



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PARA PASOS INFERIORES. PASO INFERIOR BAJO CARRETERA EN LA AUTOVÍA DE MASCARA (ARGELIA).



ANEJO Nº3.-CÁLCULOS

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PARA PASOS INFERIORES. PASO INFERIOR BAJO CARRETERA EN LA AUTOVÍA DE MASCARA (ARGELIA).

ÍNDICE

1.	OBJETO	4
2.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	4
3.	BASES DE CÁLCULO	6
3.1.	NORMATIVA APLICADA	6
3.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	6
3.3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	7
3.4.	DURABILIDAD	7
3.5.	ACCIONES	8
3.5.1.	Acciones permanentes de valor constante (G_k)	8
3.5.2.	Acciones permanentes de valor no constante (G_k^*)	8
3.5.3.	Acciones variables (Q_k)	10
3.5.4.	Acciones accidentales: Acción sísmica (A)	10
3.6.	COMBINACIÓN DE ACCIONES	10
3.6.1.	Procedimiento de análisis y dimensionamiento	10
3.6.2.	Hipótesis de carga	12
4.	MODELO DE CÁLCULO	14
4.1.	DIMENSIONAMIENTO DEL MARCO	14
4.1.1.	Introducción de cargas	14
4.1.2.	Verificación del estado límite último	28
4.1.3.	Dimensionamiento de la estructura	69
4.1.4.	Verificación del estado límite de servicio	83



4.2.	CÁLCULO ALETAS.....	89
4.2.1.	Descripción	89
4.2.2.	Acciones	91
4.2.3.	Comprobaciones	92
4.2.4.	ELU de agotamiento frente a solicitaciones normales.....	96
4.2.5.	ELS Fisuración	105
5.	DESPIECE Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ARMADURAS:	108

1. OBJETO

El presente documento tiene como objeto el dimensionamiento, a nivel estructural, del Paso Inferior perteneciente al Proyecto “Réalisation de le Pénétrante Autoroutière Reliant Mascara à l’Autoroute Est-Ouest sur 43Km en 2x3 Voies Tronçon 2: Échangeur RN-17(Hacine)-Échangeur RN17A (TIZI) sur 18Km”. Se ha realizado para ello los cálculos necesarios, obteniendo las dimensiones y armados y comprobando los coeficientes de seguridad frente a los distintos estados límite que, de manera justificada, se expone en los puntos siguientes.

En este anejo desarrollaremos los siguientes puntos:

- Se definen todos los materiales que se utilizan para la construcción de las estructuras y también sus características mecánicas.
- Se describen las bases del diseño utilizadas para definir la estructura.
- Se numeran las distintas instrucciones y normativas de obligado cumplimiento en la construcción de este tipo de obras.
- Se determinan los esfuerzos más desfavorables y sus concomitantes, según las distintas situaciones frente a E.L.U y frente a E.L.S.
- Por último, el dimensionamiento de la sección de la estructura, así como su armado, tal que sea capaz de soportar los esfuerzos más desfavorables anteriormente mencionados. Dicho dimensionamiento se realizará frente a E.L.U y frente a E.L.S.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura a calcular es un marco de hormigón de ejecución “in situ” y de dimensiones interiores 8,00m x 5,5m, con un espesor de hastial de 0,9 m y con un espesor de losa, tanto superior como inferior, de 1,0 metros. La función de cimentación la realizará la losa inferior, que asentará sobre el terreno. Las dimensiones exteriores del marco son de 9,80 m de largo y 7,5 m de alto.

La losa inferior tiene un saliente a cada extremo de 25 cm respecto al muro para facilitar el apoyo del encofrado respecto a los hastiales. La esquina superior interior del marco se realizara en chaflán para evitar problemas a la hora de desencofrar.

En la figura siguiente se detalla la sección transversal correspondiente a la sección tipo descrita anteriormente.

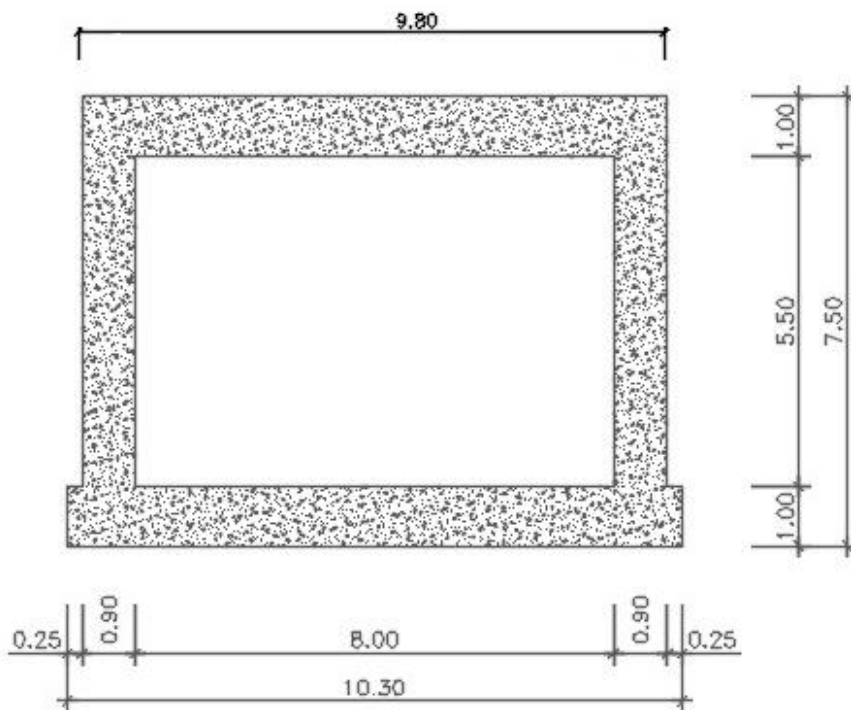


Imagen 1. Sección marco.

Sobre la losa superior existe un paquete de tierras con un espesor máximo aproximadamente de 0,9m

Para la contención del terreno a la entrada y salida del marco, se han provisto unas aletas formando un ángulo de 45° con el eje del camino. A pesar que cada una de las cuatro aletas tiene longitudes diferentes todas tienen una altura variable desde 7,5 m, en el arranque junto al marco, hacia 1m. Todas las aletas están divididas en dos tipos, la aleta Tipo 2 tiene una altura comprendida entre 1 m y 4,25 m y la Tipo 1 con altura entre 4,25 m y 7,25 m. Las cuatro aletas se cimentarán mediante zapata con dimensiones diferentes según sea el tramo bajo o alto de la aleta. El tramo de aleta con menor altura tiene un espesor de muro de 40 cm y una zapata de 50 cm de canto con una puntera de 0,5m y un talón de 1,5 m. El tramo de aleta alto tiene un espesor el muro de 65 cm y una zapata con un canto de 75 cm, una puntera de 0,6 m y 2,6m de talón. El paramento del intradós es continuo en ambos tramos de aleta y con el paramento interior del marco.

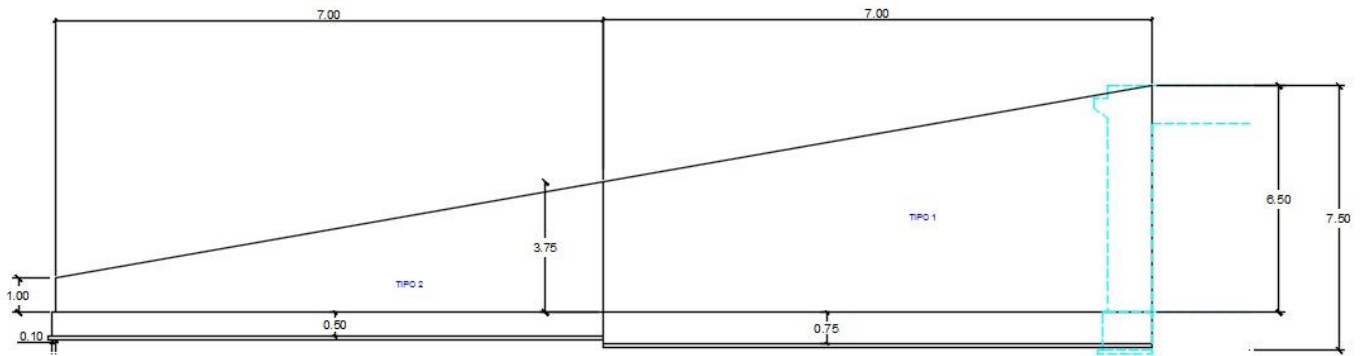


Imagen 2. Alzado Aletas.

3. BASES DE CÁLCULO

3.1. NORMATIVA APLICADA

Las instrucciones y las normativas aplicadas para la realización de los cálculos para el Paso Inferior son las siguientes:

ACCIONES:

- Règles définissant les charges à appliquer pour le calcul et les épreuves des ponts routes.
- Règles parasismiques applicables au domaine des ouvrages d'art.
- IAP-11. Instrucción sobre acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.

MATERIALES-CONSTRUCCIÓN:

- EHE-08. Instrucción de hormigón estructural EHE.
- EC-2. Euro-código 2, "Proyecto de Estructuras de Hormigón".

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Tipo: HA-30

Nivel de control: Estadístico

Resistencia característica f_{ck} : 30MPa

Resistencia media f_{cm} : 38MPa

SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón γ_c : 1,5

Resistencia de cálculo f_{cd}/γ_c : 20N/mm²

SITUACIONES ACCIDENTALES

Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón γ_c : 1,3

Resistencia de cálculo f_{cd}/γ_c : 23N/mm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD

Módulo de Elasticidad inicial E_{co} : 34000N/mm^2

Módulo de Elasticidad secante E_c : 29000N/mm^2

Módulo de Poisson ν_c : 0,20

ARMADURAS PASIVAS

Tipo: B-500 B

Nivel de control: Normal

Resistencia característica f_{yk} : 500MPa

Coefficiente de minoración de resistencia del acero γ_s (situación Persistente o Transitoria): 1,15

Resistencia de cálculo f_{yd} : 435 MPa

Módulo de Elasticidad E_s : 200000 MPa

TERRENO EN TRASDÓS

Tipo: Granular

Ángulo de rozamiento interno ϕ : 30°

Coefficiente de empuje activo K_a : 0,33

Coefficiente de empuje al reposo K_o : 0,50

Peso específico: 20KN/m^3

3.3.CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

Las características geotécnicas del terreno que han sido consideradas en la realización de los cálculos son las siguientes:

Se ha considerado para el dimensionamiento de la cimentación del marco un coeficiente de balasto de 60000KN/m^3 . Se ha considerado para el dimensionamiento de las zapatas de las aletas una tensión admisible media de 0.20 MPa.

3.4.DURABILIDAD

Se ha considerado una clase de exposición IIa en los elementos del marco (losa superior, inferior, hastiales y alzado de aletas). Como consecuencia del tipo de ambiente definido, el hormigón armado debe cumplir las siguientes limitaciones:

AMBIENTE IIa

- Relación máxima agua/cemento: 0,60
- Contenido mínimo en cemento de 275kg/m^3
- Considerando una vida útil de 100 años, un cemento tipo CEM I y un control normal de la ejecución, se ha considerado un recubrimiento nominal 25 mm.
- Máxima abertura de fisura de 0,30mm.
- Resistencia mínima compatible del hormigón de 30MPa.

3.5.ACCIONES

Las acciones que se van a considerar en este anejo de comprobación estructural son las siguientes:

3.5.1. Acciones permanentes de valor constante (G_k)

Son las cargas permanentes de valor constante, que actúan de forma permanente y sin variación de posición y magnitud sobre la estructura.

❖ *Peso propio.*

Esta acción, correspondiente al peso de los elementos estructurales, es considerada por el software de cálculo empleado. No será necesario introducir la carga de peso propio como acción exterior. Su actuación se tiene en cuenta en el estado de carga para cargas permanentes, que posteriormente se emplea en combinaciones mayorado.

Su valor se obtiene a partir de las dimensiones especificadas en los planos y del peso específico del material constitutivo.

-Peso propio del hormigón: $25,00\text{KN/m}^3$

❖ *Cargas muertas.*

Son las debidas a todos los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura. Se considera como tal el peso de las tierras sobre el marco. Así mismo habría que considerar el peso del firme situado sobre el marco, pero esto lo implementamos aumentando la altura de tierras un poco y así nos quedamos del lado de la seguridad. Esta sollicitación no interviene en el cálculo de las aletas.

La rebanada de marco que se va a calcular corresponde a la que más altura de tierras tenga, en nuestro caso 0,9m de tierras, desde el techo de la losa superior hasta la coronación.

Con estos datos podemos conocer que fuerza actúa sobre el techo del marco. Ésta será una carga distribuida uniforme con un valor de 18KN/m^2 .

$$Y * H = 18,00\text{KN/m}^2$$

3.5.2. Acciones permanentes de valor no constante (G_k^*)

Estas cargas pueden variar en posición y magnitud durante la vida útil de la estructura. En este grupo se ha incluido los empujes del terreno sobre la estructura.

❖ *Empuje del terreno al reposo.*

El empuje al reposo será el mayor a los dos considerados y se produce cuando no existe movimiento de la estructura hacia el terreno ni viceversa.

Es el incremento que sufre el empuje activo hasta alcanzar el empuje al reposo.

Rankine determinó dos expresiones para la determinación del coeficiente empuje al reposo según si terreno estuviera normalmente consolidado o sobre consolidado. Se usará la expresión de terreno normalmente consolidado.

$$K_0 = 1 - \sin \Phi'$$

Donde:

Φ : ángulo de rozamiento interno del terreno.

La expresión que proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_o = K_o * Y_{aparente} * Z$$

Donde:

E_o : Empuje de tierras en reposo.

K_o : Coeficiente de empuje en reposo.

$Y_{aparente}$: Peso específico aparente.

Z : Profundidad, con origen en la superficie del terreno y signo positivo descendente.

Este empuje dará lugar a una distribución trapezoidal similar al representado en la figura siguiente para los empujes al reposo. Los valores máximos y mínimos obtenidos también corresponderán con los nodos extremos de los hastiales:

❖ *Empuje activo del terreno.*

Este empuje debido a que el coeficiente de empuje activo es menor que en el caso anterior dará como resultado una menor resultante. El empuje activo se da en la situación en la que el terreno se mueve hacia la estructura, esto se puede dar en ocasiones en las que la estructura deforme y permita que el terreno se mueva en su dirección.

El empuje activo fue estudiado por Coulomb y propuso la siguiente expresión para obtener el coeficiente de empuje activo.

$$K_a = \frac{1 - \sin \Phi'}{1 + \sin \Phi'}$$

La expresión que proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_a = K_a * Y_{aparente} * Z$$

Donde:

E_a : Empuje activo.

K_a : Coeficiente de empuje activo.

$Y_{aparente}$: Peso específico aparente.

Z : Profundidad, con origen en la superficie del terreno y signo positivo descendente.

3.5.3. Acciones variables (Q_k)

Al no disponer de normativa específica sobre las acciones a considerar en este tipo de estructura, se han empleado las que presenta normativa argelina "Règles définissant les charges à appliquer pour le calcul et les épreuves des ponts routes".

Las acciones variables están constituidas por un conjunto de acciones verticales, longitudinales y transversales al puente, con sus efectos dinámicos correspondientes. Se aplicarán individualmente o combinadas entre sí, en las posiciones y condiciones que resulten más desfavorables para el elemento y efecto en estudio. Podrán actuar tan sólo en una parte limitada de la estructura o incluso no actuar.

Las acciones variables que hay que considerar en este proyecto son las de sobrecarga de uso, producidas por la circulación de vehículos pesados (tren de cargas) sobre el marco.

3.5.4. Acciones accidentales: Acción sísmica (A)

La normativa argelina expone unas clasificaciones necesarias para la definición de la situación sísmica con el fin de elegir el modelo y método de cálculo adecuados. Esos puntos son los siguientes:

- Clasificación de la zona sísmica
- Definición del coeficiente de aceleración de la zona
- Clasificación del terreno

El modelo de cálculo para esta acción se explica posteriormente al definir las cargas, en el apartado 4.

3.6. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones consideradas en el cálculo del marco se han dividido en distintos grupos, en función de su carácter, para poder combinar correctamente los esfuerzos que engendran, siguiendo las directrices expuestas en el capítulo 3 de la Norma EHE y en los capítulos 6 de la "Règles définissant les charges à appliquer pour le calcul et les épreuves des ponts routes".

El valor de las acciones se ha determinado en función de las características y uso de la estructura y las normativas especificadas en los apartados anteriores siguiendo en todo momento la normativa "Règles définissant les charges à appliquer pour le calcul et les épreuves des ponts routes".

3.6.1. Procedimiento de análisis y dimensionamiento

Para el análisis de la estructura el proceso general de cálculo seguido es el establecido en la Norma EHE-08, y conocido con el nombre de los estados límites.

Los estados límites a comprobar son:

❖ ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (E.L.U.)

- ✓ *Agotamiento frente a sollicitaciones normales.* Se utilizan los dominios de deformación siguiendo el artículo 42 de EHE-08 para determinar las armaduras necesarias que resistan los esfuerzos de flexión longitudinalmente y transversalmente. Las secciones de hormigón armado se dimensionan en estado límite último, empleando el diagrama parábola rectángulo, con los diagramas de tensión-deformación del hormigón. En el caso del acero, se

utiliza su diagrama tensión-deformación. Generalmente se comprueban los límites exigidos como puedan ser: las cuantías mínimas geométricas y mecánicas, así como las disposiciones indicadas (separaciones mínimas y máximas, diámetros mínimos, etc.).

- ✓ *A cortante.* Con el fin de hallar el armado adecuado en los estribos que puedan soportar los esfuerzos cortantes. Como para el caso anterior las exigencias tanto de diámetros como separaciones entre estribos se realiza acatando la normativa.

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad γ_F para los estados límite últimos están recogidos en la EHE-08.

Tabla 12.1.a. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite Últimos

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

❖ **ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (E.L.S.)**

- ✓ *Fisuración.* En este apartado se procede a comprobar si la sección fisura y en su caso que la abertura de fisura sea inferior a la estipulada por la norma para cumplir las exigencias de durabilidad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia.
- ✓ *Deformación.* Se verifica que las deformaciones (flecha máxima) que se puedan producir en el marco no condicionen, la puesta en servicio de la construcción por motivos estéticos, funcionales, etc.

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad γ_F están recogidos en la EHE-08.

Tabla 12.2. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite de Servicio

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

3.6.2. Hipótesis de carga

Las hipótesis de carga a considerar se obtienen combinando los valores de cálculo con las acciones.

Para los estados límite último (ELU) las situaciones consideradas son:

Para la comprobación de los Estados Límites Últimos se considerarán las situaciones persistentes y transitorias, y las accidentales con o sin sismo.

- **Situaciones persistentes o transitorias**

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

- **Situaciones accidentales. Sin sismo:**

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- **Situaciones accidentales. Con sismo:**

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

Para los estados límite de servicio (ELS) las situaciones consideradas son:

Para las comprobaciones relativas a los Estados Límites de servicio se considerarán 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:

- **Combinación característica (poco probable o rara)**

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

- **Combinación frecuente**

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

- **Combinación cuasi-permanente**

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los valores de los coeficientes ψ son los expuestos en la IAP-11.

TABLA 6.1-a FACTORES DE SIMULTANEIDAD ψ

ACCIÓN			ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	gr 1, Cargas verticales	Vehículos pesados	0,75	0,75	0
		Sobrecarga uniforme	0,4	0,4	0 / 0,2 ⁽¹⁾
		Carga en aceras	0,4	0,4	0
	gr 2, Fuerzas horizontales		0	0	0
	gr 3, Peatones		0	0	0
	gr 4, Aglomeraciones		0	0	0
	Sobrecarga de uso en pasarelas		0,4	0,4	0
Viento	F_{wk}	En situación persistente	0,6	0,2	0
		En construcción	0,8	0	0
		En pasarelas	0,3	0,2	0
Acción térmica	T_k		0,6	0,6	0,5
Nieve	$Q_{Sn,k}$		0,8	0	0
Acción del agua	W_k	Empuje hidrostático	1,0	1,0	1,0
		Empuje hidrodinámico	1,0	1,0	1,0
Sobrecargas de construcción	Q_c		1,0	0	1,0

(1) El factor de simultaneidad ψ_2 correspondiente a la sobrecarga uniforme se tomará igual a 0, salvo en el caso de la combinación de acciones en situación sísmica (apartado 6.3.1.3), para la cual se tomará igual a 0,2.

4. MODELO DE CÁLCULO

Se determinarán dos modelos independientes entre sí; uno para las aletas y otro para el marco, y se analizarán por separado.

4.1. DIMENSIONAMIENTO DEL MARCO

El marco de hormigón se modelizará con el programa de cálculo y se obtendrán como resultado los esfuerzos sobre la estructura. El SAP2000 es un programa de elementos finitos tipo viga, si se introdujera un solo elemento para cada losa y un solo elemento para cada hastial las leyes de esfuerzos obtenidas con el programa diferirían mucho de las reales. Por eso se opta por dividir cada uno de los elementos en 10 elementos tipo barra, de esta forma el modelo se acerca mucho más al caso real y tener una casuística de estados de carga mucho más amplia que con la forma más simplificada. Por tanto las losas superior e inferior y los dos hastiales se dividirán cada uno en 10 módulos de igual longitud.

Para el análisis de todo el marco tan solo una rebanada de 1 m de ancho es modelizada; esta rebanada soportará las mayores cargas de todo el marco y extenderemos del lado de la seguridad los datos obtenidos para esta rebanada a todo el marco. Pero esto requeriría un estudio que escapa a la dimensión de este proyecto. Con el modelo de cálculo que se va a utilizar, los resultados que obtenidos serán más restrictivos y por tanto del lado de la seguridad.

En cuanto a la relación entre estructura y terreno esta será modelizada mediante el método del coeficiente de balasto. Este método consiste en simular la deformabilidad del terreno como un número finito de muelles con cierta rigidez. Esta rigidez es el denominado coeficiente de balasto, característico de cada terreno y de sus características mecánicas. El coeficiente de balasto es igual a 60000 KN/m^3 . Estos muelles se distribuirán a lo largo de la losa inferior; colocaremos un total de 10 muelles haciéndolos coincidir con el final de cada módulo.

Así, la constante vendrá determinada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rigidez}(\text{KN/m}) = \text{Coeficiente de balasto} \times \text{Área de influencia}$$

Se tiene:

- ✓ Coeficiente de balasto de 60.000 KN/m^3
- ✓ El eje de la solera mide 9,00 m y contiene 10 barras, la dimensión de cada barra es de 0,9m. De este modo, la rigidez del muelle será:

$$\text{Rigidez}(\text{KN/m}) = 60000 \times \left\{ \frac{9.00}{10} \times 1 \right\} = 54000 \text{ KN/m}$$

A cada una de las barras se les ha asignado una sección: de 1,0 m de canto para la losa superior e inferior y 0,9 m de canto para los hastiales.

4.1.1. Introducción de cargas

Se expone como han sido explicitadas al software de cálculo las solicitaciones actuantes en el marco. La forma de sintetizar las cargas corresponde tanto a la necesidad para que el programa lo asimile como para el cálculo de envolventes de esfuerzo posterior.

Las acciones que se describen a continuación se introducen en el modelo sobre la geometría descrita con las siguientes consideraciones:

Las cargas de peso propio, cargas muertas, empujes del terreno y sobrecargas distribuidas se introducen como cargas distribuidas superficiales.

Las cargas correspondientes al tren de cargas se reparten transversalmente a través del terreno, con lo que también se introducen en el modelo como cargas por unidad de superficie.

El modelo contempla diferentes posiciones del tren de cargas sobre la losa superior, dimensionando posteriormente para la envolvente de todas las posiciones del carro.

❖ *Peso propio.*

Su valor se obtiene a partir de las dimensiones especificadas en los planos y del peso específico del material constitutivo.

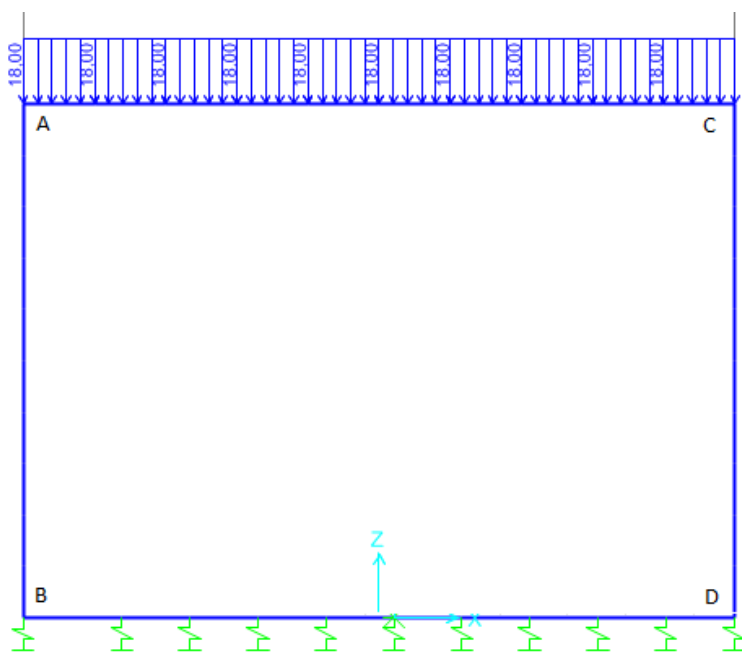
-Peso propio del hormigón: $25,00\text{KN/m}^3$

❖ *Cargas muertas.*

La rebanada de marco que se va a calcular corresponde a la que más altura de tierras tenga, en nuestro caso 0,9m de tierras, desde el techo de la losa superior hasta la coronación.

Con estos datos podemos conocer que fuerza actúa sobre el techo del marco. Ésta será una carga distribuida uniforme con un valor de $18,00\text{KN/m}^2$.

$$\gamma * H = 18,00\text{KN/m}^2$$



Cargas muertas

❖ *Empuje activo del terreno.*

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_a = K_a * \gamma_{aparente} * Z$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \Phi'}{1 + \sin \Phi'} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0,3333$$

-Para el hastial izquierdo:

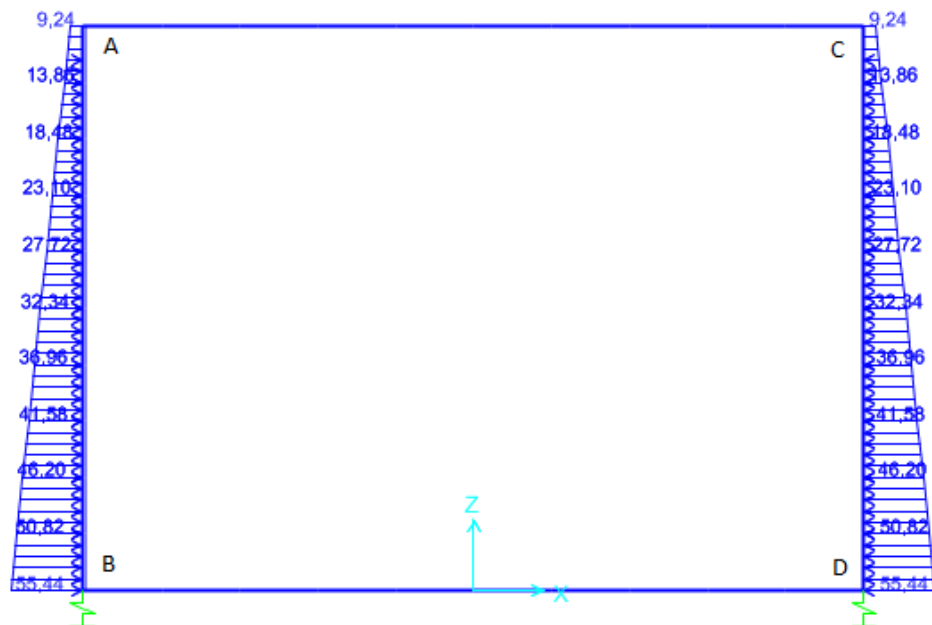
Nudo A: $E_a = 8,4 \times 20 \times 0,333 = 9,24 \text{ KN/m}$

Nudo B: $E_a = 1,4 \times 20 \times 0,333 = 55,44 \text{ KN/m}$

- Para el hastial derecho:

Nudo C: $E_a = -1,4 \times 20 \times 0,333 = -9,24 \text{ KN/m}$

Nudo D: $E_a = -8,4 \times 20 \times 0,333 = -55,44 \text{ KN/m}$



Empuje activo

❖ *Empuje del terreno al reposo.*

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_o = K_o * \gamma_{aparente} * Z$$

$$K_o = 1 - \sin \Phi' = 1 - \sin 30 = 0,5$$

-Para el hastial izquierdo:

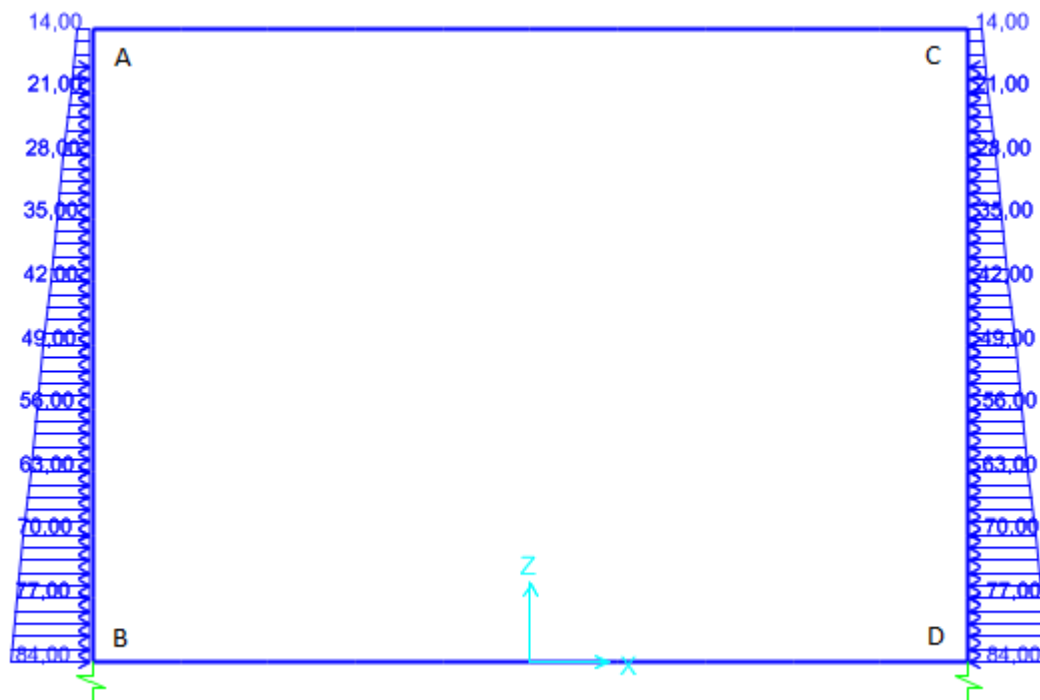
Nudo A: $E_o = 8,4 \times 20 \times 0,5 = 84 \text{ KN/m}$

Nudo B: $E_o = 1,4 \times 20 \times 0,5 = 14 \text{ KN/m}$

- Para el hastial derecho:

Nudo C: $E_0 = -1,4 \times 20 \times 0,5 = -14 \text{ KN/m}$

Nudo D: $E_0 = -8,4 \times 20 \times 0,5 = -84 \text{ KN/m}$



Empuje pasivo

❖ *Sobrecarga de uso.*

Según la Normativa Argelina de Cargas en Puentes hay que considerar en los cálculos las distintas cargas de tráfico que se dividen en unos sistemas de cargas.

- *Sistema de carga A*

La carga A expresada en KN/m^2 y dada en función de la longitud cargada.

$$A(l) = 2,3 + \frac{360}{l + 12}$$

$$l = 9,5 \text{ m}$$

$$A(l) = 19,35 \text{ kN/m}^2$$

Ese valor va multiplicado por un coeficiente α_1 cuyo valor depende de la clase del puente (categoría) y del número de vías de la carretera.

Nombre de voies		1	2	3	4	> 5
Classe de pont	Première	1	1	0.9	0.75	0.7
	Deuxième	1	0.9	-	-	-
	Troisième	0.9	0.8	-	-	-

Tableau 4.1 : coefficients a_1

En este caso es de clase 1 al ser superior a los 7m como indica la normativa, y además al tener 3 carriles en el tramo estudiado el valor de $a_1 = 0,9$

$$A_1 = \max \begin{cases} a_1 * A(l) = 17,41 \\ 4 - 0,002 * l = 3,981 \end{cases}$$

La carga A_1 irá multiplicada por un coeficiente a_2

$$a_2 = \frac{v_0}{v}$$

Con v_0 : al ser de clase 1 $v_0 = 3,5 \text{ m}$

Classe de pont	v_0
première classe	3,5 m
deuxième classe	3,0 m
troisième classe.	2,75 m

Tableau 4.2 : valeurs de v_0

v : Anchura del carril 3,5 m

De ahí

$$A_2 = A_1 = 17,41 \text{ kN/m}^2$$

- *Sistema de carga B*

El sistema de carga B tiene tres tipos distintos de cargas que se estudian independientemente

-B_c llamado sistema de camiones tipo

-B_r llamado sistema de rueda aislada

-B_t llamado sistema Tandem

Después de estudiarlos se ha llegado a la conclusión de que el sistema B_c es el más desfavorable.

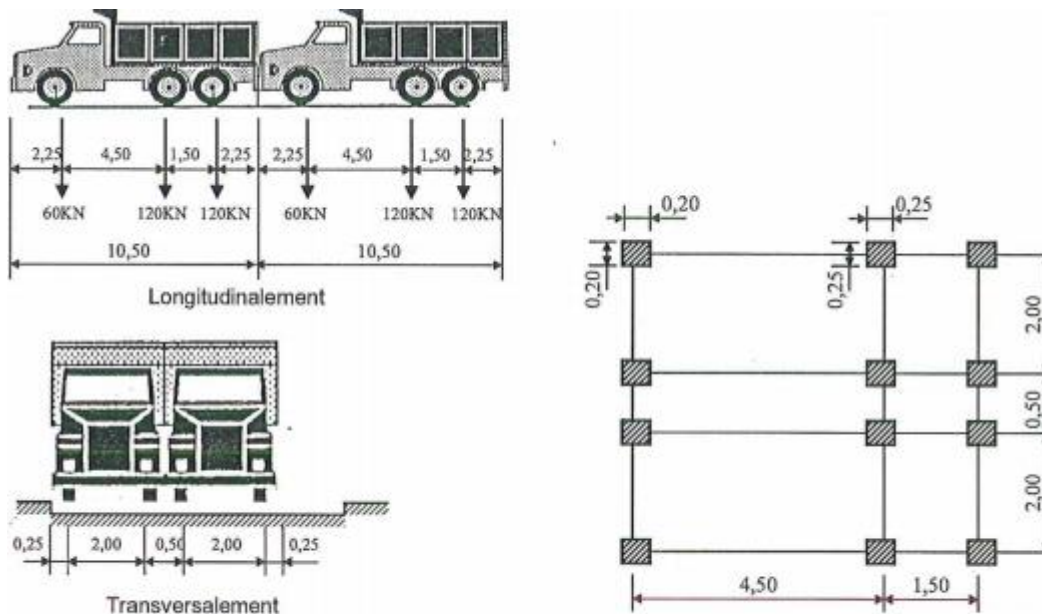


Figure 4.1 : Système B.

Los sistemas de carga B se multiplican por un coeficiente de mayoración dinámica y se expresa con la siguiente fórmula:

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 * L} + \frac{0,6}{1 + 4 * \frac{G}{S}} = 1,132$$

Con:

L: longitud del elemento expresada en metros.

G: Su carga permanente.

S: Su carga máxima.

- Cargas militares

✓ Convoy $M_c 80$

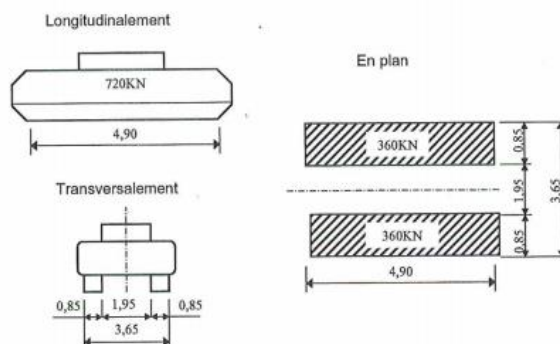


Figure 4.4 : Convoy $M_c 80$

La carga transmitida en kN/m^2

$$q = \frac{Q}{Area} = \frac{360}{0,85 * 4,9} = 86,44 \text{ kN/m}^2$$

✓ Convoy $M_c 120$

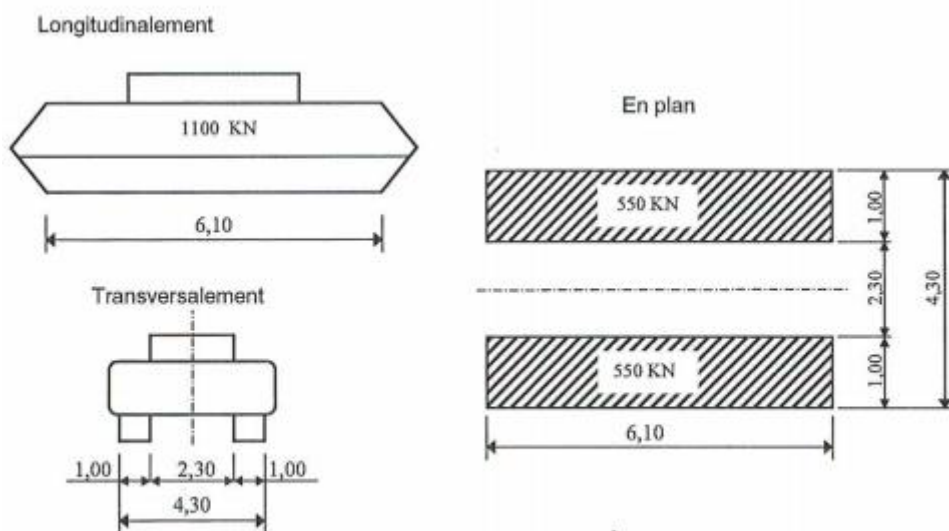


Figure 4.5 : Convoy $M_c 120$

$$q = \frac{Q}{Area} = 90,2 \text{ kN/m}^2$$

• Cargas excepcionales

✓ Convoy TIPO D

▪ D280

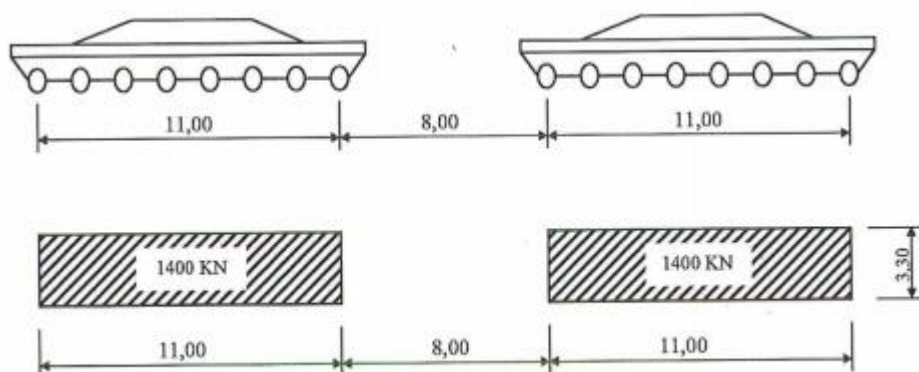


Figure 4.8 : Convoy type D280

$$q = \frac{Q}{Area} = 38,6 \text{ kN/m}^2$$

▪ D240

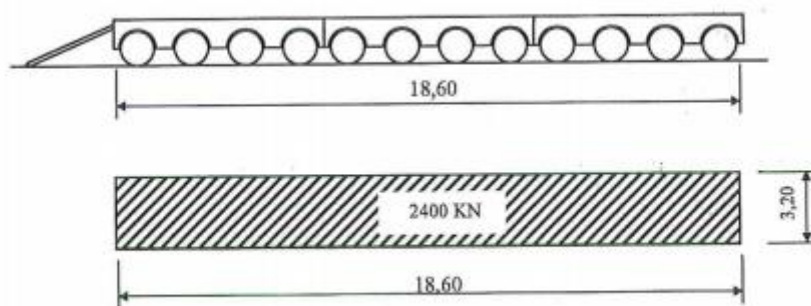


Figure 4.9 : Convoi type D240

$$q = \frac{Q}{Area} = 40,32 \text{ kN/m}^2$$

✓ Convoi TIPO E

▪ E400

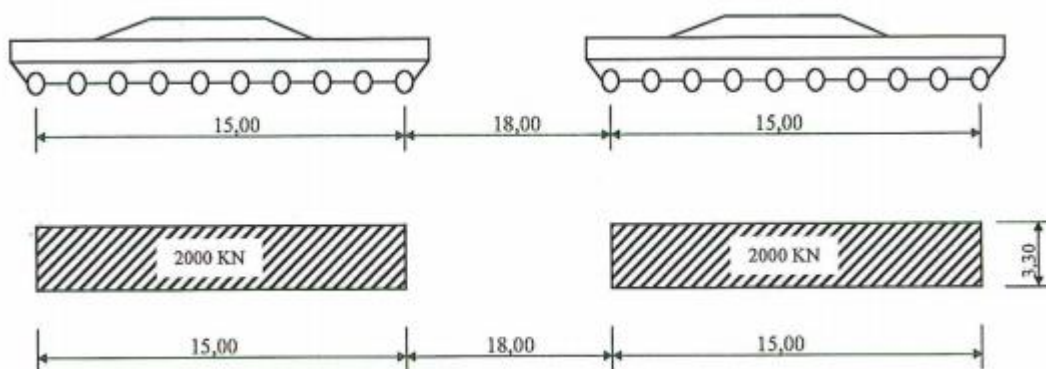


Figure 4.10 : Convoi type E400

$$q = \frac{Q}{Area} = 40,4 \text{ kN/m}^2$$

▪ E360

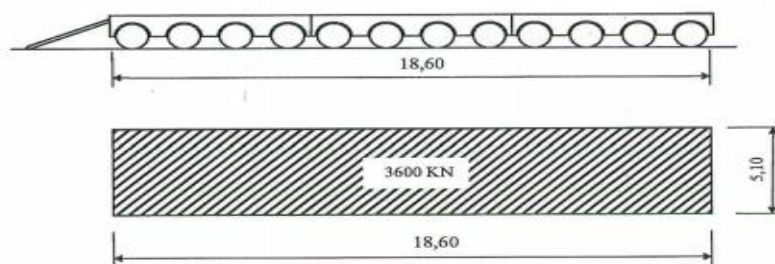


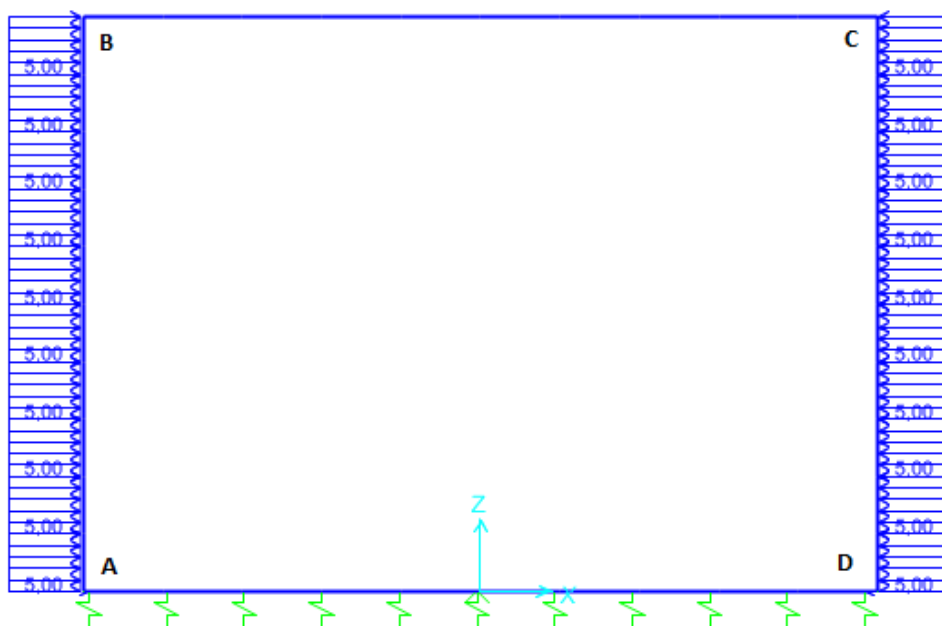
Figure 4.11 : Convoi type E360

$$q = \frac{Q}{Area} = 37,95 \text{ kN/m}^2$$

❖ *Sobrecarga de terraplenes.*

Para realizar el cálculo se ha tomado como máximo valor del empuje sobre los hastiales el propiciado por el empuje al reposo. Se han seguido los mismos pasos que en el apartado Acciones permanentes de valor no constante (G^*) por tratarse del mismo terreno, si bien se ha sustituido la expresión del empuje por la siguiente al no variar su magnitud con la profundidad:

$$E_{SC} = 10 * K_0 = 10 * 0,5 = 5 \text{ kN/m}^2$$



Empuje terraplenes

❖ *Acción sísmica*

La fuerza resultante de la acción sísmica se define como: $F_{sismo} = M * a_c * S_{ae}$

Dónde:

M: es la masa calculada como la suma de la losa superior y de las cargas muertas teniendo en cuenta en la combinación de acciones que se contempla un coeficiente de combinación $\psi_2=0.2$, con lo que se consideraría la sobrecarga de uso.

a_c : es la aceleración de cálculo del terreno

S_{ae} : Es la aceleración espectral del espectro de cálculo, correspondiente al periodo fundamental T del puente en segundos.

- Coeficiente de aceleración A

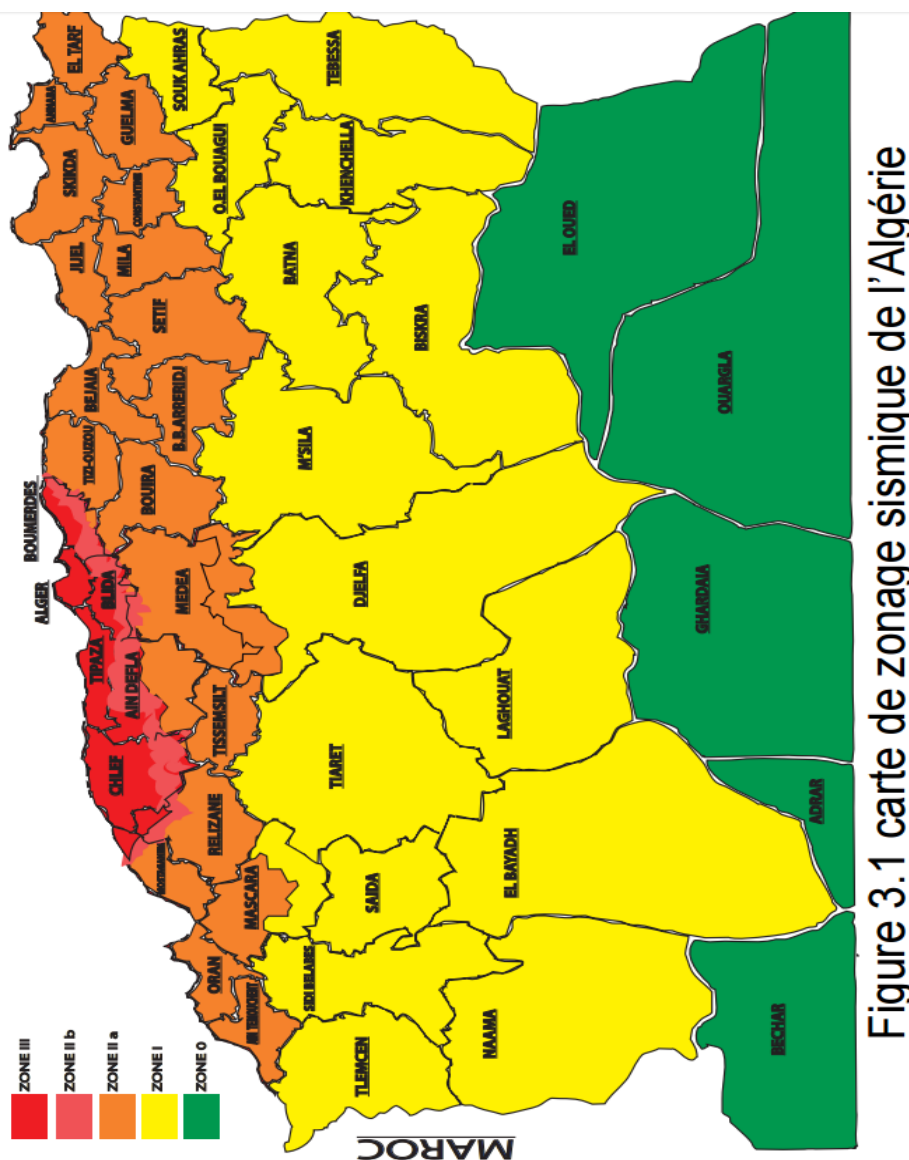


Figure 3.1 carte de zonage sismique de l'Algérie

Se puede ver que MASCARA se sitúa en la ZONA IIa por lo tanto siguiendo la normativa y teniendo en cuenta el puente considerado de grupo 2:

Groupe de pont	Zone sismique			
	I	IIa	IIb	III
1	0.15	0.25	0.30	0.40
2	0.12	0.20	0.25	0.30
3	0.10	0.15	0.20	0.25

Zone 0 : négligeable
 Zone I : faible
 Zone IIa : moyenne
 Zone IIb : élevée
 Zone III : très élevée

Tableau 3.1 Coefficient d'accélération de zone A

El coeficiente de aceleración sísmica de la zona A=0,2

- Coeficiente de terreno según la categoría

Categoría S2 de ahí

Site	S1	S2	S3	S4
T_1	0,15	0,15	0,20	0,20
T_2	0,30	0,40	0,50	0,70
S	1	1,1	1,2	1,3

$S = 1,1$

- Aceleración espectral del espectro de cálculo

$$S_{ae}(T, \xi) \text{ (m/s}^2\text{)} = \begin{cases} AgS(1 + \frac{T}{T_1}(2.5\eta - 1)) & 0 \leq T \leq T_1 \\ 2.5\eta AgS & T_1 \leq T \leq T_2 \\ 2.5\eta AgS \left(\frac{T_2}{T}\right) & T_2 \leq T \leq 3.0s \\ 2.5\eta AgS \left(\frac{3T_2}{T^2}\right) & T \geq 3.0s \end{cases} \quad (3.1)$$

g : accélération de la pesanteur ($=9,81\text{m/s}^2$)

T_1, T_2 : périodes caractéristiques associées à la catégorie de site

S : coefficient de site

A : est donnée dans le tableau 3.1

η : facteur de correction de l'amortissement ($\eta = \sqrt{7 / (2 + \xi)}$)

ξ : taux d'amortissement défini en 4.2.4

Site	S1	S2	S3	S4
T_1	0,15	0,15	0,20	0,20
T_2	0,30	0,40	0,50	0,70
S	1	1,1	1,2	1,3

Tableau 3.3 valeurs de T_1 , T_2 et S pour la composante horizontale

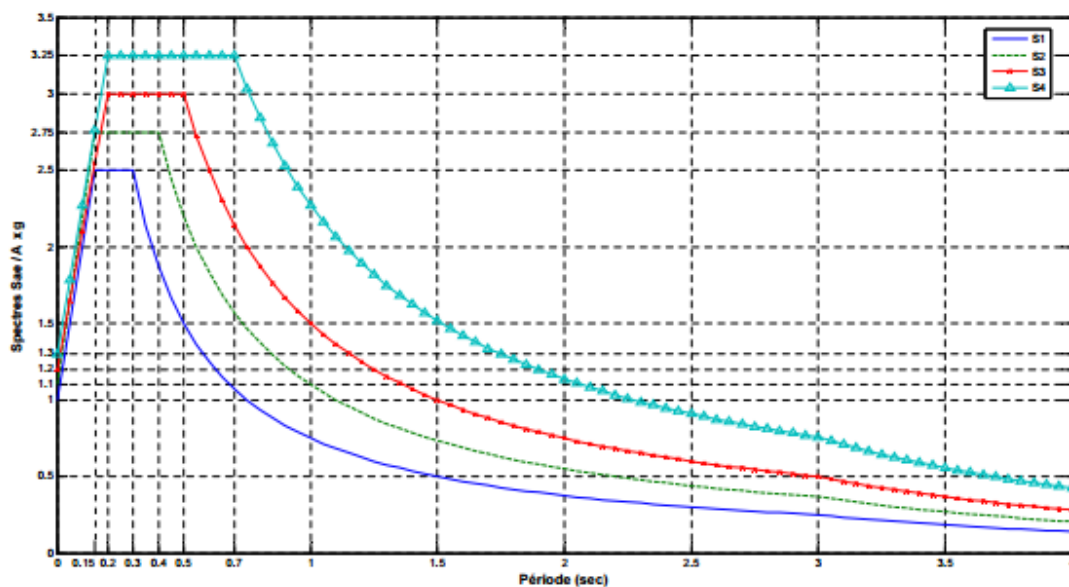


Figure 3.2 spectre de réponse élastique- composante horizontale- 5% d'amortissement

Con:

$$S = 1,1$$

$$\eta = \sqrt{\frac{7}{2+\xi}} = 1$$

$$\xi = 5\% \text{ (Hormigón armado)}$$

- Cálculo del periodo 'T'

Se define como:

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{M}{K}}$$

K es la rigidez equivalente

$$K = \frac{1000}{0,0469} = 21322 \text{ kN/m}$$

M : la masa calculada como la suma de la losa superior y de las cargas muertas

$$M = [(9,9 * 1 + 0,9 * 5,5) * 25] + [(\gamma_c * 1 * 0,9) * 9,9] = 549,45 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 56T/m$$

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{M}{K}} = 0,322 \text{ seg}$$

Site	S1	S2	S3	S4
T_1	0,15	0,15	0,20	0,20
T_2	0,30	0,40	0,50	0,70
S	1	1,1	1,2	1,3

$$T_1 < T < T_2$$

Una vez se tiene el periodo de oscilación del puente ya se está en disposición de realizar el cálculo de la aceleración espectral

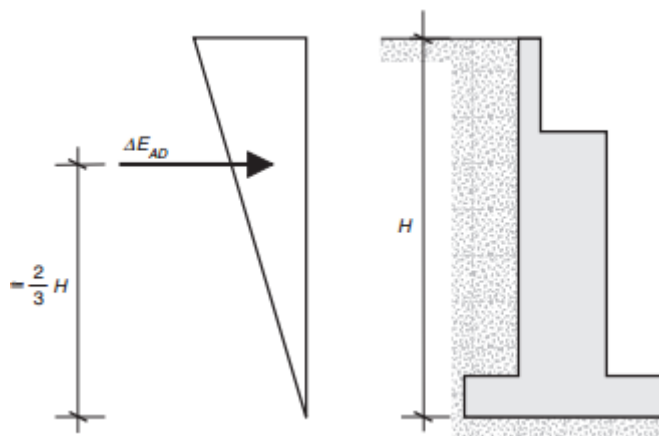
$$S_{ae}(T) = 2,5 * \eta * A * g * S$$

Teniendo todos los valores se procede a calcular F_{sismo} y será:

$$F_{sismo} = M * a_c * S_{ae} = 302,15 \text{ kN}$$

❖ *Empuje de tierras (incremento dinámico)*

Al ser una estructura enterrada, el sismo provoca un movimiento que se traduce en un incremento del empuje de tierras. El método utilizado es el pseudoestático, desarrollado inicialmente por Okabe y Mononobe y que se basa en la generalización de los principios de la estática a la situación sísmica, mediante la adición, a las fuerzas existentes en la situación estática, de fuerzas de inercia y sobreempujes, que son función de las características del sismo analizado.



Empuje de tierras. Incremento dinámico

El incremento dinámico se define mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * (K_{AD} - K_{AE})$$

γ : Peso específico del terreno ($\gamma=2T/m^3$)

H : Altura del muro ($H = 7,5m$)

K_{AD} : Coeficiente de empuje activo en condiciones dinámicas

$$K_{AD} = \frac{(1 + K_v) * \cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\cos\theta * \cos^2\beta * \cos(\delta + \beta + \theta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) * \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

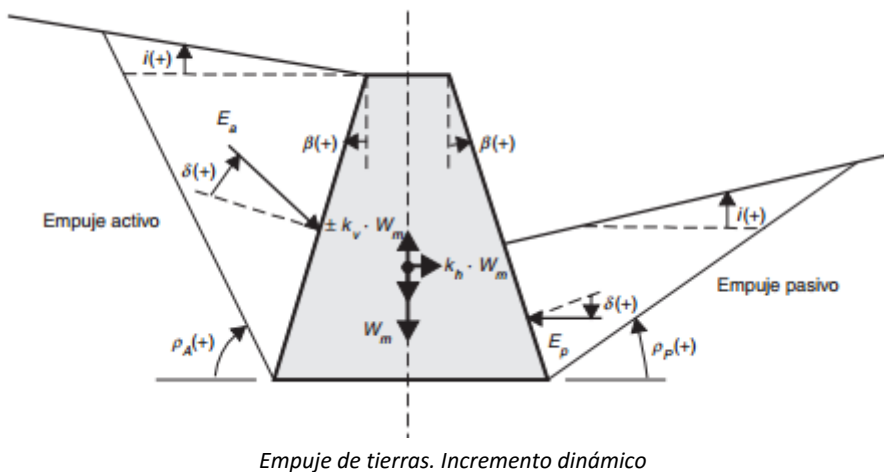
Siendo:

ϕ : Ángulo de rozamiento interno del terreno ($\phi=30^\circ$)

β : Ángulo del paramento del muro respecto de la vertical ($\beta =0^\circ$)

δ : Ángulo de rozamiento estructura-terreno ($\delta =0^\circ$)

i : Ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal ($i =0^\circ$)



θ : Ángulo de gravedad aparente con respecto a la vertical

$$\theta = \arctg\left(\frac{k_h}{1 + k_v}\right) = \arctg\left(\frac{a_c}{g}\right) = \arctg(0,22) = 12,41$$

k_v : Coeficiente sísmico vertical (Se desprecia)

k_h : Coeficiente sísmico horizontal

Con todos esos datos:

$$K_{AD} = 0,51989$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2\beta * \cos(\delta + \beta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - i)}{\cos(\delta + \beta) * \cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

Siendo:

ϕ : Ángulo de rozamiento interno del terreno ($\phi = 30^\circ$)

β : Ángulo del paramento del muro respecto de la vertical ($\beta = 0^\circ$)

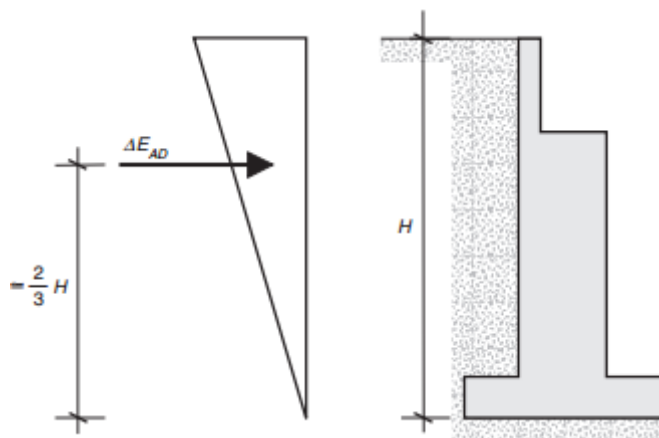
δ : Ángulo de rozamiento estructura-terreno ($\delta = 0^\circ$)

i : Ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal ($i = 0^\circ$)

$$K_{AE} = 0,3333$$

Por último el incremento dinámico tendrá un valor de:

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * (K_{AD} - K_{AE}) = \frac{1}{2} * 20 * 7,5^2 * (0,51989 - 0,33333) = 105 \text{ kN}$$



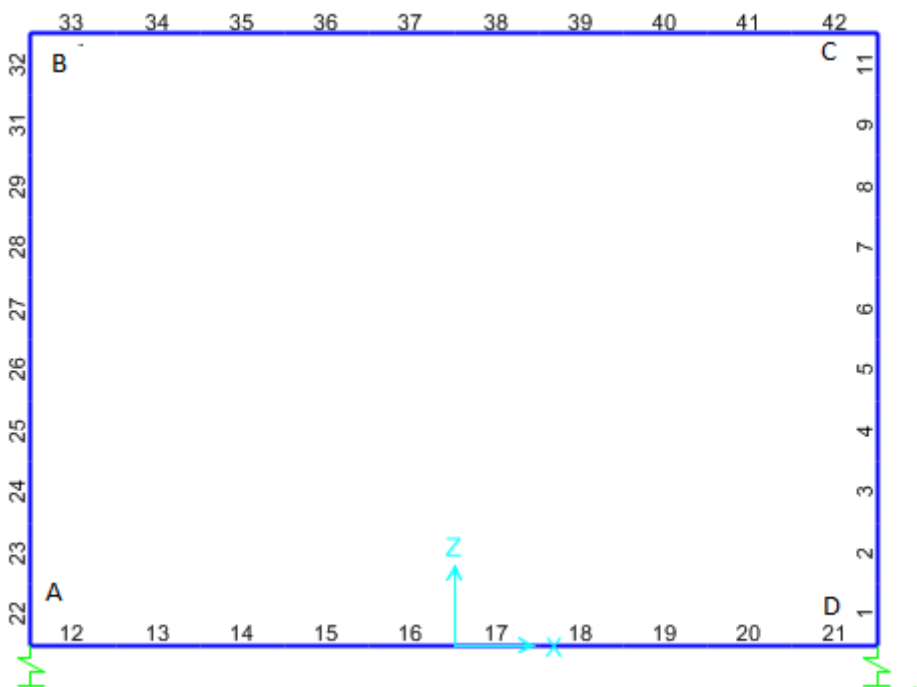
Empuje de tierras. Incremento dinámico

4.1.2. Verificación del estado límite último

Calculadas todas las cargas, se le aplicarán a la estructura de elementos finitos modelizada en el apartado 4.1 de este mismo anejo.

Según lo indicado en el apartado 3.6.2 de este anejo se combinan las cargas ya partir de estas, se obtienen las envolventes correspondientes a cada una de ellas.

De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de los axiles, cortantes y flectores así como sus concomitantes.



Sección definida en SAP2000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2								
Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
1	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-282,499	-105,016	0,000	0,0000
1	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-275,999	-87,374	0,000	0,0000
1	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-269,499	-70,482	0,000	0,0000
1	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1097,579	-343,903	0,000	0,0000
1	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1088,804	-301,369	0,000	0,0000
1	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1080,029	-260,541	0,000	0,0000
1	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-286,739	-57,029	0,000	0,0000
1	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-280,239	-39,387	0,000	0,0000
1	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-273,739	-22,495	0,000	0,0000
1	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-357,154	-301,172	0,000	0,0000
1	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-350,654	-274,213	0,000	0,0000
1	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-344,154	-247,936	0,000	0,0000
2	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-271,042	-70,482	0,000	0,0000
2	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-264,542	-54,341	0,000	0,0000
2	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-258,042	-38,950	0,000	0,0000
2	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1078,974	-258,030	0,000	0,0000
2	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1070,199	-218,908	0,000	0,0000
2	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1061,424	-181,492	0,000	0,0000
2	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-274,236	-22,589	0,000	0,0000
2	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-267,736	-6,448	0,000	0,0000
2	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-261,236	8,942	0,000	0,0000
2	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-347,102	-264,847	0,000	0,0000
2	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-340,602	-239,252	0,000	0,0000
2	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-334,102	-214,338	0,000	0,0000
3	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-258,042	-38,950	0,000	0,0000
3	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-251,542	-24,311	0,000	0,0000
3	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-245,042	-10,422	0,000	0,0000
3	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1061,424	-181,753	0,000	0,0000
3	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1052,649	-146,044	0,000	0,0000
3	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1043,874	-112,041	0,000	0,0000
3	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-261,236	8,942	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
3	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-254,736	23,582	0,000	0,0000
3	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-248,236	37,471	0,000	0,0000
3	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-334,102	-217,072	0,000	0,0000
3	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-327,602	-192,841	0,000	0,0000
3	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-321,102	-169,291	0,000	0,0000
4	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-245,967	-10,422	0,000	0,0000
4	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-239,467	2,716	0,000	0,0000
4	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-232,967	25,091	0,000	0,0000
4	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1043,553	-111,780	0,000	0,0000
4	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1034,778	-82,408	0,000	0,0000
4	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1026,003	-61,389	0,000	0,0000
4	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-246,112	5,471	0,000	0,0000
4	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-239,612	22,877	0,000	0,0000
4	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-233,112	41,646	0,000	0,0000
4	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-323,031	-125,847	0,000	0,0000
4	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-316,531	-104,929	0,000	0,0000
4	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-310,031	-89,125	0,000	0,0000
5	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-232,967	33,078	0,000	0,0000
5	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-226,467	60,462	0,000	0,0000
5	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-219,967	87,641	0,000	0,0000
5	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1026,003	-76,689	0,000	0,0000
5	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1017,228	-59,234	0,000	0,0000
5	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1008,453	-42,905	0,000	0,0000
5	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-233,112	14,971	0,000	0,0000
5	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-226,612	32,602	0,000	0,0000
5	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-220,112	49,096	0,000	0,0000
5	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-310,031	-89,029	0,000	0,0000
5	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-303,531	-73,520	0,000	0,0000
5	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-297,031	-58,305	0,000	0,0000
6	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-219,967	96,078	0,000	0,0000
6	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-213,467	121,550	0,000	0,0000
6	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-206,967	145,316	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
6	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1008,453	-40,689	0,000	0,0000
6	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-999,678	-25,486	0,000	0,0000
6	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-990,903	-11,409	0,000	0,0000
6	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-220,112	66,971	0,000	0,0000
6	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-213,612	82,327	0,000	0,0000
6	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-207,112	96,546	0,000	0,0000
6	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-297,031	-49,029	0,000	0,0000
6	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-290,531	-34,110	0,000	0,0000
6	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-284,031	-19,485	0,000	0,0000
7	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-206,967	141,078	0,000	0,0000
7	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-200,467	163,137	0,000	0,0000
7	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-193,967	183,491	0,000	0,0000
7	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-990,903	-12,189	0,000	0,0000
7	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-982,128	0,762	0,000	0,0000
7	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-973,353	12,586	0,000	0,0000
7	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-207,112	78,971	0,000	0,0000
7	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-200,612	92,052	0,000	0,0000
7	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-194,112	103,996	0,000	0,0000
7	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-284,031	-13,029	0,000	0,0000
7	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-277,531	1,300	0,000	0,0000
7	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-271,031	15,334	0,000	0,0000
8	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-193,967	175,578	0,000	0,0000
8	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-187,467	194,225	0,000	0,0000
8	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-180,967	211,166	0,000	0,0000
8	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-973,353	13,311	0,000	0,0000
8	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-964,578	24,009	0,000	0,0000
8	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-955,803	33,582	0,000	0,0000
8	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-194,112	114,971	0,000	0,0000
8	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-187,612	125,777	0,000	0,0000
8	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-181,112	135,446	0,000	0,0000
8	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-271,031	2,971	0,000	0,0000
8	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-264,531	16,710	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
8	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-258,031	30,154	0,000	0,0000
9	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-180,967	223,578	0,000	0,0000
9	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-174,467	238,812	0,000	0,0000
9	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-167,967	252,341	0,000	0,0000
9	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-955,803	28,311	0,000	0,0000
9	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-947,028	36,757	0,000	0,0000
9	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-938,253	44,077	0,000	0,0000
9	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-181,112	126,971	0,000	0,0000
9	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-174,612	143,020	0,000	0,0000
9	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-168,112	158,388	0,000	0,0000
9	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-258,031	30,971	0,000	0,0000
9	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-251,531	36,601	0,000	0,0000
9	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-245,031	41,481	0,000	0,0000
11	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-166,154	255,078	0,000	0,0000
11	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-159,654	266,900	0,000	0,0000
11	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-153,154	277,016	0,000	0,0000
11	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-938,903	23,811	0,000	0,0000
11	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-930,128	30,005	0,000	0,0000
11	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-921,353	35,073	0,000	0,0000
11	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-168,404	174,971	0,000	0,0000
11	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-161,904	189,657	0,000	0,0000
11	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-155,404	203,661	0,000	0,0000
11	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-241,217	14,971	0,000	0,0000
11	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-234,717	19,100	0,000	0,0000
11	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-228,217	22,478	0,000	0,0000
12	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	721,217	0,000	0,0000
12	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	736,405	0,000	0,0000
12	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	751,592	0,000	0,0000
12	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	192,640	0,000	0,0000
12	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	203,890	0,000	0,0000
12	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	215,140	0,000	0,0000
12	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,124	223,107	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
12	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,124	234,357	0,000	0,0000
12	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,124	245,607	0,000	0,0000
12	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-333,172	178,129	0,000	0,0000
12	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-333,172	189,379	0,000	0,0000
12	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-333,172	200,629	0,000	0,0000
13	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	539,252	0,000	0,0000
13	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	554,439	0,000	0,0000
13	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	569,627	0,000	0,0000
13	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	149,972	0,000	0,0000
13	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	161,222	0,000	0,0000
13	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	172,472	0,000	0,0000
13	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,124	186,970	0,000	0,0000
13	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,124	198,220	0,000	0,0000
13	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,124	209,470	0,000	0,0000
13	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-269,172	117,202	0,000	0,0000
13	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-269,172	128,452	0,000	0,0000
13	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-269,172	139,702	0,000	0,0000
14	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	382,384	0,000	0,0000
14	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	397,572	0,000	0,0000
14	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	412,759	0,000	0,0000
14	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	92,666	0,000	0,0000
14	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	103,916	0,000	0,0000
14	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	115,166	0,000	0,0000
14	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	155,654	0,000	0,0000
14	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	166,904	0,000	0,0000
14	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	178,154	0,000	0,0000
14	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-205,172	51,450	0,000	0,0000
14	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-205,172	62,700	0,000	0,0000
14	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-205,172	73,950	0,000	0,0000
15	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	231,367	0,000	0,0000
15	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	246,554	0,000	0,0000
15	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	261,742	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
15	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	39,075	0,000	0,0000
15	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	50,325	0,000	0,0000
15	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	61,575	0,000	0,0000
15	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	120,422	0,000	0,0000
15	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	131,672	0,000	0,0000
15	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	142,922	0,000	0,0000
15	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-6,475	0,000	0,0000
15	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	4,775	0,000	0,0000
15	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	16,025	0,000	0,0000
16	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	101,429	0,000	0,0000
16	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	116,616	0,000	0,0000
16	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	131,804	0,000	0,0000
16	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-29,514	0,000	0,0000
16	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-18,264	0,000	0,0000
16	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-7,014	0,000	0,0000
16	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	80,509	0,000	0,0000
16	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	91,759	0,000	0,0000
16	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	103,009	0,000	0,0000
16	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-57,679	0,000	0,0000
16	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-46,429	0,000	0,0000
16	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-35,179	0,000	0,0000
17	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	7,005	0,000	0,0000
17	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	18,255	0,000	0,0000
17	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	29,505	0,000	0,0000
17	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-131,457	0,000	0,0000
17	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-116,270	0,000	0,0000
17	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-101,082	0,000	0,0000
17	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	35,612	0,000	0,0000
17	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	46,862	0,000	0,0000
17	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	58,112	0,000	0,0000
17	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-103,061	0,000	0,0000
17	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-91,811	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
17	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-80,561	0,000	0,0000
18	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	-61,942	0,000	0,0000
18	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	-50,692	0,000	0,0000
18	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	-39,442	0,000	0,0000
18	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-261,034	0,000	0,0000
18	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-245,846	0,000	0,0000
18	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-230,659	0,000	0,0000
18	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	-15,100	0,000	0,0000
18	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	-3,850	0,000	0,0000
18	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-137,124	7,400	0,000	0,0000
18	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-143,463	0,000	0,0000
18	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-132,213	0,000	0,0000
18	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-237,172	-120,963	0,000	0,0000
19	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	-116,417	0,000	0,0000
19	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	-105,167	0,000	0,0000
19	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-105,016	-93,917	0,000	0,0000
19	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-411,341	0,000	0,0000
19	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-396,153	0,000	0,0000
19	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-380,966	0,000	0,0000
19	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-105,124	-72,279	0,000	0,0000
19	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-105,124	-61,029	0,000	0,0000
19	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-105,124	-49,779	0,000	0,0000
19	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-301,172	-180,054	0,000	0,0000
19	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-301,172	-168,804	0,000	0,0000
19	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-301,172	-157,554	0,000	0,0000
20	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-99,016	-172,695	0,000	0,0000
20	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-99,016	-161,445	0,000	0,0000
20	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-99,016	-150,195	0,000	0,0000
20	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-568,651	0,000	0,0000
20	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-553,464	0,000	0,0000
20	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-341,392	-538,276	0,000	0,0000
20	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-37,029	-137,504	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
20	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-37,029	-126,254	0,000	0,0000
20	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-37,029	-115,004	0,000	0,0000
20	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-333,172	-211,890	0,000	0,0000
20	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-333,172	-200,640	0,000	0,0000
20	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-333,172	-189,390	0,000	0,0000
21	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-99,016	-213,130	0,000	0,0000
21	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-99,016	-201,880	0,000	0,0000
21	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-99,016	-190,630	0,000	0,0000
21	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-346,903	-752,818	0,000	0,0000
21	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-346,903	-737,630	0,000	0,0000
21	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-346,903	-722,443	0,000	0,0000
21	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-37,029	-198,266	0,000	0,0000
21	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-37,029	-187,016	0,000	0,0000
21	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-37,029	-175,766	0,000	0,0000
21	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-365,172	-252,781	0,000	0,0000
21	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-365,172	-241,531	0,000	0,0000
21	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-365,172	-230,281	0,000	0,0000
22	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-285,631	341,392	0,000	0,0000
22	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-279,131	298,858	0,000	0,0000
22	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-272,631	258,030	0,000	0,0000
22	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1095,825	105,016	0,000	0,0000
22	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1087,050	87,374	0,000	0,0000
22	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1078,275	70,482	0,000	0,0000
22	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-284,972	301,172	0,000	0,0000
22	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-278,472	274,213	0,000	0,0000
22	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-271,972	247,936	0,000	0,0000
22	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-360,119	41,124	0,000	0,0000
22	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-353,619	23,481	0,000	0,0000
22	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-347,119	6,589	0,000	0,0000
23	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-272,631	260,916	0,000	0,0000
23	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-266,131	221,794	0,000	0,0000
23	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-259,631	184,378	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
23	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1078,275	70,482	0,000	0,0000
23	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1069,500	54,341	0,000	0,0000
23	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1060,725	38,950	0,000	0,0000
23	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-271,972	280,847	0,000	0,0000
23	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-265,472	255,252	0,000	0,0000
23	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-258,972	230,338	0,000	0,0000
23	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-347,119	22,589	0,000	0,0000
23	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-340,619	6,448	0,000	0,0000
23	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-334,119	-8,942	0,000	0,0000
24	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-259,489	181,492	0,000	0,0000
24	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-252,989	145,783	0,000	0,0000
24	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-246,489	111,780	0,000	0,0000
24	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1060,865	38,950	0,000	0,0000
24	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1052,090	24,311	0,000	0,0000
24	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1043,315	10,422	0,000	0,0000
24	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-258,615	185,072	0,000	0,0000
24	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-252,115	160,841	0,000	0,0000
24	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-245,615	137,291	0,000	0,0000
24	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-336,205	23,058	0,000	0,0000
24	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-329,705	8,418	0,000	0,0000
24	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-323,205	-5,471	0,000	0,0000
25	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-246,489	111,780	0,000	0,0000
25	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-239,989	88,408	0,000	0,0000
25	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-233,489	67,389	0,000	0,0000
25	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1043,315	10,422	0,000	0,0000
25	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1034,540	-2,716	0,000	0,0000
25	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1025,765	-25,466	0,000	0,0000
25	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-245,615	141,847	0,000	0,0000
25	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-239,115	124,929	0,000	0,0000
25	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-232,615	109,125	0,000	0,0000
25	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-323,205	-5,471	0,000	0,0000
25	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-316,705	-22,877	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
25	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-310,205	-41,646	0,000	0,0000
26	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-233,489	82,689	0,000	0,0000
26	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-226,989	65,234	0,000	0,0000
26	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-220,489	48,905	0,000	0,0000
26	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1025,765	-43,578	0,000	0,0000
26	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-1016,990	-72,462	0,000	0,0000
26	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-1008,215	-99,641	0,000	0,0000
26	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-232,615	93,029	0,000	0,0000
26	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-226,115	77,520	0,000	0,0000
26	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-219,615	62,305	0,000	0,0000
26	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-310,205	-18,971	0,000	0,0000
26	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-303,705	-36,602	0,000	0,0000
26	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-297,205	-53,096	0,000	0,0000
27	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-220,489	43,689	0,000	0,0000
27	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-213,989	28,486	0,000	0,0000
27	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-207,489	14,409	0,000	0,0000
27	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-1008,215	-88,578	0,000	0,0000
27	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-999,440	-114,050	0,000	0,0000
27	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-990,665	-137,816	0,000	0,0000
27	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-219,615	49,029	0,000	0,0000
27	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-213,115	34,110	0,000	0,0000
27	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-206,615	19,485	0,000	0,0000
27	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-297,205	-46,971	0,000	0,0000
27	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-290,705	-62,327	0,000	0,0000
27	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-284,205	-76,546	0,000	0,0000
28	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-207,489	13,689	0,000	0,0000
28	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-200,989	0,738	0,000	0,0000
28	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-194,489	-11,086	0,000	0,0000
28	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-990,665	-139,578	0,000	0,0000
28	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-981,890	-161,637	0,000	0,0000
28	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-973,115	-181,991	0,000	0,0000
28	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-206,615	29,029	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
28	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-200,115	14,700	0,000	0,0000
28	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-193,615	0,666	0,000	0,0000
28	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-284,205	-94,971	0,000	0,0000
28	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-277,705	-108,052	0,000	0,0000
28	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-271,205	-119,996	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-194,594	-8,811	0,000	0,0000
29	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-188,094	-19,509	0,000	0,0000
29	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-181,594	-29,082	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-972,483	-165,078	0,000	0,0000
29	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-963,708	-183,725	0,000	0,0000
29	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-954,933	-200,666	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-193,674	33,029	0,000	0,0000
29	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-187,174	19,290	0,000	0,0000
29	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-180,674	5,846	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-272,883	-126,971	0,000	0,0000
29	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-266,383	-137,777	0,000	0,0000
29	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-259,883	-147,446	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-181,594	-35,811	0,000	0,0000
31	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-175,094	-41,539	0,000	0,0000
31	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-168,594	-46,419	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-954,933	-223,578	0,000	0,0000
31	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-946,158	-238,812	0,000	0,0000
31	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-937,383	-252,341	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-180,674	-34,971	0,000	0,0000
31	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-174,174	-40,601	0,000	0,0000
31	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-167,674	-45,481	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-259,883	-126,971	0,000	0,0000
31	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-253,383	-143,020	0,000	0,0000
31	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-246,883	-158,388	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-168,944	-41,811	0,000	0,0000
32	0,32500	ELU persistente	Combination	Max	-162,444	-48,005	0,000	0,0000
32	0,65000	ELU persistente	Combination	Max	-155,944	-53,073	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
32	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-937,621	-262,578	0,000	0,0000
32	0,32500	ELU persistente	Combination	Min	-928,846	-274,400	0,000	0,0000
32	0,65000	ELU persistente	Combination	Min	-920,071	-284,516	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-171,599	-38,971	0,000	0,0000
32	0,32500	ELU accidental	Combination	Max	-165,099	-43,100	0,000	0,0000
32	0,65000	ELU accidental	Combination	Max	-158,599	-46,478	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-245,394	-162,971	0,000	0,0000
32	0,32500	ELU accidental	Combination	Min	-238,894	-177,657	0,000	0,0000
32	0,65000	ELU accidental	Combination	Min	-232,394	-191,661	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-155,944	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-155,901	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-155,901	0,000	0,0000
33	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-133,989	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-112,077	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-112,077	0,000	0,0000
33	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-55,427	-112,033	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-920,071	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-920,011	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-920,011	0,000	0,0000
33	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-834,589	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-749,167	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-749,167	0,000	0,0000
33	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-255,339	-748,973	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-158,599	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-158,556	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-158,556	0,000	0,0000
33	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-139,249	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-119,942	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-119,942	0,000	0,0000
33	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-50,971	-119,899	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-232,394	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-232,351	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-232,351	0,000	0,0000
33	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-213,044	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-193,737	0,000	0,0000
33	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-193,737	0,000	0,0000
33	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-450,971	-193,694	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-110,178	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-110,112	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-110,112	0,000	0,0000
34	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-82,356	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-54,600	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-54,600	0,000	0,0000
34	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-54,552	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-750,501	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-750,328	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-750,328	0,000	0,0000
34	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-670,751	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-591,173	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-591,173	0,000	0,0000
34	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-231,339	-590,982	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-118,083	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-118,040	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-118,040	0,000	0,0000
34	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-98,733	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-79,426	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-79,426	0,000	0,0000
34	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	-79,383	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-191,789	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-191,746	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-191,746	0,000	0,0000
34	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-172,439	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-153,132	0,000	0,0000
34	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-153,132	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
34	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-402,971	-153,089	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-54,552	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-54,462	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-54,462	0,000	0,0000
35	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	-20,615	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	13,233	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	13,233	0,000	0,0000
35	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	13,288	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-590,982	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-590,832	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-590,832	0,000	0,0000
35	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-517,347	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-443,861	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-443,861	0,000	0,0000
35	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-443,677	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-79,383	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-79,340	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-79,340	0,000	0,0000
35	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-60,033	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-40,726	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-40,726	0,000	0,0000
35	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-40,683	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-153,089	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-153,046	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-153,046	0,000	0,0000
35	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-133,739	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-114,432	0,000	0,0000
35	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-114,432	0,000	0,0000
35	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-273,328	-114,389	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	13,308	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	13,418	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	13,418	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
36	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	53,530	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	93,643	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	93,643	0,000	0,0000
36	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	93,707	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-443,824	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-443,695	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-443,695	0,000	0,0000
36	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-376,474	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-309,252	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-309,252	0,000	0,0000
36	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-309,078	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-41,060	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-41,017	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-41,017	0,000	0,0000
36	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-21,710	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-2,403	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-2,403	0,000	0,0000
36	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-2,360	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-114,747	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-114,704	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-114,704	0,000	0,0000
36	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-95,397	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-76,090	0,000	0,0000
36	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-76,090	0,000	0,0000
36	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-76,047	0,000	0,0000
37	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	93,707	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	93,836	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	93,836	0,000	0,0000
37	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	140,316	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	186,797	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	186,797	0,000	0,0000
37	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	186,874	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
37	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-309,078	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-308,967	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-308,967	0,000	0,0000
37	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-248,114	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-187,261	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-187,261	0,000	0,0000
37	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-187,099	0,000	0,0000
37	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-2,360	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-2,317	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	-2,317	0,000	0,0000
37	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	16,990	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	36,297	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	36,297	0,000	0,0000
37	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	36,340	0,000	0,0000
37	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-76,047	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-76,004	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-76,004	0,000	0,0000
37	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-56,697	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-37,390	0,000	0,0000
37	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-37,390	0,000	0,0000
37	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	-37,347	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	186,773	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	186,935	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	186,935	0,000	0,0000
38	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	247,788	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	308,641	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	308,641	0,000	0,0000
38	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	308,752	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-186,812	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-186,735	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-186,735	0,000	0,0000
38	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-140,255	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
38	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-93,774	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-93,774	0,000	0,0000
38	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-93,645	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	36,898	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	36,941	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	36,941	0,000	0,0000
38	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	56,248	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	75,555	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	75,555	0,000	0,0000
38	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	75,598	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-36,879	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-36,836	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-36,836	0,000	0,0000
38	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	-17,529	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	1,778	0,000	0,0000
38	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	1,778	0,000	0,0000
38	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	1,821	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	308,752	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	308,926	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	308,926	0,000	0,0000
39	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	376,148	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	443,369	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	443,369	0,000	0,0000
39	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	443,498	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-93,645	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-93,581	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-93,581	0,000	0,0000
39	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-53,469	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-13,356	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-13,356	0,000	0,0000
39	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-13,246	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	75,598	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
39	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	75,641	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	75,641	0,000	0,0000
39	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	94,948	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	114,255	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	114,255	0,000	0,0000
39	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	114,298	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	1,821	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	1,864	0,000	0,0000
39	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	1,864	0,000	0,0000
39	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	21,171	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	40,478	0,000	0,0000
39	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	40,478	0,000	0,0000
39	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-305,328	40,521	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	443,498	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	443,682	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	443,682	0,000	0,0000
40	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	517,168	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	590,653	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	590,653	0,000	0,0000
40	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	590,803	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-13,246	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-13,192	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	-13,192	0,000	0,0000
40	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	20,656	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	54,504	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	54,504	0,000	0,0000
40	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-228,875	54,593	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	114,298	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	114,341	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	114,341	0,000	0,0000
40	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	133,648	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	152,955	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
40	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	152,955	0,000	0,0000
40	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-73,086	152,998	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	40,521	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	40,564	0,000	0,0000
40	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	40,564	0,000	0,0000
40	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	59,871	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	79,178	0,000	0,0000
40	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	79,178	0,000	0,0000
40	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-337,328	79,221	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	590,803	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	590,994	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	590,994	0,000	0,0000
41	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	670,572	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	750,149	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	750,149	0,000	0,0000
41	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-61,427	750,322	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	54,593	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	54,641	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	54,641	0,000	0,0000
41	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	82,397	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	110,153	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	110,153	0,000	0,0000
41	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-249,078	110,220	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	152,998	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	153,041	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	153,041	0,000	0,0000
41	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	172,348	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	191,655	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	191,655	0,000	0,0000
41	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-66,971	191,698	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	79,221	0,000	0,0000
41	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	79,264	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
41	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	79,264	0,000	0,0000
41	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	98,571	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	117,878	0,000	0,0000
41	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	117,878	0,000	0,0000
41	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-410,971	117,921	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	750,254	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	750,449	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	750,449	0,000	0,0000
42	0,45000	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	835,871	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	921,293	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	921,293	0,000	0,0000
42	0,90000	ELU persistente	Combination	Max	-49,311	921,353	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	109,243	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	109,287	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	109,287	0,000	0,0000
42	0,45000	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	131,199	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	153,111	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	153,111	0,000	0,0000
42	0,90000	ELU persistente	Combination	Min	-273,078	153,154	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	189,517	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	189,560	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	189,560	0,000	0,0000
42	0,45000	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	208,867	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	228,174	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	228,174	0,000	0,0000
42	0,90000	ELU accidental	Combination	Max	-42,971	228,217	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	116,704	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	116,747	0,000	0,0000
42	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	116,747	0,000	0,0000
42	0,45000	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	136,054	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	155,361	0,000	0,0000
42	0,89900	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	155,361	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
42	0,90000	ELU accidental	Combination	Min	-458,971	155,404	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
1	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-220,9878	1-1	0,00000
1	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	-157,7107	1-1	0,32500
1	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	-70,3057	1-1	0,65000
1	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-654,0011	1-1	0,00000
1	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-592,3146	1-1	0,32500
1	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-545,7233	1-1	0,65000
1	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-44,9121	1-1	0,00000
1	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	-8,6523	1-1	0,32500
1	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	19,1047	1-1	0,65000
1	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-466,9121	1-1	0,00000
1	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-394,0896	1-1	0,32500
1	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-327,0270	1-1	0,65000
2	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-78,3932	2-1	0,00000
2	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	-8,5747	2-1	0,32500
2	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	48,8064	2-1	0,65000
2	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-542,2188	2-1	0,00000
2	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-500,0054	2-1	0,32500
2	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-465,4779	2-1	0,65000
2	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	18,3568	2-1	0,00000
2	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	35,4864	2-1	0,32500
2	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	44,8524	2-1	0,65000
2	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-310,6432	2-1	0,00000
2	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-241,6247	2-1	0,32500
2	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-178,1744	2-1	0,65000
3	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	53,1258	3-1	0,00000
3	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	96,6863	3-1	0,32500
3	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	128,9185	3-1	0,65000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
3	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-462,9873	3-1	0,00000
3	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-434,0580	3-1	0,32500
3	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-415,1439	3-1	0,65000
3	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	44,6258	3-1	0,00000
3	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	45,2250	3-1	0,32500
3	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	38,8002	3-1	0,65000
3	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-176,3742	3-1	0,00000
3	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-116,3599	3-1	0,32500
3	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-77,1397	3-1	0,65000
4	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	125,3947	4-1	0,00000
4	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	143,1848	4-1	0,32500
4	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	150,7556	4-1	0,65000
4	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-414,9939	4-1	0,00000
4	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-408,9968	4-1	0,32500
4	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-407,1476	4-1	0,65000
4	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	48,8947	4-1	0,00000
4	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	60,5947	4-1	0,32500
4	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	84,9734	4-1	0,65000
4	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-76,1053	4-1	0,00000
4	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-59,7261	4-1	0,32500
4	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-50,6947	4-1	0,65000
5	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	150,0387	5-1	0,00000
5	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	145,4708	5-1	0,32500
5	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	131,7927	5-1	0,65000
5	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-406,0976	5-1	0,00000
5	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-407,1767	5-1	0,32500
5	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-411,9157	5-1	0,65000
5	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	81,1637	5-1	0,00000
5	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	93,5853	5-1	0,32500
5	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	99,1288	5-1	0,65000
5	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-59,8363	5-1	0,00000
5	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-53,6131	5-1	0,32500

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
5	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-51,0498	5-1	0,65000
6	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	131,5577	6-1	0,00000
6	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	117,3828	6-1	0,32500
6	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	99,0766	6-1	0,65000
6	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-411,3157	6-1	0,00000
6	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-421,0467	6-1	0,32500
6	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-434,3246	6-1	0,65000
6	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	103,4327	6-1	0,00000
6	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	105,2004	6-1	0,32500
6	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	102,3145	6-1	0,65000
6	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-59,5673	6-1	0,00000
6	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-73,3239	6-1	0,32500
6	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-90,3568	6-1	0,65000
7	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	99,0766	7-1	0,00000
7	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	73,3239	7-1	0,32500
7	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	40,6791	7-1	0,65000
7	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-434,3246	7-1	0,00000
7	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-450,5307	7-1	0,32500
7	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-469,4208	7-1	0,65000
7	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	108,6737	7-1	0,00000
7	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	97,6325	7-1	0,32500
7	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	80,5996	7-1	0,65000
7	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-85,5568	7-1	0,00000
7	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-100,3176	7-1	0,32500
7	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-117,7623	7-1	0,65000
8	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	40,6791	8-1	0,00000
8	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	11,8936	8-1	0,32500
8	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	-6,3723	8-1	0,65000
8	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-469,4208	8-1	0,00000
8	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-490,7987	8-1	0,32500
8	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-534,9161	8-1	0,65000
8	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	81,9511	8-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
8	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	69,7645	8-1	0,32500
8	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	62,1412	8-1	0,65000
8	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-131,3623	8-1	0,00000
8	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-163,1817	8-1	0,32500
8	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-205,6613	8-1	0,65000
9	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-2,1655	9-1	0,00000
9	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	-16,0577	9-1	0,32500
9	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	-32,5118	9-1	0,65000
9	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-538,9555	9-1	0,00000
9	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-610,8512	9-1	0,32500
9	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-687,4208	9-1	0,65000
9	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	66,2396	9-1	0,00000
9	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	48,8294	9-1	0,32500
9	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	27,1937	9-1	0,65000
9	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-203,7604	9-1	0,00000
9	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-241,2431	9-1	0,32500
9	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-281,3136	9-1	0,65000
11	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-29,3940	11-1	0,00000
11	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	-40,8368	11-1	0,32500
11	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	-54,1097	11-1	0,65000
11	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-694,3533	11-1	0,00000
11	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-776,5529	11-1	0,32500
11	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-862,3173	11-1	0,65000
11	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	24,5085	11-1	0,00000
11	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	-3,2058	11-1	0,32500
11	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	-34,9537	11-1	0,65000
11	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-293,4915	11-1	0,00000
11	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-330,6044	11-1	0,32500
11	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-369,5658	11-1	0,65000
12	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	656,7014	12-1	0,00000
12	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	407,5736	12-1	0,45000
12	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	169,0855	12-1	0,90000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
12	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	220,9878	12-1	0,00000
12	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	57,1985	12-1	0,45000
12	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-129,1274	12-1	0,90000
12	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	462,2570	12-1	0,00000
12	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	364,0695	12-1	0,45000
12	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	260,8195	12-1	0,90000
12	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	41,8661	12-1	0,00000
12	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-45,5652	12-1	0,45000
12	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-138,0590	12-1	0,90000
13	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	168,9670	13-1	0,00000
13	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	87,8486	13-1	0,45000
13	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1,6677	13-1	0,90000
13	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-129,1274	13-1	0,00000
13	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-364,4099	13-1	0,45000
13	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-606,5267	13-1	0,90000
13	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	261,2781	13-1	0,00000
13	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	174,6105	13-1	0,45000
13	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	82,8804	13-1	0,90000
13	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-136,8153	13-1	0,00000
13	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-192,0876	13-1	0,45000
13	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-252,4224	13-1	0,90000
14	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1,6677	14-1	0,00000
14	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	-53,2846	14-1	0,45000
14	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	-113,2995	14-1	0,90000
14	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-606,5267	14-1	0,00000
14	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-775,3870	14-1	0,45000
14	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-951,0816	14-1	0,90000
14	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	82,8804	14-1	0,00000
14	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	10,3047	14-1	0,45000
14	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	-67,3335	14-1	0,90000
14	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-252,4224	14-1	0,00000
14	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-278,1061	14-1	0,45000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
14	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-308,8523	14-1	0,90000
15	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-113,0188	15-1	0,00000
15	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	-147,4765	15-1	0,45000
15	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	-181,4359	15-1	0,90000
15	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-951,0816	15-1	0,00000
15	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-1049,3823	15-1	0,45000
15	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-1154,5174	15-1	0,90000
15	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-67,1822	15-1	0,00000
15	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	-122,7743	15-1	0,45000
15	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	-179,7217	15-1	0,90000
15	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-308,8545	15-1	0,00000
15	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-309,7039	15-1	0,45000
15	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-319,1814	15-1	0,90000
16	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-181,4359	16-1	0,00000
16	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	-189,3334	16-1	0,45000
16	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	-202,2934	16-1	0,90000
16	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-1154,5174	16-1	0,00000
16	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-1184,7222	16-1	0,45000
16	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-1221,7613	16-1	0,90000
16	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-179,7217	16-1	0,00000
16	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	-212,7503	16-1	0,45000
16	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	-250,8414	16-1	0,90000
16	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-319,1814	16-1	0,00000
16	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-301,4497	16-1	0,45000
16	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-299,7056	16-1	0,90000
17	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-202,2934	17-1	0,00000
17	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	-189,3334	17-1	0,45000
17	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	-181,4359	17-1	0,90000
17	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-1221,7613	17-1	0,00000
17	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-1184,7220	17-1	0,45000
17	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-1154,5170	17-1	0,90000
17	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-250,8414	17-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
17	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	-216,8935	17-1	0,45000
17	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	-183,7610	17-1	0,90000
17	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-299,7056	17-1	0,00000
17	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-297,3993	17-1	0,45000
17	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-315,3276	17-1	0,90000
18	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-181,4359	18-1	0,00000
18	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	-147,4765	18-1	0,45000
18	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	-112,0245	18-1	0,90000
18	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-1154,5170	18-1	0,00000
18	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-1049,3817	18-1	0,45000
18	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-951,0808	18-1	0,90000
18	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-183,7610	18-1	0,00000
18	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	-126,4067	18-1	0,45000
18	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	-69,7449	18-1	0,90000
18	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-315,3276	18-1	0,00000
18	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-306,3505	18-1	0,45000
18	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-306,9808	18-1	0,90000
19	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-112,1431	19-1	0,00000
19	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	-52,6140	19-1	0,45000
19	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1,8527	19-1	0,90000
19	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-951,0808	19-1	0,00000
19	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-775,3859	19-1	0,45000
19	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-606,5255	19-1	0,90000
19	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-69,3272	19-1	0,00000
19	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	9,1657	19-1	0,45000
19	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	82,5961	19-1	0,90000
19	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-306,8901	19-1	0,00000
19	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-276,8957	19-1	0,45000
19	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-251,9638	19-1	0,90000
20	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1,8527	20-1	0,00000
20	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	87,4133	20-1	0,45000
20	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	167,9114	20-1	0,90000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
20	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-606,5255	20-1	0,00000
20	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-364,4088	20-1	0,45000
20	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-129,1265	20-1	0,90000
20	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	82,5961	20-1	0,00000
20	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	175,4153	20-1	0,45000
20	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	263,1719	20-1	0,90000
20	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-251,9638	20-1	0,00000
20	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-192,6185	20-1	0,45000
20	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-138,3357	20-1	0,90000
21	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	167,6037	21-1	0,00000
21	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	405,2554	21-1	0,45000
21	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	653,5469	21-1	0,90000
21	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-129,1265	21-1	0,00000
21	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	57,1989	21-1	0,45000
21	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	220,9878	21-1	0,90000
21	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	263,8357	21-1	0,00000
21	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	369,4306	21-1	0,45000
21	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	469,9629	21-1	0,90000
21	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-139,3235	21-1	0,00000
21	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-47,0097	21-1	0,45000
21	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	40,2415	21-1	0,90000
22	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	658,4995	22-1	0,00000
22	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	593,6631	22-1	0,32500
22	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	543,1719	22-1	0,65000
22	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	220,9878	22-1	0,00000
22	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	156,4357	22-1	0,32500
22	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	70,0057	22-1	0,65000
22	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	465,9121	22-1	0,00000
22	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	390,4896	22-1	0,32500
22	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	320,8270	22-1	0,65000
22	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	47,9121	22-1	0,00000
22	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	16,8523	22-1	0,32500

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
22	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-5,7047	22-1	0,65000
23	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	544,0924	23-1	0,00000
23	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	504,3164	23-1	0,32500
23	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	472,2263	23-1	0,65000
23	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	74,2682	23-1	0,00000
23	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	3,4747	23-1	0,32500
23	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-54,8814	23-1	0,65000
23	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	307,6432	23-1	0,00000
23	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	234,7247	23-1	0,32500
23	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	167,3744	23-1	0,65000
23	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-9,3568	23-1	0,00000
23	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-26,4864	23-1	0,32500
23	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-35,8524	23-1	0,65000
24	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	468,9857	24-1	0,00000
24	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	435,6689	24-1	0,32500
24	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	415,6673	24-1	0,65000
24	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-56,8758	24-1	0,00000
24	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-101,4113	24-1	0,32500
24	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-134,6185	24-1	0,65000
24	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	163,3742	24-1	0,00000
24	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	111,1599	24-1	0,32500
24	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	74,9397	24-1	0,65000
24	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-29,6258	24-1	0,00000
24	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-41,9250	24-1	0,32500
24	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-47,2002	24-1	0,65000
25	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	416,1173	25-1	0,00000
25	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	410,1202	25-1	0,32500
25	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	408,2710	25-1	0,65000
25	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-127,2697	25-1	0,00000
25	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-144,5723	25-1	0,32500
25	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-151,6556	25-1	0,65000
25	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	77,1053	25-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
25	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	59,4261	25-1	0,32500
25	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	61,0947	25-1	0,65000
25	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-37,8947	25-1	0,00000
25	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-66,7947	25-1	0,32500
25	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-96,3734	25-1	0,65000
26	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	405,7210	26-1	0,00000
26	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	406,8002	26-1	0,32500
26	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	411,5393	26-1	0,65000
26	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-151,9137	26-1	0,00000
26	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-143,4458	26-1	0,32500
26	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-127,6879	26-1	0,65000
26	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	54,8363	26-1	0,00000
26	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	47,3131	26-1	0,32500
26	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	45,8630	26-1	0,65000
26	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-82,1637	26-1	0,00000
26	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-93,2853	26-1	0,32500
26	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-98,2845	26-1	0,65000
27	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	411,3143	27-1	0,00000
27	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	421,0454	27-1	0,32500
27	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	434,3234	27-1	0,65000
27	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-127,6879	27-1	0,00000
27	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-117,3828	27-1	0,32500
27	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-99,0766	27-1	0,65000
27	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	43,4630	27-1	0,00000
27	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	52,1239	27-1	0,32500
27	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	63,9568	27-1	0,65000
27	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-89,6513	27-1	0,00000
27	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-93,2004	27-1	0,32500
27	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-90,3145	27-1	0,65000
28	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	434,3234	28-1	0,00000
28	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	450,5282	28-1	0,32500
28	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	469,4170	28-1	0,65000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
28	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-99,0766	28-1	0,00000
28	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-73,3239	28-1	0,32500
28	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-40,6791	28-1	0,65000
28	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	73,5568	28-1	0,00000
28	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	93,5176	28-1	0,32500
28	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	116,1623	28-1	0,65000
28	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-92,6737	28-1	0,00000
28	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-86,8325	28-1	0,32500
28	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-74,9996	28-1	0,65000
29	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	469,4170	29-1	0,00000
29	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	490,7962	29-1	0,32500
29	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	537,4648	29-1	0,65000
29	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-40,6791	29-1	0,00000
29	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	-19,8436	29-1	0,32500
29	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	-4,8027	29-1	0,65000
29	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	107,3623	29-1	0,00000
29	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	148,0817	29-1	0,32500
29	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	194,4613	29-1	0,65000
29	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-61,9511	29-1	0,00000
29	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-65,4645	29-1	0,32500
29	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-69,5412	29-1	0,65000
31	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	544,9542	31-1	0,00000
31	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	616,8498	31-1	0,32500
31	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	693,4193	31-1	0,65000
31	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-1,9595	31-1	0,00000
31	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	14,3702	31-1	0,32500
31	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	33,2618	31-1	0,65000
31	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	194,7604	31-1	0,00000
31	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	237,4431	31-1	0,32500
31	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	282,7136	31-1	0,65000
31	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-64,2396	31-1	0,00000
31	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-45,5294	31-1	0,32500

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
31	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	-22,5937	31-1	0,65000
32	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	692,8518	32-1	0,00000
32	0,32500	ELU persistente	Max	0,0000	777,4887	32-1	0,32500
32	0,65000	ELU persistente	Max	0,0000	865,6905	32-1	0,65000
32	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	22,6440	32-1	0,00000
32	0,32500	ELU persistente	Min	0,0000	39,9368	32-1	0,32500
32	0,65000	ELU persistente	Min	0,0000	59,0597	32-1	0,65000
32	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	288,4915	32-1	0,00000
32	0,32500	ELU accidental	Max	0,0000	332,1044	32-1	0,32500
32	0,65000	ELU accidental	Max	0,0000	377,5658	32-1	0,65000
32	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-27,5085	32-1	0,00000
32	0,32500	ELU accidental	Min	0,0000	-2,3942	32-1	0,32500
32	0,65000	ELU accidental	Min	0,0000	26,7537	32-1	0,65000
33	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-60,1122	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	-59,9288	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	-59,9288	33-1	0,00100
33	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	77,6136	33-1	0,45000
33	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	223,0272	33-1	0,89900
33	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	223,0272	33-1	0,89900
33	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	223,4897	33-1	0,90000
33	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-865,5939	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-864,7014	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-864,7014	33-1	0,00100
33	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-556,8902	33-1	0,45000
33	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-277,8665	33-1	0,89900
33	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-277,8665	33-1	0,89900
33	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-277,4679	33-1	0,90000
33	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-41,4452	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	-41,2867	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	-41,2867	33-1	0,00100
33	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	25,5707	33-1	0,45000
33	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	83,7592	33-1	0,89900

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
33	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	83,7592	33-1	0,89900
33	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	83,8791	33-1	0,90000
33	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-376,2282	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-375,9958	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-375,9958	33-1	0,00100
33	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-276,0046	33-1	0,45000
33	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-184,6821	33-1	0,89900
33	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-184,6821	33-1	0,89900
33	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-184,4884	33-1	0,90000
34	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	223,0656	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	223,5267	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	223,5267	34-1	0,00100
34	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	461,3243	34-1	0,45000
34	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	686,8746	34-1	0,89900
34	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	686,8746	34-1	0,89900
34	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	687,3607	34-1	0,90000
34	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-277,0795	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-276,6799	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-276,6799	34-1	0,00100
34	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-165,8703	34-1	0,45000
34	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-63,7295	34-1	0,89900
34	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-63,7295	34-1	0,89900
34	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-63,5739	34-1	0,90000
34	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	86,1610	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	86,2790	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	86,2790	34-1	0,00100
34	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	134,9444	34-1	0,45000
34	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	174,9409	34-1	0,89900
34	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	174,9409	34-1	0,89900
34	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	175,0203	34-1	0,90000
34	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-184,8684	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-184,6767	34-1	0,00100

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
34	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-184,6767	34-1	0,00100
34	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-102,9171	34-1	0,45000
34	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-29,8264	34-1	0,89900
34	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-29,8264	34-1	0,89900
34	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-29,6733	34-1	0,90000
35	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	687,3607	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	687,8546	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	687,8546	35-1	0,00100
35	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	874,3470	35-1	0,45000
35	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1048,5921	35-1	0,89900
35	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1048,5921	35-1	0,89900
35	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1048,9021	35-1	0,90000
35	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-63,5739	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-63,4183	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-63,4183	35-1	0,00100
35	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	2,0919	35-1	0,45000
35	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	58,9333	35-1	0,89900
35	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	58,9333	35-1	0,89900
35	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	59,0502	35-1	0,90000
35	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	175,0203	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	175,0997	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	175,0997	35-1	0,00100
35	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	206,3887	35-1	0,45000
35	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	229,0090	35-1	0,89900
35	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	229,0090	35-1	0,89900
35	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	229,0497	35-1	0,90000
35	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-29,6733	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-29,5202	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-29,5202	35-1	0,00100
35	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	34,8630	35-1	0,45000
35	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	90,5774	35-1	0,89900
35	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	90,5774	35-1	0,89900

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
35	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	90,6918	35-1	0,90000
36	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1048,9201	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1049,2372	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1049,2372	36-1	0,00100
36	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	1169,2069	36-1	0,45000
36	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1279,9894	36-1	0,89900
36	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1279,9894	36-1	0,89900
36	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1280,1626	36-1	0,90000
36	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	59,1737	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	59,2907	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	59,2907	36-1	0,00100
36	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	107,4906	36-1	0,45000
36	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	145,6380	36-1	0,89900
36	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	145,6380	36-1	0,89900
36	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	145,7089	36-1	0,90000
36	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	228,6658	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	228,7068	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	228,7068	36-1	0,00100
36	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	242,7890	36-1	0,45000
36	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	248,2023	36-1	0,89900
36	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	248,2023	36-1	0,89900
36	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	248,2047	36-1	0,90000
36	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	90,4912	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	90,6059	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	90,6059	36-1	0,00100
36	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	137,7737	36-1	0,45000
36	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	176,2727	36-1	0,89900
36	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	176,2727	36-1	0,89900
36	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	176,3488	36-1	0,90000
37	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1280,1626	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1280,3424	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1280,3424	37-1	0,00100

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
37	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	1326,0778	37-1	0,45000
37	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1359,5660	37-1	0,89900
37	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1359,5660	37-1	0,89900
37	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1359,5627	37-1	0,90000
37	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	145,7089	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	145,7797	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	145,7797	37-1	0,00100
37	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	162,1529	37-1	0,45000
37	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	166,5066	37-1	0,89900
37	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	166,5066	37-1	0,89900
37	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	166,5066	37-1	0,90000
37	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	248,2047	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	248,2071	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	248,2071	37-1	0,00100
37	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	255,4918	37-1	0,45000
37	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	259,8455	37-1	0,89900
37	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	259,8455	37-1	0,89900
37	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	259,8455	37-1	0,90000
37	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	176,3488	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	176,4248	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	176,4248	37-1	0,00100
37	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	198,8227	37-1	0,45000
37	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	210,3181	37-1	0,89900
37	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	210,3181	37-1	0,89900
37	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	210,3340	37-1	0,90000
38	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1359,5627	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1359,5660	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1359,5660	38-1	0,00100
38	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	1326,0776	38-1	0,45000
38	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1280,3420	38-1	0,89900
38	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1280,3420	38-1	0,89900
38	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1280,1622	38-1	0,90000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
38	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	166,5066	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	166,5066	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	166,5066	38-1	0,00100
38	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	162,1529	38-1	0,45000
38	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	142,7845	38-1	0,89900
38	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	142,7845	38-1	0,89900
38	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	142,7140	38-1	0,90000
38	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	259,8455	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	259,8455	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	259,8455	38-1	0,00100
38	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	255,4918	38-1	0,45000
38	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	246,6748	38-1	0,89900
38	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	246,6748	38-1	0,89900
38	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	246,6574	38-1	0,90000
38	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	210,8600	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	210,8756	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	210,8756	38-1	0,00100
38	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	205,5748	38-1	0,45000
38	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	181,2957	38-1	0,89900
38	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	181,2957	38-1	0,89900
38	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	181,2202	38-1	0,90000
39	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1280,1622	39-1	0,00000
39	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1279,9891	39-1	0,00100
39	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1279,9891	39-1	0,00100
39	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	1170,0549	39-1	0,45000
39	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1052,8034	39-1	0,89900
39	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	1052,8034	39-1	0,89900
39	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	1052,4862	39-1	0,90000
39	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	142,7140	39-1	0,00000
39	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	142,6434	39-1	0,00100
39	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	142,6434	39-1	0,00100
39	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	103,8070	39-1	0,45000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
39	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	55,7535	39-1	0,89900
39	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	55,7535	39-1	0,89900
39	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	55,6368	39-1	0,90000
39	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	246,6574	39-1	0,00000
39	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	246,6399	39-1	0,00100
39	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	246,6399	39-1	0,00100
39	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	238,1405	39-1	0,45000
39	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	224,3004	39-1	0,89900
39	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	224,3004	39-1	0,89900
39	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	224,2599	39-1	0,90000
39	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	181,2202	39-1	0,00000
39	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	181,1445	39-1	0,00100
39	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	181,1445	39-1	0,00100
39	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	142,8475	39-1	0,45000
39	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	95,8816	39-1	0,89900
39	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	95,8816	39-1	0,89900
39	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	95,7673	39-1	0,90000
40	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1052,4862	40-1	0,00000
40	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1052,1762	40-1	0,00100
40	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	1052,1762	40-1	0,00100
40	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	877,9123	40-1	0,45000
40	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	691,4012	40-1	0,89900
40	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	691,4012	40-1	0,89900
40	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	690,9072	40-1	0,90000
40	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	55,6368	40-1	0,00000
40	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	55,5201	40-1	0,00100
40	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	55,5201	40-1	0,00100
40	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-1,2408	40-1	0,45000
40	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-66,6706	40-1	0,89900
40	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-66,6706	40-1	0,89900
40	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-66,8260	40-1	0,90000
40	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	224,2599	40-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

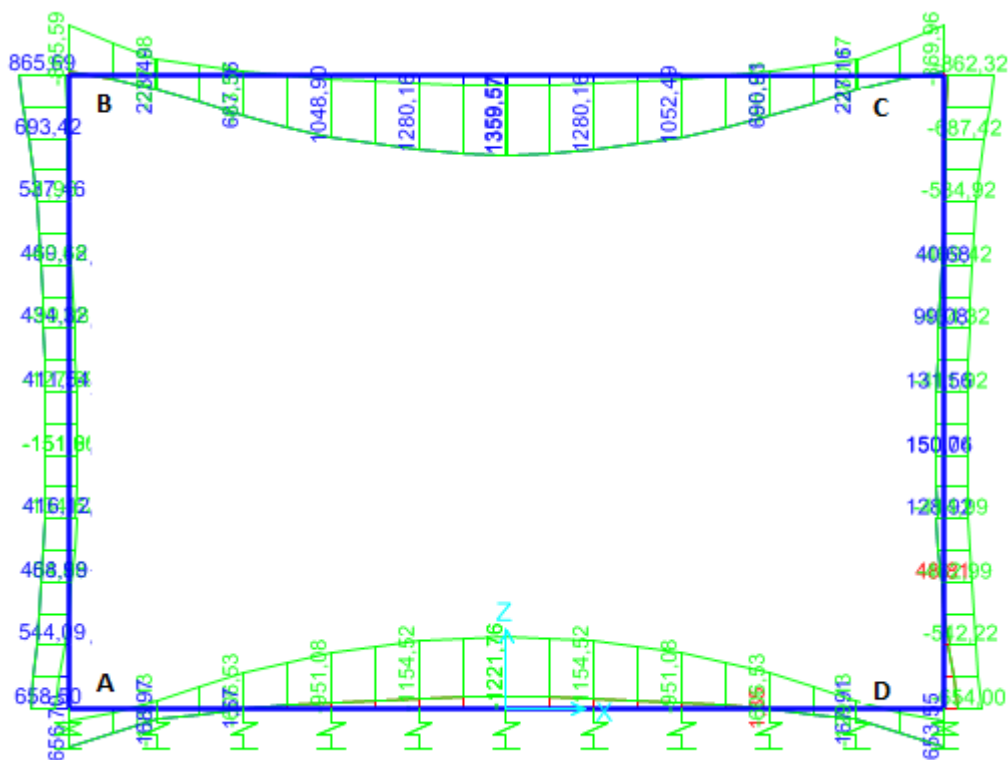
Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
40	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	224,2193	40-1	0,00100
40	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	224,2193	40-1	0,00100
40	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	201,6718	40-1	0,45000
40	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	170,4554	40-1	0,89900
40	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	170,4554	40-1	0,89900
40	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	170,3762	40-1	0,90000
40	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	95,7673	40-1	0,00000
40	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	95,6530	40-1	0,00100
40	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	95,6530	40-1	0,00100
40	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	39,9797	40-1	0,45000
40	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-24,3625	40-1	0,89900
40	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-24,3625	40-1	0,89900
40	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-24,5155	40-1	0,90000
41	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	690,9072	41-1	0,00000
41	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	690,4211	41-1	0,00100
41	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	690,4211	41-1	0,00100
41	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	464,8509	41-1	0,45000
41	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	227,0334	41-1	0,89900
41	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	227,0334	41-1	0,89900
41	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	226,5723	41-1	0,90000
41	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-66,8260	41-1	0,00000
41	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-66,9814	41-1	0,00100
41	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-66,9814	41-1	0,00100
41	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-169,0428	41-1	0,45000
41	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-279,7730	41-1	0,89900
41	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-279,7730	41-1	0,89900
41	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-280,1724	41-1	0,90000
41	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	170,3762	41-1	0,00000
41	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	170,2970	41-1	0,00100
41	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	170,2970	41-1	0,00100
41	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	130,3732	41-1	0,45000
41	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	81,7805	41-1	0,89900

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
41	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	81,7805	41-1	0,89900
41	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	81,6626	41-1	0,90000
41	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-24,5155	41-1	0,00000
41	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-24,6685	41-1	0,00100
41	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-24,6685	41-1	0,00100
41	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-97,7182	41-1	0,45000
41	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-179,4366	41-1	0,89900
41	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-179,4366	41-1	0,89900
41	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-179,6283	41-1	0,90000
42	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	227,1600	42-1	0,00000
42	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	226,7002	42-1	0,00100
42	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	226,7002	42-1	0,00100
42	0,45000	ELU persistente	Max	0,0000	82,5409	42-1	0,45000
42	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	-53,7471	42-1	0,89900
42	0,89900	ELU persistente	Max	0,0000	-53,7471	42-1	0,89900
42	0,90000	ELU persistente	Max	0,0000	-53,9277	42-1	0,90000
42	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-280,6772	42-1	0,00000
42	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-281,0770	42-1	0,00100
42	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-281,0770	42-1	0,00100
42	0,45000	ELU persistente	Min	0,0000	-560,6760	42-1	0,45000
42	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-869,0624	42-1	0,89900
42	0,89900	ELU persistente	Min	0,0000	-869,0624	42-1	0,89900
42	0,90000	ELU persistente	Min	0,0000	-869,9562	42-1	0,90000
42	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	82,0918	42-1	0,00000
42	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	81,9751	42-1	0,00100
42	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	81,9751	42-1	0,00100
42	0,45000	ELU accidental	Max	0,0000	25,2213	42-1	0,45000
42	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	-40,2013	42-1	0,89900
42	0,89900	ELU accidental	Max	0,0000	-40,2013	42-1	0,89900
42	0,90000	ELU accidental	Max	0,0000	-40,3567	42-1	0,90000
42	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-178,8343	42-1	0,00000
42	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-179,0238	42-1	0,00100

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
42	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-179,0238	42-1	0,00100
42	0,45000	ELU accidental	Min	0,0000	-268,4704	42-1	0,45000
42	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-366,5859	42-1	0,89900
42	0,89900	ELU accidental	Min	0,0000	-366,5859	42-1	0,89900
42	0,90000	ELU accidental	Min	0,0000	-366,8141	42-1	0,90000



Combinación Persistente

4.1.3. Dimensionamiento de la estructura

❖ Agotamiento frente a solicitaciones normales.

El marco ha de resistir los esfuerzos de flexocompresión que se consideran a partir de las envolventes de E.L.U. de axiles y flectores. Observando estos esfuerzos, estaremos en disposición de determinar la armadura necesaria para la resistencia a estos importantes esfuerzos. De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de momentos flectores y sus axiles concomitantes.

Estos valores se han tomado en unos determinados nudos de la sección que se ha utilizado para realizar los cálculos.

A partir de las especificaciones de la EHE-08 se ha obtenido la cantidad de armadura necesaria para resistir estos esfuerzos.

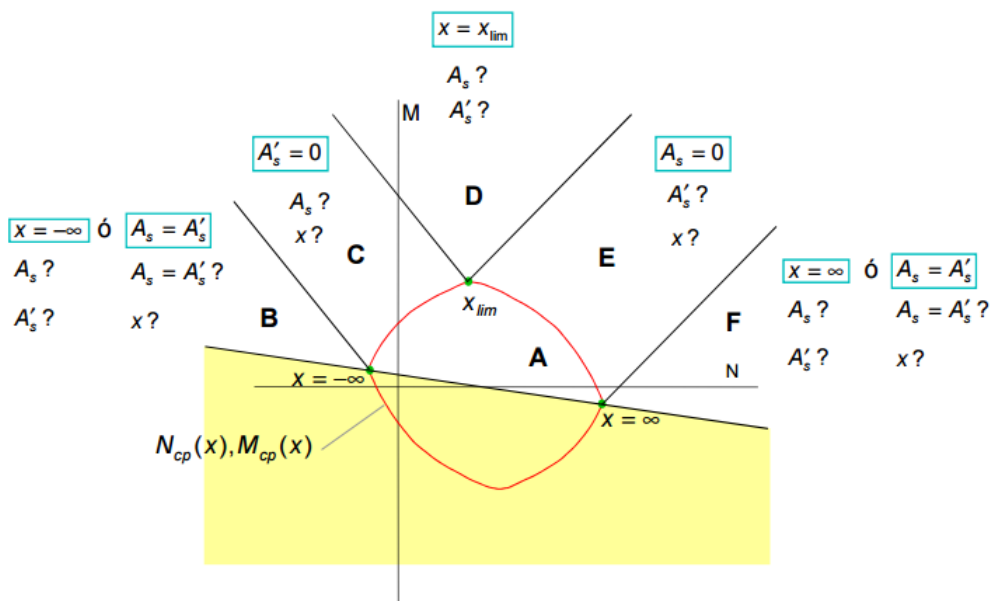


Diagrama interacción Momento-Axil

✓ LOSA SUPERIOR:

Se considera un axil nulo teniendo así una flexión simple. Teniendo los momentos más desfavorable en la parte central de la losa (valor positivo) y en los extremos (valor negativo).

Optamos por un armado base en todo el tramo de la parte superior e inferior y unos refuerzos en los puntos críticos.

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-30
- Ambiente: IIa
- Acero: B500B
- Canto: 1,00m
- Ancho: 1,00 m
- Recubrimiento mecánico: 0,05m

El proceso de cálculo empleado es el siguiente:

Lo primero para dimensionar es saber en qué zona del diagrama interacción Momento-Axil se encuentra la estructura objeto del cálculo. Para ello se ha de obtener el valor de X_{limite} , una vez conocido el valor se procede a calcular el momento en X_{limite} para situar la zona de dimensionamiento.

$$X_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} * d = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{E_s * \varepsilon_{cu}}}$$

$X_{\text{límite}} = 0,59\text{m}$

$$M_{\text{límite}} = 0,8 * X_{\text{lim}} * f_{cd} * b * (d - 0,4 * X_{\text{lim}}) = 6709,6\text{KN} * \text{m}$$

Armado inferior base:

Flectores y Axiles

$N_d = 0\text{KN}$

$M_d = 690,81\text{KN} \cdot \text{m}$

$M_{1c}(-\infty) = 0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Se procede a hallar la profundidad de la fibra neutra, $x = 0,046\text{m}$ de ahí obtenemos la armadura traccionada necesaria, ya que nos hayamos en zona C y la armadura a compresión no sería necesaria, no obstante se ha de cumplir los mínimo exigidos por la normativa, que se calcularan posteriormente.

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,046 * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 17,06\text{ cm}^2/\text{m}$$

Optamos por resolver con $4\Phi 25$ en todo el tramo y a continuación reforzaremos.

Armado inferior de refuerzo:

Flectores y Axiles

$N_d = 0\text{KN}$

$M_d = 1360\text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{1c}(-\infty) = 0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN) $= x = 0,093\text{m}$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,093 * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 34,27\text{ cm}^2/\text{m}$$

Teniendo en cuenta el armado base, se reforzará la estructura con una armadura de $4\Phi 25$ a tres nudos a cada lado por la parte central.

Armado superior base:

Al no tener momentos negativos en todo el tramo menos en los extremos y para cumplir las exigencias mínimas de la norma, optamos por disponer de un armado base de $4\Phi 25$, se comprobará el cumplimiento de los mínimos mecánicos y geométricos posteriormente.

Armado superior de refuerzo:

Flectores y Axiles

$N_d = 0 \text{ kN}$

$M_d = 866 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{1c} (-\infty) = 0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN) $= x = 0,058 \text{ m}$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,058 * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 21,49 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Teniendo ya un armado base se le suma un refuerzo de 4 $\Phi 16$ en los extremos, cumpliendo así con la armadura necesaria para soportar las solicitaciones normales a las que está supuesta la losa superior.

✓ **HASTIALES:**

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-30
- Ambiente: IIa
- Acero: B500B
- Canto: 0,90m
- Ancho: 1,00 m
- Recubrimiento mecánico: 0,04m

$$X_{\text{lim}} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} * d = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{E_s * \varepsilon_{cu}}}$$

$X_{\text{limite}} = 0,53 \text{ m}$

$$M_{\text{limite}} = 0,8 * X_{\text{lim}} * f_{cd} * b * (d - 0,4 * X_{\text{lim}}) = 5498,5 \text{ kN} * \text{m}$$

El armado de los hastiales se realiza considerando que estos elementos están sometidos a flexocompresión, por tanto se van a tener en cuenta tanto la envolvente de axiles con sus respectivos momentos concomitantes, como la envolvente de momentos con sus respectivos axiles concomitantes. Además la armadura a disponer en los hastiales tanto izquierdo como derecho, será la misma ya que la estructura es simétrica.

Se evaluará la resistencia de estas secciones bajo cuatro situaciones distintas como son:

- Axil máximo y momento concomitante.
- Axil mínimo y momento concomitante.
- Momento máximo y axil concomitante.
- Momento mínimo y axil concomitante.

Se ha podido comprobar que los valores más desfavorables van con los axiles mínimos. El armado a disponer en los hastiales:

Armado interior del hastial:

Al no tener solicitaciones importantes, se resuelve con un armado mínimo de 4Ø25 que resiste al mismo tiempo estas mismas solicitaciones.

Armado exterior del hastial:

Flectores y Axiles

Nd= 445 kN

Md= 1082,67kN·m

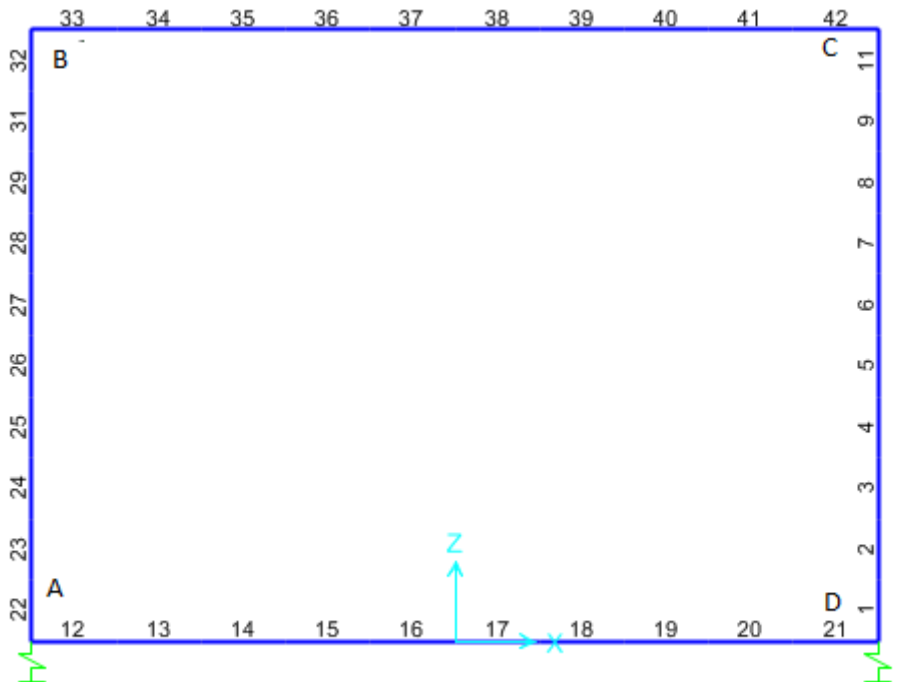
$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{lim}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN)=0,07m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b - N_d}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 20 * 1 - N_d}{434,8} * 10^4 = 24,87 \text{ cm}^2/m$$

Con la armadura mínima de 4Ø25 que hemos dispuesto en la losa superior armamos la parte exterior del hastial. Más unos refuerzos en las zonas B y C, que serán 4Ø20 aprovechando el refuerzo de los extremos de la losa superior.



Secciones

✓ **LOSA INFERIOR:**

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-30
- Ambiente: IIa
- Acero: B500B
- Canto: 1,00m
- Ancho: 1,00 m
- Recubrimiento mecánico: 0,05m

El valor de $X_{\text{límite}}$ es el mismo que el de la losa superior, para dimensionar la armadura se aplicará el mismo proceso.

Armado inferior base:

Flectores y Axiles

Nd= 0KN

Md= 659 KN·m

$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN)=0,044 m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 16,26 \text{ cm}^2/m$$

El momento más desfavorable lo resiste el armado mínimo considerado de 4Ø25 por lo que no hará falta ningún refuerzo en los extremos.

Armado superior base:

Flectores y Axiles

Nd= 0KN

Md= 755 kN·m

$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Se procede a hallar la profundidad de la fibra neutra, $X=0,05$ de ahí obtenemos la armadura traccionada necesaria, ya que nos hayamos en zona C y la armadura a compresión no sería necesaria, no obstante se ha de cumplir los mínimo exigidos por la normativa, que se calcularan posteriormente.

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 18,48 \text{ cm}^2/m$$

Optamos por resolver con 4Ø25 en todo el tramo y a continuación reforzaremos.

Armado superior de refuerzo:

Flectores y Axiles

Nd= OKN

Md= 1222 KN·m

$M_{1c}(-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{lím}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN)=0,083 m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 30,66 \text{ cm}^2/m$$

Teniendo en cuenta el armado base, se reforzará la estructura con una armadura de 4Φ25a tres nudos a cada lado por la parte central.

- **ARMADO MÍNIMO.**

Cuantía geométrica.

Tabla 42.3.5. Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1000, referidas a la sección total de hormigón ⁽⁶⁾

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

- (1) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección dispuestos en la cara inferior.
- (2) Cuantía mínima referida a una sección rectangular de ancho b_w y canto h del forjado de acuerdo con la Figura 42.3.5. Esta cuantía se aplica estrictamente en los nervios y no en las zonas macizadas. Todas las viguetas deben tener en la cabeza inferior, al menos, dos armaduras activas o pasivas longitudinales simétricas respecto al plano medio vertical.
- (3) Cuantía mínima referida al espesor de la capa de compresión hormigonada in situ.
- (4) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.
- (5) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.
A partir de los 2,5 m de altura del fuste del muro y siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro podrá reducirse la cuantía horizontal a un 2%. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse al 2%. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. En el caso de muros con espesores superiores a 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo 50 cm distribuidos en 25 cm a cada cara, ignorando la zona central que queda entre estas capas superficiales.
- (6) En el caso de elementos pretensados, la armadura activa podrá tenerse en cuenta en relación con el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas sólo en el caso de las armaduras pretesas que actúen antes de que se desarrolle cualquier tipo de deformación térmica o reológica.

LOSA SUPERIOR E INFERIOR:

Para:

$$b=1\text{m}$$

$$h=1\text{m}$$

Según el Artículo 42.3.5 (EHE) se dispondrá de una cuantía mínima de 1,8‰ repartida en las dos caras.

De ahí:

$$A_S = A'_S = \frac{0,9}{1000} * 100 * 100 = 9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

HASTIALES:

Para:

$$b=1\text{m}$$

$$h=0,9\text{m}$$

$$A_S = A'_S = \frac{0,9}{1000} * 90 * 100 = 8,1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cuantía mecánica:

LOSA SUPERIOR E INFERIOR:

Para:

$$b=1\text{m}$$

$$h=1\text{m}$$

Según la EHE-08 la cuantía mecánica mínima requerida es:

$$A_S = 0,04 * A_c * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 18,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

HASTIALES:

Para:

$$b=1\text{m}$$

$$h=0,9\text{m}$$

$$A_S = 0,04 * A_c * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 16,56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

❖ *Agotamiento frente a 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:

$$\begin{aligned} V_{rd} &\leq V_{u1} \\ V_{rd} &\leq V_{u2} \end{aligned}$$

Donde:

- V_{rd} Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

- V_{u1} Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

- V_{u2} Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

-La comprobación del agotamiento por compresión oblicua en el alma $V_{rd} \leq V_{u1}$ se realizará en el borde del apoyo y no en su eje.

-En piezas sin armadura de cortante no resulta necesaria la comprobación de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

-La comprobación correspondiente al agotamiento por tracción en el alma $V_{rd} \leq V_{u2}$ se efectúa para una sección situada a una distancia de un canto útil del borde del apoyo.

LOSA SUPERIOR:

Calculo de V_{u1} :

$$V_{u1} = K * f_{1cd} * b_o * d * \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$$

Al no considerar el esfuerzo Axil, se simplifica a:

$$V_{u1} = 0,3 * f_{cd} * b_o * d = 5700kN \geq V_{rd} = 921,35kN$$

Calculo de V_{u2} :

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Calculo de V_{cu} :

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15\sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{950}} = 1,46 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{27,67 * 10^{-4}}{1 * 0,95} = 2,91 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 30MPa$
- $\beta = 1$

$$V_{cu} = 285,68 kN$$

Y como:

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

De ahí: $V_{su,nec} = (V_{rd} - V_{su}) > 0V_{rd}$ a un canto útil

$$V_{su,nec} = 741,464 - 285,68 = 455,784 kN$$

Por otra parte:

$$V_{su} = z * \sin \alpha * (\cot \theta * \cot \alpha) * A\alpha * f_{y\alpha,d}$$

Al ser:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$Z = 0,9 \cdot d$$

$$V_{su} = 0,9 \cdot d \cdot A_{90} \cdot f_{y90,d}$$

$$458,784 = 0,9 \cdot 0,95 \cdot A_{90} \cdot 400 \cdot 10^3$$

$$A_{90} = 13,4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo que se opta por armar con $\varnothing 10/0.15$ cada 0,3 metros

Cálculo de V_{u2} sin armadura:

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \varepsilon \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{cv})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma'_{cd} \right) \cdot b_o \cdot d \cdot \beta$$

$$V_{u2} = 342,816 \text{ kN}$$

Se puede deducir apoyándonos en la ley de cortante generada por el SAP2000 que a partir de 3,4 desde los extremos no hará falta armar a cortante (parte central de la losa).

HASTIALES:

Cálculo de V_{u1} :

$$V_{u1} = K \cdot f_{1cd} \cdot b_o \cdot d \cdot \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd}{Ac} = 0,17327 \text{ MPa} \rightarrow K = 1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} = 1,0058$$

$$b_o = 1 \text{ m}$$

$$f_{1cd} = 0,6 \cdot f_{cd}$$

$$\theta = \theta_e = 45^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$d = 0,86 \text{ m}$$

$$V_{u1} = 5189,8 \text{ kN} > V_{rd} = 284,52 \text{ kN}$$

Cálculo de V_{u2} :

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Cálculo de V_{cu} :

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{860}} = 1,48 < 2$
- $\rho_1 = \frac{As+Ap}{b_o*d} = \frac{27,67*10^{-4}}{1*0,86} = 3,22 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv}=f_{ck}=30\text{MPa}$
- $\beta = 1$

$$V_{cu}=293,35\text{kN}$$

$$V_{su,\sin armadura} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

$$V_{su,\sin armadura} = 347,64\text{kN}$$

Por lo tanto no hace falta armar a cortante en los hastiales.

LOSA INFERIOR:

$$V_{u1} = 0,3 * f_{cd} * b_o * d = 5760 \text{ kN} \geq V_{rd} = 820,455 \text{ kN}$$

Calculo de V_{u2} :

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Calculo de V_{cu} :

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{950}} = 1,46 < 2$
- $\rho_1 = \frac{As+Ap}{b_o*d} = \frac{19,63*10^{-4}}{1*0,95} = 2,07 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv}=f_{ck}=30\text{MPa}$
- $\beta = 1$

$$V_{cu} = 254,8 \text{ kN}$$

$$V_{su,nec} = (V_{rd} - V_{su}) > 0V_{rd} \text{ a un canto útil}$$

$$V_{su,nec} = 539,964 - 254,8 = 285,17 \text{ kN}$$

Por otra parte:

$$V_{su} = z * \sin \alpha * (\cot \theta * \cot \alpha) * A_{\alpha} * f_{y\alpha,d}$$

Al ser:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$Z=0,9*d$$

$$V_{su} = 0,9 * d * A_{90} * f_{y90,d}$$

$$285,17 = 0,9 * 0,95 * A_{90} * 400 * 10^3$$

$$A_{90} = 8,34 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{90,\min} \text{ (Se comprueba posteriormente)}$$

Por lo que se opta por armar con $\emptyset 10/0.25$ cada 0,25 metros

Cálculo de V_{u2} sin armadura:

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

$$V_{u2} = 305,76 \text{ kN}$$

Se puede deducir apoyándonos en la ley de cortante generada por el SAP2000 que a partir de 3,15m desde los extremos no hará falta armar a cortante (parte central de la losa).

✓ Armado mínimo:

El armado mínimo a cortante se define como:

$$A_{90,\min} = \frac{f_{ct,m}}{7,5 * f_{y90,d}} * b_o = 9,64 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$$

❖ Armadura transversal.

Aplicando la normativa de la EHE-08, en caso de producirse esfuerzos en la sección transversal, la estructura debería ir armada con un 25% de la cuantía del armado principal distribuida en las dos caras evitando así el riesgo de fallo transversalmente. Quedando del lado de la seguridad, la armadura principal es de 39.27 cm^2 , por lo que:

$$A_{st} = 0,25 * 39,27 = 9,81 \text{ cm}^2$$

Optamos por armar con transversalmente con $5\Phi 16$ siendo $A_{5\Phi 16} = 10,05 \text{ cm}^2$

❖ Anclajes y solapes.

Características a tener en cuenta:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

HA30

LOSA SUPERIOR:

• Armadura inferior:

Con $\emptyset 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$812,5 \geq 625$$

$$l_{bl} = 812,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 812,5 \text{ mm Con:}$$

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

- **Armadura superior:**

Con $\emptyset 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \emptyset$$

$$1137,5 \geq 892,86$$

$$l_{bl} = 1137,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 1137,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

Con $\emptyset 16$ y $m=1,3$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \emptyset$$

$$465,92 < 571,43$$

$$l_{bl} = 571,43 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 571,43 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

HASTIALES:

Misma posición tanto para las armaduras interiores como para la exteriores.

Con $\emptyset 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$812,5 \geq 625$$

$$l_{bl} = 812,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 812,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

Con $\emptyset 16$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$332,8 < 400$$

$$l_{bl} = 400 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 400 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

LOSA INFERIOR:

- **Armadura superior**

Con $\emptyset 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \emptyset$$

$$1137,5 \geq 892,86$$

$$l_{bl} = 1137,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 1137,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

- **Armadura inferior:**

Con $\varnothing 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \varnothing$$

$$812,5 \geq 625$$

$$l_{bl} = 812,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 812,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

4.1.4.Verificación del estado límite de servicio

❖ ELS Fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras. Estas no suponen ningún problema para la durabilidad de la estructura y su uso normal, siempre y cuando se limite la abertura característica de fisura.

La abertura característica de fisura, w_k , es decir el valor de distancia entre las caras de las grietas superado solo en el 5% de los casos, será calculada para la combinación de esfuerzos del estado límite de servicio cuasi permanente.

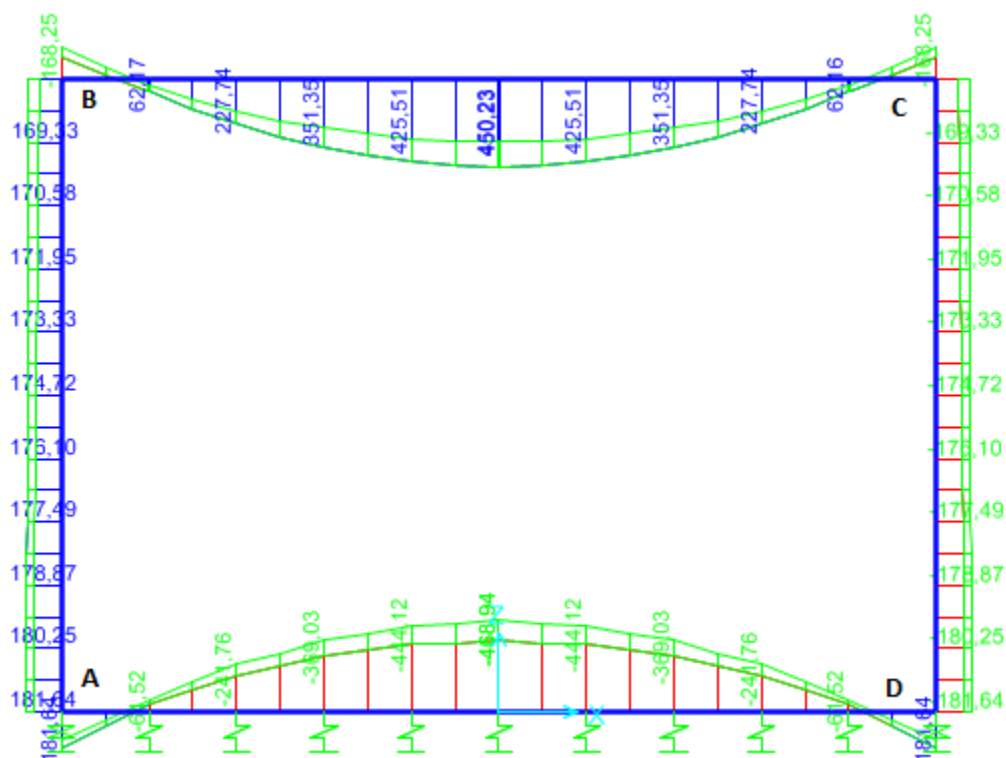
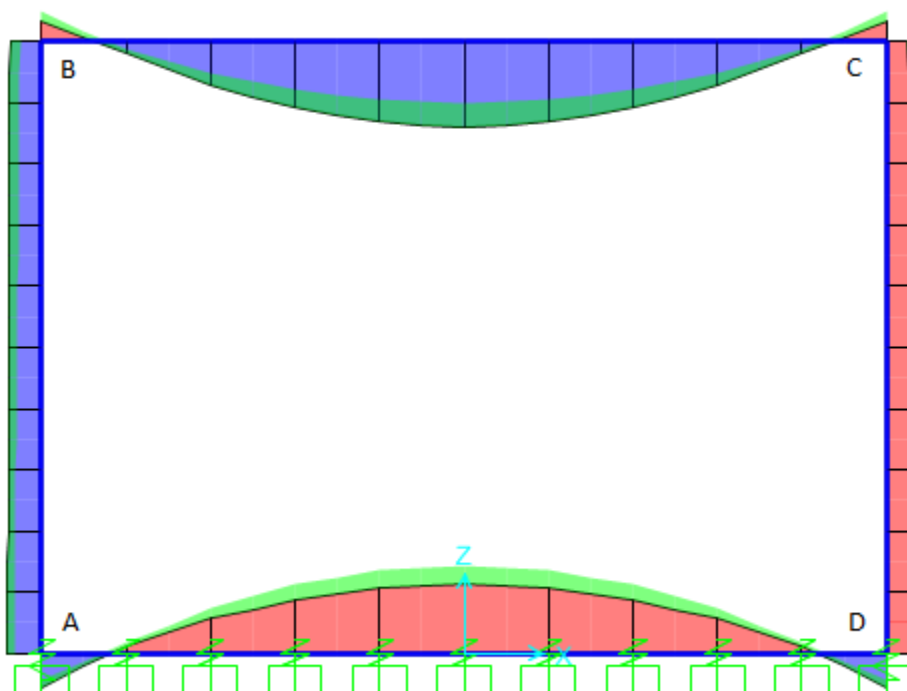
El ambiente de exposición presente en este proyecto es el ambiente Ila para todas la estructura, por lo que la abertura máxima considerada $w_{m\acute{a}x} = 0.3\text{mm}$.

Por lo que se debe comprobar, en aquellos casos en los que se produzca fisuración que la abertura de fisura w_k es menor o igual que la máxima permitida.

La sección a estudiar es la del Centro-Luz de la losa superior, con un momento máximo con la combinación cuasi permanente de:

$$M_{cl}=450,23 \text{ kN.m}$$

Envolvente combinación persistente



Cálculo del momento crítico:

$$M_{cr} = \frac{-f_{ctm,fl} * I_b}{v_2}$$

Con:

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1,6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m} ; f_{ct,m}\right\}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 2,896 \text{ MPa}$$

$$V_2 = -0,5 \text{ m}$$

$$I_b = \frac{1}{12} b * h^3 = 0,0833 \text{ m}^4$$

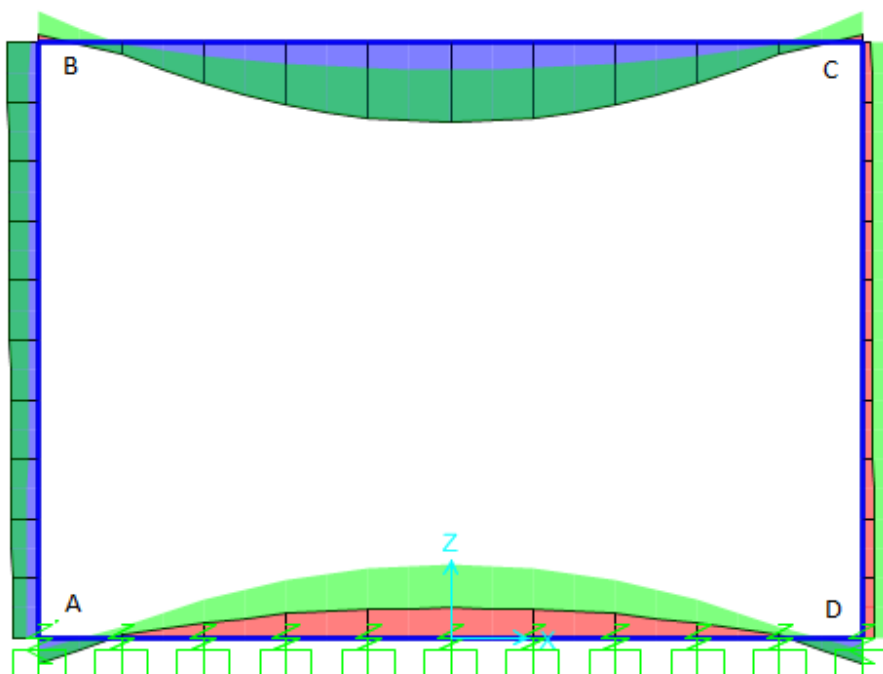
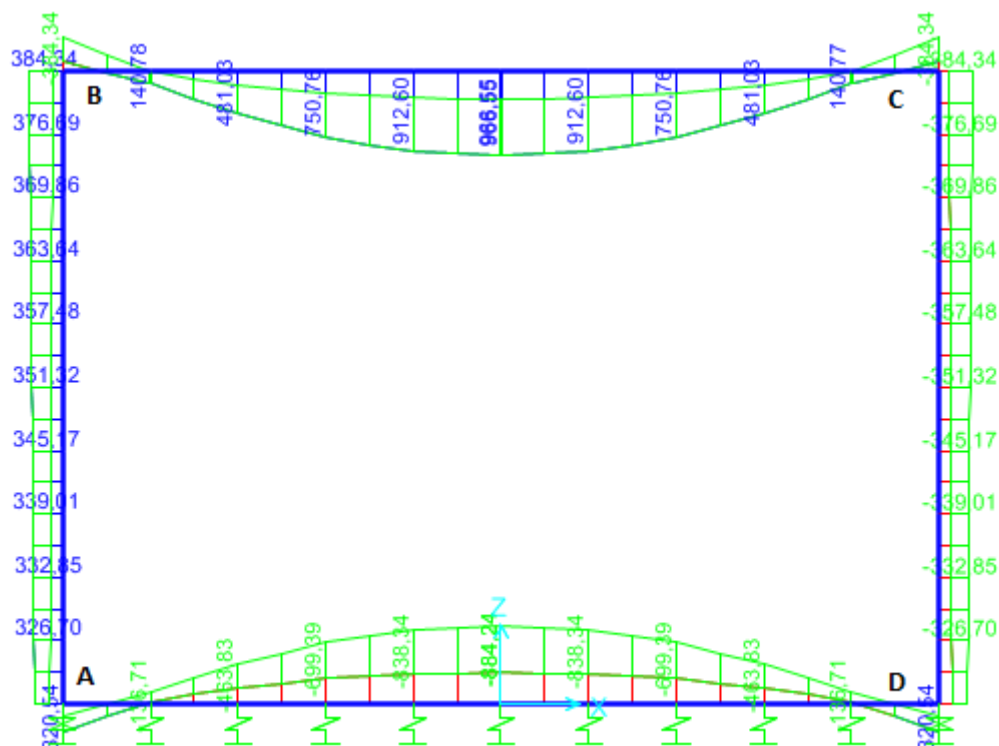
$$M_{cr} = 482,66 \text{ kN.m} > M_{cl} = 450,23 \text{ kN.m}$$

Por lo que la sección NO fisura.

❖ *E.L.S. Deformación:*

Para el cálculo de la flecha máxima, se tienen en cuenta los valores característicos, y es la suma de la flecha instantánea definida como la que se produce en el instante de la aplicación de la carga, y la flecha diferida que, con el paso de tiempo, se acumula a la flecha instantánea por efecto de los fenómenos diferidos del hormigón (retracción y fluencia).

Envolvente combinación característica



Cálculo de la flecha en la losa superior:

Secciones determinantes—Centro-luz y Extremos

$$\text{Momento de fisuración: } M_f = \frac{-f_{ctm,fl} \cdot I_b}{h/2} = 482,66 \text{ kN.m}$$

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1,6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m}; f_{ct,m}\right\}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 2,896 \text{ MPa}$$

$$h/2 = -0,5$$

$$I_b = \frac{1}{12} b * h^3 = 0,0833 \text{ m}^4$$

De ahí las dos secciones FISURAN ya que $M_{cl}=966,55 \text{ kN.m}$ y $M_{extremos}=384,34 \text{ kN.m}$

Sección fisurada Centro-luz

Se obtiene en un primer momento la fibra neutra

$$\frac{1}{2} * b * x^2 + n * (A's + A's) * x - n * (A's * d' + A's * d) = 0$$

$$x = 0,1939 \text{ m}$$

Calculamos la Inercia fisurada

$$I_f = \frac{1}{3} * b * x^3 + n * A's * (x - d')^2 + n * A's * (x - d)^2 = 0,01843 \text{ m}^4$$

Sección extremos NO fisurada: La inercia es la bruta.

Inercia Equivalente

$$I_e = 0,5 * I_{e,cl} + 0,25 * I_{e,extremo1} + 0,25 * I_{e,extremos2}$$

$$I_{e,cl} = \left(\frac{Mf}{Mcl}\right)^3 * Ib + \left[1 - \left(\frac{Mf}{Mcl}\right)^3\right] * If = 0,02651m^4$$

$$I_{e,ext} = \left(\frac{Mf}{Mext}\right)^3 * Ib + \left[1 - \left(\frac{Mf}{Mext}\right)^3\right] * If = I_b = 0,08333m^4$$

$$I_e = 0,5 * I_{e,cl} + 0,25 * I_{e,extremo1} + 0,25 * I_{e,extremos2} = 0,054799m^4$$

Flecha instantánea

$$Y_0 = \frac{Mcl * L^2}{16 * E_c * I_e}$$

Con

$$Mcl = 966,55 \text{ kN.m}$$

$$L = 9m$$

$$E_c = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm}} = 28577 \text{ MPa}$$

$$Y_0 = 3,12mm$$

Flecha diferida

$$Y_{dif} = \lambda * Y_0 * \frac{M_g}{M_{cl}}$$

$$\lambda = \frac{\epsilon}{1 + 50 * \rho'}$$

$$\epsilon = 1,3$$

$$\rho' = 0,5 * \frac{A_s}{b * d} + 0,5 * \frac{A'_s}{b * d} = 3,1 * 10^{-3}$$

$$\lambda = 1,125$$

$$Y_{dif} = \lambda * Y_o * \frac{M_g}{M_{cl}} = 1,125 * 3,12 * \frac{321,15}{966,55} = 1,168mm$$

Por último

$$Y_t = Y_o + Y_{dif} = 4,29mm$$

Este proceso a la hora de calcular la flecha está considerando que la losa superior es bi-empotrada y se puede deducir que el valor de la flecha es infravalorado.

Por otra parte el software que utilizamos considera que la estructura no fisura y por lo tanto nos da una deformación con inercias brutas y no fisuradas.

Podemos adoptar la flecha generada por el sap2000 y corregirla de esta manera:

$$Y_t = Y_{sap2000} * \frac{I_e}{I_b} = 20,3 * \frac{0,0548}{0,08333} = 13,35 mm$$

4.2. CÁLCULO ALETAS

4.2.1. Descripción

El otro elemento a modelizar son las aletas. Hay cuatro aletas con longitudes similares, con alturas idénticas y divididas en dos tramos. Para modelizar esta estructura supondremos que se trata de una ménsula empotrada en el terreno, para el alzado del muro, y el conjunto alzado-zapata para obtener las reacciones del terreno y así calcular la cimentación de las aletas.

Analizaremos dos secciones características de las cuatro aletas. Estudiaremos las secciones más altas de cada tramo de aleta ya que estas son las que mayores acciones soportan. Por tanto estudiaremos una sección de muro con 6,5m de alto y otra con 3,75m de alto. Estas dos secciones serán representativas de cada tramo para las cuatro aletas y por tanto los cálculos realizados para una servirán para el resto.

El objetivo de las aletas es contener las tierras del terraplén con un talud 3H: 2V.

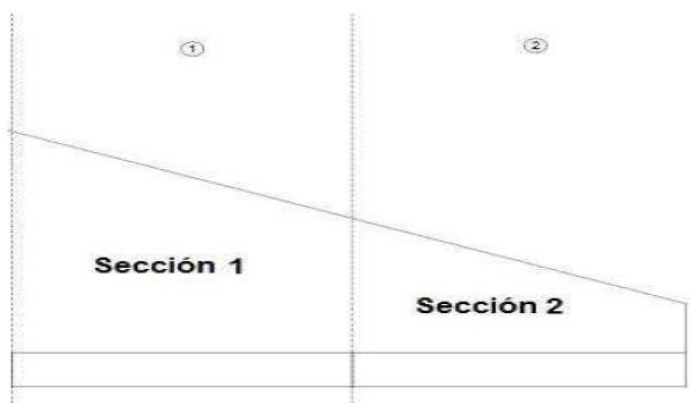
Las aletas se ejecutarán “in situ” adosadas a los hastiales del cajón y separados de estos mediante una junta en frío.

Teniendo en cuenta las necesidades geométricas que deben satisfacer las aletas al acompañar el descenso del talud se propone dividir longitudinalmente en planta las aletas formando módulos de longitud de 7m a cada uno de los cuales se asignará una única sección (Tipo 1 y Tipo 2). De esta manera se conseguirá que, al menos parcialmente, la disminución de los espesores de alzado y zapata, así como del ancho de esta última, acompañe la caída de tierras. Como se ha citado antes, se ha de tener en cuenta también que el talud que forma el terraplén será un 3H:2V, y por tanto las aletas no tendrán las mismas dimensiones al inicio y al final.

Tendrán además una altura variable que estará comprendida entre los 6.5 metros en el extremo en contacto con el marco y 1 metro en el extremo final.

A continuación se calcularán las aletas considerándose como muros en ménsula sometidos en su trasdós a acciones de tierras.

En cada sección tipo se estudiará la sección de mayor altura ya que será la más desfavorable debido al empuje del terreno.



Sección aletas

Para definir la geometría del muro, tiene que cumplir unas exigencias de estabilidad que vienen citadas en la “Guía de Cimentaciones”, como pueden ser, la estabilidad frente a deslizamiento, vuelco y hundimiento.

Para ello predimensionamos algunos elementos siguiendo el criterio a continuación:

- El **ancho del muro** será constante y tendrá un valor de $0.1 \cdot H$ o mayor, siendo H la altura del muro.
- El **canto de la zapata** será ligeramente superior al ancho del muro y de valor constante, en este caso se toma un valor de $0.1 \cdot H + 0.1$, es decir, se incrementa en 10 centímetros el ancho del muro.

4.2.2. Acciones

❖ *Peso propio.*

Esta acción, correspondiente al peso de los elementos estructurales. Su actuación se tiene en cuenta en el estado de carga para cargas permanentes, que posteriormente se emplea en combinaciones mayorado.

Su valor se obtiene a partir de las dimensiones especificadas en los planos y del peso específico del material constitutivo.

-Peso propio del hormigón: $25,00\text{KN/m}^3$

❖ *Cargas muertas.*

De carácter permanente, son las debidas a todos los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura. Se considera como tal el peso de las tierras sobre el talón.

Con estos datos podemos conocer que fuerza actúa sobre el talón. Ésta será una carga distribuida.

❖ *Empuje de tierras*

En el caso de las aletas, como se sabe que el alzado cederá ante el empuje de las tierras, se deduce el empuje actuante es el activo.

Sin embargo, puesto que el apartado de dimensionamiento de las secciones se realizará considerando inclinaciones distintas del terreno en el trasdós, el empuje deberá ser calculado en modo diferente según la superficie del mismo sea horizontal o bien presente pendiente.

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_a = K_a * \gamma_{aparente} * Z$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \Phi'}{1 + \sin \Phi'} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0,3333$$

De ahí la resultante del empuje activo es:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} * \gamma_{aparente} * H^2 * K_a$$

❖ *Sobrecarga en terraplenes*

Para realizar el cálculo se ha tomado el valor del empuje sobre el muro, el propiciado por el empuje activo ya que cederá el muro por no tener terreno en su intradós. la expresión del empuje sería una carga uniforme al no variar su magnitud con la profundidad:

$$e_{sc} = 10 * K_a \approx 3,33 \text{ kN/m}^2$$

De ahí la resultante de la sobrecarga en terraplenes es:

$$E_{sc} = e_{sc} * H$$

4.2.3. Comprobaciones

➤ Sección Tipo 1.

En esta sección el muro tiene una altura $H = 6,5$ m. con lo que el ancho del muro, como tiene que ser $h \geq H/10$, se ha tomado un valor de $h_1 = 0,65$ m. El canto de la losa, será de $h_2 = 0,75$ m. De ahí los valores de las cargas actuantes serían:

$$W_a = H * h_1 * 1 * 25 = 105,625 \text{ kN}$$

$$W_z = (p + t + 0,65) * h_2 * 25 \text{ (kN)}$$

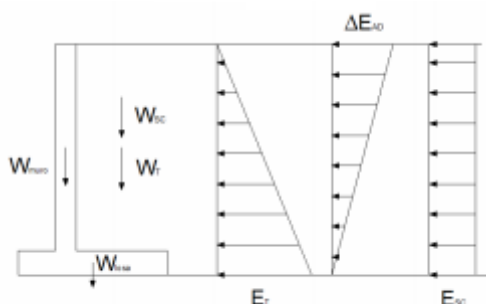
$$W_t = (t * 1 * 6,5) * 20 \text{ (kN)}$$

$$W_{sc} = 10 * t$$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} * \gamma_{aparente} * H^2 * K_a = 139,425 \text{ (kN)}$$

$$E_{sc} = 5 * 6,5 = 32,5 \text{ kN}$$

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} * \gamma_{aparente} * H^2 * (K_{AD} - K_{AE}) = 78,8216 \text{ (kN)}$$



Programando una hoja Excel para iterar los valores de la puntera y el talón se obtienen los siguientes datos.

P	0,6m
T	2,5m

Acción	Fh	Fv	Brazo	M. Est	M. Dest
P. Alzado		105,625	0,925	97,703125	
P. Zapata		93,75	1,875	175,78125	
Empuje Activo	139,425		2,42		337,4085
P. Tierras		325	2,5	812,5	
Empuje SC	21,645		3,625		78,463125
SC uso vertical		25	2,5	62,5	
Sismo	78,82				
Sum con SC	161,07	549,375		1148,48438	415,871625
Sum sin SC	139,425	524,375		1085,98438	337,4085
Sum con sismo	218,245	524,375		1085,98438	337,4085

Desliz	Con SC	1,96921622	>1,30	CUMPLE
	Sin SC	2,17140331	>1,50	CUMPLE
	Con Sismo	1,38719286	>1,1	CUMPLE

Vuelco	Con SC	2,76163197	>1,80	CUMPLE
	Sin SC	3,21860408	>2,00	CUMPLE
	Con Sismo	3,21860408	>1,5	CUMPLE

Condición de deslizamiento:

$$\frac{\sum F_v \cdot \tan(\phi)}{\sum F_h} \geq F$$

TABLA 4.8. DESLIZAMIENTO: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 1,50$
Característica	$F_2 \geq 1,30$
Accidental	$F_3 \geq 1,10$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10).

Condición de vuelco:

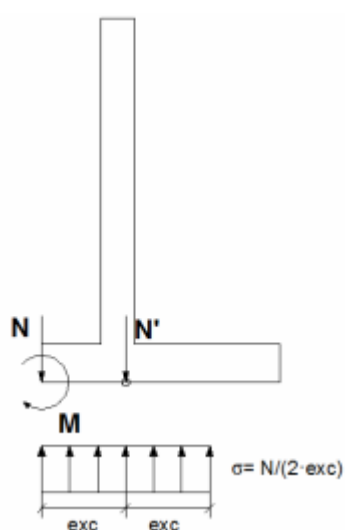
$$\frac{\sum M_{estabilizadores}}{\sum M_{desestabilizadores}} \geq F$$

TABLA 4.9. VUELCO: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO RÍGIDO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO PLÁSTICO
Casi permanente(*)	$F_1 \geq 2,00$	$F_1 \geq 1,50$
Característica	$F_2 \geq 1,80$	$F_2 \geq 1,30$
Accidental	$F_3 \geq 1,50$	$F_3 \geq 1,10$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10).

ESTABILIDAD FRENTE A HUNDIMIENTO



Para comprobar la estabilidad frente a hundimiento se tiene que cumplir la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{N}{2 * e} \leq \sigma_{adm}$$

Con

σ_{adm} La tensión admisible

N: Sumatorio de fuerzas verticales

e: Excentricidad definida como $e = \frac{\sum M_{estab}}{\sum F_v}$

Por lo que la estructura es estable frente a hundimiento.

❖ Sección Tipo 2.

En esta sección el muro tiene una altura $H = 3,75$ m. con lo que el ancho del muro, como tiene que ser $h \geq H/10$, se ha tomado un valor de $h_1 = 0,4$ m. El canto de la losa, será de $h_2 = 0,5$ m.

En el caso de la sección tipo 2, lo que cambia es el coeficiente de empuje activo que viene definido mediante la Teoría de Coulomb:

$$K_A = \left[\frac{\operatorname{cosec}(\beta) * \operatorname{sen}(\beta - \phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) * \operatorname{sen}(\phi - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

Con

δ :El ángulo de rozamiento entre el terreno y el muro $\delta = 0$

β y i : Ángulos indicados en la figura a continuación $i = 24,25^\circ \setminus \beta = 90^\circ$

ϕ : Ángulo de rozamiento interno 30°

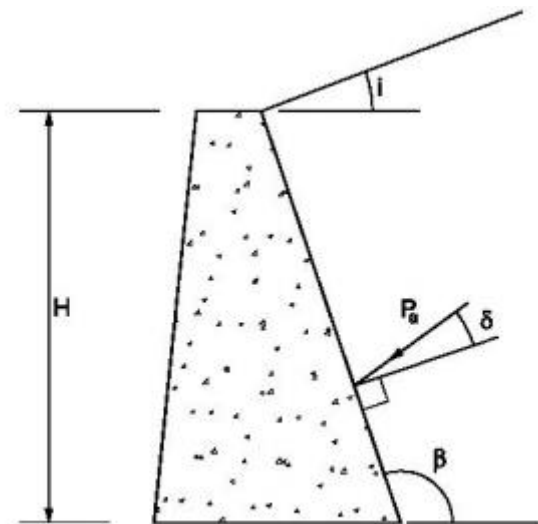


Figura 2.3. Empuje activo

$$K_A = 0,508$$

Iterando y utilizando la misma hoja Excel se sacan los valores de:

Puntera: 0,5 m

Talón: 1,5 m

4.2.4. ELU de agotamiento frente a solicitaciones normales

La determinación de la armadura de las tres secciones que conforman las aletas se realizará analizando los siguientes puntos:

- La sección inferior del muro en su unión con la losa
- La sección del muro a $H/4$ de altura respecto a su unión con la losa.
- La sección de la losa en su intersección con el intradós del muro. En este punto se produce el flector M_{ab} . Con este flector se obtiene la armadura inferior de flexión de la losa.
- La sección de la losa en su intersección con el trasdós del muro. En este caso, en este punto se produce el flector M_{ar} , a partir del cual se obtiene la armadura superior de flexión de la losa.

Para el cálculo de la armadura a flexión debemos de tener en cuenta el momento en el empotramiento del alzado con la zapata y el momento a una distancia de $H/3$ de dicho empotramiento.

Se adoptan un coeficiente de seguridad $\gamma=1.5$, este coeficiente se multiplicara por el momento que resulte, obteniéndose así unas cargas mayoradas.

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-30
- Ambiente: IIa
- Acero: B500B
- Recubrimiento mecánico: 0.05m

➤ ARMADO de la sección TIPO 1

○ Armado del trasdós

El momento en la base del muro y mayorado con un coeficiente de 1,5 donde se considera que las cargas actuantes son, el empuje del terreno y el empuje de las sobrecargas de ahí:

$$M_0 = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_0 = 1,5 * (209,47 + 70,35) = 541,23 \text{ kN.m}$$

Con un canto de 0,65 m del muro se saca la fibra neutra y posteriormente la armadura necesaria como se hizo para armar el marco.

Fibra neutra (FN)=x=0,059m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,059 * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 21,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el momento a H/4 de la losa, se consideran las mismas cargas y se mayor de la misma manera.

$$M_{H/4} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{H/4} = 1,5 * (127,44 + 39,57) = 250,515 \text{ kN.m}$$

Fibra neutra (FN)=x=0,027m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,027 * 20 * 1}{434,8} * 10^4 = 9,78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

○ Armado del intradós

La armadura vertical del intradós será dimensionada según la norma y como mínimo tiene un valor de un 30% de la armadura del trasdós.

$$0,3 * A_s = 6,477 \text{ cm}^2$$

- Armado superior de la zapata

Para calcular el caso más desfavorable se considera que están actuando el peso de las tierras y la sobrecarga conjuntamente, igual que para el muro se aumentarán sus valores con un coeficiente de mayoración.

El momento se calcula a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,1 \text{ m}$ – de la unión zapata-muro

$$M_{ar} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{ar} = 1,5 * (472,5) = 708,75 \text{ kN.m}$$

Como para el muro el cálculo de la armadura es

$$h = 0,75 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 24,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armado inferior de la zapata

En la sección de la losa en su intersección con el intradós del muro se produce el flector M_{ab} a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,1 \text{ m}$ –

Por lo tanto:

$$M_{ab} = \gamma * (0,7 * \sigma) * 0,35$$

σ : la resultante de fuerzas verticales

$$\sigma = \frac{F}{2.e} = 131,4 \text{ kN/m}$$

De ahí:

$$M_{ab} = 48,3 \text{ kN.m}$$

Por lo tanto el armado correspondiente sería

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 1,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo tanto se armará con la armadura mínima correspondiente.

➤ ARMADO MÍNIMO de la sección TIPO 1

Según la EHE-08 los mínimos a considerar en muros y en la zapata (que se considera como losa) son :

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

De ahí:

$$\text{MUROS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 5,85 \text{ cm}^2$$

$$\text{ZAPATAS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 6,75 \text{ cm}^2$$

✓ **Resumen del armado :**

Después de calcular los mínimos y compararlos con las armaduras necesarias se resuelve el armado del muro.

MURO

$$\text{Trasdós-punto H/4} - A_{s,\text{necesaria}} = 9,78\text{cm}^2 - \text{por lo que se resuelve con } 5\emptyset 16$$

$$\text{Trasdós-punto o} - A_{s,\text{necesaria}} = 21,59\text{cm}^2 - \text{por lo que se resuelve con } 5\emptyset 20 + 5\emptyset 16$$

Intradós-

$A'_s = 0,3 * A_s = 6,447 \text{ cm}^2$ por lo que se resuelve con 5Ø16

La armadura horizontal del muro viene definida según la norma como un 3,2‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Con lo cual, la armadura horizontal en cada cara vendrá representada por un 1,6‰ y será de 6Ø16

ZAPATA

Armado superior de la losa- $A_{s,necesaria} = 24,2 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 5Ø25

Armado inferior de la losa- $A_{s,necesaria} = 1,59 \text{ cm}^2 < A_{s,min} = 6,75 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 5Ø16.

Armadura de reparto en losas: La armadura de reparto de la losa viene definida según la norma como un 1.8‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Se disponen tanto inferior como superior.

Se resuelve con 5Ø16 tanto en la cara superior como la inferior

➤ ARMADO de la sección TIPO 2

○ Armado del trasdós

El momento en la base del muro y mayorado con un coeficiente de 1,5 donde se considera que las cargas actuantes son, el empuje del terreno y el empuje de las sobrecargas, de ahí:

$$M_0 = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_0 = 1,5 * (58 + 23,41) = 122,12 \text{ kN.m}$$

Con un canto de 0,65 m del muro se saca la fibra neutra y posteriormente la armadura necesaria como se hizo para armar el marco.

Con $x=0,022\text{m}$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 8,24 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el momento a H/4 de la losa, se consideran las mismas cargas y se mayorada de la misma manera.

$$M_{H/4} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{H/4} = 1,5 * (24,47 + 13,17) = 56,46 \text{ kN.m}$$

Entonces:

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armado del intradós

La armadura vertical del intradós será dimensionada según la norma y como mínimo tiene un valor de un 30% de la armadura del trasdós.

$$0,3 * A_s = 2,472 \text{ cm}^2$$

- Armado superior de la zapata

Para calcular el caso más desfavorable se considera que están actuando el peso de las tierras y la sobrecarga conjuntamente, igual que para el muro se aumentarán sus valores con un coeficiente de mayoración.

El momento se calcula a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,06 \text{ m}$ – de la unión zapata-muro

$$M_{ar} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{ar} = 1,5 * (130 + 10) * 1,5 * (0,75 + 0,06) = 255,15 \text{ kN.m}$$

Como para el muro el cálculo de la armadura es

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 13,48 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armado inferior de la zapata

En la sección de la losa en su intersección con el intradós del muro se produce el flector M_{ab} a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,06 \text{ m}$ –

Por lo tanto

$$M_{ab} = \gamma * (0,56 * \sigma) * \frac{0,56}{2}$$

σ : la resultante de fuerzas verticales

$$\sigma = \frac{F}{2.e} = 81,66 \text{ kN/m}$$

De ahí

$$M_{ab} = 19,21 \text{ kN.m}$$

Por lo tanto el armado correspondiente sería

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 0,98 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo tanto se armará con la armadura mínima correspondiente.

➤ ARMADO MÍNIMO de la sección TIPO 2

Según la EHE-08 los mínimos a considerar en muros y en la zapata (que se considera como losa) son:

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

De ahí:

$$\text{MUROS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 3,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{ZAPATAS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 4,5 \text{ cm}^2$$

✓ **Resumen del armado :**

Después de calcular los mínimos y compararlos con las armaduras necesarias se resuelve el armado del muro.

MURO

Trasdós-punto H/4 – $A_{s,necesaria} = 3,75 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 4Ø12

Trasdós-punto o – $A_{s,necesaria} = 8,24 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 4Ø12 + 4Ø12

Intradós-

$A'_s = 0,3 * A_s = 2,472 \text{ cm}^2$ por lo que se resuelve con 4Ø12 > 3,6 cm²

La armadura horizontal del muro viene definida según la norma como un 3,2‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Con lo cual, la armadura horizontal en cada cara vendrá representada por un 1,6‰ y será de 4Ø16

ZAPATA

Armado superior de la losa – $A_{s,necesaria} = 13,48 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 5Ø20

Armado inferior de la losa – $A_{s,necesaria} = 0,98 \text{ cm}^2 < A_{s,min} = 4,5 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 5Ø12

Armadura de reparto en losas: La armadura de reparto de la losa viene definida según la norma como un 1.8‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Se disponen tanto inferior como superior.

Se resuelve con 5Ø12 tanto en la cara superior como la inferior

❖ **CORTANTE.**

En principio, en este apartado hay que comprobar que no se necesita armadura de cortante, para ello se estudian los puntos más solicitados a cortante y se deduce que la sección que se encuentra a una distancia igual a un canto útil de la base del muro es la más desfavorable.

- Sección TIPO 1

Comprobar que

$$V_{rd} \leq V_{u2, \sin armadura}$$

$$V_{rd} = 77,8525 kN$$

$$V_{u2, \sin armadura} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{600}} = 1,577 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{25,76 * 10^{-4}}{1 * 0,6} = 6,18 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$
- $\sigma'_{cd} = 0$ (No se considera el axil)

$$V_{u2, \sin armadura} = 168,77 kN > V_{rd}$$

Por lo que no se necesita armar a cortante.

- Sección TIPO 2

Comprobar que

$$V_{rd} \leq V_{u2, \sin armadura}$$

$$V_{rd} = 22,44 kN$$

$$V_{u2, \sin armadura} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,756 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{16,08 * 10^{-4}}{1 * 0,35} = 2,58 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$
- $\sigma'_{cd} = 0$ (No se considera el axil)

$$V_{u2, \sin armadura} = 146 kN > V_{rd}$$

Por lo que no se necesita armar a cortante.

4.2.5. ELS Fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras. Estas no suponen ningún problema para la durabilidad de la estructura y su uso normal, siempre y cuando se limite la abertura característica de fisura.

La abertura característica de fisura, w_k , es decir el valor de distancia entre las caras de las grietas superado solo en el 5% de los casos, será calculada para la combinación de esfuerzos del estado límite de servicio cuasi permanente.

El ambiente de exposición presente en este proyecto es el ambiente Ila para todas la estructura, por lo que la abertura máxima considerada $w_{m\acute{a}x} = 0.3\text{mm}$.

Por lo que se debe comprobar, en aquellos casos en los que se produzca fisuración que la abertura de fisura w_k es menor o igual que la máxima permitida.

Se comprobará la fisuración en la sección inferior del muro en su unión con la losa ya que es el punto del muro que más solicitado esta.

Esta comprobación se hace para las dos secciones tipo, pero se verifica que solo fisura la sección TIPO1

No se considera la actuación de la sobrecarga y se calcula con la combinación cuasipermanente dando un valor de $M_{actuante} = 290,47 \text{ kN.m}$

Cálculo del momento crítico:

$$M_{cr} = \frac{-f_{ctm,fl} * I_b}{v_2}$$

Con:

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1,6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m}; f_{ct,m}\right\}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 2,896 \text{ MPa}$$

$$V_2 = -0,325\text{m}$$

$$I_b = \frac{1}{12} b * h^3 = 0,022885 \text{ m}^4$$

$$M_{cr} = 189,36 \text{ kN.m} < M = 290,47 \text{ kN.m}$$

Por lo que la sección fisura.

Cálculo de la abertura de fisura:

$$wk = \beta * \epsilon_{sm} * S_m$$

- Separación media entre fisuras:

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

$$A_{c,eficaz} = (7,5 * \phi + rec) * b = 2000 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 25,76 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{b - 2 * rec}{n - 1} = 100 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$k_1 = 0,125 \text{ Flexión simple}$$

De ahí

$$S_m = 2 * c + 0,2 * s + 0,4 * k_1 * \frac{\phi * A_{efic}}{A_s} = 150 \text{ mm}$$

- Alargamiento medio de las armaduras

Al no considerar axil en la losa:

$$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} [1 - k_2 * (\frac{M_{cr}}{M_{cl}})^2] > 0,4 * \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Cálculo de σ_s :

Obtención de la fibra neutra:

$$\frac{1}{2} * b * x^2 + n * (A_s + A'_s) * x - n * (A'_s * d' + A_s * d) = 0$$

Con:

$$b=1\text{m}$$

$$A_s = 25,76 \text{ cm}^2$$

$$A's = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 7$$

$$\text{De ahí } x = 0,1265 \text{ m}$$

Cálculo de la inercia:

$$I_{eh}(x) = \frac{1}{3} * b * x^3 + n * A's * (x - d')^2 + n * A_s * (x - d)^2 = 4,7587 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

Por lo tanto:

$$\sigma_s = n * \frac{M_{cl}}{I_{eh}(x)} * z_g = -202,31 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - k_2 * \left(\frac{M_{cr}}{M_{cl}} \right)^2 \right] = 7,6225 * 10^{-4}$$

$$wk = \beta * \varepsilon_{sm} * S_m = 1,7 * 7,6225 * 10^{-4} * 150 = 0,194 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$



5. DESPIECE Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ARMADURAS:

Id	φ (mm)	Forma	Nº Piezas/m	Longitud Unitaria	Longitud Total(m/m)	Peso	Peso Total	Peso Total obra	Precio unitario por metro lineal	Precio por metro	Precio Total
A	25		8	11,3	90,4	3,85	348,04	12703,46	3,71	335,384	12241,516
B	25		8	11,5	92	3,85	354,2	12928,3	3,71	341,32	12458,18
C	25		8	7,1	56,8	3,85	218,68	7981,82	3,71	210,728	7691,572
D	16		8	4,2	33,6	1,58	53,088	1937,712	1,64	55,104	2011,296
E	25		8	7,1	56,8	3,85	218,68	7981,82	3,71	210,728	7691,572
F	25		8	3,45	27,6	3,85	106,26	3878,49	3,71	102,396	3737,454
G	25		8	7,05	56,4	3,85	217,14	7925,61	3,71	209,244	7637,406
H	25		8	3,45	27,6	3,85	106,26	3878,49	3,71	102,396	3737,454
I inf	10		16	2,26	36,16	0,617	22,31072	5130,350064	0,72	26,0352	5986,79424
J sup	10		21	2,36	49,56	0,617	30,57852	7589,588664	0,72	35,6832	8856,57024
K	16		5	1	5	1,58	7,9	2566,315	1,64	8,2	2663,77
										1637,2184	74713,58448





ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PARA PASOS INFERIORES. PASO INFERIOR BAJO CARRETERA EN LA AUTOVÍA DE MASCARA (ARGELIA).



ANEJO 3.-CÁLCULOS

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL
DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PARA PASOS INFERIORES. PASO
INFERIOR BAJO CARRETERA EN LA AUTOVÍA DE MASCARA (ARGELIA)



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PARA PASOS INFERIORES. PASO INFERIOR BAJO CARRETERA EN LA AUTOVÍA DE MASCARA (ARGELIA).

