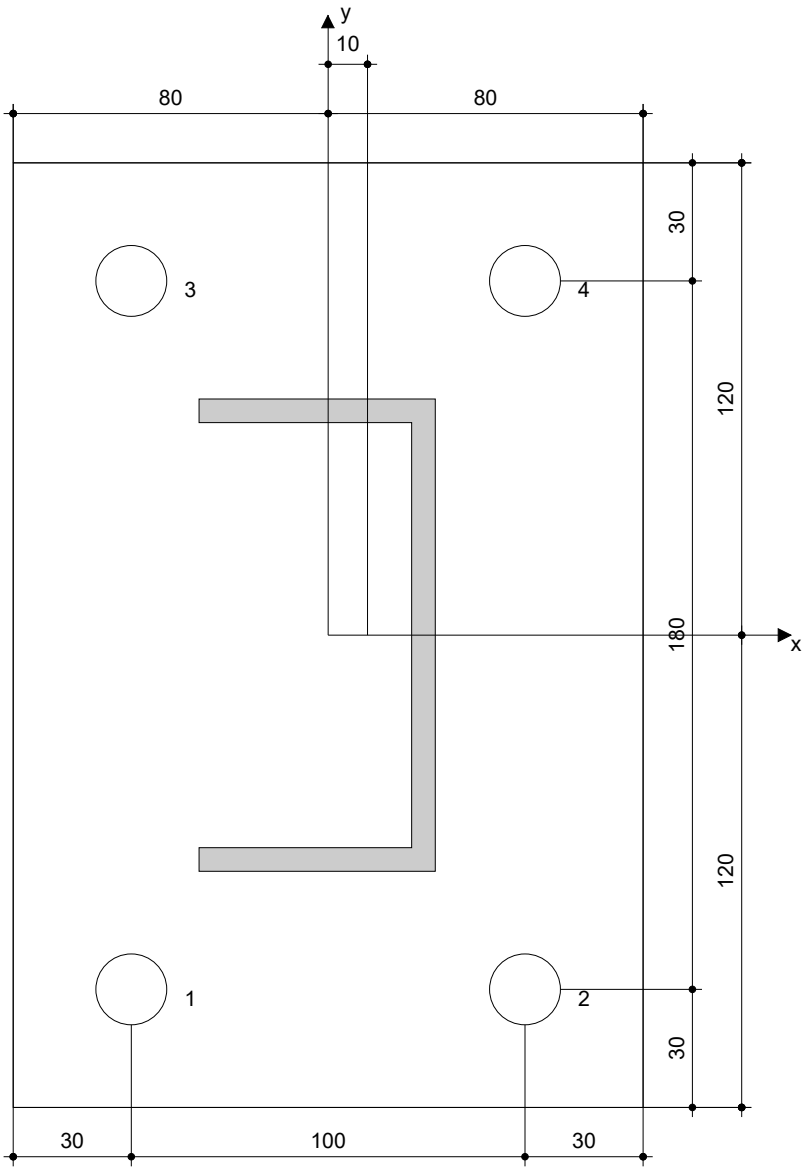
8 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: Perfil U; 120 x 60 x 6 x 6 mm
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 18 mm
Espesor de placa (introducir): 16 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Método de perforación: Martillo perforador
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Par de apriete de instalación: 0.080 kNm
Diámetro de taladro en material base: 18 mm
Profundidad de taladro (min/max): 255 mm
Mínimo espesor del material base: 291 mm

8.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Rotopercusión	• No requiere accesorios	• El sistema de inyección incluye el mezclador
• Tamaño adecuado de broca		• Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-50	-90	-	-	-	-
2	50	-90	-	-	-	-
3	-50	90	-	-	-	-
4	50	90	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:		Página:	6
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

9 Observaciones;comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de le exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.

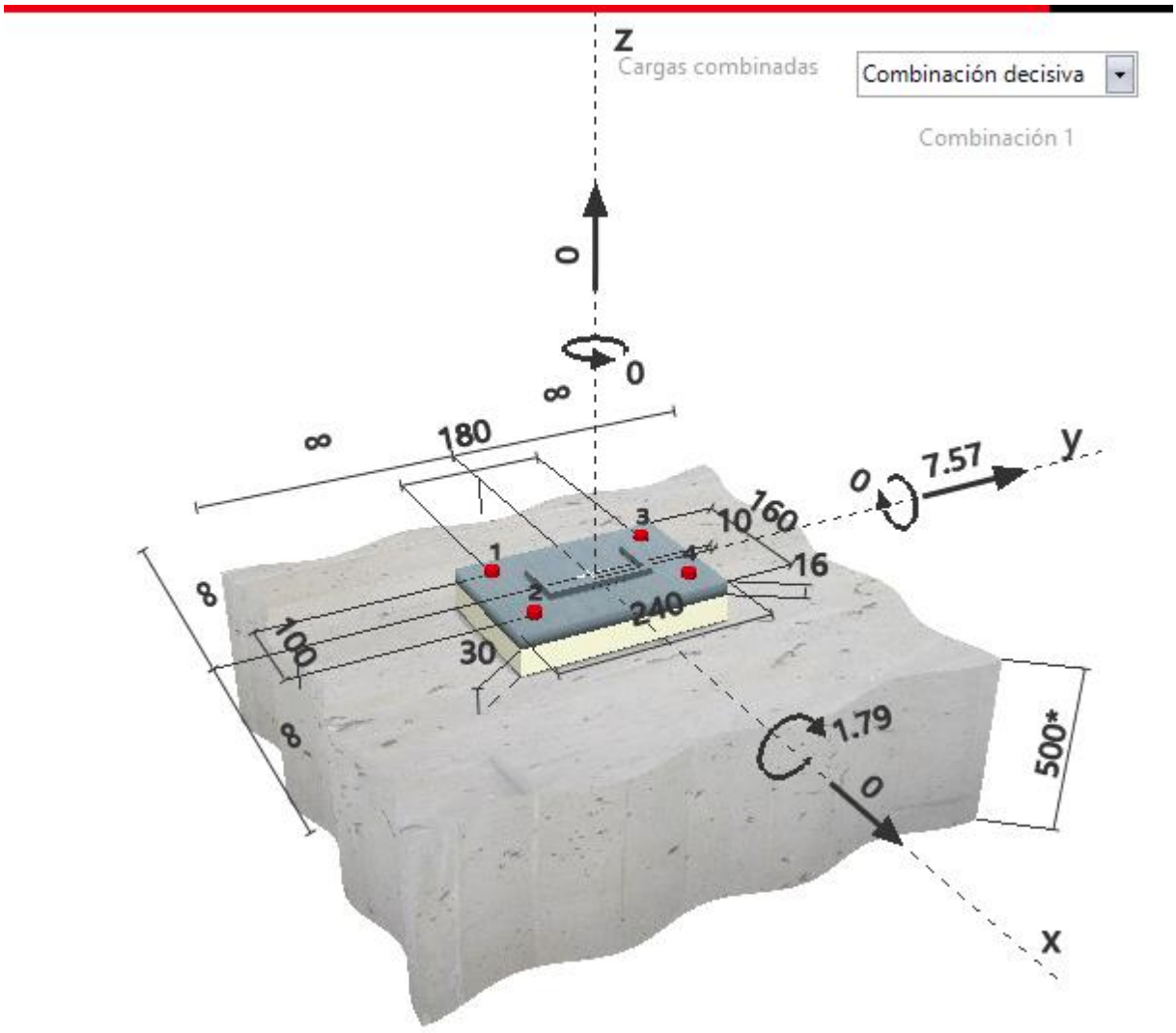
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

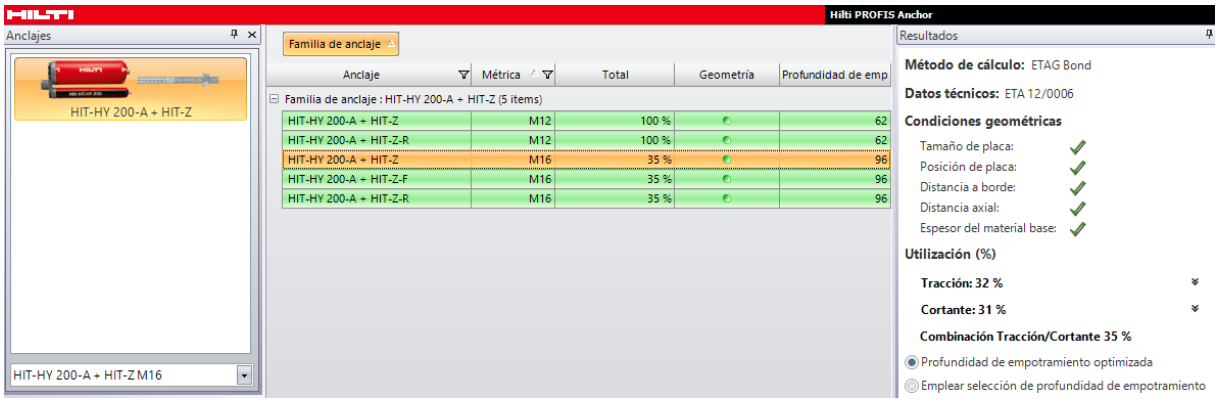
2.2.4. TUBERÍA DE 300 MM Y LUZ DE 5.50 M

Diámetro de la tuberia:	0.30	m	
	300	mm	
Espesor estimado del tubo:	0.003	m	
	3	mm	
Longitud del tramo de tubo:	5.50	m	
Sección interior del tubo:	0.071	m2	
Sección de tubo:	0.003	m2	
Peso del agua:	3.89	kN	
Peso del tubo:	1.23	kN	
Peso en el apoyo:	5.12	kN	
Longitud de la ménsula:	0.50	m	
Distancia del apoyo a la placa base:	0.25	m	

	h x b x s x t (mm)	Peso (kg/ml)	Área (cm2)	ey (cm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
Perfil elegido:	120 x 60 x 6 x 6	10.90	13.80	1.69	300.00	50.00	45.60	10.60

Peso del perfil:	0.05	kN	5.45	kg
Cortante mayorado en la placa:	7.57	kN	756.96	kg
Momento sin mayorar en la placa:	1.29	kNm	12937.93	kg cm
Momento mayorado en la placa:	1.79	kNm	17928.56	kg cm
Tensión debida al momento:			358.57	kg / cm^2
Tensión debida al cortante:			105.13	kg / cm^2
Tensión:			402.16	kg / cm^2
Tensión de comparación:			2000.00	kg / cm^2

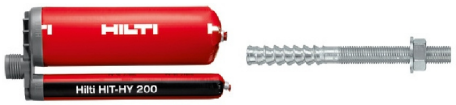

Z
Cargas combinadas
Combinación decisiva
Combinación 1
0
0
∞
∞
180
7.57
y
0
160
10
16
1
2
3
4
240
30
100
∞
∞
1.79
0
500*
X


HILTI
Hilti PROFIS Anchor
Anclajes
HIT-HY 200-A + HIT-Z
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Familia de anclaje
Anclaje
Métrica
Total
Geometría
Profundidad de emp
Familia de anclaje : HIT-HY 200-A + HIT-Z (5 items)
HIT-HY 200-A + HIT-Z M12 100 % 62
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M12 100 % 62
HIT-HY 200-A + HIT-Z M16 35 % 96
HIT-HY 200-A + HIT-Z-F M16 35 % 96
HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M16 35 % 96
Resultados
Método de cálculo: ETAG Bond
Datos técnicos: ETA 12/0006
Condiciones geométricas
Tamaño de placa:
Posición de placa:
Distancia a borde:
Distancia axial:
Espesor del material base:
Utilización (%)
Tracción: 32 %
Cortante: 31 %
Combinación Tracción/Cortante 35 %
Profundidad de empotramiento optimizada
Emplear selección de profundidad de empotramiento

Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

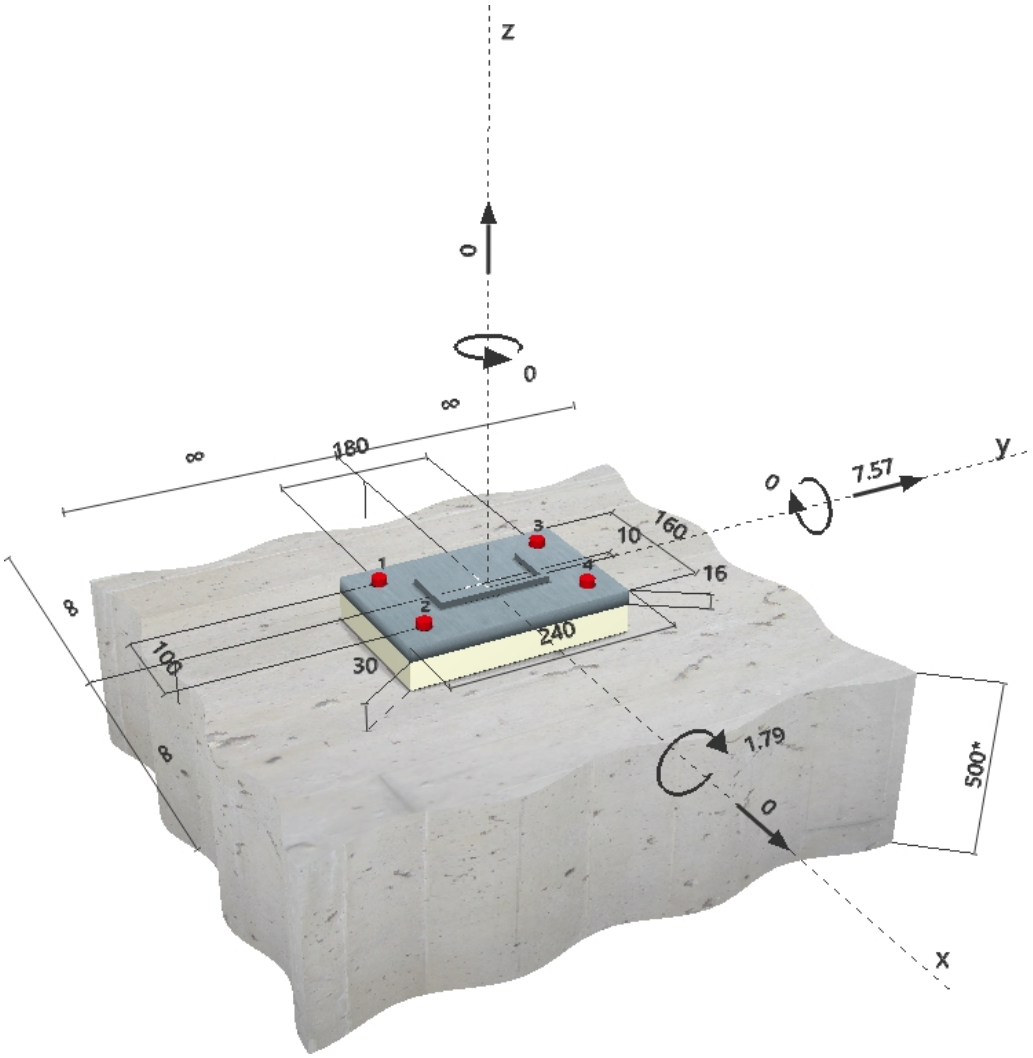
1 Insertar datos



SAFE-SET

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-HY 200-A + HIT-Z M16**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 96 mm ($h_{ef,limit}$ = 192 mm)
Material:	DIN EN ISO 4042
Homologación Nº.:	ETA 12/0006
Establecidos I Válidos:	30/05/2017 | -
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND (EOTA TR029)
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; e_b = 30 mm; t = 16 mm
	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout}$ = 30.00 N/mm^2
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 160 mm x 240 mm x 16 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado
Perfil:	Perfil U; (L x W x T x FT) = 120 mm x 60 mm x 6 mm x 6 mm
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cube}$ = 25.00 N/mm^2; h = 500 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C
Instalación:	**taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco**
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]

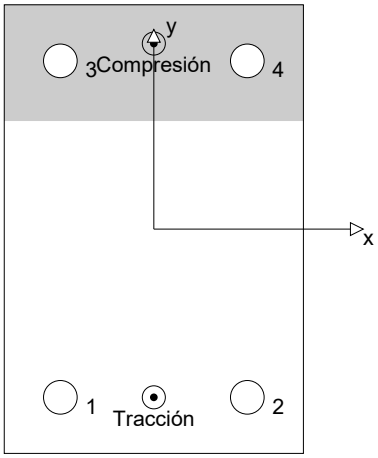


¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	4.729	1.810	0.161	1.803
2	4.729	1.988	0.161	1.982
3	0.000	1.810	-0.161	1.803
4	0.000	1.988	-0.161	1.982

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0.06 [‰]
Máxima tensión del hormigón a compresión: 1.90 [N/mm^2]
Tracción resultante en (x/y)=(0/-90): 9.457 [kN]
Compresión resultante en (x/y)=(0/99): 9.457 [kN]

3 Carga a tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	4.729	64.000	8	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	9.457	95.348	10	OK
Rotura por cono de hormigón**	9.457	30.413	32	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
96.000	1.500	64.000	4.729

3.2 Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm^2]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
111744	82944	24.00	288	144	∞
$h_{ef,Helix}$ [mm]	ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm^2]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
96	1.000	22.00	2.300	1.000	1.000
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
106.161	143.022	1.500	95.348	9.457	

3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
111744	82944	144	288		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	33.862	1.500	30.413	9.457	

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

4 Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	1.988	6.539	31	OK
Fallo por desconchamiento**	7.570	92.424	9	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

4.1 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

l [mm]	α_M
46	2.00

$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M^0_{Rk,s}$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M^0_{Rk,s} (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s})$ [kNm]
0.074	0.926	0.203	0.188

$V^M_{Rk,s} = \alpha_M * M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,V}$	$V^M_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
8.174	1.250	6.539	1.988

4.2 Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
181584	82944	144	288	2.000	7.200

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
10	0.935	0	1.000	1.000	1.000

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
33.862	1.500	92.424	7.570

5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.311	0.304	1.500	35	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

6 Desplazamientos (anclaje más solicitado)

Cargas de corto plazo:

N_{Sk} = 3.503 [kN]
V_{Sk} = 1.473 [kN]

δ_N = 0.065 [mm]
δ_V = 0.059 [mm]
δ_{NV} = 0.088 [mm]

Carga de largo plazo:

N_{Sk} = 3.503 [kN]
V_{Sk} = 1.473 [kN]

δ_N = 0.152 [mm]
δ_V = 0.088 [mm]
δ_{NV} = 0.176 [mm]

Comentarios: Desplazamientos a tracción son válidos con la mitad del par de apriete requerido no fisurado ¡Hormigón! Los desplazamientos son validos sin rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje! La holgura entre el taladro en el hormigón y en la placa no son considerados en este cálculo.

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

7 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Anchor requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Anchor calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con MEF (Métodod de Elementos Finitos) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Anchor. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- El diseño, es sólo válido si el espacio libre, en la perforación, no es mayor que el dado en la tabla 4.1. de la EOTA TR029. Para diámetros mayores, de espacio libre de perforación, ver el capítulo 1.1. de EOTA TR029.
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- No es requerida armadura de borde para evitar rotura por splitting

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

Página: 5
Proyecto:
Sub Proyecto I Pos. No.:
Fecha: 04/12/2017

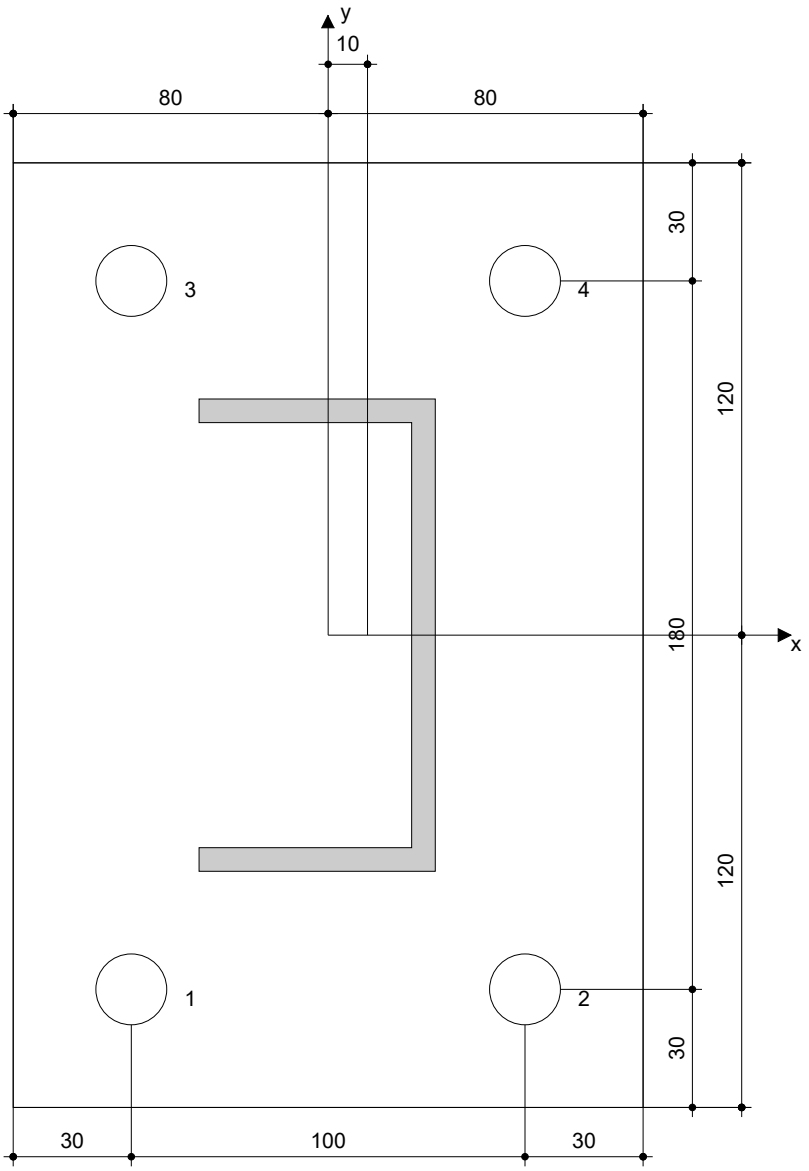
8 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: Perfil U; 120 x 60 x 6 x 6 mm
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 18 mm
Espesor de placa (introducir): 16 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Método de perforación: Martillo perforador
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-HY 200-A + HIT-Z M16
Par de apriete de instalación: 0.080 kNm
Diámetro de taladro en material base: 18 mm
Profundidad de taladro (min/max): 160 mm
Mínimo espesor del material base: 196 mm

8.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Rotopercusión	• No requiere accesorios	• El sistema de inyección incluye el mezclador
• Tamaño adecuado de broca		• Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-50	-90	-	-	-	-
2	50	-90	-	-	-	-
3	-50	90	-	-	-	-
4	50	90	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:		Página:	6
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	04/12/2017
E-mail:			

9 Observaciones;comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de le exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.

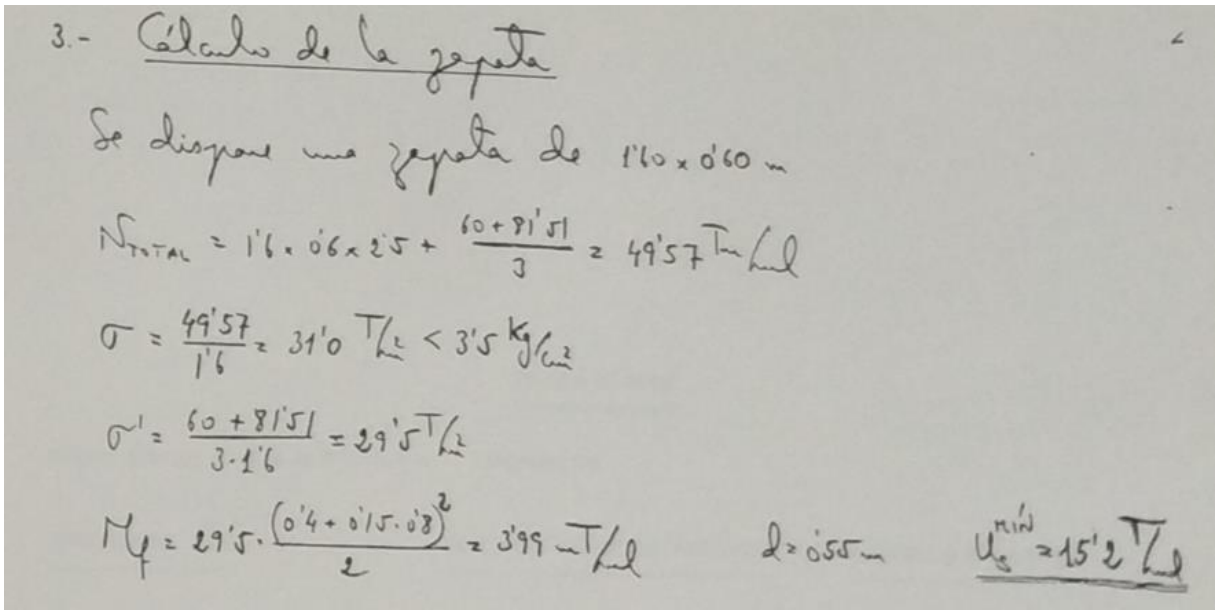
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

2.3. EFECTO DE LA TUBERÍA SOBRE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

De acuerdo con lo anterior, el anclaje de la tubería sobre la estructura existente introduce los siguientes esfuerzos en la misma:

- Reacción debida al peso de la tubería en el apoyo: la pero situación corresponde al tramo de tubería de 300 mm. Si, ante la incertidumbre de donde se posicionarán los apoyos sobre la aleta, adoptamos una longitud tributaria de 14,00 m, el valor de la reacción vertical trasmitida al estribo es de: 13,03 kN = 1,30 T.

- De acuerdo con el anejo de cálculo del proyecto de ampliación, la tensión en la zapata del estribo sobre la que apoyaría la tubería es de 31,0 T/m^2 = 3,1 kg/cm^2, inferior a los 3,5 kg/cm^2 establecidos en el cálculo como tensión admisible en el apoyo en roca.


3.- Cálculo de la zapata

Se dispone una zapata de 1'60 x 0'60 m

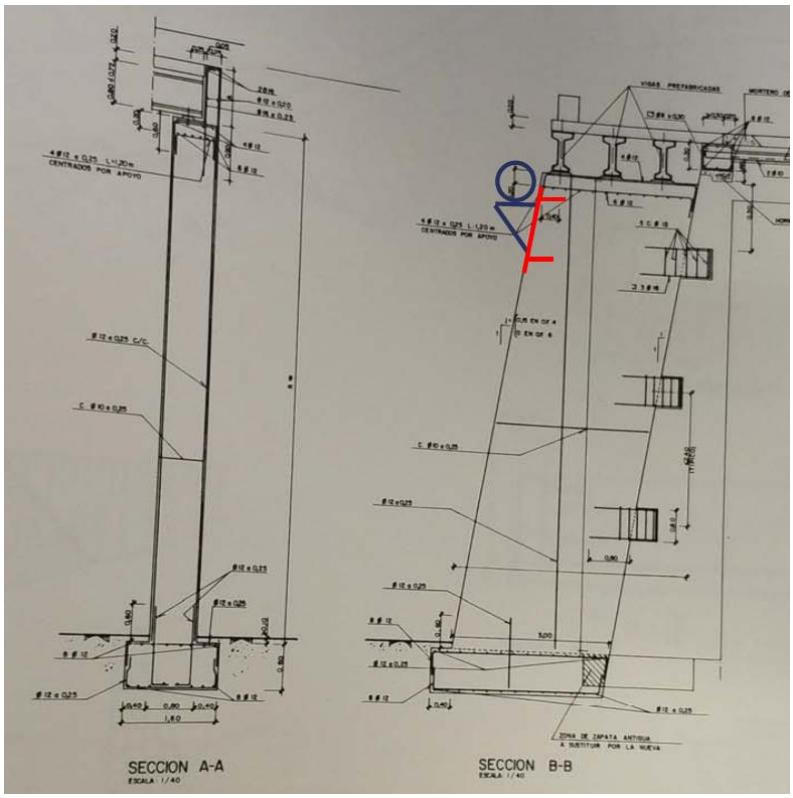
$N_{TOTAL} = 1'6 \times 0'6 \times 2'5 + \frac{60 + 81'51}{3} = 49'57$ T/ml

$\sigma = \frac{49'57}{1'6} = 31'0$ T/m^2 < 3'5 kg/cm^2

$\sigma' = \frac{60 + 81'51}{3 \cdot 1'6} = 29'5$ T/m^2

$M_y = 29'5 \cdot \frac{(0'4 + 0'15 \cdot 0'8)^2}{2} = 3'99$ mT/ml $l = 0'55$ m $U_s^{min} = 15'2$ T/ml

- Si aplicamos el valor de la reacción de la tubería el incremento de tensión en el terreno es: 1,3 / 1,6 = 0,81 T/ m^2, es decir, supone un incremento de 0,08 kg/cm^2, y, por tanto, la nueva tensión sería de 3,18 kg/cm^2, inferior a los 3,5 kg/cm^2 establecidos en el cálculo como tensión admisible en el apoyo en roca. (Además, debemos tener en cuenta que estamos repartiendo la carga de la tubería en 1,00 m de ancho, cuando realmente la carga se "abrirá", repartiéndose en los 3,00 m de ancho que tiene la zapata).



En cuanto al valor de los momentos introducidos por la carga de la tubería, son despreciables y de signo contrario a los generados por las reacciones de las vigas doble T, por tanto, de efecto favorable, por lo que no introducen esfuerzos adicionales sobre el nuevo estribo existente.