

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**TOMO II
ANEJO 8**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



TOMO II

ANEJO 8



JUNIO, 2015ko. EKAINA

Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua

TOMO I

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

1.1 MEMORIA

1.2 ANEJOS

- 1.- Antecedentes y Estudios Anteriores al Proyecto.
- 2.- Planeamiento Urbanístico.
- 3.- Trabajos Topográficos.
- 4.- Trabajos Geológicos-Geotécnicos.
- 5.- Estudio de Alternativas.
- 6.- Características Principales de las Obras.
- 7.- Justificación Hidráulica.

TOMO II

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

1.2 ANEJOS

8.- Justificación Estructural.

TOMO III

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

1.2 ANEJOS

- 9.- Procedimientos constructivos.
- 10.- Trazado.
- 11.- Reposición de Servicios.
- 12.- Estudio de impacto Ambiental
- 13.- Parcelario y Relación de Propietarios Afectados.
- 14.- Gestión de Residuos
- 15.- Reportaje Fotográfico.
- 16.- Presupuesto para Conocimiento de la Administración
- 17.- Programa de Trabajos
- 18.- Justificación de Precios
- 19.- Coordinación con otros Organismos

TOMO IV

1.2 ANEJOS

20.- Demolición y construcción del edificio de oficinas de Nacon.

TOMO V

DOCUMENTO Nº 2 PLANOS

- 1.- Generales.
- 2.- Conjunto.
- 3.- Definición Geométrica en Planta.
- 4.- Definición Geométrica en Alzado.
- 5.- Perfiles Transversales.
- 6.- Secciones Tipo.
- 7.- Obras de Fábrica.
- 8.- Servicios Afectados.
- 9.- Edificio Oficinas Nacon
- 10.- Revegetación.

TOMO VI

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

TOMO VII

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

- 1.- Mediciones.
- 2.- Cuadro de Precios Nº 1.
- 3.- Cuadro de Precios Nº 2.
- 4.- Presupuestos Parciales.
- 5.- Presupuesto General.

TOMO VIII

DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 1.- Memoria.
- 2.- Planos.
- 3.- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- 4.- Presupuesto.

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



ANEJO N° 8

Justificación Estructural



JUNIO, 2015ko. EKAINA

Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES PROYECTADOS EN EL RIO ASUA	2
2.1. PUENTE DE ALBA	2
2.1.1. Tablero	2
2.1.2. Estribos.....	3
2.2. PUENTE DE INDUSTRIAS NACON	4
2.2.1. Tablero	4
2.2.2. Estribos.....	5
2.3. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO	6
3. MURO DE MICROPILOTES	7
3.1.1. Método de cálculo	7

APENDICE N° 8.1: CALCULOS MURO MICROPILOTES

APENDICE N° 8.2: CALCULOS PUENTE ALBA

APENDICE N° 8.3: CALCULOS PUENTE NACON

APENDICE N° 8.4: COMPROBACIÓN CON LA IAP-11

APENDICE N° 8.5: CALCULO VOLADIZO

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la descripción de los cálculos que han dado lugar a la completa definición de todos los elementos integrantes de las diferentes estructuras que se incluyen en este proyecto.

Se ha dividido el anejo en varios epígrafes que incluyen:

Los puentes proyectados sobre el río Asua son:

- Puente de Alba

- Puente de Industrias Nacon

Muro de micropilotes como sostenimiento de la margen izquierda

Los puentes han sido diseñados por SILGA, S.L.

Se ha previsto la cimentación de los estribos de estos puentes mediante pilotes de Ø 90 cms.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES PROYECTADOS EN EL RIO ASUA

2.1. PUENTE DE ALBA

2.1.1. Tablero

2.1.1.1. Dimensiones

El tablero de la estructura de Alba tiene una longitud total de 16,30 metros, siendo la luz libre entre paramentos de estribos de 15,00 metros.

La sección transversal tiene un ancho total de 8,35 metros, que corresponden a una sección tipo con una calzada de 6 metros y dos aceras laterales de 1 metro de anchura libre.

El tablero no tiene esviaje y se encuentra en una alineación recta con una pendiente longitudinal del 2,22 % y bombeo del 1,5%.

2.1.1.2. Tipología

Se ha adoptado como tipología un tablero de vigas prefabricadas de hormigón pretensado con losa de compresión de hormigón armado ejecutada in situ. El encofrado del fondo del tablero se resuelve mediante losas de encofrado perdido de hormigón pretensado.

Las características principales del tablero son las siguientes:

- Número de vigas: 6
- Canto de viga: 80 cm.
- Separación entre vigas: 1,28 m.
- Canto de losa: Variable entre 20 y 26 cm.

2.1.1.3. Justificación de la solución adoptada

Debido a que el vial se encuentra dentro de una zona industrial, a que la estructura salva un río y a la limitación de canto por el necesario para asegurar el resguardo mínimo frente a avenida, se ha considerado suficiente una solución de vigas prefabricadas.

2.1.1.4. Acabados

Para mejorar el aspecto estético de la estructura se ha dispuesto una imposta prefabricada de hormigón y una barandilla metálica galvanizada y pintada.

Las aceras se rematan con un bordillo prefabricado de hormigón y un acabado superficial de baldosín de cemento.

2.1.2. Estribos

2.1.2.1. Dimensiones

La anchura de los estribos es de 8,35 metros, siendo las alturas de los alzados variables entre 5,13 y 5,54 metros.

2.1.2.2. Tipología

Los estribos se realizan en hormigón armado, con un alzado recto y un encepado que recoge a 21 micropilotes, que se empotran en la roca existente a 3 metros por debajo de la cota del encepado. Los estribos incluyen una losa de transición de 4 metros.

2.1.2.3. Justificación de la solución adoptada

Debido a la profundidad a la que se encuentra la roca sana ha sido necesaria una cimentación de tipo profundo.

Las pequeñas cargas transmitidas por el tablero, la pequeña altura de los estribos y la facilidad de maniobra de una máquina de micropilotes justifica la adopción de esta solución. Económicamente es del mismo orden de magnitud que la solución de pilotes.

2.2. PUENTE DE INDUSTRIAS NACON

2.2.1. Tablero

2.2.1.1. Dimensiones

El tablero de la estructura de Nacon tiene una longitud total de 17.67 metros, siendo la luz libre entre paramentos en el eje de estribos de 16.93 metros.

La sección transversal tiene un ancho total de 10.35 metros, que corresponden a una sección tipo con una calzada de 7 metros y dos aceras laterales de 1.5 metros de anchura libre.

El tablero tiene un esviaje de 19^g y se encuentra en una alineación recta con una pendiente longitudinal del 4,97% y bombeo del 1,5%.

2.2.1.2. Tipología

Se ha adoptado como tipología un tablero de vigas prefabricadas de hormigón pretensado con losa de compresión de hormigón armado ejecutada in situ. El encofrado del fondo del tablero se resuelve mediante losas de encofrado perdido de hormigón pretensado.

Las características principales del tablero son las siguientes:

- Número de vigas: 8
- Canto de viga: 80 cm.
- Separación entre vigas: 1,385 m.

- Canto de losa: Variable entre 20 y 27,5 cm.

2.2.1.3. Justificación de la solución adoptada

Debido a que el vial se encuentra dentro de una zona industrial, a que la estructura salva un río y a la limitación de canto por el gálibo necesario para asegurar el resguardo mínimo frente a avenida, se ha considerado suficiente una solución de vigas prefabricadas.

2.2.1.4. Acabados

Para mejorar el aspecto estético de la estructura se ha dispuesto una imposta prefabricada de hormigón y una barandilla metálica galvanizada y pintada.

Las aceras se rematan con un bordillo prefabricado de hormigón y un acabado superficial de baldosín de cemento.

2.2.2. Estribos

2.2.2.1. Dimensiones

La anchura de los estribos es 11,15 metros en el caso del estribo 1 y de 11,19 en el estribo 2, siendo las alturas de los alzados variables entre 3,64 y 4,98 metros.

2.2.2.2. Tipología

Los estribos se realizan en hormigón armado, con un alzado curvo en planta para adaptarse al trazado del encauzamiento, y un encepado que recoge a 16 micropilotes en el estribo 1 y a 26 en el estribo 2, que se empotran en la roca existente a 3 metros por debajo de la cota del encepado. El estribo incluye una losa de transición de 4 metros.

2.2.2.3. Justificación de la solución adoptada

Debido a la profundidad a la que se encuentra la roca sana ha sido necesaria una cimentación de tipo profundo.

Las pequeñas cargas transmitidas por el tablero, la pequeña altura de los estribos y la facilidad de maniobra de una máquina de micropilotes justifica la adopción de esta solución. Económicamente es del mismo orden de magnitud que la solución de pilotes.

2.3. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

En el *Apéndice n° 8.1 y 8.2 Cálculo de los Puentes de Alba y Nacon* se incluyen las bases de cálculo y el dimensionamiento de cada uno de estos puentes.

3. MURO DE MICROPILOTES

Esta tipología de muro se utiliza en aquellas zonas en las que por la cercanía al encauzamiento de edificaciones o instalaciones existentes no se pueden ejecutar muros armados “in situ”.

En el encauzamiento previsto, se disponen muros de micropilotes anclados al terreno entre el P.K 1+920 al P.K 990 en la margen izquierda y entre el P.K 1+997 y el P.K 2+073 en la misma margen.

3.1.1. Método de cálculo

El cálculo de los esfuerzos sobre los micropilotes para el dimensionamiento de los anclajes, se ha realizado mediante el programa de ordenador FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua), el cual es capaz de analizar la evolución del sistema estructura-terreno siguiendo las distintas fases de ejecución de las obras.

FLAC es un programa diseñado para su aplicación a problemas geotécnicos, y simula el comportamiento de estructuras de suelo, roca y otros materiales que pueden experimentar un comportamiento plástico cuando alcanzan su límite de elasticidad. La simulación numérica se basa en un esquema explícito de diferencias finitas.

Los materiales se representan mediante elementos o zonas que forman una malla, la cual se debe ajustar a la forma del conjunto que se desee modelizar. Cada elemento se comporta de acuerdo con una ley tensión-deformación lineal o no lineal en respuesta a las fuerzas aplicadas o condiciones de contorno. Si las tensiones o sus gradientes son suficientemente elevados se origina la deformación plástica del material y la malla se deforma (en el modo "grandes deformaciones") y se mueve con el material representado.

En los análisis se ha tomado como sección del sistema terreno-estructura la que resultan más desfavorable, y se ha discretizado mediante una malla con elementos cuadrados, con las características siguientes:

Nº de filas	Nº de columnas	Nº de elementos
41	74	2.920

Se modeliza la situación de los terrenos que se atraviesan y las distintas fases de construcción. Los valores de los parámetros que se han usado para definir los distintos terrenos son:

Relleno

Módulo de elasticidad (E) (t/m ²)	1.000
Módulo de Poisson (μ)	0,25
Cohesión (c) (t/m ²)	0,00
Angulo de rozamiento interno (φ) (grados)	33
Peso específico (γ) (t/m ³)	1,90

Aluvial

Módulo de elasticidad (E) (t/m ²)	1.000
Módulo de Poisson (μ)	0,25
Cohesión (c) (t/m ²)	2,00
Angulo de rozamiento interno (φ) (grados)	0
Peso específico (γ_{sat}) (t/m ³)	1,85

Roca sana

Módulo de elasticidad (E) (t/m ²)	50.000
Módulo de Poisson (μ)	0,25
Cohesión (c) (t/m ²)	30,00
Angulo de rozamiento interno (φ) (grados)	35
Peso específico (γ) (t/m ³)	2,60

Se han estudiado la estabilidad y los esfuerzos resultantes en la sección analizada, para los distintos tipos de sostenimiento, de los que se realiza una descripción más exhaustiva en el capítulo siguiente.

Los parámetros utilizados se basan en los valores recogidos en el informe geotécnico de Lurgintza.

En el *Apéndice nº 7.1: Cálculo de Muro de Micropilotes* se incluyen las salidas numéricas del programa Flac, así como las figuras en las que se encuentran representadas, tanto las mallas utilizadas en la simulación como los esfuerzos y desplazamientos resultantes en las distintas fases de ejecución, en cada uno de los casos analizados.

APÉNDICE N° 8.1:

CÁLCULO DE MURO DE MICROPILOTES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODO DE CÁLCULO	2
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN	4
2.2. SOSTENIMIENTO CON MICROPILOTES	5
3. RESULTADOS NUMERICOS.-MURO DE MICROPILOTES DIÁMETRO 200 MM (160X10)	6
4. RESULTADOS GRÁFICOS DE LA MODELIZACIÓN.....	11

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta la descripción de los cálculos realizados para definir y analizar la viabilidad del sistema de contención propuesto, en la margen izquierda del río Asua, en las instalaciones de la empresa Alba S.A., en sustitución del muro actual que ha sufrido grandes deformaciones y desperfectos.

Se ha propuesto la ejecución de un muro de micropilotes, ya que la opción de los pilotes requiere una instalación en obra que inviabilizaría las actividades existentes con las que debe ser compatible la obra. Se utilizarán micropilotes de 160x10 mm separados 0,50 m, empotrados 4,00 metros en roca sana.

2. METODO DE CÁLCULO

El cálculo de los esfuerzos sobre los micropilotes para el dimensionamiento de los anclajes, se ha realizado mediante el programa de ordenador FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua), el cual es capaz de analizar la evolución del sistema estructura-terreno siguiendo las distintas fases de ejecución de las obras.

FLAC es un programa diseñado para su aplicación a problemas geotécnicos, y simula el comportamiento de estructuras de suelo, roca y otros materiales que pueden experimentar un comportamiento plástico cuando alcanzan su límite de elasticidad. La simulación numérica se basa en un esquema explícito de diferencias finitas.

Los materiales se representan mediante elementos o zonas que forman una malla, la cual se debe ajustar a la forma del conjunto que se desee modelizar. Cada elemento se comporta de acuerdo con una ley tensión-deformación lineal o no lineal en respuesta a las fuerzas aplicadas o condiciones de contorno. Si las tensiones o sus gradientes son suficientemente elevados se origina la deformación plástica del material y la malla se deforma (en el modo "grandes deformaciones") y se mueve con el material representado.

En los análisis se ha tomado como sección del sistema terreno-estructura la que resultan más desfavorable, y se ha discretizado mediante una malla con elementos cuadrados, con las características siguientes:

Nº de filas	Nº de columnas	Nº de elementos
41	74	2.920

Se modeliza la situación de los terrenos que se atraviesan y las distintas fases de construcción. Los valores de los parámetros que se han usado para definir los distintos terrenos son:

Relleno

Módulo de elasticidad (E) (t/m ²)	1.000
Módulo de Poisson (μ)	0,25
Cohesión (c) (t/m ²)	0,00
Angulo de rozamiento interno (φ) (grados)	33
Peso específico (γ) (t/m ³)	1,90

Aluvial

Módulo de elasticidad (E) (t/m ²)	1.000
Módulo de Poisson (μ)	0,25
Cohesión (c) (t/m ²)	2,00
Angulo de rozamiento interno (φ) (grados)	0
Peso específico (γ_{sat}) (t/m ³)	1,85

Roca sana

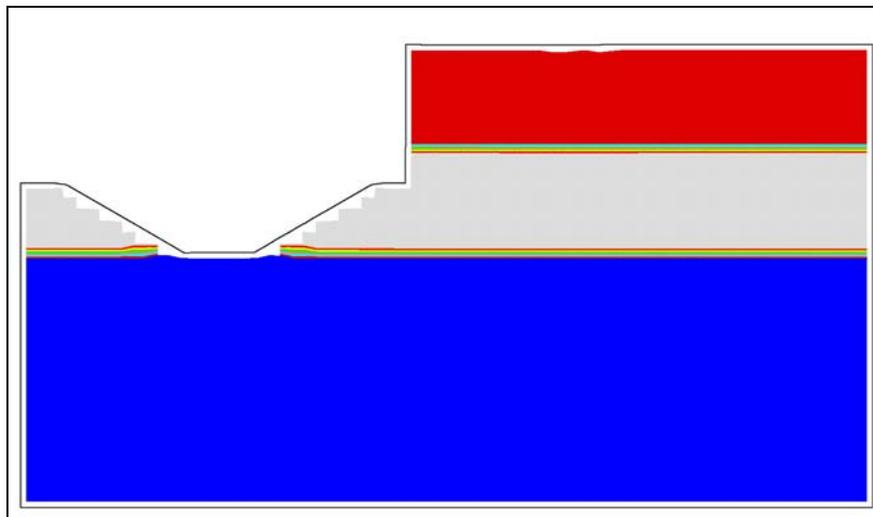
Módulo de elasticidad (E) (t/m ²)	50.000
Módulo de Poisson (μ)	0,25
Cohesión (c) (t/m ²)	30,00
Angulo de rozamiento interno (φ) (grados)	35
Peso específico (γ) (t/m ³)	2,60

Se han estudiado la estabilidad y los esfuerzos resultantes en la sección analizada.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN

El terreno en la sección, de acuerdo con la información geotécnica disponible, está compuesto de:

- Rellenos, con un espesor de 4,5 metros.
- Aluvial, con un espesor de 4,5 metros.
- Roca sana.



El análisis se realiza con sostenimiento de micropilotes, con anclajes dispuestos a roca con excavación previa de 2 m de profundidad.

2.2. SOSTENIMIENTO CON MICROPILOTES

El sostenimiento se realiza con micropilotes de 160x10 mm separados 0,50 m, empotrados 4 m en roca, y con dos filas de anclajes de cables de 60 t cada 3 m y colocados con un ángulo de 30°, con las siguientes fases de ejecución:

- Estado tensional inicial del terreno y primera fase de excavación hasta 2,0 m de profundidad.
- Ejecución de los micropilotes y segunda fase de excavación, hasta 3,5 m de profundidad.
- Colocación del anclaje a 3 m de profundidad y tercera fase de excavación hasta 6 m.
- Colocación del anclaje a 5,5 m de profundidad y excavación completa (la prevista en el proyecto de encauzamiento).
- Ejecución de la estructura de hormigón con el voladizo y la losa de compensación y relleno hasta cota de acabado.
- Sobrecarga sobre la superficie de 2 t/m²

3. RESULTADOS NUMERICOS.-MURO DE MICROPILOTES DIÁMETRO 200 MM (160X10)

* FLAC log-file opened 2-Jun-11 15:51

MURO ASUA. Micropilotes y excavacion 3.5 m

From File : casol2.sav

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop		F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2		
18	1	18	19	1	beam	-1.340E-03	-1.799E+00	-6.710E-04	1.165E-06	1
17	1	17	18	1	beam	-1.022E-02	-2.380E+00	-5.782E-03	6.751E-04	1
16	1	16	17	1	beam	-4.611E-02	-2.910E+00	-2.883E-02	5.785E-03	1
15	1	15	16	1	beam	1.022E+00	-3.419E+00	4.825E-01	2.883E-02	2
14	1	14	15	1	beam	-6.667E-01	-4.490E+00	1.482E-01	-4.825E-01	3
13	1	13	14	1	beam	-3.763E-01	-4.374E+00	-4.040E-02	-1.482E-01	2
12	1	12	13	1	beam	-1.606E-01	-4.208E+00	-1.209E-01	4.040E-02	2
11	1	11	12	1	beam	-4.077E-02	-3.985E+00	-1.413E-01	1.209E-01	2
10	1	10	11	1	beam	2.700E-02	-3.703E+00	-1.278E-01	1.413E-01	2
9	1	9	10	1	beam	8.963E-02	-3.353E+00	-8.286E-02	1.278E-01	2
8	1	8	9	1	beam	1.860E-01	-2.925E+00	1.040E-02	8.286E-02	1
7	1	7	8	1	beam	3.329E-01	-2.404E+00	1.773E-01	-1.040E-02	1
6	1	6	7	1	beam	4.749E-01	-1.751E+00	4.154E-01	-1.773E-01	1
5	1	5	6	1	beam	3.571E-01	-9.519E-01	5.945E-01	-4.154E-01	6
4	1	4	5	1	beam	-4.013E-01	-1.236E-01	3.933E-01	-5.945E-01	8
3	1	3	4	1	beam	-4.839E-01	3.540E-01	1.506E-01	-3.933E-01	-2
2	1	2	3	1	beam	-2.269E-01	2.797E-01	3.676E-02	-1.506E-01	-1
1	1	1	2	1	beam	-7.219E-02	7.337E-02	-4.054E-07	-3.676E-02	-4

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop		F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2
---------	------	------	------	--	---------	---------	-------	-------

The following state has been restored:

date	time	step	grid
1-Jun-11	18:22	12778	73 X 40

Saved with version: 5.00:346 Beta 346

Title: MURO ASUA. Anclaje y excavacion 6 m

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop		F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2		
18	1	18	19	1	beam	-2.130E-03	-1.250E+00	-1.060E-03	-4.655E-06	8
17	1	17	18	1	beam	-8.236E-02	-1.390E+00	-4.223E-02	1.065E-03	9
16	1	16	17	1	beam	7.689E-02	-1.127E+00	-3.813E-03	4.225E-02	7
15	1	15	16	1	beam	6.382E+00	-1.370E+00	3.188E+00	3.804E-03	9
14	1	14	15	1	beam	-3.668E+00	2.226E+00	1.348E+00	-3.188E+00	-1
13	1	13	14	1	beam	-2.381E+00	2.391E+00	1.549E-01	-1.348E+00	-1
12	1	12	13	1	beam	-1.443E+00	2.571E+00	-5.682E-01	-1.549E-01	-1
11	1	11	12	1	beam	-1.137E+00	2.774E+00	-1.138E+00	5.682E-01	-1
10	1	10	11	1	beam	-1.493E+00	3.141E+00	-1.886E+00	1.138E+00	-2
9	1	9	10	1	beam	-2.245E+00	3.571E+00	-3.012E+00	1.886E+00	-2

8	1	8	9	1	beam	-2.518E+00	4.434E+00	-4.274E+00	3.012E+00	-2
7	1	7	8	1	beam	-1.319E+00	4.220E+00	-4.936E+00	4.274E+00	-2
6	1	6	7	1	beam	2.929E-01	4.413E+00	-4.789E+00	4.936E+00	-2
5	1	5	6	1	beam	2.088E+00	5.160E+00	-3.741E+00	4.789E+00	-3
4	1	4	5	1	beam	4.235E+00	5.814E+00	-1.618E+00	3.741E+00	-3
3	1	3	4	1	beam	9.234E+00	6.700E+00	3.014E+00	1.618E+00	-4
2	1	2	3	1	beam	-4.817E+00	-2.335E+00	5.989E-01	-3.014E+00	1
1	1	1	2	1	beam	-1.176E+00	-7.291E-01	2.066E-06	-5.989E-01	4

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2		
25	3	26	20	4 cable	0.000E+00	-7.231E+00	0.000E+00	0.000E+00	1
24	3	25	26	4 cable	0.000E+00	-1.708E+00	0.000E+00	0.000E+00	3
23	3	24	25	4 cable	0.000E+00	-4.499E-01	0.000E+00	0.000E+00	8
22	3	23	24	4 cable	0.000E+00	-3.282E-01	0.000E+00	0.000E+00	6
21	3	22	23	4 cable	0.000E+00	-2.608E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
20	3	21	22	4 cable	0.000E+00	-2.085E-01	0.000E+00	0.000E+00	3
19	2	20	3	3 cable	0.000E+00	-2.237E+01	0.000E+00	0.000E+00	-3

The following state has been restored:

date	time	step	grid
1-Jun-11	18:22	14776	73 X 40

Saved with version: 5.00:346 Beta 346

Title: MURO ASUA. Anclaje y excavacion completa

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2		
18	1	18	19	1 beam	-3.731E-02	1.034E+00	-1.866E-02	1.193E-05	-6
17	1	17	18	1 beam	-1.375E-01	2.147E+00	-8.744E-02	1.868E-02	-1
16	1	16	17	1 beam	5.595E-01	3.793E+00	1.922E-01	8.745E-02	-2
15	1	15	16	1 beam	6.370E+00	4.050E+00	3.378E+00	-1.922E-01	-2
14	1	14	15	1 beam	-5.725E+00	1.242E+01	5.077E-01	-3.378E+00	-8
13	1	13	14	1 beam	-3.849E+00	1.270E+01	-1.421E+00	-5.077E-01	-8
12	1	12	13	1 beam	-2.490E+00	1.310E+01	-2.670E+00	1.421E+00	-8
11	1	11	12	1 beam	-1.451E+00	1.374E+01	-3.397E+00	2.670E+00	-9
10	1	10	11	1 beam	3.671E-01	1.463E+01	-3.213E+00	3.397E+00	-9
9	1	9	10	1 beam	3.485E+00	1.556E+01	-1.466E+00	3.213E+00	-1
8	1	8	9	1 beam	7.713E+00	1.621E+01	2.400E+00	1.466E+00	-1
7	1	7	8	1 beam	-8.682E+00	4.429E+00	-1.952E+00	-2.400E+00	-2
6	1	6	7	1 beam	-3.769E+00	4.699E+00	-3.842E+00	1.952E+00	-3
5	1	5	6	1 beam	8.102E-02	5.163E+00	-3.802E+00	3.842E+00	-3
4	1	4	5	1 beam	3.242E+00	5.444E+00	-2.176E+00	3.802E+00	-3
3	1	3	4	1 beam	8.371E+00	6.013E+00	2.023E+00	2.176E+00	-4
2	1	2	3	1 beam	-3.443E+00	-1.845E+00	2.969E-01	-2.023E+00	1
1	1	1	2	1 beam	-5.832E-01	-2.711E-01	-4.346E-07	-2.969E-01	1

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2		
32	5	33	27	4 cable	0.000E+00	-8.143E+00	0.000E+00	0.000E+00	1

31	5	32	33	4	cable	0.000E+00	-3.265E+00	0.000E+00	0.000E+00	6
30	5	31	32	4	cable	0.000E+00	-4.395E-01	0.000E+00	0.000E+00	8
29	5	30	31	4	cable	0.000E+00	-3.001E-01	0.000E+00	0.000E+00	5
28	5	29	30	4	cable	0.000E+00	-2.323E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
27	5	28	29	4	cable	0.000E+00	-1.694E-01	0.000E+00	0.000E+00	3
26	4	27	8	3	cable	0.000E+00	-2.478E+01	0.000E+00	0.000E+00	-2
25	3	26	20	4	cable	0.000E+00	-6.969E+00	0.000E+00	0.000E+00	1
24	3	25	26	4	cable	0.000E+00	-1.655E+00	0.000E+00	0.000E+00	3
23	3	24	25	4	cable	0.000E+00	-4.437E-01	0.000E+00	0.000E+00	8
22	3	23	24	4	cable	0.000E+00	-3.455E-01	0.000E+00	0.000E+00	6
21	3	22	23	4	cable	0.000E+00	-2.920E-01	0.000E+00	0.000E+00	5
20	3	21	22	4	cable	0.000E+00	-2.445E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
19	2	20	3	3	cable	0.000E+00	-1.930E+01	0.000E+00	0.000E+00	-4

The following state has been restored:

date	time	step	grid
2-Jun-11	10:23	21534	73 X 40

Saved with version: 5.00:346 Beta 346

Title: MURO ASUA. Voladizo y relleno

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop		F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2		
48	6	48	49	2	beam	-1.192E+00	-2.515E-01	-5.895E-01	-4.715E-05	2
47	6	47	48	2	beam	-3.999E-01	-3.554E-01	-7.860E-01	5.892E-01	3
46	6	46	47	2	beam	1.086E+00	-4.900E-01	-2.535E-01	7.856E-01	5
45	6	45	46	2	beam	2.980E+00	-5.939E-01	1.201E+00	2.532E-01	6
44	6	44	45	2	beam	5.164E+00	-6.029E-01	3.687E+00	-1.201E+00	6
43	6	1	44	2	beam	7.152E+00	-4.324E-01	7.741E+00	-3.687E+00	4
42	6	43	1	2	beam	-1.939E+00	4.104E+00	4.841E+00	-5.755E+00	-4
41	6	42	43	2	beam	-1.447E+00	3.416E+00	4.118E+00	-4.841E+00	-3
40	6	41	42	2	beam	-1.036E+00	2.883E+00	3.600E+00	-4.118E+00	-3
39	6	40	41	2	beam	-4.521E-01	2.342E+00	3.375E+00	-3.601E+00	-2
38	6	39	40	2	beam	-2.061E+00	-5.308E-03	2.344E+00	-3.375E+00	5
37	6	38	39	2	beam	-1.688E+00	-2.792E-03	1.500E+00	-2.344E+00	3
36	6	37	38	2	beam	-1.314E+00	-2.433E-03	8.438E-01	-1.501E+00	2
35	6	36	37	2	beam	-9.385E-01	-8.685E-04	3.749E-01	-8.442E-01	9
34	6	35	36	2	beam	-5.631E-01	-1.095E-03	9.417E-02	-3.757E-01	1
33	6	34	35	2	beam	-1.878E-01	-1.159E-03	2.154E-04	-9.409E-02	1
18	1	18	19	1	beam	-3.748E-02	6.554E+00	-1.873E-02	-6.429E-07	-4
17	1	17	18	1	beam	-1.449E-01	9.776E+00	-9.114E-02	1.873E-02	-6
16	1	16	17	1	beam	5.280E-01	1.351E+01	1.728E-01	9.114E-02	-9
15	1	15	16	1	beam	7.008E+00	1.590E+01	3.678E+00	-1.728E-01	-1
14	1	14	15	1	beam	-6.127E+00	2.841E+01	6.056E-01	-3.678E+00	-1
13	1	13	14	1	beam	-4.090E+00	2.870E+01	-1.444E+00	-6.056E-01	-1
12	1	12	13	1	beam	-2.586E+00	2.909E+01	-2.740E+00	1.444E+00	-1
11	1	11	12	1	beam	-1.442E+00	2.967E+01	-3.463E+00	2.740E+00	-2
10	1	10	11	1	beam	4.577E-01	3.049E+01	-3.234E+00	3.463E+00	-2
9	1	9	10	1	beam	3.609E+00	3.131E+01	-1.425E+00	3.234E+00	-2

8	1	8	9	1	beam	7.802E+00	3.182E+01	2.486E+00	1.425E+00	-2
7	1	7	8	1	beam	-9.003E+00	1.938E+01	-2.028E+00	-2.486E+00	-1
6	1	6	7	1	beam	-3.931E+00	1.929E+01	-3.999E+00	2.028E+00	-1
5	1	5	6	1	beam	4.729E-02	1.938E+01	-3.975E+00	3.999E+00	-1
4	1	4	5	1	beam	3.266E+00	1.928E+01	-2.337E+00	3.975E+00	-1
3	1	3	4	1	beam	8.329E+00	1.946E+01	1.840E+00	2.337E+00	-1
2	1	2	3	1	beam	-4.108E+00	1.104E+01	-2.190E-01	-1.840E+00	-7
1	1	1	2	1	beam	-3.449E+00	1.173E+01	-1.987E+00	2.190E-01	-7

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2			
32	5	33	27	4	cable	0.000E+00	-8.205E+00	0.000E+00	0.000E+00	1
31	5	32	33	4	cable	0.000E+00	-3.277E+00	0.000E+00	0.000E+00	6
30	5	31	32	4	cable	0.000E+00	-4.332E-01	0.000E+00	0.000E+00	8
29	5	30	31	4	cable	0.000E+00	-2.841E-01	0.000E+00	0.000E+00	5
28	5	29	30	4	cable	0.000E+00	-2.103E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
27	5	28	29	4	cable	0.000E+00	-1.469E-01	0.000E+00	0.000E+00	2
26	4	27	8	3	cable	0.000E+00	-2.544E+01	0.000E+00	0.000E+00	-2
25	3	26	20	4	cable	0.000E+00	-6.970E+00	0.000E+00	0.000E+00	1
24	3	25	26	4	cable	0.000E+00	-1.643E+00	0.000E+00	0.000E+00	3
23	3	24	25	4	cable	0.000E+00	-4.269E-01	0.000E+00	0.000E+00	8
22	3	23	24	4	cable	0.000E+00	-3.270E-01	0.000E+00	0.000E+00	6
21	3	22	23	4	cable	0.000E+00	-2.729E-01	0.000E+00	0.000E+00	5
20	3	21	22	4	cable	0.000E+00	-2.262E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
19	2	20	3	3	cable	0.000E+00	-1.972E+01	0.000E+00	0.000E+00	-4

The following state has been restored:

date	time	step	grid
2-Jun-11	10:25	28309	73 X 40

Saved with version: 5.00:346 Beta 346

Title: MURO ASUA. Sobrecarga

Structural element data ...

Elem ID	Nod1	Nod2	Prop	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2			
48	6	48	49	2	beam	1.886E+00	-8.634E-01	9.327E-01	-4.590E-04	9
47	6	47	48	2	beam	4.562E+00	-1.068E+00	3.178E+00	-9.335E-01	1
46	6	46	47	2	beam	7.568E+00	-1.249E+00	6.887E+00	-3.179E+00	1
45	6	45	46	2	beam	1.075E+01	-1.289E+00	1.213E+01	-6.887E+00	1
44	6	44	45	2	beam	1.377E+01	-1.156E+00	1.876E+01	-1.213E+01	1
43	6	1	44	2	beam	1.613E+01	-4.635E-01	2.790E+01	-1.876E+01	5
42	6	43	1	2	beam	-1.483E+00	1.933E+01	2.527E+01	-2.597E+01	-2
41	6	42	43	2	beam	-1.022E+00	1.845E+01	2.476E+01	-2.527E+01	-2
40	6	41	42	2	beam	-6.037E-01	1.763E+01	2.446E+01	-2.476E+01	-1
39	6	40	41	2	beam	-2.299E-01	1.688E+01	2.435E+01	-2.446E+01	-1
38	6	39	40	2	beam	-1.405E+01	-1.266E-01	1.732E+01	-2.435E+01	1
37	6	38	39	2	beam	-1.168E+01	-1.203E-01	1.148E+01	-1.732E+01	1
36	6	37	38	2	beam	-9.302E+00	-1.040E-01	6.833E+00	-1.148E+01	1
35	6	36	37	2	beam	-6.928E+00	-8.286E-02	3.369E+00	-6.833E+00	9

34	6	35	36	2	beam	-4.554E+00	-5.269E-02	1.092E+00	-3.370E+00	5
33	6	34	35	2	beam	-2.185E+00	-2.265E-02	-2.448E-04	-1.092E+00	2
18	1	18	19	1	beam	-3.679E-02	1.455E+01	-1.839E-02	-5.833E-07	-9
17	1	17	18	1	beam	-1.623E-01	2.090E+01	-9.950E-02	1.840E-02	-1
16	1	16	17	1	beam	5.165E-01	2.781E+01	1.587E-01	9.950E-02	-1
15	1	15	16	1	beam	7.896E+00	3.332E+01	4.108E+00	-1.587E-01	-2
14	1	14	15	1	beam	-6.778E+00	5.214E+01	7.095E-01	-4.108E+00	-3
13	1	13	14	1	beam	-4.480E+00	5.238E+01	-1.536E+00	-7.095E-01	-3
12	1	12	13	1	beam	-2.715E+00	5.270E+01	-2.897E+00	1.536E+00	-3
11	1	11	12	1	beam	-1.403E+00	5.328E+01	-3.600E+00	2.897E+00	-3
10	1	10	11	1	beam	5.591E-01	5.420E+01	-3.320E+00	3.600E+00	-3
9	1	9	10	1	beam	3.714E+00	5.510E+01	-1.459E+00	3.320E+00	-3
8	1	8	9	1	beam	7.847E+00	5.575E+01	2.475E+00	1.459E+00	-3
7	1	7	8	1	beam	-9.220E+00	4.313E+01	-2.148E+00	-2.475E+00	-2
6	1	6	7	1	beam	-3.974E+00	4.309E+01	-4.141E+00	2.148E+00	-2
5	1	5	6	1	beam	2.666E-01	4.328E+01	-4.007E+00	4.141E+00	-2
4	1	4	5	1	beam	3.805E+00	4.332E+01	-2.099E+00	4.007E+00	-2
3	1	3	4	1	beam	9.207E+00	4.367E+01	2.519E+00	2.099E+00	-2
2	1	2	3	1	beam	-2.943E+00	3.541E+01	1.044E+00	-2.519E+00	-2
1	1	1	2	1	beam	-5.796E+00	3.603E+01	-1.928E+00	-1.044E+00	-2
Elem ID	Nod1	Nod2	Prop			F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	
32	5	33	27	4	cable	0.000E+00	-8.338E+00	0.000E+00	0.000E+00	1
31	5	32	33	4	cable	0.000E+00	-3.344E+00	0.000E+00	0.000E+00	6
30	5	31	32	4	cable	0.000E+00	-4.819E-01	0.000E+00	0.000E+00	9
29	5	30	31	4	cable	0.000E+00	-3.195E-01	0.000E+00	0.000E+00	6
28	5	29	30	4	cable	0.000E+00	-2.352E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
27	5	28	29	4	cable	0.000E+00	-1.644E-01	0.000E+00	0.000E+00	3
26	4	27	8	3	cable	0.000E+00	-2.583E+01	0.000E+00	0.000E+00	-2
25	3	26	20	4	cable	0.000E+00	-7.001E+00	0.000E+00	0.000E+00	1
24	3	25	26	4	cable	0.000E+00	-1.661E+00	0.000E+00	0.000E+00	3
23	3	24	25	4	cable	0.000E+00	-4.366E-01	0.000E+00	0.000E+00	8
22	3	23	24	4	cable	0.000E+00	-3.310E-01	0.000E+00	0.000E+00	6
21	3	22	23	4	cable	0.000E+00	-2.720E-01	0.000E+00	0.000E+00	5
20	3	21	22	4	cable	0.000E+00	-2.211E-01	0.000E+00	0.000E+00	4
19	2	20	3	3	cable	0.000E+00	-1.970E+01	0.000E+00	0.000E+00	-4

4. RESULTADOS GRÁFICOS DE LA MODELIZACIÓN

FLAC (Version 5.00)

LEGEND

31-May-11 17:55

step 10

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

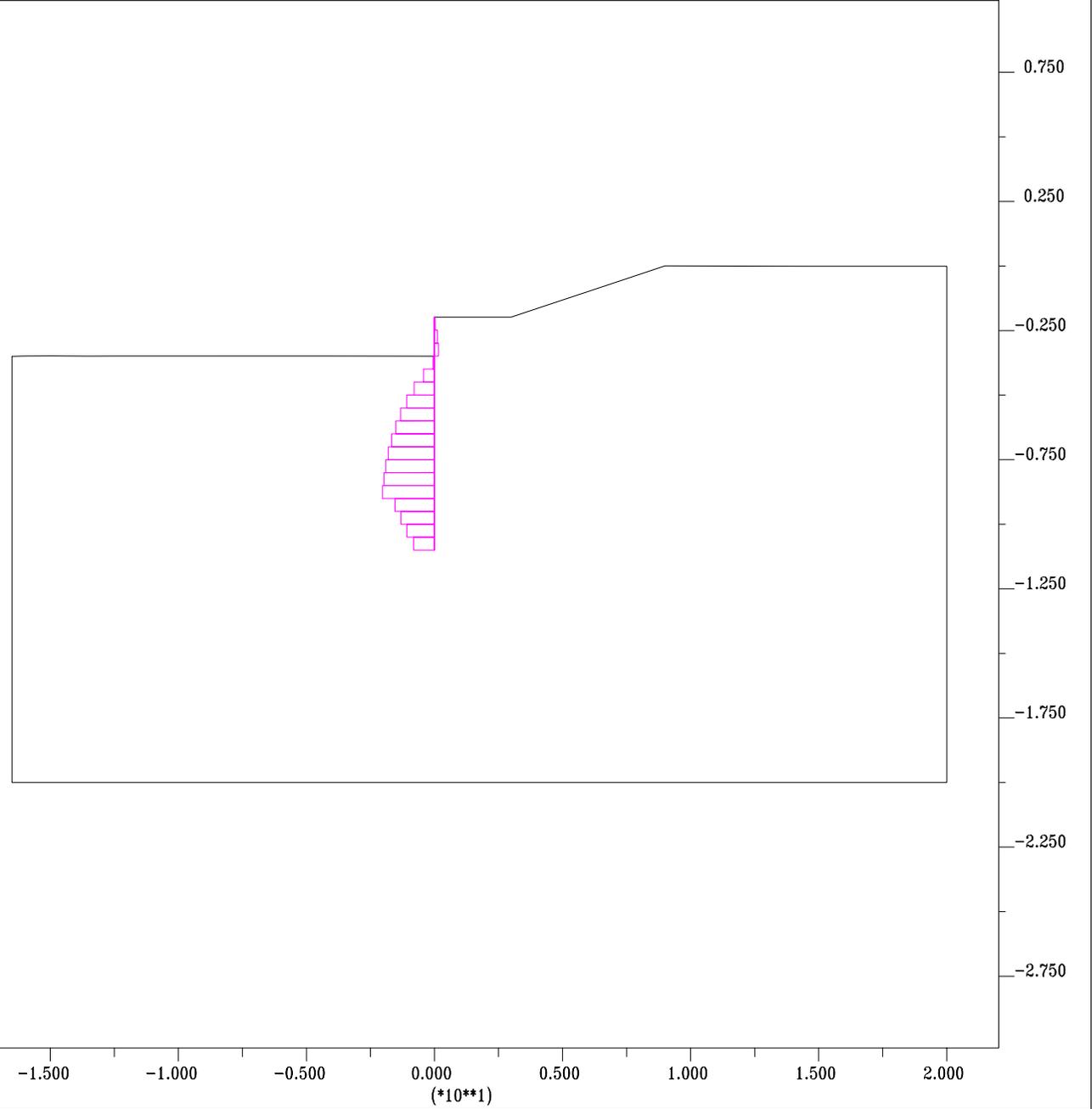
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Axial Force on
 Structure Max. Value
 # 1 (Beam) -4.490E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 12

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

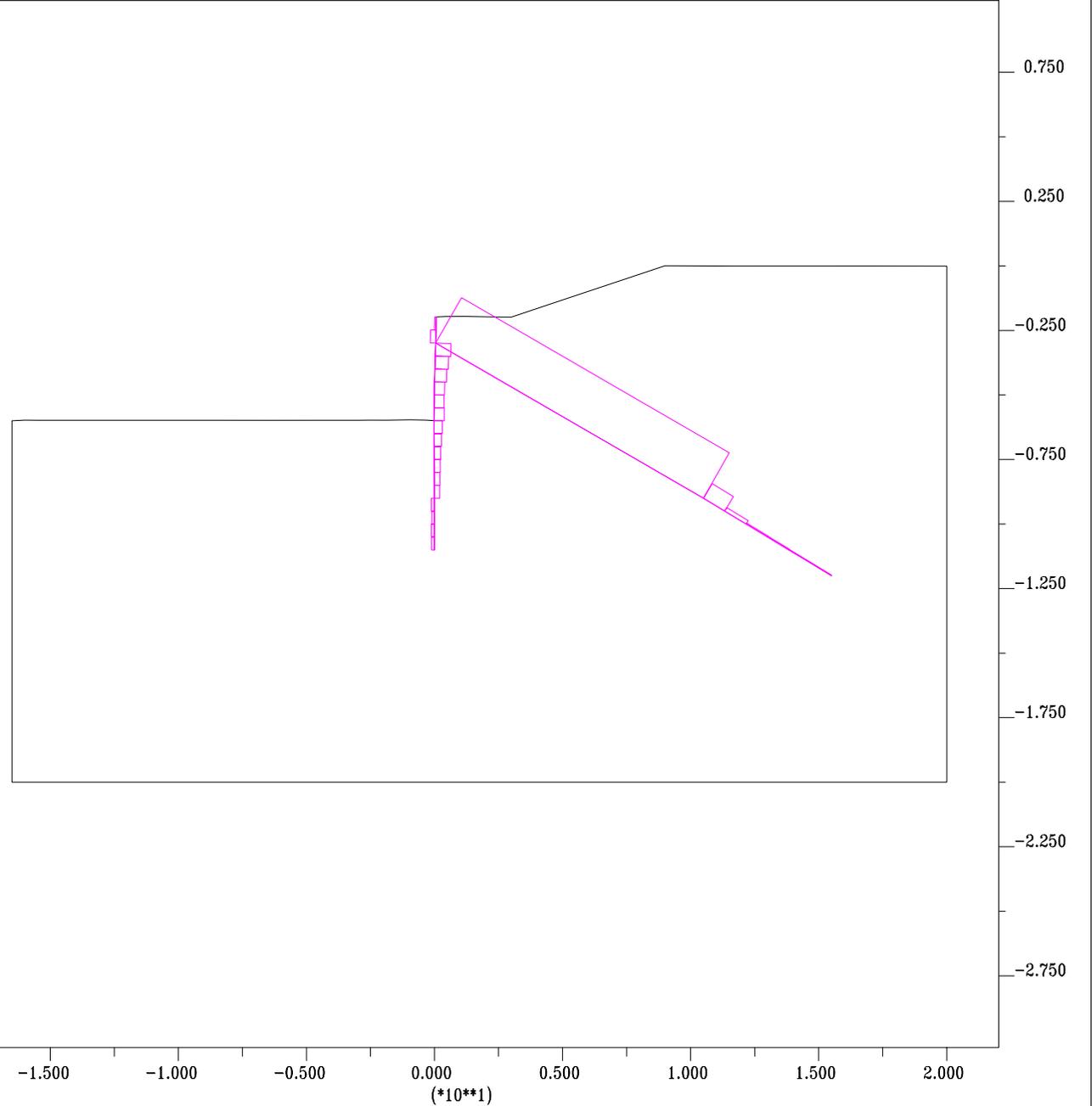
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	6.700E+00
# 2 (Cable)	-2.237E+01
# 3 (Cable)	-7.231E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 14

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

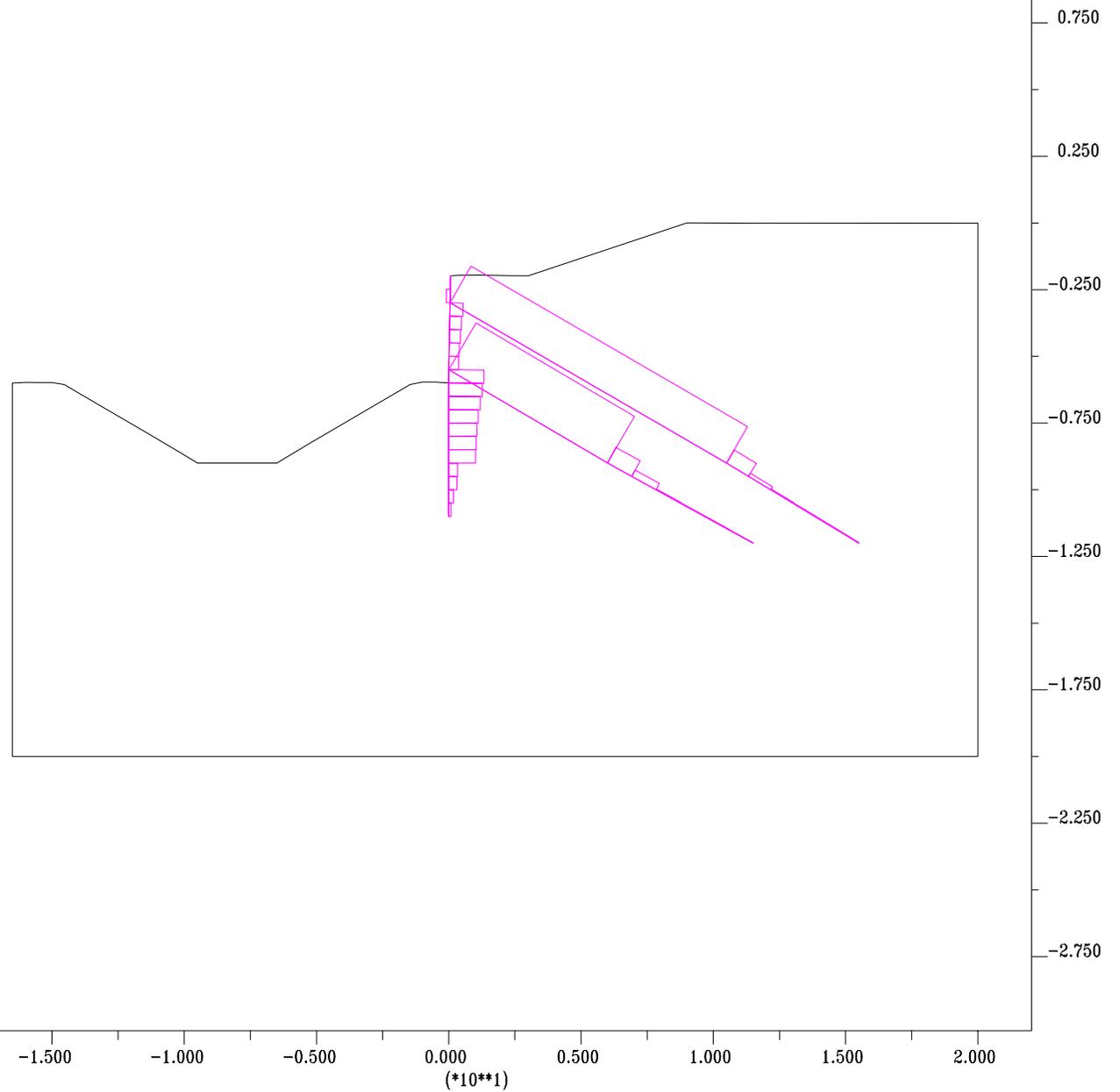
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Axial Force on Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	1.621E+01
# 2 (Cable)	-1.930E+01
# 3 (Cable)	-6.969E+00
# 4 (Cable)	-2.478E+01
# 5 (Cable)	-8.143E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:23

step 21

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

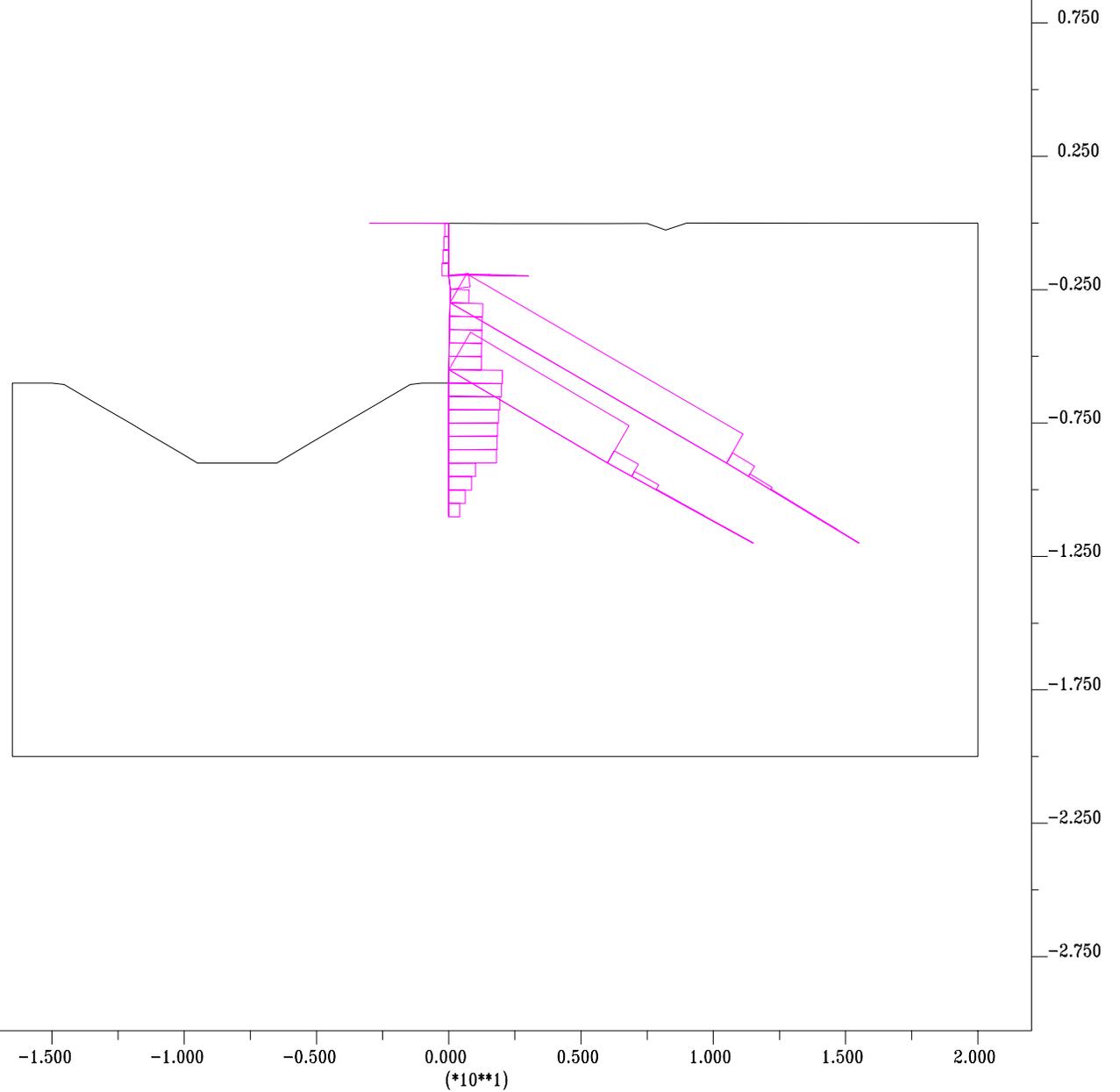
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Axial Force on Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	3.182E+01
# 2 (Cable)	-1.972E+01
# 3 (Cable)	-6.970E+00
# 4 (Cable)	-2.544E+01
# 5 (Cable)	-8.205E+00
# 6 (Beam)	4.104E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:25

step 28

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

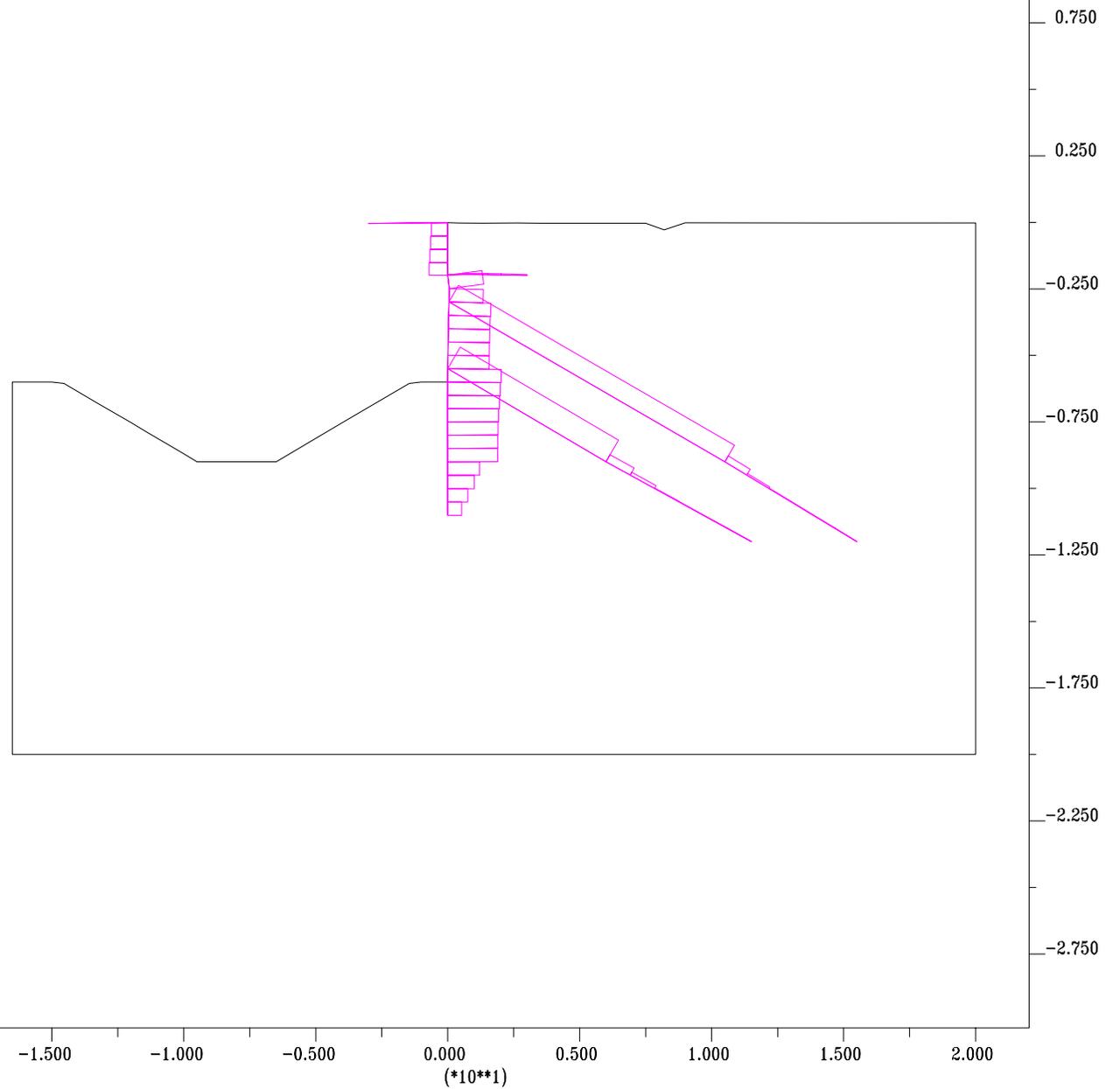
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Axial Force on Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	5.575E+01
# 2 (Cable)	-1.970E+01
# 3 (Cable)	-7.001E+00
# 4 (Cable)	-2.583E+01
# 5 (Cable)	-8.338E+00
# 6 (Beam)	1.933E+01

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

31-May-11 17:55

step 10

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot

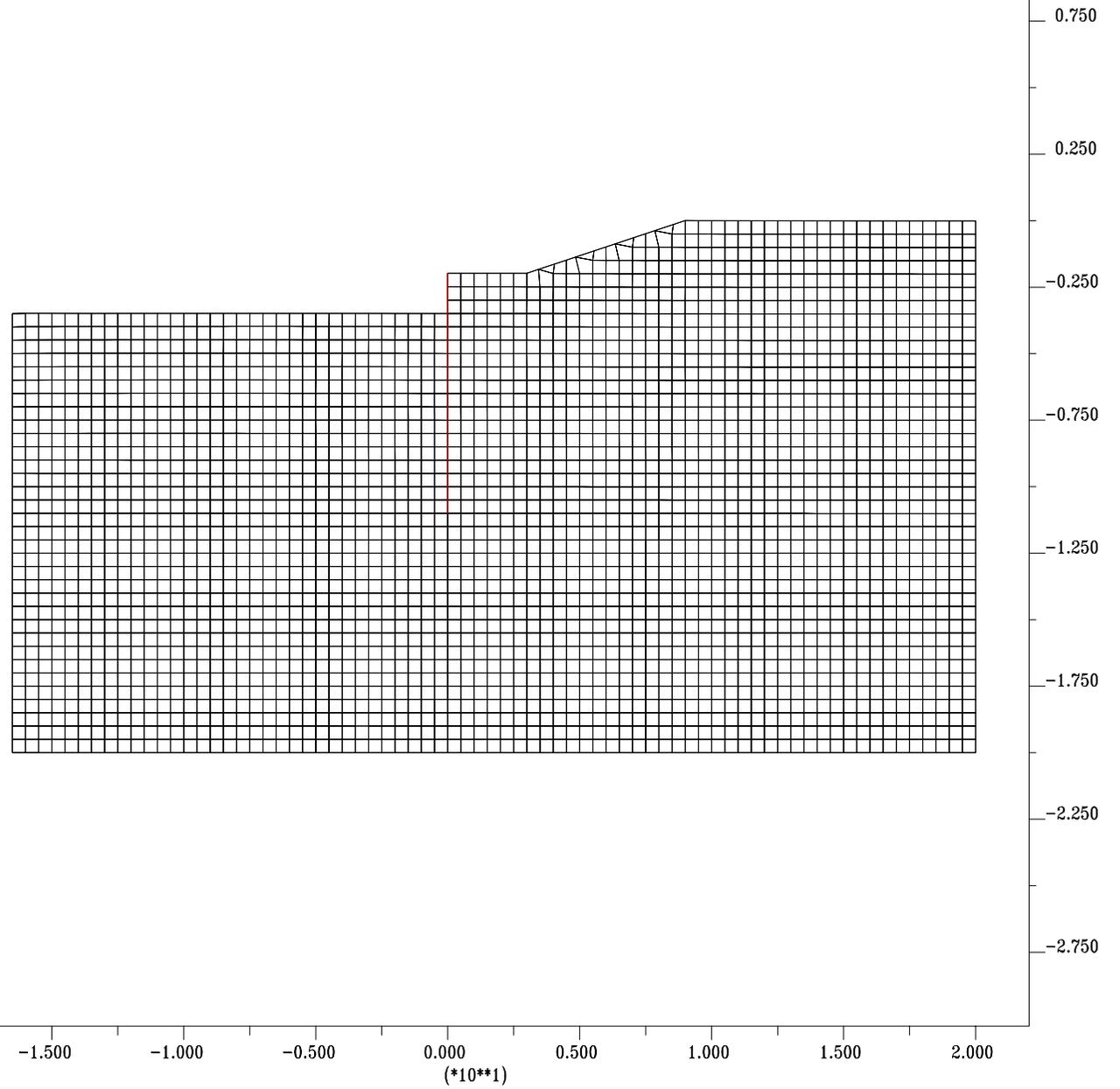


Grid plot



Beam plot

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 12

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



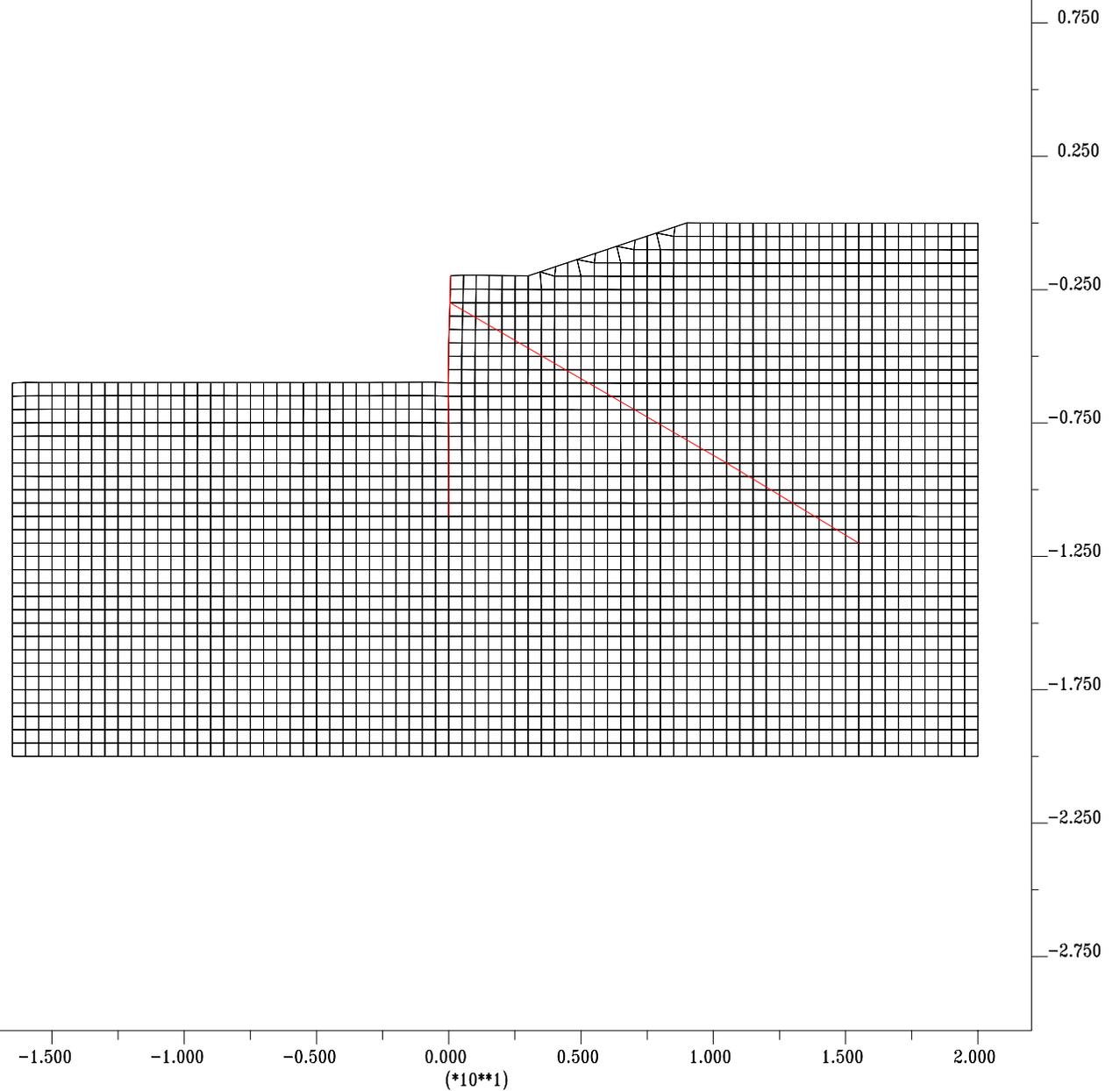
Grid plot



Beam plot

Cable plot

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 14

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



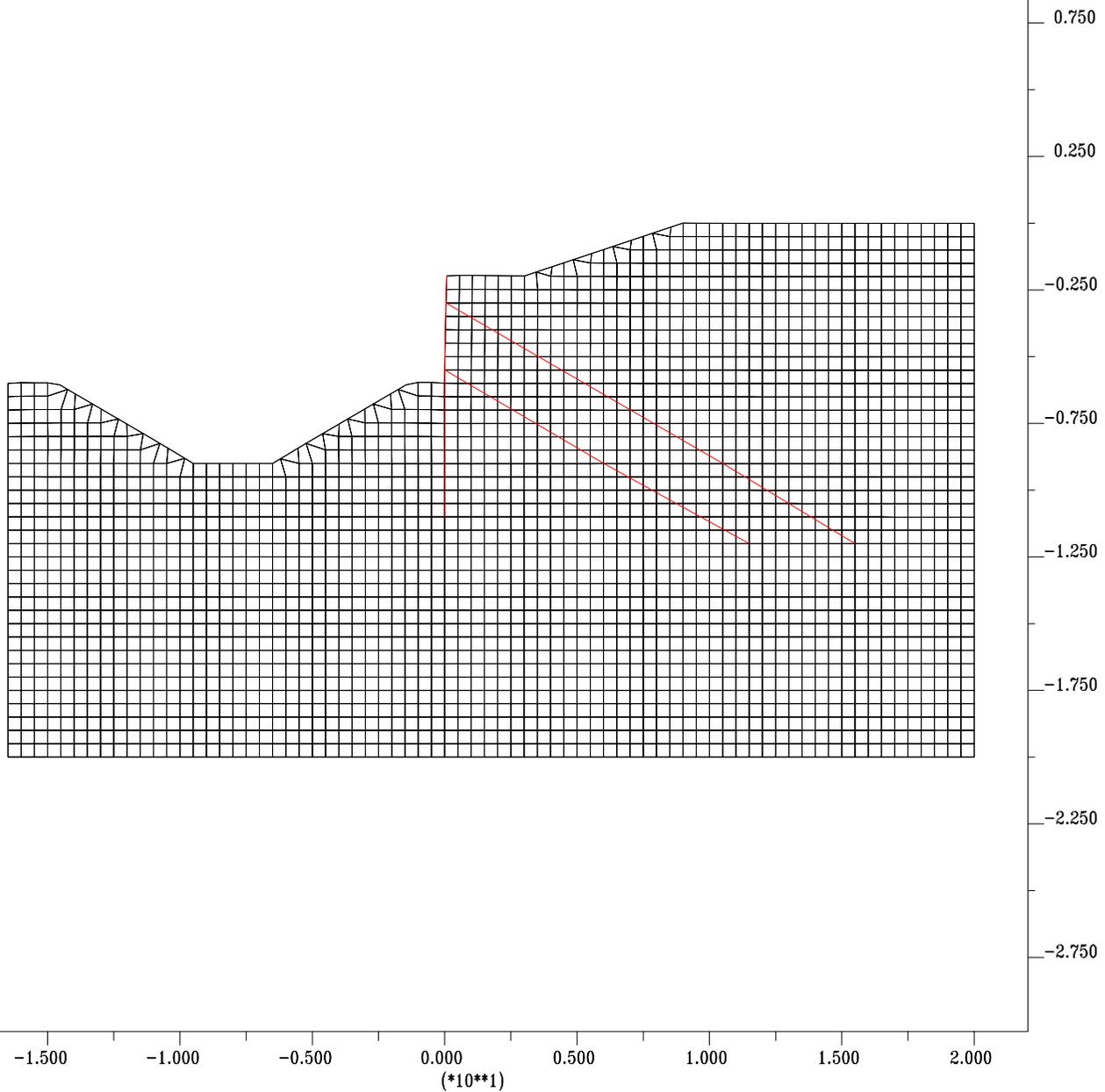
Grid plot



Beam plot

Cable plot

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:23

step 21

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



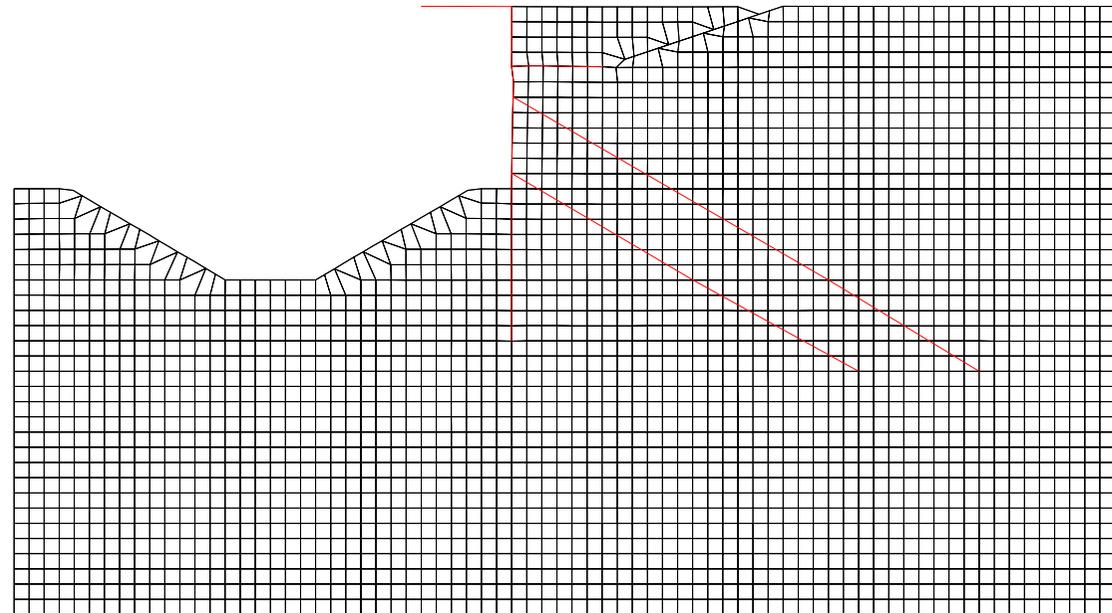
Grid plot



Beam plot

Cable plot

Dair



-1.500 -1.000 -0.500 0.000 0.500 1.000 1.500 2.000
(*10**1)

0.750
0.250
-0.250
-0.750
-1.250
-1.750
-2.250
-2.750

FLAC (Version 5.00)

LEGEND

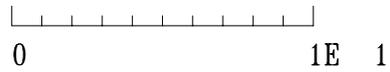
2-Jun-11 10:25

step 28

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



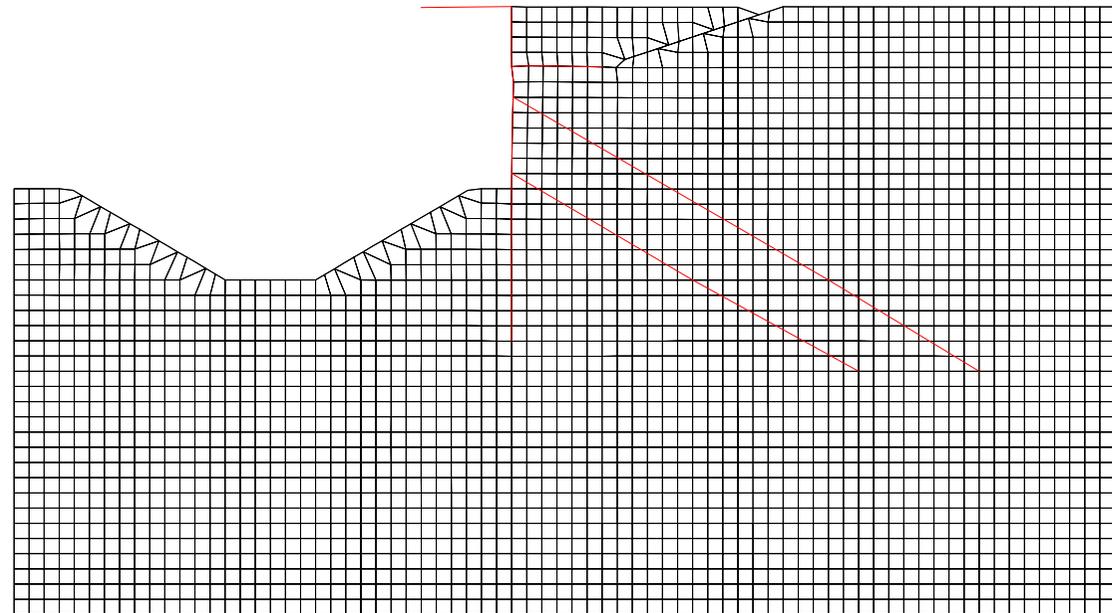
Grid plot



Beam plot

Cable plot

Dair



-1.500 -1.000 -0.500 0.000 0.500 1.000 1.500 2.000
(*10**1)

0.750
0.250
-0.250
-0.750
-1.250
-1.750
-2.250
-2.750

FLAC (Version 5.00)

LEGEND

31-May-11 17:55

step 10

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

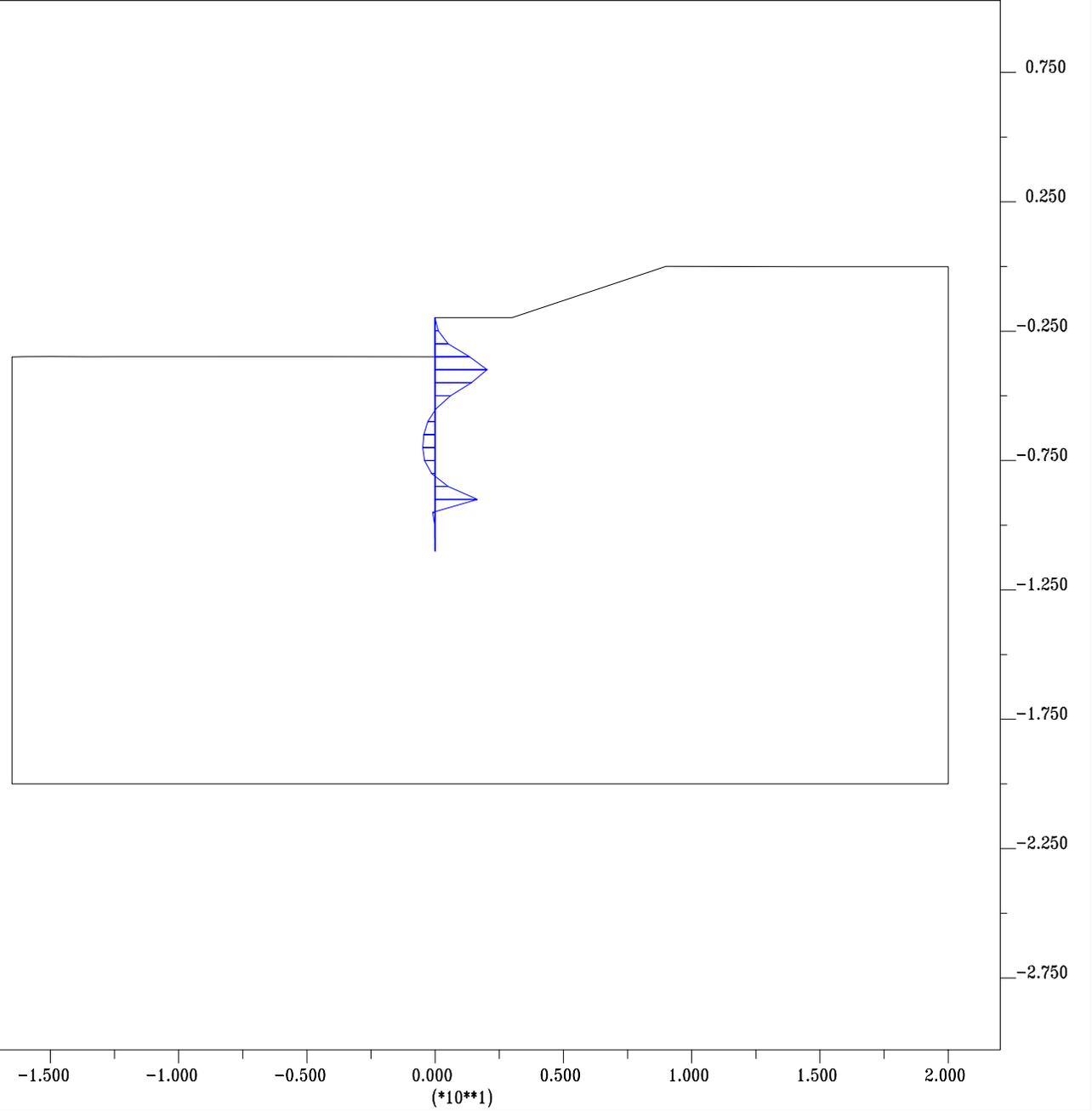
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Moment on
 Structure Max. Value
 # 1 (Beam) 5.945E-01

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 12

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

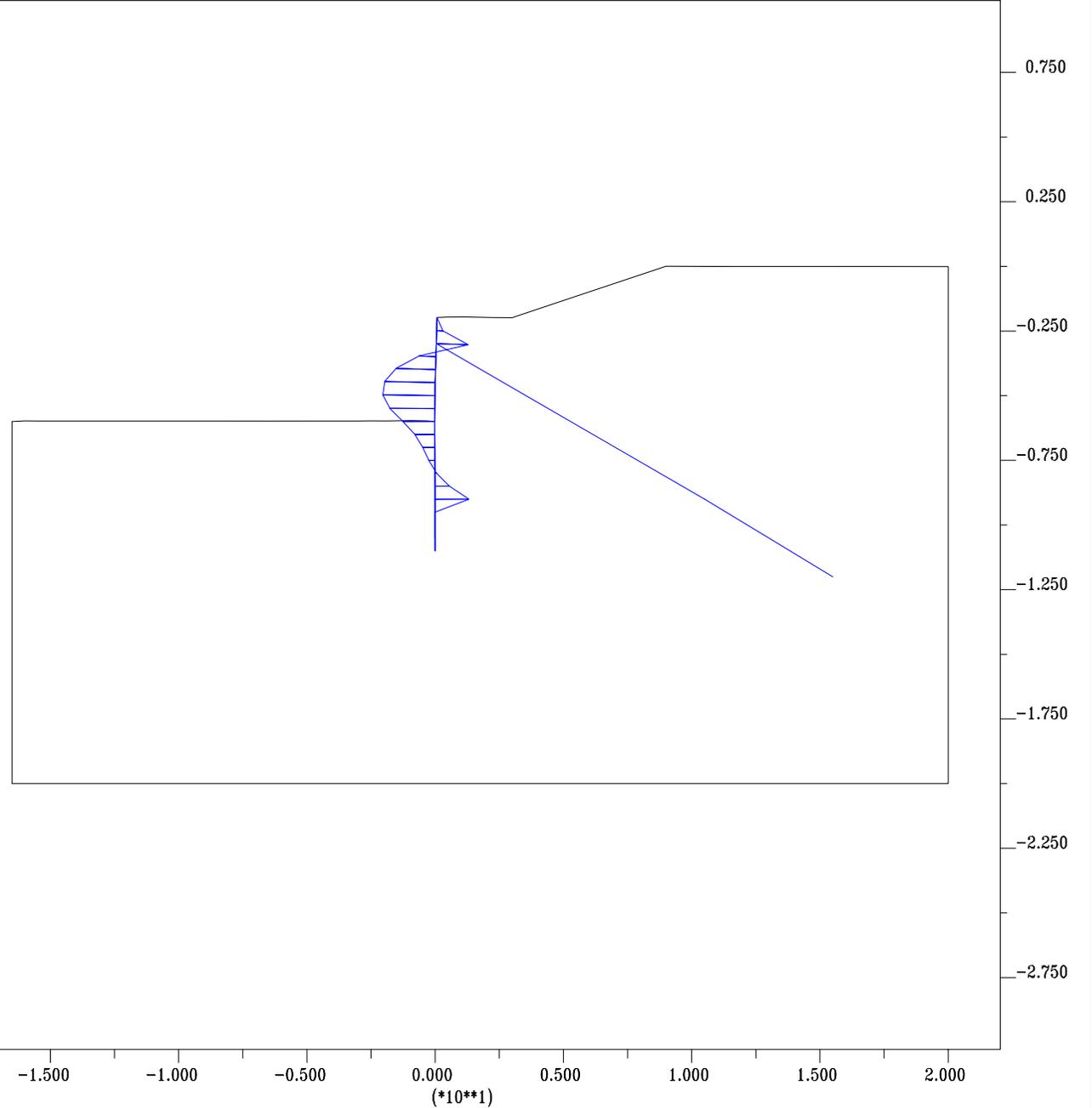
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Moment	on	Max. Value
# 1 (Beam)		-4.936E+00
# 2 (Cable)		0.000E+00
# 3 (Cable)		0.000E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 14

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

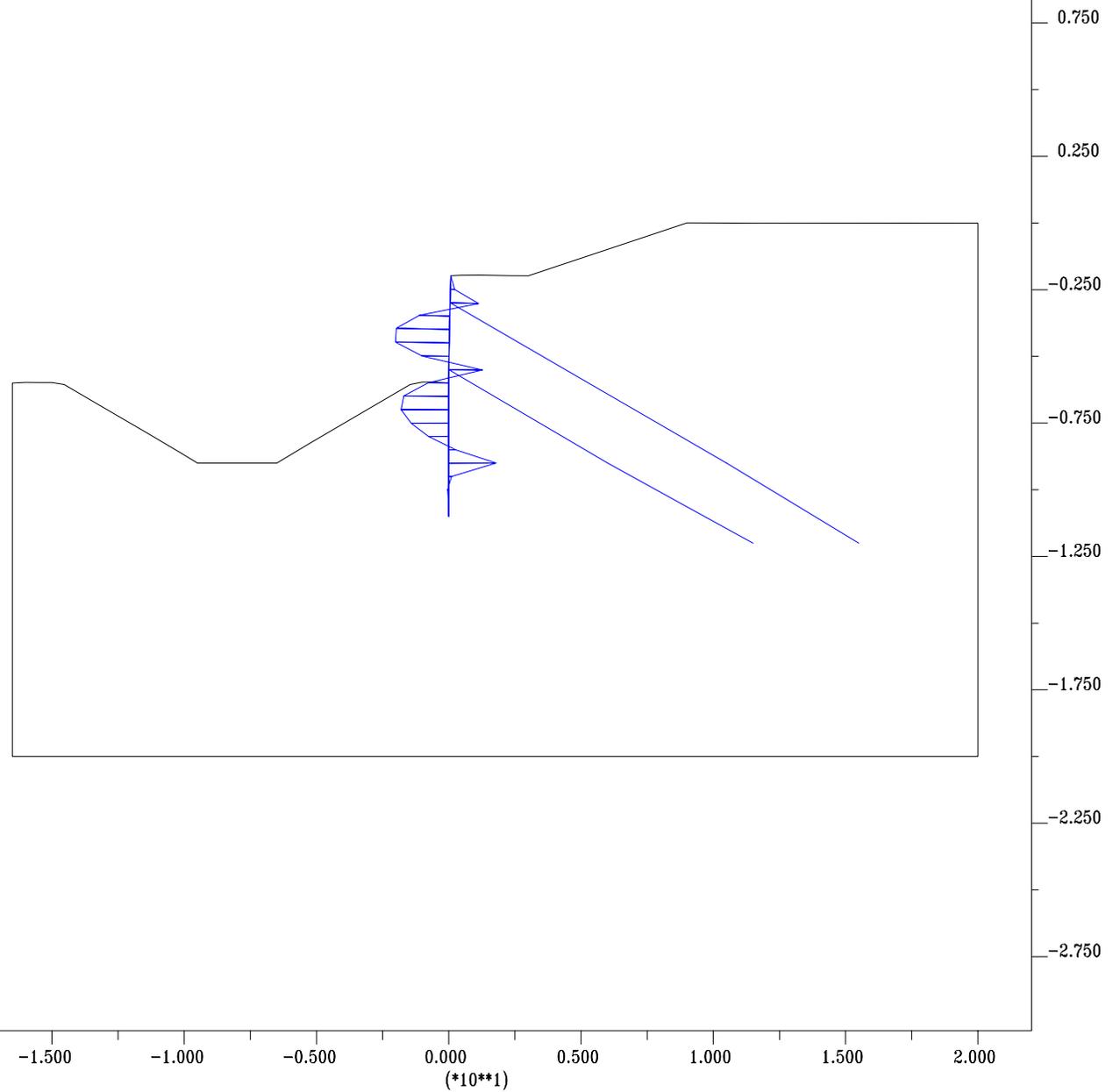
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Moment	on	Max. Value
# 1 (Beam)		-3.842E+00
# 2 (Cable)		0.000E+00
# 3 (Cable)		0.000E+00
# 4 (Cable)		0.000E+00
# 5 (Cable)		0.000E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:23

step 21

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

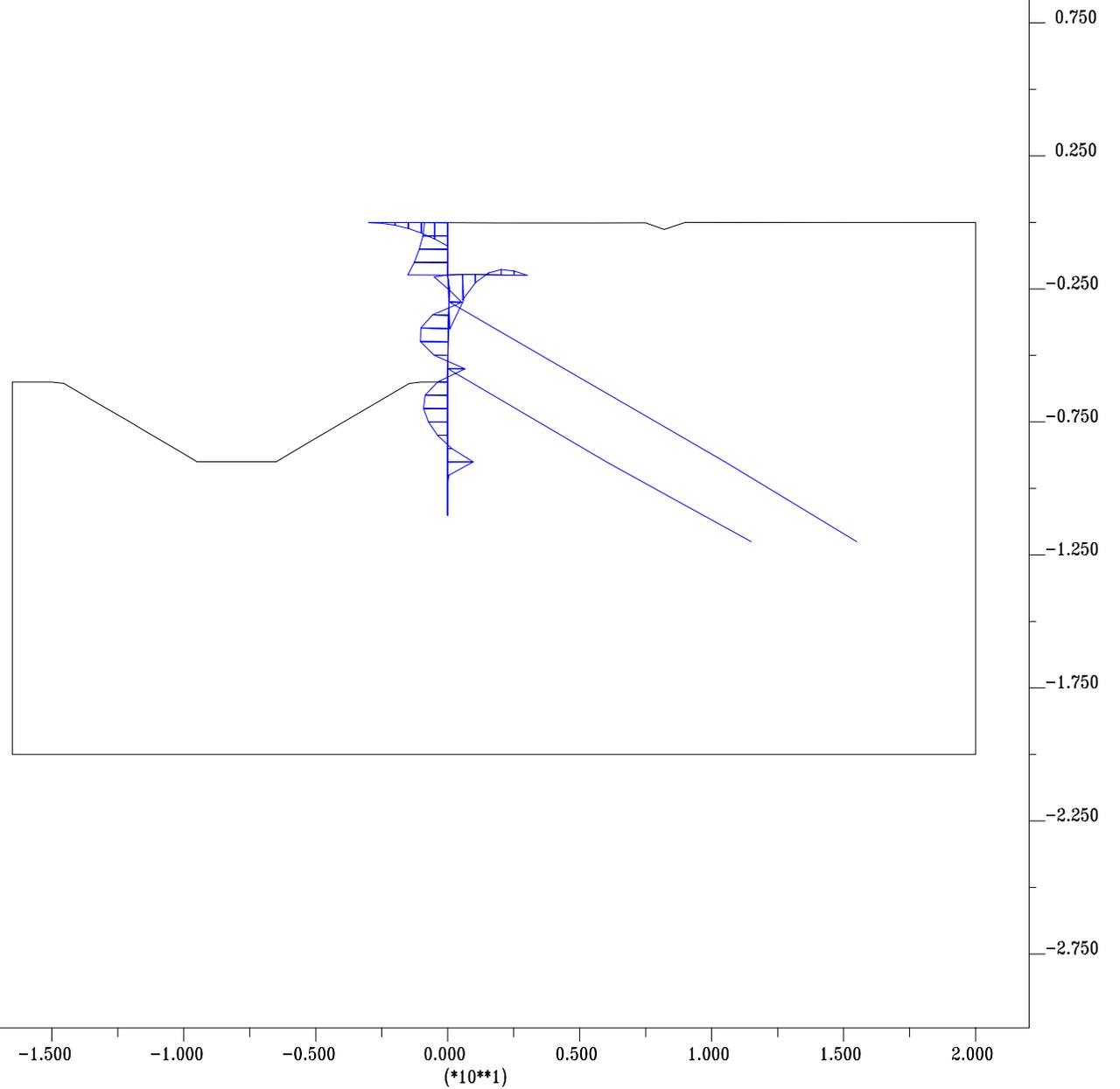
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Moment	on	Max. Value
# 1 (Beam)		-3.999E+00
# 2 (Cable)		0.000E+00
# 3 (Cable)		0.000E+00
# 4 (Cable)		0.000E+00
# 5 (Cable)		0.000E+00
# 6 (Beam)		7.741E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:25

step 28

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

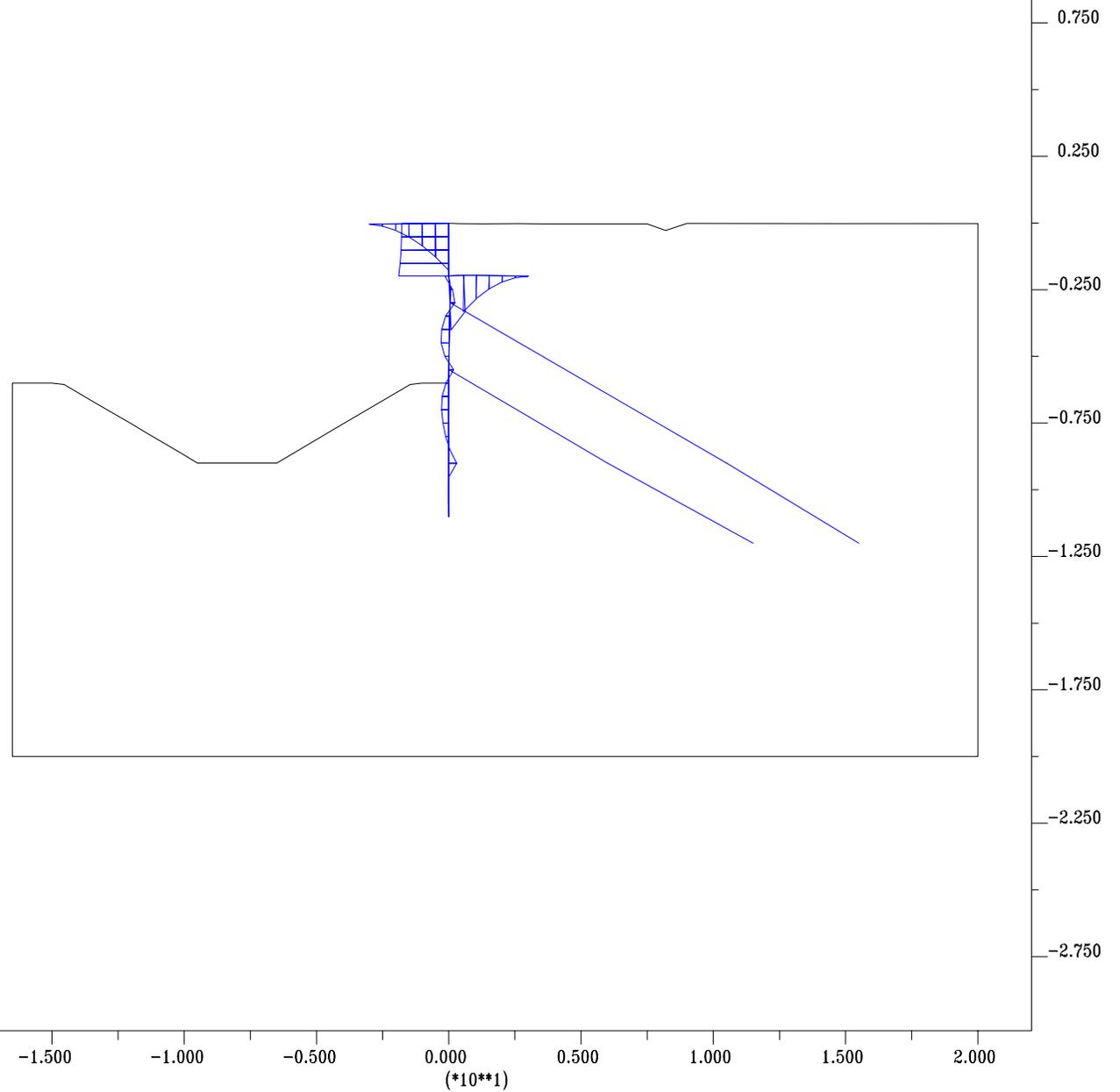
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Moment	on	Max. Value
# 1 (Beam)		-4.141E+00
# 2 (Cable)		0.000E+00
# 3 (Cable)		0.000E+00
# 4 (Cable)		0.000E+00
# 5 (Cable)		0.000E+00
# 6 (Beam)		2.790E+01

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

31-May-11 17:55

step 10

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

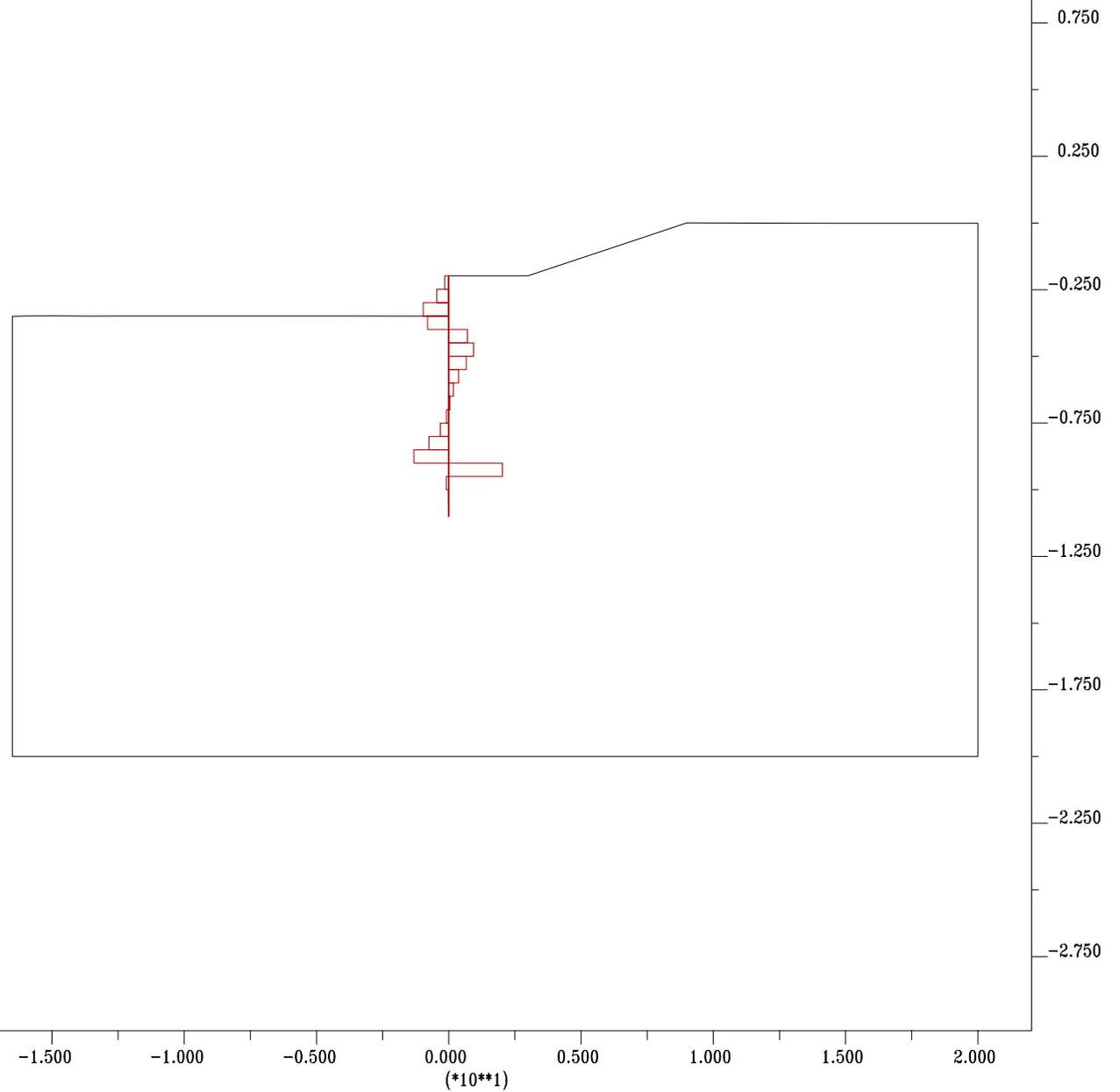
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Shear Force on
 Structure Max. Value
 # 1 (Beam) 1.022E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 12

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

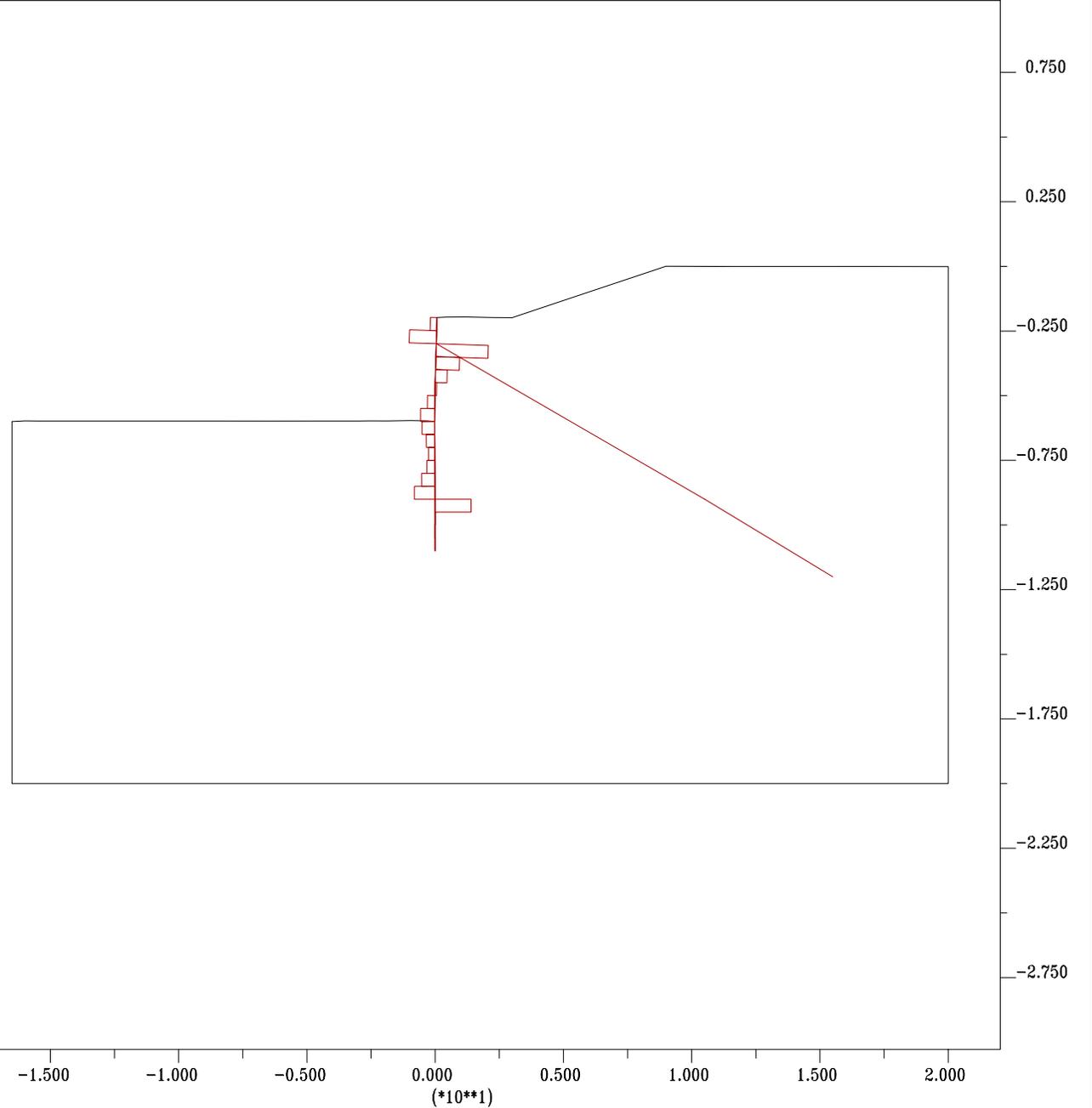
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	9.234E+00
# 2 (Cable)	0.000E+00
# 3 (Cable)	0.000E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

1-Jun-11 18:22

step 14

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

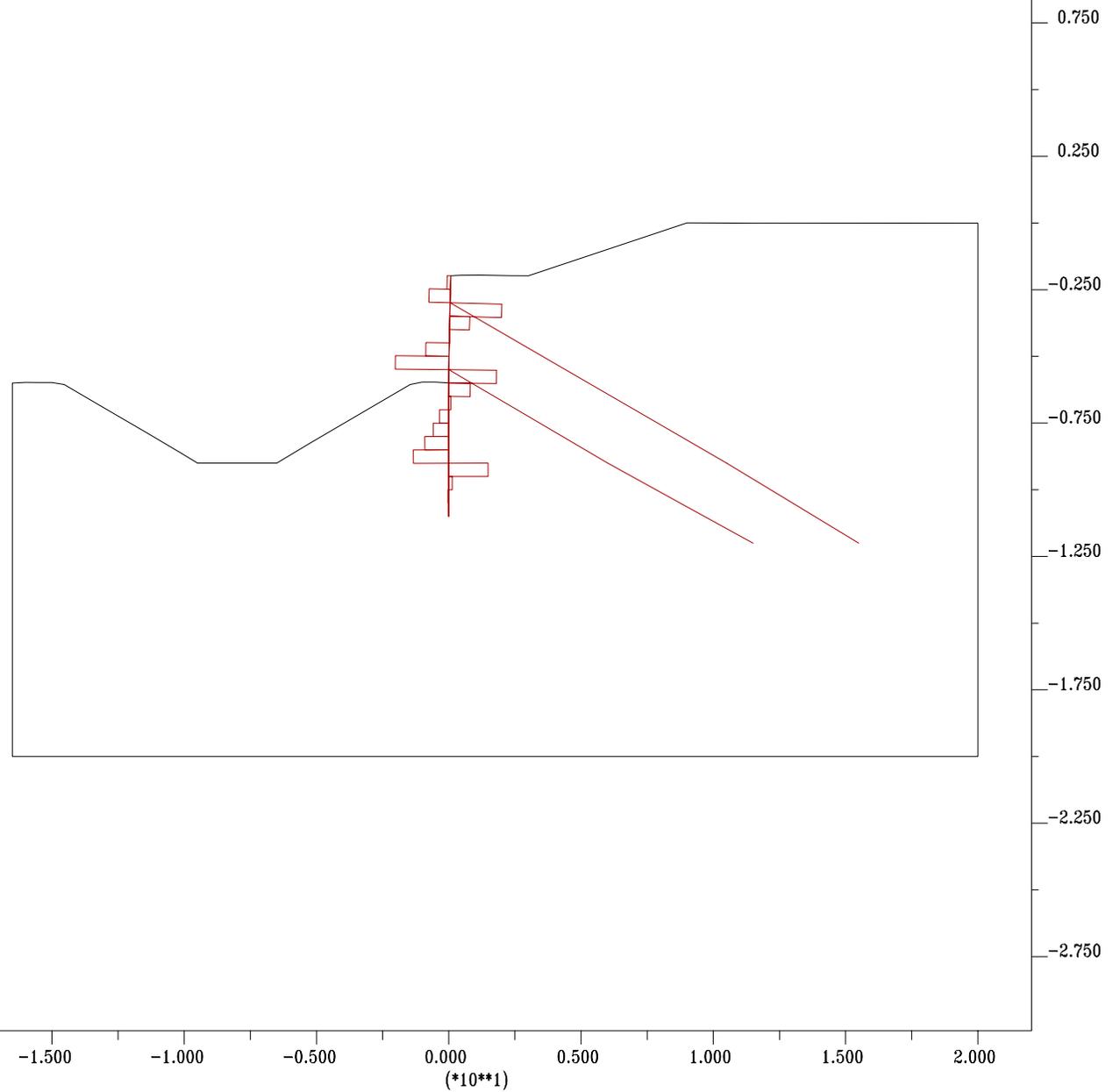
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Shear Force on Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	-8.682E+00
# 2 (Cable)	0.000E+00
# 3 (Cable)	0.000E+00
# 4 (Cable)	0.000E+00
# 5 (Cable)	0.000E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:23

step 21

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

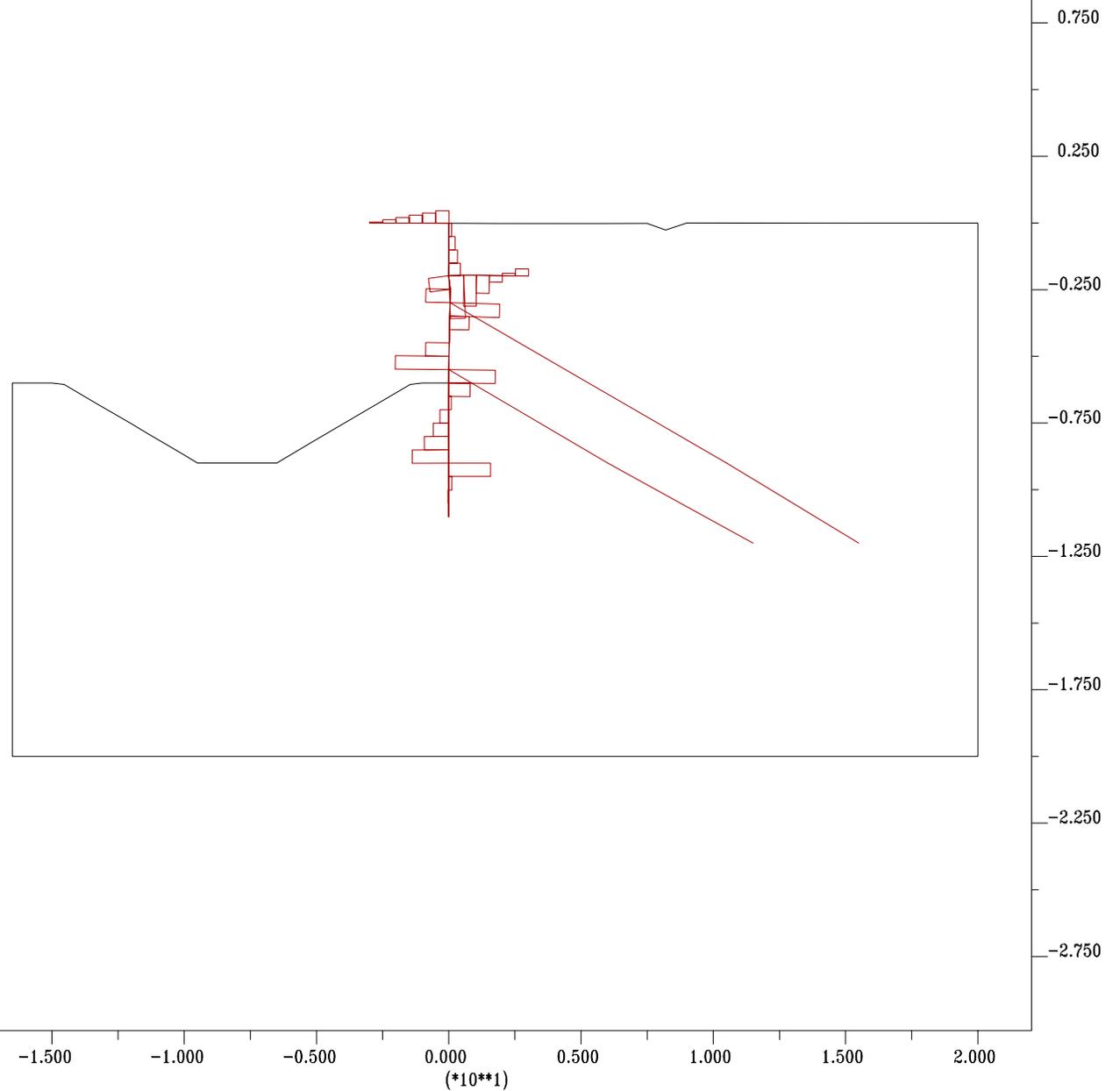
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	-9.003E+00
# 2 (Cable)	0.000E+00
# 3 (Cable)	0.000E+00
# 4 (Cable)	0.000E+00
# 5 (Cable)	0.000E+00
# 6 (Beam)	7.152E+00

Dair



FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:25

step 28

-1.853E+01 <x< 2.203E+01

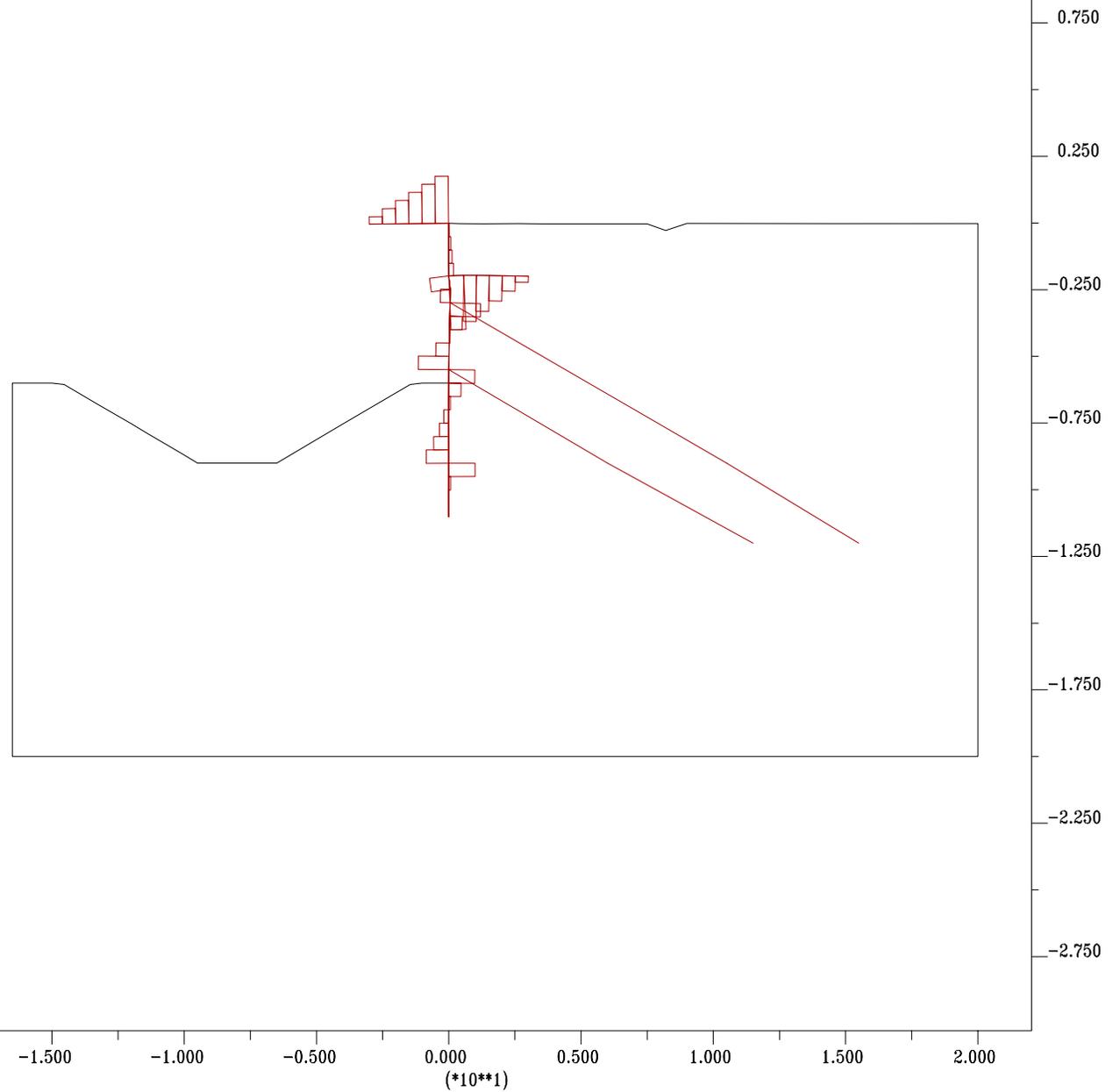
-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot



Structure	Max. Value
# 1 (Beam)	-9.220E+00
# 2 (Cable)	0.000E+00
# 3 (Cable)	0.000E+00
# 4 (Cable)	0.000E+00
# 5 (Cable)	0.000E+00
# 6 (Beam)	1.613E+01

Dair



JOB TITLE : MURO ASUA. Sobrecarga

(*10**1)

FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:25

step 28

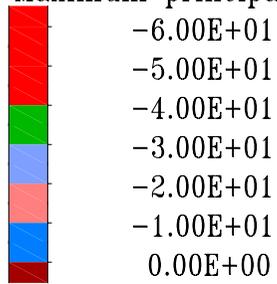
-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot

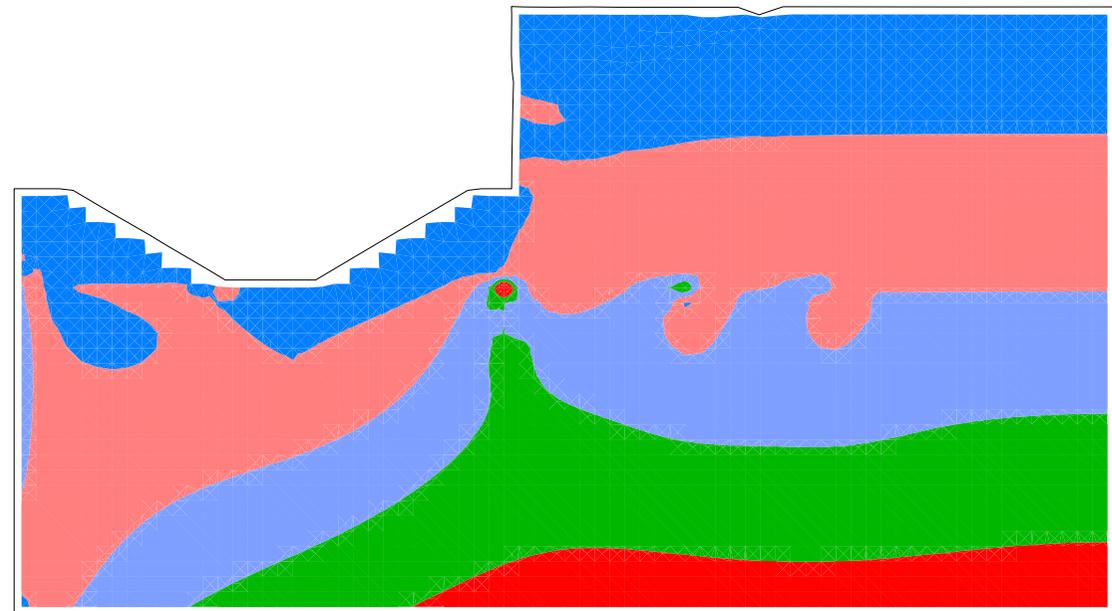


Maximum principal stress



Contour interval= 1.00E+01

Dair



-1.500 -1.000 -0.500 0.000 0.500 1.000 1.500 2.000 (*10**1)

0.750
0.250
-0.250
-0.750
-1.250
-1.750
-2.250
-2.750

JOB TITLE : MURO ASUA. Sobrecarga

(*10**1)

FLAC (Version 5.00)

LEGEND

2-Jun-11 10:25

step 28

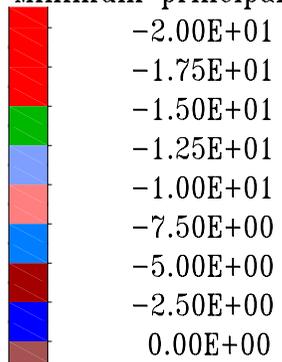
-1.853E+01 <x< 2.203E+01

-3.028E+01 <y< 1.028E+01

Boundary plot

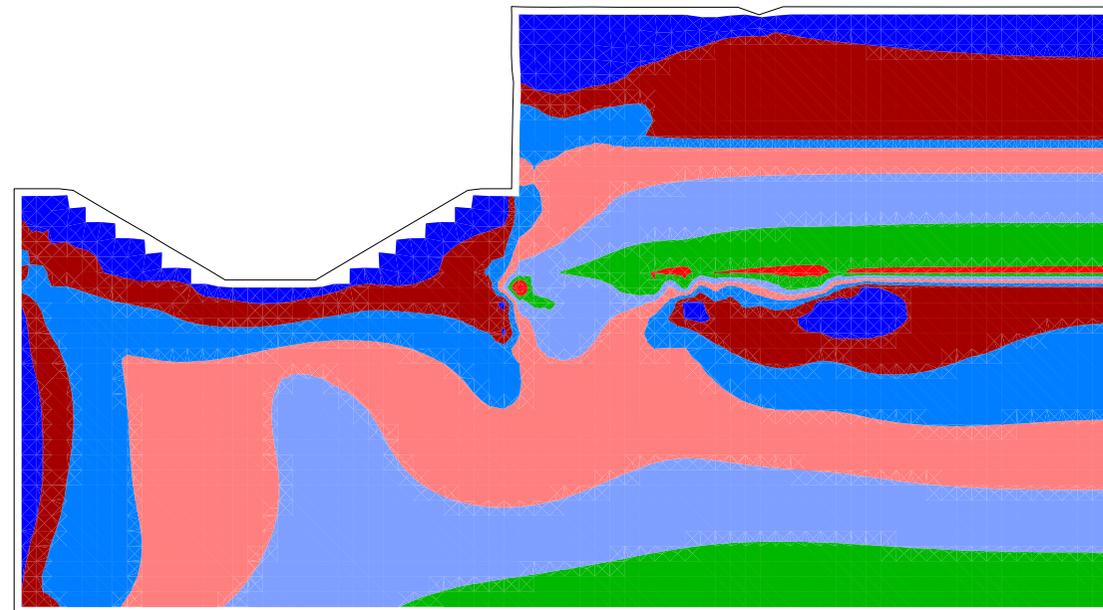


Minimum principal stress



Contour interval= 2.50E+00

Dair



-1.500 -1.000 -0.500 0.000 0.500 1.000 1.500 2.000
(*10**1)

0.750
0.250
-0.250
-0.750
-1.250
-1.750
-2.250
-2.750

APÉNDICE N° 8.2

PUENTE DE ALBA

INDICE

- 1.- BASES DEL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
- 2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES
- 3.- DIMENSIONAMIENTO DEL TABLERO
- 4.- DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBOS
- 4.- DIMENSIONAMIENTO DE MICROPILOTES
- 5.- ANEJO DE SALIDA NUMÉRICA
- 6.- ANEJO DE SALIDA GRÁFICA

1.- BASES DEL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

1.1.- Acciones

Las acciones consideradas son las prescritas en la vigente "IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras" (Ministerio de Fomento 1998).

Se enumeran a continuación:

- Peso propio: Se adopta una densidad del hormigón 2500 Kg/m^3 .
- Carga permanente: 10 kN/m de cada una de las aceras e impostas y 2 kN/m^2 de aglomerado.
- Sobrecarga de uso repartida: 4 kN/m^2
- Carro de la instrucción de 600 kN .
- Viento: 2 kN/m^2 .
- Emp. del terreno: Densidad tierras. 2000 Kg/m^3 y ángulo de rozamiento interno 30° .

En cuanto a la acción sísmica, por tratarse de una construcción de Normal Importancia y ser la aceleración sísmica de cálculo inferior a $0,06g$ según la Norma de Construcción Sismorresistente Española, no se ha considerado su efecto.

1.2.- Solicitaciones y dimensionamiento

El tablero se materializa por medio de vigas prefabricadas de hormigón pretensado, de sección en T y una losa de unión de hormigón armado.

Para la obtención de las sollicitaciones del tablero se ha utilizado un modelo de emparrillado, del que se obtienen los diversos esfuerzos longitudinales necesarios para su dimensionamiento, también se obtienen, con el mismo modelo, los esfuerzos transversales. La excentricidad de los esfuerzos debidos al carro quedan reflejadas por el propio modelo de emparrillado.

Para los esfuerzos en los estribos se realiza un modelo hiperestático plano para el encaje de las dimensiones y la obtención de los diversos esfuerzos para cada hipótesis de carga. Se aplican las características mecánicas y de materiales correspondientes. Dado que el terreno competente para las cimentaciones está a una profundidad de unos 3 a 4 metros, se transmitirán las cargas al terreno mediante micropilotes.

Se han seguido las recomendaciones de las Instrucciones Españolas EHE, para el dimensionamiento estructural.

1.3.- Características de los materiales y coeficientes de seguridad adoptados.

Hormigón en vigas prefabricadas:	HP-45
Hormigón en losa del tablero:	HA-25
Hormigón en alzados de estribos:	HA-25
Hormigón en cimentaciones:	HA-25
Hormigón en limpieza de cimentaciones:	HM-15
Coef. de minoración de resistencia del hormigón:	1.5
Acero pasivo:	B 500 s
Coef. de minoración de resistencia del acero:	1.15
Control de ejecución:	Intenso
Coef. de mayoración de acciones control intenso:	
Pesos propios y cargas permanentes	1.35
Sobrecargas de uso	1.50

En Santander, Noviembre de 1999

Fdo:Rafael Díez Almagro

Fdo:José R. González de Cangas

Fdo:Domingo Lorenzo Esperante

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Casos de Carga en Tablero

- Peso propio.
- Super-estructura.
- Sobrecarga en todo el tablero.
- Carro con excentricidad máxima en centro luz actuando sobre vigas.
- Carro con excentricidad máxima en apoyos sobre vigas.
- Carro con excentricidad máxima en centro luz actuando sobre losa.

Con estos estados de carga y los coeficientes de mayoración de cargas adoptados para control intenso, se obtiene el momento de diseño en centro luz y el cortante de diseño en apoyos.

Casos de Carga en Estribo

- Peso propio.
- Carga unitaria vertical.
- Carga unitaria horizontal.
- Empuje del relleno del trasdós.
- Empuje de sobrecarga en trasdós de 10.0 kN/m^2 .

Con estos estados de carga, los coeficientes de mayoración de cargas adoptados para control intenso y las reacciones del tablero se obtienen los axiles máximos y mínimos en cada fila de micropilotes en servicio y en estado límite último. También se obtienen las sollicitaciones de diseño en el muro y encepado del estribo.

Se han considerado coeficientes de empuje mayorados para las tierras de 0.50 y 0.15 en las hipótesis de empuje máximo y mínimo respectivamente

Tipos de elementos finitos:

En TABLERO

BEAM4 3-D ELASTIC BEAM

En ESTRIBO

BEAM3 2-D ELASTIC BEAM

Grados de libertad

UX UY UZ ROTX ROTY ROTZ

Características geométricas y mecánicas

Del tablero, variables entre:

VIGA CENTRAL

Area	= 0.5549	m ²
Iyy	= 0.0724	m ⁴
Ixx	= 0.0073	m ⁴
Canto	= 1.0500	m

VIGA EXTREMA

Area	= 0.4746	m ²
Iyy	= 0.0664	m ⁴
Ixx	= 0.0058	m ⁴
Canto	= 1.0500	m

ELEMENTO TRANSVERSAL

Area	= 0.3393	m ²
Iyy	= 0.0018	m ⁴
Ixx	= 0.0035	m ⁴
Canto	= 0.2500	m

Se ha adoptado un coeficiente de homogeneización

$$n = \sqrt[3]{\frac{45}{25}} = 1.216$$

Propiedades de los materiales

Hormigón

Ec = 2.48 E+08 kN/m²
 Coef. de Poisson = 0.20
 DENS = 2500 Kg/m³

3.- DIMENSIONAMIENTO DEL TABLERO

El cálculo se ha realizado con un modelo de emparrillado, obteniéndose y dimensionándose los diversos

esfuerzos longitudinales y transversales tanto frente a E.L. de Servicio como E.L. últimos del tablero.

4.- DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBOS

Se obtienen por medio de un modelo plano de elementos finitos, los esfuerzos en servicio y estado límite último.

Se han considerado tres estribos tipo, de 5.35 m, 4.35 y 3.00 m de altura.

5.- DIMENSIONAMIENTO DE MICROPILOTES

A partir de los esfuerzos obtenidos mediante el modelo plano se comprueba que no se alcanza el tope estructural del micropilote, y se calcula la longitud de empotramiento en roca sana.

Se ha considerado una tensión admisible por fuste de 400.0 kN/m²

6.- ANEJO DE SALIDA NUMÉRICA

6.1 Reacciones en estribos

6.2 Dimensionamiento E.L. Últimos de flexión del tablero

6.3 Dimensionamiento E.L. Últimos de flexión del estribo

6.4 Dimensionamiento E.L. Últimos de axil en micropilotes

6.5 Dimensionamiento longitud empotramiento de micropilotes

7.- ANEJO DE SALIDA GRÁFICA

CONTENIDO DE LA SALIDA GRÁFICA:

MODELO

- Nudos
- Elementos
- Tipos de secciones
- Tipos de materiales
- Hipotesis de carga
- Solicitaciones para las diversas combinaciones de cargas

SECCIONES

- Diagramas M-N

ANEJO DE SALIDA NUMÉRICA

ARMADO DE LOSA

ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO TABLERO - FLEXIÓN TRANSVERSAL

Separación de vigas Ancho elemento en el emparrillado Luz de cálculo = 19 m.
 Ancho = 8 m.
 7 vigas doble T de 80 cm de canto

$L := 1.22 \quad m$ $b := 1.36 \quad m$

PESO PROPIO

$p := 1.00 \cdot 0.25 \cdot 2.5$ $p = 0.6250$ Mp/m.

Locales

$$M_{pp_n} := \frac{-p \cdot L^2}{12} \quad M_{pp_n} = -0.0775$$

$$M_{pp_p} := \frac{p \cdot L^2}{24} \quad M_{pp_p} = 0.0388$$

Emparrillado

$$M_n := \frac{0.0242}{b}$$

$$M_p := \frac{0.0969}{b}$$

Totales

$$M_{pp_n} := M_{pp_n} + M_n \quad M_{pp_n} = -0.0597$$

$$M_{pp_p} := M_{pp_p} + M_p \quad M_{pp_p} = 0.1100$$

Mp*m/ml.

SUPER-ESTRUCTURA

$q := 1.00 \cdot 0.08 \cdot 2.45$ $q = 0.1960$ Mp/m.

Locales

$$M_{se_n} := \frac{-q \cdot L^2}{12} \quad M_{se_n} = -0.0243$$

$$M_{se_p} := \frac{q \cdot L^2}{24} \quad M_{se_p} = 0.0122$$

Emparrillado

$$M_n := \frac{-1.2020}{b}$$

$$M_p := \frac{-0.1204}{b}$$

Totales

$$M_{se_n} := M_{se_n} + M_n \quad M_{se_n} = -0.9081$$

$$M_{se_p} := M_{se_p} + M_p \quad M_{se_p} = -0.0764$$

Mp*m/ml.

SOBRECARGA

$s := 1.00 \cdot 0.40$ $s = 0.4000$ Mp/m.

Locales

$$M_{s_n} := \frac{-s \cdot L^2}{12} \quad M_{s_n} = -0.0496$$

$$M_{s_p} := \frac{s \cdot L^2}{24} \quad M_{s_p} = 0.0248$$

Emparrillado

$$M_n := \frac{-0.0584}{b}$$

$$M_p := \frac{-0.0058}{b}$$

Totales

$$M_{s_n} := M_{s_n} + M_n \quad M_{s_n} = -0.0926$$

$$M_{s_p} := M_{s_p} + M_p \quad M_{s_p} = 0.0205$$

Mp*m/ml.

CARRO DE 60 Mp**Emparrillado**

$$M_{c_n} := \frac{-1.193}{b} \quad M_{c_n} = -0.88 \quad Mp^*m/ml.$$

$$M_{c_p} := \frac{5.121}{b} \quad M_{c_p} = 3.77 \quad Mp^*m/ml.$$

Características de los materiales

$$\text{Hormigón } f_{cd} := \frac{2500}{1.5}$$

$$\text{Acero } f_{yd} := \frac{5.1}{1.15}$$

Momento negativo de diseño

$$M_{d_n} := M_{pp_n} \cdot \text{if}(M_{pp_n} < 0, 1.35, 0.90) + M_{se_n} \cdot \text{if}(M_{se_n} < 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + M_{s_n} \cdot \text{if}(M_{s_n} < 0, 1.5, 0) + M_{c_n} \cdot \text{if}(M_{c_n} < 0, 1.5, 0)$$

$$M_{d_n} = -2.76 \quad \text{Mp} \cdot \text{m/ml.}$$

Canto útil flexión negativa

$$d := 0.19 - 0.04 \quad \text{m}$$

Armadura superior

$$\mu := \frac{|M_{d_n}|}{f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.07$$

$$A_s := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = 4.46 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima a disponer $n := 5$ $\phi := 12$ por metro

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 5.65 > A_s = 4.46 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Momento positivo de diseño

$$M_{d_p} := M_{pp_p} \cdot \text{if}(M_{pp_p} > 0, 1.35, 0.90) + M_{se_p} \cdot \text{if}(M_{se_p} > 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + M_{s_p} \cdot \text{if}(M_{s_p} > 0, 1.5, 0) + M_{c_p} \cdot \text{if}(M_{c_p} > 0, 1.5, 0)$$

$$M_{d_p} = 5.76 \quad \text{Mp} \cdot \text{m/ml.}$$

Canto útil flexión negativa

$$d := 0.19 - 0.02 \quad \text{m}$$

Armadura superior

$$\mu := \frac{M_{d_p}}{f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.12$$

$$A_s := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = 8.55 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima a disponer $n := 5$ $\phi := 16$ por metro

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 10.05 > A_s = 8.55 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADO RIOSTRA**PESO PROPIO**

$$p := 1.00 \cdot 0.25 \cdot 2.5 \quad p = 0.6250 \quad \text{Mp/m.}$$

Locales

$$M_{pp_n} := \frac{-p \cdot L^2}{12} \quad M_{pp_n} = -0.0775$$

$$M_{pp_p} := \frac{p \cdot L^2}{24} \quad M_{pp_p} = 0.0388$$

Emparrillado

$$M_n := -0.0339$$

$$M_p := 0.0533$$

Totales

$$M_{pp_n} := M_{pp_n} + M_n$$

$$M_{pp_p} := M_{pp_p} + M_p$$

Mp*m

$$M_{pp_n} = -0.1114$$

$$M_{pp_p} = 0.0921$$

SUPER-ESTRUCTURA

$$q := 1.00 \cdot 0.08 \cdot 2.45 \quad q = 0.1960 \quad \text{Mp/m.}$$

Locales

$$M_{se_n} := \frac{-q \cdot L^2}{12} \quad M_{se_n} = -0.0243$$

$$M_{se_p} := \frac{q \cdot L^2}{24} \quad M_{se_p} = 0.0122$$

Emparrillado

$$M_n := -0.4811$$

$$M_p := 0.4207$$

Totales

$$M_{se_n} := M_{se_n} + M_n$$

$$M_{se_p} := M_{se_p} + M_p$$

Mp*m

$$M_{se_n} = -0.5054$$

$$M_{se_p} = 0.4329$$

SOBRECARGA

$$s := 1.00 \cdot 0.40 \quad s = 0.4000 \quad \text{Mp/m.}$$

Locales

$$M_{s_n} := \frac{-s \cdot L^2}{12} \quad M_{s_n} = -0.0496$$

$$M_{s_p} := \frac{s \cdot L^2}{24} \quad M_{s_p} = 0.0248$$

Emparrillado

$$M_n := -0.0234$$

$$M_p := 0.0204$$

Totales

$$M_{s_n} := M_{s_n} + M_n$$

$$M_{s_p} := M_{s_p} + M_p$$

Mp*m

$$M_{s_n} = -0.0730$$

$$M_{s_p} = 0.0452$$

CARRO DE 60 Mp**Emparrillado**

$$M_{c_n} := -\frac{10 \cdot L}{8} \quad M_{c_n} = -1.52 \quad \text{Mp*m}$$

$$M_{c_p} := \frac{10 \cdot L}{4} \quad M_{c_p} = 3.05 \quad \text{Mp*m}$$

Momento negativo de diseño

$$Md_n := Mpp_n \cdot \text{if}(Mpp_n < 0, 1.35, 0.90) + Mse_n \cdot \text{if}(Mse_n < 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + Ms_n \cdot \text{if}(Ms_n < 0, 1.5, 0) + Mc_n \cdot \text{if}(Mc_n < 0, 1.5, 0)$$

$$Md_n = -3.23 \quad Mp \cdot m$$

Canto útil flexión negativa

$$d := 0.19 - 0.04 \quad m$$

Armadura superior

$$\mu := \frac{|Md_n|}{fcd \cdot d^2} \quad \mu = 0.09$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{fcd}{fyd} \quad As = 5.27 \quad cm^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 10$ $\phi := 16$ por metro

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 20.11 > As = 5.27 \quad cm^2$$

Momento positivo de diseño

$$Md_p := Mpp_p \cdot \text{if}(Mpp_p > 0, 1.35, 0.90) + Mse_p \cdot \text{if}(Mse_p > 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + Ms_p \cdot \text{if}(Ms_p > 0, 1.5, 0) + Mc_p \cdot \text{if}(Mc_p > 0, 1.5, 0)$$

$$Md_p = 5.35 \quad Mp \cdot m$$

Canto útil flexión negativa

$$d := 0.19 - 0.02 \quad m$$

Armadura superior

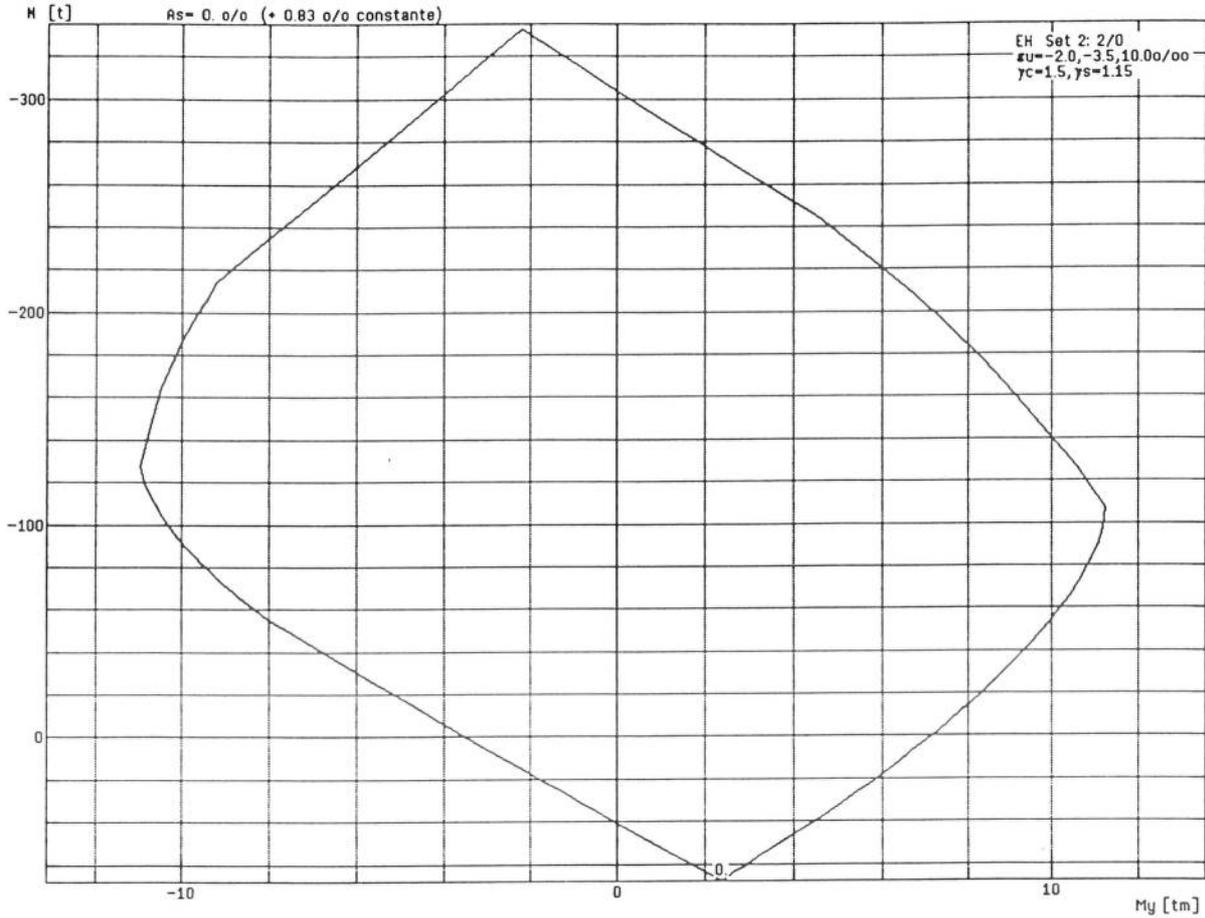
$$\mu := \frac{Md_p}{fcd \cdot d^2} \quad \mu = 0.11$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{fcd}{fyd} \quad As = 7.89 \quad cm^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 10$ $\phi := 16$ por metro

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 20.11 > As = 7.89 \quad cm^2$$

N-My-Diagramm, Querschnitt "LOSA2"

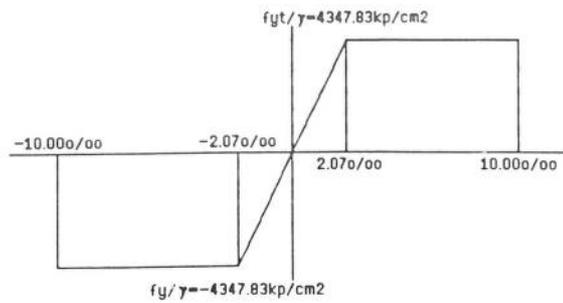
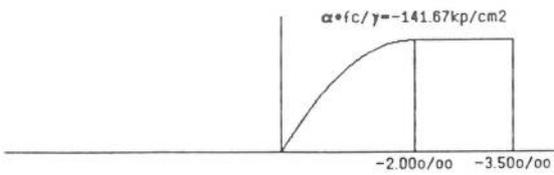


Material acorde a la sección: "LOSA2"

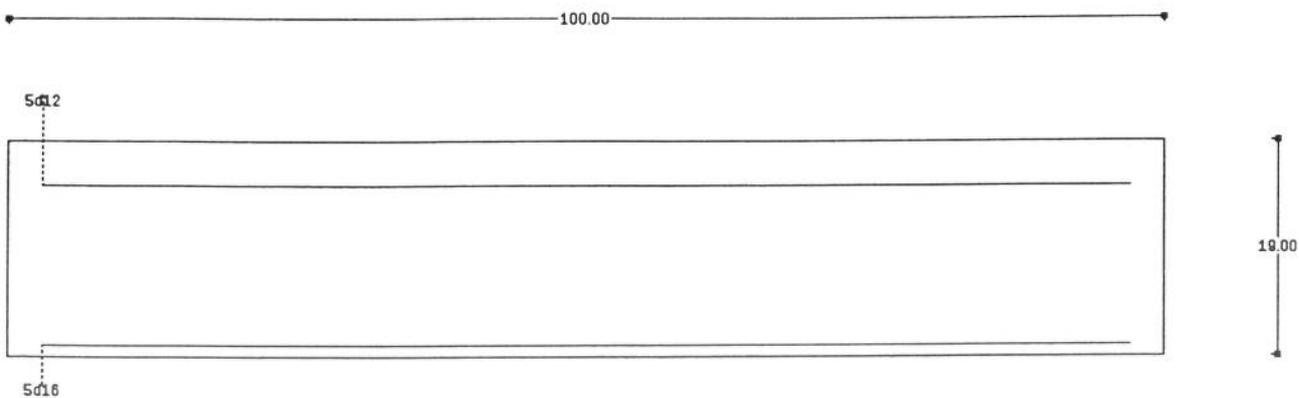
B Set:2

H250

REH500



Sección LOSA2



Contorno de sección parcial, Sección "LOSA2" (con coef. homogenez.)

Sección parcial	Material	w	*ax[cm2]	*u[cm]	*ix[cm4]	Nr
CS 1	H250	1.00	1900.000	238.000	201268.9	1)
Puntos de contorno [cm]:						
1	0.00	0.00	2	100.00	0.00	3
4	0.00	19.00	5	0.00	0.00	19.00

Armadura "B1" As-tot =15.71 cm2 (0.83 o/o)

Nombre / Sección	Material	w	Cód.	A[cm2]	y[cm]	z [cm]
LR 2 / CS 1	AEH500	1.0	0	5.65	3.00	15.00
					97.00	15.00
LR 1 / CS 1	AEH500	1.0	0	10.05	3.00	1.00
					97.00	1.00

ENCAUZAMIENTO RIO ASUA - REACCIONES

reacciones.txt

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	12.831
16	12.864
31	12.887
46	12.864
61	12.831
76	11.487
91	11.487

TOTAL VALUES
VALUE 87.250

PESO PROPIO SIN MAYORAR

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 2 SUBSTEP= 1
TIME= 2.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	3.6548
16	3.2415
31	2.9553
46	3.2415
61	3.6548
76	6.8261
91	6.8261

TOTAL VALUES
VALUE 30.400

SUPER-ESTRUCTURA SIN MAYORAR

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 3 SUBSTEP= 1
TIME= 3.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	4.4092
16	4.3892
31	4.3753
46	4.3892
61	4.4092
76	4.2126
91	4.2126

TOTAL VALUES
VALUE 30.397

SOBRE-CARGA SIN MAYORAR

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 4 SUBSTEP= 1
TIME= 4.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	6.4876
16	5.8128
31	5.0139
46	3.5213

reacciones.txt

61 2.6090
76 9.1028
91 -2.5476

TOTAL VALUES
VALUE 30.000

CARDO MOMENTO MAXIMO SIN MAYORAR

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 5 SUBSTEP= 1
TIME= 5.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	19.884
16	18.469
31	6.2503
46	1.5970
61	0.84161
76	6.2818
91	-1.3783

TOTAL VALUES
VALUE 51.946

CARDO Q MAX SIN MAYORAR

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 6 SUBSTEP= 1
TIME= 6.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	6.4295
16	5.6492
31	5.3144
46	4.3621
61	3.7048
76	6.1473
91	-1.6072

TOTAL VALUES
VALUE 30.000

CARDO H MAX TRANSVERSAL SIN MAYORAR

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 7 SUBSTEP= 1
TIME= 7.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	39.149
16	37.531
31	35.914
46	34.094
61	33.331
76	45.720
91	28.244

TOTAL VALUES
VALUE 253.98

NO HENSO C LUZ MAXIMO MAYORADO

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 8 SUBSTEP= 1
TIME= 8.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
------	----

reacciones.txt

1	59.244
16	56.516
31	37.769
46	31.208
61	30.680
76	41.488
91	29.998

TOTAL VALUES	
VALUE	286.90

CONSTANTE MÁXIMO MAYORADO \equiv REACCIÓN MÁXIMA.

DIMENSIONAMIENTO de APARATOS de APOYO

Luz de cálculo = 19 m.
 Ancho = 8 m.
 7 vigas doble T de 80 cm de canto

ORIGIN:= 1

Número de vanos : N:= 1 N = 1

Luz de cada vano : vano:= 1 .. N vano = 1.00 L_vano := 19

Nap:= N + 1 ap:= 1 .. Nap

Areas de secciones de tablero s := 1 .. 21 v:= 1 .. N Area_{s,v}:= 4.05

Dimensiones de los neoprenos

n : Número de neoprenos por apoyo

	ap =	n _{ap} :=	A1 _{ap} :=	B1 _{ap} :=	E1 _{ap} :=	
A1 : Dimensión longitudinal	1.00	7	200	250	29	(mm)
B1 : Dimensión transversal	2.00	7	200	250	29	

E1 : Espesor neto del neopreno

sep : Separación entre apoyos

Movimientos impuestos :

Retracción : Area de la sección (sin aligeramientos) A:= 4.05 m²
 Perímetro de la sección u:= 33.8 m
 α := 1.50 (EP-93, Tabla 35.8.1)

Espesor ficticio de la sección $e := \alpha \cdot \frac{2 \cdot A}{u} \cdot 100$ e = 35.95 cm
 Coeficiente de retracción: $\epsilon_{01} := 32 \cdot 10^{-5}$ (EP-93, Tabla 35.8.1)
 Coef. espesor ficticio: $\epsilon_{02} := 0.76$ (EP-93, Fig. 35.8.1)
 $\beta_t := 1.00$ (EP-93, Fig. 35.8.2)

$$\epsilon_1 := \beta_t \cdot \epsilon_{01} \cdot \epsilon_{02} \qquad \epsilon_1 = 2.43 \times 10^{-4}$$

Variaciones térmicas : $e := \frac{2 \cdot A}{u} \cdot 100$ e = 23.96 cm

$$\Delta := 20 - 0.75 \cdot \sqrt{e} \qquad \Delta = 16.33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\epsilon_2 := \Delta \cdot 1 \cdot 10^{-5} \qquad \epsilon_2 = 1.63 \times 10^{-4}$$

Fluencia: $e := \alpha \cdot \frac{2 \cdot A}{u} \cdot 100$ $e = 35.95$ cm

Según EP-93 (Págs. 102 a 105):

Edad del hormigón en el momento de la puesta en carga: $j := 1$ días

$$\beta_a := 0.8 \cdot \left(1 - \frac{j^{0.75}}{j^{0.75} + 5.5} \right) \quad \beta_a = 0.68$$

$$\varphi_{01} := 2.0 \quad (\text{en atmósfera de humedad media})$$

$$\varphi_{02} := 1.12 \cdot \frac{e + 31}{e + 17} \quad \varphi_{02} = 1.42$$

$$\beta_t := 0.73 \quad \beta_j := 1.0$$

$$\varphi_t := \beta_a + \varphi_{01} \cdot \varphi_{02} \cdot \beta_t + 0.4 \cdot \beta_j \quad \varphi_t = 3.14$$

Tensión media en el tablero $\sigma := 900$ Mp/m²

$$f_{ck} := 3500 \text{ Mp/m}^2 \quad E_c := 19000 \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{10}} \cdot 10$$

$$\varepsilon_3 := (1 + \varphi_t) \cdot \frac{\sigma}{E_c} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\varepsilon_3 = 5.25 \times 10^{-4}$$

(Suponemos que las vigas desarrollan el 50% antes de llegar a obra)

Total deformaciones impuestas $(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \cdot 10^3 = 0.93$ mm / m

Frenado

Ancho de tablero $bt := 8.00$ m

Largo total de tablero $L_{tot} := \sum_{v=1}^N L_v$ $L_{tot} = 19.00$ m

Fuerza total debida al frenado $F_f := \frac{1}{20} \cdot (bt \cdot L_{tot} \cdot 0.40 + 60)$

$$F_f := \text{if}(F_f < 2 \cdot bt, 2 \cdot bt, F_f)$$

$$F_f = 16.00 \text{ Mp}$$

Viento sobre tablero

Canto neto del tablero $S_n := 0.8 + 0.25 + 4 \cdot 0.1$ $S_n = 1.45$ m

Canto bruto del tablero $S_t := 1.10 + 2 \cdot 1.5$ $S_t = 4.10$ m

Presión básica horizontal del viento $p_v := 154 \cdot \left(2 - 0.7 \cdot \frac{S_n}{S_t} \right)$ $p_v = 269.88$ Kp/m²

$q := p_v \cdot S_n$ $q = 391.32$ $q := \text{if}(q < 400, 400, q)$ $q = 400.00$ Kp/m

Empuje total del viento $F_v := L_{tot} \cdot q \cdot 0.001$ $F_v = 7.60$ Mp

Fuerza centrífuga

Radio de curvatura en planta $\text{Radio} := 10^6$ m

Velocidad específica $V := 100$ Km/h

$Q := b_t \cdot L_{tot} \cdot 0.40 + 60$ $Q = 120.80$

$K := \frac{3000}{V^2 + 3000}$

$F_c := K \cdot Q \cdot \frac{V^2}{(127 \cdot \text{Radio})}$ $F_c = 0.00$ Mp

APOYO DERECHO DE ESTRIBO 1

Acción	Reacción	$ap := 1$ Ncasos := 4
Peso Propio	$R_{1_1} := 11.89$	
Superestructura	$R_{1_2} := 6.83$	
Sobrecarga repartida	$R_{1_3} := 4.41$	
Carro R máxima	$R_{1_4} := 19.88$	

Reacción máxima en ELS

$R_{max} := \sum_{i=1}^{N_{casos}} R_{1_i}$ $R_{max} = 43.01$ Mp

Reacción mínima en ELS

$$R_{\min} := R1_1 + R1_2 \quad R_{\min} = 18.72 \quad \text{Mp}$$

Reacción máxima en ELU

$$R_{\text{dmax}} := 1.5 \cdot R_{\text{max}} \quad R_{\text{dmax}} = 64.52 \quad \text{Mp}$$

Reacción mínima en ELU

$$R_{\text{dmin}} := 1.5 \cdot R_{\min} \quad R_{\text{dmin}} = 28.08 \quad \text{Mp}$$

Dimensionamiento y comprobación

Tipo de apoyos (Neopreno zunchado)

Probar neopreno : $A1_{\text{ap}} = 200.00 \text{ mm}$ (longitudinal)
 $B1_{\text{ap}} = 250.00 \text{ mm}$ (transversal)
 $E1_{\text{ap}} = 29.00 \text{ mm}$ (espesor neto)

Tensiones máximas y mínimas

$$\sigma_{\text{max}} := \frac{R_{\text{max}}}{A1_{\text{ap}} \cdot B1_{\text{ap}}} \cdot 10^6 \quad \sigma_{\text{max}} = 860.20 \quad \text{Mp/m}^2 < 1250 \text{ Mp/m}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} := \frac{R_{\min}}{A1_{\text{ap}} \cdot B1_{\text{ap}}} \cdot 10^6 \quad \sigma_{\text{min}} = 374.40 \quad \text{Mp/m}^2 > 300 \text{ Mp/m}^2$$

Distorsión máxima

Distancia al punto de movimiento nulo

$$\text{dist} := \text{if} \left(\text{ap} \neq 1, \left| \frac{L_{\text{tot}}}{2} - \sum_{i=1}^{\text{ap}-1} L_i \right|, \frac{L_{\text{tot}}}{2} \right)$$

$$\text{dist} = 9.50 \quad \text{m}$$

Deformaciones impuestas

$$\delta := \text{dist} \cdot (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \quad \delta = 0.009 \quad \text{m} \quad (\text{longitudinal})$$

$$\delta_t := 0.0 \quad \delta_t = 0.000 \quad \text{m} \quad (\text{transversal})$$

Frenado

$$R_f := F_f \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N_{ap}} \frac{n_i \cdot (A_{1_i} \cdot B_{1_i})}{E_{1_i}}} \cdot \frac{A_{1_{ap}} \cdot B_{1_{ap}}}{E_{1_{ap}}} \quad R_f = 1.14 \text{ Mp / apoyo}$$

Viento

$$R_v := F_v \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N_{ap}} \frac{n_i \cdot (A_{1_i} \cdot B_{1_i})}{E_{1_i}}} \cdot \frac{A_{1_{ap}} \cdot B_{1_{ap}}}{E_{1_{ap}}} \quad R_v = 0.54 \text{ Mp / apoyo}$$

Fuerza centrífuga

$$R_c := F_c \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N_{ap}} \frac{n_i \cdot (A_{1_i} \cdot B_{1_i})}{E_{1_i}}} \cdot \frac{A_{1_{ap}} \cdot B_{1_{ap}}}{E_{1_{ap}}} \quad R_c = 0.00 \text{ Mp / apoyo}$$

$$\tan \gamma_L := \frac{\delta \cdot 1000}{E_{1_{ap}}} + \frac{R_f}{A_{1_{ap}} \cdot B_{1_{ap}} \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{200} \quad \tan \gamma_L = 0.419$$

$$\tan \gamma_T := \frac{\delta t \cdot 1000}{E_{1_{ap}}} + \frac{R_c + R_v}{A_{1_{ap}} \cdot B_{1_{ap}} \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{200} \quad \tan \gamma_T = 0.054$$

$$\sqrt{\tan^2 \gamma_L + \tan^2 \gamma_T} = 0.42 < 0.7$$

En estado permanente

$$\sqrt{\left(\frac{\delta \cdot 1000}{E_{1_{ap}}}\right)^2 + \left(\frac{\delta t \cdot 1000}{E_{1_{ap}}}\right)^2} = 0.31 < 0.5$$

Se adopta un giro menor de 0.01 radianes por tratarse de un elemento prefabricado.

ESTRIBO TIPO I

ALTURA TOTAL=5.35 METROS

ENCAUZAMIENTO RIO ASUA

ALTURA DE ESTRIBO 4.35 M.

RESUMEN AXILES POR FILA Y PILOTE

		VALORES EN SERVICIO POR FILA					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	4.00	31.31	-1.12	-131.31	-0.19	3.79	-0.97
62	2.00	-60.50	-0.59	-67.41	-0.13	-72.91	-0.51
83	4.00	100.90	-0.93	-79.76	-0.11	32.10	-0.82
104	6.00	-301.95	-1.66	-145.43	-0.44	-400.24	-1.44

		VALORES EN SERVICIO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	4.00	7.83	-0.28	-32.83	-0.05	0.95	-0.24
62	2.00	-30.25	-0.30	-33.70	-0.07	-36.45	-0.26
83	4.00	25.23	-0.23	-19.94	-0.03	8.02	-0.21
104	6.00	-50.33	-0.28	-24.24	-0.07	-66.71	-0.24

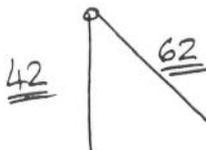
SERVICIO	
AXIL MAX.	25.23
AXIL MIN.	-66.71

		VALORES EN ESTADO LIMITE ÚLTIMO					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	4.00	66.39	-1.73	-176.44	-0.06	15.27	-1.49
62	2.00	-84.32	-0.88	-79.81	-0.09	-106.27	-0.78
83	4.00	173.12	-1.51	-127.41	0.03	60.49	-1.27
104	6.00	-437.68	-2.45	-161.23	-0.33	-590.97	-2.17

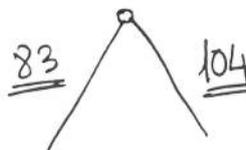
		VALORES EN ESTADO LIMITE ULTIMO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	4.00	16.60	-0.43	-44.11	-0.02	3.82	-0.37
62	2.00	-42.16	-0.44	-39.91	-0.04	-53.14	-0.39
83	4.00	43.28	-0.38	-31.85	0.01	15.12	-0.32
104	6.00	-72.95	-0.41	-26.87	-0.06	-98.50	-0.36

ESTADO LIMITE ULTIMO	
AXIL MAX.	43.28
AXIL MIN.	-98.50

FILA 2



FILA 1



CÁLCULO AXIL MÁXIMO POR PILOTE

Fila nº 1

Axiles de cálculo

$$N_d := 98.50 \text{ Mp}$$

$$N_s := 65.31 \text{ Mp}$$

Diámetro del micropilote

$$\phi_p := 0.20 \text{ m}$$

Tensión admisible por fuste

$$\tau := \frac{45}{1.5} \text{ Mp/m}^2$$

Tensión admisible por punta en

$$q_{adm} := 200 \text{ Mp/m}^2$$

Luz de cálculo = 19 m.

Ancho = 8 m.

7 vigas doble T de 80 cm de canto

Altura total = 5.35 m.

Cálculo longitud de empotramiento:

$$L := \frac{|N_d| - \frac{\pi \cdot \phi_p^2}{4} \cdot q_{adm}}{\pi \cdot \phi_p \cdot \tau}$$

$$L = 4.89 \text{ m}$$

Comprobación en rotura:

Tope estructural (supuesta armadura de 1 ϕ 40 + tubo de ϕ 127 x 8)

Compresión:

$$N_{uc} := \left[\pi \cdot \left(\frac{0.127 - 0.008}{2} \right)^2 \cdot \frac{0.85 \cdot 2500}{1.7} \right] + \left(12.57 \cdot \frac{5.1}{1.15} \right) + \left[\pi \cdot \left[\left(\frac{12.7}{2} \right)^2 - \left(\frac{12.7 - 2 \cdot 0.8}{2} \right)^2 \right] \cdot \frac{2.6}{1.15} \right]$$

(lechada) (armadura) (tubo)

$$N_{uc} = 137.27 > N_d = 98.5$$

Adoptamos para todos los micropilotes un valor de 5.00 m.

ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO MURO ESTRIBO**Características de los materiales**

$$\text{Hormigón } f_{cd} := \frac{2500}{1.5} \quad \text{Mp/m}^2$$

$$\text{Acero } f_{yd} := \frac{5.1}{1.15} \quad \text{Mp/cm}^2$$

Luz de cálculo = 19 m.
 Ancho = 8 m.
 7 vigas doble T de 80 cm de canto
 Altura total = 5.35 m.

Momento máximos mayorados y axiles concomitantes

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes trasdós $M_{d1} := 273.27 \quad \text{Mp}^*\text{m}$ $N_{d1} := 47.95 \quad \text{Mp}$

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes trasdós $M_{d2} := 22.26 \quad \text{Mp}^*\text{m}$ $N_{d2} := 358.82 \quad \text{Mp}$

Hipótesis 3 máxima compresión en pilotes intradós $M_{d3} := 337.47 \quad \text{Mp}^*\text{m}$ $N_{d3} := 358.82 \quad \text{Mp}$

$$M_d := 273.27 \quad \text{Mp}^*\text{m}$$

$$N_d := 0 \quad \text{Mp}$$

Ancho sección	Canto sección	Largo	Canto útil	Altura muro:
$b := 8.00 \quad \text{m}$	$h := 0.50 \quad \text{m}$	$a := 2.5 \quad \text{m}$	$d := h - 0.055 \quad \text{m}$	$h_m := 4.0 \quad \text{m}$

Armadura vertical

$$\mu := \frac{M_d}{b \cdot f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.1$$

$$A_s := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s := \text{if} \left(A_s < 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, A_s \right) \quad A_s = 152.8 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 6.666 \quad \phi := 20 \quad \text{por metro}$

$$b \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 167.53 > A_s = 152.8 \quad \text{cm}^2$$

Armadura horizontal (mínimo EHE)

$$A_s := 16 \cdot h \quad A_s = 8 \quad \text{cm}^2/\text{m} \quad \phi \quad 12 \text{ a } 15$$

ARMADO ENCEPADO ESTRIBO**ARMADURA HORIZONTAL****PUNTERA**

Canto sección	$h := 1.00$	m
Canto útil	$d := h - 0.07$	m
Vuelo	$v := 0.25$	m
Ancho muro	$a := 0.50$	m

Tracción máxima

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 43.28$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 20.53 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 5.13 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 5.13 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máxima

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 98.5$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 46.73 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 11.68 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 4$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 12.57 > As = 11.68 \quad \text{cm}^2$$

TALÓN

Canto sección	$h := 1.00$	m
Canto útil	$d := h - 0.07$	m
Vuelo	$v := 0.75$	m
Ancho muro	$a := 0.50$	m

Tracción máxima

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 16.6$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 18.37 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 4.59 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 4.59 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máxima

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 53.14$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 58.82 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 14.71 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 5$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 15.71 > As = 14.71 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima:

$$A_s := 0.02 \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 7.54 > A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADURA VERTICAL

Armadura de suspensión del pilote más traccionado:

$$A_s := \frac{43.28}{4.0} \quad A_s = 10.82 \quad \text{cm}^2$$

Armadura vertical

$$N_d := 618.85 \quad \text{Mp}$$

$$n := 6$$

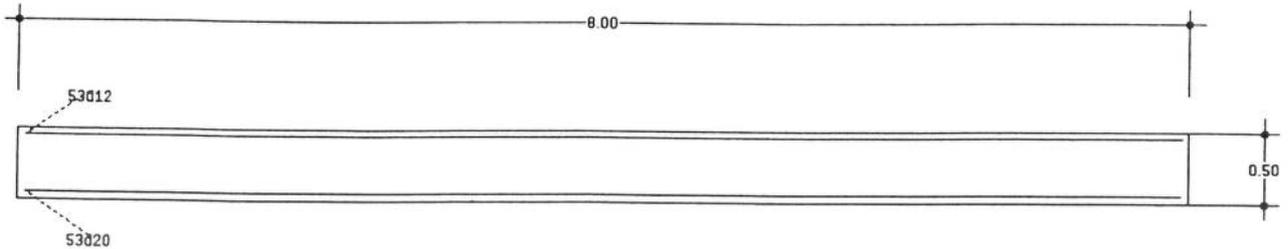
$$l := 2.5 - 1 \quad \text{m}$$

$$T_d := \frac{N_d}{1.5 \cdot n} \quad A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 17.19 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$2 \cdot l \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 22.62 > A_s = 17.19 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Sección ESTRIBO1



Cálc. capacidad última: Viga Sección "ESTRIBO1"/"B1"

No	Set	N [t]	My [tm]	Mz [tm]	Coef. de seguridad	
1	2	-47.95	273.27	0.00	1.130	HIPÓTESIS 1
2	2	-358.82	-22.26	0.00	14.735	HIPÓTESIS 2
3	2	-358.82	337.47	0.00	1.103	" 3

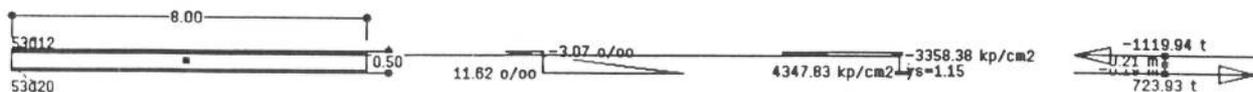
Parámetros de cálculo empleados:

Set: Norma/TipoDiag/Máx.Deform./Coef.minor.res./Diag.Horm./Coef.Fluencia

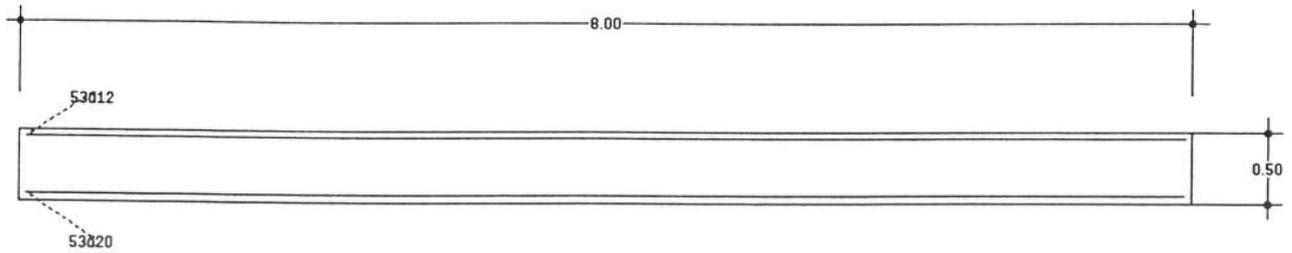
Set 2: EH/2/0/Eps=-2.0,-3.5,10.0/Gamma=1.5,1.15/Dia=45/Phi=0

Resultados cálculo No 3 (Coef. de seguridad = 1.103)

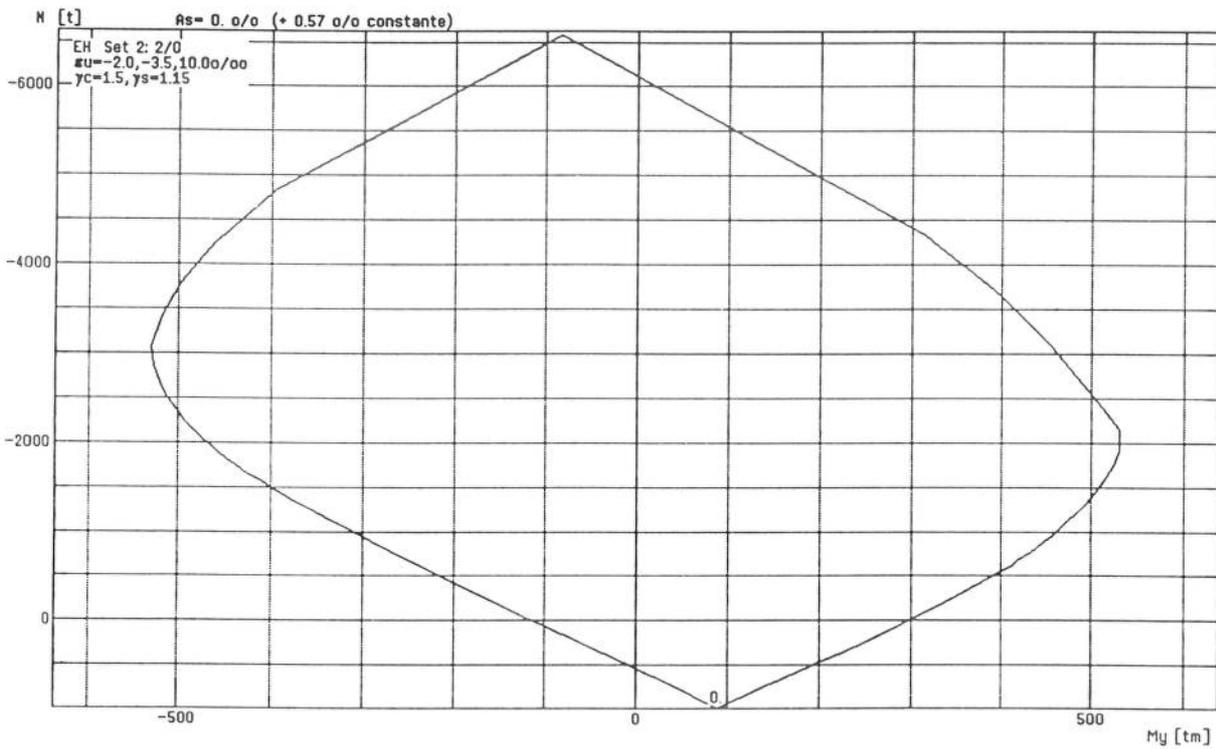
Análisis de la capacidad resistente última, Sección "ESTRIBO1"



Sección ESTRIBO1 - DIAGRAMA DE INTERACCIÓN



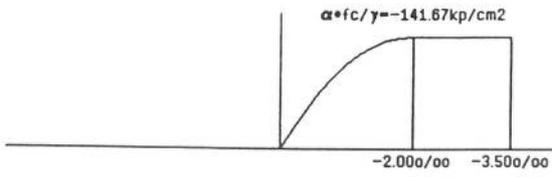
N-My-Diagramm, Querschnitt "ESTRIBO1"



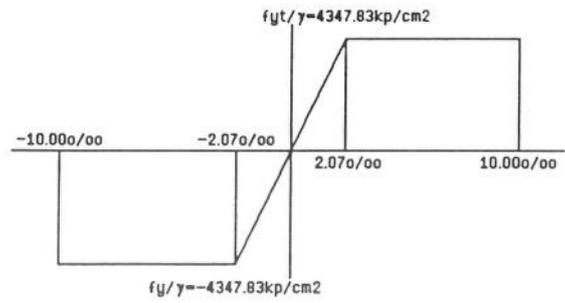
Material acorde a la sección: "ESTRIBO1"

[B.Set:2]

[H250]



[AEH500]



ESTRIBO TIPO I I

ALTURA TOTAL=4.00 METROS

ENCAUZAMIENTO RIO ASUA

ALTURA DE ESTRIBO 3.00 M.

RESUMEN AXILES POR FILA Y PILOTE

		VALORES EN SERVICIO POR FILA					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
36	2.00	-2.57	-0.52	-111.37	0.19	-32.17	-0.33
56	2.00	-65.17	-0.58	-75.94	0.12	-83.04	-0.39
77	2.00	43.82	-0.40	-106.32	0.22	-23.47	-0.25
98	4.00	-163.24	-1.11	-88.20	0.17	-255.45	-0.74

		VALORES EN SERVICIO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
36	2.00	-1.29	-0.26	-55.69	0.09	-16.08	-0.16
56	2.00	-32.59	-0.29	-37.97	0.06	-41.52	-0.19
77	2.00	21.91	-0.20	-53.16	0.11	-11.73	-0.12
98	4.00	-40.81	-0.28	-22.05	0.04	-63.86	-0.18

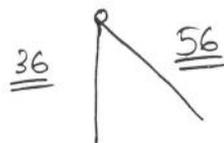
SERVICIO	
AXIL MAX.	21.91
AXIL MIN.	-63.86

		VALORES EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
36	2.00	11.52	-0.84	-148.77	0.35	-40.10	-0.53
56	2.00	-89.91	-0.87	-91.15	0.25	-120.65	-0.60
77	2.00	85.45	-0.70	-155.20	0.40	-23.20	-0.41
98	4.00	-233.11	-1.66	-103.02	0.41	-374.85	-1.15

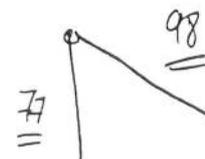
		VALORES EN ESTADO LIMITE ULTIMO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
36	2.00	5.76	-0.42	-74.39	0.18	-20.05	-0.26
56	2.00	-44.96	-0.44	-45.58	0.13	-60.33	-0.30
77	2.00	42.72	-0.35	-77.60	0.20	-11.60	-0.21
98	4.00	-58.28	-0.42	-25.76	0.10	-93.71	-0.29

ESTADO LIMITE ULTIMO	
AXIL MAX.	42.72
AXIL MIN.	-93.71

FILA 2



FILA 1



ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO MURO ESTRIBO**Características de los materiales**

$$\text{Hormigón } f_{cd} := \frac{2500}{1.5} \quad \text{Mp/m}^2$$

$$\text{Acero } f_{yd} := \frac{5.1}{1.15} \quad \text{Mp/cm}^2$$

Luz de cálculo = 19 m.
 Ancho = 8 m.
 7 vigas doble T de 80 cm de canto
 Altura total = 4.00 m.

Momento maximos mayorados y axiles concomitantes

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes trasdós $Md_1 := 122.30 \quad \text{Mp}^*\text{m}$ $Nd_1 := 35.80 \quad \text{Mp}$

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes trasdós $Md_2 := 25.39 \quad \text{Mp}^*\text{m}$ $Nd_2 := 340.60 \quad \text{Mp}$

Hipótesis 3 máxima compresión en pilotes intradós $Md_3 := 170.30 \quad \text{Mp}^*\text{m}$ $Nd_3 := 340.60 \quad \text{Mp}$

$$Md := 170.30 \quad \text{Mp}^*\text{m}$$

$$Nd := 0 \quad \text{Mp}$$

Ancho sección	Canto sección	Largo	Canto útil	Altura muro:
$b := 8.00 \quad \text{m}$	$h := 0.50 \quad \text{m}$	$a := 2.5 \quad \text{m}$	$d := h - 0.055 \quad \text{m}$	$hm := 4.0 \quad \text{m}$

Armadura vertical

$$\mu := \frac{Md}{b \cdot f_{cd} \cdot d^2}$$

$$\mu = 0.06$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad As := \text{if} \left(As < 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, As \right) \quad As = 91.86 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 6.666 \quad \phi := 16 \quad \text{por metro}$

$$b \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 107.22 > As = 91.86 \quad \text{cm}^2$$

Armadura horizontal (mínimo EHE)

$$As := 16 \cdot h \quad As = 8 \quad \text{cm}^2/\text{m} \quad \phi \quad 12 \text{ a } 15$$

ARMADO ENCEPADO ESTRIBO**ARMADURA HORIZONTAL****PUNTERA**

Canto sección	$h := 1.00$	m
Canto útil	$d := h - 0.07$	m
Vuelo	$v := 0.25$	m
Ancho muro	$a := 0.50$	m

Tracción máxima

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 42.72$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 20.27 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 5.07 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima a disponer $n := 4$ $\phi := 16$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 8.04 > As = 5.07 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máxima

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 93.71$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 44.45 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 11.11 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima a disponer $n := 4$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 12.57 > As = 11.11 \quad \text{cm}^2$$

TALÓN

Canto sección	$h := 1.00$	m
Canto útil	$d := h - 0.07$	m
Vuelo	$v := 0.75$	m
Ancho muro	$a := 0.50$	m

Tracción máxima

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes

$$N_d := 5.76 \quad \text{Mp}$$

$$T_d := \frac{N_d \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad T_d = 6.38 \quad \text{Mp}$$

$$A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 1.59 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer

$$n := 4 \quad \phi := 16$$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 8.04 > A_s = 1.59 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máxima

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes

$$N_d := 74.39 \quad \text{Mp}$$

$$T_d := \frac{N_d \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad T_d = 82.34 \quad \text{Mp}$$

$$A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 20.59 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer

$$n := 8 \quad \phi := 20$$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 25.13 > A_s = 20.59 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima:

$$A_s := 0.02 \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 7.54 > A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADURA VERTICAL

Armadura de suspensión del pilote más traccionado:

$$A_s := \frac{42.72}{4.0} \quad A_s = 10.68 \quad \text{cm}^2$$

Armadura vertical

$$N_d := 557.86 \quad \text{Mp}$$

$$n := 4$$

$$l := 2.5 - 1 \quad \text{m}$$

$$T_d := \frac{N_d}{1.5 \cdot n} \quad A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 23.24 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := \frac{100}{10} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$2 \cdot l \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 33.93 > A_s = 23.24 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

CÁLCULO AXIL MÁXIMO POR PILOTE

Fila nº 1

Axiles de cálculo

$$N_d := 93.71 \text{ Mp}$$

$$N_s := 63.86 \text{ Mp}$$

Díámetro del micropilote

$$\phi_p := 0.20 \text{ m}$$

Tensión admisible por fuste

$$\tau := \frac{45}{1.5} \text{ Mp/m}^2$$

Tensión admisible por punta en

$$q_{adm} := 200 \text{ Mp/m}^2$$

Luz de cálculo = 19 m.

Ancho = 8 m.

7 vigas doble T de 80 cm de canto

Altura total = 4.00 m.

Cálculo longitud de empotramiento:

$$L := \frac{|N_d| - \frac{\pi \cdot \phi_p^2}{4} \cdot q_{adm}}{\pi \cdot \phi_p \cdot \tau}$$

$$L = 4.64 \text{ m}$$

Comprobación en rotura:

Tope estructural (supuesta armadura de 1 ϕ 40 + tubo de ϕ 127 x 8)

Compresión:

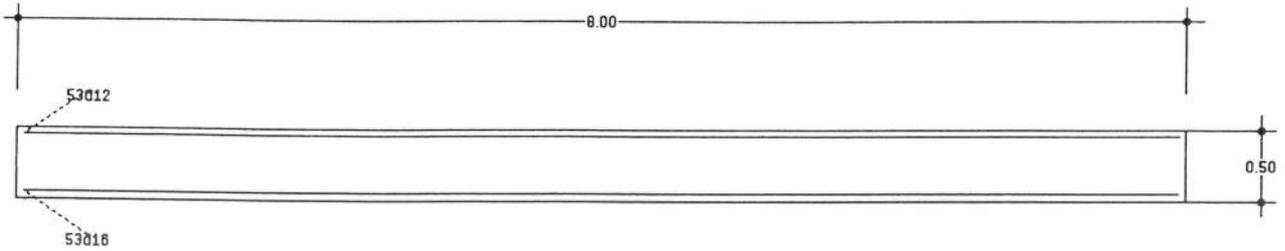
$$N_{uc} := \left[\pi \cdot \left(\frac{0.127 - 0.008}{2} \right)^2 \cdot \frac{0.85 \cdot 2500}{1.7} \right] + \left(12.57 \cdot \frac{5.1}{1.15} \right) + \left[\pi \cdot \left[\left(\frac{12.7}{2} \right)^2 - \left(\frac{12.7 - 2 \cdot 0.8}{2} \right)^2 \right] \cdot \frac{2.6}{1.15} \right]$$

(lechada) (armadura) (tubo)

$$N_{uc} = 137.27 > N_d = 93.71$$

Adoptamos para todos los micropilotes un valor de 5.00 m.

Sección ESTRIBO2



Cálc. capacidad última: Viga Sección "ESTRIBO2"/"B1"

No	Set	N [t]]	My [tm]]	Mz [tm]]	Coef. de seguridad		
1	2	-35.80	122.30	0.00	1.694	HIPOTESIS	1
2	2	-340.60	-25.39	0.00	13.516	"	2
3	2	-340.60	170.30	0.00	1.864	"	3

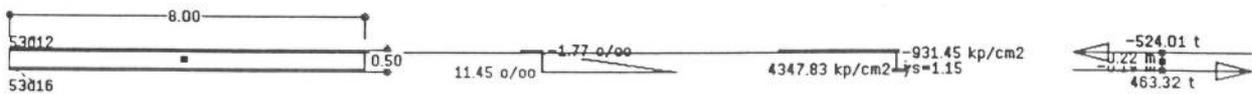
Parámetros de cálculo empleados:

Set: Norma/TipoDiag/Máx.Deform./Coef.minor.res./Diag.Horm./Coef.Fluencia

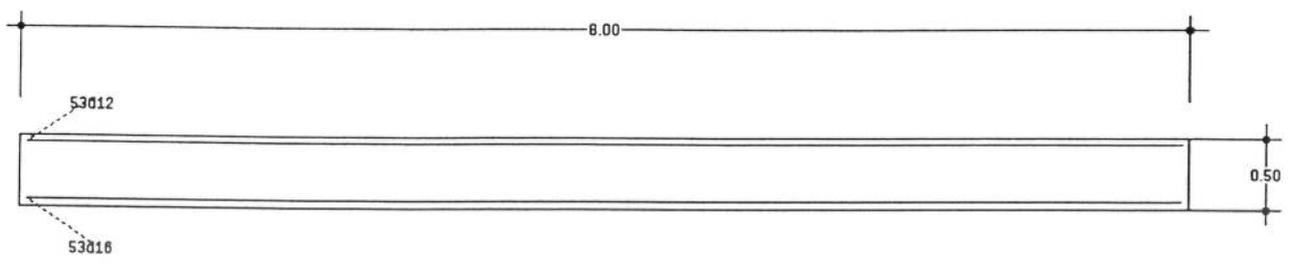
Set 2: EH/2/0/Eps=-2.0,-3.5,10.0/Gamma=1.5,1.15/Dia=45/Phi=0

Resultados cálculo No 1 (Coef. de seguridad = 1.694)

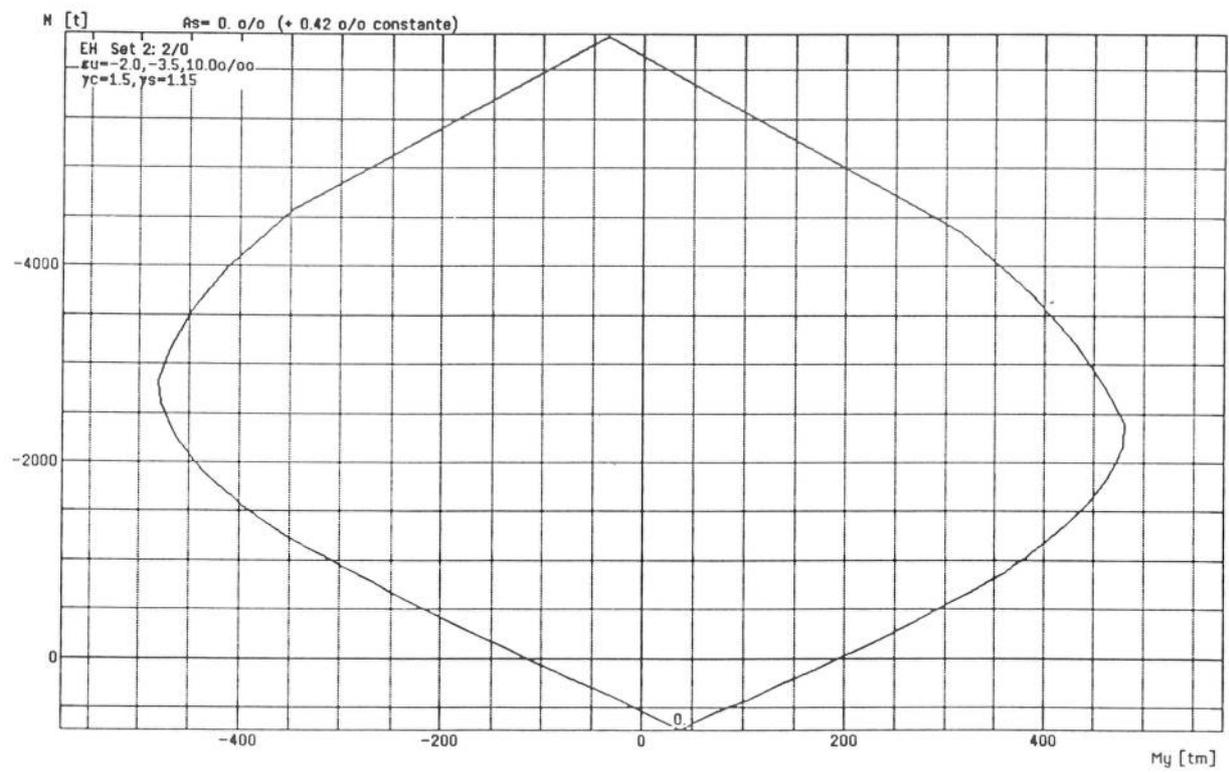
Análisis de la capacidad resistente última, Sección "ESTRIBO2"



Sección ESTRIBO2 - DIAGRAMA DE INTERACCIÓN



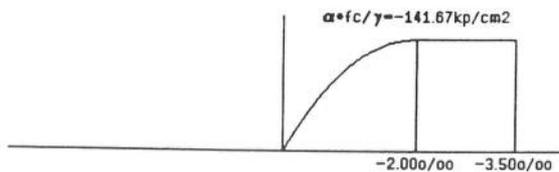
N-My-Diagramm, Querschnitt "ESTRIBO2"



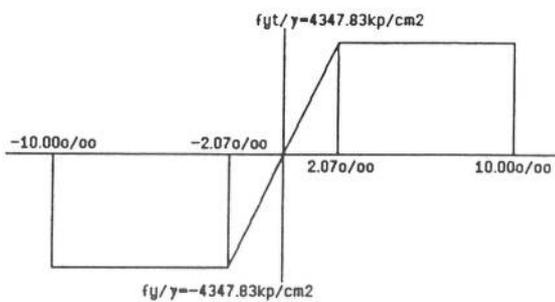
Material acorde a la sección: "ESTRIBO2"

8.Set:2

H250



AEH500



ESTRIBO III

ALTURA TOTAL = 6.40 METROS

ENCAUZAMIENTO RIO ASUA
ALTURA DE ESTRIBO 5.40 M.
RESUMEN AXILES POR FILA Y PILOTE

		VALORES EN SERVICIO POR FILA					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
48	6.00	79.19	-1.65	-137.95	-0.51	54.15	-1.52
68	2.00	-54.10	-0.58	-59.95	-0.21	-63.26	-0.54
89	6.00	148.51	-1.36	-56.96	-0.36	78.29	-1.27
110	8.00	-437.80	-2.15	-201.94	-0.86	-540.45	-1.97

		VALORES EN SERVICIO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	6.00	13.20	-0.28	-22.99	-0.09	9.03	-0.25
62	2.00	-27.05	-0.29	-29.97	-0.10	-31.63	-0.27
83	6.00	24.75	-0.23	-9.49	-0.06	13.05	-0.21
104	8.00	-54.73	-0.27	-25.24	-0.11	-67.56	-0.25

SERVICIO	
AXIL MAX.	24.75
AXIL MIN.	-67.56

		VALORES EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	6.00	141.21	-2.52	147.87	-2.40	91.84	-2.30
62	2.00	-75.67	-0.85	-82.54	-0.97	-92.33	-0.80
83	6.00	246.29	-2.18	243.01	-2.09	130.09	-1.95
104	8.00	-638.87	-3.13	-635.52	-3.11	-800.51	-2.95

		VALORES EN ESTADO LIMITE ULTIMO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
42	6.00	23.54	-0.42	24.65	-0.40	15.31	-0.38
62	2.00	-37.84	-0.43	-41.27	-0.48	-46.16	-0.40
83	6.00	41.05	-0.36	40.50	-0.35	21.68	-0.32
104	8.00	-79.86	-0.39	-79.44	-0.39	-100.06	-0.37

ESTADO LIMITE ULTIMO	
AXIL MAX.	41.05
AXIL MIN.	-100.06

CÁLCULO AXIL MÁXIMO POR PILOTE

Fila nº 1

Axiles de cálculo

$$N_d := 100.06 \text{ Mp}$$

$$N_s := 67.56 \text{ Mp}$$

Díámetro del micropilote

$$\phi_p := 0.20 \text{ m}$$

Tensión admisible por fuste

$$\tau := \frac{45}{1.5} \text{ Mp/m}^2$$

Tensión admisible por punta en

$$q_{adm} := 200 \text{ Mp/m}^2$$

Luz de cálculo = 19 m.

Ancho = 8 m.

7 vigas doble T de 80 cm de canto

Altura total = 6.40 m.

Cálculo longitud de empotramiento:

$$L := \frac{|N_d| - \frac{\pi \cdot \phi_p^2}{4} \cdot q_{adm}}{\pi \cdot \phi_p \cdot \tau}$$

$$L = 4.98 \text{ m}$$

Comprobación en rotura:

Tope estructural (supuesta armadura de 1 ϕ 40 + tubo de ϕ 127 x 8)

Compresión:

$$N_{uc} := \left[\pi \cdot \left(\frac{0.127 - 0.008}{2} \right)^2 \cdot \frac{0.85 \cdot 2500}{1.7} \right] + \left(12.57 \cdot \frac{5.1}{1.15} \right) + \left[\pi \cdot \left[\left(\frac{12.7}{2} \right)^2 - \left(\frac{12.7 - 2 \cdot 0.8}{2} \right)^2 \right] \cdot \frac{2.6}{1.15} \right]$$

(lechada) (armadura) (tubo)

$$N_{uc} = 137.27 > N_d = 100.06$$

Adoptamos para todos los micropilotes un valor de 5.00 m.

ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO MURO ESTRIBO**Características de los materiales**

$$\text{Hormigón } f_{cd} := \frac{2500}{1.5} \quad \text{Mp/m}^2$$

$$\text{Acero } f_{yd} := \frac{5.1}{1.15} \quad \text{Mp/cm}^2$$

Luz de cálculo = 19 m.
 Ancho = 8 m.
 7 vigas doble T de 80 cm de canto
 Altura total = 6.40 m.

Momento maximos mayorados y axiles concomitantes

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes trasdós	$Md_1 := 282.48 \quad \text{Mp}^*\text{m}$	$Nd_1 := 48.66 \quad \text{Mp}$
Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes trasdós	$Md_2 := -25.23 \quad \text{Mp}^*\text{m}$	$Nd_2 := 359.89 \quad \text{Mp}$
Hipótesis 3 máxima compresión en pilotes intradós	$Md_3 := 347.63 \quad \text{Mp}^*\text{m}$	$Nd_3 := 359.89 \quad \text{Mp}$

$$Md := 347.63 \quad \text{Mp}^*\text{m}$$

$$Nd := 0 \quad \text{Mp}$$

Ancho sección	Canto sección	Largo	Canto útil	Altura muro:
$b := 8.00 \quad \text{m}$	$h := 0.50 \quad \text{m}$	$a := 2.5 \quad \text{m}$	$d := h - 0.055 \quad \text{m}$	$hm := 4.0 \quad \text{m}$

Armadura vertical

$$\mu := \frac{Md}{b \cdot f_{cd} \cdot d^2}$$

$$\mu = 0.13$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$As := \text{if} \left(As < 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, As \right)$$

$$As = 199.34 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer

$$n := 8 \quad \phi := 20 \quad \text{por metro}$$

$$b \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 201.06 > As = 199.34 \quad \text{cm}^2$$

Armadura horizontal (mínimo EHE)

$$As := 16 \cdot h$$

$$As = 8 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$$\phi \quad 12 \text{ a } 15$$

ARMADO ENCEPADO ESTRIBO**ARMADURA HORIZONTAL****PUNTERA**

Canto sección	$h := 1.00$	m
Canto útil	$d := h - 0.07$	m
Vuelo	$v := 0.25$	m
Ancho muro	$a := 0.50$	m

Tracción máxima

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 41.05$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 19.47 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 4.87 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 4.87 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máxima

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 100.06$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 47.47 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 11.87 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 4$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 12.57 > As = 11.87 \quad \text{cm}^2$$

TALÓN

Canto sección	$h := 1.00$	m
Canto útil	$d := h - 0.07$	m
Vuelo	$v := 0.75$	m
Ancho muro	$a := 0.50$	m

Tracción máxima

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes

Nd := 23.54 Mp

$$T_d := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad T_d = 26.06 \quad \text{Mp}$$

$$A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 6.51 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer

n := 3 $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 9.42 > A_s = 6.51 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máxima

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes

Nd := 46.16 Mp

$$T_d := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad T_d = 51.09 \quad \text{Mp}$$

$$A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 12.77 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer

n := 5 $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 15.71 > A_s = 12.77 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima:

$$A_s := 0.02 \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 7.54 > A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADURA VERTICAL

Armatura de suspensión del pilote más traccionado:

$$A_s := \frac{41.05}{4.0} \quad A_s = 10.26 \quad \text{cm}^2$$

Armatura vertical

$$N_d := 669.53 \quad \text{Mp}$$

$$n := 8$$

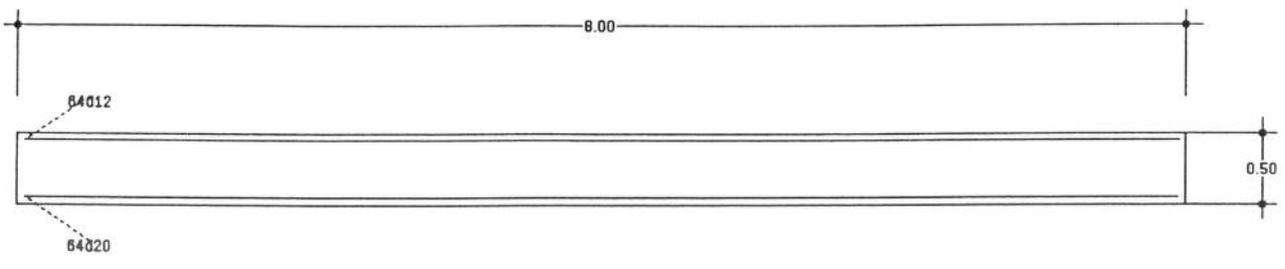
$$l := 2.5 - 1 \quad \text{m}$$

$$T_d := \frac{N_d}{1.5 \cdot n} \quad A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 13.95 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$2 \cdot l \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 22.62 > A_s = 13.95 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Sección ESTRIBO3



Cálc. capacidad última: Viga Sección "ESTRIBO3"/"B1"

No	Set	N [t]	My [tm]	Mz [tm]	Coef. de seguridad	
1	2	-48.66	282.48	0.00	1.306	HIPÓTESIS 1
2	2	-359.89	-25.23	0.00	14.798	HIPÓTESIS 2
3	2	-359.89	347.63	0.00	1.263	HIPÓTESIS 3

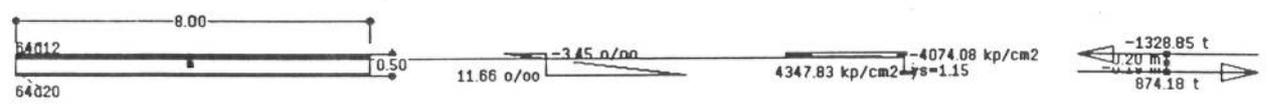
Parámetros de cálculo empleados:

Set: Norma/TipoDiag/Máx.Deform./Coef.minor.res./Diag.Horm./Coef.Fluencia

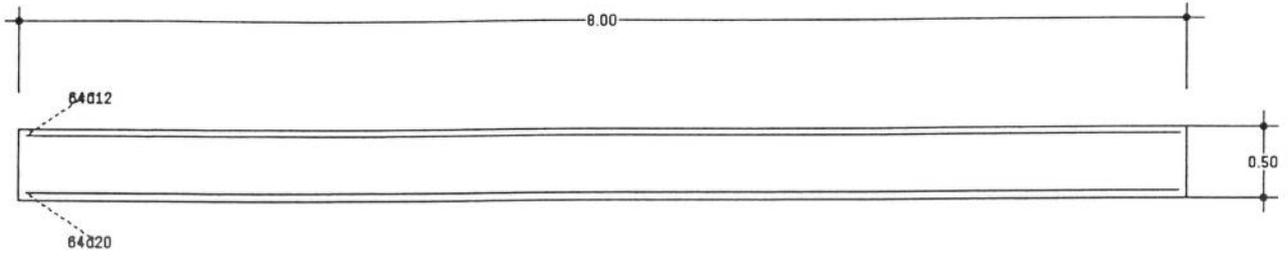
Set 2: EH/2/0/Eps=-2.0,-3.5,10.0/Gamma=1.5,1.15/Dia=45/Phi=0

Resultados cálculo No 3 (Coef. de seguridad = 1.263)

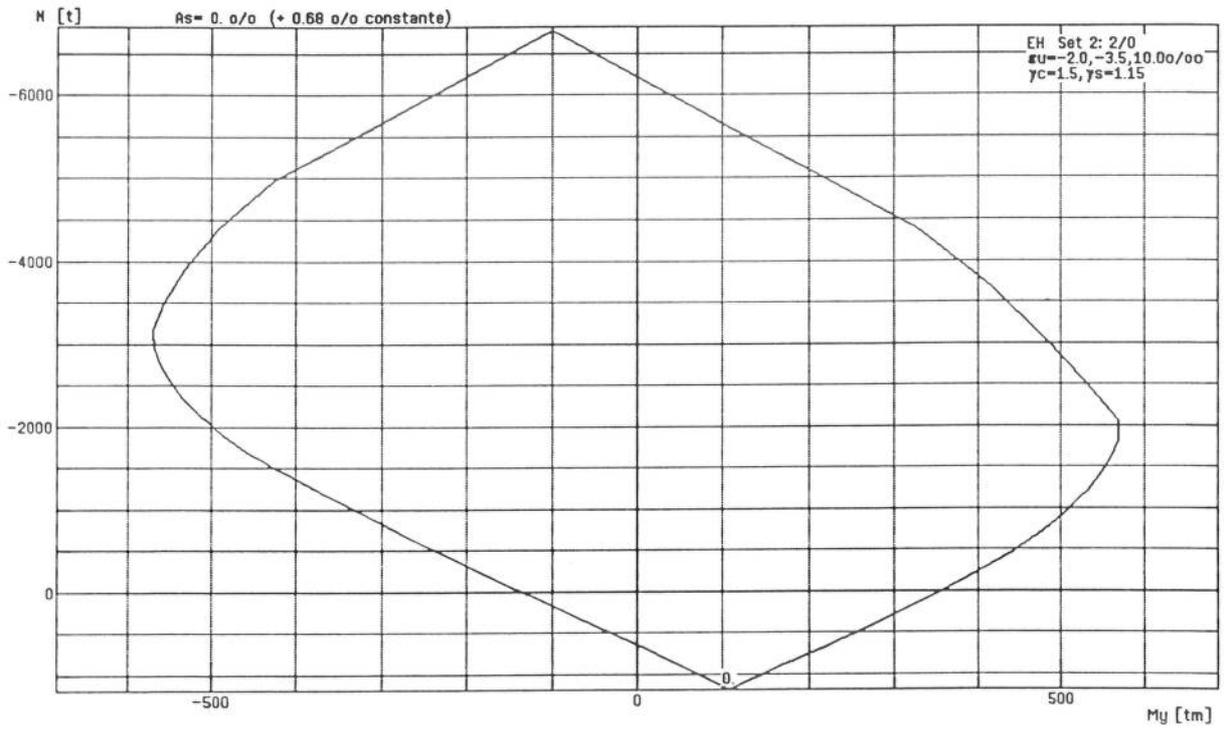
Análisis de la capacidad resistente última, Sección "ESTRIBO3"



Sección ESTRIBO3



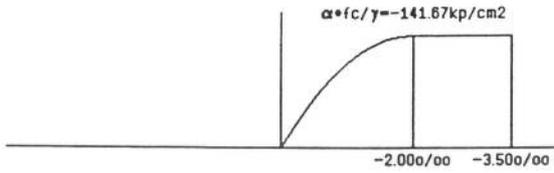
N-My-Diagramm, Querschnitt "ESTRIBO3"



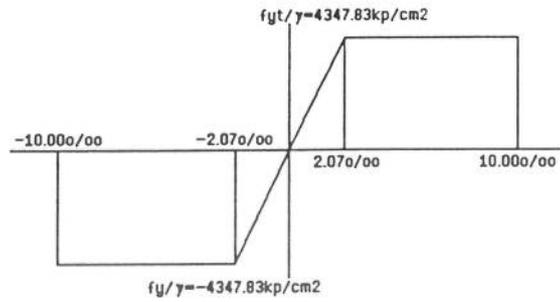
Material acorde a la sección: "ESTRIBO3"

[B Set:2]

[H250]



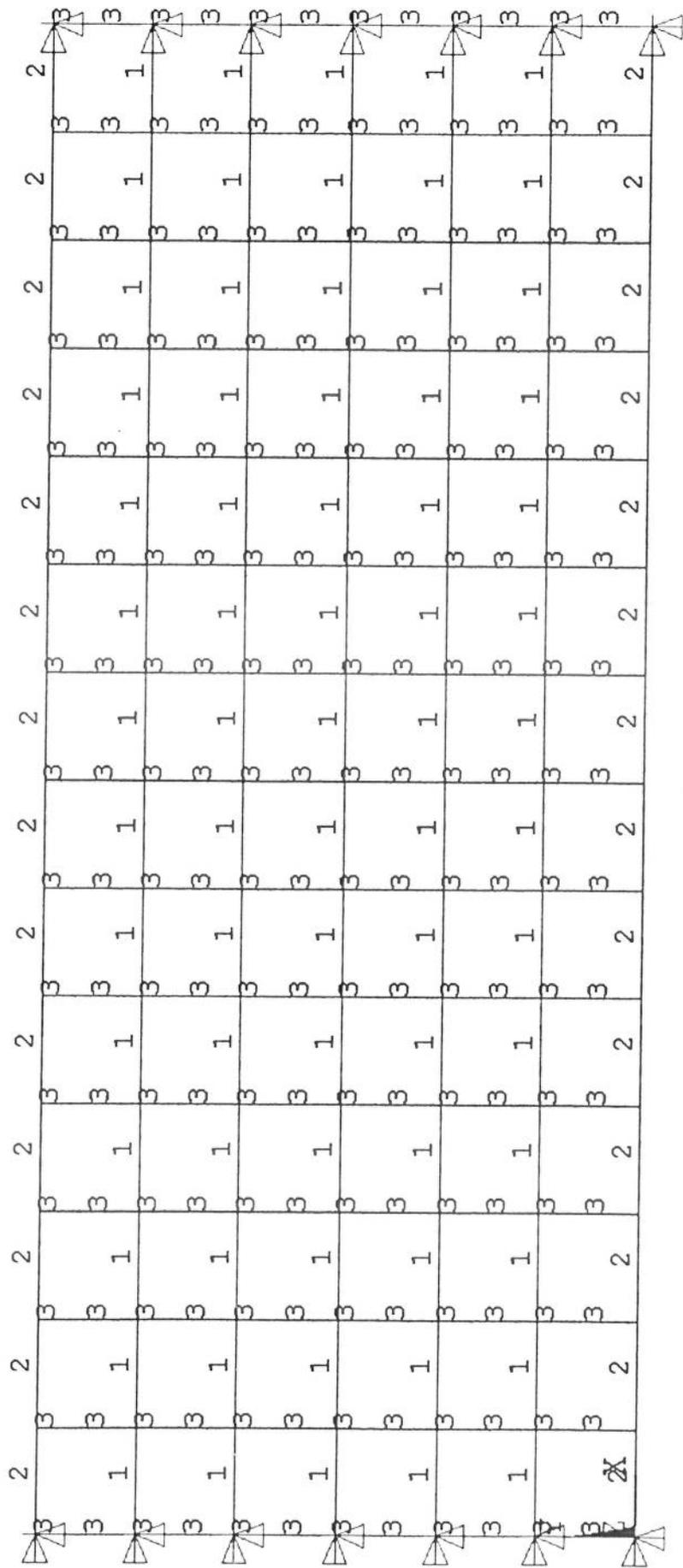
[A EH500]

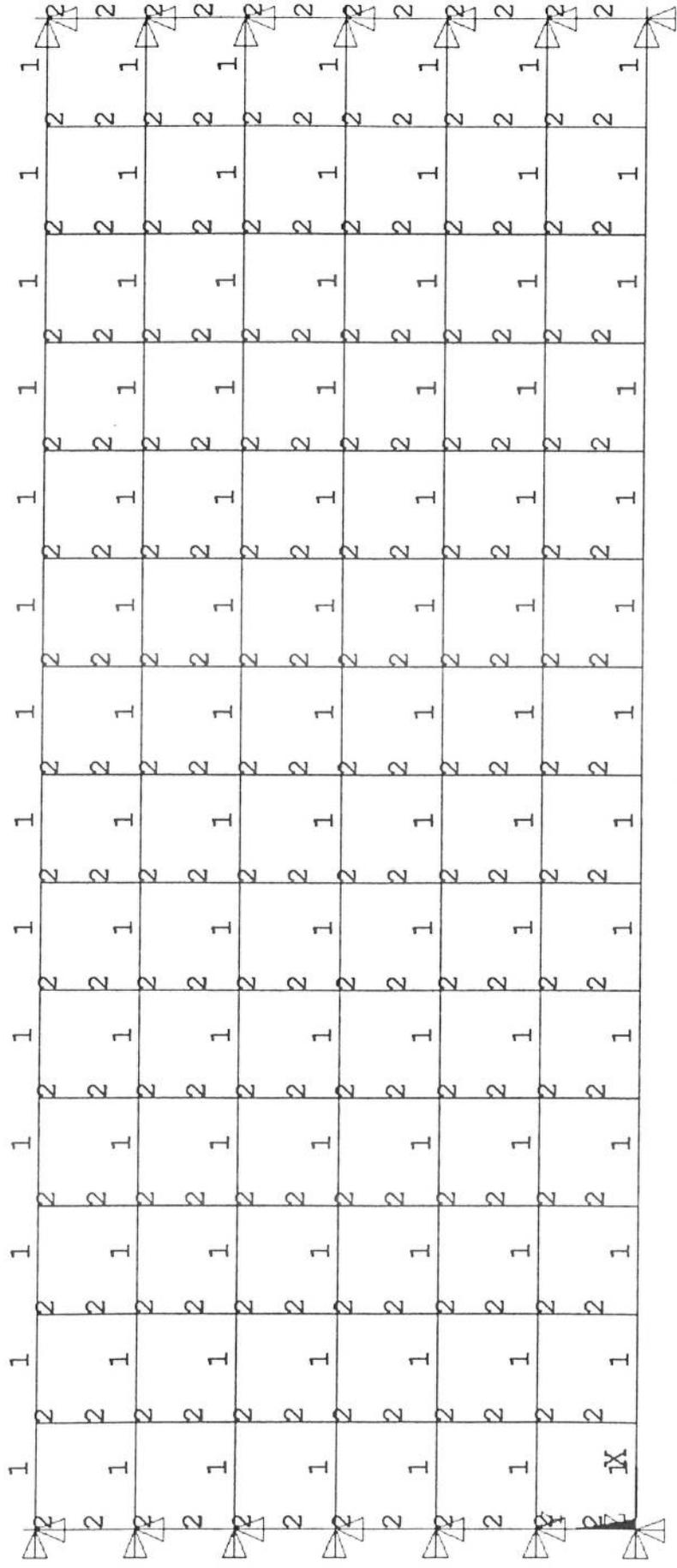


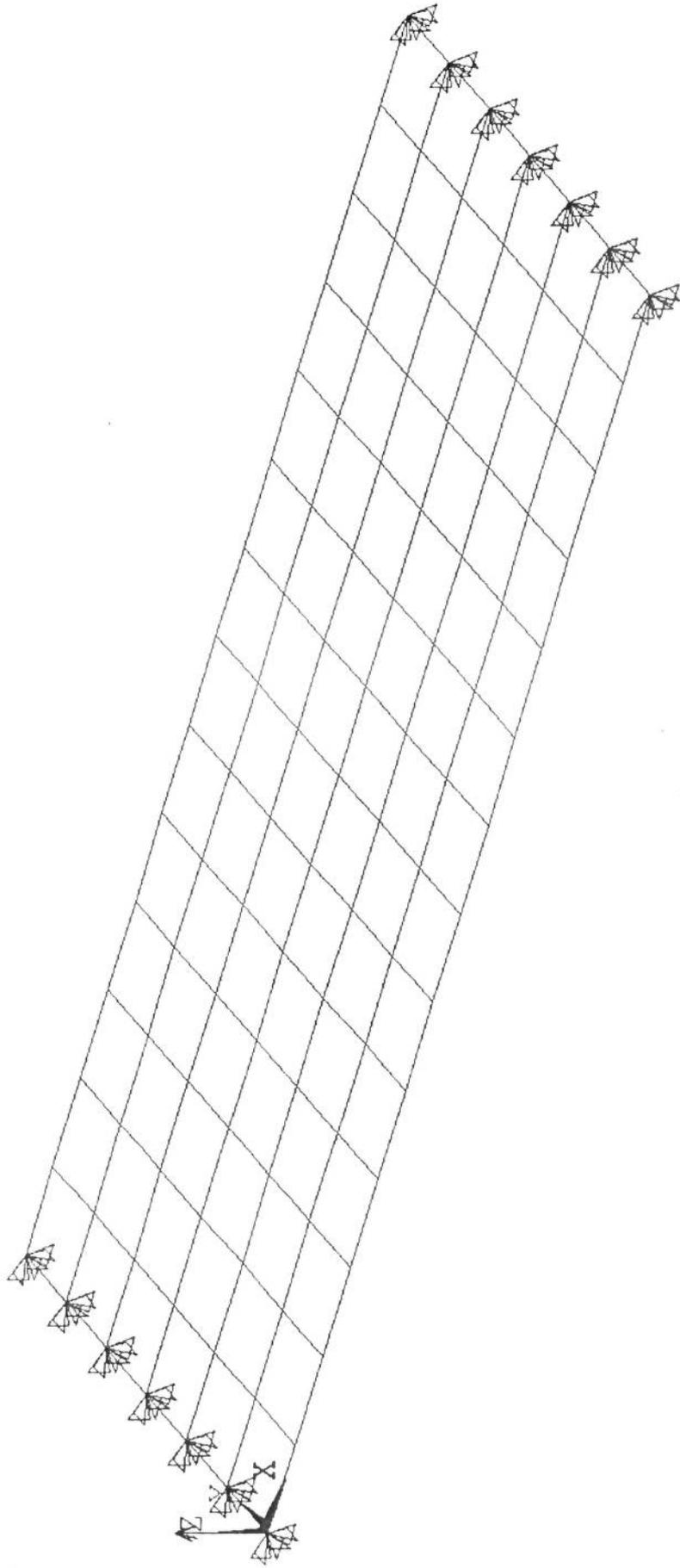
ANEJO DE SALIDA GRÁFICA

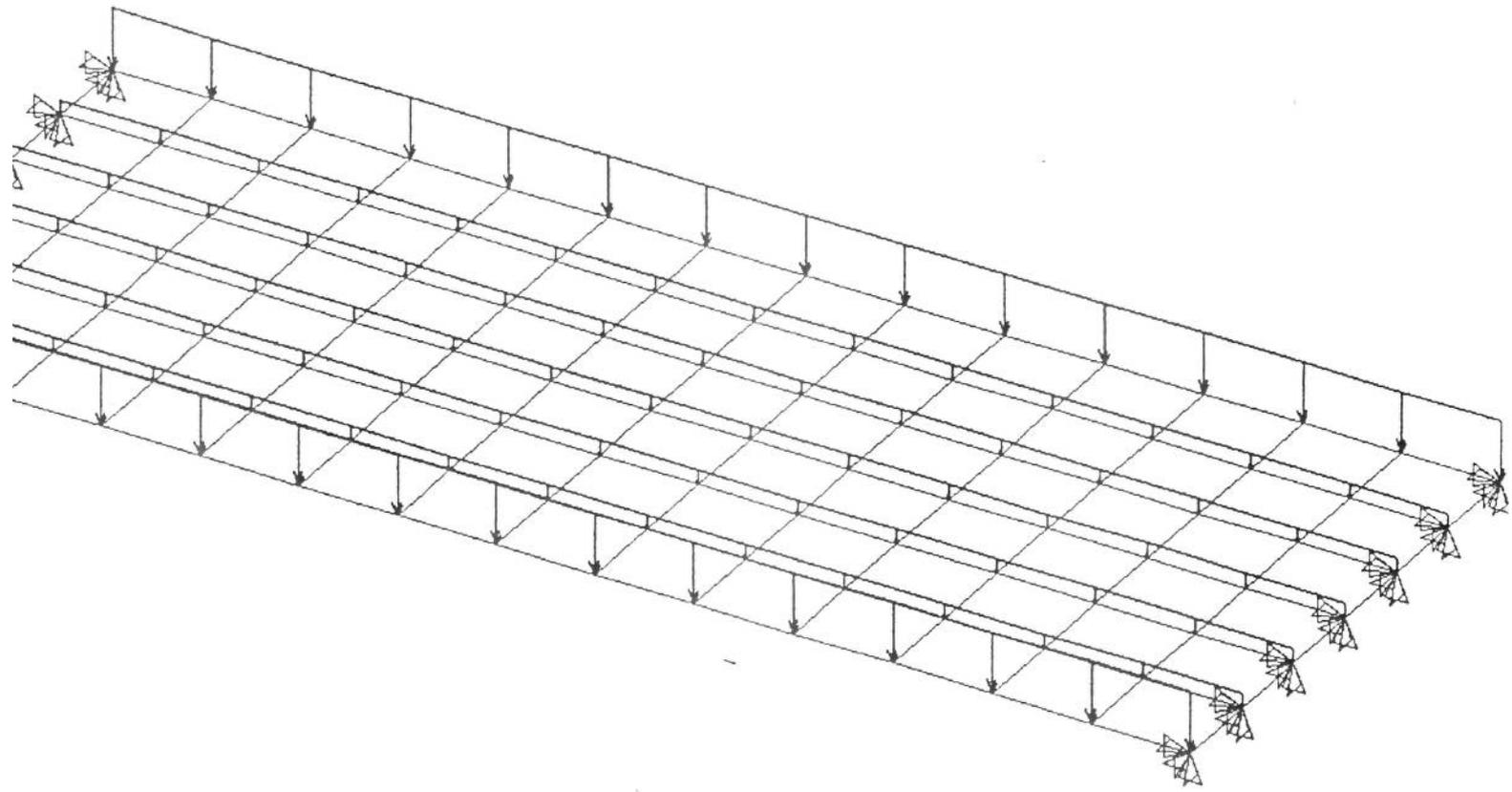
	91	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	
	116	129	142	155	168	181	194	207	220	233	246	259	272	285	
	61	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
	114	127	140	153	166	179	192	205	218	231	244	257	270	283	
	46	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
	112	125	138	151	164	177	190	203	216	229	242	255	268	281	
	31	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	110	123	136	149	162	175	188	201	214	227	240	253	266	279	
	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	108	121	134	147	160	173	186	199	212	225	238	251	264	277	
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	106	119	132	145	158	171	184	197	210	223	236	249	262	275	
	26 X	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	

110	122	134	146	158	170	182	194	206	218	230	242	254	266	278
109	121	133	145	157	169	181	193	205	217	229	241	253	265	277
108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	276
107	119	131	143	155	167	179	191	203	215	227	239	251	263	275
106	118	130	142	154	166	178	190	202	214	226	238	250	262	274
105	117	129	141	153	165	177	189	201	213	225	237	249	261	273
104	116	128	140	152	164	176	188	200	212	224	236	248	260	272
103	115	127	139	151	163	175	187	199	211	223	235	247	259	271
102	114	126	138	150	162	174	186	198	210	222	234	246	258	270
101	113	125	137	149	161	173	185	197	209	221	233	245	257	269
100	112	124	136	148	160	172	184	196	208	220	232	244	256	268
99	111	123	135	147	159	171	183	195	207	219	231	243	255	267
98	110	122	134	146	158	170	182	194	206	218	230	242	254	266

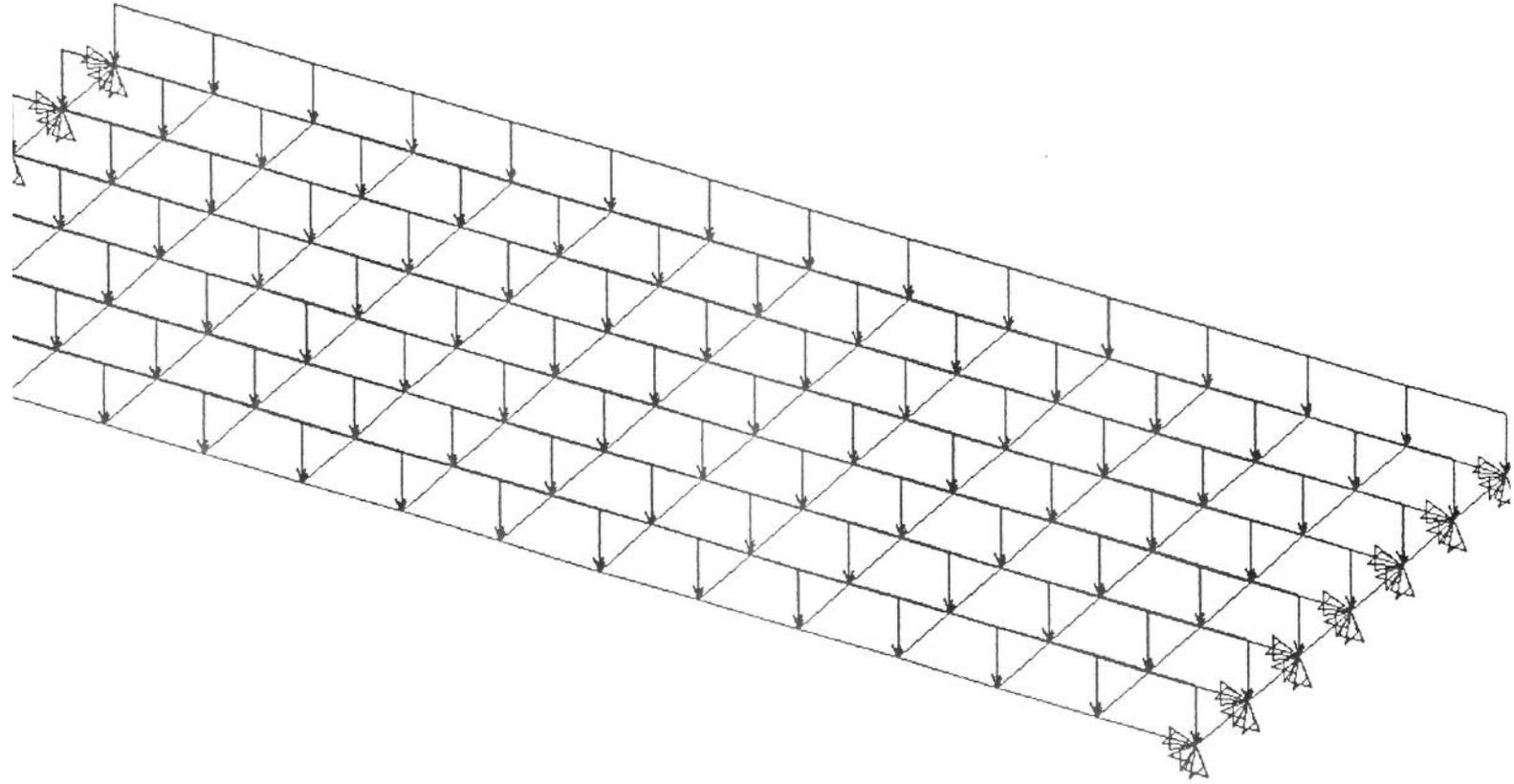


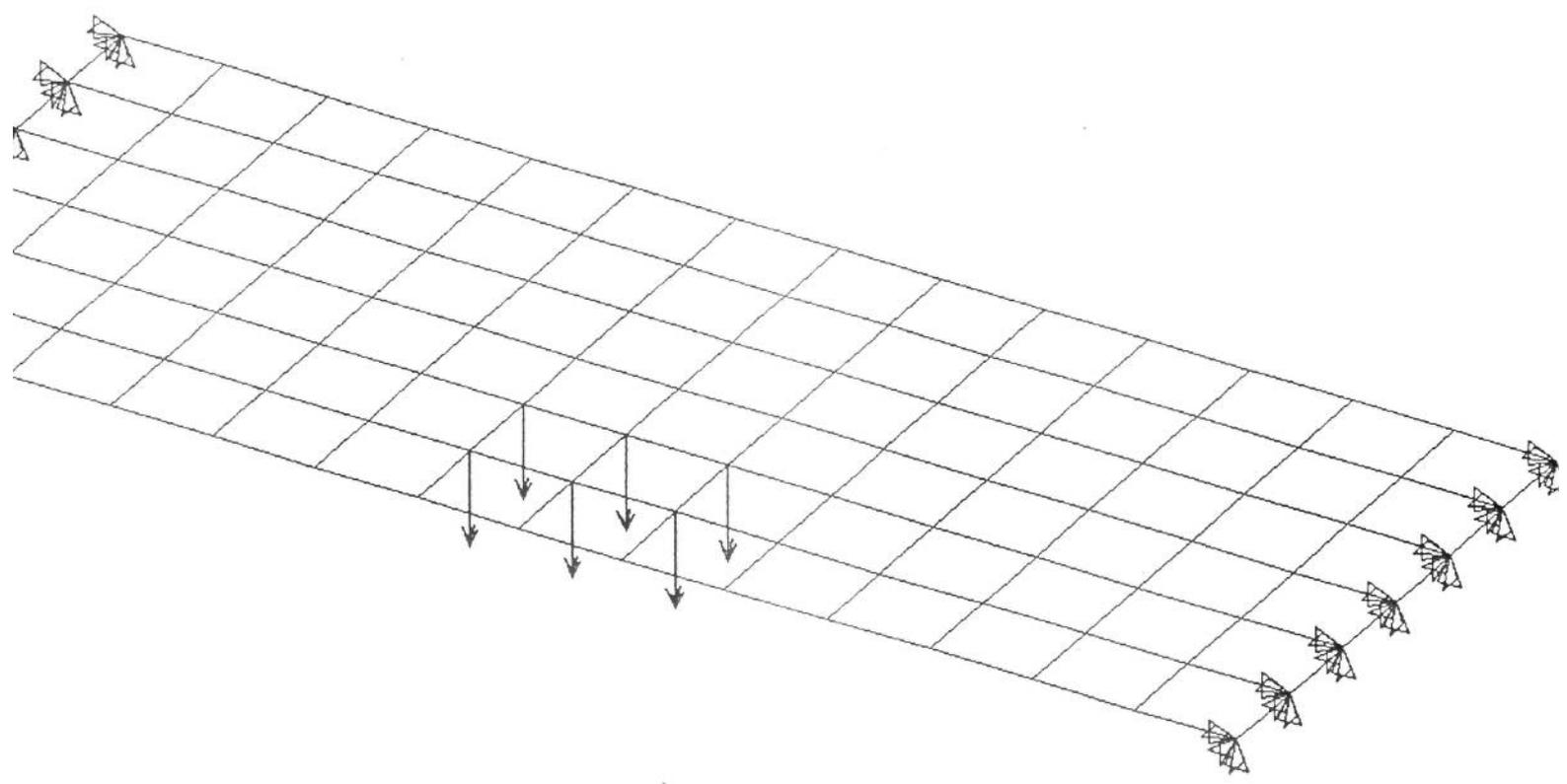




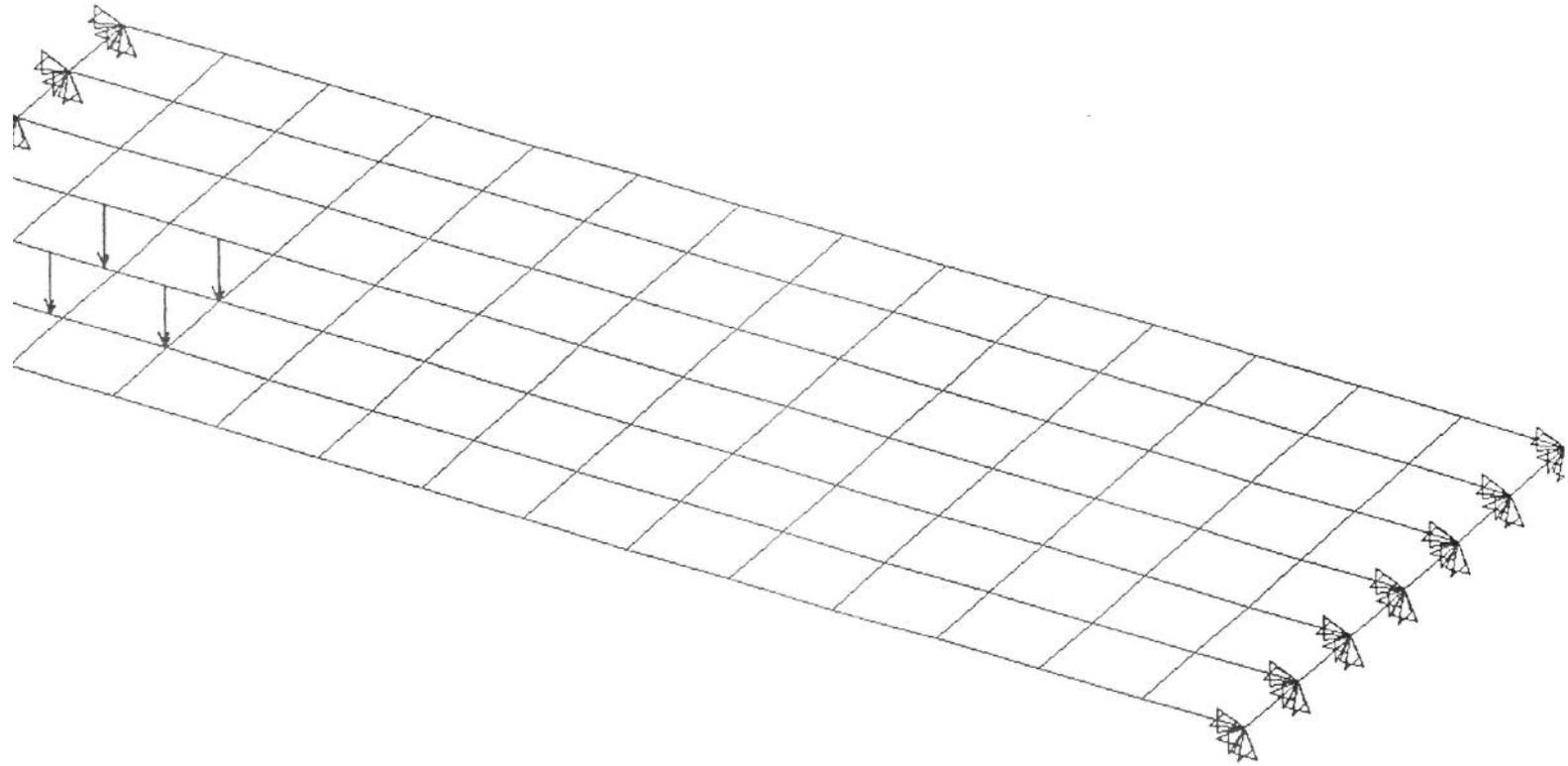


TURA

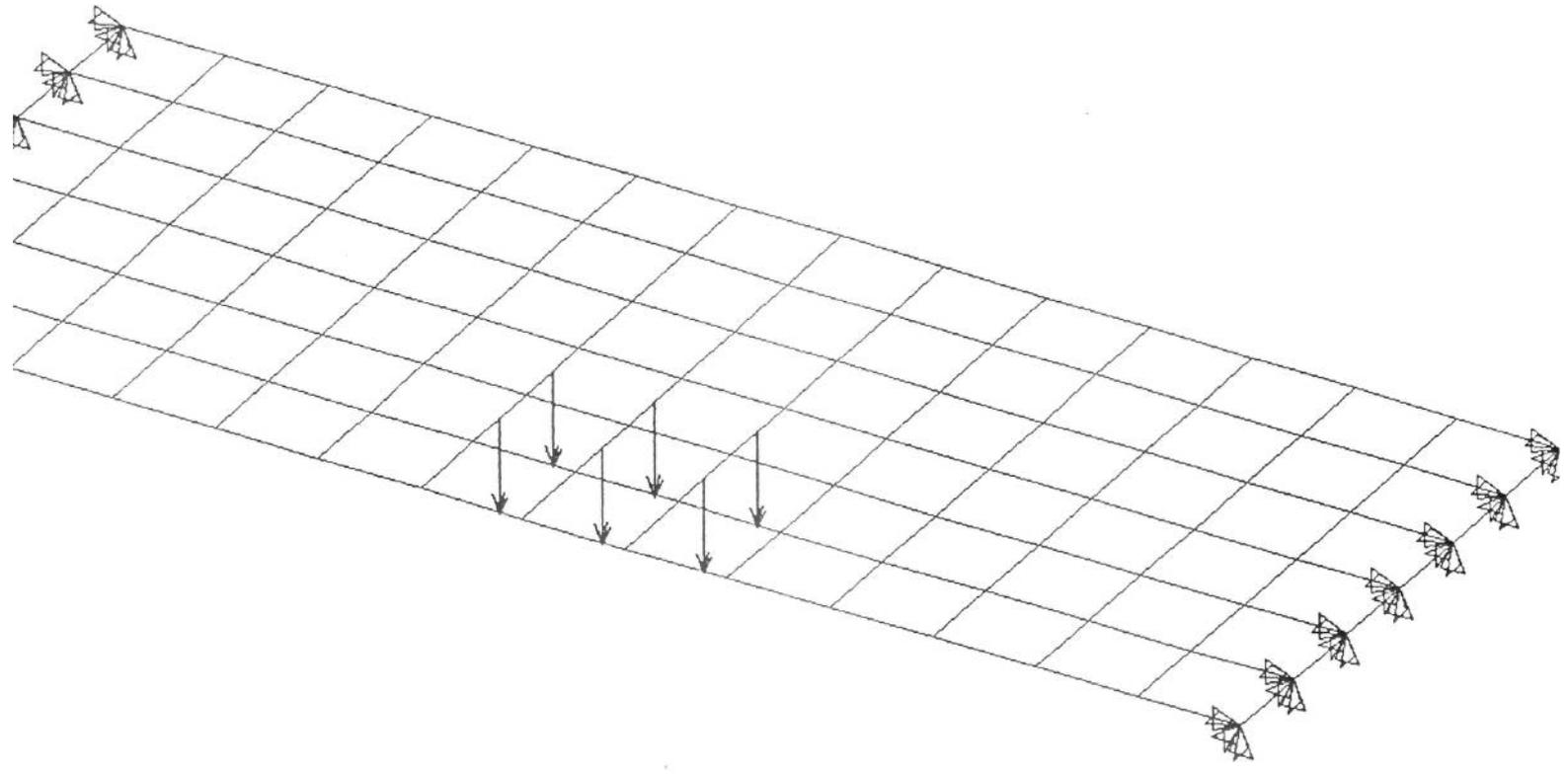




○ MAXIMO

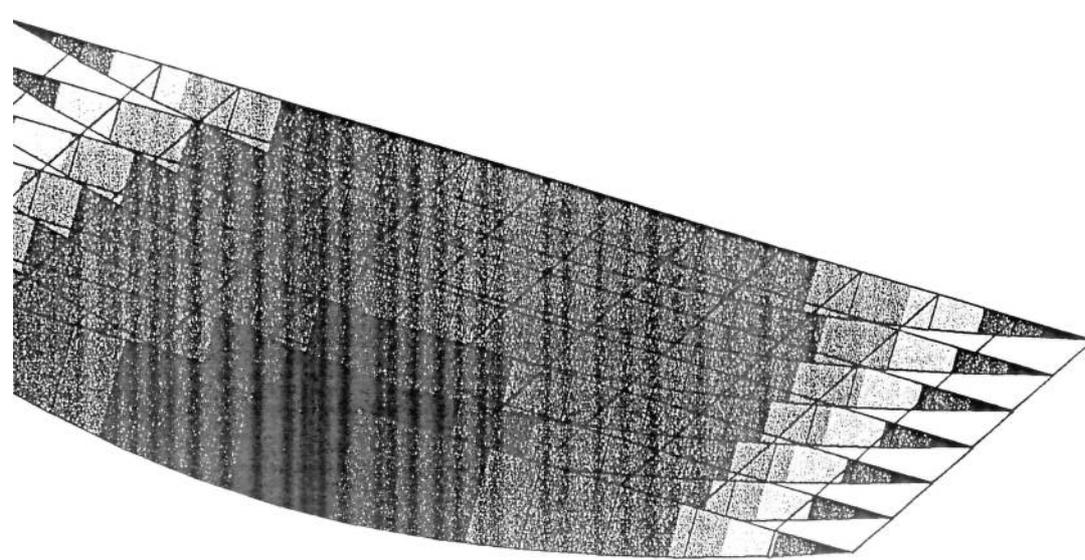
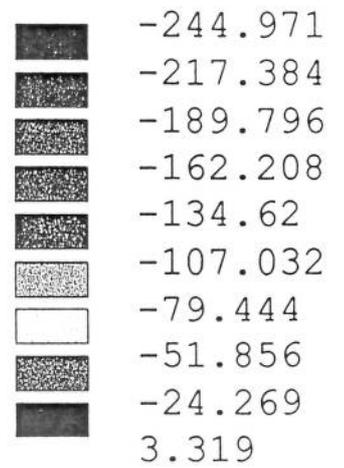


TE MAXIMO



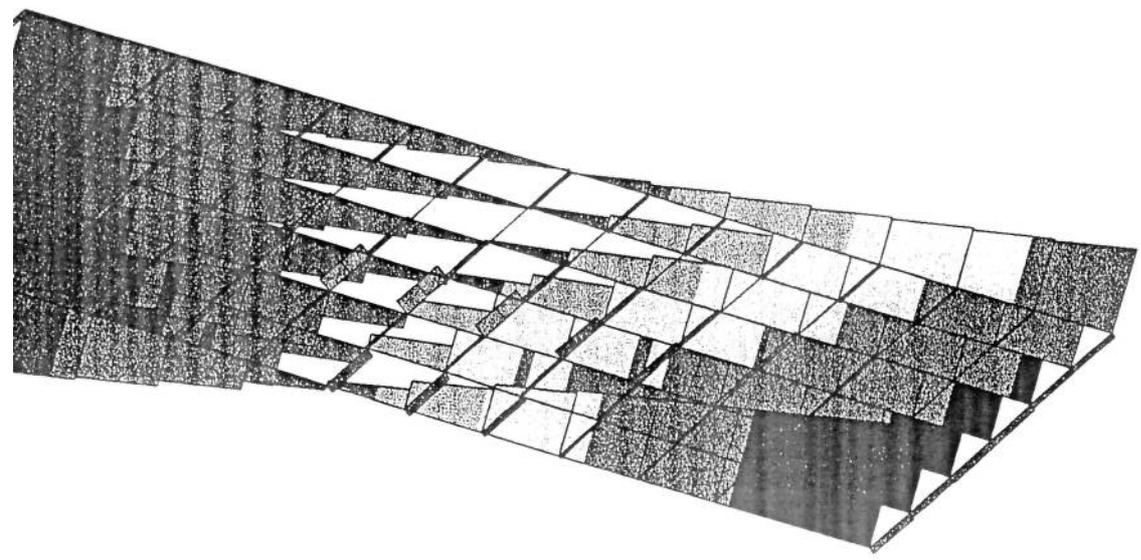
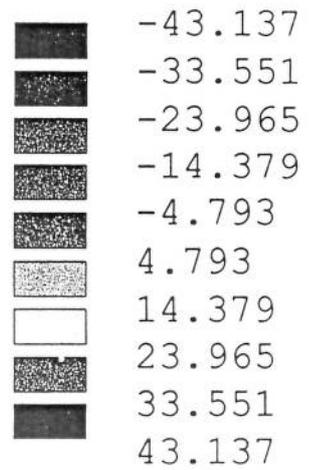
O TRANSVERSAL MAXIMO

ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:33:56
PLOT NO. 11
LINE STRESS
STEP=7
SUB =1
TIME=7
MYI MYJ
MIN =-244.971
ELEM=7
MAX =3.319
ELEM=190



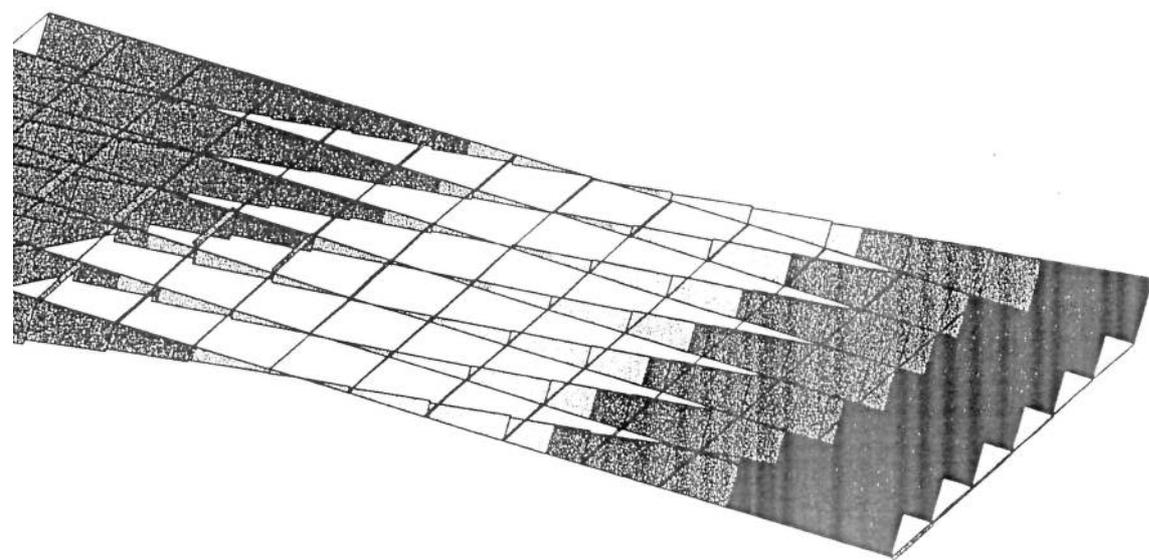
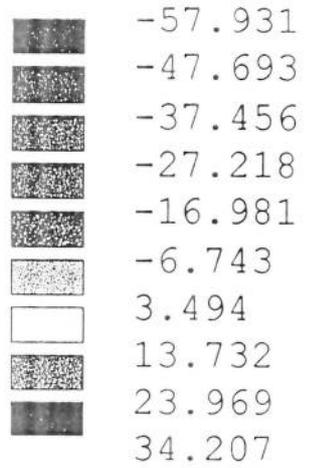
IO EN CENTRO LUZ MAYORADO

ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:33:57
PLOT NO. 12
LINE STRESS
STEP=7
SUB =1
TIME=7
QZI QZJ
MIN =-43.137
ELEM=71
MAX =43.137
ELEM=84



INCOMITANTES CON EL MOMENTO MAXIMO EN CENTRO LUZ

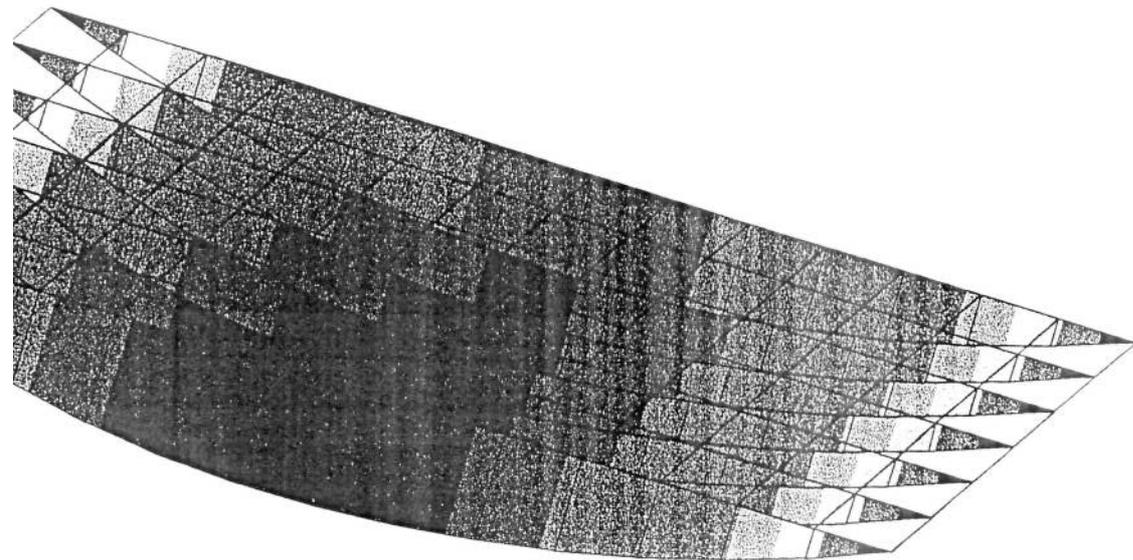
ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:33:57
PLOT NO. 13
LINE STRESS
STEP=8
SUB =1
TIME=8
QZI QZJ
MIN =-57.931
ELEM=1
MAX =34.207
ELEM=84



KIMO EN APOYO MAYORADO

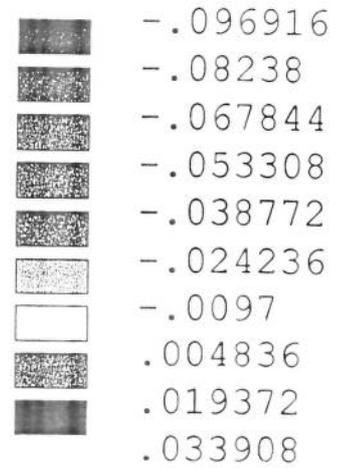
ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:33:58
PLOT NO. 14
LINE STRESS
STEP=8
SUB =1
TIME=8
MYI MYJ
MIN =-171.229
ELEM=7
MAX =2.485
ELEM=154

	-171.229
	-151.927
	-132.626
	-113.324
	-94.023
	-74.721
	-55.42
	-36.118
	-16.817
	2.485

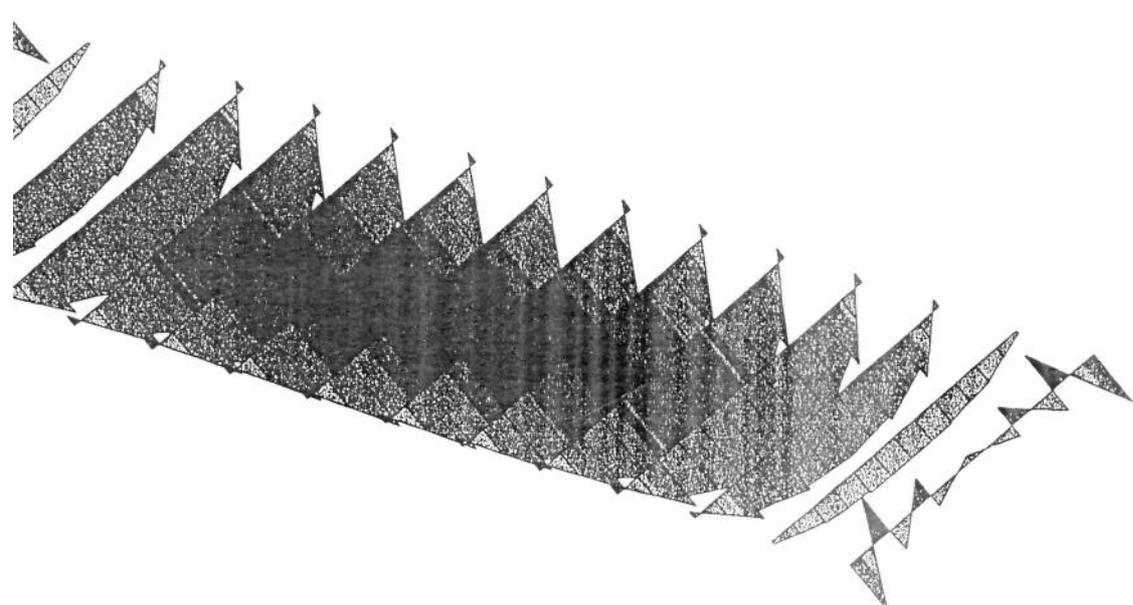


COMITANTES CON EL CORTANTE MAXIMO EN APOYO

ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:38:59
PLOT NO. 1
LINE STRESS
STEP=1
SUB =1
TIME=1
MYI MYJ
MIN =-.096916
ELEM=188
MAX =.033908
ELEM=277

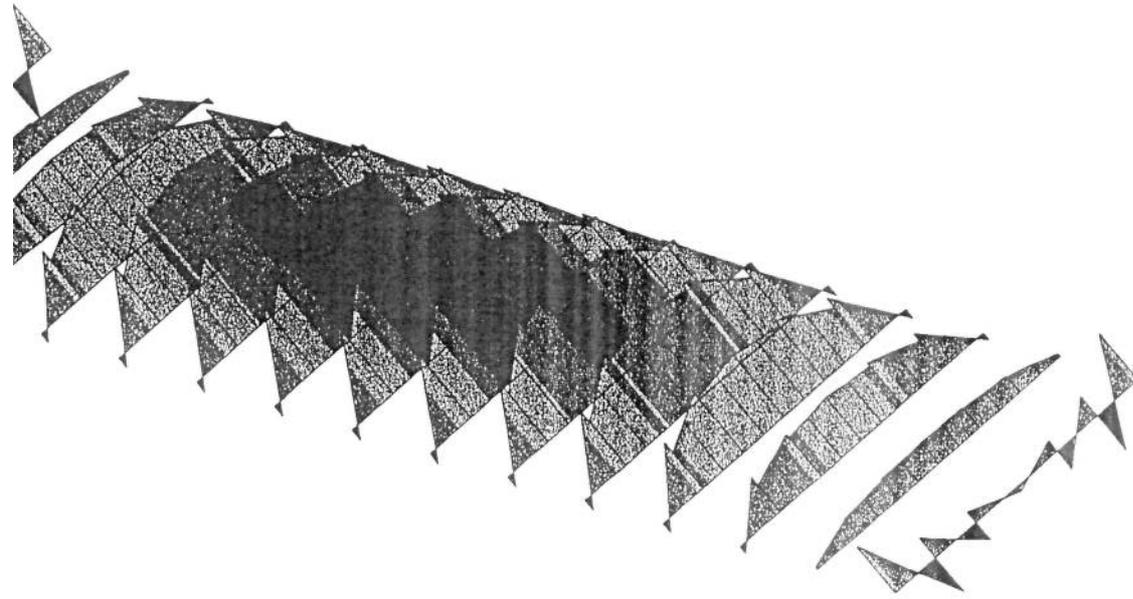


ANCHO ELEMENTO



ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:39:00
PLOT NO. 2
LINE STRESS
STEP=2
SUB =1
TIME=2
MYI MYJ
MIN =-.420707
ELEM=268
MAX =1.202
ELEM=188

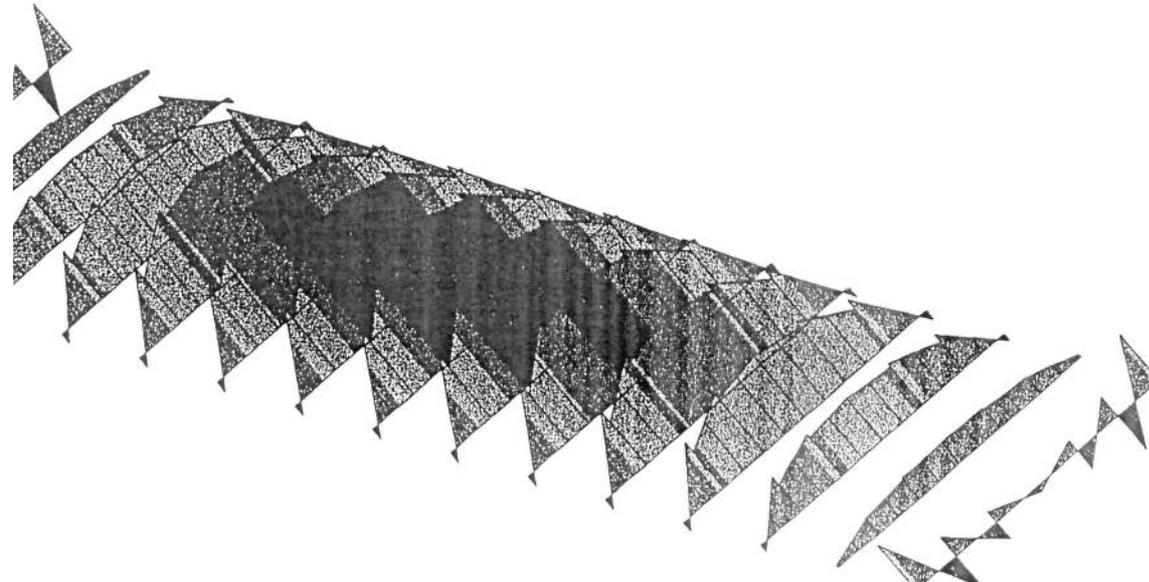
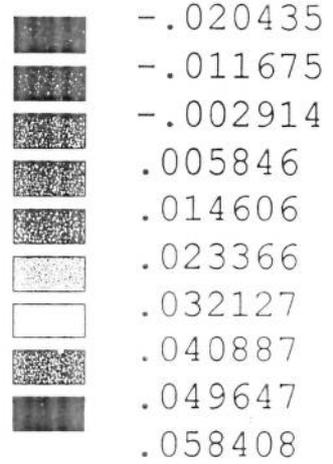
	-.420707
	-.240353
	-.059999
	.120355
	.30071
	.481064
	.661418
	.841772
	1.022
	1.202



ANCHO ELEMENTS

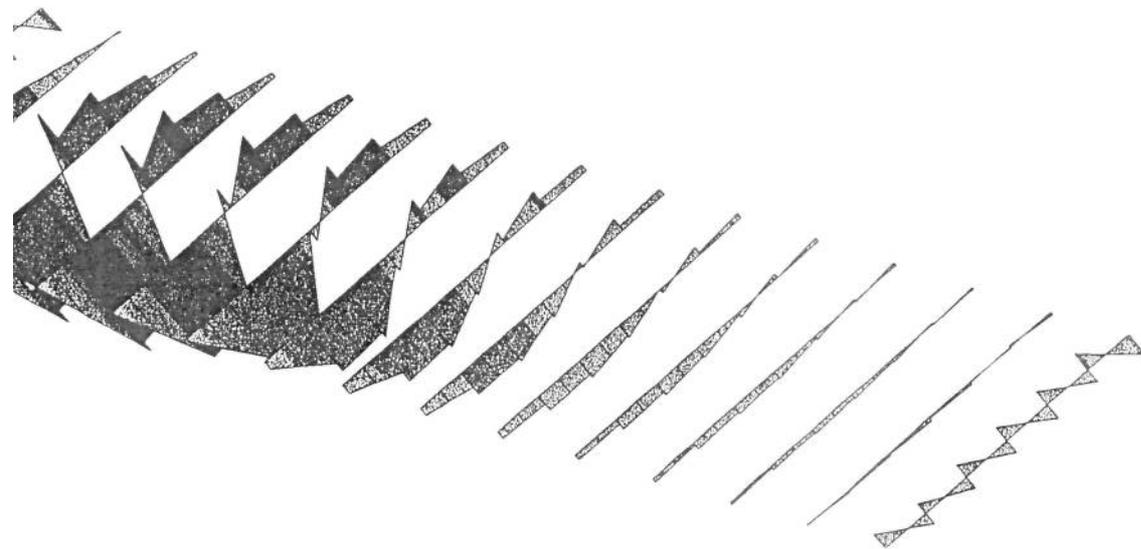
CTURA

ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:39:00
PLOT NO. 3
LINE STRESS
STEP=3
SUB =1
TIME=3
MYI MYJ
MIN =-.020435
ELEM=268
MAX =.058408
ELEM=188



ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:39:01
PLOT NO. 5
LINE STRESS
STEP=5
SUB =1
TIME=5
MYI MYJ
MIN =-2.317
ELEM=139
MAX =1.072
ELEM=128

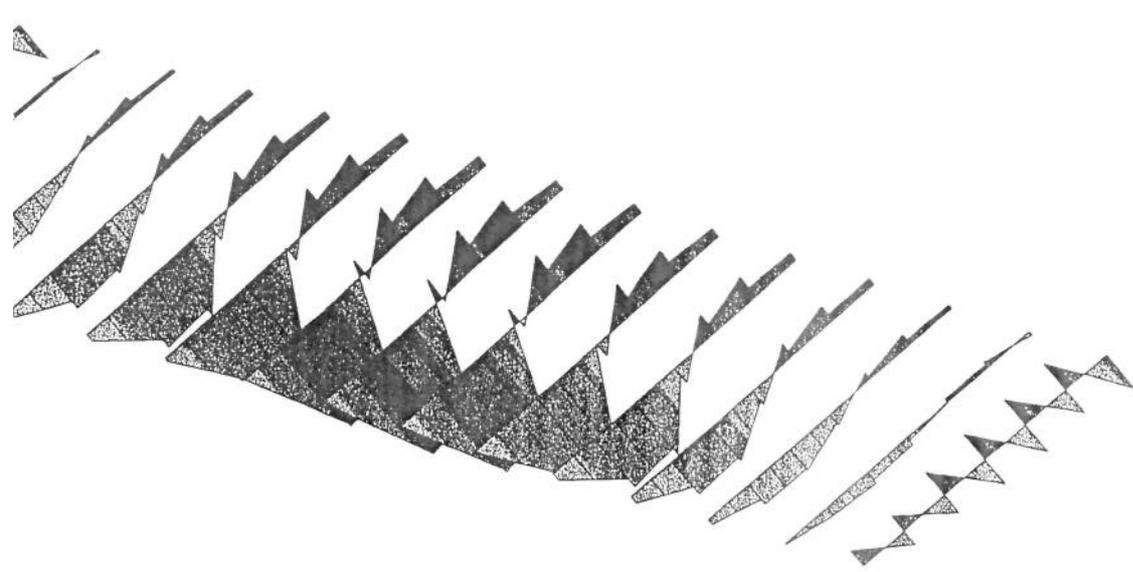
	-2.317
	-1.941
	-1.564
	-1.187
	-.810667
	-.434043
	-.057419
	.319206
	.69583
	1.072



UTE MAXIMO

ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:39:01
PLOT NO. 4
LINE STRESS
STEP=4
SUB =1
TIME=4
MYI MYJ
MIN =-3.805
ELEM=187
MAX =1.193
ELEM=190

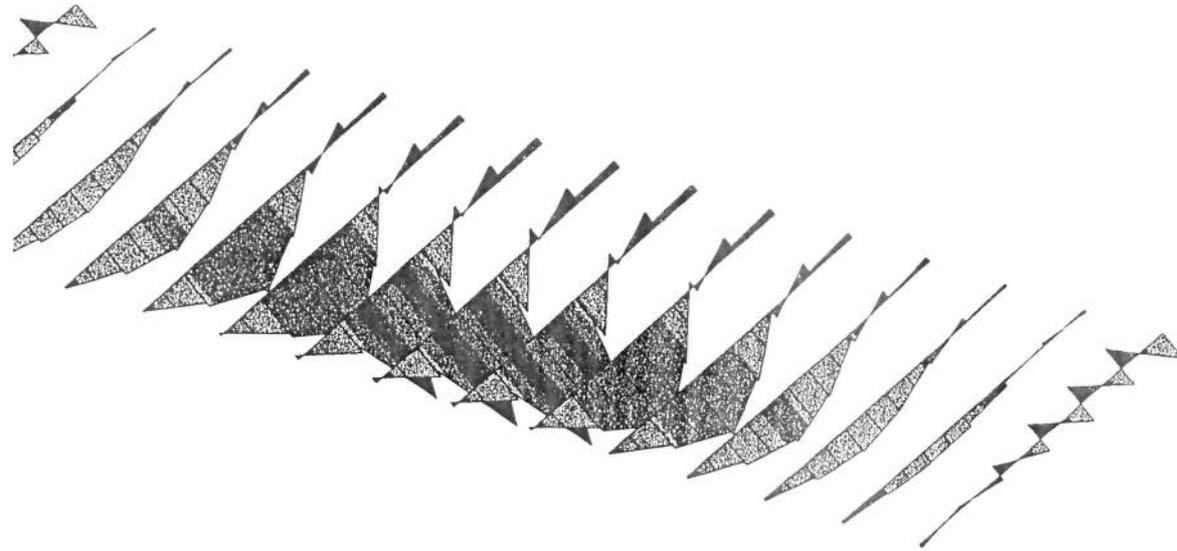
	-3.805
	-3.25
	-2.695
	-2.139
	-1.584
	-1.029
	-.47325
	.0821
	.637451
	1.193



) MAXIMO

ANSYS 5.5.1
NOV 10 1999
19:39:02
PLOT NO. 6
LINE STRESS
STEP=6
SUB =1
TIME=6
MYI MYJ
MIN =-5.121
ELEM=187
MAX =1.047
ELEM=109

	-5.121
	-4.435
	-3.75
	-3.065
	-2.379
	-1.694
	-1.009
	-.323551
	.36174
	1.047



NTO TRANSVERSAL MAXIMO

ESTRIBO TIPO I

ALTURA TOTAL=5.35 METROS

၂
—
x

X

REACCION VERTICAL

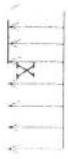
REACCION HORIZONTAL

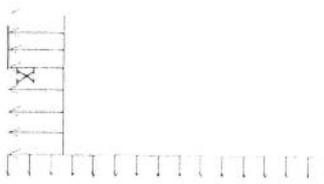
X

EMPUJE TIERRAS



PESO TIERRAS



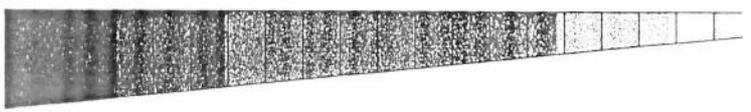


EMPUJE SOBRECARGA

MIN =-47.947
ELEM=15
MAX =-.973E-12
ELEM=41

- 47.947
- 42.62
- 37.292
- 31.965
- 26.637
- 21.31
- 15.982
- 10.655
- 5.327
- .981E-12

Z
X

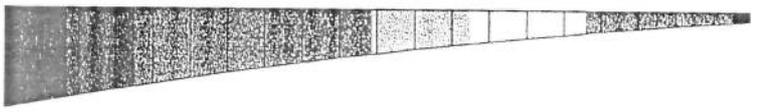


TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

MURO FRONTAL

TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

X

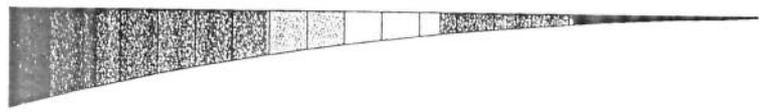


MURO FRONTAL

MIN	=-139.81
ELEM=15	
MAX	=-.116E-09
ELEM=41	
	-139.81
	-124.275
	-108.741
	-93.207
	-77.672
	-62.138
	-46.603
	-31.069
	-15.534
	-.116E-09

TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

MURO FRONTAL



MI	MU
MIN	-273.272
ELEM=15	
MAX	.458E-10
ELEM=41	
	-273.272
	-242.908
	-212.545
	-182.181
	-151.818
	-121.454
	-91.091
	-60.727
	-30.364
	.458E-10

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

Z
X



MURO FRONTAL

MIN	=	-358.821
ELEM=	15	
MAX	=	-286.9
ELEM=	41	
		-358.821
		-350.83
		-342.839
		-334.847
		-326.856
		-318.865
		-310.874
		-302.882
		-294.891
		-286.9

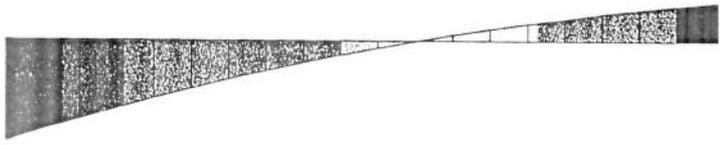
MIN = 22.000
ELEM=15
MAX = 12
ELEM=41

- 22.585
- 18.742
- 14.899
- 11.057
- 7.214
- 3.371
- .471741
- 4.314
- 8.157
- 12

Z
X

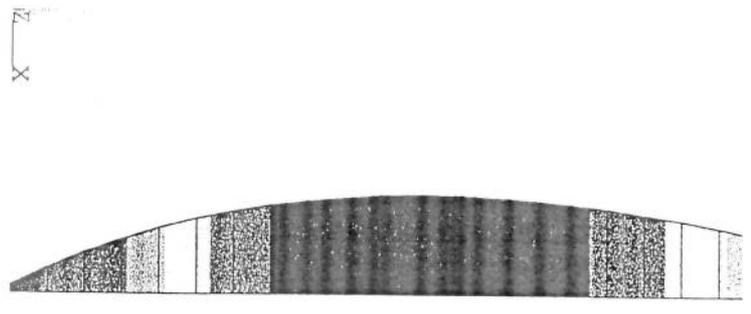
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

MURO FRONTAL



COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

MURO FRONTAL

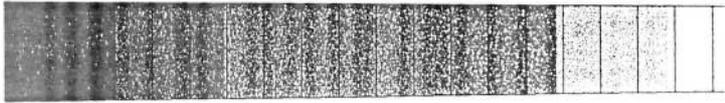


MIN = .798E-12
ELEM=41
MAX = 25.04
ELEM=25

• 798E-12
2.782
5.564
8.347
11.129
13.911
16.693
19.476
22.258
25.04

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 1

Z
X



MURO FRONTAL

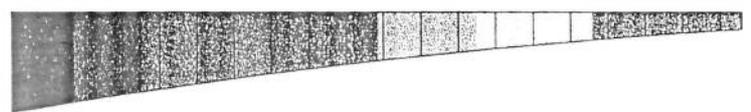
MIN -330.021
ELEM=15
MAX =-286.9
ELEM=41

-358.821
-350.83
-342.839
-334.847
-326.856
-318.865
-310.874
-302.882
-294.891
-286.9

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 1

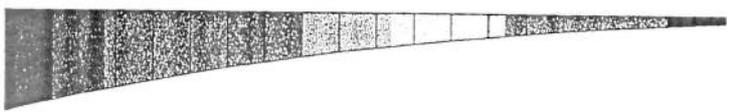
MURO FRONTAL

$\frac{h}{2}$ X



- MIN = -151.81
- ELEM=15
- MAX = -12
- ELEM=41
- 151.81
- 136.275
- 120.741
- 105.207
- 89.672
- 74.138
- 58.603
- 43.069
- 27.534
- 12

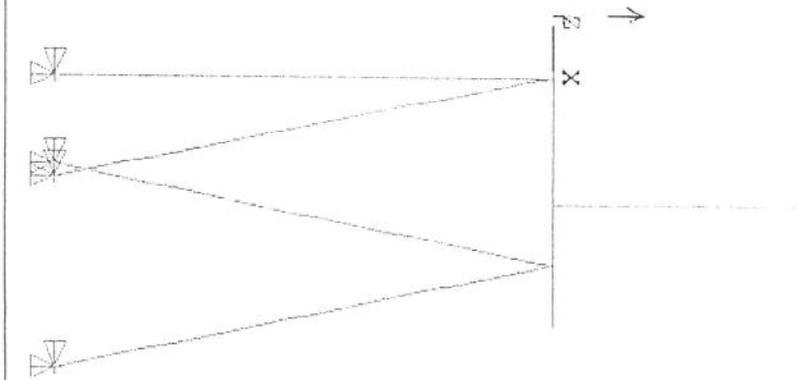
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 1 MURO FRONTAL



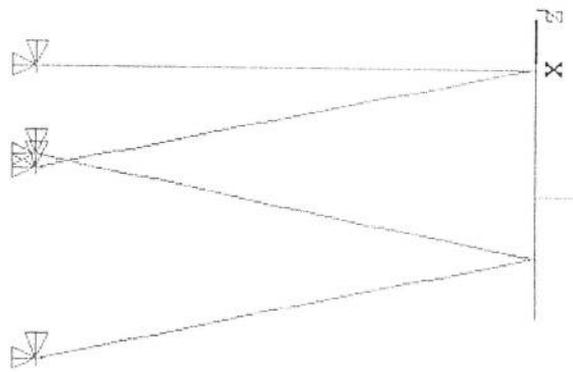
- MIN = -337.472
- ELEM=15
- MAX = .532E-10
- ELEM=41
- 337.472
- 299.975
- 262.478
- 224.981
- 187.484
- 149.987
- 112.491
- 74.994
- 37.497
- .532E-10

ESTRIBO TIPO I I

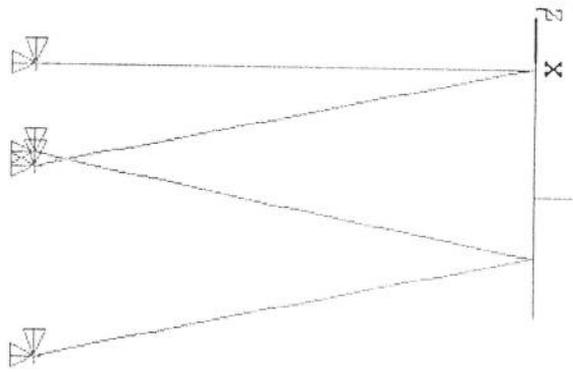
ALTURA TOTAL=4.00 METROS



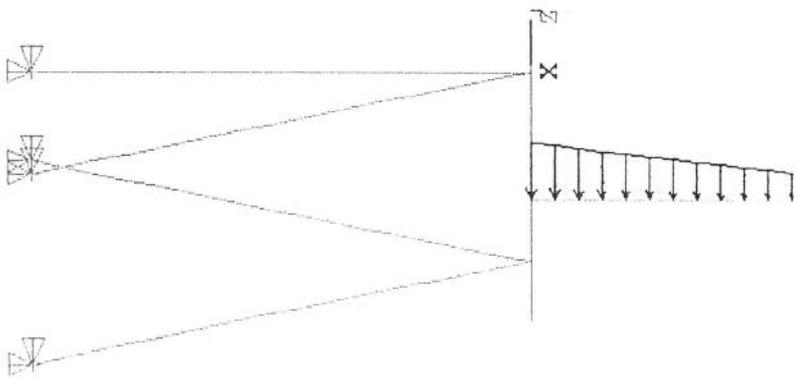
REACCION VERTICAL



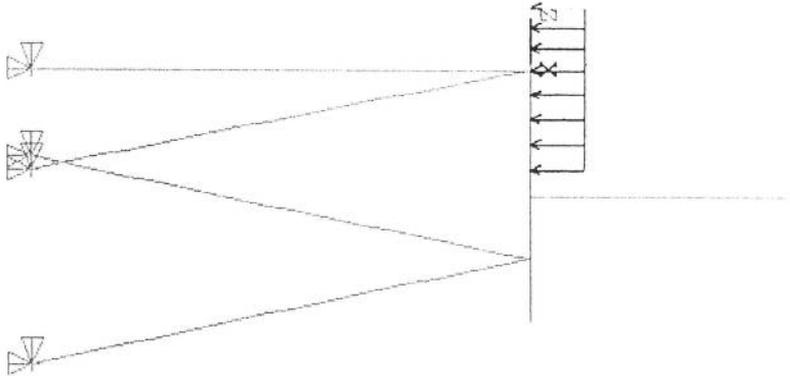
REACCION HORIZONTAL



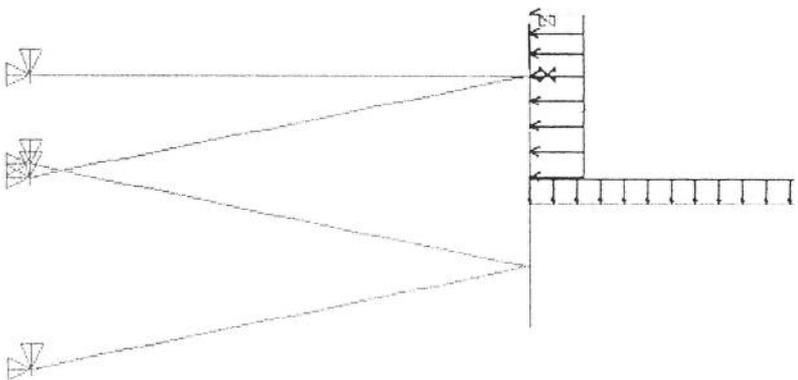
EMPUJE TIERRAS



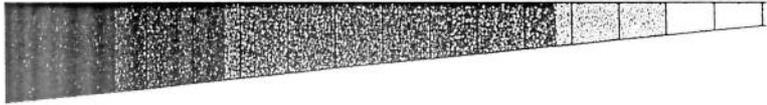
PESO TIERRAS



EMPUJE SOBRECARGA

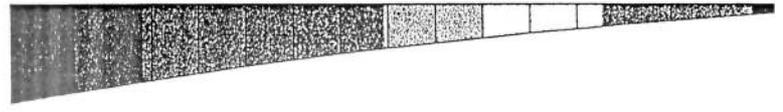


TRACCION MAXIMA EN FILA 2



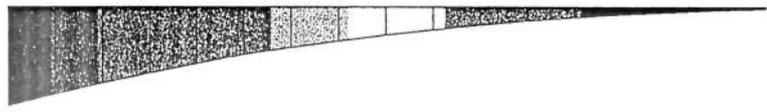
NI NJ
MIN =-39.775
ELEM=15
MAX =-.626E-12
ELEM=35
-39.775
-35.356
-30.936
-26.517
-22.097
-17.678
-13.258
-8.839
-4.419
-.625E-12

TRACCION MAXIMA EN FILA 2



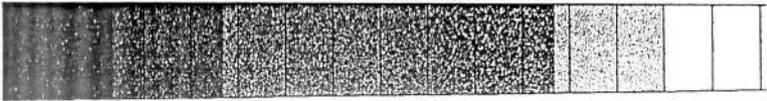
Q1 QJ
MIN =-54.864
ELEM=15
MAX =-.878E-11
ELEM=35
-54.864
-48.768
-42.672
-36.576
-30.48
-24.384
-18.288
-12.192
-6.096
-.878E-11

TRACCION MAXIMA EN FILA 2



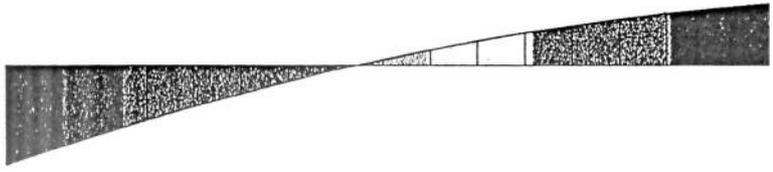
M1 MU
MIN =-81.53
ELEM=15
MAX =.614E-11
ELEM=35
-81.53
-72.471
-63.412
-54.353
-45.294
-36.235
-27.177
-18.118
-9.059
.614E-11

COMPRESION MAXIMA EN FILA 2



NI	NJ
MIN	-243.325
ELEM=15	
MAX	-203.55
ELEM=35	
	-243.325
	-238.906
	-234.486
	-230.067
	-225.647
	-221.228
	-216.808
	-212.389
	-207.969
	-203.55

COMPRESION MAXIMA EN FILA 2



Q1	QJ
MIN = -11.12	
ELEM=15	
MAX = 8	
ELEM=35	
-11.12	
-8.996	
-6.871	
-4.747	
-2.622	
-.497778	
1.627	
3.751	
5.876	
8	

COMPRESION MAXIMA EN FILA 2



MI MJ
MIN = .615E-11
ELEM=35
MAX = 13.821
ELEM=22
.615E-11
1.536
3.071
4.607
6.143
7.678
9.214
10.749
12.285
13.821

COMPRESION MAXIMA EN FILA 1

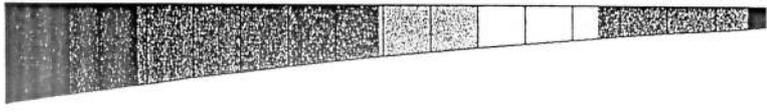
Z
X



N1	NJ
MIN	=-243.325
ELEM	=15
MAX	=-203.55
ELEM	=35

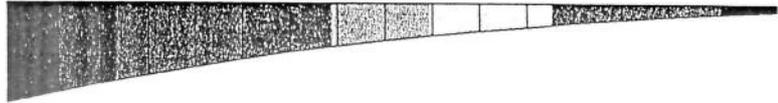
-243.325
-238.906
-234.486
-230.067
-225.647
-221.228
-216.808
-212.389
-207.969
-203.55

COMPRESION MAXIMA EN FILA 1



Q1	QJ
MIN = -62.864	
ELEM=15	
MAX = -8	
ELEM=35	
-62.864	
-56.768	
-50.672	
-44.576	
-38.48	
-32.384	
-26.288	
-20.192	
-14.096	
-8	

COMPRESION MAXIMA EN FILA 1



MI MJ
MIN =-113.53
ELEM=15
MAX =.427E-11
ELEM=35
-113.53
-100.915
-88.301
-75.687
-63.072
-50.458
-37.843
-25.229
-12.614
.426E-11

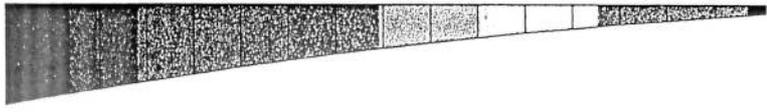
FRACCION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

Z
X



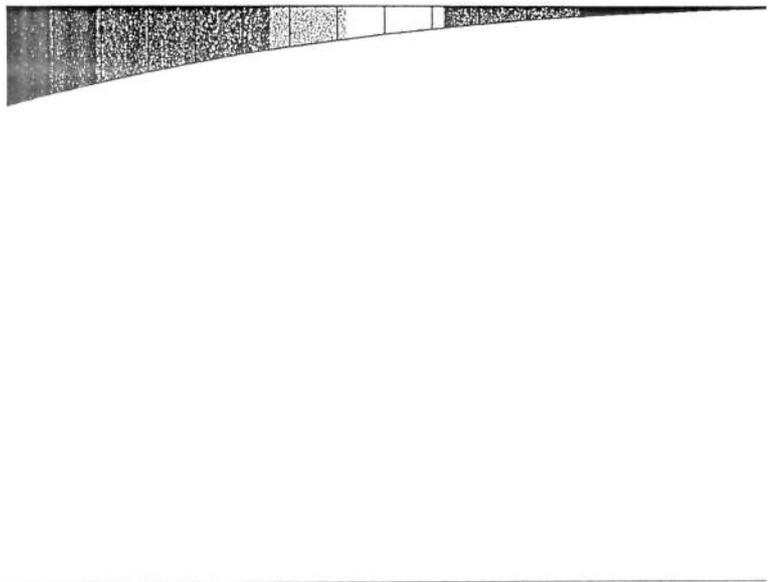
N1 NJ
MIN =-35.797
ELEM=15
MAX =-.291E-12
ELEM=35
-35.797
-31.82
-27.842
-23.865
-19.887
-15.91
-11.932
-7.955
-3.977
-.291E-12

FRACCION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2



U1 U2
MIN =-82.296
ELEM=15
MAX =-.136E-10
ELEM=35
-82.296
-73.152
-64.008
-54.864
-45.72
-36.576
-27.432
-18.288
-9.144
-.136E-10

TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2



M1 MU
MIN = -122.295
ELEM=15
MAX = .936E-11
ELEM=35
-122.295
-108.706
-95.118
-81.53
-67.942
-54.353
-40.765
-27.177
-13.588
.935E-11

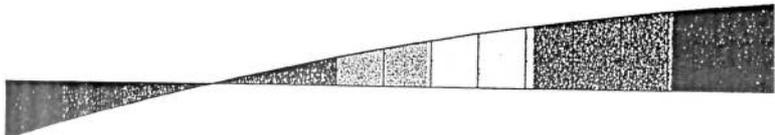
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2



N1	NJ
MIN	=-340.596
ELEM	=15
MAX	=-286.9
ELEM	=35
	-340.596
	-334.63
	-328.664
	-322.697
	-316.731
	-310.765
	-304.799
	-298.832
	-292.866
	-286.9

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

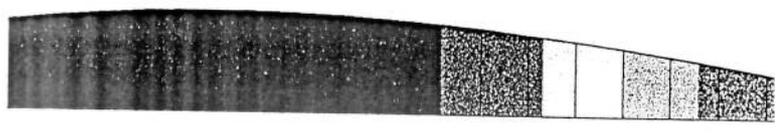
X
Z



QI	QJ
MIN = -7.12	
ELEM=15	
MAX = 12	
ELEM=35	
-7.12	
-4.996	
-2.871	
-.746667	
1.378	
3.502	
5.627	
7.751	
9.876	
12	

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2

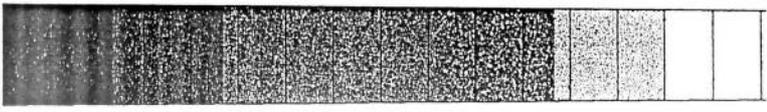
Z
X



MI	MJ
MIN =	.686E-11
ELEM=	35
MAX =	25.391
ELEM=	18
	.686E-11
	2.821
	5.642
	8.464
	11.285
	14.106
	16.927
	19.749
	22.57
	25.391

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 1

Z
X



NI	NJ
MIN	=-340.596
ELEM=15	
MAX	=-286.9
ELEM=35	
-340.596	
-334.63	
-328.664	
-322.697	
-316.731	
-310.765	
-304.799	
-298.832	
-292.866	
-286.9	

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 1

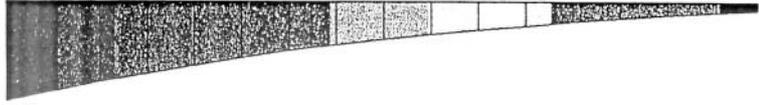
Z
X



V1	MIN = -94.296
V2	ELEM=15
	MAX = -12
	ELEM=35
	-94.296
	-85.152
	-76.008
	-66.864
	-57.72
	-48.576
	-39.432
	-30.288
	-21.144
	-12

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 1

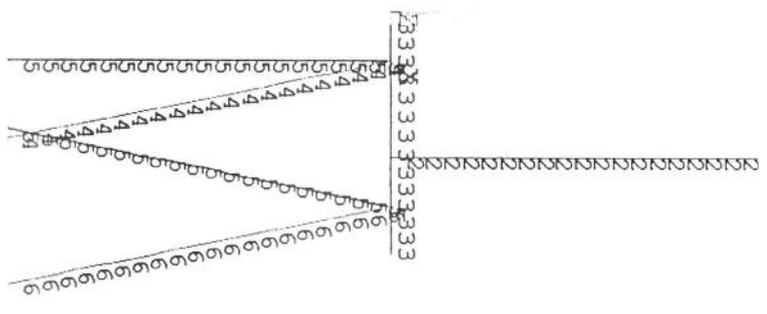
X

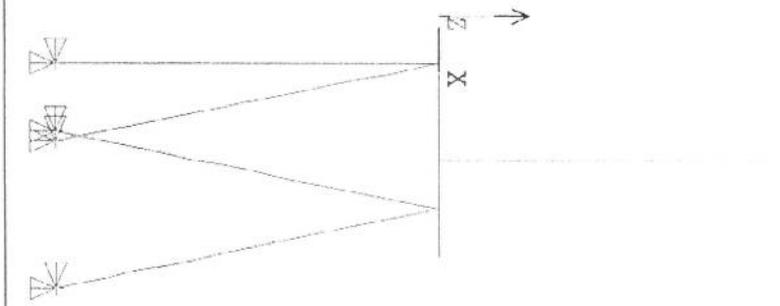


MIN = -170.295
ELEM=15
MAX = .645E-11
ELEM=35
-170.295
-151.373
-132.452
-113.53
-94.608
-75.687
-56.765
-37.843
-18.922
.648E-11

ESTRIBO III

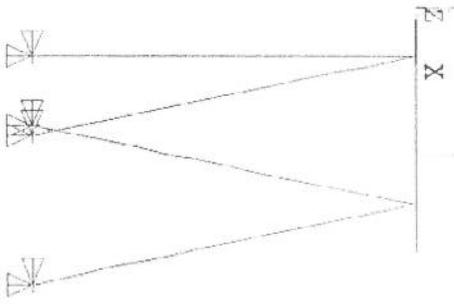
ALTURA TOTAL = 6.40 METROS



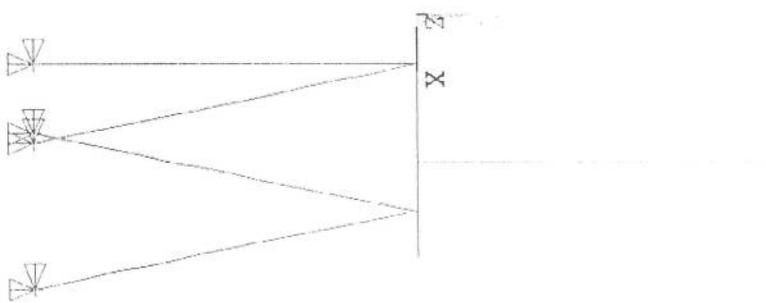


pp

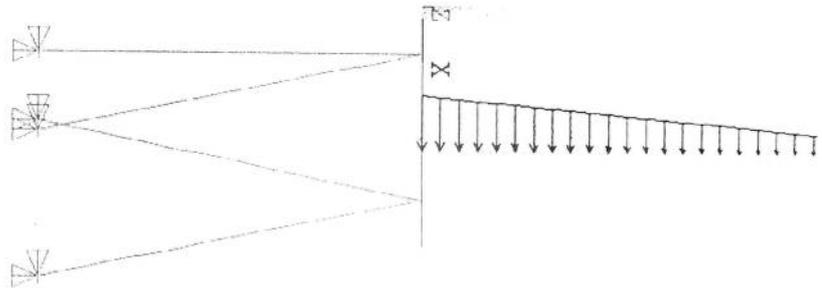
REACCION VERTICAL



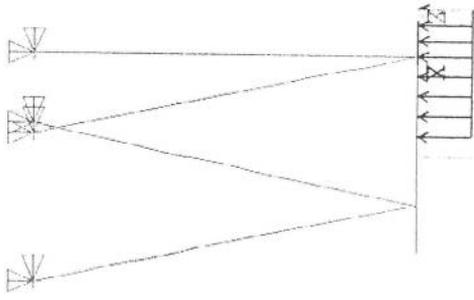
REACCION HORIZONTAL



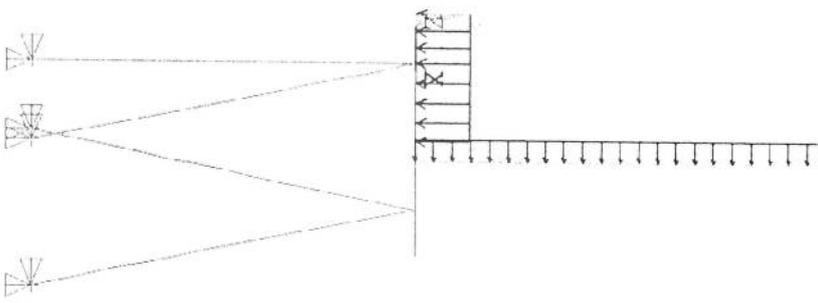
EMPUJE TIERRAS



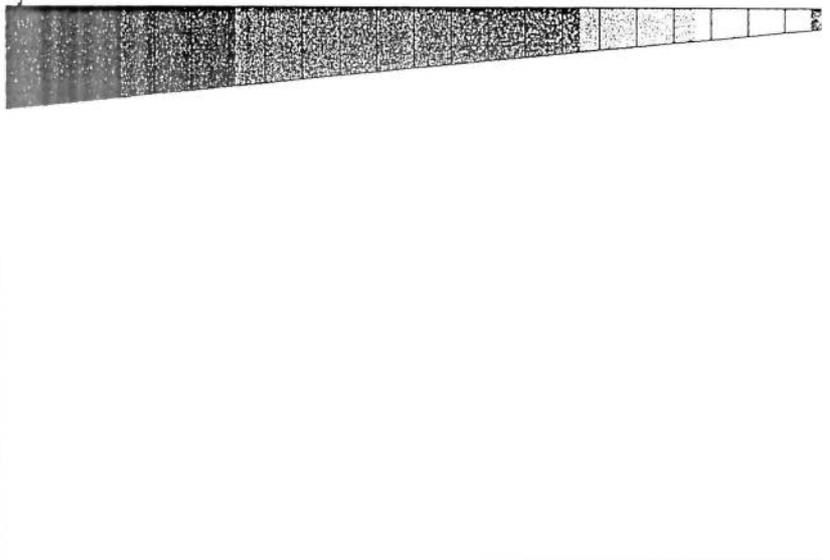
PESO TIERRAS



EMPUJE SOBRECARGA

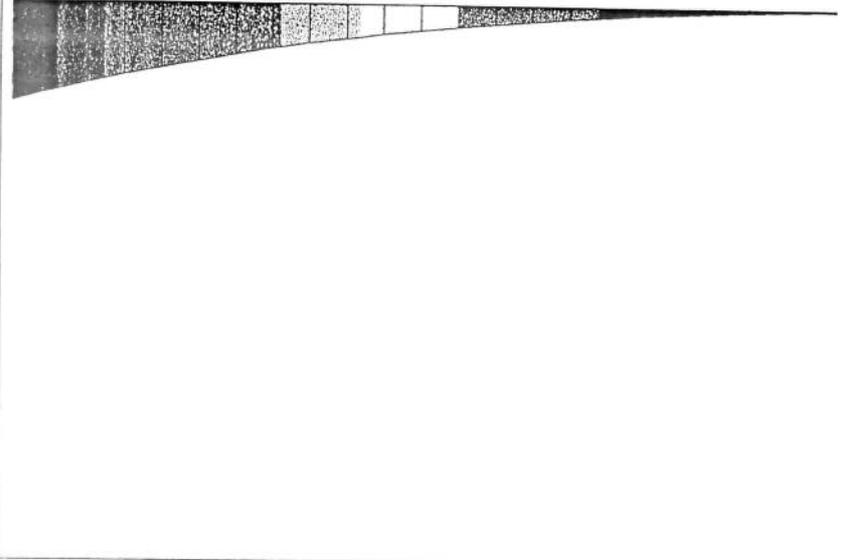


TRACCION MAXIMA MAYORADA EN F



1.11E-10
NJ
MIN = -48.657
ELEM=20
MAX = -.802E-12
ELEM=47
-48.657
-43.251
-37.844
-32.438
-27.032
-21.625
-16.219
-10.813
-5.406
-.803E-12

TRACCION MAXIMA MAYORADA EN F

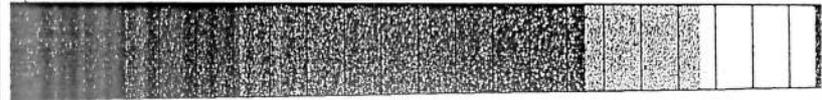


TIME=10
MI MJ
MIN =-282.483
ELEM=20
MAX =.331E-11
ELEM=47

-282.483
-251.096
-219.709
-188.322
-156.935
-125.548
-94.161
-62.774
-31.387
.330E-11

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN

2



NI NJ

MIN = -359.886

ELEM=20

MAX = -286.9

ELEM=47

- 359.886
- 351.776
- 343.667
- 335.557
- 327.448
- 319.338
- 311.229
- 303.119
- 295.01
- 286.9

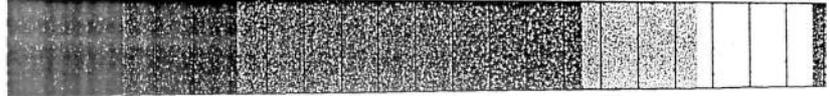
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN FILA 2



1 LME=11
MI MJ
MIN =-.691E-14
ELEM=47
MAX =25.231
ELEM=31
-.691E-14
2.803
5.607
8.41
11.214
14.017
16.821
19.624
22.428
25.231

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN

1



TIME=12

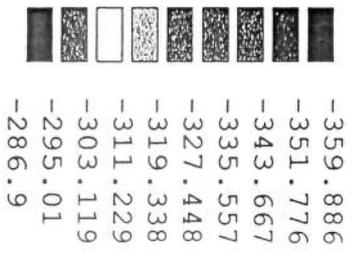
NI NJ

MIN =-359.886

ELEM=20

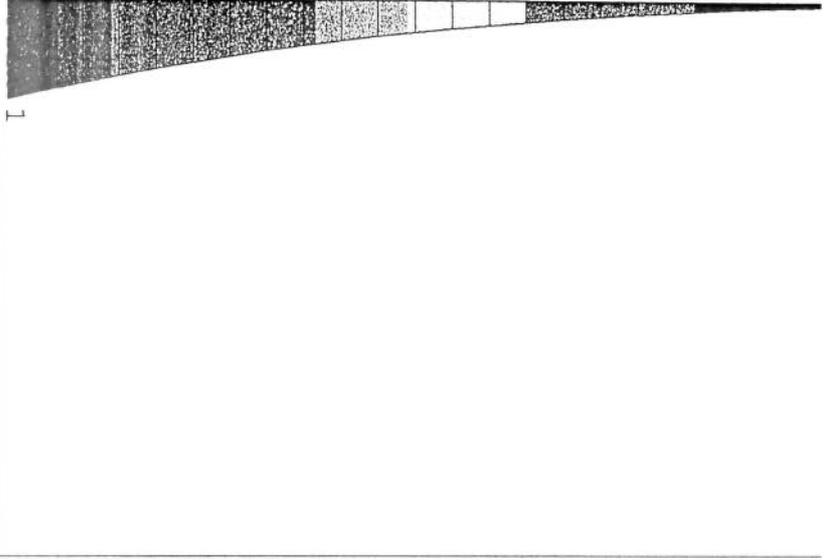
MAX =-286.9

ELEM=47



COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN

1



1.176E-11 MJ

MIN = -347.629

ELEM=20

MAX = -.177E-11

ELEM=47

- 347.629
- 309.004
- 270.378
- 231.753
- 193.127
- 154.502
- 115.876
- 77.251
- 38.625
- .176E-11

APÉNDICE N° 8.3

PUENTE DE INDUSTRIAS NACON

PUENTE DE INDUSTRIAS NACON

INDICE

- 1.- BASES DEL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
- 2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES
- 3.- DIMENSIONAMIENTO DEL TABLERO
- 4.- DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBOS
- 4.- DIMENSIONAMIENTO DE MICROPILOTES
- 5.- ANEJO DE SALIDA NUMÉRICA
- 6.- ANEJO DE SALIDA GRÁFICA

1.- BASES DEL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

1.1.- Acciones

Las acciones consideradas son las prescritas en la vigente "IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras" (Ministerio de Fomento 1998).

Se enumeran a continuación:

- Peso propio: Se adopta una densidad del hormigón 2500 Kg/m^3 .
- Carga permanente: 10 kN/m de cada una de las aceras e impostas y 2 kN/m^2 de aglomerado.
- Sobrecarga de uso repartida: 4 kN/m^2
- Carro de la instrucción de 600 kN .
- Emp. del terreno: Densidad tierras. 2000 Kg/m^3 y ángulo de rozamiento interno 30° .

En cuanto a la acción sísmica, por tratarse de una construcción de Normal Importancia y ser la aceleración sísmica de cálculo inferior a $0,06g$ según la Norma de Construcción Sismorresistente Española, no se ha considerado su efecto.

1.2.- Solicitaciones y dimensionamiento

El tablero se materializa por medio de vigas prefabricadas de hormigón pretensado, de sección en T y una losa de unión de hormigón armado.

Para la obtención de las sollicitaciones del tablero se ha utilizado un modelo de emparrillado, del que se obtienen los diversos esfuerzos longitudinales necesarios para su dimensionamiento, también se obtienen, con el mismo modelo, los esfuerzos transversales. La excentricidad de los esfuerzos debidos al carro quedan reflejadas por el propio modelo de emparrillado.

Para los esfuerzos en los estribos se realiza un modelo hiperestático plano para el encaje de las dimensiones y la obtención de los diversos esfuerzos para cada hipótesis de carga. Se aplican las características mecánicas y de materiales correspondientes. Dado que el terreno competente para las cimentaciones está a una profundidad de unos 3 a 4 metros, se transmitirán las cargas al terreno mediante micropilotes.

Se han seguido las recomendaciones de las Instrucciones Españolas EHE, para el dimensionamiento estructural.

1.3.- Características de los materiales y coeficientes de seguridad adoptados.

Hormigón en vigas prefabricadas:	HP-45
Hormigón en losa del tablero:	HA-25
Hormigón en alzados de estribos:	HA-25
Hormigón en cimentaciones:	HA-25
Hormigón en limpieza de cimentaciones:	HM-15
Coef. de minoración de resistencia del hormigón:	1.5
Acero pasivo:	B 500 s
Coef. de minoración de resistencia del acero:	1.15
Control de ejecución:	Intenso
Coef. de mayoración de acciones control intenso:	
Pesos propios y cargas permanentes	1.35
Sobrecargas de uso	1.50

En Santander, Noviembre de 1999

Fdo:Rafael Díez Almagro

Fdo:José R. González de Cangas

Fdo:Domingo Lorenzo Esperante

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Casos de Carga en Tablero

- Peso propio.
- Super-estructura.
- Sobrecarga en todo el tablero.
- Carro con excentricidad máxima en centro luz actuando sobre vigas.
- Carro con excentricidad máxima en apoyos sobre vigas.
- Carro con excentricidad máxima en centro luz actuando sobre losa.

Con estos estados de carga y los coeficientes de mayoración de cargas adoptados para control intenso, se obtiene el momento de diseño en centro luz y el cortante de diseño en apoyos.

Casos de Carga en Estribo

- Peso propio.
- Carga unitaria vertical.
- Carga unitaria horizontal.
- Empuje del relleno del trasdós.
- Empuje de sobrecarga en trasdós de 10.0 kN/m^2 .

Con estos estados de carga, los coeficientes de mayoración de cargas adoptados para control intenso y las reacciones del tablero se obtienen los axiles máximos y mínimos en cada fila de micropilotes en servicio y en estado límite último. También se obtienen las sollicitaciones de diseño en el muro y encepado del estribo.

Se han considerado coeficientes de empuje mayorados para las tierras de 0.50 y 0.15 en las hipótesis de empuje máximo y mínimo respectivamente

Tipos de elementos finitos:

En TABLERO

BEAM4 3-D ELASTIC BEAM

En ESTRIBO

BEAM3 2-D ELASTIC BEAM

Grados de libertad

UX UY UZ ROTX ROTY ROTZ

Características geométricas y mecánicas

Del tablero, variables entre:

VIGA CENTRAL

Area	= 0.5549	m ²
Iyy	= 0.0724	m ⁴
Ixx	= 0.0073	m ⁴
Canto	= 1.0500	m

VIGA EXTREMA

Area	= 0.4746	m ²
Iyy	= 0.0664	m ⁴
Ixx	= 0.0058	m ⁴
Canto	= 1.0500	m

ELEMENTO TRANSVERSAL

Area	= 0.3393	m ²
Iyy	= 0.0018	m ⁴
Ixx	= 0.0035	m ⁴
Canto	= 0.2500	m

Se ha adoptado un coeficiente de homogeneización

$$n = \sqrt[3]{\frac{45}{25}} = 1.216$$

Propiedades de los materiales

Hormigón

Ec =	2.48 E+08 kN/m ²
Coef. de Poisson =	0.20
DENS =	2500 Kg/m ³

3.- DIMENSIONAMIENTO DEL TABLERO

El cálculo se ha realizado con un modelo de emparrillado, obteniéndose y dimensionándose los diversos

esfuerzos longitudinales y transversales tanto frente a E.L. de Servicio como E.L. últimos del tablero.

4.- DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBOS

Se obtienen por medio de un modelo plano de elementos finitos, los esfuerzos en servicio y estado límite último.

Se han considerado los dos estribos, de 4.50 m y 5.90 m de altura total.

5.- DIMENSIONAMIENTO DE MICROPILOTES

A partir de los esfuerzos obtenidos mediante el modelo plano se comprueba que no se alcanza el tope estructural del micropilote, y se calcula la longitud de empotramiento en roca sana.

Se ha considerado una tensión admisible por fuste de 400.0 kN/m²

6.- ANEJO DE SALIDA NUMÉRICA

6.1 Reacciones en estribos

6.2 Dimensionamiento E.L. Últimos de flexión del tablero

6.3 Dimensionamiento E.L. Últimos de flexión del estribo

6.4 Dimensionamiento E.L. Últimos de axil en micropilotes

6.5 Dimensionamiento longitud empotramiento de micropilotes

7.- ANEJO DE SALIDA GRÁFICA

CONTENIDO DE LA SALIDA GRÁFICA:

MODELO

- Nudos
- Elementos
- Tipos de secciones
- Tipos de materiales
- Hipotesis de carga
- Solicitaciones para las diversas combinaciones de cargas

SECCIONES

- Diagramas M-N

ANEJO DE SALIDA NUMERICA

ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO TABLERO - FLEXIÓN TRANSVERSAL

Separación de vigas	Ancho elemento en el emparrillado	Luz de cálculo = 20 m.
$L = 1.33$ m	$b = 1.428$ m	Ancho = 10 m.
		8 vigas doble T de 80 cm de canto

Esviaje

$$\alpha = 18.5 \cdot \frac{\pi}{180}$$

PESO PROPIO

$$p = 1.00 \cdot 0.25 \cdot 2.5 \quad p = 0.6250 \quad \text{Mp/m.}$$

LocalesEmparrilladoTotales

Mp*m/ml.

$$M_{pp_n} := \frac{-p \cdot L^2}{12} \quad M_{pp_n} = -0.0921 \quad M_n := \frac{-0.1018}{b} \quad M_{pp_n} := M_{pp_n} + M_n \quad M_{pp_n} = -0.1634$$

$$M_{pp_p} := \frac{p \cdot L^2}{24} \quad M_{pp_p} = 0.0461 \quad M_p := \frac{0.1729}{b} \quad M_{pp_p} := M_{pp_p} + M_p \quad M_{pp_p} = 0.1671$$

SUPER-ESTRUCTURA

$$q = 1.00 \cdot 0.08 \cdot 2.45 \quad q = 0.1960 \quad \text{Mp/m.}$$

LocalesEmparrilladoTotales

Mp*m/ml.

$$M_{se_n} := \frac{-q \cdot L^2}{12} \quad M_{se_n} = -0.0289 \quad M_n := \frac{-1.195}{b} \quad M_{se_n} := M_{se_n} + M_n \quad M_{se_n} = -0.8657$$

$$M_{se_p} := \frac{q \cdot L^2}{24} \quad M_{se_p} = 0.0144 \quad M_p := \frac{-0.4106}{b} \quad M_{se_p} := M_{se_p} + M_p \quad M_{se_p} = -0.2731$$

SOBRECARGA

$$s = 1.00 \cdot 0.40 \quad s = 0.4000 \quad \text{Mp/m.}$$

LocalesEmparrilladoTotales

Mp*m/ml.

$$M_{s_n} := \frac{-s \cdot L^2}{12} \quad M_{s_n} = -0.059 \quad M_n := \frac{-0.0875}{b} \quad M_{s_n} := M_{s_n} + M_n \quad M_{s_n} = -0.1202$$

$$M_{s_p} := \frac{s \cdot L^2}{24} \quad M_{s_p} = 0.0295 \quad M_p := \frac{-0.0230}{b} \quad M_{s_p} := M_{s_p} + M_p \quad M_{s_p} = 0.0134$$

CARRO DE 60 MpEmparrillado

$$M_{c_n} := \frac{-1.484}{b} \quad M_{c_n} = -1.04 \quad \text{Mp*m/ml.}$$

$$M_{c_p} := \frac{5.392}{b} \quad M_{c_p} = 3.78 \quad \text{Mp*m/ml.}$$

Características de los materiales

$$\text{Hormigón } f_{cd} = \frac{2500}{1.5}$$

$$\text{Acero } f_{yd} = \frac{5.1}{1.15}$$

Momento negativo de diseño

$$M_{d_n} := M_{pp_n} \cdot \text{if}(M_{pp_n} < 0, 1.35, 0.90) + M_{se_n} \cdot \text{if}(M_{se_n} < 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + M_{s_n} \cdot \text{if}(M_{s_n} < 0, 1.5, 0) + M_{c_n} \cdot \text{if}(M_{c_n} < 0, 1.5, 0)$$

$$M_{d_n} = -3.13 \quad \text{Mp} \cdot \text{m/ml.}$$

Canto útil flexión negativa

$$d = 0.19 - 0.04 \quad \text{m}$$

Armadura superior

$$\mu := \frac{|M_{d_n}|}{f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.08$$

$$A_s = \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s := \frac{A_s}{\cos(\alpha)} \quad A_s = 5.37 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima a disponer $n = 5 \quad \phi = 12 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 5.65 > A_s = 5.37 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Momento positivo de diseño

$$M_{d_p} := M_{pp_p} \cdot \text{if}(M_{pp_p} > 0, 1.35, 0.90) + M_{se_p} \cdot \text{if}(M_{se_p} > 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + M_{s_p} \cdot \text{if}(M_{s_p} > 0, 1.5, 0) + M_{c_p} \cdot \text{if}(M_{c_p} > 0, 1.5, 0)$$

$$M_{d_p} = 5.66 \quad \text{Mp} \cdot \text{m/ml.}$$

Canto útil flexión positiva

$$d = 0.19 - 0.02 \quad \text{m}$$

Armadura superior

$$\mu = \frac{M_{d_p}}{f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.12$$

$$A_s = \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = \frac{A_s}{\cos(\alpha)} \quad A_s = 8.85 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima a disponer $n = 5 \quad \phi = 16 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 10.05 > A_s = 8.85 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADO RIOSTRA**PESO PROPIO**

$$p = 1.00 \cdot 0.25 \cdot 2.5 \quad p = 0.6250 \quad \text{Mp/m.}$$

Locales

		<u>Emparrillado</u>	<u>Totales</u>	<u>Mp*m</u>
$M_{pp_n} := \frac{-p \cdot L^2}{12}$	$M_{pp_n} = -0.0921$	$M_n := -0.1362$	$M_{pp_n} := M_{pp_n} + M_n$	$M_{pp_n} = -0.2283$

$M_{pp_p} := \frac{p \cdot L^2}{24}$	$M_{pp_p} = 0.0461$	$M_p := 0.1729$	$M_{pp_p} := M_{pp_p} + M_p$	$M_{pp_p} = 0.2190$
--------------------------------------	---------------------	-----------------	------------------------------	---------------------

SUPER-ESTRUCTURA

$$q = 1.00 \cdot 0.08 \cdot 2.45 \quad q = 0.1960 \quad \text{Mp/m.}$$

Locales

		<u>Emparrillado</u>	<u>Totales</u>	<u>Mp*m</u>
$M_{se_n} := \frac{-q \cdot L^2}{12}$	$M_{se_n} = -0.0289$	$M_n := -0.9989$	$M_{se_n} := M_{se_n} + M_n$	$M_{se_n} = -1.0278$

$M_{se_p} := \frac{q \cdot L^2}{24}$	$M_{se_p} = 0.0144$	$M_p := 0.5698$	$M_{se_p} := M_{se_p} + M_p$	$M_{se_p} = 0.5842$
--------------------------------------	---------------------	-----------------	------------------------------	---------------------

SOBRECARGA

$$s = 1.00 \cdot 0.40 \quad s = 0.4000 \quad \text{Mp/m.}$$

Locales

		<u>Emparrillado</u>	<u>Totales</u>	<u>Mp*m</u>
$M_{s_n} := \frac{-s \cdot L^2}{12}$	$M_{s_n} = -0.059$	$M_n := -0.1067$	$M_{s_n} := M_{s_n} + M_n$	$M_{s_n} = -0.1657$

$M_{s_p} := \frac{s \cdot L^2}{24}$	$M_{s_p} = 0.0295$	$M_p := 0.0659$	$M_{s_p} := M_{s_p} + M_p$	$M_{s_p} = 0.0954$
-------------------------------------	--------------------	-----------------	----------------------------	--------------------

CARRO DE 60 Mp**Emparrillado**

$M_{c_n} := \frac{10 \cdot L}{8}$	$M_{c_n} = -1.66$	<u>Mp*m</u>
-----------------------------------	-------------------	--------------------

$M_{c_p} := \frac{10 \cdot L}{4}$	$M_{c_p} = 3.33$	<u>Mp*m</u>
-----------------------------------	------------------	--------------------

Momento negativo de diseño

$$Md_n = Mpp_n \cdot \text{if}(Mpp_n < 0, 1.35, 0.90) + Mse_n \cdot \text{if}(Mse_n < 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + Ms_n \cdot \text{if}(Ms_n < 0, 1.5, 0) + Mc_n \cdot \text{if}(Mc_n < 0, 1.5, 0)$$

$$Md_n = -4.44 \quad Mp \cdot m$$

Canto útil flexión negativa

$$d = 0.19 - 0.04 \quad m$$

Armadura superior

$$\mu := \frac{|Md_n|}{fcd \cdot d^2} \quad \mu = 0.12$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{fcd}{fyd} \quad As = 7.46 \quad cm^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 10$ $\phi := 16$ por metro

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 20.11 > As = 7.46 \quad cm^2$$

Momento positivo de diseño

$$Md_p = Mpp_p \cdot \text{if}(Mpp_p > 0, 1.35, 0.90) + Mse_p \cdot \text{if}(Mse_p > 0, 1.35, 0.90) \dots \\ + Ms_p \cdot \text{if}(Ms_p > 0, 1.5, 0) + Mc_p \cdot \text{if}(Mc_p > 0, 1.5, 0)$$

$$Md_p = 6.21 \quad Mp \cdot m$$

Canto útil flexión negativa

$$d = 0.19 - 0.02 \quad m$$

Armadura superior

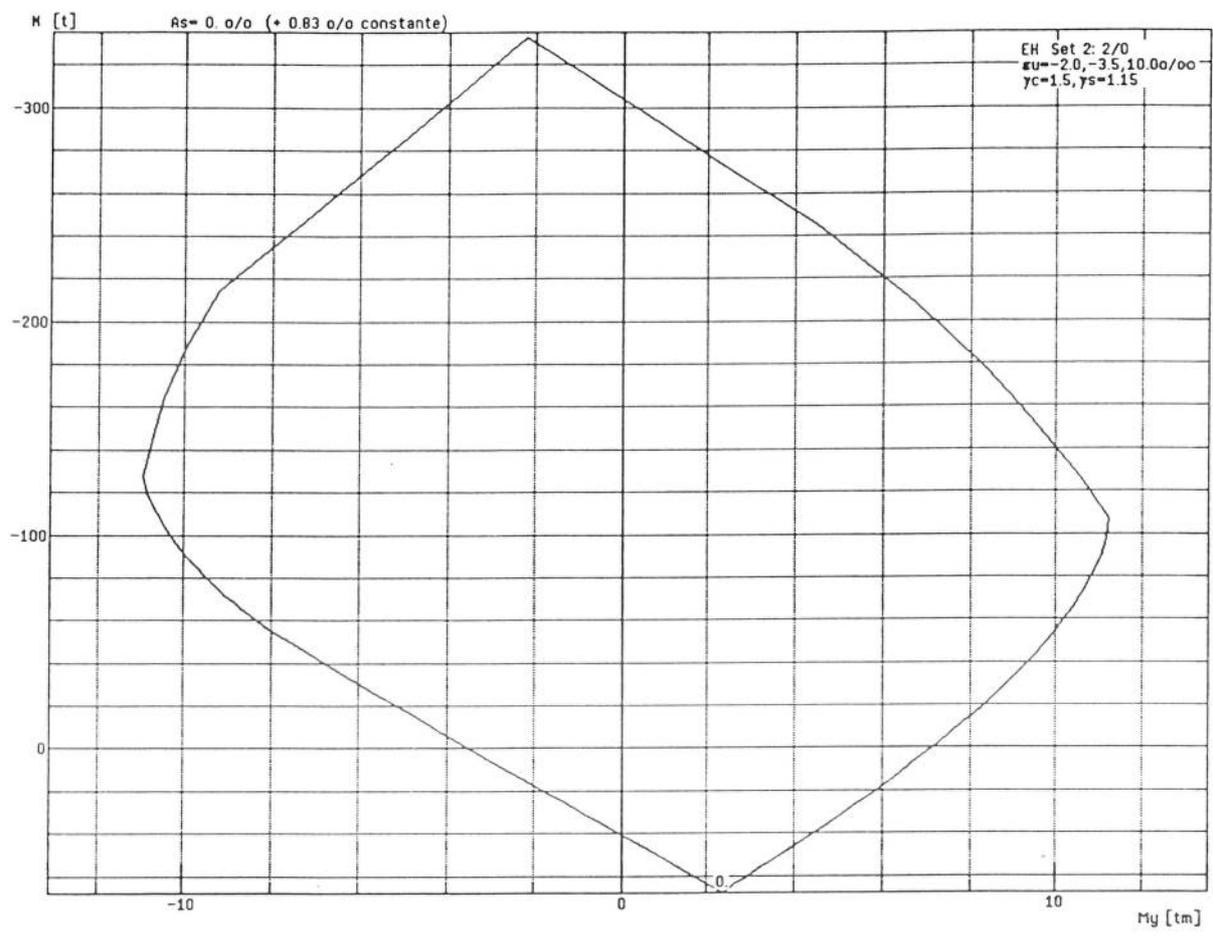
$$\mu := \frac{Md_p}{fcd \cdot d^2} \quad \mu = 0.13$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot d \cdot \frac{fcd}{fyd} \quad As = 9.31 \quad cm^2$$

Armadura mínima a disponer $n = 10$ $\phi = 16$ por metro

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 20.11 > As = 9.31 \quad cm^2$$

N-My-Diagramm, Querschnitt "LOSA2"

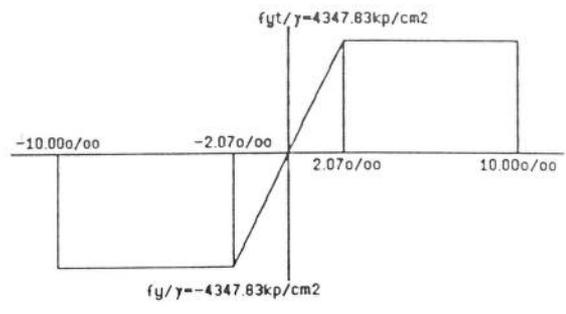
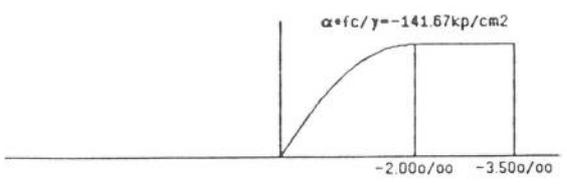


Material acorde a la sección: "LOSA2"

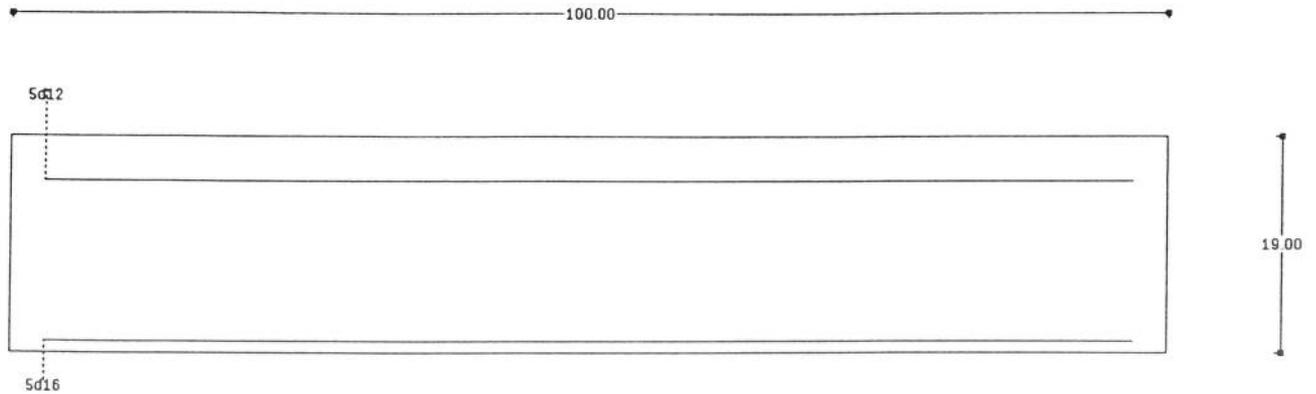
B.Set:2

H250

AEH500



Sección LOSA2



Contorno de sección parcial, Sección "LOSA2" (con coef. homogeneiz.)

Sección parcial	Material	w	*ax[cm2]	*u[cm]	*ix[cm4]	Nr
CS 1	H250	1.00	1900.000	238.000	201268.9	1)
Puntos de contorno [cm]:						
1	0.00	0.00	2	100.00	0.00	3
4	0.00	19.00	5	0.00	0.00	

Armadura "B1" As-tot =15.71 cm2 (0.83 o/o)

Nombre / Sección	Material	w	Cód.	A[cm2]	y[cm]	z [cm]
LR 2 / CS 1	AEH500	1.0	0	5.65	3.00	15.00
					97.00	15.00
LR 1 / CS 1	AEH500	1.0	0	10.05	3.00	1.00
					97.00	1.00

PUENTE NAÇÓN - REACCIONES ESTRIBO

reacciones.txt

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	14.151
16	14.227
31	14.289
46	14.278
61	14.249
76	14.159
91	12.058
106	12.915

TOTAL VALUES
VALUE 110.33 *PP.*

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 2 SUBSTEP= 1
TIME= 2.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	4.5821
16	3.5676
31	3.1025
46	2.9886
61	3.4312
76	3.4892
91	7.0606
106	7.9781

TOTAL VALUES
VALUE 36.200 *S.E*

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 3 SUBSTEP= 1
TIME= 3.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	5.1247
16	5.0529
31	5.0291
46	5.0145
61	5.0473
76	5.0228
91	4.6685
106	5.0402

TOTAL VALUES
VALUE 40.000 *S.C.*

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 4 SUBSTEP= 1
TIME= 4.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	6.7030
16	5.9249
31	5.3837

REACCION MÁXIMA

PP.	110.33	11P
SE	36.22	11P
S.C.	40.00	11P
CARRO	52.35	11P
	<hr/>	
	228.9	11P

reacciones.txt

46	3.9634
61	1.8352
76	1.3182
91	7.8881
106	-3.0167

TOTAL VALUES
VALUE 30.000

CARDO M_{MAX}

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 5 SUBSTEP= 1
TIME= 5.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	19.853
16	19.711
31	6.4251
46	1.4302
61	0.35261
76	0.27907
91	5.5251
106	-1.2212

TOTAL VALUES
VALUE 52.354

CARDO Q_{MAX}

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 6 SUBSTEP= 1
TIME= 6.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	6.0664
16	5.5939
31	5.5476
46	4.9114
61	2.9711
76	2.2969
91	5.4929
106	-2.8803

TOTAL VALUES
VALUE 30.000

CARDO $N_{TRANSVERSAL MAX}$

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 7 SUBSTEP= 1
TIME= 7.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	43.718
16	41.024
31	39.563
46	37.225
61	34.707
76	33.859
91	45.704
106	32.438

TOTAL VALUES
VALUE 308.24

M_{MAX} CENTRO LOZ MAYORADO

***** POST1 TOTAL REACTION CALCULATION LISTING **

LOAD STEP= 8 SUBSTEP= 1

reacciones.txt
TIME= 8.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X,Y,Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	63.443
16	61.703
31	41.125
46	33.425
61	32.483
76	32.301
91	42.159
106	35.131

TOTAL VALUES
VALUE 341.77

Q MAX APOYOS MAYORAES.

Variaciones térmicas: $e := \frac{2 \cdot A}{u} \cdot 100$ $e = 23.96$ cm

$$\Delta := 20 - 0.75 \cdot \sqrt{e} \quad \Delta = 16.33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_2 := \Delta \cdot 1 \cdot 10^{-5}$$

$$\varepsilon_2 = 1.63 \times 10^{-4}$$

Fluencia: $e := \alpha \cdot \frac{2 \cdot A}{u} \cdot 100$ $e = 35.95$ cm

Según EP-93 (Págs. 102 a 105):

Edad del hormigón en el momento de la puesta en carga: $j := 1$ días

$$\beta_a := 0.8 \cdot \left(1 - \frac{j^{0.75}}{j^{0.75} + 5.5} \right) \quad \beta_a = 0.68$$

$$\varphi_{01} := 2.0 \quad (\text{en atmósfera de humedad media})$$

$$\varphi_{02} := 1.12 \cdot \frac{e + 31}{e + 17} \quad \varphi_{02} = 1.42$$

$$\beta_t := 0.73 \quad \beta_j := 1.0$$

$$\varphi_t := \beta_a + \varphi_{01} \cdot \varphi_{02} \cdot \beta_t + 0.4 \cdot \beta_j \quad \varphi_t = 3.14$$

Tensión media en el tablero $\sigma := 900$ Mp/m²

$$f_{ck} := 3500 \text{ Mp/m}^2 \quad E_c := 19000 \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{10}}$$

$$\varepsilon_3 := (1 + \varphi_t) \cdot \frac{\sigma}{E_c} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\varepsilon_3 = 5.25 \times 10^{-4}$$

(Suponemos que las vigas desarrollan el 50% antes de llegar a obra)

Total deformaciones impuestas $(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \cdot 10^3 = 0.93$ mm/m

Frenado

Ancho de tablero $b_t := 8.00$ m

Largo total de tablero $L_{tot} := \sum_{v=1}^N L_v$ $L_{tot} = 19.00$ m

$$\text{Fuerza total debida al frenado} \quad F_f := \frac{1}{20} \cdot (bt \cdot L_{\text{tot}} \cdot 0.40 + 60)$$

$$F_f := \text{if}(F_f < 2 \cdot bt, 2 \cdot bt, F_f)$$

$$F_f = 16.00 \quad \text{Mp}$$

Viento sobre tablero

$$\text{Canto neto del tablero} \quad S_n := 0.8 + 0.25 + 4 \cdot 0.1 \quad S_n = 1.45 \quad \text{m}$$

$$\text{Canto bruto del tablero} \quad S_t := 1.10 + 2 \cdot 1.5 \quad S_t = 4.10 \quad \text{m}$$

$$\text{Presión básica horizontal del viento} \quad p_v := 154 \cdot \left(2 - 0.7 \cdot \frac{S_n}{S_t} \right) \quad p_v = 269.88 \quad \text{Kp/m}^2$$

$$q := p_v \cdot S_n \quad q = 391.32 \quad q := \text{if}(q < 400, 400, q) \quad q = 400.00 \quad \text{Kp/m}$$

$$\text{Empuje total del viento} \quad F_v := L_{\text{tot}} \cdot q \cdot 0.001 \quad F_v = 7.60 \quad \text{Mp}$$

Fuerza centrífuga

$$\text{Radio de curvatura en planta} \quad \text{Radio} := 10^6 \quad \text{m}$$

$$\text{Velocidad específica} \quad V := 100 \quad \text{Km/h}$$

$$Q := bt \cdot L_{\text{tot}} \cdot 0.40 + 60 \quad Q = 120.80$$

$$K := \frac{3000}{V^2 + 3000}$$

$$F_c := K \cdot Q \cdot \frac{V^2}{(127 \cdot \text{Radio})} \quad F_c = 0.00 \quad \text{Mp}$$

APOYO DERECHO DE ESTRIBO 1

Acción	Reacción	ap := 1 Ncasos := 4
Peso Propio	R ₁ := 14.29	
Superestructura	R ₂ := 7.99	
Sobrecarga repartida	R ₃ := 5.04	
Carro R máxima	R ₄ := 19.85	

Reacción máxima en ELS

$$R_{\max} := \sum_{i=1}^{N_{\text{casos}}} R1_i \quad R_{\max} = 47.17 \quad \text{Mp}$$

Reacción mínima en ELS

$$R_{\min} := R1_1 + R1_2 \quad R_{\min} = 22.28 \quad \text{Mp}$$

Reacción máxima en ELU

$$R_{d\max} := 1.5 \cdot R_{\max} \quad R_{d\max} = 70.75 \quad \text{Mp}$$

Reacción mínima en ELU

$$R_{d\min} := 1.5 \cdot R_{\min} \quad R_{d\min} = 33.42 \quad \text{Mp}$$

Dimensionamiento y comprobación

Tipo de apoyos (Neopreno zunchado)

Probar neopreno : $A1_{\text{ap}} = 200.00 \text{ mm}$ (longitudinal)
 $B1_{\text{ap}} = 250.00 \text{ mm}$ (transversal)
 $E1_{\text{ap}} = 29.00 \text{ mm}$ (espesor neto)

Tensiones máximas y mínimas

$$\sigma_{\max} := \frac{R_{\max}}{A1_{\text{ap}} \cdot B1_{\text{ap}}} \cdot 10^6 \quad \sigma_{\max} = 943.40 \quad \text{Mp/m}^2 < 1250 \text{ Mp/m}^2$$

$$\sigma_{\min} := \frac{R_{\min}}{A1_{\text{ap}} \cdot B1_{\text{ap}}} \cdot 10^6 \quad \sigma_{\min} = 445.60 \quad \text{Mp/m}^2 > 300 \text{ Mp/m}^2$$

Distorsión máxima

Distancia al punto de movimiento nulo

$$\text{dist} := \left[\text{ap} \neq 1, \left| \frac{L_{\text{tot}}}{2} - \sum_{i=1}^{\text{ap}-1} L_i \right|, \frac{L_{\text{tot}}}{2} \right]$$

$$\text{dist} = 0.50 \text{ m}$$

Deformaciones impuestas

$$\delta := \text{dist} \cdot (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \quad \delta = 0.009 \quad \text{m} \quad (\text{longitudinal})$$

$$\delta t := 0.0 \quad \delta t = 0.000 \quad \text{m} \quad (\text{transversal})$$

Frenado

$$R_f := F_f \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N_{ap}} \frac{n_i \cdot (A1_i \cdot B1_i)}{E1_i}} \cdot \frac{A1_{ap} \cdot B1_{ap}}{E1_{ap}} \quad R_f = 1.14 \quad \text{Mp / apoyo}$$

Viento

$$R_v := F_v \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N_{ap}} \frac{n_i \cdot (A1_i \cdot B1_i)}{E1_i}} \cdot \frac{A1_{ap} \cdot B1_{ap}}{E1_{ap}} \quad R_v = 0.54 \quad \text{Mp / apoyo}$$

Fuerza centrífuga

$$R_c := F_c \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{N_{ap}} \frac{n_i \cdot (A1_i \cdot B1_i)}{E1_i}} \cdot \frac{A1_{ap} \cdot B1_{ap}}{E1_{ap}} \quad R_c = 0.00 \quad \text{Mp / apoyo}$$

$$\tan \gamma_L := \frac{\delta \cdot 1000}{E1_{ap}} + \frac{R_f}{A1_{ap} \cdot B1_{ap} \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{200} \quad \tan \gamma_L = 0.419$$

$$\tan \gamma_T := \frac{\delta t \cdot 1000}{E1_{ap}} + \frac{R_c + R_v}{A1_{ap} \cdot B1_{ap} \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{200} \quad \tan \gamma_T = 0.054$$

$$\sqrt{\tan \gamma_L^2 + \tan \gamma_T^2} = 0.42 < 0.7$$

En estado permanente

$$\sqrt{\left(\frac{\delta \cdot 1000}{E1_{ap}}\right)^2 + \left(\frac{\delta t \cdot 1000}{E1_{ap}}\right)^2} = 0.31 < 0.5$$

Se adopta un giro menor de 0.01 radianes por tratarse de elementos prefabricados.

ESTRIBO I

ENCAUZAMIENTO RIO ASUA - PUENTE NACON

ALTURA DE ESTRIBO 4.90 M.

RESUMEN AXILES POR FILA Y PILOTE

		VALORES EN SERVICIO POR FILA					
ELEM	PILOTES	TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
		AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
45	7.00	62.48	-2.15	-182.21	-0.71	24.91	-2.01
65	2.00	-67.16	-0.64	-68.30	-0.24	-78.27	-0.60
86	7.00	182.29	-1.80	-68.21	-0.53	100.44	-1.71
107	9.00	-524.48	-2.68	-252.00	-1.09	-636.82	-2.50

		VALORES EN SERVICIO POR PILOTE					
ELEM	PILOTES	TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
		AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
45	7.00	8.93	-0.31	-26.03	-0.10	3.56	-0.29
65	2.00	-33.58	-0.32	-34.15	-0.12	-39.13	-0.30
86	7.00	26.04	-0.26	-9.74	-0.08	14.35	-0.24
107	9.00	-58.28	-0.30	-28.00	-0.12	-70.76	-0.28

SERVICIO	
AXIL MAX.	26.04
AXIL MIN.	-70.76

		VALORES EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO					
ELEM	PILOTES	TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
		AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
45	7.00	124.63	-3.26	-243.11	-0.59	49.69	-3.03
65	2.00	-94.00	-0.94	-79.71	-0.22	-114.74	-0.89
86	7.00	304.40	-2.86	-126.65	-0.38	164.46	-2.62
107	9.00	-762.66	-3.91	-279.35	-1.06	-944.03	-3.74

		VALORES EN ESTADO LIMITE ULTIMO POR PILOTE					
ELEM	PILOTES	TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
		AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
45	7.00	17.80	-0.47	-34.73	-0.08	7.10	-0.43
65	2.00	-47.00	-0.47	-39.86	-0.11	-57.37	-0.45
86	7.00	43.49	-0.41	-18.09	-0.05	23.49	-0.37
107	9.00	-84.74	-0.43	-31.04	-0.12	-104.89	-0.42

ESTADO LIMITE ULTIMO	
AXIL MAX.	43.49
AXIL MIN.	-104.89



CÁLCULO AXIL MÁXIMO POR PILOTE

Fila nº 1

Axiles de cálculo

$$N_d = 105 \quad \text{Mp}$$

$$N_s = 71 \quad \text{Mp}$$

Diámetro del micropilote

$$\phi_p = 0.20 \quad \text{m}$$

Tensión admisible por fuste

$$\tau = \frac{45}{1.5} \quad \text{Mp/m}^2$$

Tensión admisible por punta en

$$q_{adm} = 200 \quad \text{Mp/m}^2$$

Luz de cálculo = 20 m.

Ancho = 11.20 m.

8 vigas doble T de 80 cm de canto

Altura total = 5.90 m.

Cálculo longitud de empotramiento:

$$L = \frac{|N_d| - \frac{\pi \cdot \phi_p^2}{4} \cdot q_{adm}}{\pi \cdot \phi_p \cdot \tau}$$

$$L = 5.24 \quad \text{m}$$

Comprobación en rotura:

Tope estructural (supuesta armadura de 1 ϕ 40 + tubo de ϕ 127 x 8)

Compresión:

$$N_{uc} = \left[\pi \cdot \left(\frac{0.127 - 0.008}{2} \right)^2 \cdot \frac{0.85 \cdot 2500}{1.7} \right] + \left(12.57 \cdot \frac{5.1}{1.15} \right) + \left[\pi \cdot \left[\left(\frac{12.7}{2} \right)^2 - \left(\frac{12.7 - 2 \cdot 0.8}{2} \right)^2 \right] \cdot \frac{2.6}{1.15} \right]$$

(lechada) (armadura) (tubo)

$$N_{uc} = 137.27 \quad > \quad N_d = 105$$

Adoptamos para todos los micropilotes un valor de 5.50 m.

ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO MURO ESTRIBO**Características de los materiales**

$$\text{Hormigón } f_{cd} := \frac{2500}{1.5} \quad \text{Mp/m}^2$$

$$\text{Acero } f_{yd} := \frac{5.1}{1.15} \quad \text{Mp/cm}^2$$

Luz de cálculo = 20 m.
 Ancho = 11.20 m.
 8 vigas doble T de 80 cm de canto
 Altura total = 5.90 m.

Momento maximos mayorados y axiles concomitantes

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes trasdós $Md_1 := 302.1$ Mp*m $Nd_1 := 61.6$ Mp

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes trasdós $Md_2 := -21.2$ Mp*m $Nd_2 := 434.2$ Mp

Hipótesis 3 máxima compresión en pilotes intradós $Md_3 := 361.0$ Mp*m $Nd_3 := 434.2$ Mp

$$Md := 361.0 \quad \text{Mp*m}$$

$$Nd := 0 \quad \text{Mp}$$

Ancho sección	Canto sección	Largo	Canto útil
$b := 11.20$ m	$h := 0.50$ m	$a := 2.5$ m	$d := h - 0.055$ m

Armatura vertical

$$\mu := \frac{Md}{b \cdot f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.1$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad As := \text{if} \left(As < 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, As \right) \quad As = 200.79 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima a disponer $n := 6.667$ $\phi := 20$ por metro

$$b \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 234.58 > As = 200.79 \quad \text{cm}^2$$

Armatura horizontal (mínimo EHE)

$$As := 15.71 \quad As = 8 \quad \text{cm}^2/\text{m} \quad \phi \quad 12 \text{ a } 15$$

ARMADO ENCEPADO ESTRIBO**ARMADURA HORIZONTAL****PUNTERA**Canto sección $h := 1.00$ mCanto útil $d := h - 0.07$ mVuelo $v := 0.25$ mAncho muro $a := 0.50$ m**Tracción máxima**Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 43.49$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 20.63 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 5.16 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 5.16 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máximaHipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 104.89$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 49.76 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 12.44 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 4$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 12.57 > As = 12.44 \quad \text{cm}^2$$

TALÓNCanto sección $h := 1.00$ mCanto útil $d := h - 0.07$ mVuelo $v := 0.75$ mAncho muro $a := 0.50$ m**Tracción máxima**Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 17.8$ Mp

$$T_d := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad T_d = 19.7 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{T_d}{4.0} \quad As = 4.93 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 4.93 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máximaHipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 57.37$ Mp

$$T_d := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad T_d = 63.5 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{T_d}{4.0} \quad As = 15.88 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 5$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 15.71 > As = 15.88 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima:

$$As := 0.02 \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad As = 7.52 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 7.54 > As = 7.52 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADURA VERTICAL

Armadura de suspensión del pilote más traccionado:

$$As := \frac{52.8}{4.0} \quad As = 13.2 \quad \text{cm}^2$$

Armadura vertical

$$Nd := 786.81 \quad \text{Mp}$$

$$n := 7$$

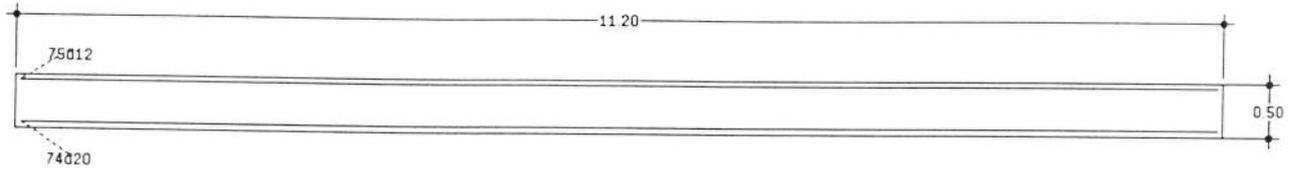
$$l := 2.5 - 1 \quad \text{m}$$

$$Td := \frac{Nd}{1.5 \cdot n} \quad As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 18.73 \quad \text{cm}^2$$

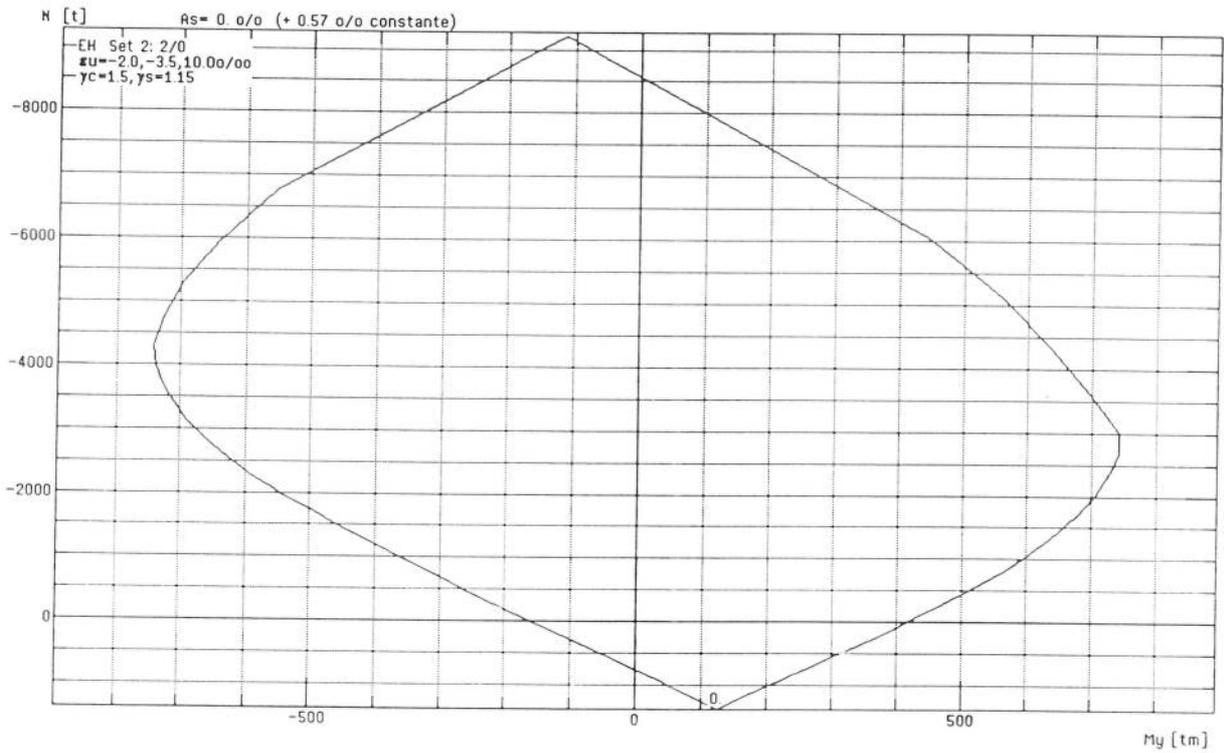
Armadura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$2 \cdot l \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 22.62 > As = 18.73 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

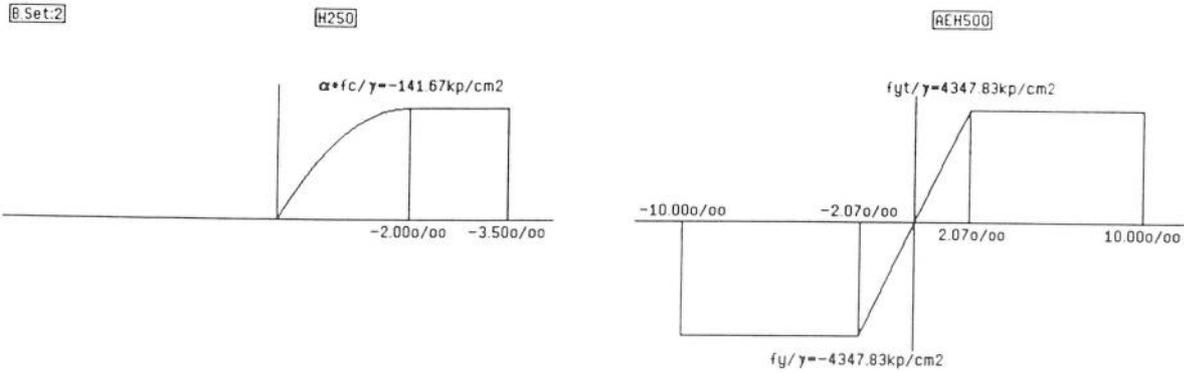
Sección ESTRIBO1



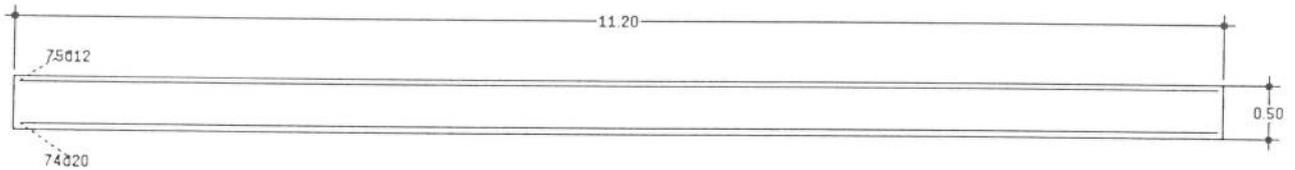
N-My-Diagramm, Querschnitt "ESTRIBO1"



Material acorde a la sección: "ESTRIBO1"



Sección ESTRIBO1



Cálc. capacidad última: Viga Sección "ESTRIBO1"/"B1"

No	Set	N [t]	My [tm]	Mz [tm]	Coef. de seguridad
1	2	-61.60	302.10	0.00	1.436
2	2	-434.20	-21.20	0.00	18.068
3	2	-434.20	361.00	0.00	1.484

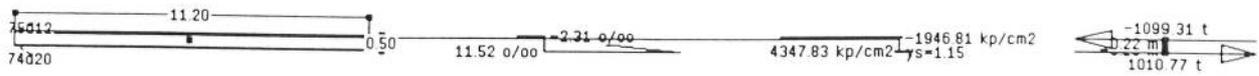
Parámetros de cálculo empleados:

Set: Norma/TipoDiag/Máx. Deform./Coef. minor. res./Diag. Horm./Coef. Fluencia

Set 2: EH/2/0/Eps=-2.0,-3.5,10.0/Gamma=1.5,1.15/Dia=45/Phi=0

Resultados cálculo No 1 (Coef. de seguridad = 1.436)

Análisis de la capacidad resistente última, Sección "ESTRIBO1"

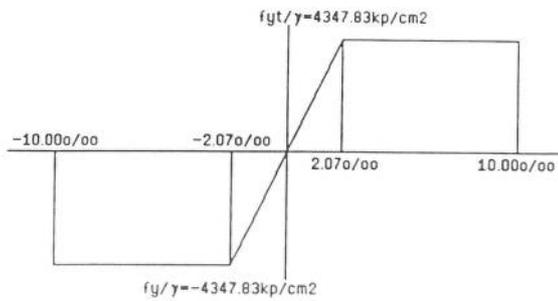
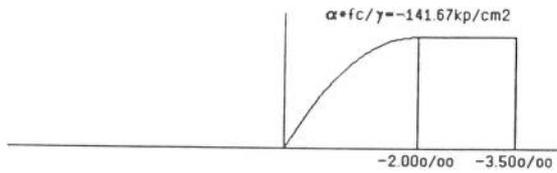


Material acorde a la sección: "ESTRIBO1"

B.Set:2

H250

AEH500



ESTRIBO II

ENCAUZAMIENTO RIO ASUA - PUENTE NACON

ALTURA DE ESTRIBO 3.60 M.

RESUMEN AXILES POR FILA Y PILOTE

		VALORES EN SERVICIO POR FILA					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
38	4.00	-3.68	-1.20	-165.08	-0.16	-43.42	-1.03
58	2.00	-76.08	-0.62	-79.18	-0.11	-92.73	-0.54
79	4.00	96.70	-1.02	-106.47	-0.09	16.21	-0.89
100	6.00	-300.87	-1.78	-158.69	-0.38	-406.83	-1.52

		VALORES EN SERVICIO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
38	4.00	-0.92	-0.30	-41.27	-0.04	-10.86	-0.26
58	2.00	-38.04	-0.31	-39.59	-0.06	-46.36	-0.27
79	4.00	24.17	-0.25	-26.62	-0.02	4.05	-0.22
100	6.00	-50.15	-0.30	-26.45	-0.06	-67.81	-0.25

SERVICIO	
AXIL MAX.	24.17
AXIL MIN.	-67.81

		VALORES EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
38	4.00	19.82	-1.86	-217.11	-0.00	-54.54	-1.58
58	2.00	-105.67	-0.93	-93.64	-0.05	-135.64	-0.81
79	4.00	172.75	-1.64	-165.67	0.08	37.45	-1.37
100	6.00	-432.06	-2.64	-184.26	-0.23	-600.41	-2.30

		VALORES EN ESTADO LIMITE ULTIMO POR PILOTE					
		TRACCIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 2		COMPRESIÓN MAX. EN FILA 1	
ELEM	PILOTES	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO	AXIL	MOMENTO
38.0	4.00	4.95	-0.46	-54.28	-0.00	-3.63	-0.39
58.0	2.00	-52.84	-0.46	-46.82	-0.03	-67.82	-0.40
79.0	4.00	43.19	-0.41	-41.42	0.02	9.36	-0.34
100.0	6.00	-72.01	-0.44	-30.71	-0.04	-100.07	-0.38

ESTADO LIMITE ULTIMO	
AXIL MAX.	43.19
AXIL MIN.	-100.07

CÁLCULO AXIL MÁXIMO POR PILOTE

Fila nº 1

Axiles de cálculo

$$N_d = 100.1 \text{ Mp}$$

$$N_s = 67.8 \text{ Mp}$$

Diámetro del micropilote

$$\phi_p = 0.20 \text{ m}$$

Tensión admisible por fuste

$$\tau = \frac{45}{1.5} \text{ Mp/m}^2$$

Tensión admisible por punta en

$$q_{adm} = 200 \text{ Mp/m}^2$$

Luz de cálculo = 20 m.

Ancho = 11.20 m.

8 vigas doble T de 80 cm de canto

Altura total = 4.50 m.

Cálculo longitud de empotramiento:

$$L := \frac{|N_d| - \frac{\pi \cdot \phi_p^2}{4} \cdot q_{adm}}{\pi \cdot \phi_p \cdot \tau}$$

$$L = 4.98 \text{ m}$$

Comprobación en rotura:

Tope estructural (supuesta armadura de 1 ϕ 40 + tubo de ϕ 127 x 8)

Compresión:

$$N_{uc} = \left[\pi \cdot \left(\frac{0.127 - 0.008}{2} \right)^2 \cdot \frac{0.85 \cdot 2500}{1.7} \right] + \left(12.57 \cdot \frac{5.1}{1.15} \right) + \left[\pi \cdot \left[\left(\frac{12.7}{2} \right)^2 - \left(\frac{12.7 - 2 \cdot 0.8}{2} \right)^2 \right] \cdot \frac{2.6}{1.15} \right]$$

(lechada) (armadura) (tubo)

$$N_{uc} = 137.27 > N_d = 100.1$$

Adoptamos para todos los micropilotes un valor de 5.50 m.

ENCAUZAMIENTO ASUA - ARMADO MURO ESTRIBO

Características de los materiales

$$\text{Hormigón } f_{cd} := \frac{2500}{1.5} \quad \text{Mp/m}^2$$

$$\text{Acero } f_{yd} := \frac{5.1}{1.15} \quad \text{Mp/cm}^2$$

Luz de cálculo = 20 m.
 Ancho = 11.2 m.
 8 vigas doble T de 80 cm de canto
 Altura total = 4.60 m.

Momento maximos mayorados y axiles concomitantes

Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes trasdós	$Md_1 := 122.6$	Mp*m	$Nd_1 := 44.0$	Mp
--	-----------------	------	----------------	----

Hipótesis 2 máxima compresión en pilotes trasdós	$Md_2 := -21.2$	Mp*m	$Nd_2 := 407.8$	Mp
--	-----------------	------	-----------------	----

Hipótesis 3 máxima compresión en pilotes intradós	$Md_3 := 164.8$	Mp*m	$Nd_3 := 407.8$	Mp
---	-----------------	------	-----------------	----

$$Md := 164.8 \quad \text{Mp*m}$$

$$Nd := 0 \quad \text{Mp}$$

Ancho sección	Canto sección	Largo	Canto útil
$b := 11.2 \text{ m}$	$h := 1.00 \text{ m}$	$a := 2.5 \text{ m}$	$d := h - 0.055 \text{ m}$

Armadura vertical

$$\mu := \frac{Md}{b \cdot f_{cd} \cdot d^2} \quad \mu = 0.01$$

$$As := \mu \cdot (1 + \mu) \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad As := \text{if} \left(As < 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0.04 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, As \right) \quad As = 168.37 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 6.67 \quad \phi := 16 \quad \text{por metro}$

$$b \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 150.2 > As = 168.37 \quad \text{cm}^2$$

Armadura horizontal (mínimo EHE)

$$As := 16 \cdot h \quad As = 16 \quad \text{cm}^2/\text{m} \quad \phi \quad 12 \text{ a } 15$$

ARMADO ENCEPADO ESTRIBO**ARMADURA HORIZONTAL****PUNTERA**Canto sección $h := 1.00$ mCanto útil $d := h - 0.07$ mVuelo $v := 0.25$ mAncho muro $a := 0.50$ m**Tracción máxima**Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 43.2$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 20.49 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 5.12 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 5.12 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máximaHipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 100.1$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 47.49 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 11.87 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 4$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 12.57 > As = 11.87 \quad \text{cm}^2$$

TALÓNCanto sección $h := 1.00$ mCanto útil $d := h - 0.07$ mVuelo $v := 0.75$ mAncho muro $a := 0.50$ m**Tracción máxima**Hipótesis 1 máxima tracción en pilotes $Nd := 4.95$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 5.48 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 1.37 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 2$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 6.28 > As = 1.37 \quad \text{cm}^2$$

Compresión máximaHipótesis 2 máxima compresión en pilotes $Nd := 67.8$ Mp

$$Td := \frac{Nd \cdot \left(v + \frac{a}{4} \right)}{0.85 \cdot d} \quad Td = 75.05 \quad \text{Mp}$$

$$As := \frac{Td}{4.0} \quad As = 18.76 \quad \text{cm}^2$$

Armadura mínima a disponer $n := 6$ $\phi := 20$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20} \right)^2 = 18.85 > As = 18.76 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima:

$$A_s := 0.02 \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2$$

Armatura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 7.54 > A_s = 7.52 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

ARMADURA VERTICAL

Armatura de suspensión del pilote más traccionado:

$$A_s := \frac{49.44}{4.0} \quad A_s = 12.36 \quad \text{cm}^2$$

Armatura vertical

$$N_d := 704.84 \quad \text{Mp}$$

$$n := 6$$

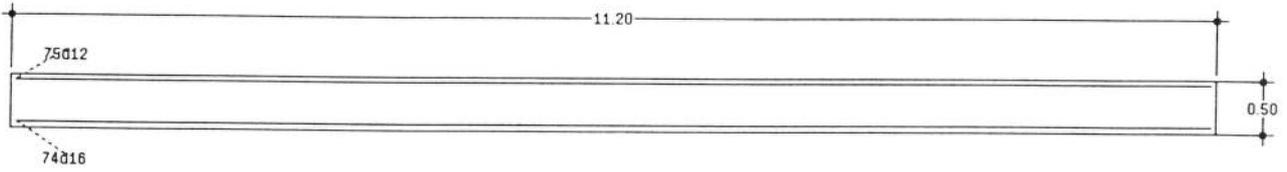
$$l := 2.5 - 1 \quad \text{m}$$

$$T_d := \frac{N_d}{1.5 \cdot n} \quad A_s := \frac{T_d}{4.0} \quad A_s = 19.58 \quad \text{cm}^2$$

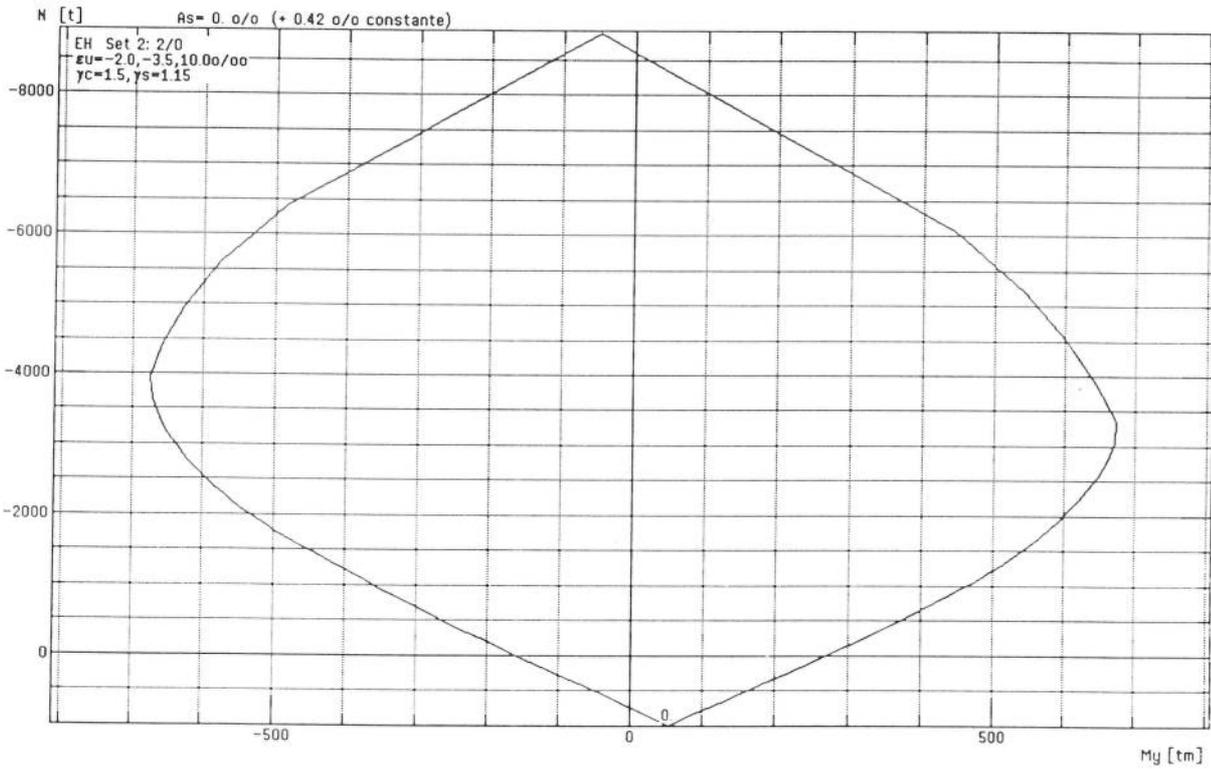
Armatura mínima a disponer $n := \frac{100}{15} \quad \phi := 12 \quad \text{por metro}$

$$2 \cdot l \cdot n \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{20}\right)^2 = 22.62 > A_s = 19.58 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

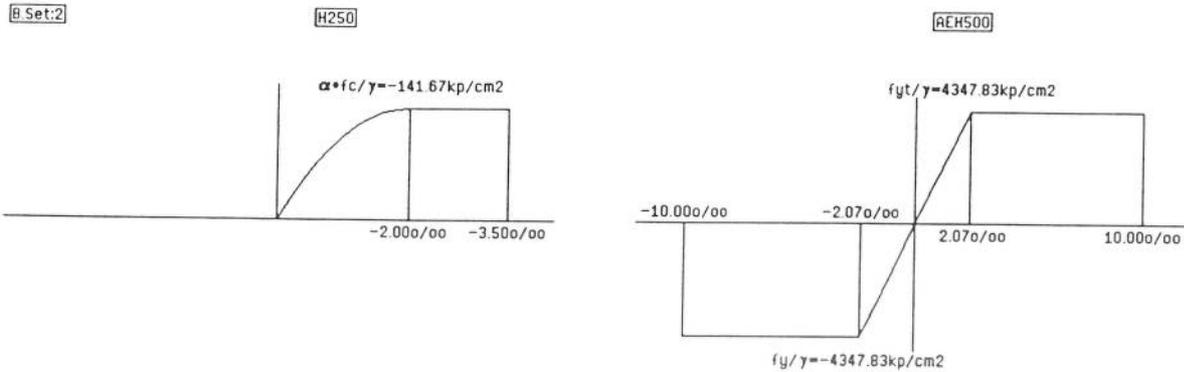
Sección ESTRIBO2



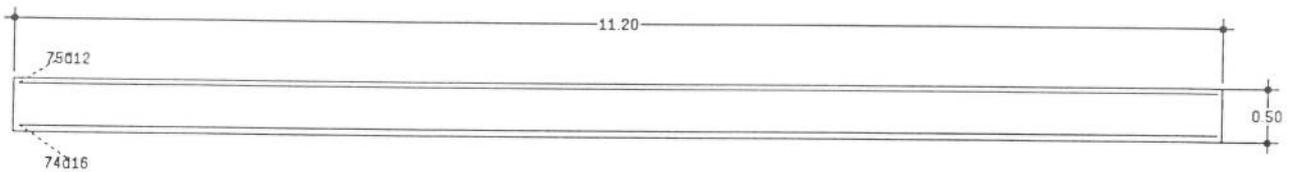
N-My-Diagramm, Querschnitt "ESTRIBO2"



Material acorde a la sección: "ESTRIBO2"



Sección ESTRIBO2



Cálc. capacidad última: Viga Sección "ESTRIBO2"/"B1"

No	Set	N [t]	My [tm]	Mz [tm]	Coef. de seguridad
1	2	-44.00	122.60	0.00	2.394
2	2	-407.80	-21.20	0.00	17.546
3	2	-407.80	164.80	0.00	3.071

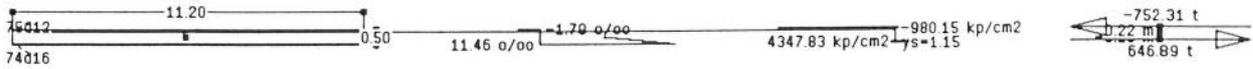
Parámetros de cálculo empleados:

Set: Norma/TipoDiag/Máx.Deform./Coef.minor.res./Diag.Horm./Coef.Fluencia

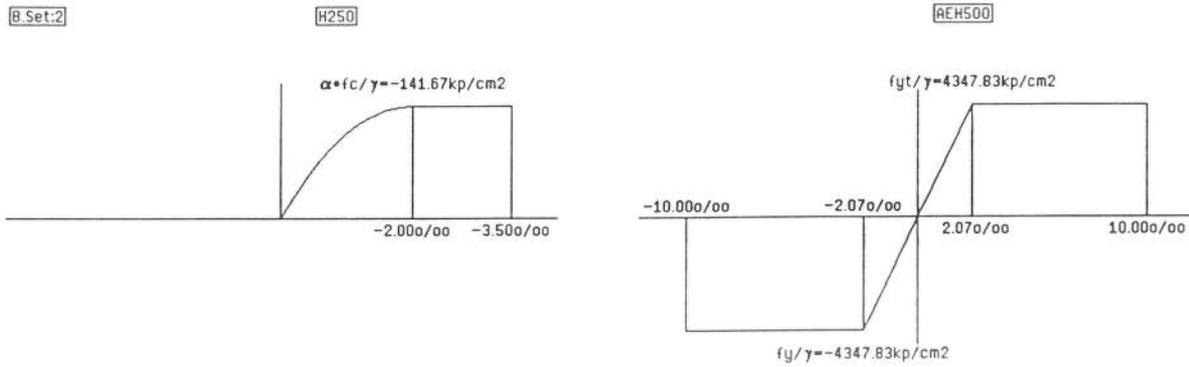
Set 2: EH/2/0/Eps=-2.0,-3.5,10.0/Gamma=1.5,1.15/Dia=45/Phi=0

Resultados cálculo No 1 (Coef. de seguridad = 2.394)

Análisis de la capacidad resistente última, Sección "ESTRIBO2"



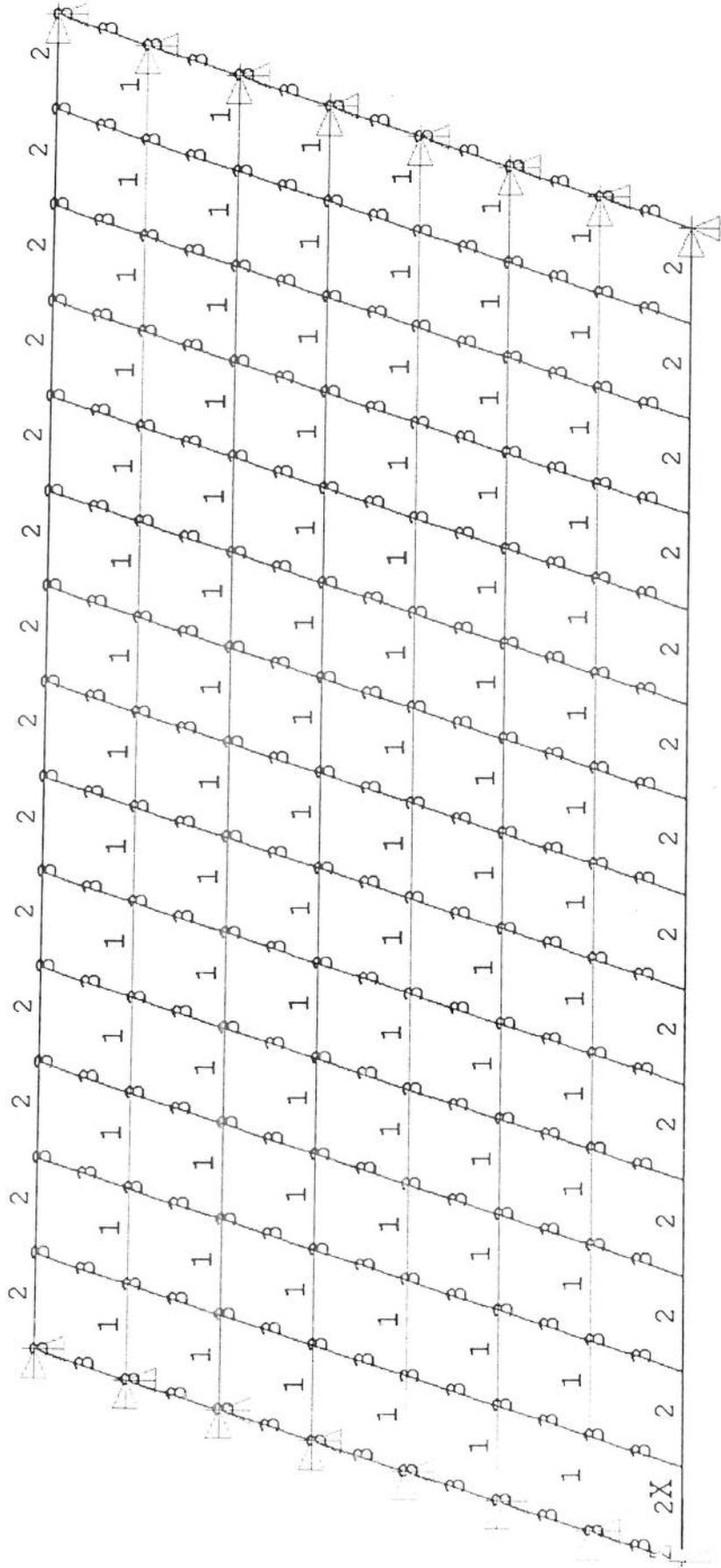
Material acorde a la sección: "ESTRIBO2"

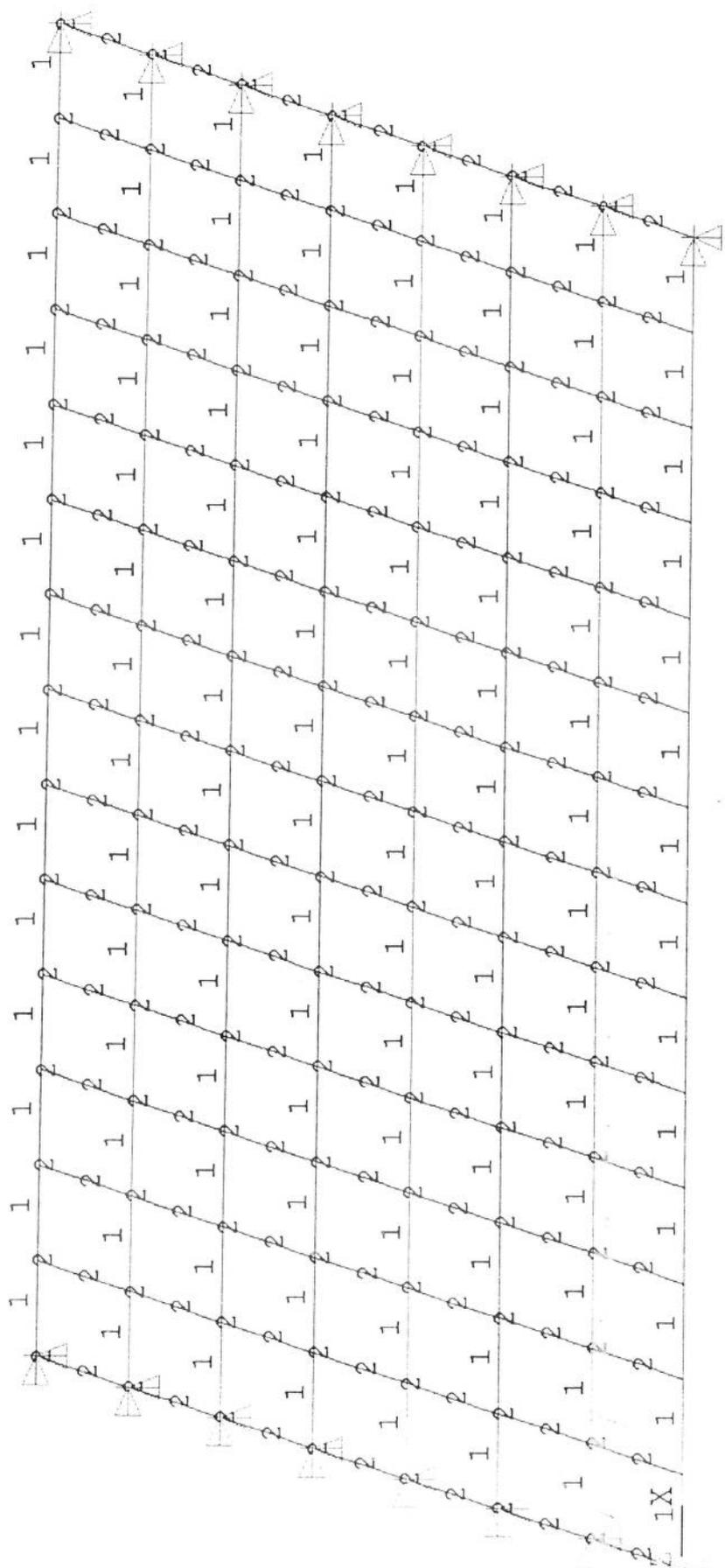


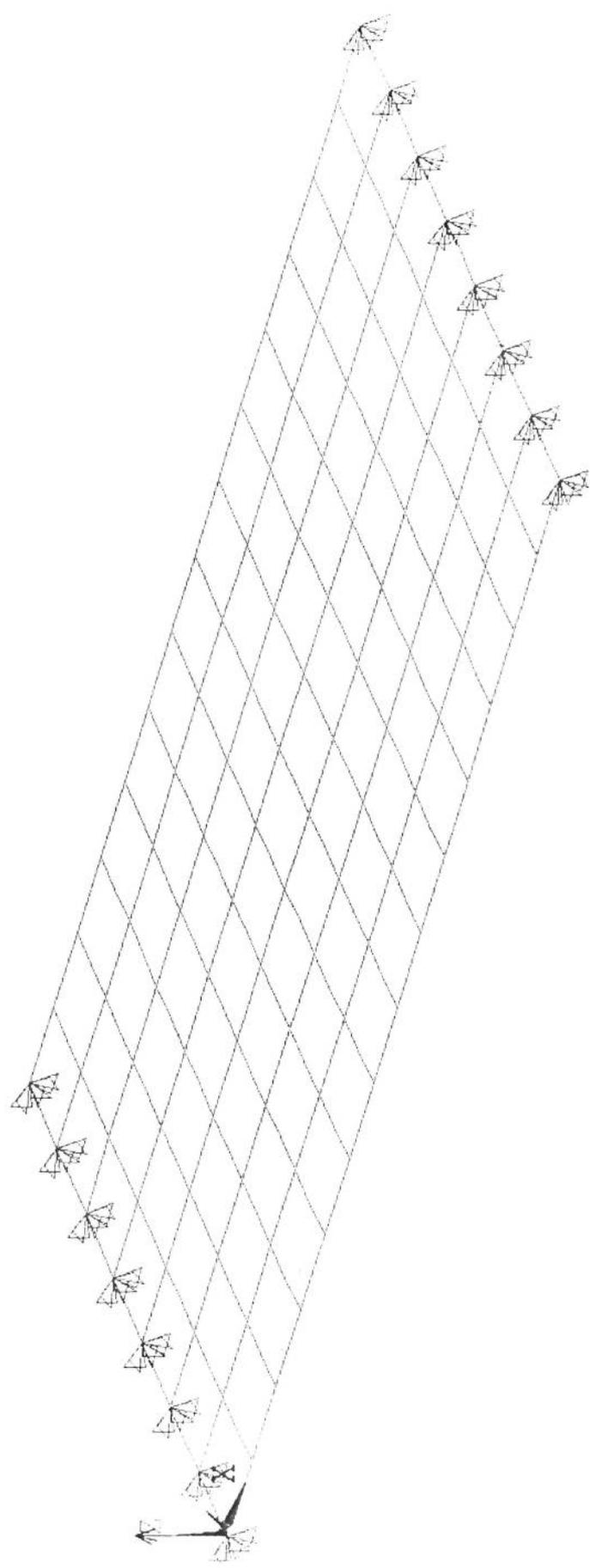
ANEJO DE SALIDA GRÁFICA

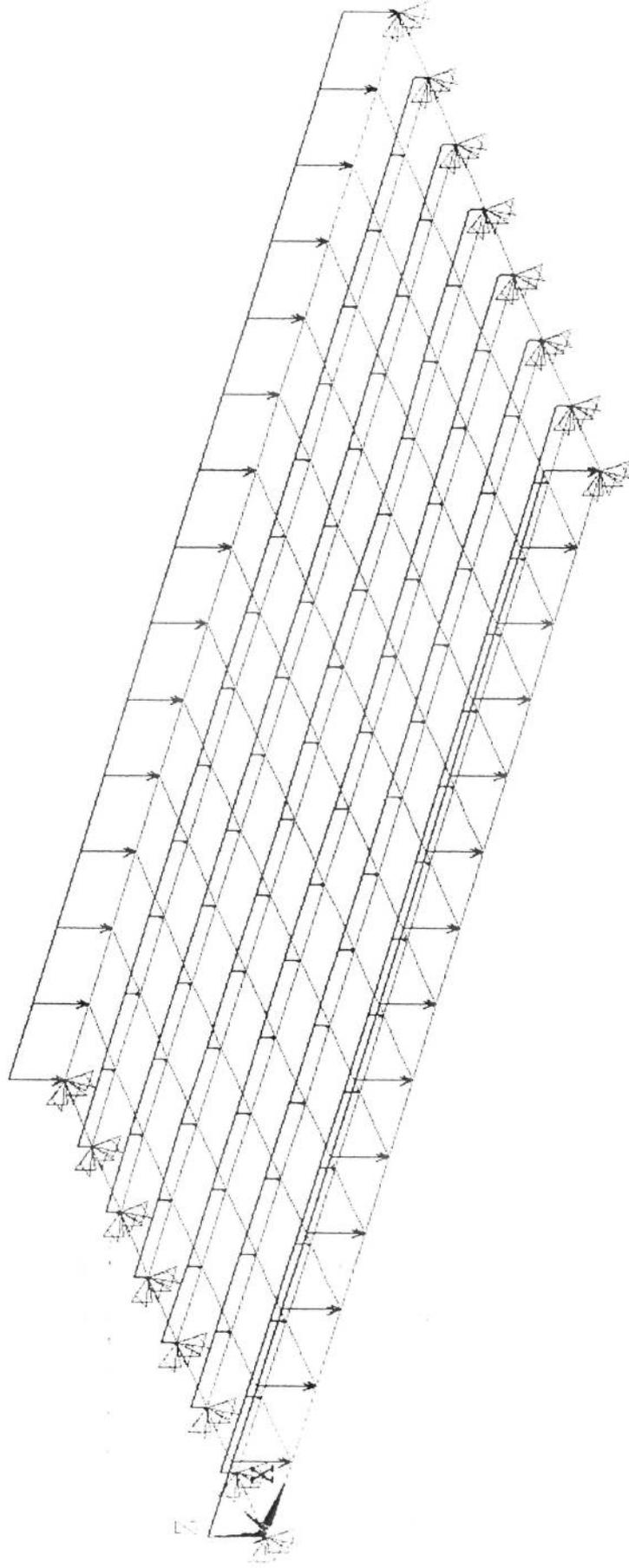
106	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	107	
133	148	163	178	193	208	223	238	253	268	283	298	313	328	341	
76	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	77	
131	146	161	176	191	206	221	236	251	266	281	296	311	326	339	
61	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	62	
129	144	159	174	189	204	219	234	249	264	279	294	309	324	337	
46	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	47	
127	142	157	172	187	202	217	232	247	262	277	292	307	322	335	
31	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	32	
125	140	155	170	185	200	215	230	245	260	275	290	305	320	333	
16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	17	
123	138	153	168	183	198	213	228	243	258	273	288	303	318	331	
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2	
121	136	151	166	181	196	211	226	241	256	271	286	301	316	329	
21	X	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	92

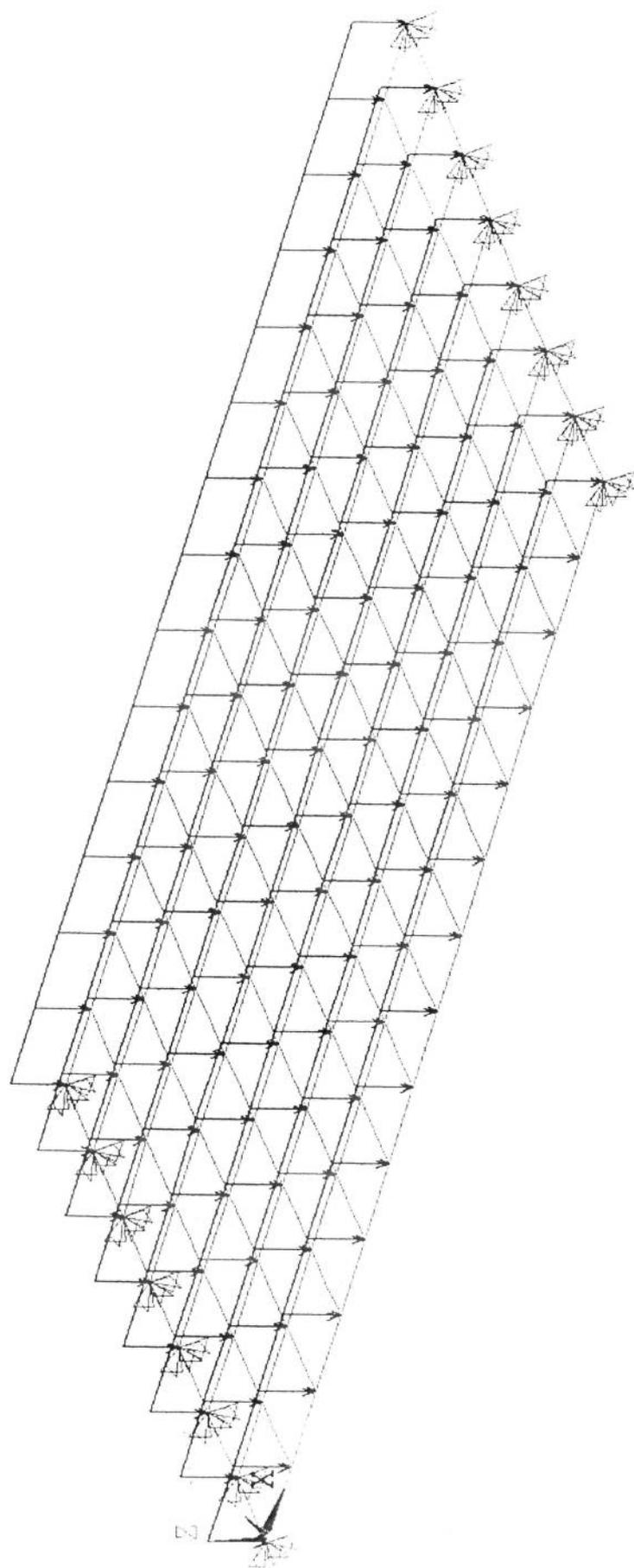
99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
126	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280	294	308
125	139	153	167	181	195	209	223	237	251	265	279	293	307
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
124	138	152	166	180	194	208	222	236	250	264	278	292	306
123	137	151	165	179	193	207	221	235	249	263	277	291	305
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
122	136	150	164	178	192	206	220	234	248	262	276	290	304
121	135	149	163	177	191	205	219	233	247	261	275	289	303
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
120	134	148	162	176	190	204	218	232	246	260	274	288	302
119	133	147	161	175	189	203	217	231	245	259	273	287	301
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
118	132	146	160	174	188	202	216	230	244	258	272	286	300
117	131	145	159	173	187	201	215	229	243	257	271	285	299
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
116	130	144	158	172	186	200	214	228	242	256	270	284	298
115	129	143	157	171	185	199	213	227	241	255	269	283	297
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
114	128	142	156	170	184	198	212	226	240	254	268	282	296
113	127	141	155	169	183	197	211	225	239	253	267	281	295
86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99



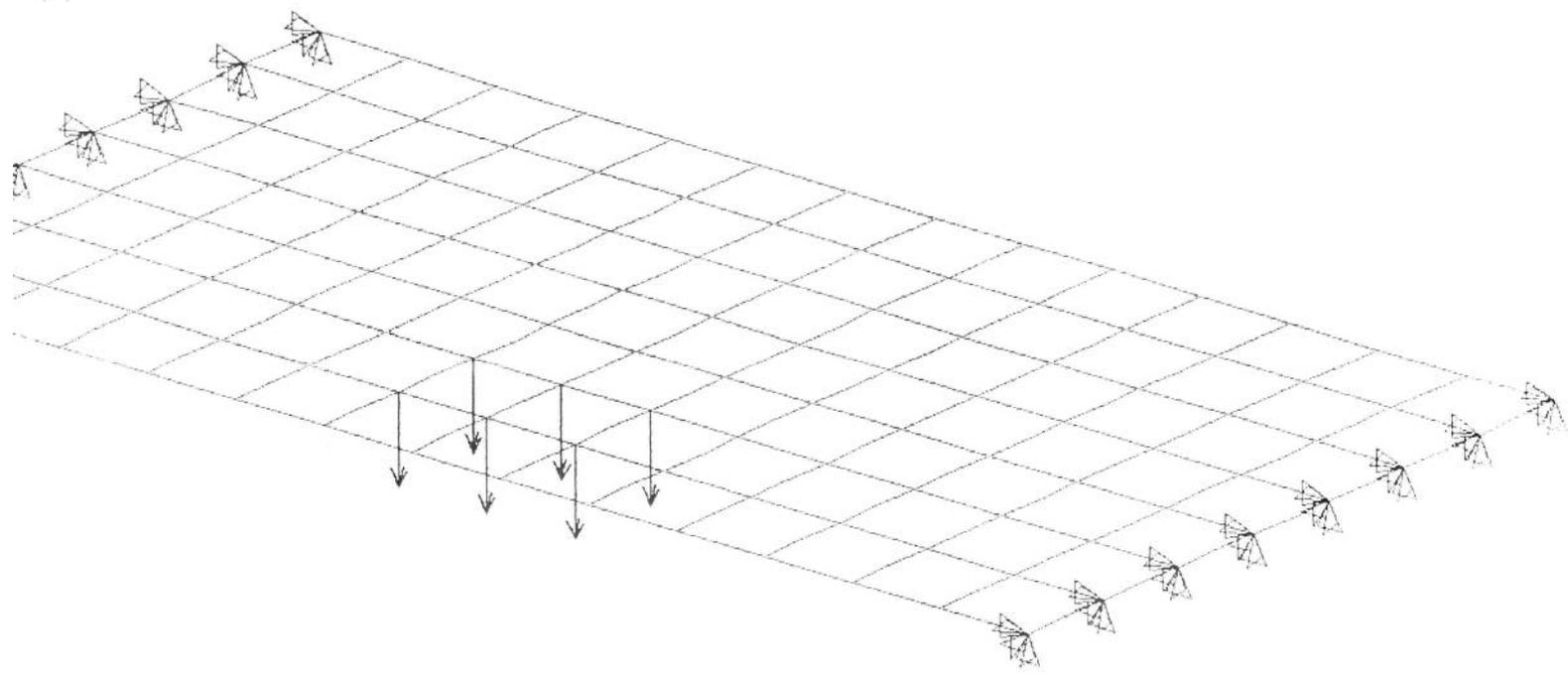




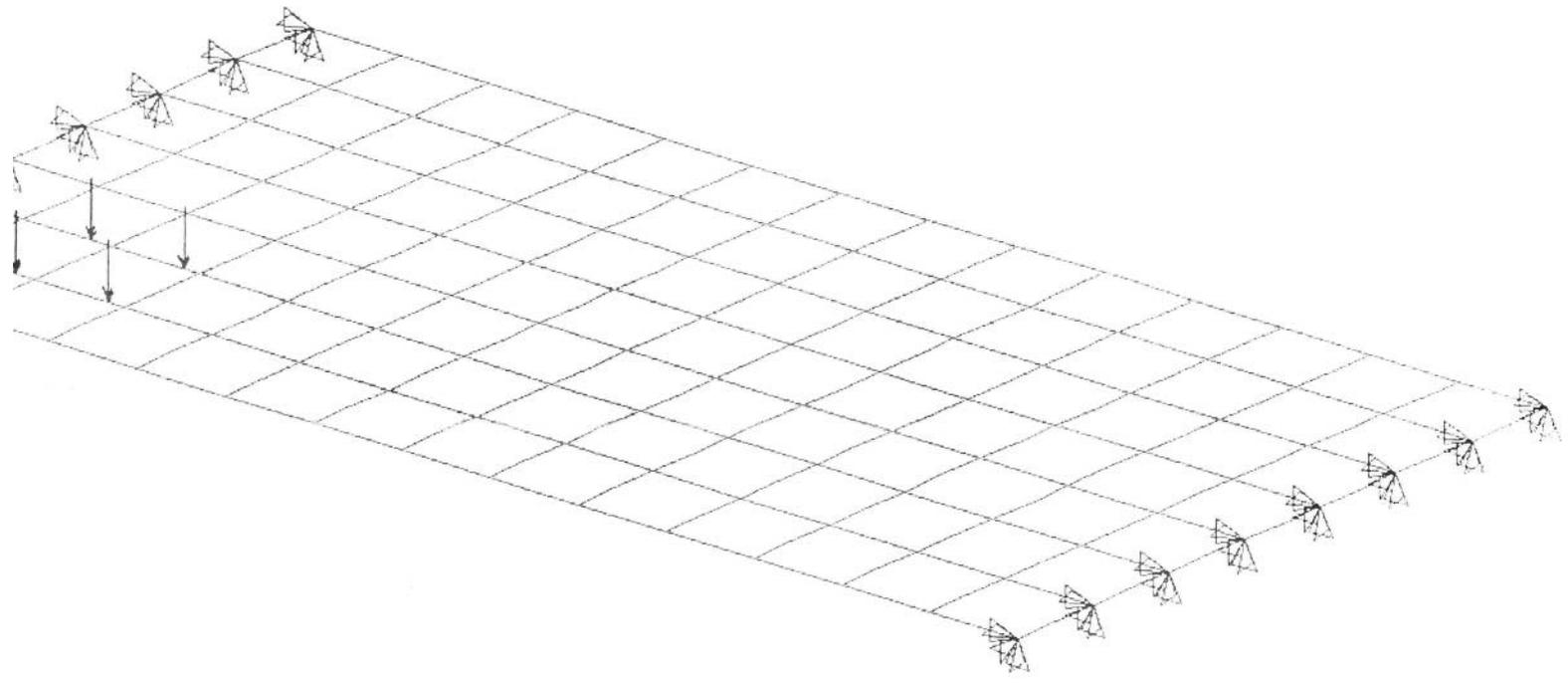




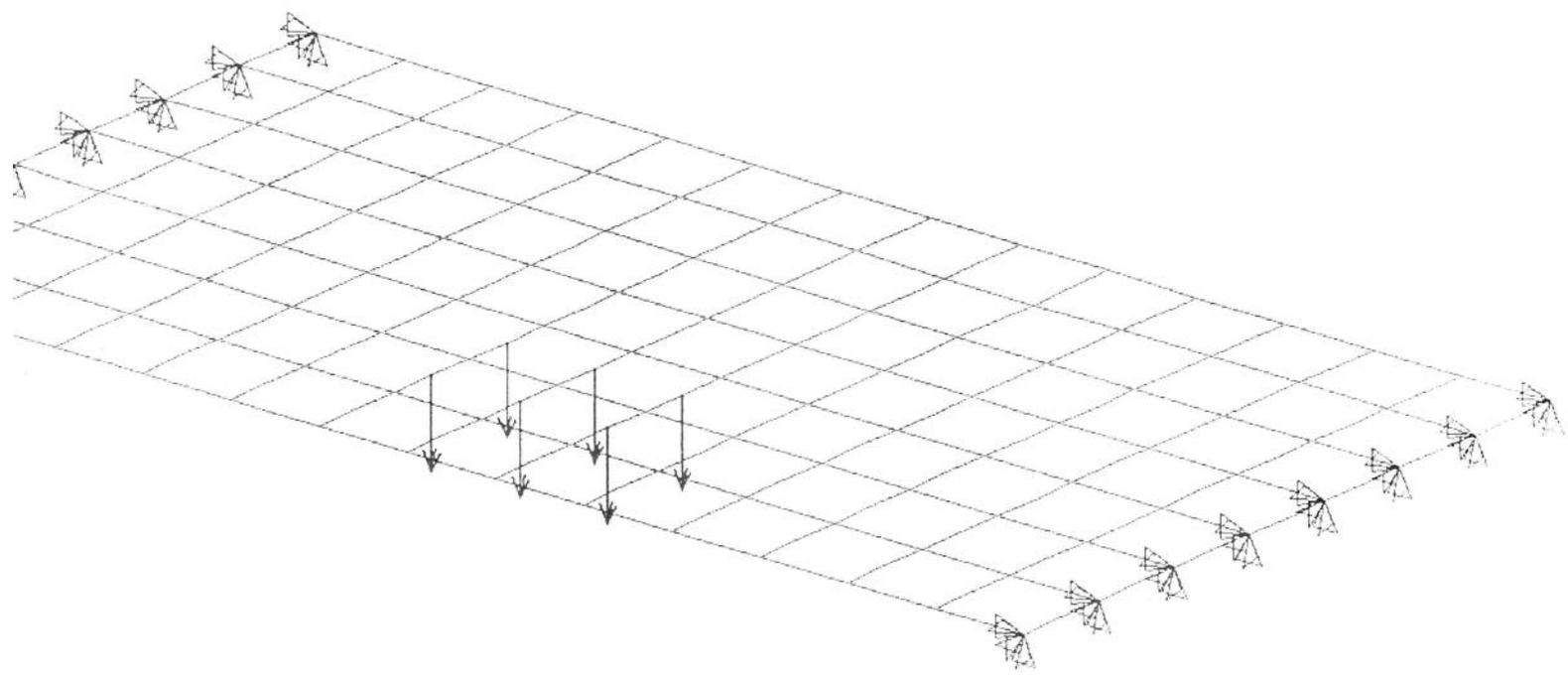
ANSYS APDL Command Processor



MAXIMO

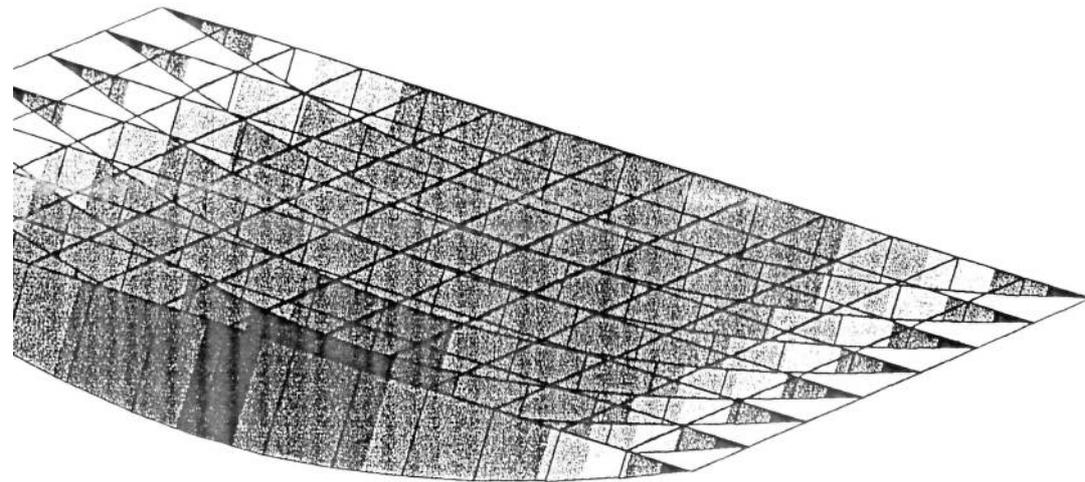
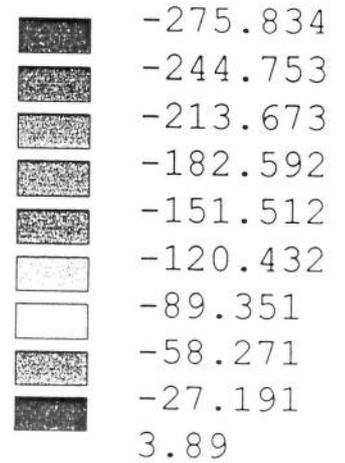


E MAXIMO



) TRANSVERSAL MAXIMO

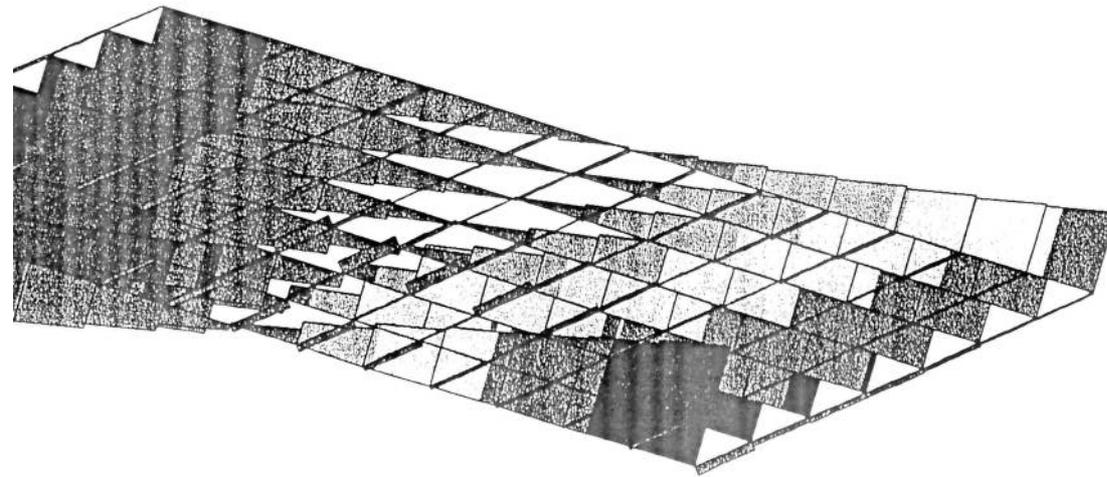
ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:23:30
PLOT NO. 11
LINE STRESS
STEP=7
SUB =1
TIME=7
MYI MYJ
MIN =-275.834
ELEM=8
MAX =3.89
ELEM=218



EN CENTRO LUZ MAYORADO

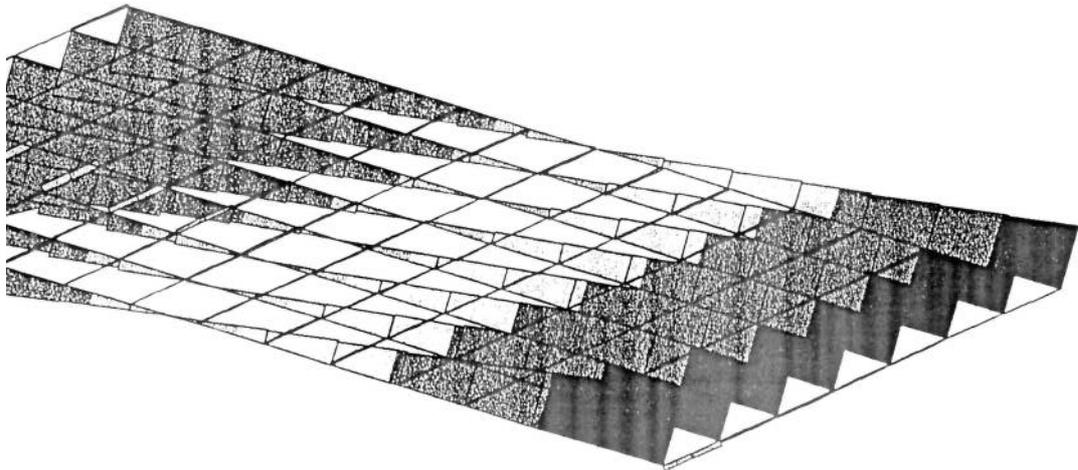
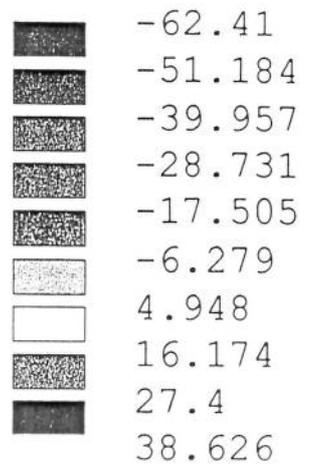
ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:23:31
PLOT NO. 12
LINE STRESS
STEP=7
SUB =1
TIME=7
QZI QZJ
MIN =-44.662
ELEM=85
MAX =48.367
ELEM=98

	-44.662
	-34.325
	-23.989
	-13.652
	-3.316
	7.021
	17.357
	27.694
	38.03
	48.367



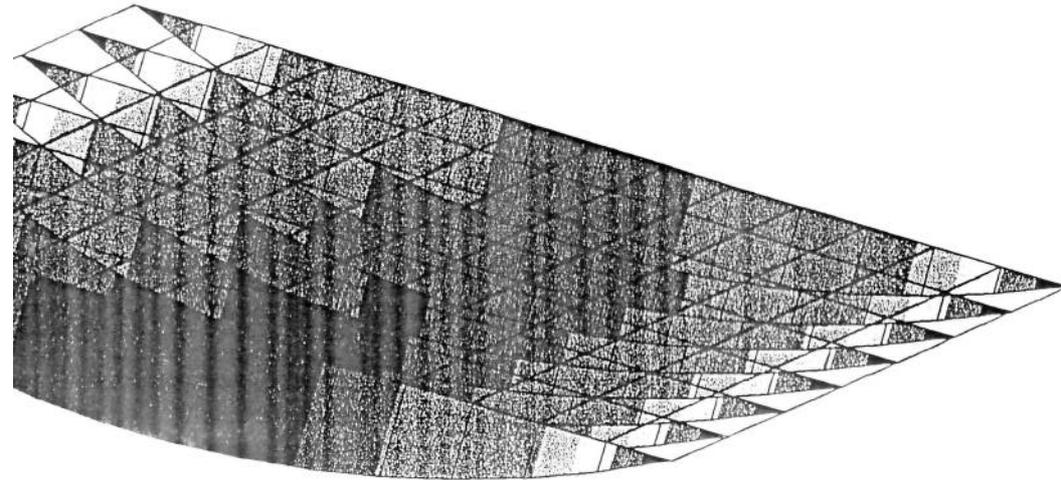
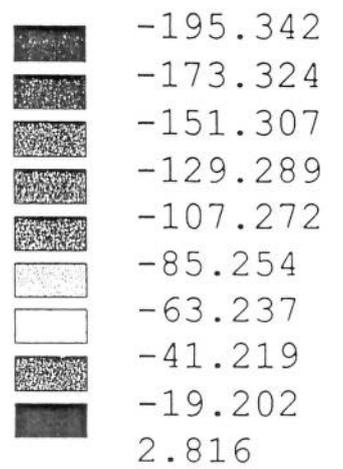
COMITANTES CON EL MOMENTO MAXIMO EN CENTRO LUZ

ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:23:32
PLOT NO. 13
LINE STRESS
STEP=8
SUB =1
TIME=8
QZI QZJ
MIN =-62.41
ELEM=1
MAX =38.626
ELEM=98



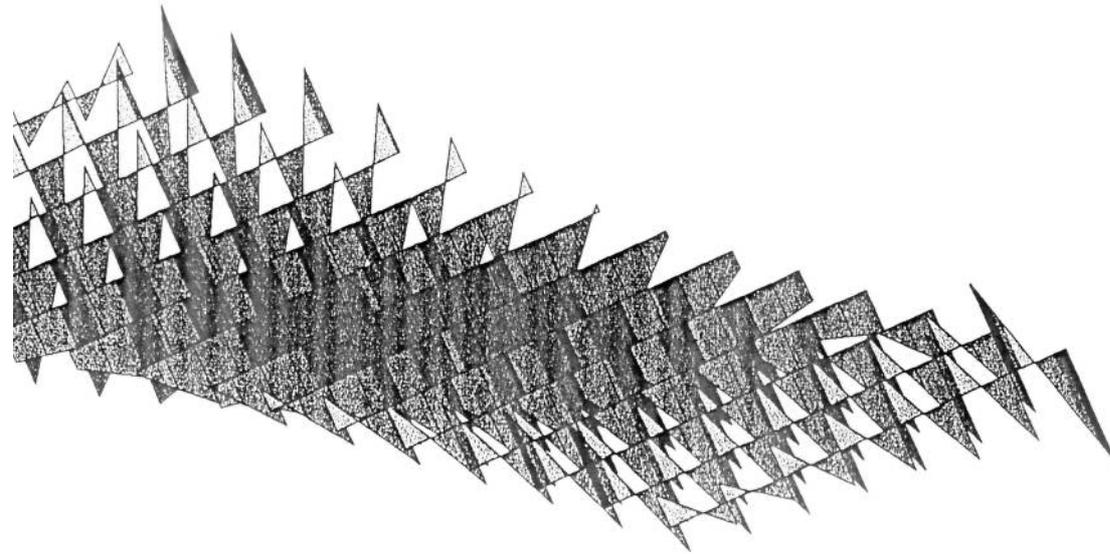
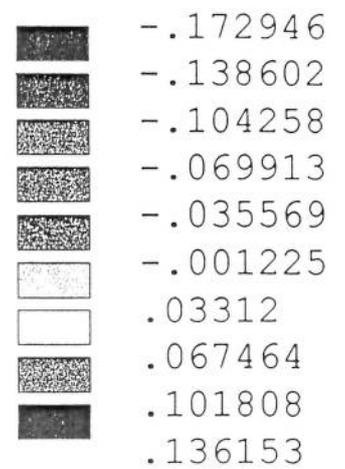
O EN APOYO MAYORADO

ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:23:33
PLOT NO. 14
LINE STRESS
STEP=8
SUB =1
TIME=8
MYI MYJ
MIN =-195.342
ELEM=7
MAX =2.816
ELEM=160

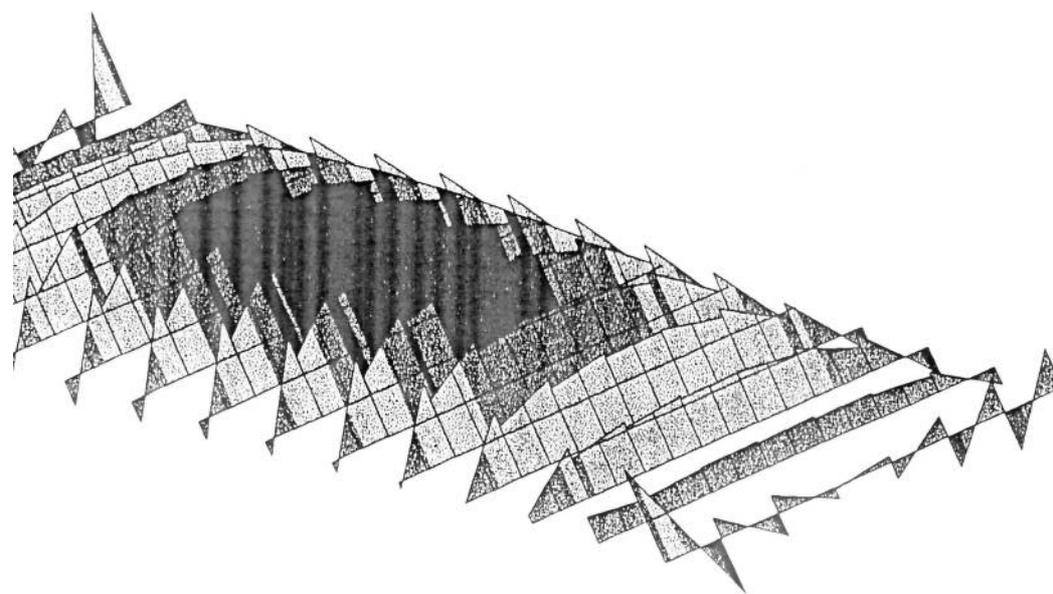
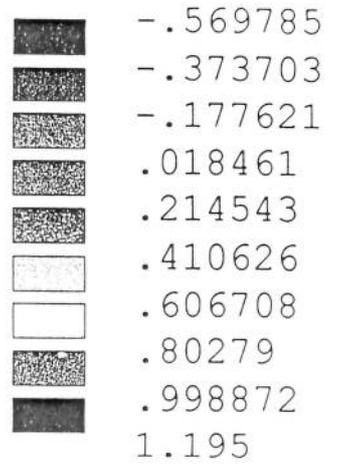


MITANTES CON EL CORTANTE MAXIMO EN APOYO

ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:29:31
PLOT NO. 1
LINE STRESS
STEP=1
SUB =1
TIME=1
MYI MYJ
MIN =-.172946
ELEM=322
MAX =.136153
ELEM=321

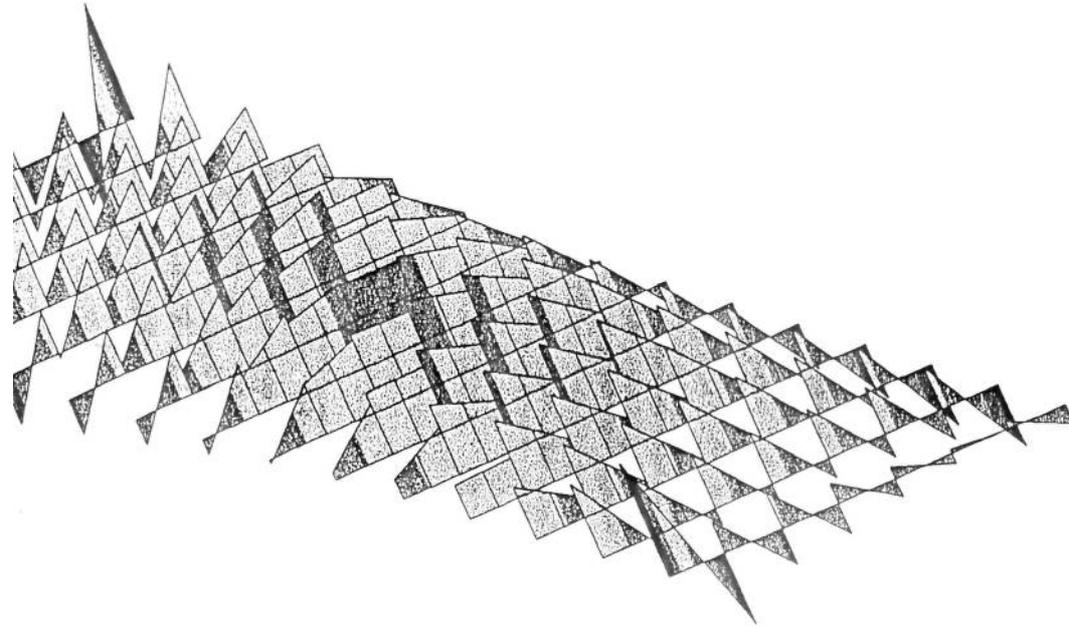
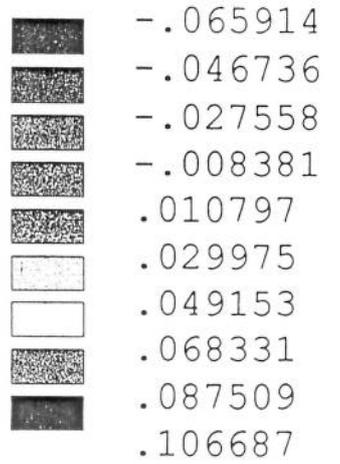


ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:29:32
PLOT NO. 2
LINE STRESS
STEP=2
SUB =1
TIME=2
MYI MYJ
MIN =-.569785
ELEM=310
MAX =1.195
ELEM=216

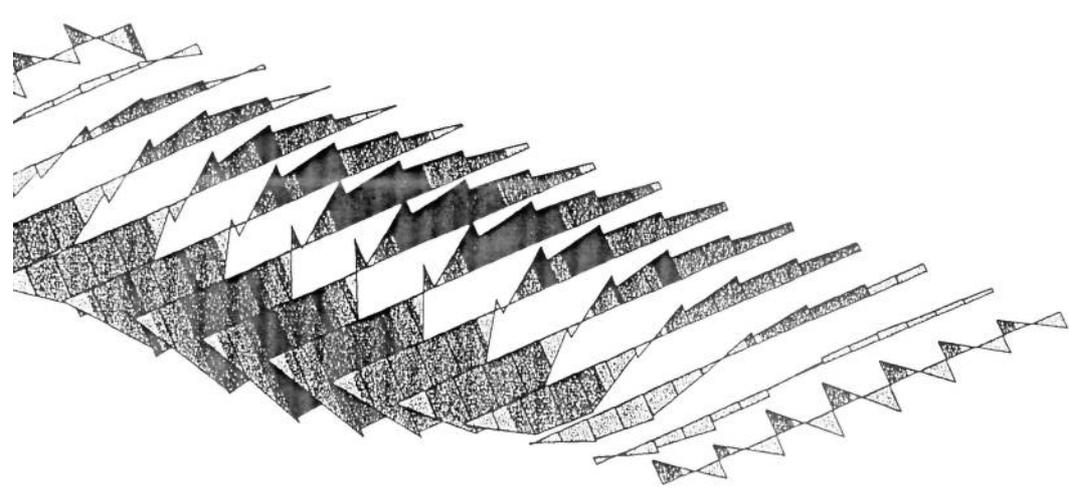
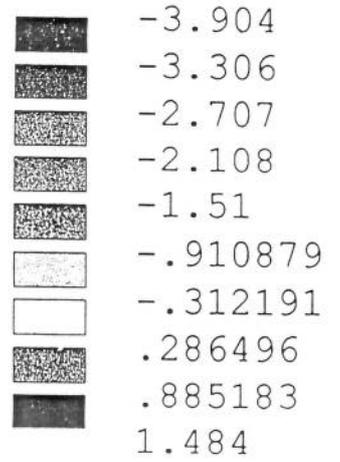


RA

ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:29:32
PLOT NO. 3
LINE STRESS
STEP=3
SUB =1
TIME=3
MYI MYJ
MIN =-.065914
ELEM=310
MAX =.106687
ELEM=309

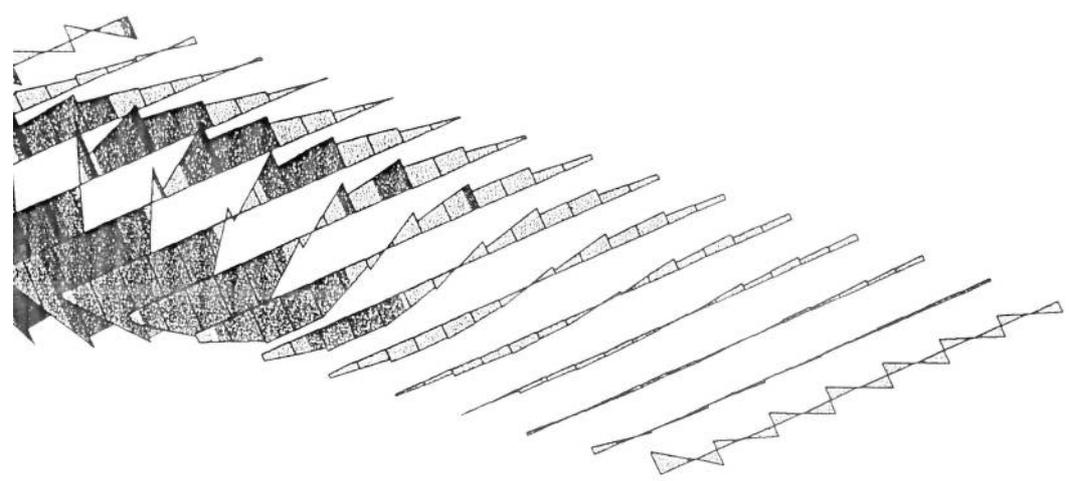
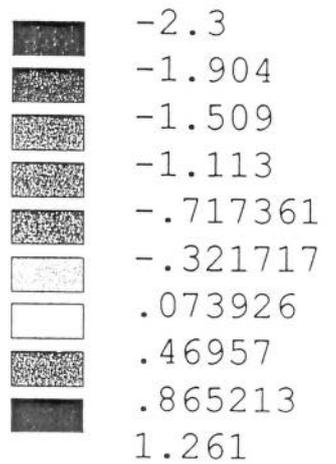


ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:29:33
PLOT NO. 4
LINE STRESS
STEP=4
SUB =1
TIME=4
MYI MYJ
MIN =-3.904
ELEM=215
MAX =1.484
ELEM=218



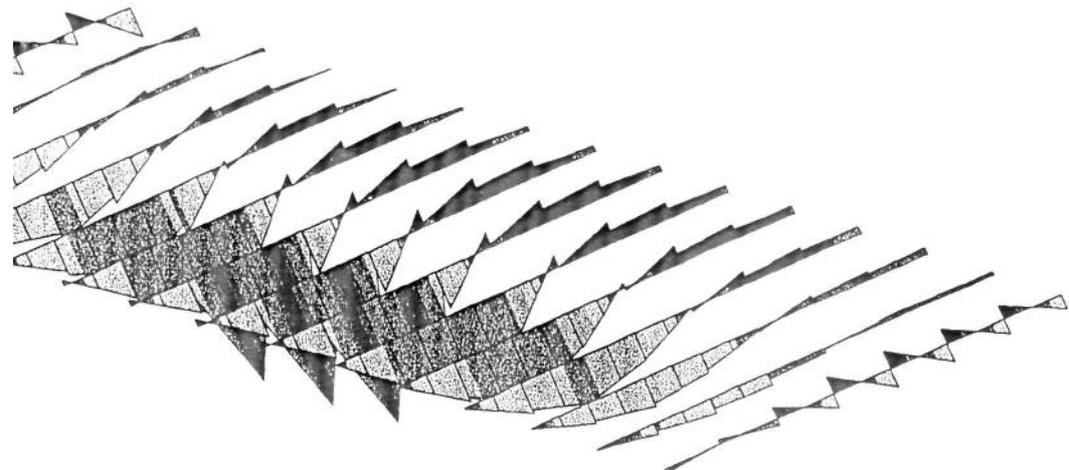
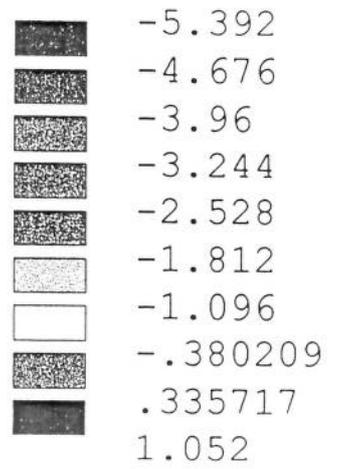
MAXIMO

ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:29:33
PLOT NO. 5
LINE STRESS
STEP=5
SUB =1
TIME=5
MYI MYJ
MIN =-2.3
ELEM=156
MAX =1.261
ELEM=146



MAXIMO

ANSYS 5.5.1
NOV 11 1999
17:29:34
PLOT NO. 6
LINE STRESS
STEP=6
SUB =1
TIME=6
MYI MYJ
MIN =-5.392
ELEM=216
MAX =1.052
ELEM=220

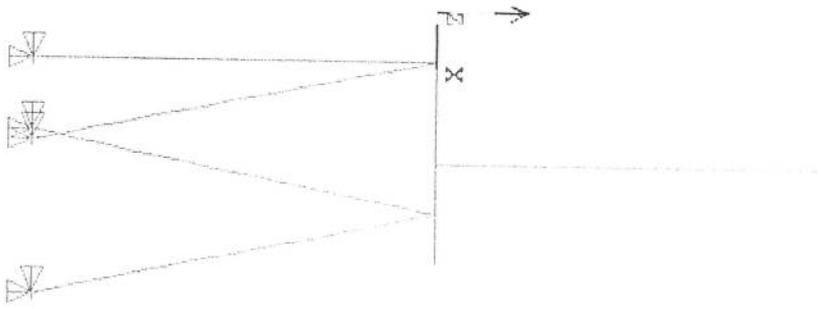


TRANSVERSAL MAXIMO

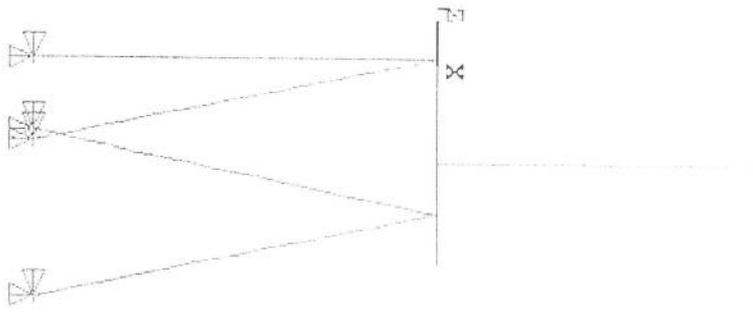
ESTRIBO I

Hand-drawn diagram showing a vertical line with a horizontal line intersecting it from the right. The vertical line is labeled with the letter 'A' at the top and 'B' at the bottom. The horizontal line is labeled with the letter 'C' on the right side. The intersection point is labeled with the letter 'D'. The diagram is drawn with dashed lines.

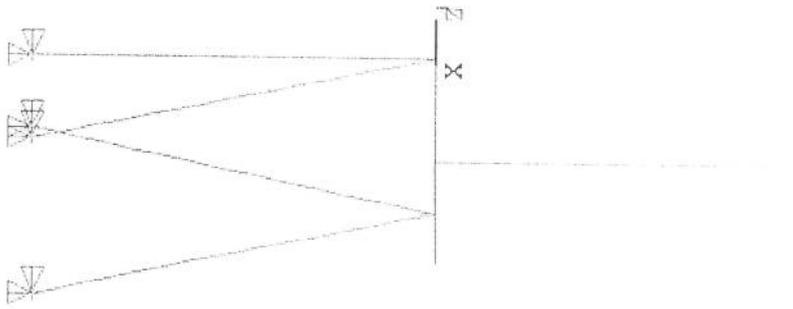
pp



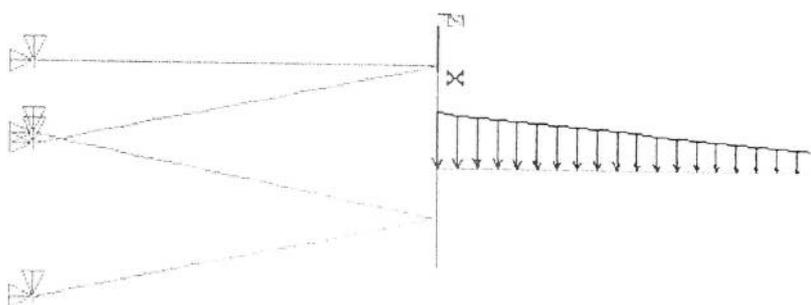
REACCION VERTICAL



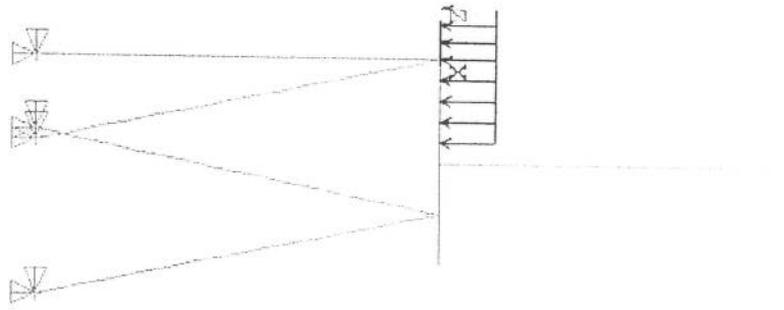
REACCION HORIZONTAL



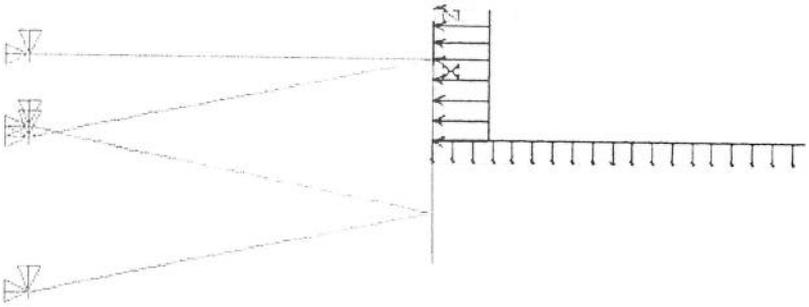
EMPUJE TIERRAS



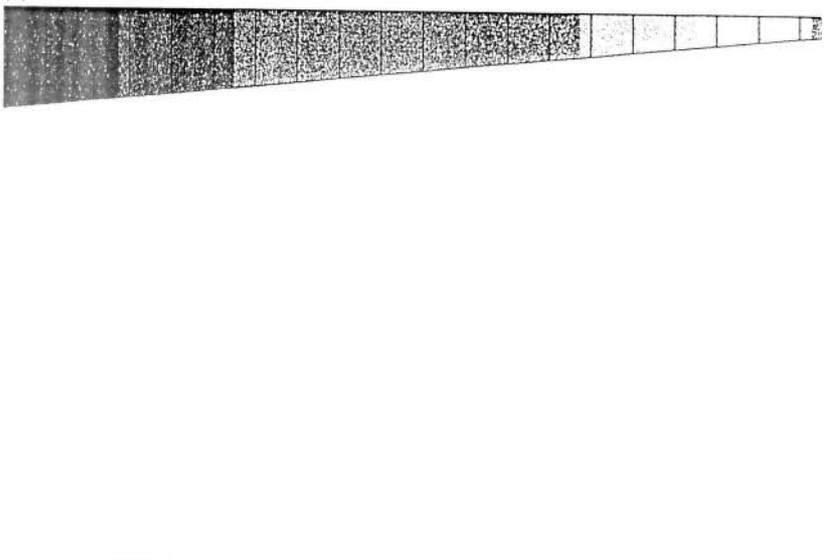
PESO TIERRAS



EMPUJE SOBRECARGA

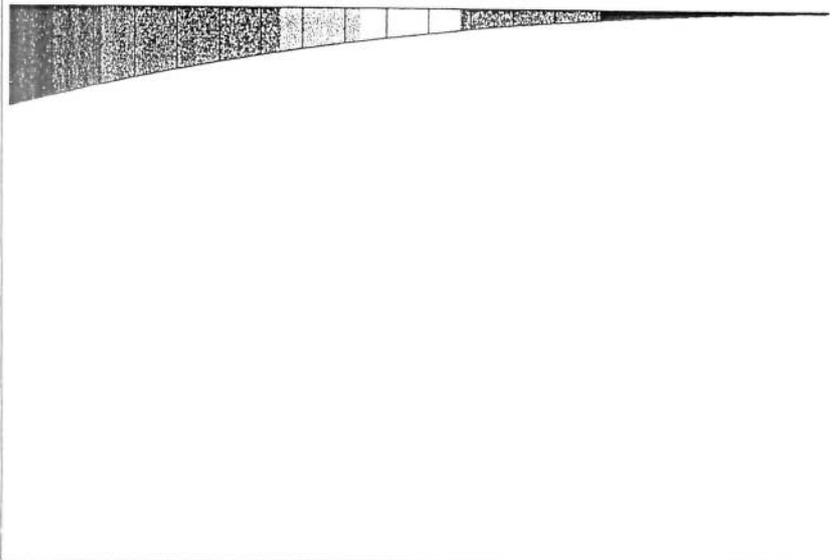


TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FI



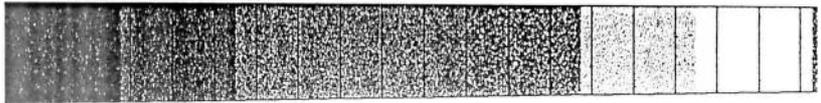
1.11E-10
NI NJ
MIN =-61.593
ELEM=20
MAX =-.707E-12
ELEM=44
-61.593
-54.75
-47.906
-41.062
-34.219
-27.375
-20.531
-13.687
-6.844
-.711E-12

TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FI



111E-10
MI MJ
MIN =-302.083
ELEM=20
MAX =-.693E-10
ELEM=44
-302.083
-268.519
-234.954
-201.389
-167.824
-134.259
-100.694
-67.13
-33.565
-.693E-10

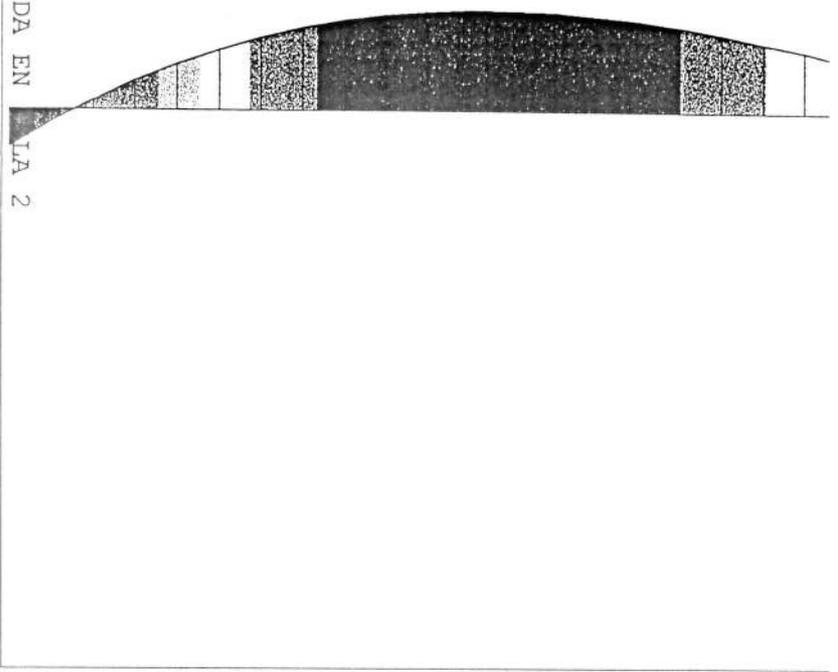
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN



NI	NJ
MIN	=-434.16
ELEM=20	
MAX	=-341.77
ELEM=44	

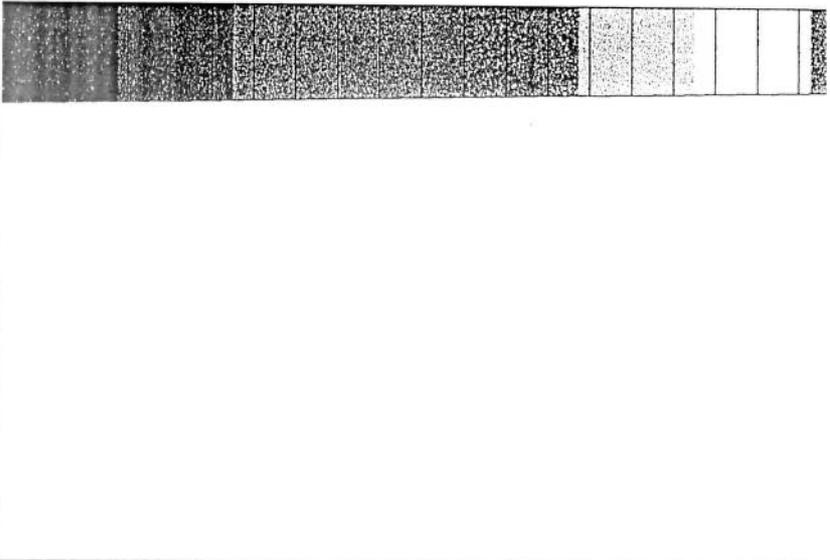
	-434.16
	-423.895
	-413.629
	-403.363
	-393.098
	-382.832
	-372.567
	-362.301
	-352.036
	-341.77

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN LA 2



ITEM	MI	MJ
MIN	-8.055	
ELEM=20		
MAX	21.175	
ELEM=31		
	-8.055	
	-4.807	
	-1.559	
	1.689	
	4.936	
	8.184	
	11.432	
	14.68	
	17.927	
	21.175	

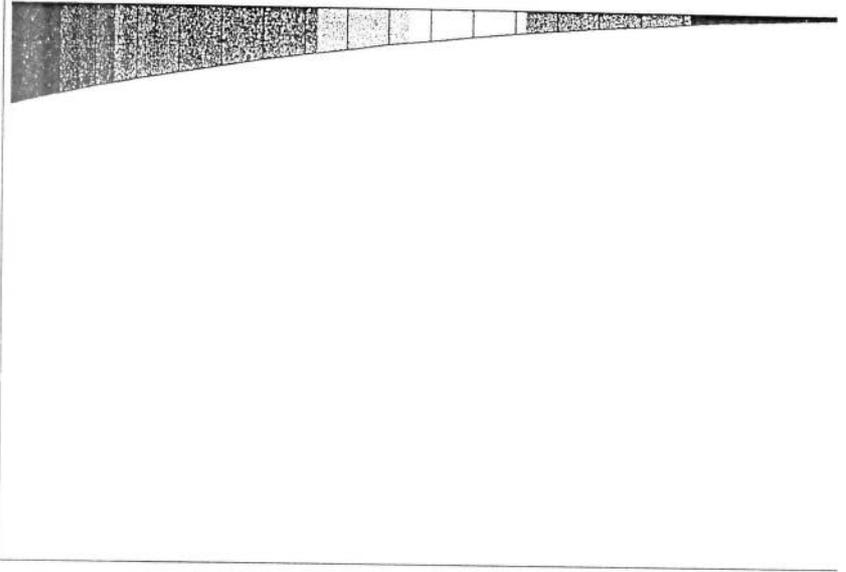
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN



TIME=12
NJ
MIN =-434.16
ELEM=20
MAX =-341.77
ELEM=44

█	-434.16
█	-423.895
█	-413.629
█	-403.363
█	-393.098
█	-382.832
█	-372.567
█	-362.301
█	-352.036
█	-341.77

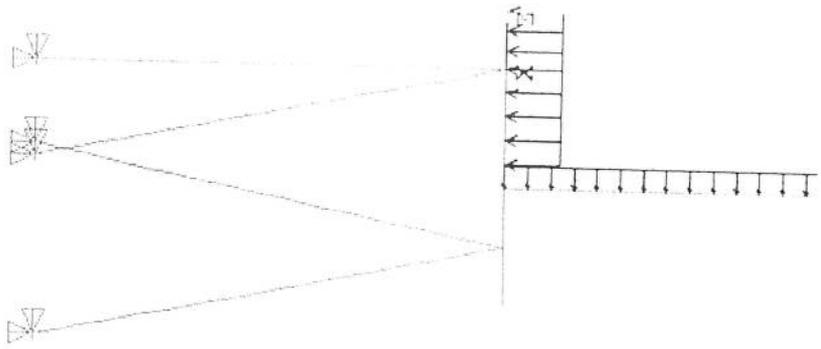
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN



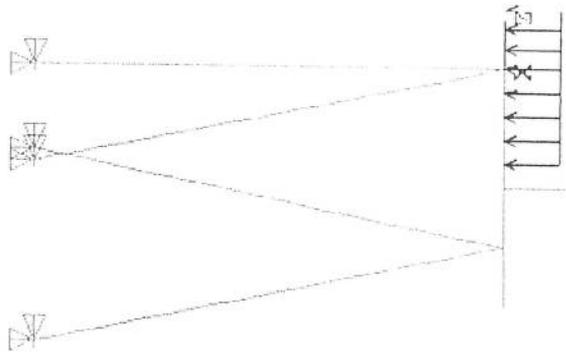
TIME=12
MI MJ
MIN =-361.014
ELEM=20
MAX =-.754E-10
ELEM=44
-361.014
-320.901
-280.789
-240.676
-200.563
-160.451
-120.338
-80.225
-40.113
-.754E-10

ESTRIBO II

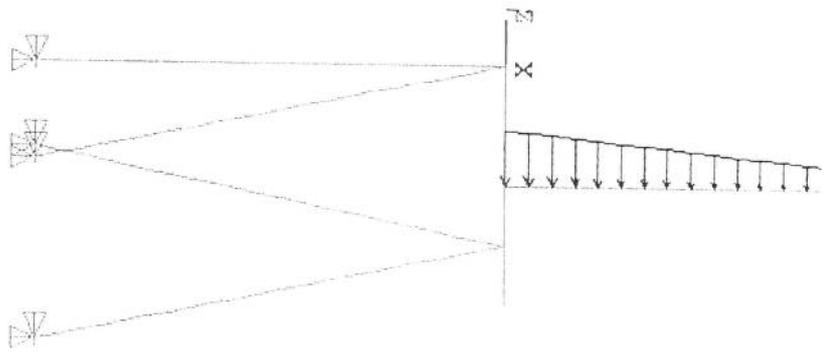
EMPUJE SOBRECARGA



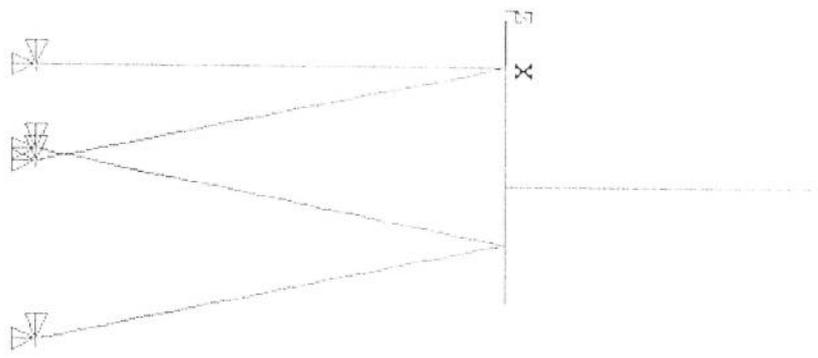
PESO TIERRAS



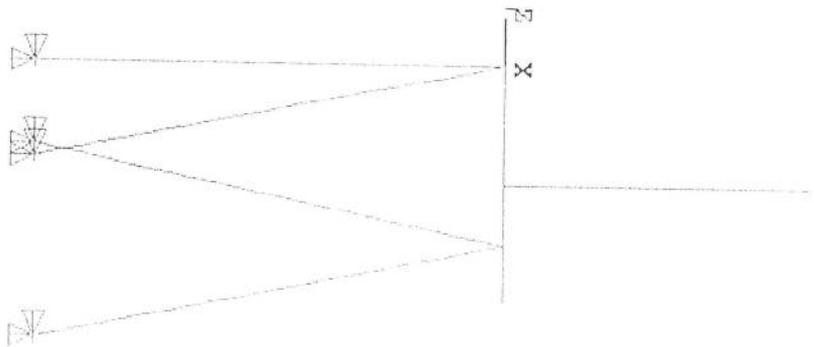
EMPUJE TIERRAS



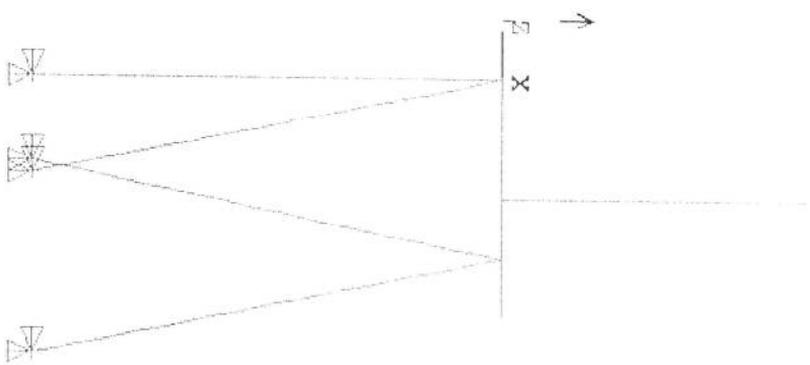
REACCION HORIZONTAL

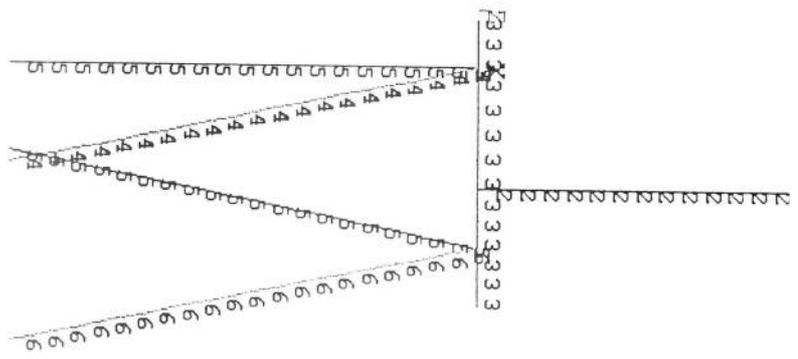


REACCION VERTICAL

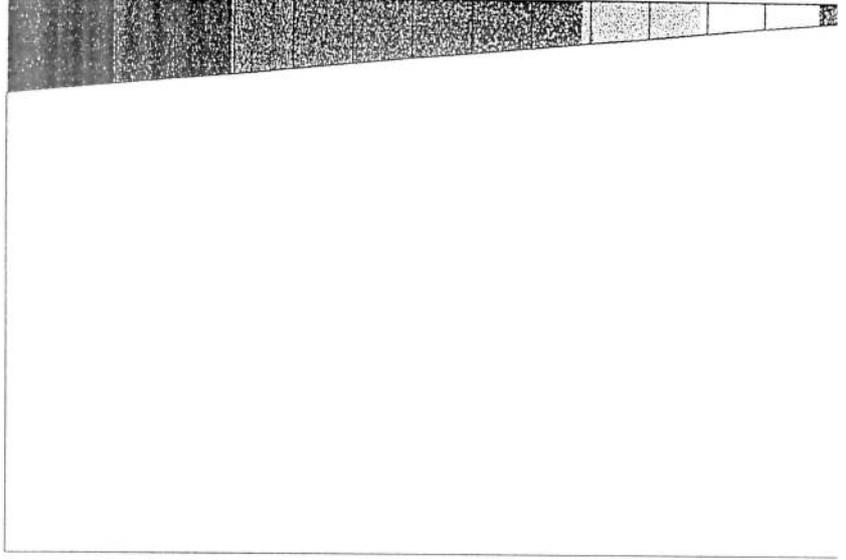


PP





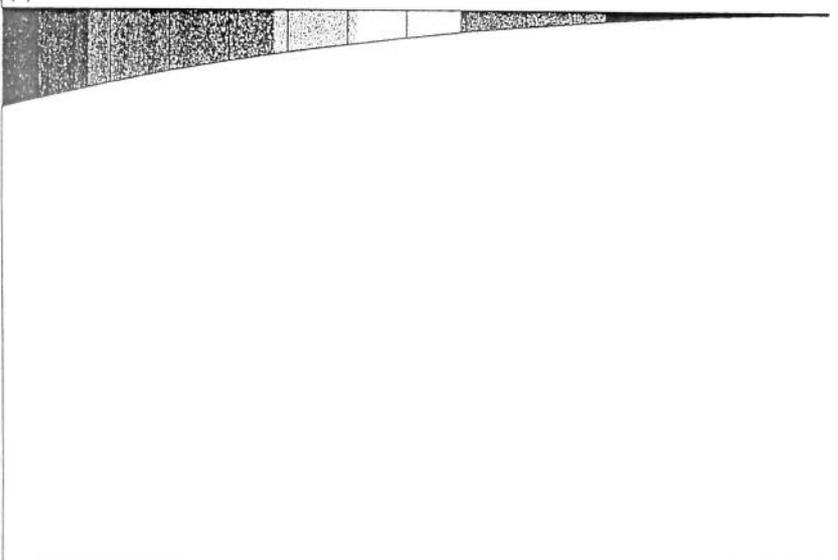
TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FI



TIME=10
NI NJ
MIN =-44.013
ELEM=20
MAX =-.616E-11
ELEM=37

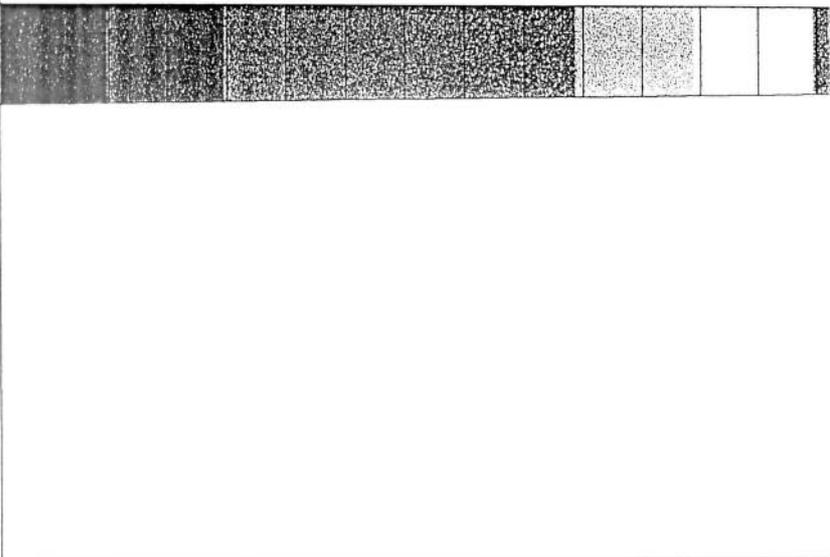
█	-44.013
█	-39.123
█	-34.233
█	-29.342
█	-24.452
█	-19.561
█	-14.671
█	-9.781
█	-4.89
█	-.617E-11

TRACCION MAXIMA MAYORADA EN FI



TIME=10
MI MJ
MIN =-122.602
ELEM=20
MAX =-.239E-10
ELEM=37
-122.602
-108.98
-95.357
-81.735
-68.112
-54.49
-40.867
-27.245
-13.622
-.239E-10

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN

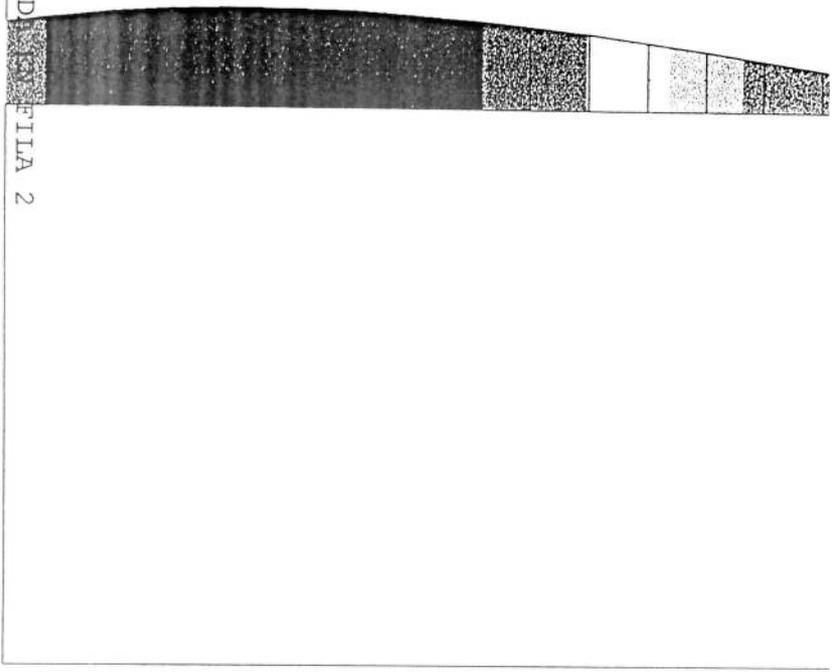


TIME=11
NI NJ
MIN =-407.79
ELEM=20
MAX =-341.77
ELEM=37

■	-407.79
■	-400.454
■	-393.119
■	-385.783
■	-378.448
■	-371.112
■	-363.777
■	-356.441
■	-349.106
■	-341.77

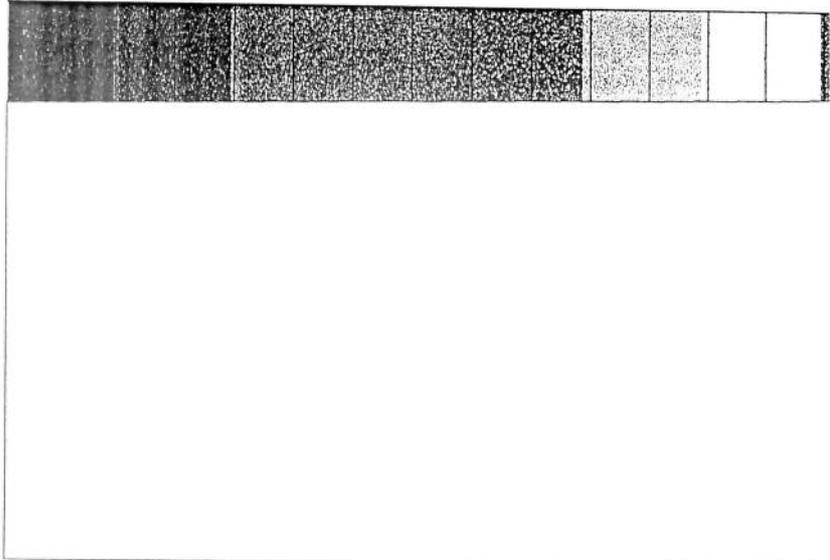
COMPRESION MAXIMA MAYORAD

ETIA 2



TIME=11
MI MJ
MIN =.238E-11
ELEM=37
MAX =21.233
ELEM=24
.238E-11
2.359
4.718
7.078
9.437
11.796
14.155
16.514
18.873
21.233

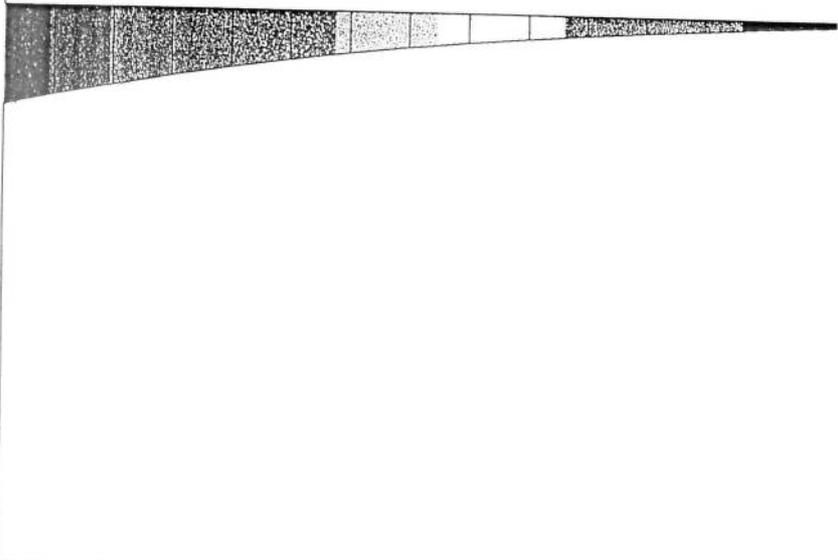
COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN



TIME=12
NI NJ
MIN =-407.79
ELEM=20
MAX =-341.77
ELEM=37

█	-407.79
█	-400.454
█	-393.119
█	-385.783
█	-378.448
█	-371.112
█	-363.777
█	-356.441
█	-349.106
█	-341.77

COMPRESION MAXIMA MAYORADA EN



TIME=12
MI MJ
MIN =-164.79
ELEM=20
MAX =-.254E-10
ELEM=37
-164.79
-146.48
-128.17
-109.86
-91.55
-73.24
-54.93
-36.62
-18.31
-.254E-10

APÉNDICE N° 8.4

COMPROBACIÓN CON LA IAP-11

Puente de ALBA

Esfuerzos en las vigas y reacciones en apoyos de acuerdo a los cálculos de 1999.
Luz=19.0 m Cálculos IAP

1.- BASES DEL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

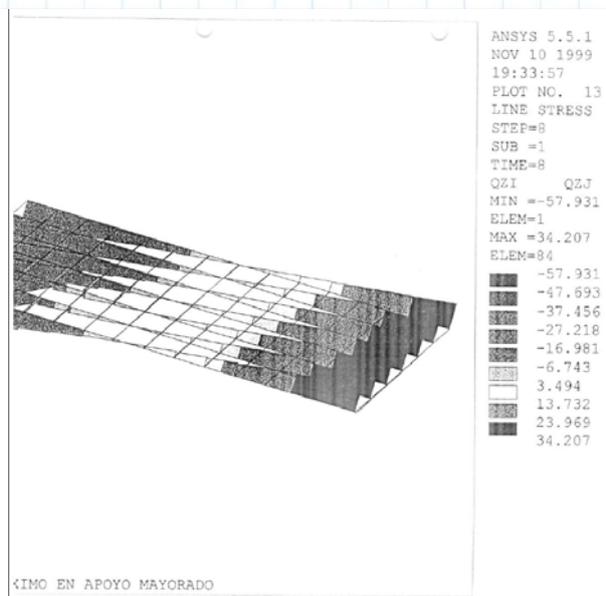
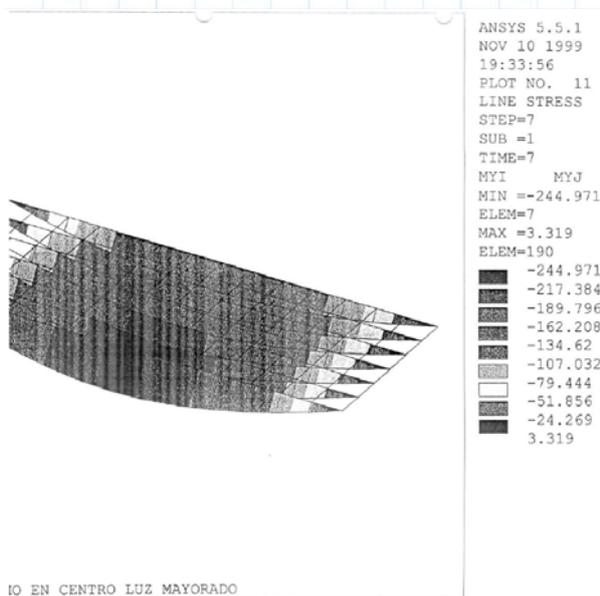
1.1.- Acciones

Las acciones consideradas son las prescritas en la vigente "IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras" (Ministerio de Fomento 1998).

Extraído de la nota de cálculo del proyecto de 1999.

Gráfico de momentos

Gráfico de cortantes



$M_{max_{1999}} := 2449.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{max_{1999}} := 579.31 \text{ kN}$

reacciones.txt

1	59.244
16	56.516
31	37.769
46	31.208
61	30.680
76	41.488
91	29.998

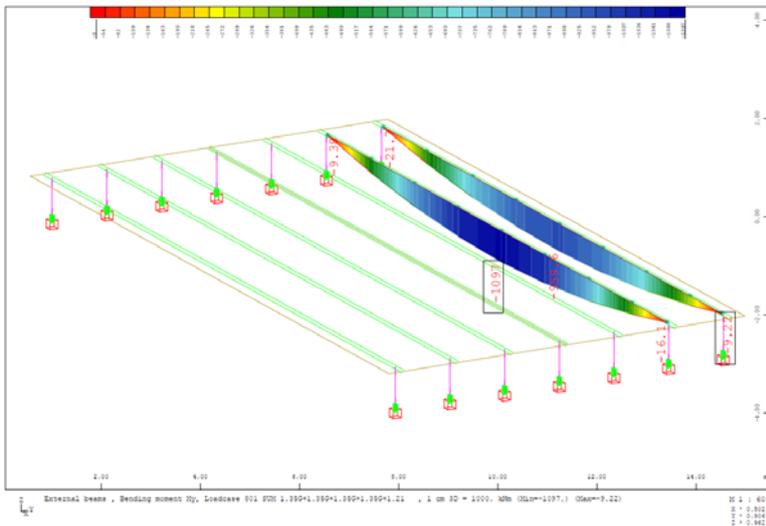
TOTAL VALUES
VALUE 286.90

CONSTANTE MÁXIMO MAYORADO \equiv REACCIÓN MÁXIMA.

Reacciones en apoyos ELU $Total_{1999} := 2869.0 \text{ kN}$ en el lado más solicitado

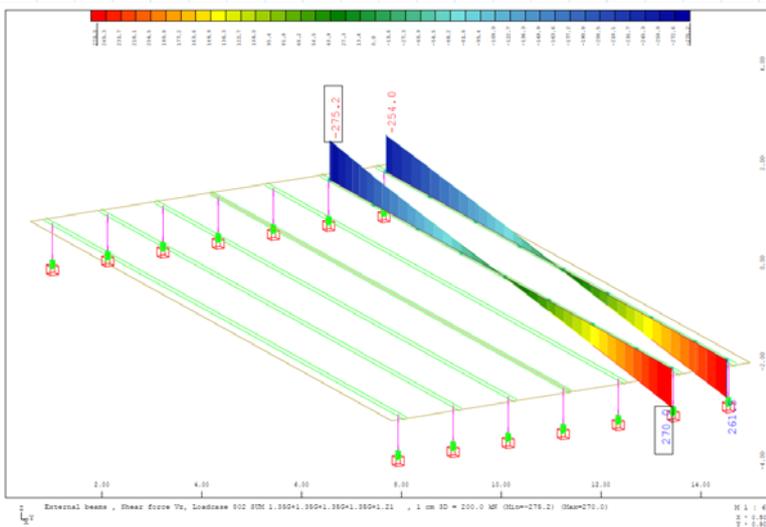
Se realiza un modelo del tablero 2015, se exponen a continuación los esfuerzos obtenidos para las acciones prescritas en la IAP-11.

Esfuerzos en las vigas y reacciones en apoyos de acuerdo a la geometría de 2015.
 Luz=15.76 m. Cálculos IAP-11. Dos combinaciones explícitas: una para máximo momento y otra para máximo cortantes-reacciones en neoprenos



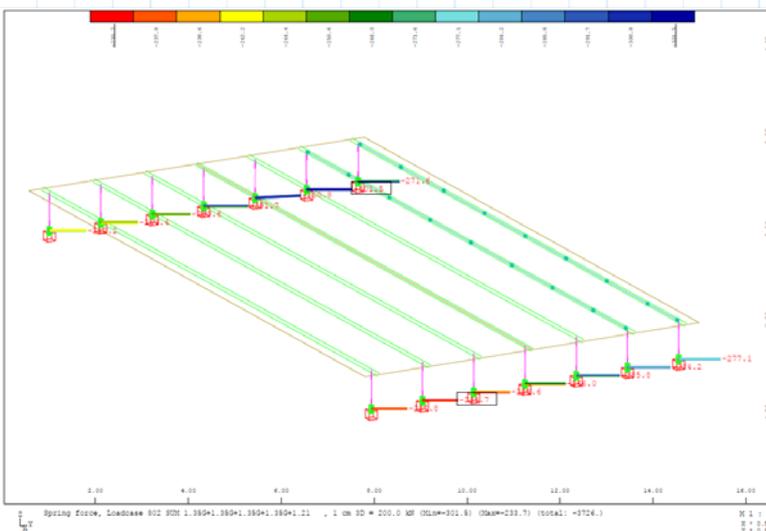
MOMENTOS

$$M_{max_{2015}} := 1097 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



CORTANTES

$$V_{max_{2015}} := 275.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



CONCLUSIÓN: De la comparación de los esfuerzos en tablero como sus reacciones sobre estribos entre ambas situaciones, se observa que los correspondientes al nuevo tablero son claramente menores. Por tanto se deduce que los dimensionamientos estructurales realizados ($R_d \leq S_d$) tanto en tablero como en estribos con la norma IAP vigente en 1999, se siguen cumpliendo con la norma IAP-11 vigente en la actualidad.

Puente de Industrias NACON

Esfuerzos en las vigas y reacciones en apoyos de acuerdo a los cálculos de 1999.
Luz=20.10 m Cálculos IAP

1.- BASES DEL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

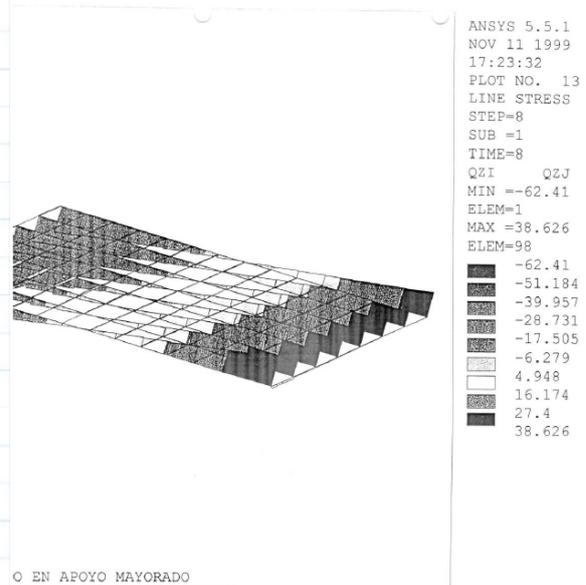
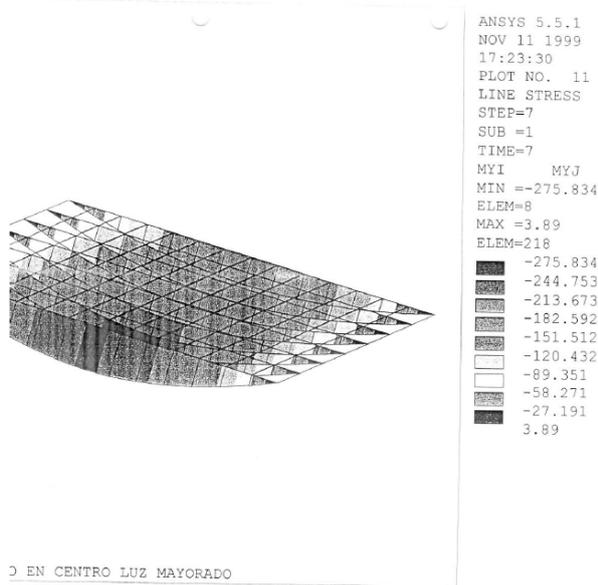
1.1.- Acciones

Las acciones consideradas son las prescritas en la vigente "IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras" (Ministerio de Fomento 1998).

Extraído de la nota de cálculo del proyecto de 1999.

Gráfico de momentos

Gráfico de cortantes



$M_{max_{1999}} := 2758.3 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{max_{1999}} := 624.1 \text{ kN}$

reacciones.txt
TIME= 8.0000 LOAD CASE= 0

THE FOLLOWING X, Y, Z SOLUTIONS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	FZ
1	63.443
16	61.703
31	41.125
46	33.425
61	32.483
76	32.301
91	42.159
106	35.131

TOTAL VALUES
VALUE 341.77

Q_{MAX} APOYOS MAYORADO.

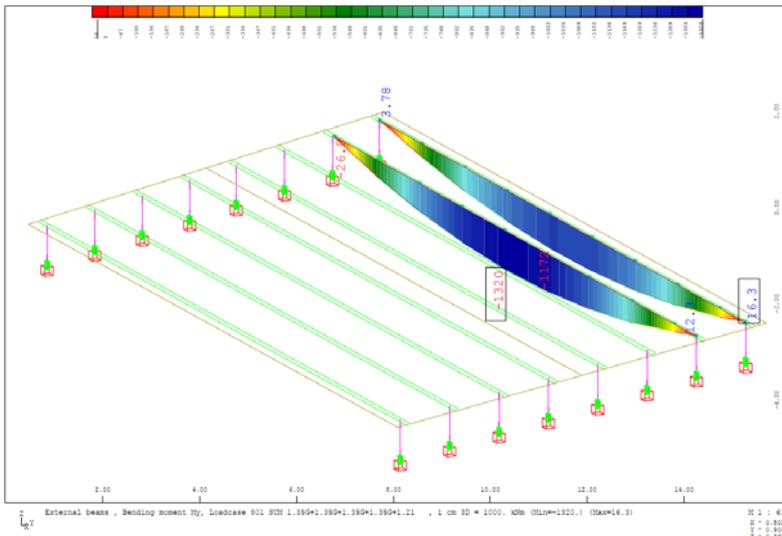
Reacciones en apoyos ELU

$Total_{1999} := 3417.7 \text{ kN}$

en el lado más solicitado

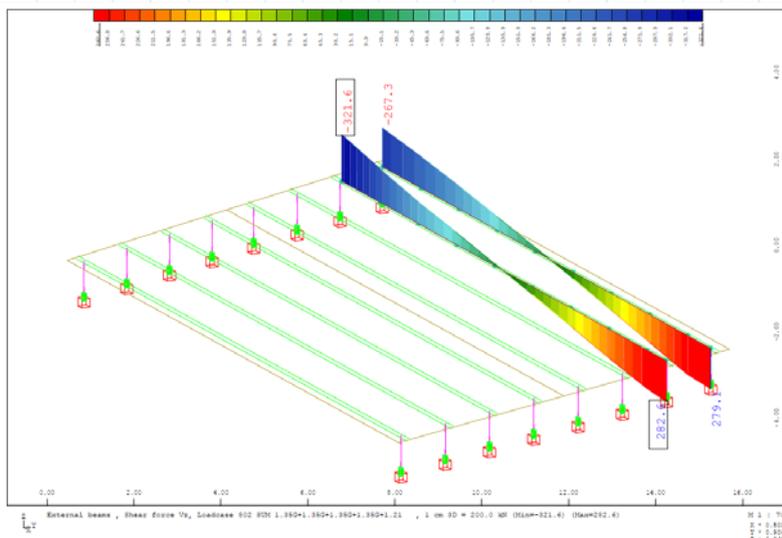
Se realiza un modelo del tablero 2015, se exponen a continuación los esfuerzos obtenidos para las acciones prescritas en la IAP-11.

Esfuerzos en las vigas y reacciones en apoyos de acuerdo a la geometría de 2015.
 Luz=16.70 m. Cálculos IAP-11. Dos combinaciones explícitas: una para máximo momento y otra para máximo cortantes-reacciones en neoprenos



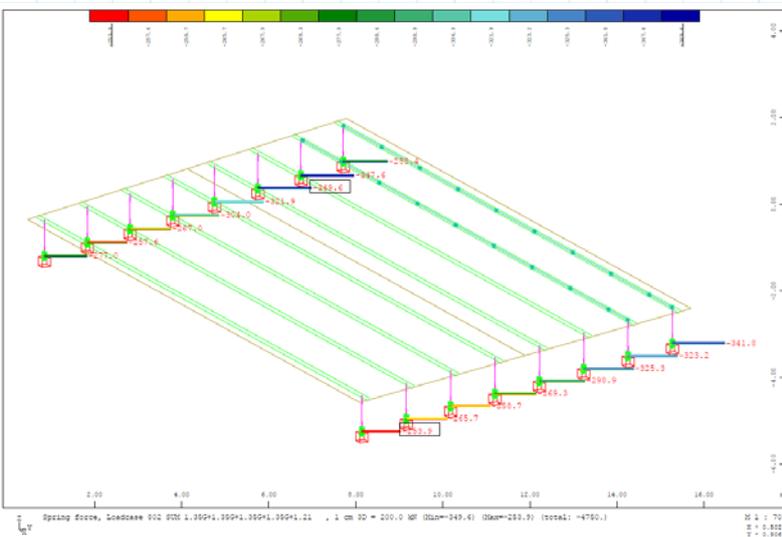
MOMENTOS

$M_{max_{2015}} := 1320 \text{ kN} \cdot \text{m}$



CORTANTES

$V_{max_{2015}} := 321.6 \text{ kN}$



REACCIONES

Reacciones en apoyos ELU

$Total_{2015} := 2413.1 \text{ kN}$

en el lado más solicitado

CONCLUSIÓN: De la comparación de los esfuerzos en tablero como sus reacciones sobre estribos entre ambas situaciones, se observa que los correspondientes al nuevo tablero son claramente menores. Por tanto se deduce que los dimensionamientos estructurales realizados ($R_d \leq S_d$) tanto en tablero como en estribos con la norma IAP vigente en 1999, se siguen cumpliendo con la norma IAP-11 vigente en la actualidad.

APÉNDICE N° 8.5
CALCULO VOLADIZO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MÉTODO DE CÁLCULO	2
3. NORMATIVA APLICADA	3
4. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN.....	4
4.1. GEOMETRÍA	4
4.2. MATERIALES	5
4.3. RECUBRIMIENTOS.....	5
5. BASES DE CÁLCULO	6
5.1. CARGAS APLICADAS	6
5.1.1. Acciones Permanentes	6
5.1.2. Acciones Variables.....	7
5.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD	8
5.3. COMBINACIONES DE ACCIONES	9
5.4. CÁLCULO DE ESFUERZOS	11
6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	13
6.1. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN.....	13
6.2. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE.....	15
6.3. RESULTADOS CÁLCULO ESTRUCTURAL	15

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta la descripción de los cálculos realizados para definir y analizar la viabilidad del voladizo proyectado en el proyecto de encauzamiento del río Asua entre Industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término Municipal de Sondika (Bizkaia).

Se ha propuesto la ejecución de un voladizo de 2,30 metro de longitud, con un bordillo en su extremo de 0.80 metros de largo y 0.50 metros de alto. La estructura queda fijada con un contrapeso de hormigón armado de 3 metros de longitud y 0,60 metros de canto, así como la disposición de dos anclajes al terreno.

2. MÉTODO DE CÁLCULO

El dimensionamiento y cálculo de la estructura se ha realizado siguiendo el principio de los Estados Límites, que establece que la seguridad de la estructura en conjunto, o cualquiera de sus partes, se garantiza comprobando que la sollicitación no supera la respuesta última de las mismas. Este formato de seguridad se expresa sintéticamente mediante la siguiente desigualdad:

$$Sd \leq Rd$$

Donde Sd representa la sollicitación de cálculo aplicable en cada caso, y Rd la respuesta última de la sección o elemento.

Para la aplicación de este criterio de seguridad, se consideran tanto situaciones de servicio, como de agotamiento, esto es, Estados Límites de Servicio (E.L.S.) y de Agotamiento (E.L.U.), de acuerdo con las definiciones dadas para los mismos en las normativas de referencia. En principio, los Estados Límites Últimos están asociados a la Rotura de las secciones o elementos. Para ello, se evalúan las sollicitaciones mediante la mayoración de los valores representativos de las acciones (en general característicos) utilizando los oportunos coeficientes parciales que luego se detallan. Las resistencias de las secciones o elementos se estiman mediante las características geométricas, y las resistencias minoradas de los materiales.

Por el contrario, los Estados Límites de Servicio están asociados a la pérdida de funcionalidad de la estructura. Las sollicitaciones se evalúan mediante sus valores representativos, en general sin mayorar, afectados de los oportunos coeficientes de combinación, para tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia simultánea de varias acciones. Las resistencias se estiman a partir de los valores nominales de las dimensiones y resistencias de los elementos o secciones de la estructura, sin minorar.

Los cálculos se realizarán mediante el programa de ordenador PRONTUARIO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1. SEGÚN EHE-08, desarrollado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Los cálculos se justifican mediante los oportunos listados de datos y resultados incluidos en el presente apéndice.

3. NORMATIVA APLICADA

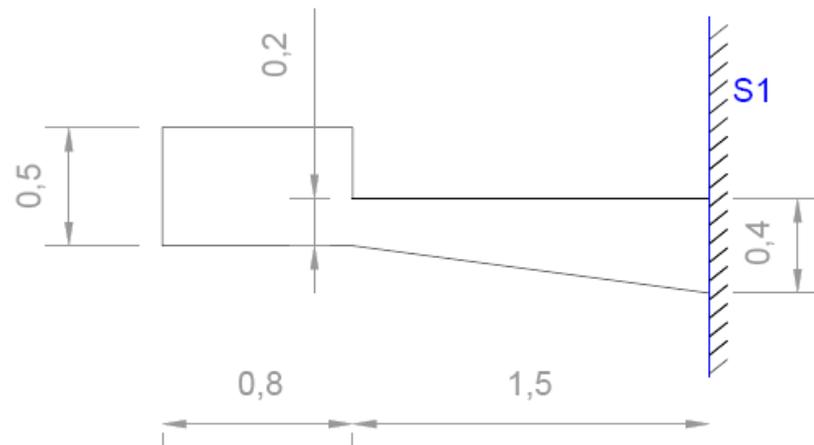
La normativa empleada para el cálculo es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-11.
- Eurocódigos 2, 3 y 4.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN

4.1. GEOMETRÍA

El funcionamiento estructural se asemeja a una losa en voladizo cuyo geometría simplificada es la siguiente:



**Unidades en metros*

La sección a analizar será la *SI*, mostrada en el esquema anterior. Dicha sección será la que mayores esfuerzos presentará, por lo que podemos considerar como la sección crítica o de cálculo.

4.2. MATERIALES

Los materiales empleados para la ejecución de la estructura, con la denominación establecida en la normativa utilizada, son los siguientes:

MATERIAL	DESGINACIÓN	RESISTENCIAS		
		<i>R. media</i>	<i>Coef.</i>	<i>R. cálculo</i>
Hormigón armado	HA-30/P/20/IIIa	$f_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$	$\gamma_c = 1,50$	$f_{cd} = 200 \text{ kg/cm}^2$
Acero pasivo	B-500-SD	$f_{ck} = 5000 \text{ kg/cm}^2$	$\gamma_s = 1,15$	$f_{yd} = 4348 \text{ kg/cm}^2$

4.3. RECUBRIMIENTOS

Siguiendo las indicaciones de la normativa utilizada se han fijado para el cálculo las siguientes hipótesis de partida:

Ttipo ambiente IIIa, según tabla 8.2.2 - EHE 08.

- Recubrimiento nominal (art. 37.2.4 EHE-08): 25 mm + 10 mm.
- Abertura admisible de fisura característica (art. 5.1.1. EHE-08): 0,20 mm.

Los cálculos estructurales se han realizado suponiendo un nivel de control en la ejecución normal y una vida útil de 50 años según tabla 5 del Artículo nº 5 – Requisitos de la EHE-08.

5. BASES DE CÁLCULO

Para realizar el análisis de la estructura se ha procedido a realizar un modelo de cálculo que permita la obtención de los esfuerzos existentes en la estructura de una forma que refleje lo más aproximadamente posible la realidad. Se ha considerado que el comportamiento estructural de la estructura se asemeja a una losa en voladizo, por lo que todo el cálculo se ha desarrollado siguiendo esta hipótesis.

El comportamiento de todos los elementos ha sido considerado elástico y lineal.

5.1. CARGAS APLICADAS

Las acciones consideradas en el cálculo son las establecidas en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-11.

5.1.1. Acciones Permanentes

Las acciones permanentes son producidas por el peso de los distintos elementos que forman parte del puente. Se clasifican en peso propio y cargas muertas.

PESO PROPIO

Esta acción es la que corresponde al peso de los elementos estructurales. Los pesos específicos utilizados son los siguientes:

- Peso específico del hormigón armado: 25 kN/m³ .

Se ha considerado por un lado el peso de la ménsula como carga repartida, y como carga puntual de zuncho la correspondiente al bloque de homigón de 0,50 x 0,80 m. situado en el extremo del voladizo.

CARGAS MUERTAS

Son las debidas al peso de los elementos no estructurales que graviten sobre los estructurales. Los pesos considerados son los siguientes:

- Capa de rodadura (5 cm) ($\rho = 20 \text{ KN/m}^3$): 1,00 kN/m²

5.1.2. Acciones Variables

SOBRECARGAS DE USO

Se considera una sobrecarga uniforme extendida en toda la plataforma de la viga o en parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio, y/o en toda la superficie o parte de ella de aceras, pistas para ciclistas o ciclomotores, zonas reservadas a paso de animales y medianas que están físicamente separadas de la plataforma del tablero.

El valor del tren de cargas vertical es el siguiente:

- Sobrecarga uniforme: 5 kN/m²

5.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Mayoración acciones (Estados Límites Últimos):

Permanentes	$\gamma_G = 1.35$
Variable	$\gamma_Q = 1.50$

Minoración resistencia materiales:

Hormigón	$\gamma_c = 1.50$
Acero	$\gamma_s = 1.15$

Los coeficientes parciales de seguridad que se utilizan, se muestran en la siguiente tabla:

TIPO DE ACCIÓN		E.L.U.				E.L.S.	
		SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES		SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		1.0	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0
Permanente valor no constante	Pretensado	1.0	1.0	1.0	1.0	0.95	1.05
	Reológicas	1.0	1.50	1.0	1.0	1.0	1.0
	Terreno	1.0	1.50	1.0	1.0	1.0	1.0
Variable		0.0	1.50	0.0	1.0	0.0	1.0
Accidental		-	-	1.0	1.0	-	-

Las hipótesis de carga tomadas en consideración se forman combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea según los criterios prescritos la IAP-11, tanto para Estados Límite Últimos, en situaciones persistentes o transitorias y accidentales, como para Estados Límite de Servicio

5.3. COMBINACIONES DE ACCIONES

Estado Límite Último:

Situaciones Persistentes o Transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G_{K,i}^* + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

Donde:

$G_{K,j}$ = Valor Representativo de cada Acción Permanente.

$G_{K,j}^*$ = Valor Representativo de cada Acción Permanente de Valor no Constante.

P_K = Valor Representativo de la Acción del Pretensado.

$Q_{K,1}$ = Valor Representativo (Valor Característico) de la Acción Variable Dominante.

$\Psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$ = Valores Representativos (Valores de Combinación) de las Acciones Variables Concomitantes con la Acción Variable Dominante.

Si la Acción de Sobrecarga es considerada como Dominante, se tomará ésta con su Valor Representativo y la Acción del Viento con su Valor Reducido (reducción del 50%), aplicándose además los coeficientes ψ_i pertinentes.

Si la Acción del Viento es considerada como Dominante, se tomará ésta con su Valor Representativo y NO se considerará la actuación simultánea de la Acción de la Sobrecarga de Uso.

Situaciones Accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i} + \gamma_A \cdot A_K$$

Donde:

$G_{K,j}$ = Valor Representativo de cada Acción Permanente.

$G^*_{K,j}$ = Valor Representativo de cada Acción Permanente de Valor no Constante.

P_K = Valor Representativo de la Acción del Pretensado.

$\Psi_{1,i} \cdot Q_{K,i}$ = Valor Frecuente de la Acción Variable Dominante.

$\Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$ = Valor Quasipermanente de las Acciones Variables Concomitantes con la Acción Variable Dominante.

A_K = Valor Representativo (Valor Característico) de la Acción Accidental.

Estado Límite de Servicio:

Según EHE 08:

- Combinación Característica.(poco probable o rara)

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

- Combinación Frecuente.

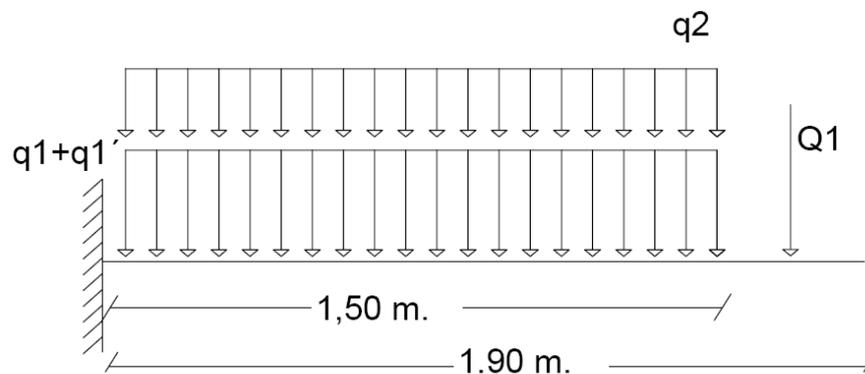
$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

- Combinación Cuasi-Permanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

5.4. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Antes de comenzar con el cálculo de los esfuerzos en la sección a analizar, se procederá al cálculo de las cargas descritas en el apartado 5.1. Cargas Aplicadas del presente apéndice, según la normativa vigente.



PESO PROPIO

- Peso propio de la ménsula de hormigón armado:
 $q1 = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot (0,20 \cdot 1 + 0,50 \cdot 0,20 \cdot 1,50) = \quad \mathbf{8,75 \text{ KN/m}^2}$
- Carga puntual de zuncho en el extremo de la ménsula:
 $Q1 = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot (0,50 \cdot 0,80 \cdot 1) = \quad \mathbf{10 \text{ KN/ml}}$

CARGAS MUERTAS

- Peso propio de la capa de rodadura:
 $q1' = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot (0,05 \cdot 1) = \quad \mathbf{1 \text{ KN/m}^2}$

ACCIONES VARIABLES – SOBRECARGA DE TRÁFICO

- Peso propio de la sobrecarga de tráfico:
 $q2 = \quad \mathbf{5 \text{ KN/m}^2}$

A continuación, se calcularán los esfuerzos resultantes en la sección crítica:

$$\bullet \quad \mathbf{Ms} = (10 \cdot 1,90) + [(9,75 + 5) \cdot ((1,50^2) / 2)] = \quad \mathbf{35,59 \text{ KN}\cdot\mathbf{m}}$$

$$\bullet \quad \mathbf{Md} = 1,35 \cdot (35,59) + 1,50 \cdot [5 \cdot ((1,50^2) / 2)] = \quad \mathbf{56,49 \text{ KN}\cdot\mathbf{m}}$$

$$\bullet \quad \mathbf{Vd} = 1,35 \cdot [10 + (9,75 \cdot 1,50)] + 1,50 \cdot (5 \cdot 1,50) = \quad \mathbf{44,49 \text{ KN}}$$

6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el dimensionamiento de la estructura de hormigón armado se ha analizado su comportamiento de acuerdo a la vigente norma EHE-08. Como se puede observar en los ficheros de salida de datos del programa informático empleado, se ha realizado el dimensionado atendiendo al comportamiento de la estructura frente a diversas solicitaciones que marca la vigente normativa.

6.1. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN

Aplicando las formulas reducidas del “*Anejo 7 de la EHE-08: Cálculo simplificado de secciones en Estado Límite de Agotamiento frente a solicitaciones normales*” resulta un área de acero con el momento de diseño para nuestra sección (A_s) inferior a el área real obtenida (A_c):

$$A_s (M_d = 56,49 \text{ KN}\cdot\text{m}) = 356 \text{ mm}^2/\text{m} < A_c (\phi 16/0.20) = 1005 \text{ mm}^2/\text{m}$$

El área de armadura requerida sería de 3,56 cm², por lo que con una cuantía de diámetro 16, dispuesta cada 0,20 m. resulta suficiente para soportar el esfuerzo de flexión.

Para dimensionar el área comprimida de hormigón, basta en este caso con cumplir con la cuantía geométrica, la cual es inferior a la que se obtiene disponiendo $\phi 8/0.20 \text{ m}$ ($A_s' = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$).

Se adjunta la tabla 42.3.5. de la Instrucción de Hormigón 2008 en lo referente a las cuantías geométricas mínimas:

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

Por lo que resulta como áreas mínimos de armado:

- Armadura mínima geométrica: $2.51 (\phi 16/0.20) > 1,8$

En cuanto a la cuantía mínima mecánica, para secciones rectangulares, lo que supone la necesidad de 7,68 cm², siendo inferior a la dispuesta 10,05 cm².

Teniendo en cuenta estos valores y para dar de la armadura dispuesta en el voladizo tipo se dispone una armadura de diámetro 16 cada 0,20 metros en la cara de tracción y una armadura de diámetro 10 cada 0,20 metros en la cara comprimida.

6.2. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE

Si $V_d > V_{u1}$ la rotura por esfuerzo cortante se produce por compresión en el hormigón y la armadura no es efectiva; en este caso la única solución sería aumentar la sección de hormigón.

$$V_{u1} = 0,30 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 1574 \text{ KN}$$

$V_{u1} = 1574 \text{ KN} > V_d = 44,50 \text{ KN}$

A continuación, hay que calcular la resistencia virtual del hormigón (f_{cv}) y el esfuerzo cortante máximo que aguanta la sección de hormigón sin armado (V_{cu}). Si $V_{cu} > V_d$ no habría que disponer armadura de cortante.

$$V_{cu} = b \cdot d \cdot f_{cv} = 231,60 \text{ KN}$$

$V_{cu} = 231,6 \text{ KN} > V_d = 44,50 \text{ KN}$
--

Por lo tanto, se ha comprobado la resistencia a cortante para ambas secciones de cálculo y no es necesaria armadura a cortante.

6.3. RESULTADOS CÁLCULO ESTRUCTURAL

A continuación, en el *Apéndice 8.5.*, se muestran los resultados del cálculo estructural del voladizo.



Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 09/10/2017
Hora: 11:49:10

Ecuación constitutiva del hormigón

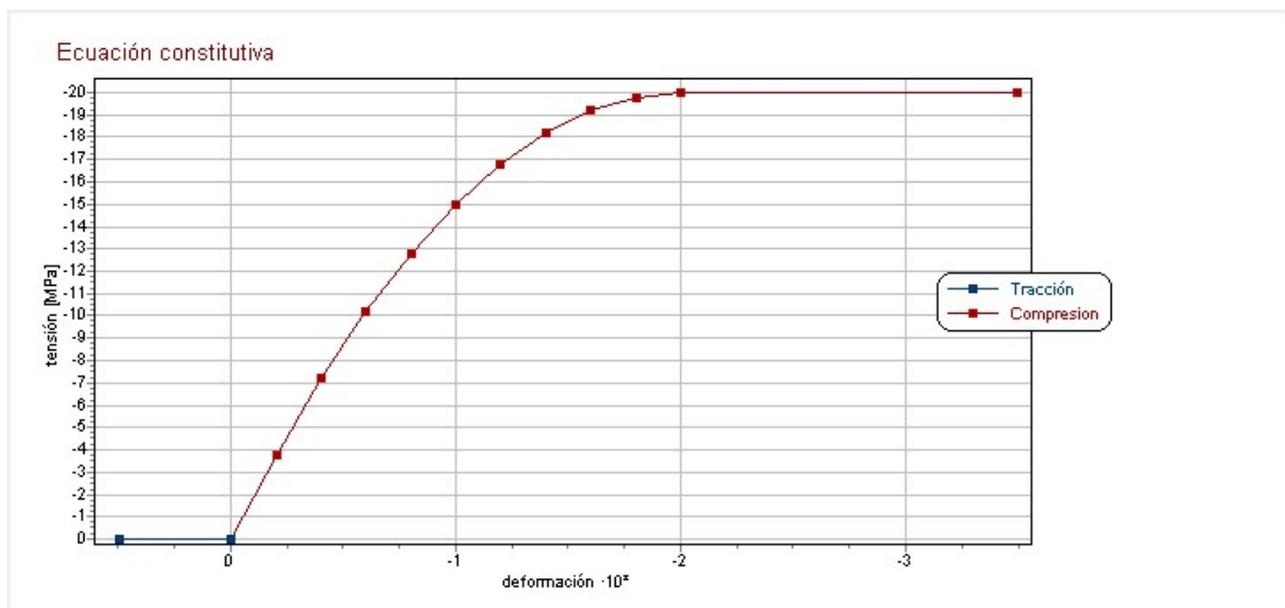
1 Datos

- Hormigón

Tipo de hormigón : HA-30
f_{ck} (MPa) = 30.00
γ_c = 1.50
α_{cc} = 1.00

- Ecuación constitutiva

Compresión		Tracción	
ε	σ [N/mm ²]	ε	σ [N/mm ²]
0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	-3.80	0.50	0.00
-0.40	-7.20		
-0.60	-10.20		
-0.80	-12.80		
-1.00	-15.00		
-1.20	-16.80		
-1.40	-18.20		
-1.60	-19.20		
-1.80	-19.80		
-2.00	-20.00		
-3.50	-20.00		





Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 09/10/2017
Hora: 11:49:30

Ecuación constitutiva del hormigón

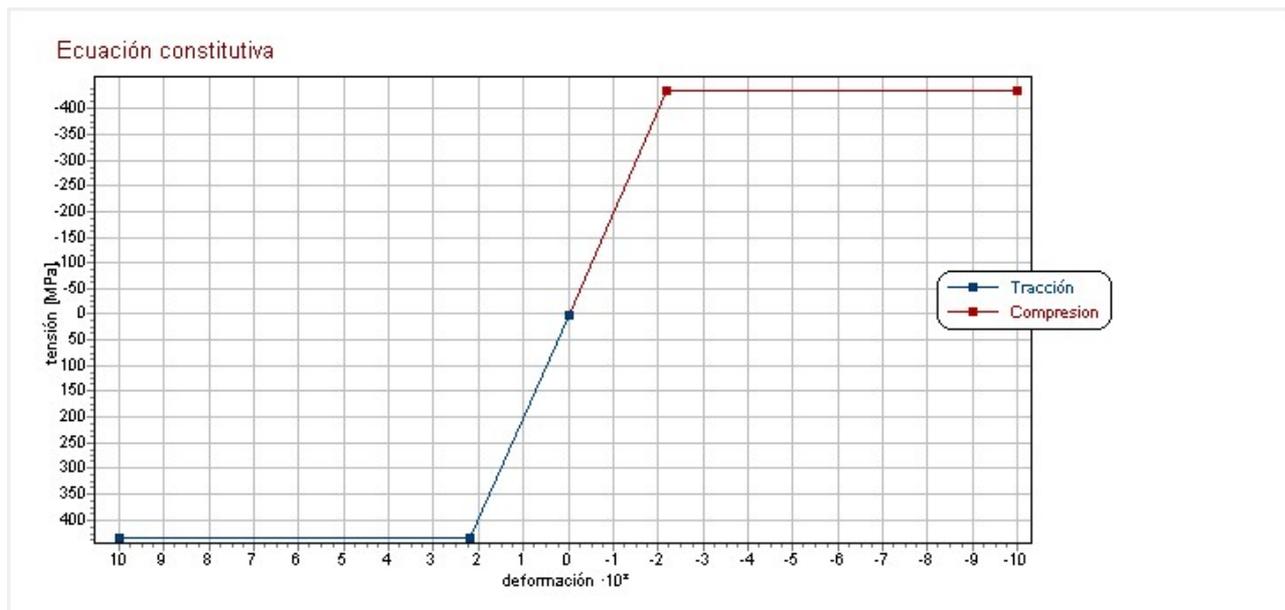
1 Datos

- Hormigón

Tipo de hormigón : B-500-S
f_{yk} (MPa) = 500.00
γ_s = 1.15

- Ecuación constitutiva

Compresión		Tracción	
ε	σ [N/mm ²]	ε	σ [N/mm ²]
0.00	0.00	0.00	0.00
-2.17	-434.78	2.17	434.78
-10.00	-434.78	10.00	434.78





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término
Fecha: municipal de Sondika (Bizkaia)
10/10/2017
Hora: 11:48:01

Características mecánicas de las secciones

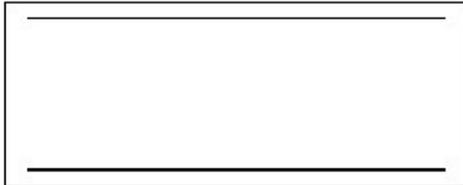
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : VOLADIZO
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40
ri [m] = 0.035
rs [m] = 0.035
A_i [cm²] = 10.05
A_s [cm²] = 2.51



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m ²]	0.4000	0.409
I _x [m ⁴]	0.0053	0.0056
I _y [m ⁴]	0.0333	0.0339
i _x [m]	0.12	0.12
i _y [m]	0.29	0.29
x'g [m]	0.50	0.50
y'g [m]	0.20	0.20

	Sección fisurada
I _x [m ⁴]	0.0007
M _{fis} [kN·m]	81.5
y'fis [m]	0.06



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 09/10/2017
Hora: 16:11:16

Condiciones de durabilidad de secciones

1 Datos

Seccion : VOLADIZO
Hormigón : HA-30
Consistencia : Plástica
Tamaño máximo de árido [mm] = 20
Clase general de exposición : IIIa
Clase específica de exposición : ---
Tipo de Cemento :
Control de la ejecución : In situ, control intenso
Tipo de elemento : Elemento armado
Vida útil : 50 años

2 Resultados

- Requisitos generales de durabilidad

Tipificación del hormigón : HA-30 / P / 20 / IIIa
Recubrimiento nominal [mm] (*) = 50.0
Máxima relación agua/cemento = 0.50
Mínimo contenido de cemento [kg/m³] = 300.0
Resistencia mínima compatible [MPa] = 30.00
(*) No inferior al diámetro de las armaduras principales
(*) No inferior al 0.80 D max

- Requisitos adicionales

Contenido mínimo de aire ocluido [%] = ---
Máximo contenido de cemento [kg/m³] = ---
Cemento resistente al agua de mar según UNE 80303:96
Atención a la reactividad álcali-árido (Artículo 37.3.7)



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 10/10/2017
Hora: 11:48:34

Comprobación de secciones a flexión simple

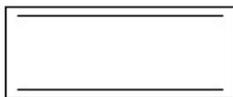
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

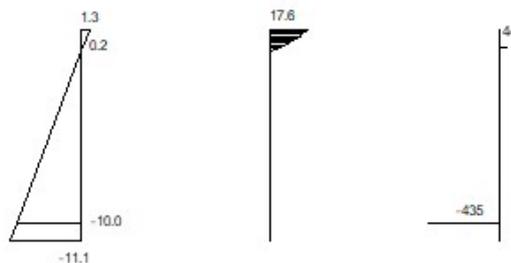
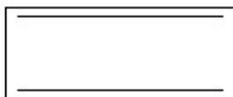
- Sección

Sección : VOLADIZO
 b [m] = 1.00
 h [m] = 0.40
 r_i [m] = 0.035
 r_s [m] = 0.035



2 Comprobación

A_t [cm²] = 10.1
 A_c [cm²] = 2.5
 M_u [kN·m] = 153.5



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.042
 $1/r$ [1/m] · 1.E-3 = 30.9
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.3

$$\varepsilon_i \cdot 10^{-3} = -11.1$$

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.035	2.5	0.2	-44.4
0.365	10.1	-10.0	434.8



Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 10/10/2017
Hora: 11:48:58

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

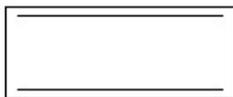
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

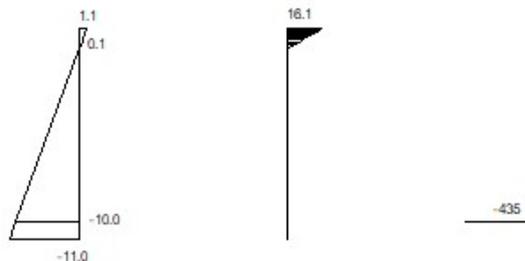
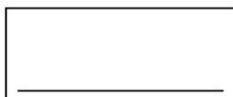
- Sección

Sección : VOLADIZO
 b [m] = 1.00
 h [m] = 0.40
 r_i [m] = 0.035
 r_s [m] = 0.035



2 Dimensionamiento

M_d [kN·m] = 56.49



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.037
 $1/r$ [1/m] · 1.E-3 = 30.4
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.1
 ϵ_i · 1.E-3 = -11.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación ·1.E ⁻³	Tensión [MPa]
0.035	0.0	0.1	0.0
0.365	7.7	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 7.7

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	7	6	4	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm ²]	7.9	9.2	8.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.08	0.07	0.10	0.10	0.06



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 09/10/2017
Hora: 16:12:18

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

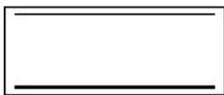
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : VOLADIZO
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.40



2 Comprobación

ρ_l [$\cdot 10^{-3}$] = 3
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 231.6



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Proyecto de Encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 09/10/2017
Hora: 16:13:54

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00

- Ambiente

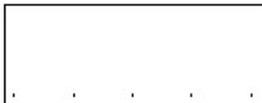
Clase general de exposición : IIIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : VOLADIZO
 b [m] = 1.00
 h [m] = 0.40

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 16



capa	nº barras	Separación [mm]
1	5	43.0

A_s [cm²] = 10.1
 $A_{c,ef}$ [cm²] = 1000.0

2 Resultados

M_k [kN·m] = 29.97
Separación media entre fisuras s_m [mm] = 196.0
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [$\cdot 1.E-3$] = 0.18

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa] = 287.4

Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa] = 88.8

Abertura característica de fisura w_k [mm] = 0.06

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Proyecto de Encauzamiento del rio Asua entre industrias Alba y el Puente de Sangroniz en el término municipal de Sondika (Bizkaia)
Fecha: 09/10/2017
Hora: 16:14:20

Comprobación del Estado Límite de deformaciones en vigas

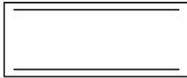
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Seccion empotramiento

Sección : VOLADIZO
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40
ri [m] = 0.035
rs [m] = 0.035
A_i [cm²] = 10.05
A_s [cm²] = 3.92



- Estructura

Longitud [m] = 1.9
Vinculación de los extremos de la viga :
Extremo izquierdo : Libre
Extremo derecho : Empotramiento

- Cargas

CARGA ACTUANTE AL DESCIMBRAR

Edad de carga [días] = 14

RESTO DE CARGA PERMANENTE

Edad de carga [días] = 28

SOBRECARGA DE USO

2 Resultados

- Canto mínimo

Canto útil d [m] = 0.37
Relación luz / canto l/d = 5.2
Cuantía estricta en centro de vano [$\cdot 1.E-3$] = 2.8
Teniendo en cuenta las condiciones de contorno seleccionadas y los momentos aplicados en los extremos el sistema estructural se clasifica (Tabla 50.2.2.1.a) como voladizo
Máxima relación luz / canto para la que no se precisa comprobación de flechas = 8
EN ESTE CASO NO SE PRECISA COMPROBACIÓN DE FLECHAS